



**CEIS Guadalajara**  
**Colaborador: Antonio Abujeta de la Fuente**

# VEHÍCULOS DE BOMBEROS

## PARTE 2

Manual de equipos  
operativos y  
herramientas de  
intervención

### Coordinadores de la colección

Agustín de la Herrán Souto  
José Carlos Martínez Collado  
Alejandro Cabrera Ayllón



Documento bajo licencia Creative Commons CC BY-NC-SA 4.0 elaborado por Grupo Tragsa y CEIS Guadalajara. No se permite un uso comercial de la obra original ni de las posibles obras derivadas, la distribución de las cuales se debe hacer con una licencia igual a la que regula la obra original. Asimismo, no se podrán distribuir o modificar las imágenes contenidas en este manual sin la autorización previa de los autores o propietarios originales aquí indicados.

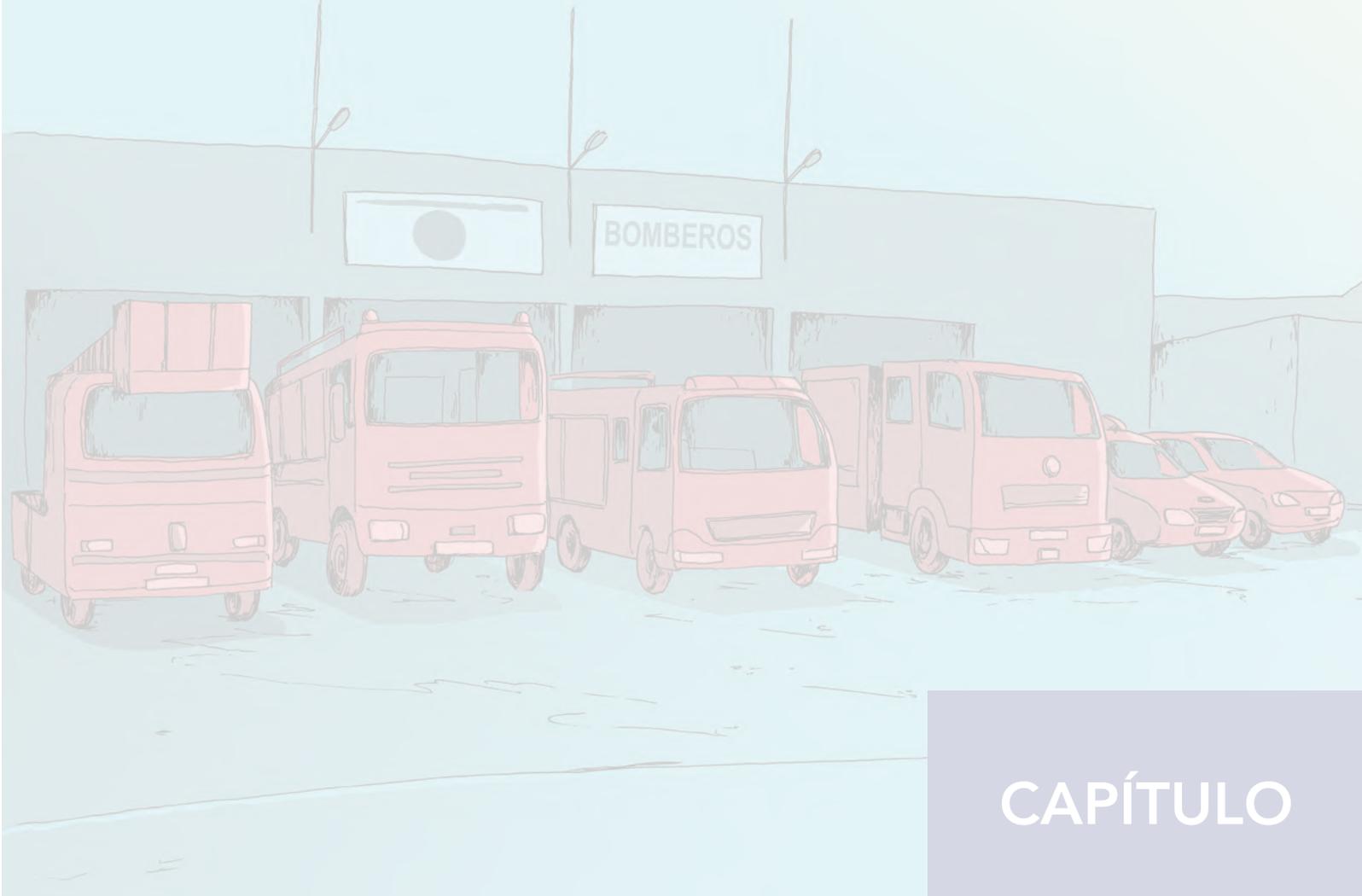
Edición r0 2015.10.05

manualesbb@ceisguadalajara.es  
www.ceisguadalajara.es

Tratamiento  
pedagógico, diseño y  
producción







## CAPÍTULO

# 1

## **Nomenclatura de vehículos**

Los Servicios de Extinción de Incendios y Salvamento deben contar con los medios de transporte adecuados para trasladar el personal y el material necesario para el desarrollo de las tareas y funciones que tienen encomendadas. El Reglamento General de Circulación, que es la norma española que regula tráfico, circulación de vehículos a motor y seguridad vial, define estos vehículos como "prioritarios". Así, en su artículo 68.2 indica que son vehículos prioritarios "los de policía, extinción de incendios, protección civil y salvamento y de asistencia sanitaria, pública o privada, que circulen en servicio urgente y cuyos conductores adviertan de su presencia mediante la utilización simultánea de la señal luminosa y del aparato emisor de señales acústicas especiales".

Se trata, por tanto de vehículos que deben cumplir con las condiciones exigidas por la normativa vigente sobre circulación y seguridad vial y, a su vez, con las especificaciones sobre vehículos contra-incendios y salvamento reguladas a través de las Normas UNE (legislación española) y las normas EN (legislación europea), especificaciones referidas al autobastidor, la carrocería, las protecciones, el equipamiento eléctrico, etc.

En España, existe una nomenclatura unificada para los vehículos contra incendios y de salvamento vigente desde el año 1983<sup>1</sup> para ser utilizada en la elaboración de los Partes Unificados de Actuación de los Servicios contra Incendios y de Salvamento. Estas partes, posibilitan el seguimiento estadístico de los vehículos utilizados, materiales empleados y servicios desempeñados por los Cuerpos de Bomberos.

A continuación se expone la mencionada nomenclatura y sus correspondientes siglas:

**Tabla 1.** Nomenclatura de vehículos contra incendios y salvamento

Autobombas	
Bomba Urbana Ligera	<b>BUL</b>
Bomba Rural Ligera	<b>BRL</b>
Bomba Forestal Ligera	<b>BFL</b>
Bomba Urbana Pesada	<b>BUP</b>
Bomba Rural Pesada	<b>BRP</b>
Bomba Forestal Pesada	<b>BFP</b>
Bomba Nodriza Ligera	<b>BNL</b>
Bomba Nodriza Pesada	<b>BNP</b>

Agentes específicos	
Vehículo Agente Único	<b>VAU</b>
Vehículo Múltiples Agentes	<b>VMA</b>

Salvamento	
Furgón de Salvamentos Varios	<b>FSV</b>
Ambulancia	<b>AMB</b>
Furgón Equipo Acuático	<b>FEA</b>
Furgón Escalada Espeleología	<b>FER</b>

Vehículos especiales	
Auto-Escalera Automática	<b>AEA</b>
Auto-Escalera Semiautomática	<b>AES</b>
Auto-Escalera Manual	<b>AEM</b>
Auto-Brazo Articulado	<b>ABA</b>
Auto-Brazo Extensible	<b>ABE</b>
Furgón de Útiles Varios	<b>FUV</b>
Furgón Apeos y Apuntalamientos	<b>FAV</b>
Auto-Grúa Taller	<b>AGT</b>
Vehículo de Iluminación	<b>VIL</b>
Vehículo Generador Eléctrico	<b>VGE</b>
Excavadora Cargadora	<b>MEC</b>
Auto-Grúa Pesada	<b>AGP</b>
Vehículo Taller de Reparaciones	<b>VTR</b>
Vehículo Transporte de Bombas	<b>VTB</b>
Furgón Reserva de Aire	<b>FRA</b>
Trasvase de Productos Peligrosos	<b>TPP</b>
Nuclear Bacteriológico y Químico	<b>NBQ</b>

Vehículos auxiliares	
Unidad de Mando y Jefatura	<b>UMJ</b>
Unidad de Mando y Comunicación	<b>UMC</b>
Unidad de Inspección y Vigilancia	<b>UIV</b>
Unidad de Intendencia y Suministro	<b>UIS</b>
Unidad de Transporte Pesado	<b>UTP</b>
Unidad Mixta Personal y Carga	<b>UPC</b>
Unidad de Transporte Personal	<b>BUS</b>

Remolques	
Remolque Escala Manual	<b>REM</b>
Remolque Moto-Bomba	<b>RMB</b>
Remolque Generador Espuma	<b>REL</b>
Remolque Generador Eléctrico	<b>RGE</b>
Remolque Barcas Salvamento	<b>RBS</b>
Remolque Usos Varios	<b>RUV</b>
Remolque de Carga de Aire	<b>RCA</b>

Barcas	
Barca de Salvamento	<b>BSA</b>
Barca de Extinción	<b>BEA</b>

Aeronaves	
Helicóptero Salvamento y Rescate	<b>HSR</b>
Avión Reconocimiento	<b>AVR</b>
Avión de Extinción	<b>AVE</b>

1 - Nomenclatura refrendada por el Real Decreto 1053/1985 (artículo 3º), de 25 de mayo, sobre Ordenación de la Estadística de las actuaciones de los Servicios contra Incendios y de Salvamento, y posteriormente a través de una Orden Ministerial de 31 de octubre de 1985.



CAPÍTULO

2

## **Normativa europea sobre vehículos de bomberos**

La estandarización y normalización de los vehículos de bomberos está regulada por la norma europea EN 1846, sobre vehículos contra incendios y de servicios auxiliares. Cuenta con 3 partes:

- EN 1846-1: nomenclatura y designación (Octubre 1998).
- EN 1846-2: requisitos comunes. Seguridad y prestaciones (Febrero 2003).
- EN 1846-3: equipos instalados de manera fija. Requisitos relativos a la seguridad y a las prestaciones (Septiembre 2003).

Los vehículos de bomberos se construyen en función de las propias necesidades de servicio, y son los propios bomberos quienes realizan el pliego de condiciones técnicas y administrativas para su adjudicación, normalmente a través de oferta pública, a la que se presentan las diferentes empresas fabricantes del sector. La Norma EN 1846 establece los requisitos que debe cumplir la construcción de los vehículos contra incendios para poder ser homologados.

## 1. NOMENCLATURA Y DESIGNACIÓN

La norma, define, clasifica, categoriza y codifica los diferentes tipos de vehículos contra incendios y de servicios auxiliares en un sistema común de designación. También, identifica características principales de cualquier vehículo a motor mediante un código alfanumérico que sirve de referente para hacer las peticiones de oferta y que identifica las características principales de cualquier vehículo (clasificación por la masa, categoría por el uso, número de plazas y otras especificaciones como la capacidad del tanque de agua, las prestaciones de la bomba instalada, equipos complementarios, etc.)

Clasifica los vehículos contra incendios y/o salvamentos en función de la masa real del vehículo y su principal uso. Así, en función de su masa total cargado (MTC), se divide en:

- Ligero, cuando su MTC está entre 2 y 7,5 t.
- Medio, cuando su MTC está comprendido entre 7,5 y 14 t.
- Pesado, cuando la MTC es mayor de 14 t.

Las categorías de los vehículos contra incendios a motor se establecen en función de dos criterios:

- a) En función de la capacidad de paso establece tres categorías:
- Categoría 1 - urbano. Vehículo a motor normalmente utilizado sobre estructuras de carreteras practicable.
  - Categoría 2 - rural. Vehículo a motor capaz de utilizar todos los tipos de carreteras, así como las superficies poco accidentadas.
  - Categoría 3 - todo terreno. Vehículo a motor capaz de utilizar todos los tipos de carreteras y de desplazarse por terrenos no acondicionados (campo a través).
- b) En función de su principal aplicación (9 grupos y 4 subgrupos):
- Grupo 1: camiones contra incendios y salvamento, que a su vez pueden ser:



Imagen 1. Bomba urbana



Imagen 2. Bomba rural



Imagen 3: Bomba forestal

- Subgrupo 1.1: autobombas.
- Subgrupo 1.2: camiones contra incendios especiales.
- Grupo 2: camiones con equipo elevador, que a su vez pueden ser:
  - Subgrupo 2.1: con escala giratoria.
  - Subgrupo 2.2: con plataforma hidráulica (con brazo telescópico).
- Grupo 3: furgón de salvamento.
- Grupo 4: ambulancia de servicio contra incendios.
- Grupo 5: furgón de control de daños.
- Grupo 6: camión de control y puesto de mando.
- Grupo 7: vehículo de transporte de personal.
- Grupo 8: vehículo de logística.

- Grupo 9: otros vehículos de motor especializados (intervenciones en aeronaves, ferroviarias, etc.)

A continuación vamos a ver dos ejemplos de la denominación de los vehículos contra incendios (Cf. Gobierno Vasco, 2011, vol. 4).



Ejemplo 1

#### Camión contra incendios y de salvamento

Vehículo a motor que tiene una masa clase “medio (M)”, de categoría “urbano” (1) con una capacidad de 6 plazas sentadas para la dotación, una capacidad de agua contra incendios de 800 l., una bomba instalada con unas prestaciones de 10 bar/2000 l/min y equipada con un generador eléctrico.

1	2	3	4	5	6	7	8
Auto-bomba	EN 1846/1	M	1	6	800	10/2000	1

1. Descripción.
2. Número de norma.
3. Clasificación según la masa: ligero (L), medio (M - entre 7,5 y 14 t) y pesado (P).
4. Categoría del vehículo a motor: urbano (1), rural (2) y todo terreno (3).
5. Capacidades de plazas sentadas para la dotación: 6 conductor incluido.
6. Capacidad de depósito de agua contra incendios: 800 l.
7. Prestaciones de la bomba instalada: caudal nominal en l/min y presión en bares (10 bar/2000 l/min).
8. Equipo complementario: sin equipo complementario (0), con equipo complementario (1 - a precisar; por ejemplo: 1, generador eléctrico).



Ejemplo 2

#### Camión con equipo elevador

Designación de una escala giratoria de acuerdo con EN 1846-1, con un vehículo a motor que tiene una masa clase “medio (M)”, de categoría “urbano” (1) con una capacidad de 3 plazas sentadas para la dotación, un alcance operativo de 30 m/10m y equipada con una bomba y cesta.

1	2	3	4	5	6	7	8
Escala giratoria	EN 1846/1	M	1	3	30/10	1	1

1. Descripción.
2. Número de norma.
3. Clasificación según la masa: Medio (entre 7,5 y 14 t).
4. Categoría del vehículo a motor: 1 urbano.
5. Capacidades de plazas sentadas para la dotación: 3 conductor incluido.
6. Alcance operativo: 30 m/10 m
7. Con Bomba.
8. Equipo específico: con equipo complementario (1 - con cesta).

## 2. REQUISITOS COMUNES. SEGURIDAD Y PRESTACIONES

Esta norma define los requisitos esenciales sobre seguridad y prestaciones que exigen las directivas europeas, así como las prescripciones de prestaciones comunes a todos los vehículos contra incendios y de servicios auxiliares.

Quedan excluidos de esta norma:

- los vehículos de bomberos destinados al transporte de personal y los vehículos de una masa total en carga no superior a 2 t., por no necesitar reformas de importancia
- las embarcaciones, aeronaves y trenes porque disponen de normas específicas.
- las ambulancias porque están sometidas a una norma específica (EN 1789)

Respecto a los camiones con equipo elevador, este estándar europeo es aplicable al chasis, cabina y a los equipamientos comunes a todos los vehículos contra incendios. Los aparatos de altura responden a una normativa específica:

- EN 1777: 1994 para plataformas hidráulicas.
- EN 14043: 2000 para escaleras giratorias automáticas.
- EN 14044 para escaleras giratorias semiautomáticas.

En la norma EN 1846-2 se identifican peligros significativos relativos al uso, conducción y operaciones de rutina. El análisis y el cumplimiento de la norma corresponde a los que diseñan y fabrican el vehículo, no al bombero, aunque es bueno que éste conozca qué riesgos se han tenido en cuenta, para prevenir posibles accidentes.

La norma también establece los métodos de verificación a seguir para comprobar las prescripciones exigidas a los vehículos, así como la información y la formación que se ha de facilitar al bombero como usuario, para familiarizarse con el vehículo para fines de uso, seguridad y mantenimiento del mismo. Por último, establece los documentos que se deben de aportar con el vehículo como es el manual de instrucciones y las marcas y placas de instrucciones o advertencias de seguridad de las que debe disponer el vehículo.

#### Aspectos del vehículo abordados por esta norma

- Estabilidad estática y dinámica, durante el frenado.
- Motor, frenos, carga por eje, neumáticos, carrocería, cabina, protección de la dotación, depósito combustible, enganche remolque, suspensión, etc.
- Acceso a los vehículos, a los equipamientos, acceso y resistencia de los techos, cofre para equipamiento, etc.
- Equipamiento eléctrico, baterías, iluminación, ruidos, etc.
- Dimensiones geométricas de los vehículos, ángulo salida, de rampa, distancia al suelo, etc.
- Cabina, reparto de los volúmenes, colocación de equipos de respiración autónoma plazas sentadas, puertas, etc.
- Cofres de material, fijación de los equipos, instrumentos de maniobra y control, dispositivos de comunicación, etc.
- Construcción, resistencia a la corrosión, tratamiento de superficies.

### 3. EQUIPOS INSTALADOS DE MANERA FIJA. REQUISITOS RELATIVOS A LA SEGURIDAD Y A LAS PRESTACIONES

La EN 1846-3 trata sobre algunos equipos permanentes instalados específicos y opcionales utilizados por los bomberos, prescripciones sobre sus requisitos y prestaciones destinadas a minimizar los peligros intrínsecos y que pueden surgir durante la puesta en marcha del vehículo, su utilización y las verificaciones de rutina. También, establece la información que el fabricante ha de facilitar para el uso, seguridad, instrucción y mantenimiento de todos los equipos del vehículo, tanto en documentación adjunta como sobre el mismo vehículo.

Estos equipos son los siguientes:

- Instalaciones de agua, y dentro de ellas:
  - La bomba de agua instalada.
  - El tanque de agua.

- Las conexiones de aspiraciones e impulsión para agua.
- La instalación hidráulica para agua.
- Los instrumentos de uso y control.
- El sistema de devanadera (carrete de pronto socorro).
- Instalaciones de aditivos, y dentro de ellas:
  - La bomba de aditivo instalada.
  - El tanque de aditivo.
  - Las conexiones de aspiración e impulsión de aditivo.
  - La instalación hidráulica de aditivo.
  - Los instrumentos de uso y control para aditivo.
- Monitor.
- Soportes de equipos.

Los generadores eléctricos montados de forma permanente se abordan en otra parte de la norma.





## CAPÍTULO

# 3

# Legislación de tráfico sobre vehículos prioritarios (Reglamento General de Circulación<sup>1</sup>)

<sup>1</sup> Real Decreto 1428/2003, de 21 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento General de Circulación para la aplicación y desarrollo del texto articulado de la Ley sobre tráfico, circulación de vehículos a motor y seguridad vial, aprobado en Real Decreto Legislativo 339/1990, de 2 de marzo.

Como ya dijimos, el Reglamento General de Circulación es la norma que regula tráfico, circulación de vehículos a motor y seguridad vial. En esta norma se definen la naturaleza de los vehículos prioritarios en base a su equipación con una señalización óptica y acústica especial.

Algunos de los aspectos más relevantes de la norma, son los siguientes:

## 1. CIRCULACIÓN

A pesar de que el Reglamento General de Circulación es de obligado cumplimiento para todos los vehículos, incluidos los prioritarios, para éstos puede estar justificada la no estricta observancia de algunas de las limitaciones que establece la norma:

- Ejercer la prioridad de paso
- Superar los límites de velocidad
- Circular en sentido contrario al establecido para la circulación (siempre por el arcén)
- Penetrar en la mediana o en los pasos transversales de ésta cuando circulen por autopista o autovía
- No utilizar el cinturón de seguridad
- Utilizar emisoras durante la conducción
- Etc.

No obstante, para poder obviar estas limitaciones de la norma en cumplimiento de un servicio de mayor importancia (la atención de una emergencia) que la propia organización administrativa del tráfico, es requisito indispensable, además de tener activadas las señales ópticas y acústicas de prioridad, que en todo momento se gobierne de forma controlada el vehículo prioritario, conduciéndolo con diligencia y adoptando las precauciones necesarias para garantizar su seguridad y la de los demás que pudieran verse afectados, teniendo expresamente prohibido conducir de modo negligente o temerario.

## 2. SEÑALES Y SIRENAS

La señal óptica especial para bomberos a la que hace referencia el Reglamento General de Circulación se identifica como V1, y sus especificaciones y características concretas vienen recogidas para cada tipo de vehículo prioritario en un Anexo del citado Reglamento.

La señal V1 indica que se trata de un vehículo de emergencia en servicio urgente siempre que se utiliza de forma simultánea con el aparato emisor de señales acústicas especiales, al que se refieren las normas reguladoras de los vehículos.

La decisión de utilizar o no la sirena, es del conductor, y debe valorarse conforme, entre otros, a los siguientes criterios:

- La distancia al lugar de los hechos.
- La intensidad o importancia del suceso.
- La hora del día (tratándola de no conectarla por la noche).
- El paso por hospitales u otras zonas donde pueda provocarse especial perturbación con la sirena.



La sirena no proporciona preferencia, simplemente la solicita.

No se deberá abusar de su uso para preservar su eficacia.

La instalación de aparatos emisores de luces y señales acústicas especiales requerirá autorización por parte del órgano competente.

En marzo de 2014 se aprobó un proyecto de ley que prevé que la señal luminosa de todos los vehículos prioritarios sea azul. Esta normativa se recogerá en el nuevo Reglamento General de Circulación, que se prevé entre en vigor en 2015.

## 3. PRIORIDAD Y PREFERENCIA

Cuando los vehículos de servicios de emergencia estén haciendo uso de la señalización óptica y acústica especiales, tienen prioridad de paso sobre los demás vehículos y otros usuarios de la vía, pero deben ejercer este derecho con ponderación y proporcionalidad, cuidando especialmente las intersecciones de las vías o las señales de los semáforos. En general, debe poner especial precaución en los siguientes casos:

- Cuando haya peatones en la parte de la vía que se esté utilizando o pueda preverse racionalmente que vaya a haber.
- Al aproximarse a bicicletas, intersecciones o vías de uso exclusivo de las mismas, a un paso de peatones no regulados por semáforo, a agentes de la circulación, a mercados, centros docentes o en zonas con posible presencia de niños.
- Cuando haya animales o previsión de que los haya en la vía.
- En los tramos con edificios de inmediato acceso a la vía.
- Al aproximarse a un autobús en situación de parada.
- Al acercarse a vehículos inmovilizados en calzada.
- Al circular por pavimento deslizante o que pueda salpicarse o proyectarse agua, gravilla u otras materias a los demás usuarios de la vía.
- Al aproximarse a pasos a nivel, a rotondas e intersecciones sin prioridad, a lugares de reducida visibilidad o a estrechamientos.
- En el cruce con otro vehículo si no se puede (por diferentes razones) realizar con seguridad.
- En caso de deslumbramiento.
- En los casos de niebla densa, lluvia intensa, nevada o nubes de polvo o humo.

Sin perjuicio de lo anterior, deberán respetarse en todo caso los órdenes y señales de los agentes, que son siempre de obligado cumplimiento. Éstos, podrán determinar en cada caso concreto los lugares donde deben situarse los vehículos de servicios de urgencia o de otros servicios especiales.

## 4. CARNET

Los conductores de vehículos prioritarios, al igual que el resto de conductores, han de poseer el correspondiente permiso de circulación que los autoriza, y la responsabilidad por las infracciones recaerá directamente en ellos, aunque será el titular del vehículo el responsable por las infracciones relativas a la documentación y al estado de conservación y condiciones de seguridad del vehículo.

En relación con lo anterior, es importante tener en cuenta que, debido a que el bombero tiene encomendado el cuidado del interés general y de ello deriva un grado de exigencia muy alto para su trabajo, tiene obligación de comunicar cualquier circunstancia o indisposición extraordinaria que pudiera afectarle en el mismo (si estuviera tomando alguna medicación incompatible con la conducción, si hubiera perdido todos los puntos del carnet o le hubiera sido retirado por cualquier otro motivo, etc.).

## 5. DROGAS Y ALCOHOL

Para cualquier conductor no se puede circular con una tasa de alcohol en sangre superior a 0,5 gramos por litro, o de alcohol en aire espirado superior a 0,25 miligramos por litro. Esta tasa se reduce a 0,3 gramos por litro (en sangre) y a 0,15 miligramos por litro (en aire espirado) cuando se conducen vehículos:

- De mercancías con una masa autorizada > 3.500 kg
- De transporte de viajeros con más de 9 plazas
- De servicio público
- De transporte escolar y de menores
- De mercancías peligrosas
- De servicios de urgencia (vehículos prioritarios) o transportes especiales

- Cuando el conductor es novel (2 años siguientes a la obtención del permiso o licencia).

Tampoco se puede circular si se han ingerido psicotrópicos, estimulantes, medicamentos... o cualquier sustancia que pueda alterar el estado físico o mental apropiado para circular sin peligro.

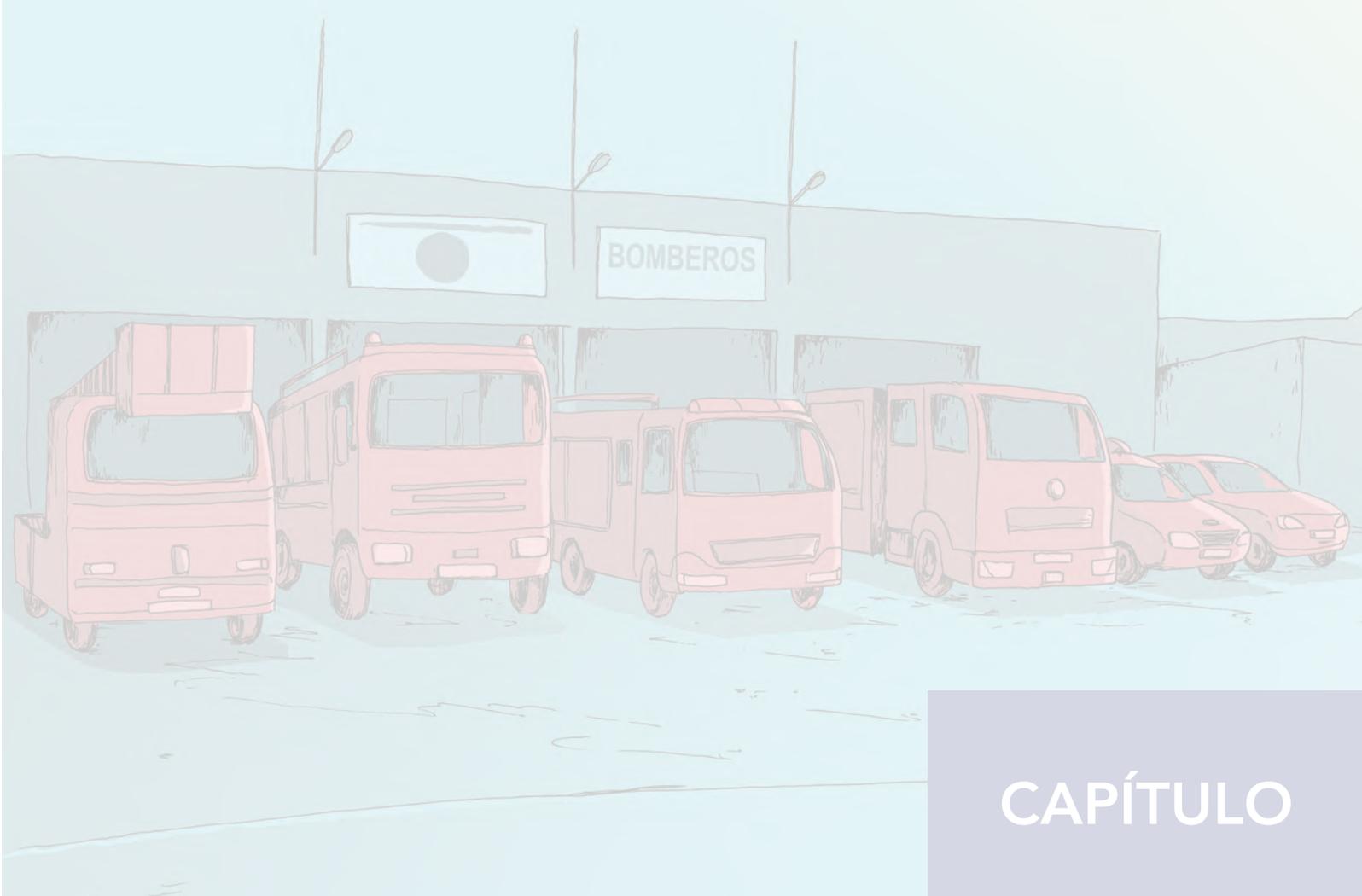
## 6. COMPORTAMIENTO DE OTROS CONDUCTORES

Los demás conductores, respecto de los vehículos prioritarios, tan pronto perciban las señales especiales que anuncien la proximidad de un vehículo prioritario, deberán adoptar las medidas adecuadas, según las circunstancias del momento y lugar, para facilitarles el paso, apartándose normalmente a la derecha o deteniéndose si fuera preciso.

Lo importante del uso de las señales (ópticas y acústicas) que solicitan la prioridad del vehículo de emergencia, es que otros conductores y usuarios las oigan y vean, y lo hagan a tiempo. Pero el ruido del tráfico, las distracciones, la música en el interior del vehículo de los otros, etc., reducen su eficacia. Además, su uso repentino puede asustar o poner nervioso a otros conductores. Por todo ello, se deberá asegurar que el resto de usuarios de la vía han notado la aproximación del vehículo prioritario antes de ejercer con éste la prioridad.







CAPÍTULO

4

## **Elementos comunes y específicos en vehículos de bomberos**

Podremos designar con el nombre de “Vehículo Contra-Incendios y de Salvamento” a cualquier vehículo motorizado que cuente con los elementos necesarios para trasladar unidades de remolque y que esté equipado con los materiales necesarios para realizar las tareas y funciones propias de bomberos.

La finalidad de estos vehículos es el traslado de los medios humanos y materiales necesarios hasta el lugar donde se ha producido una emergencia o situación de riesgo, para controlarla, neutralizarla, reducirla y, así, restablecer la normalidad.

## 1. ELEMENTOS COMUNES

Todos los vehículos contra incendios y de salvamento, se componen de dos partes diferenciadas que van a definir la clase de vehículo y el uso al que va a ser destinado: el autobastidor y la superestructura.

### 1.1. AUTOBASTIDOR

Denominamos así a cualquier chasis motorizado de tipo industrial (sin la carrocería ni superestructura) destinado para el transporte de personal y material, donde se coloca una superestructura. Este chasis será el elemento encargado de proporcionar la energía necesaria para el funcionamiento de todo el conjunto.

Las cabinas de estos chasis pueden ser sencillas o dobles, en función del uso al que se vaya a destinar el vehículo y de la disposición del personal.

### 1.2. SUPERESTRUCTURA

Se define como todo elemento que se monta sobre el autobastidor para obtener las funciones para las que ha sido diseñado el vehículo: vehículo de extinción, autoescala, autobrazo, vehículo de salvamento, etc.

Como hemos comentado, todo vehículo está sujeto a una serie de normativas que especifican las características de los diferentes elementos que componen el vehículo, su homologación y verificación.



Es importante recalcar que cualquier elemento que se monte o coloque en un camión de bomberos, está sujeto a esta normativa.

## 2. ELEMENTOS ESPECÍFICOS

### 2.1. SISTEMA DE ARRANQUE RÁPIDO

La movilización de un vehículo y su dotación para solventar una emergencia puede producirse a cualquier hora los 365 días del año y la respuesta, tanto personal como mecánica (vehículos y herramientas) debe ser inmediata.

Esta necesidad exige que la disponibilidad de los vehículos sea constante, para ello se dota de unos sistemas que mantienen el motor en situación de arranque inmediato (sistema de arranque rápido), con **prestaciones** altas en poco tiempo.

Estos sistemas pueden estar compuestos de algunos, o todos, los siguientes elementos:

- Un compresor de aire para mantener los circuitos de freno permanentemente cargados de forma automática, controlando la presión mediante un presostato.
- Un equipo de caldeo del circuito de refrigeración, controlado por un termostato que mantiene el agua a una temperatura normal de funcionamiento.
- Un grupo transformador–rectificador para la recarga automática de las baterías.

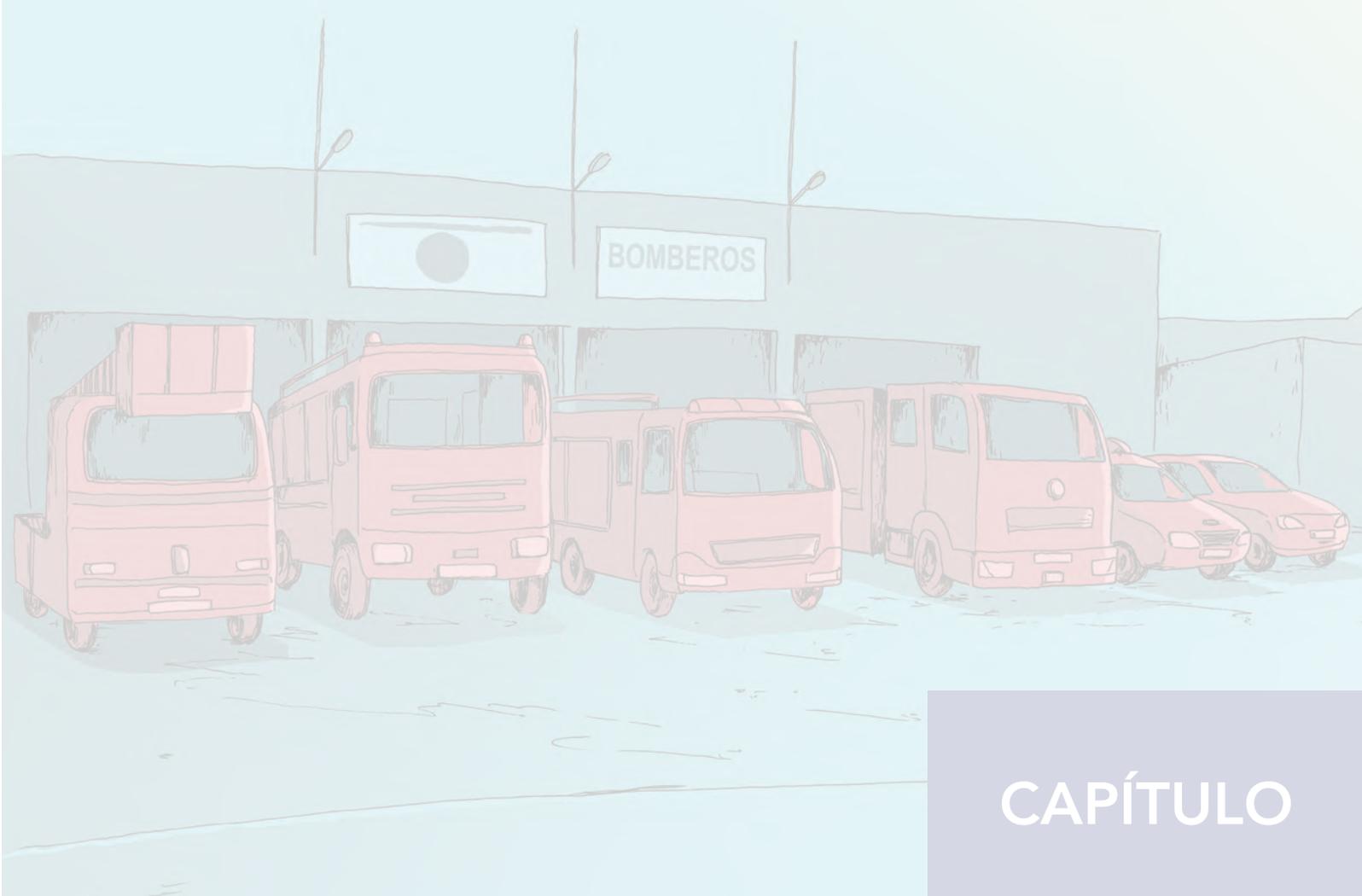
El conjunto del equipo es alimentado por una red a 220 v.ca., disponiendo de un circuito de seguridad que no permite el arranque del vehículo sin haber desconectado previamente la alimentación eléctrica.

### 2.2. COTAS PRINCIPALES DEL VEHÍCULO

La siguiente tabla recoge las cotas principales de los vehículos contra-incendios y de salvamento:

Tabla 2. Cotas principales del vehículo

Ángulo de entrada	Formado por el suelo y el elemento más saliente del vehículo por la parte delantera
Ángulo de salida	Formado por el suelo y el elemento más saliente del vehículo por la parte trasera
Ángulo de rampa	Formado por el punto de contacto al suelo de las ruedas delantera y trasera, y su vértice en el punto más bajo de la carrocería, situado entre los dos neumáticos delantero y trasero
Distancia del suelo	Distancia desde la horizontal del suelo al punto más bajo de la carrocería del vehículo
Masa máxima autorizada (MMA)	Masa máxima que puede tener un vehículo que circula por la vía pública una vez cargado. Los vehículos de la categoría N, aquellos destinados al transporte de mercancías, se dividen en tres categorías establecidas en función de su MMA: N1 - MMA hasta 3.500 kg N2 - MMA superior a 3.500kg y hasta 12.000 kg N3 - MMA superior a 12.000 kg
Dimensiones	La Anchura Máxima permitida para cualquier tipo de camión, en general, es de 2,55 m La Altura Máxima permitida para cualquier tipo de vehículos es de 4 m La Longitud Máxima para vehículos rígidos independientemente del número de ejes es de 12 m
Radio de giro	Todo vehículo a motor y todo conjunto de vehículos deben de ser capaces de describir, por ambos lados, una trayectoria circular completa de 360° dentro de un área definida por dos círculos concéntricos (cuyos radios exterior e interior sean respectivamente de 12,50 metros y de 5,30 metros) sin que ninguno de los extremos exteriores del vehículo se proyecten fuera de las circunferencias de los círculos.
Otras cotas	Capacidad de franqueo, diámetro de giro entre muros, ángulo de vuelco estático, capacidad ascensional, etc.



CAPÍTULO

6

## **Bombas centrífugas**

Las bombas centrífugas, gracias a su rendimiento y presiones alcanzadas, son el tipo más común en la industria química, servicios contra incendios y equipos de bombeo tradicionales. Este mecanismo ha desplazado a todos los demás por su sencillez y fiabilidad, no sólo en los servicios contra incendios, sino también en todos aquellos casos en los que se muevan elevados valores de caudal y no se requieran presiones superiores a 50 atm. Se fabrican en materiales como bronce, acero inoxidable, fundición nodular y acero al carbono.

Son las bombas empleadas generalmente en los vehículos de bomberos. La presión que transmite la bomba es inversa al caudal que circula por ella. Esto la convierte en idónea para trabajos de extinción ya que permite unos caudales aceptables para unas presiones relativamente elevadas. Es lo que se denomina relación H/Q.

Por el contrario, durante los trabajos de achique en casos de inundaciones suele ser preferible lograr grandes caudales de trabajo en perjuicio de la presión, cuyos valores suelen ser menores.

## 1. CARACTERÍSTICAS, FUNCIONAMIENTO Y ETAPAS

### 1.1. CARACTERÍSTICAS

Básicamente, una bomba centrífuga lo que hace es transformar la energía mecánica que transmite el motor del vehículo en energía hidráulica, es decir, en la energía potencial y cinética requerida. Su objetivo es lograr, mediante la aceleración del motor del vehículo, la suficiente presión para elevar el agua del depósito del vehículo, o de la fuente necesaria para la extinción, en unas condiciones de caudal apropiadas.

Las bombas centrífugas pueden bombear líquidos conteniendo sólidos en suspensión. Comunican al líquido una elevada energía cinética que se convierte en energía de presión de la forma adecuada. El caudal suministrado depende de la presión suministrada y es inversamente proporcional a esta, es decir, a menores presiones mayor caudal y viceversa. Ofrecen un flujo sostenido (sin intermitencias) a presiones uniformes y además permiten trabajar a velocidades relativamente elevadas.

Las bombas centrífugas mueven un cierto volumen de líquido entre dos niveles; son pues, máquinas hidráulicas que transforman un trabajo mecánico en otro tipo hidráulico. Se pueden construir en gran variedad de materiales resistentes a la corrosión, o bien revestirse con caucho o plásticos.

Este tipo de bombas están compuestas por una cámara en forma de caracol que en su interior posee un disco central llamado rodete. Éste, a su vez, posee pequeñas aletas llamadas álabes (o difusores). Estos álabes comunican la energía al líquido mediante su movimiento de rotación, a diferencia de las de desplazamiento volumétrico o positivo [rotativas (de engranajes, tornillos, lóbulos, levas, etc.) y alternativas de pistón (de vapor de acción directa o mecánicas)].

Este mecanismo de impulsión permite que el líquido obtenga energía cinética y la transforme en energía de presión para así aumentar la velocidad de flujo, aunque el líquido, al chocar con las paredes de la cámara, disminuye su velocidad haciendo que se pierda algo de energía.



Las ventajas principales de las bombas centrífugas son su caudal constante, presión uniforme, sencillez de construcción, tamaño reducido, ligereza, bajo mantenimiento y flexibilidad de regulación. Uno de sus pocos inconvenientes es la necesidad de cebado previo al funcionamiento, ya que las bombas centrífugas, al contrario que las de desplazamiento positivo, no son autoaspirantes.

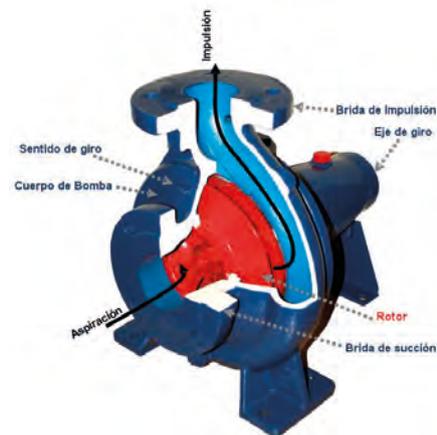


Imagen 38. Bombas centrífugas

### 1.2. FUNCIONAMIENTO

Las bombas centrífugas constan principalmente de una entrada axial, un rodete y un colector o difusor con salida tangencial. En su funcionamiento se distinguen las siguientes fases:

- Por la entrada axial llega el agua a la bomba (eje del rodete), proveniente del tubo de aspiración o de la cisterna del vehículo. Esta entrada tiene un distribuidor que hace que el agua vaya en la dirección correcta con el fin de evitar o disminuir los juegos y las turbulencias.
- El líquido penetra axialmente por la tubería de aspiración hasta la entrada del rodete, experimentando un cambio de dirección más o menos brusco, pasando a radial (en las centrífugas) o permaneciendo axial (en las axiales), acelerándose y absorbiendo un trabajo. Los álabes del rodete someten a las partículas de líquido a un movimiento de rotación muy rápido, siendo proyectadas hacia el exterior por medio de un efecto combinado entre la fuerza centrífuga y la disminución de la sección de paso, a medida que el agua se aleja del centro del rodete.
- Se crea una altura dinámica, de forma que el fluido abandona el rodete hacia la voluta a gran velocidad, aumentando también su presión en el impulsor según la distancia al eje. La elevación del líquido se produce por la reacción entre éste y el rodete sometido al movimiento de rotación.
- Una vez en el exterior del rodete, el agua es recogida por un difusor o colector (voluta) en el que la energía cinética, debida a la velocidad del agua, se transforma en energía potencial, es decir, de presión. Además este colector tiene una salida de forma tangencial respecto al rodete, por donde el agua pasa a las diferentes salidas de la bomba.

- Esta energía cinética produce una diferencia de presión entre las secciones de succión y descarga de la bomba por conversión de la energía cinética en energía de presión. Las presiones de succión y descarga de la bomba dependen de la eficacia con la que tiene lugar esta conversión de una forma de energía en otra.
- En este paso, los esfuerzos radiales sobre los cojinetes son mínimos ya que la carga desequilibrada sobre el rodete es también mínima. Estos esfuerzos radiales se incrementan a medida que el punto de funcionamiento se separa del máximo rendimiento en una u otra dirección. Cuando el caudal de la bomba sobrepasa al correspondiente punto de máximo rendimiento, la presión necesaria para evitar la cavitación aumenta de tal manera que la cavitación se convierte en un problema potencial.
- Cuando el caudal descargado por la bomba desciende hacia el punto de la válvula cerrada (altura a caudal cero) la recirculación del líquido impulsado dentro del rodete es otro problema. Esta recirculación da lugar a vibraciones y pérdidas hidráulicas en la bomba y puede producir cavitación. Por esto, es bueno limitar el intervalo de funcionamiento de las bombas entre el 60 y el 120% del correspondiente punto máximo de rendimiento. Este intervalo puede ampliarse, especialmente en funcionamiento a bajas velocidades, pero deben tomarse precauciones cuando se trabaje fuera de aquel.

Las bombas centrífugas engendran energía hidráulica por transformación de la energía mecánica que viene del exterior (motor), la cual se añade a la energía cinética y potencial del líquido que pasa a través de ellas. El proceso energético ocurre en dos fases sucesivas más un paso previo:

- 1) Es necesario hacer llegar previamente líquido hasta la brida de entrada y además inundarla para que la bomba pueda empezar a trabajar; este paso previo se denomina cebado de la bomba.
- 2) Por efecto del movimiento rotacional, se origina un crecimiento de la energía cinética del líquido.
- 3) El cuerpo de la bomba recibe el líquido salido del rodete y por su construcción especial transforma la energía cinética en presión, dirigiéndola al mismo tiempo hacia el exterior por la tubuladora de descarga.

### 1.3. ETAPAS

En las bombas centrífugas, como ya sabemos, el líquido aumenta su presión y velocidad al ser recogido en el centro de un rodete y centrifugado por el giro de este. Al abandonarlo, entra en el difusor de la bomba, donde cede parte de su velocidad pero aumenta su presión. Si el valor de la presión alcanzada es insuficiente pasa a un segundo rodete análogo al anterior donde el proceso se repite, resultando un valor final de la presión que es la suma de los obtenidos en ambos rodetes. A cada uno de estos elementos se les conoce con el nombre de etapa y según las necesidades de aplicación existen bombas de una o varias etapas. El número de etapas viene determinado por el número de impulsores:

- Una bomba de una única etapa solo tiene un impulsor y es mejor para servicios de baja carga.

- Una bomba de dos etapas tiene dos impulsores en serie para servicios de carga media.
- Una bomba de múltiples etapas tiene tres o más impulsores en serie y es para servicios de carga alta.

La bomba centrífuga tipo es de una sola etapa, pero si se coge el agua que sale de esta bomba y se hace pasar por la entrada axial de otra bomba resultará que el conjunto de las dos (se ha realizado un acoplamiento) será una bomba de dos etapas.

Normalmente en la primera etapa se puede conseguir unas presiones de 18-20 kg/cm<sup>2</sup> y con dos etapas se pueden llegar hasta unas presiones de 20-30 kg / cm<sup>2</sup> e incluso mayores.

Estas presiones hacen que los cojinetes y rodamientos aguanten grandes fuerzas tanto radiales como axiales y, por lo tanto, las bombas deben de tener rodamientos estancos que soporten el esfuerzo axial.

Para intentar minorar estas fuerzas axiales se utilizan diferentes sistemas de construcción:

- En unos casos se realizan unos agujeros al lado del centro del rodete para que este tenga tanta presión por un lado como por el otro.
- En otros casos se construye un rodete de los denominados laterales, que tienen palas o aspas en los dos lados al mismo tiempo equilibrando las fuerzas axiales.
- Otra solución para aminorar estas fuerzas es que dos etapas trabajen en oposición respecto a las fuerzas, es decir, si una etapa tiene la entrada por un lado la etapa siguiente la tiene por el costado contrario.

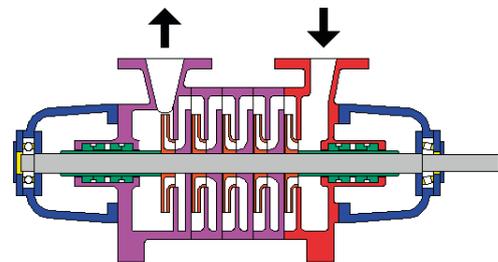


Imagen 39. Bomba de cuatro etapas

## 2. COMPONENTES Y SU FUNCIONAMIENTO

Una bomba rotativa centrífuga está compuesta por dos grupos de elementos: rotativos y estacionarios.

### 2.1. COMPONENTES ROTATIVOS

#### 2.1.1. IMPULSOR O RODETE

Es la parte giratoria principal que proporciona la aceleración centrífuga al fluido. Está formado por un conjunto de álabes que pueden adoptar diversas formas, según la misión a la que vaya a ser destinada la bomba. Estos álabes giran dentro de una carcasa circular. El rodete es accionado por un motor y va unido solidariamente al eje.

El tipo de rodete interviene en las características de la bomba. Un rodete con una anchura axial más grande que otro con

igual diámetro, tendrá mayor capacidad para poder dar un caudal más grande. El rodete consta de una serie de álabes curvados de tal forma que el flujo dentro de la bomba sea lo más suave posible. Cuanto mayor es el número de álabes del rodete, mayor es el control de la dirección de movimiento del líquido y, por tanto, menores son las pérdidas debidas a la turbulencia y circulación entre los álabes.

### 2.1.2. EJE

Su principal función es transmitir el giro de partida durante la operación, mientras se apoya en el impulsor y otras partes giratorias. Tiene que hacer este trabajo manteniendo una deflexión mínima entre las partes giratorias y estacionarias. El eje se compone de los siguientes elementos:

- **Manga del eje:** Es la que protege de la erosión, corrosión y desgaste al eje.
- **Juntas del eje:** Su función es la de compensar el crecimiento axial del eje y poder transmitir el giro del impulsor, existen dos tipos: rígidas y flexibles.

## 2.2. COMPONENTES ESTACIONARIOS

### 2.2.1. CARCASA

Generalmente son de dos tipos:

- **Circulares concéntricas:** utilizadas para cargas bajas y capacidades altas. Tienen paletas deflectoras estacionarias que convierten la energía cinética en energía de presión.
- **En Voluta:** es un órgano fijo dispuesto en forma de caracol alrededor del rodete, a su salida, de tal manera que la separación entre ella y el rodete es mínima en la parte superior, y va aumentando hasta que las partículas líquidas se encuentran frente a la abertura de impulsión. Esto es, tiene una sección creciente hasta la salida. Tiene como misión, aparte de la transformación de energías, recoger el líquido que abandona el rodete a gran velocidad, cambiar la dirección de su movimiento y encamilarlo hacia la brida de impulsión de la bomba. La voluta aumenta el área de sección transversal en el punto de descarga, reduciendo la velocidad del líquido y aumentando su presión. Además, ayuda a equilibrar la presión en el eje de la bomba, por eso trabaja mejor a las capacidades recomendadas por el fabricante. En muchas ocasiones se considera la voluta como un componente más de la bomba centrífuga.

### 2.2.2. BOCAS

Se encuentran a los lados de la carcasa y son perpendiculares al eje. Existen dos tipos: de succión o aspiración y de descarga o impulsión.

### 2.2.3. CÁMARAS DE SELLADO O LLENADO

Tienen la función de proteger la bomba contra escapes en el punto donde el eje atraviesa la carcasa de la bomba. Es una cámara separada de la carcasa de la bomba que forma una región entre el eje y la carcasa donde se instala el sistema de sellado. Se llama de seguridad o sellado porque generalmente se sella a la carcasa por medio de un sello mecánico. Si la

presión de la cámara es menor que la atmosférica, previene los escapes hacia la bomba, pero si la presión está por encima de la atmosférica, previene el escape de líquido hacia fuera de la bomba.

### 2.2.4. MECANISMO DE CEBADO

Mecanismo auxiliar capaz de crear un vacío para poder aspirar.

Existen diferentes tipos y los más utilizados son:

- **De pistón alternativo:** en la parte superior del cilindro hay una válvula que permite sacar el aire que impulsa el pistón, pero no deja entrar el aire del exterior. Este sistema es el usado en la bomba Rosembauer y tiene las siguientes ventajas: no necesita aporte de agua, es insensible a las bajas temperaturas y la calidad del vacío realizado no se ve perjudicado por las posibles temperaturas ambientales.

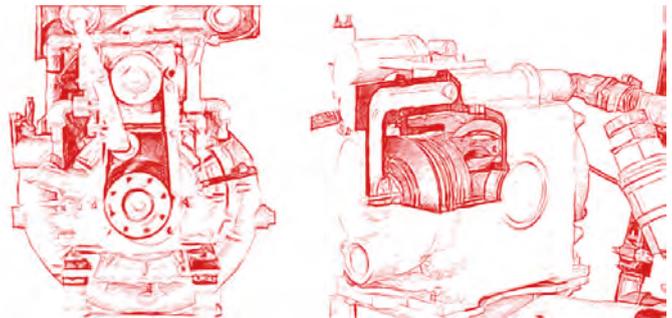


Imagen 40. Pistón alternativo Bomba Rosembauer

Es un sistema de propulsión especial. La bomba siempre se encuentra en "stand by", lo que permite reducir su desgaste y puede activarse en cualquier momento. La bomba de aspiración es accionada por la lámpara o la caja de cambios a través de una correa de chavetas. Durante el proceso de aspiración la correa se tensa sobre una palanca y cuando finaliza la correa se vuelve a destensar.

- **De anillo de agua:** con este sistema se consigue que se produzca el vacío en los conductos de aspiración y que el agua llegue al cuerpo de bomba. Se compone de una cámara cilíndrica que tiene dos lumbreras, comunicadas con los conductos de aspiración, cuerpo de bomba y con el exterior mediante una válvula. Esta válvula permite que el aire salga pero que no entre del exterior. El anillo de agua ha de estar lleno antes de hacer el cebado y como la rueda de paletas está girando, se produce sobre el agua una fuerza centrífuga que la proyecta sobre la periferia de la cámara cilíndrica formando un anillo de agua de espesor determinado. El excedente de agua sale por la lumbrera de comunicación con el exterior, entre las paletas se forman pequeñas cámaras de capacidad variable a medida que la rueda de paletas va girando. Al pasar estas cámaras, por delante de la lumbrera de comunicación con la bomba, se van haciendo más grandes y van dejando un espacio vacío que se llena con el aire de los conductos de aspiración. Posteriormente cuando pasan por delante de la lumbrera en comunicación con el exterior, estas cámaras, van disminuyendo forzando al aire a salir hacia el exterior por esta lumbrera.



Imagen 41. Bomba con sistema de anillo de agua



Imagen 42. Depósito de agua del sistema de cebado

- **De efecto Venturi:** utilizan para su funcionamiento los gases de escape del motor, estos gases pasan por un estrechamiento aumentando su velocidad y produciendo una depresión que hace salir el aire de los conductos de aspiración.

### 3. CARACTERÍSTICAS ESPECÍFICAS DE LAS BOMBAS CENTRÍFUGAS DE BOMBEROS

Las bombas centrífugas utilizadas por los bomberos requieren de unas características específicas que se recogen a continuación:

- El caudal nominal de una bomba de incendios centrífuga crea una presión de 10 bar a través del colector de impulsión, aspirando a una altura geométrica de 6 metros, con un mangote de aspiración de 8 metros de longitud dotado de filtro en su extremo. La unidad de medida son metros cúbicos por hora (m<sup>3</sup>/h).
- Todas las bombas contra incendios son de aspiración axial, para evitar pérdidas de carga importantes en la aspiración.
- Las bombas centrífugas que se usan en los cuerpos de bomberos deben tener fundamentalmente dos características: variabilidad de sus márgenes de funcionamiento tanto en caudal como en presión y la necesidad de aspirar agua de cotas inferiores a la que ocupa la bomba.
- En general, las bombas existentes en el servicio constan de dos etapas, una de alta y otra de baja presión.
- En la de alta, los valores obtenidos oscilan alrededor de

40 atm lo que permite, entre otras ventajas, producir gotas de menor diámetro que facilitan la vaporización del agua y la consiguiente mayor absorción de calor (efecto niebla), resultando muy efectivo en la extinción. Sin embargo, los caudales obtenidos en estas etapas de alta son muy inferiores a los que se consiguen en la de baja, cuya presión no suele exceder de 12 a 14 atm.

- Para que las bombas funcionen correctamente, han de trabajar dentro de unos márgenes de giro determinados por el fabricante. Estos se consiguen con una transmisión desde el motor del vehículo a través de la toma de fuerza. Esta toma de fuerza se hace de dos formas distintas que se comportan de forma diferente a la hora de impulsar el agua, especialmente cuando está en movimiento, son las siguientes:

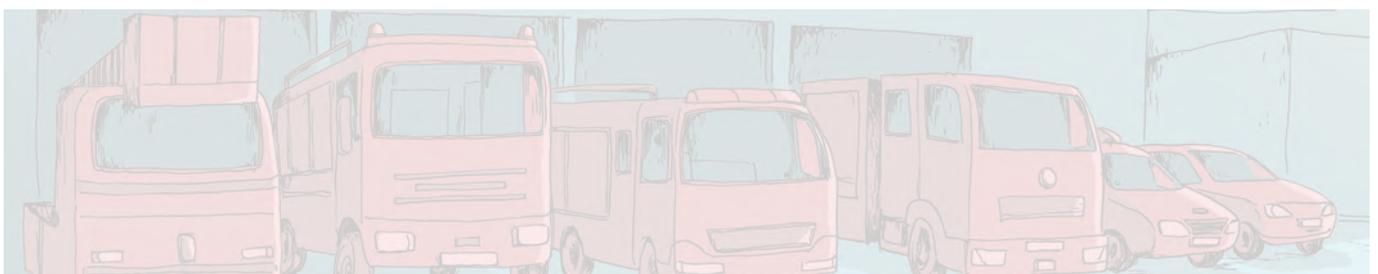
- Toma de fuerza posterior a la caja de cambios: para transmitir el giro del motor a la bomba con este sistema, es necesario que esté engranada una velocidad en el camión, ya que, de lo contrario, la transmisión se interrumpe en la caja de cambios.

Para accionar la bomba con el vehículo estacionado, la caja de transferencia debe estar en posición de punto muerto. Por el contrario si lo que deseamos es su funcionamiento con el vehículo en movimiento, esta se colocará en la posición que corresponda. Como mínimo deberemos acoplar la selección de marchas cortas y si las condiciones de terreno lo exigen, seleccionaremos la tracción total.

Tiene como principal inconveniente el bajo rendimiento y el desgaste adicional de la caja de cambios que debe funcionar siempre, tanto si se conecta como si no.

- Toma de fuerza anterior a la caja de cambios: los vehículos contra incendios intercalan la toma de fuerza entre el motor y la caja de cambios, pudiendo funcionar la bomba seleccionando el punto muerto en la caja de cambios. El giro de la bomba en este caso, tiene una relación directa con el giro del motor. Debido a sus ventajas se ha impuesto este sistema.

En ambos casos, cuando se realice la maniobra de proyectar agua con el vehículo en movimiento debemos tener la precaución de seleccionar una velocidad lo más cómoda posible, para no someter al bombero que está en punta de lanza a una fatiga excesiva. Como norma general en ambos casos seleccionaremos las marchas más cortas y en el caso de que necesitemos aumentar la presión sin variar la velocidad del vehículo, lo haremos seleccionando una marcha más corta.



## 4. DIFERENTES MODELOS DE BOMBAS CENTRÍFUGAS EN LOS SERVICIOS DE BOMBEROS

Los modelos más usados en la actualidad en los servicios de extinción de incendios son: bomba Rosenbauer, Godiva, Barribi, Ziegler y Sides

### 4.1. BOMBA ROSENBAUER



Imagen 43. Bomba Rosenbauer

### 4.2. BOMBA GODIVA PRIMA P2-3010



Imagen 44. Bomba Godiva Prima P2-3010

Tabla 17. Características de la bomba Rosenbauer

Construcción	Rodetes y difusores de alta y baja presión en un cuerpo y montados sobre el mismo eje. Consta de una caja multiplicadora incorporada. Cebado por pistón de doble efecto.
Datos técnicos	Aspiración: con 4,8 m de mangote (125 mm de diámetro) a 3 m de profundidad= 7 seg Rendimientos: En baja presión: 3000 l/ min a 10 bar En alta presión: 400 l/ min a 40 bar Régimen máximo: 4200 rpm en eje de bomba Régimen de entrada: gracias a la caja multiplicadora incorporada, cualquiera a partir de las 1650 rpm Sentido de giro: Derechas o Izquierdas según chasis. Materiales: Carcasa, rodetes y difusores de aleación ligera especial resistente a la corrosión. La etapa de baja presión y las tres de alta están montadas en serie sobre el eje de la bomba. La disposición opuesta de los rodetes de alta y baja proporciona un equilibrio perfecto de la caja axial. El eje está fabricado en acero inoxidable y gira en la caja de engranajes apoyados en dos cojinetes de bolas, y en el cuerpo de bomba apoyado en un cojinete de agujas. Este cojinete tiene un conducto de lubricación que necesita un engrase una vez al año.
Cebador	La bomba lleva instalado un cebador que proporciona el vacío necesario para producir la columna de agua. El cebador de doble pistón está montado sobre la caja de engranajes y se acciona a través de una correa dentada y un tensor de rodillo. Debe conectarse sólo para el proceso de cebado. Este cebador se encarga de eliminar el aire de la bomba y aspirar el agua. Dependiendo del diseño puede conectarse manual o automáticamente.
Caja de engranajes	Motor del vehículo que acciona la bomba a través de una toma de fuerza por medio de un eje y una caja de engranajes. Proporciona la potencia necesaria en relación con la velocidad del motor y al caudal requerido.
Refrigeración	El refrigerante del vehículo circula por una cámara independiente del cuerpo de bomba. Como éste está refrigerado por la circulación interior del caudal de agua, se produce el enfriamiento del refrigerante que retorna de esta forma al radiador.
Válvula selectora ND-HD / HD	Se monta una válvula selectora entre la parte de baja presión y la de alta presión. De esta forma se puede conseguir un rendimiento óptimo en cualquier situación. El proporcionador de espuma de alta presión (opcional) está integrado en esta válvula. Posición ND: Solo trabaja la parte de baja presión. Con esta desconexión se aumenta el rendimiento de la parte baja. -Posición ND-HD: Si se abre la conexión entre la parte de alta y la de baja es posible trabajar en alta y baja simultáneamente (en presión combinada). En esta posición se conecta el proporcionador de espuma y los carretes de pronto socorro.

**Tabla 18.** Características bomba Godiva Prima P2-3010

<b>Construcción</b>	Construida en bronce industrial, con eje de acero inoxidable, soportado sobre dos cojinetes. Tiene un rodete de baja presión y un solo rodete de alta presión montados sobre el mismo eje. Cebado por anillo de agua sin necesidad de aporte de agua desde el exterior.
<b>Datos técnicos</b>	Aspiración: pueden efectuarse operaciones de cebado con 9 metros de mangote y una altura manométrica de 7,8 metros en condiciones normales de 760 mm de presión barométrica y 40° C en un tiempo inferior a 30 sg, mejorando lo exigido en las normas UNE 23900. Rendimientos: En Baja Presión: 3500 l/min a 8 bar En Alta Presión: 350 l/min a 35 bar. Régimen Máximo: por encima de 3500 rpm aprox. en el eje de bomba. - Sentido de Giro: de derecha a izquierda, con opción a la inversa.
<b>Cebador</b>	Cuando la bomba es conectada, el eje del cebador es activado por su disco de conducción de fibra el cual conecta con la polea en el árbol del rotor de la bomba. Es levantado por un cilindro de desactivación a medida que la bomba es cebada y la presión comienza a aumentar en el interior de la bomba. El rodete del cebador de anillo de agua comienza así a girar, creando una depresión en el tubo de aspiración. El aire es entonces extraído del tubo de aspiración, lo que hace que fluya el agua al interior de la bomba.
<b>Refrigeración</b>	Cuando la bomba se deja en marcha a alta velocidad, con reducida descarga de agua, a medida que la temperatura de la bomba aumenta a 45- 50° C la válvula de desahogo térmico se abre para desviar agua o bien a tierra o al tanque del vehículo o a un tanque de almacenamiento para su drenaje posterior, esto permite que agua fresca circulante enfríe la bomba.
<b>Válvula selectora</b>	Con dicha válvula en posición de cerrada (palanca hacia la derecha del operador), se obtiene baja presión en todas las salidas de impulsión de agua, exceptuando los carretes de pronto socorro. En cambio, con la válvula en posición de abierta (palanca hacia la izquierda) se obtiene presión en los carretes de Pronto Socorro y baja presión en las restantes salidas.

### 4.3. BOMBA BARRIBI MAP 20

**Tabla 19.** Características bomba Barribi MAP 20

<b>Construcción</b>	Construida completamente en bronce con eje de acero inoxidable. Dotada aspiración de 100 mmd con dos salidas de baja y dos de alta.
<b>Datos técnicos</b>	Un multiplicador de engranajes helicoidales, en baño de aceite incorporado en bomba de relación 30/18, hace posible la obtención de plenas prestaciones a moderada velocidad de la línea de transmisión. Un segundo multiplicador intermedio de relación 4/35, intercalado en la transmisión, permite el funcionamiento de la bomba aun a reducida velocidad de traslación del vehículo. Baja Presión: Caudal 1800 l /min. Presión 8 bar. Alta Presión: Caudal 250 l / min. Presión 40 bar. Máxima altura de Aspiración: 9,5 m - Tiempo de cebado: 20 sg
<b>Cebador</b>	El cebado se efectúa mediante una bomba de anillo de agua movida por la bomba principal, a través de un embrague electromagnético que se puede acoplar a voluntad. Un depósito auxiliar de agua garantiza que la bomba de cebado pueda siempre desarrollar su función bajo cualquier circunstancia.
<b>Refrigeración</b>	La refrigeración del motor se asegura mediante el paso de una derivación del agua del radiador del motor a través de un intercambiador de calor incorporado en la bomba, pero dispuesto de tal forma que jamás pueda mezclarse el agua de la refrigeración con la de impulsión.
<b>Válvula selectora</b>	Con dicha válvula en posición de cerrada (palanca hacia la derecha del operador), se obtiene baja presión en todas las salidas de impulsión de agua, exceptuando los carretes de pronto socorro. En cambio, con la válvula en posición de abierta (palanca hacia la izquierda) se obtiene presión en los carretes de Pronto Socorro y baja presión en las restantes salidas.

### 4.4. BOMBA ZIEGLER



**Imagen 45.** Bomba Ziegler

**Tabla 20.** Características de la Bomba Ziegler

<b>Construcción</b>	Las bombas de etapas alta y baja están montadas independientes (alta tres rodetes). Cuando se conecta la alta se realiza a través de un embrague electromagnético. Esto representa una mayor vida útil de la bomba al estar sometida a menos desgaste, la bomba de alta presión permanece en reposo mientras no está conectada
---------------------	--

#### 4.5. BOMBA MAGIRUS MPH 230



Imagen 46. Bomba MAGIRUS MPH 230

La bomba no necesita de intercambiador de calor para su refrigeración, ya que el sistema MAGIRUS utiliza el agua de circulación para este fin. Está preparada para trabajar a pleno rendimiento y de forma continuada, todas las horas necesarias para solventar cualquier incendio sin riesgo de sobrecalentamiento, salvo que trabajara en seco, por deficiencias imprevistas en la aspiración, o por cierre indebido y continuado de las bocas de impulsión, en cuyo caso un sensor de temperatura avisaría al operador mediante una alarma sonora, para que el operario corrija esta falsa maniobra.

El sistema de cebado funciona sin aportación de agua exterior, es insensible a las bajas temperaturas. Siendo capaz de realizar el cebado de la bomba con una altura geométrica de aspiración de 7,8 y 9 m de manguito en un tiempo inferior a 45 segundos en condiciones normales de presión y temperatura. Permite realizar esta operación a regímenes bajos de la bomba, con el consiguiente aumento de tiempo. Tiene un sólo mando de accionamiento.

Los instrumentos de control y maniobra están todos ubicados en el puesto trasero y situados de tal forma que pueden ser vigilados y actuados cómodamente por el servidor de la bomba.

Tabla 21. Característ. de la bomba MAGIRUS MPH 230

Construcción	<p>Está construida en aleación ligera resistente a la corrosión incluso del agua del mar, excepto el eje o ejes, que son de acero inoxidable.</p> <p>La estanqueidad se garantiza por un sistema que permite su puesta a punto por un procedimiento sencillo de una forma inmediata, y sin necesidad del desmontaje de sus órganos fundamentales.</p>
Datos técnicos	<p>Centrífuga, de etapas múltiples y permite el lanzamiento indistinto o simultáneo de agua en baja o alta presión, sin que para ello se exija otra manipulación que accionar las correspondientes válvulas de impulsión en bomba o en las lanzas correspondientes. Proporciona como un caudal nominal de menos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 3.000 l/min a 10 bar, en <b>Baja Presión</b></li> <li>- 400 l/min a 40 bar, en <b>Alta Presión</b></li> </ul> <p>Las características hidráulicas cumplen con lo especificado por la norma UNE en su denominación Bbc 32/8 y 2,5/35.</p>
Cebador	<p>Está equipada con cuatro salidas de impulsión de 2 1/2" con racor de 70 mm TB y válvulas de husillo anticépticas, así como dos salidas de alta presión de diámetro 25 mm, provistas todas ellas de válvulas esféricas; en el caso de las salidas de 25 mm, una de ellas irá conectada al carrete de primer socorro y la segunda se colocará debajo de la bomba a la altura del resto de válvulas de impulsión.</p> <p>La aspiración desde el exterior está provista de racor Storz, diámetro 110 mm. Todos los racores están provistos de tapa retenida por cadena.</p>

#### 4.6. BOMBA SIDES FP 2500+HP

Tabla 22. Características de la bomba Sides FP 2500+HP

Construcción	<p>Carcasa de bomba y rodetes en bronce marino resistente a la corrosión y a cualquier clase de agua incluso marina o salobre. El eje está construido en acero inoxidable de alta resistencia mecánica.</p> <p>De construcción tipo compacta pero con bombas independientes, dispone de un rodete para baja presión y dos para alta presión, montadas sobre ejes distintos y apoyados sobre rodamientos de bolas estancos.</p> <p>Este sistema de bombas independientes montadas sobre ejes distintos, permite el funcionamiento en alta presión cuando sea necesario de forma que una eventual avería en alta no inutiliza la unidad para seguir trabajando en baja presión.</p>
Datos técnicos	<p>Baja Presión: 3200 l / min a 8 bar</p> <p>Alta Presión: 400 l / min a 40 bar</p> <p>-Régimen Máximo: 4250 rpm</p>
Cebador	<p>Permite realizar cuantos cebados consecutivos sean necesarios con una altura de succión máxima aproximada de 7,5 metros en un tiempo inferior a 40 sg .</p> <p>Actúa automáticamente desde las primeras revoluciones de bomba aspirando el aire que está en las tuberías y en la bomba, inundando a la bomba de baja presión que, como ya está girando, comienza a generar presión. Esta presión misma cuando llega a 2 bar aproximadamente hace que el sistema de cebado quede bloqueado y deje de trabajar con lo que se alarga la vida útil.</p>



CAPÍTULO

7

**Mecánica**

# 1. PRINCIPIOS BÁSICOS

## 1.1. MOTORES DE COMBUSTIÓN

Se denomina motor a aquella máquina que transforma cualquier tipo de energía en energía mecánica. En automoción esta transformación produce el movimiento.



Imagen 47. Motor de combustión

Existen multitud de tipos de motores. Los que más se emplean en automoción son los motores térmicos de combustión interna, que son aquellos que transforman en su interior la energía química de un carburante en energía mecánica. Los motores térmicos se dividen en:

- Motores de explosión, que emplean como carburante la gasolina. Existen dos tipos:
  - Alternativos (de dos tiempos o de cuatro tiempos).
  - Motor rotativo Wankel.
- Motores de combustión (diesel), que emplean como carburante el gasoil.

## 1.2. MOTORES DE EXPLOSIÓN

### 1.2.1. MOTORES ALTERNATIVOS

#### a) Motor de cuatro tiempos

Entendemos por tiempo el desplazamiento que efectúa el pistón entre el punto muerto superior (PMS) y el punto muerto inferior (PMI), o viceversa. El punto muerto es el extremo de la carrera de un pistón.

Un motor de explosión de cuatro tiempos es aquel que realiza cuatro carreras para transformar la energía química acumulada en la gasolina en energía mecánica o trabajo. En un motor de cuatro tiempos el encendido se produce mediante una chispa, que provoca la inflamación de la mezcla y el desplazamiento del pistón en cuatro tiempos.

Un ciclo es el conjunto de estos cuatro tiempos o fases, que se denominan:

- Admisión
- Compresión
- Explosión
- Escape

El ciclo teórico de funcionamiento de un motor de cuatro tiempos y cuatro cilindros está compuesto por estas cuatro fases.

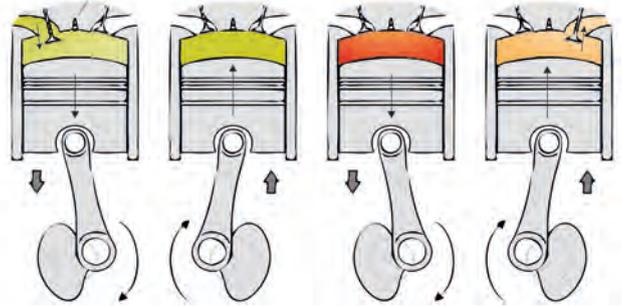


Imagen 48. Ciclo de trabajo de un motor de gasolina

- Primer tiempo. Admisión: en el tiempo de admisión la válvula de admisión está abierta. El pistón inicia su movimiento en el PMS y desciende al PMI, momento en el que la válvula de admisión se cierra. Los gases que provienen del conducto de admisión entran en el interior del cilindro gracias a la succión creada por el pistón, lo que iguala la presión interior a la presión atmosférica. Tras recorrer el pistón una carrera el cigüeñal ha girado media vuelta.
- Segundo tiempo. Compresión: en el tiempo de compresión la válvula de admisión y la válvula de escape permanecen cerradas. El pistón inicia su movimiento en el PMI y asciende al PMS, lo que comprime la mezcla sin perder calor. Los gases quedan comprimidos en la cámara de compresión. El pistón ha recorrido una carrera y el cigüeñal ha girado media vuelta.

El rendimiento del motor es directamente proporcional a la relación de compresión ( $R_c$ ), la relación entre el volumen del cilindro y el de la cámara de combustión.

- Tercer tiempo. Explosión: en el tiempo de explosión las dos válvulas están cerradas y la mezcla comprimida está en la cámara de compresión. Mientras el pistón permanece en el PMS salta la chispa en la bujía que inflama la mezcla y produce un aumento de presión y temperatura. Los gases comprimidos tienden a escapar por el camino más débil, desplazando el pistón una carrera en un movimiento descendente del PMS al PMI. El cigüeñal gira otra media vuelta.

Al tiempo de explosión se le denomina también tiempo motor, porque es el único tiempo que produce trabajo.

- Cuarto tiempo. Escape: en este tiempo se abre la válvula de escape mientras el pistón se encuentra en el PMI. Al ascender al PMS el pistón desaloja los gases residuales, producto de la explosión, que se encontraban en el interior del cilindro a través de la válvula de escape. El cigüeñal gira otra media vuelta.

En resumen, el ciclo teórico de un motor de explosión de cuatro tiempos consiste en la transformación de la energía química del combustible en energía mecánica o de trabajo que se realiza durante los cuatro tiempos del ciclo: dos vueltas del cigüeñal y cuatro carreras del pistón.

### b) Motor de dos tiempos

Los motores de dos tiempos realizan un ciclo teórico completo (admisión, compresión, explosión y escape) en solo dos carreras de pistón y una vuelta de cigüeñal. A diferencia de los motores de cuatro tiempos, que giran según el orden del árbol de levas, los motores de dos tiempos son reversibles: giran tanto a izquierdas como a derechas.

Habitualmente estos motores no disponen de válvulas. El cilindro tiene tres conductos o lumbreras:

- Lumbrera de escape
- Lumbrera de carga
- Lumbrera de admisión

La lumbrera de escape y la lumbrera de carga se localizan, enfrentadas, cerca del PMI. Durante el movimiento del pistón entre el PMS y el PMI estas lumbreras son descubiertas y cubiertas por dicho pistón. La lumbrera de escape está colocada en una posición más elevada que la lumbrera de carga, por lo que el pistón descubrirá primero la lumbrera de escape.

La lumbrera de admisión está situada por debajo del PMI. Esta lumbrera también es cubierta y descubierta por el pistón, pero por su situación nunca queda por encima de la cabeza del pistón.

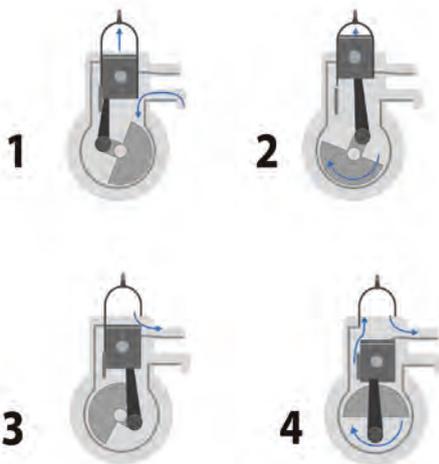


Imagen 49. Ciclo del motor de dos tiempos

#### I. Primera Carrera

En la primera carrera el pistón asciende del PMI al PMS. Mediante la acción de barrido los gases frescos que entran a través de la lumbrera de carga expulsan los gases residuales por la lumbrera de escape. El ascenso del pistón provoca el cierre de la lumbrera de carga y, acto seguido, el cierre de la de escape. En ese momento comienza la compresión de la mezcla en el interior del cilindro.

Tras el cierre de la lumbrera de carga y la lumbrera de escape se descubre por debajo del pistón la lumbrera de admisión. En su carrera el pistón realiza por debajo de él una succión que hace que la mezcla penetre en el interior del cárter.

En el cárter, de pequeñas dimensiones, se admite la mezcla (aire, gasolina y aceite) y se realiza su pre-compresión. Se utiliza el sistema de lubricación por mezcla, que consiste en mezclar con la gasolina una cierta cantidad de aceite. El sistema de refrigeración es generalmente por aire: se rodea el cilindro y la cámara de combustión con una serie de aletas.

La primera carrera finaliza cuando el pistón llega al PMS y el cigüeñal ha dado media vuelta (180°). Las fases realizadas son:

- Barrido de gases residuales
- Admisión de la mezcla en el interior del cárter
- Compresión de la mezcla en el cilindro

#### II. Segunda Carrera

Instantes antes de que el pistón alcance el PMS salta la chispa en la bujía, y la inflamación de la mezcla termina cuando el pistón alcanza el PMS. El pistón inicia entonces el descenso hacia el PMI, cubre la lumbrera de admisión y comprime la mezcla pre-comprimada alojada en el cárter, al decrecer el volumen con el descenso del pistón.

Después se descubre la lumbrera de escape y los gases quemados, todavía en expansión, salen del cilindro. A continuación se descubre la lumbrera de carga y la mezcla pre-comprimada en el cárter penetra en el cilindro hasta que lo llena por completo.

Cuando el pistón alcanza el PMI termina la segunda carrera, durante la cual el cigüeñal ha dado media vuelta (180°). Así termina un ciclo de trabajo completo. Las fases realizadas en esta segunda carrera son:

- Explosión y expansión de los gases
- Pre-compresión de la mezcla en el cárter
- Escape
- Llenado o carga del cilindro.

#### 1.2.2. MOTOR ROTATIVO WANKEL

El motor Wankel es un motor de combustión interna de cuatro tiempos. El pistón o rotor (de forma triangular) proporciona un movimiento rotatorio y es impulsado por la combustión que tiene lugar en sus tres cámaras dispuestas radialmente. La admisión de combustible y el escape de gases es controlado por el propio giro del motor, sin necesidad de distribución.

El rotor, de forma triangular, gira sobre una leva excéntrica que transforma el movimiento rotatorio en movimiento alternativo lineal y sus tres vértices mantienen un contacto permanente con la superficie interna de la camisa. Por cada vuelta sólo es necesario que el rotor gire una tercera parte o, dicho de otro modo, cuando el motor alcanza un régimen de 3000 rpm, el motor gira a sólo 1000 rpm.

En cada una de las tres cámaras se desarrolla un ciclo de cuatro tiempos en una vuelta de rotor (3 ciclos por revolución). El motor rotativo da tres vueltas para completar un ciclo en cada una de las tres cámaras.

El funcionamiento de este motor se completa en cuatro fases:

- Fase 1 Admisión: el motor admite la mezcla de aire + combustible cuando uno de los vértices del rotor descubre la lumbrera de admisión y otro de los vértices cierra la lumbrera cuando la admisión se ha completado.
- Fase 2 Compresión: la mezcla ya dentro de la cámara reduce su volumen y los gases se comprimen. La chispa que se produce entre las bujías inicia la combustión.

- Fase 3 Explosión: la combustión provoca un aumento de presión que impulsa el rotor, momento en el cual se expanden los gases y uno de sus vértices abre la lumbrera de escape.
- Fase 4 Escape: en este momento, los gases quemados son expulsados a gran velocidad. Esto hace que disminuya el volumen de la cámara hasta que otro de los vértices del rotor rebasa la lumbrera de escape.

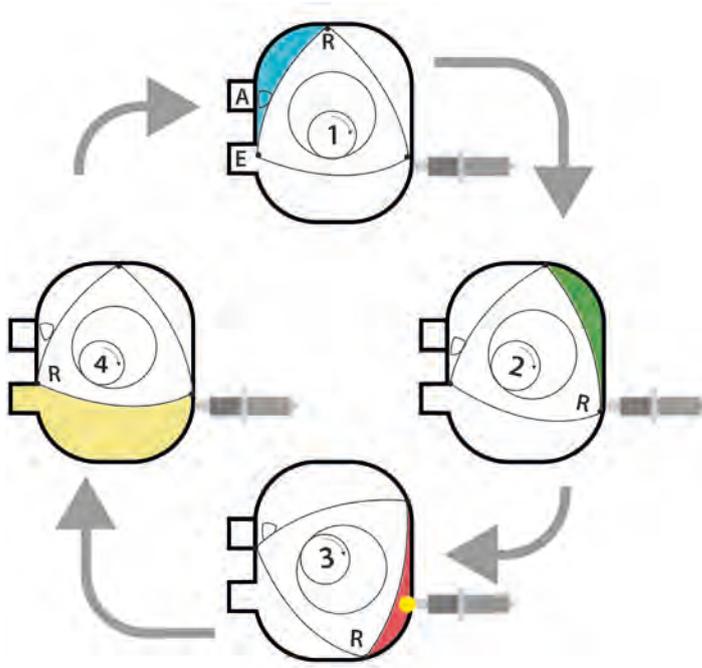


Imagen 50. Diagrama de funcionamiento del motor Wankel

### 1.3. MOTORES DIESEL

Los motores diesel, al igual que los motores de explosión, son motores térmicos de combustión interna. Deben su nombre a su inventor, el alemán Rudolf Diesel.

El aire circula a través del filtro y llena los cilindros. A continuación el aire en los cilindros se comprime hasta que alcanza temperaturas cercanas a los 600 °C. Al final de la compresión se inyecta el carburante, que al entrar en contacto con el aire, que se encuentra a una temperatura superior al punto de inflamación de dicho carburante, se inflama. La combustión dura el tiempo que se tarde en inyectar el carburante. Para que se pueda alcanzar la temperatura de combustión la relación de compresión de estos motores es superior a la de los motores de explosión. Como sólo se comprime el aire no existe riesgo de detonación.

Estos motores no llevan ni carburador (sustituido por un sistema de inyección) ni sistema de encendido (el carburante combustiona por autoinflamación).

#### 1.3.1. CICLO TEÓRICO DE FUNCIONAMIENTO

El ciclo teórico de funcionamiento en un motor diesel de cuatro tiempos es similar al ciclo del motor de explosión. La energía térmica del carburante se transforma en energía mecánica en cuatro tiempos.

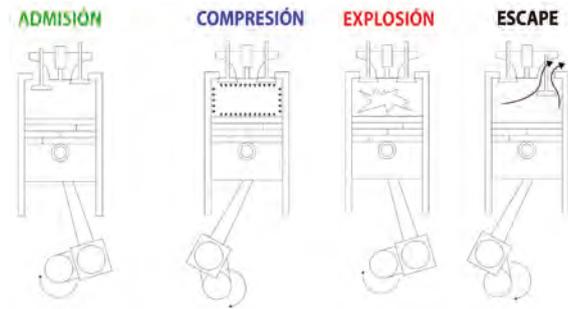


Imagen 51. Ciclo de funcionamiento motor diesel

- **Admisión**
  - El pistón desciende del PMS al PMI
  - La válvula de admisión se abre en el PMS
  - El cilindro se llena de aire
  - En el PMI se cierra la válvula de admisión
  - El cigüeñal ha dado media vuelta (180°)
  - El pistón ha realizado una carrera
- **Compresión**
  - El pistón asciende hacia el PMS
  - Las dos válvulas (admisión y escape) permanecen cerradas
  - Aumenta la presión de temperatura (600°C) y el carburante se autoinflama
  - El tiempo termina cuando el pistón alcanza el PMS
  - El cigüeñal ha dado media vuelta (180°)
  - El pistón ha realizado una carrera
- **Explosión**
  - Se inyecta el carburante finamente pulverizado mientras el pistón está en el PMS. El carburante, al contacto con el aire caliente, arde espontáneamente y se quema durante la inyección, por lo que la combustión dura más que en un motor de explosión.
  - Las dos válvulas permanecen cerradas
  - La fuerza de expansión de los gases empuja el pistón con violencia hacia el PMI. El tiempo de expansión también se denomina tiempo motor porque en él se realiza el trabajo
  - El cigüeñal ha dado media vuelta (180°)
  - El pistón ha realizado una carrera
- **Escape**
  - El pistón asciende desde el PMI al PMS
  - La válvula de escape se abre
  - El pistón, en su recorrido ascendente, vacía el cilindro de gases quemados
  - Al llegar al PMS, la válvula de escape se cierra
  - El cigüeñal ha dado media vuelta (180°)
  - El pistón ha realizado una carrera

#### 1.3.2. VENTAJAS E INCONVENIENTES DE LOS MOTORES DIESEL FRENTE A LOS DE EXPLOSIÓN

Los motores diesel ofrecen ciertas ventajas e inconvenientes respecto a los motores de explosión.

**Tabla 23.** Ventajas e inconvenientes de los motores diesel frente a los de explosión

Ventajas	Inconvenientes
<ul style="list-style-type: none"> <li>· Consume menos carburante y el precio del mismo es menor</li> <li>· La contaminación atmosférica es menor, ya que al inyectarse la cantidad exacta de carburante no se produce CO.</li> <li>· Ofrece un rendimiento térmico superior, ya que transforma en trabajo mayor cantidad de calor</li> <li>· Sufre menos averías y su mantenimiento es más sencillo</li> <li>· Al trabajar a menos revoluciones el motor dura más</li> <li>· Su robustez lo hace muy adecuado para camiones y autobuses</li> <li>· El peligro de incendio es menor al no producirse vapores inflamables.</li> <li>· El par motor es más constante</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Con la misma cilindrada ofrece menor potencia</li> <li>· Produce más ruido (especialmente en frío) y mayor número de vibraciones</li> <li>· En el arranque del motor se requiere de calentadores en el colector de admisión</li> <li>· Requiere mantenimiento con más frecuencia</li> <li>· Son motores más voluminosos y pesados, lo que implica mayor rigidez en el chasis y en los elementos de la suspensión</li> <li>· Su coste de adquisición es mayor, debido a que el equipo de inyección es más caro</li> <li>· La reparación de las averías implica un coste mayor</li> <li>· Se somete al cilindro a grandes presiones y a altas temperaturas, por lo que los elementos del motor (cilindro, pistón, biela) sufren más. Esto obliga a que la construcción deba ser más robusta y resistente.</li> </ul>

## 1.4. TIPOLOGÍA Y NOMENCLATURA DE ACEITES

### 1.4.1. REQUISITOS Y CARACTERÍSTICAS DE LOS LUBRICANTES

Los lubricantes para motores deben satisfacer diferentes requisitos:

- Reducir al máximo el rozamiento entre las piezas para aumentar el rendimiento mecánico de las mismas
- Refrigerar el motor al eliminar gran parte del calor desprendido por el funcionamiento del mismo
- Proteger las piezas contra el desgaste y la corrosión
- Contribuir a la máxima estanqueidad de los segmentos contra las paredes de los cilindros para evitar el paso de los gases de combustión hacia el cárter
- Evacuar las impurezas y contaminantes que se forman, lo que evita la acumulación y aglomeración de depósitos

Las características principales para realizar estas funciones de manera óptima son: viscosidad, fluidez y calidad (aditivos):

#### a) Viscosidad

La viscosidad indica la tendencia de un lubricante a espesarse a medida que se enfría y a fluidificarse a medida que se calienta.

La viscosidad varía en función de la temperatura de forma inversamente proporcional. El índice de viscosidad es la medida de los cambios de viscosidad con los cambios de temperatura.

El motor sufre su máximo desgaste durante el arranque en tiempo frío, debido a que el lubricante, por ser viscoso, fluye lentamente por los conductos de engrase y llega tarde a los órganos que se encuentran en movimiento. Una viscosidad demasiado alta ocasiona problemas de arranque en frío del motor al reducir la lubricación de los segmentos. Una viscosidad demasiado baja no es suficiente para asegurar la formación de una capa bastante resistente, y ocasiona problemas de pérdidas de compresión por no realizar un sellado eficiente de los segmentos.



Imagen 52. Llenado de aceite

Lo primero que se debe considerar al elegir un lubricante es su viscosidad. Siempre se elegirá en función de la temperatura ambiente del lugar de trabajo del motor. Se debe tener muy presente que la viscosidad puede ser vital para el motor y, en casos límite, se debe optar por la viscosidad en lugar de la calidad.

#### b) Fluidez

El punto de fluidez indica la temperatura máxima a la que el lubricante fluye sólo con la ayuda de la gravedad. Con el fin de conservar la fluidez se toma la temperatura más baja posible (aproximadamente  $-15^{\circ}\text{C}$ ).

#### c) Aditivos

Los aditivos son sustancias de determinadas composiciones químicas que se utilizan para reforzar una característica natural del lubricante o para aportar una nueva característica.

Los aditivos se usan para:

- Disminuir la relación entre la viscosidad y la temperatura, lo que permite baja viscosidad a bajas temperaturas y alta viscosidad a elevadas temperaturas
- Proporcionar estabilidad química y resistencia a la oxidación



- Disminuir el punto de fluidez
- Aumentar el poder adhesivo y la resistencia a la presión

#### 1.4.2. CLASIFICACIÓN DE LOS LUBRICANTES

Los lubricantes se pueden clasificar por distintas características:

- Por su viscosidad
- Por su calidad
- Sistema de clasificación API
- Sistema de clasificación ACEA
- Aceites convencionales y sintéticos

##### a) Por su viscosidad

La SAE (Society of Automotive Engineers) es el organismo norteamericano que establece la clasificación de los lubricantes por su viscosidad. Se definen diferentes rangos de viscosidad, medidos a una temperatura determinada para lubricantes de cárter con independencia de que el motor sea de gasolina o diesel. El número SAE más alto indica el lubricante de mayor viscosidad.

El número (o grado) SAE indica única y exclusivamente la viscosidad del lubricante, sin valorar ni su calidad, ni su tipo ni el servicio que presta.

Los fabricantes de motores ofrecen unas recomendaciones en función de las condiciones climatológicas para determinar cuál es el grado SAE adecuado.

En la clasificación SAE figura junto a algunos grados la letra W (invierno), que indica que ese lubricante puede ser empleado a bajas temperaturas. Los grados SAE que no incluyen la letra W se usan a temperaturas más elevadas.

Los lubricantes monogrado corresponden a los grados SAE 0W, 5W, 10W, 15W, 20W, 25W, 30, 40, 50. Los lubricantes multigrado se denominan con dos grados SAE: 10W30, 15W40, 5W50, etc. Por ejemplo, un SAE 15W-40 indica que el lubricante se comporta como un SAE 15W para bajas temperaturas y como un SAE 40 para altas temperaturas.

Los lubricantes multigrado tienen significativas ventajas sobre los monogrado:

- Proporcionan un arranque fácil y un caudal adecuado de lubricante en tiempo frío. De esta forma disminuye el desgaste de las piezas móviles del motor lubricadas
- Son más versátiles. Permiten unificar entre diversos vehículos de diversas flotas el lubricante a utilizar.

##### b) Por su calidad

En función de sus propiedades los lubricantes se dividen en:

- Lubricantes regulares: no llevan aditivos y se usan en trabajos moderados corrientes
- Lubricantes Premium: llevan aditivos químicos para mejorar su resistencia a la corrosión y a la oxidación
- Lubricantes detergentes: llevan gran cantidad de aditivos que impiden la formación de depósitos sobre las superficies metálicas

- Lubricantes multigrado
- Lubricantes al grafito o molibdeno: se emplean para el rodaje de motores

##### c) Por el tipo de servicio (sistema de clasificación API)

La clasificación para motores por tipo de servicio la establece el API (Instituto Americano de Petróleo) y en ella se diferencia entre calidades de motores de gasolina (S) y motores diesel o comercial (C).

Son las especificaciones de referencia en el continente americano y en el continente asiático. Es una clasificación secuencial (una especificación posterior engloba a la anterior) y su orden es alfabético.

- SJ: para motores de gasolina en modelos actuales y anteriores a 1996. Sustituye a la clasificación SH.
- SL: para motores fabricados a partir de 2001. Representa un aumento de control de la oxidación Sequence IIIF.
- SM: para todos los motores en uso en la actualidad. Algunos aceites SM tienen la clasificación Energy Conserving. Los aceites SM están diseñados para:
  - mayor resistencia a la oxidación
  - mayor protección contra depósitos
  - mayor protección contra desgastes
  - mejor rendimiento a bajas temperaturas.
- CF: para motores diesel de inyección directa, atmosféricos o sobrealimentados, que incluso pueden utilizar combustible con alto contenido en azufre. Satisfacen los requerimientos obsoletos CD y CE. Controlan:
  - los depósitos en los pistones
  - los desgaste y protección de elementos de cobre

##### d) Sistema de clasificación ACEA para lubricantes

Las normas más recientes de ACEA han unificado los niveles de calidad de los productos en los motores gasolina (A) y en los motores diesel (B). Las nuevas ACEA C, para lubricantes bajos en cenizas, son el resultado de las normas EURO IV.

- A1/B1: aceite para motores de gasolina o diesel que han sido diseñados para utilizar aceites de baja fricción y baja viscosidad.
- A3/ B3: aceites de viscosidad muy estable para motores de gasolina y diesel con inyección directa y mantenimiento extendido, así como para motores que utilicen aceites de baja viscosidad con periodos de mantenimiento de un año o servicio severo.
- A4/B4: aceites de viscosidad muy estable para motores de gasolina y diesel con inyección directa y mantenimiento extendido (incluye todas las aplicaciones B3).
- A5/B5: aceites de viscosidad muy estable para motores de gasolina y diesel de altas prestaciones y con mantenimientos extendidos, así como para motores preparados para aceites de baja viscosidad y reducida fricción.
- C1: lubricantes diseñados para ser compatibles con motores de altas prestaciones diesel y gasolina, equipados

con convertidores catalíticos y sistemas de post-tratamiento de gases (DPF O TWC), que requieran la utilización de aceites LOW SAPS (contenido de cenizas sulfatadas por debajo de un 0,8%, fósforo inferior a 0,8%, y límite de azufre admisible en 0,2%), de baja viscosidad, baja fricción y HTHS superior a 2,9 mPa.

- C2: lubricantes diseñados para ser compatibles con motores de altas prestaciones diesel y gasolina, equipados con convertidores catalíticos y sistemas post-tratamiento de gases con restricciones en cenizas superiores a los C1, de baja viscosidad y baja fricción.
- C3: lubricantes diseñados para ser compatibles con motores de altas prestaciones diesel y gasolina equipados con convertidores catalíticos y sistemas post-tratamiento de gases con restricciones en cenizas superiores a los C1. A diferencia de los C2, estos aceites tienen un alto HTHS.
- C4: lubricantes con SAPS 1 bajo de la mejor calidad. Están diseñados para su uso en motores de gasolina de alto rendimiento y diesel para trabajo liviano donde se utilizan sistemas de mantenimiento posterior avanzados, como la filtración particulada diesel (DPF) y los catalizadores de tres vías (TWC). En general los aceites ACEA C4 son SAE 5W-30 basados en aceites base API Grupo III, con requisitos de rendimiento adicionales en áreas como la detergencia\*, la oxidación y la durabilidad.

#### e) Aceites convencionales y sintéticos

Los aceites convencionales son el **resultado directo de la destilación del petróleo**, mientras que los aceites sintéticos se fabrican en laboratorios a partir de compuestos de bajo peso molecular y **con unas propiedades determinadas**.

**Un aceite sintético siempre será mejor que uno convencional**, ya que:

- Trabaja adecuadamente a temperaturas extremas (es más o menos fluido en función de las condiciones)
- Es menos volátil
- Dura más

El aceite sintético es más delgado que el natural, por lo que no se recomienda su uso **para coches viejos** o con muchos kilómetros recorridos.

### 1.5. TIPOLOGÍA Y NOMENCLATURA DE LOS NEUMÁTICOS

El neumático es un producto de alta tecnología que constituye el único punto de unión entre el vehículo y el suelo. La superficie de contacto del neumático es reducida, apenas unos centímetros y equivale a la superficie de una tarjeta postal. Las principales misiones de los neumáticos son:

- Deben soportar el peso del vehículo y resistir las sobrecargas dinámicas que se producen en la aceleración y la frenada.
- Deben transmitir la potencia útil del motor y los esfuerzos en curva, en aceleración y en frenada.

- Deben rodar de forma segura y duradera proporcionando el mayor placer de conducción.
- Deben guiar con precisión al vehículo en cualquier tipo de suelo y bajo cualquier condición climática.
- Deben amortiguar las irregularidades del firme para asegurar la duración mecánica del vehículo y el confort del conductor y de los pasajeros.
- Deben mantener el mejor nivel de prestaciones durante su vida útil.

#### 1.5.1. ESTRUCTURA DEL NEUMÁTICO

La estructura de un neumático está formada por los elementos que se detallan a continuación:



Imagen 53. Estructura de un neumático

- **Revestimiento de goma interior:** es una capa de caucho sintético, situada en el interior del neumático, que hace la función de cámara de aire estanca.
- **Carcasa:** es una estructura flexible formada por hilos (textiles o de acero) embutidos en goma que forman arcos rectos y se enrollan en el aro del talón del neumático. Sobre la carcasa se colocan el resto de lonas y capas de goma que forman el neumático. En una carcasa de neumático hay aproximadamente 1400 cables, cada uno de los cuales es capaz de resistir una fuerza de 15 kg. Sus funciones son:
  - Soportar la carga y la velocidad con ayuda de la presión
  - Participar en la estabilidad y el confort
  - Participar en el rendimiento y eficiencia energética de la cubierta
- **Zona baja:** transmite la potencia (par motor) del vehículo hacia la zona de contacto con el suelo en la aceleración y en la frenada de la llanta.
- **Aro de talón:** forma parte de la cubierta que se fija y ajusta a la llanta. Está formado por un cable de acero inextensible cuya forma y proporción depende de la dimensión y tipo de neumático. En él se enrolla la lona carcasa. Un aro puede soportar hasta 1800 kg sin riesgo de rotura. Sus funciones son:
  - Fijar el neumático a la llanta.
  - Garantizar la estanqueidad del neumático.
  - Transmitir el par motor en los esfuerzos de aceleración y frenada.
- **Banda de rodadura:** es la parte del neumático que está en contacto con el suelo. Es una capa de goma con una serie de ranuras que forman el dibujo o escultura. La banda de rodadura soporta esfuerzos muy importantes.

\* Ver glosario

Sus funciones son:

- Proporcionar adherencia (agarre, grip) en suelo seco y mojado.
- Ofrecer duración y resistencia al desgaste y a las agresiones.
- Participar en la baja resistencia a la rodadura.
- Participar en el confort acústico (sonoridad en el rodaje).
- Participar en la dirección y manejo del vehículo.
- Mejorar la estética, relevante para muchos usuarios.
- **Flanco:** es la zona comprendida entre la banda de rodadura y los talones de la cubierta. El flanco representa la altura de la cubierta. Sus funciones son:
  - Soportar la carga
  - Soportar las constantes flexiones mecánicas
  - Ofrecer resistencia a los roces y a las agresiones
  - Participar en la estabilidad y en el confort
- **Lonas de cima:** constituidas por cables metálicos revestidos de goma, se colocan sobre la carcasa para formar un cinturón que garantiza la resistencia mecánica del neumático a la velocidad y a la fuerza centrífuga. El cinturón está formado por lonas cruzadas en oblicuo y pegadas una sobre otra. El cruce de sus hilos con los de la carcasa forma triángulos indeformables, que garantizan la rigidez de la cima. Las lonas de cima deben:
  - Ser rígidas en sentido circunferencial para no extenderse bajo el efecto del centrifugado y para controlar el diámetro del neumático.
  - Ser rígidas en sentido transversal para resistir los esfuerzos de deriva.
  - Ser flexibles en sentido vertical para “beberse el obstáculo”.

### 1.5.2. DIBUJO DEL NEUMÁTICO

El dibujo o escultura del neumático es muy importante para: la adherencia, la capacidad de frenada, las prestaciones y la seguridad (en especial en condiciones meteorológicas desfavorables).

Para valorar el dibujo de un neumático hay que conocer su comportamiento en mojado y seco.

#### a) Comportamiento del neumático en mojado

La función esencial de la escultura del neumático en mojado es expulsar el agua de la zona de contacto. Cuanto más recortado sea el dibujo y cuantos más canales tenga la escultura del neumático, mayor será su capacidad para almacenar y bombear agua entre la zona de contacto y la superficie de la carretera.

La forma del dibujo de la escultura (simétrica, direccional, asimétrica) determina la rapidez con la que se expulsa el agua de la zona de contacto. Sus laminillas son pequeñas ranuras en la superficie de la goma del neumático que mejoran la tracción en superficies mojadas o heladas. Funcionan como limpiaparabrisas y ayudan a que las aristas y las entalladuras del neumático expulsen el agua.

La escultura del neumático recoge el agua y la desplaza de la zona de contacto en solo unos milisegundos. Por ejemplo, un neumático de dimensiones 195/65 R 15 puede desplazar casi quince litros de agua por segundo.

#### b) Comportamiento del neumático en seco

Una característica relevante para el control del vehículo es la rigidez de la escultura y se obtiene gracias a su perfil. Un perfil plano con hombros cuadrados proporciona un excelente soporte en los giros.

Cuanto menos recortado sea el dibujo más goma del neumático estará en contacto directo con el suelo, lo que permitirá que el agarre sea mayor. Los tacos de goma limitan la movilidad de la escultura.



Imagen 54. Partes de un neumático

Los bloques de goma, atravesados por múltiples laminillas, reducen la rigidez de la escultura. Para paliar este efecto se introducen lamillas tridimensionales, que se agrupan cuando soportan una carga.

### 1.5.3. LEER UN NEUMÁTICO

En el flanco del neumático se inscriben una serie de números, letras, símbolos y códigos que proporcionan información útil y relevante sobre la capacidad del neumático. Las características técnicas del neumático están determinadas en el reglamento de vehículos. Los neumáticos de turismo están unificados en Europa conforme al reglamento 30 de la ECE. Los elementos de identificación de un neumático son los que ilustra la siguiente imagen:

1. Fabricante del neumático (marca)
2. Tipo de neumático y diseño de la banda de rodadura
3. Ancho del neumático (en milímetros)
4. Relación entre la altura y la anchura del neumático (en porcentaje)
5. Estructura del neumático
6. Diámetro de la llanta expresado en pulgadas
7. Código de carga
8. Código de velocidad
9. Neumáticos sin cámara (tubeless)
10. Fecha de fabricación
11. Indicador de desgaste
12. Indicador adicional para los neumáticos reforzados
13. Indicador para neumáticos de invierno (y para todas las estaciones)



Imagen 55. Elementos de identificación de un neumático

La normativa exige que se incluya en el flanco del neumático el nombre del fabricante (1) y el tipo de neumático (2).

Ancho del neumático (3): la anchura de un neumático se indica en intervalos de 10 milímetros. La anchura real puede diferir de la marcada por los márgenes de tolerancia aplicados en el proceso y depende de la anchura de la llanta sobre la que va montado.

Los neumáticos convencionales tienen una anchura de entre 125 mm (por ejemplo, 125/80 R 12) y 335 mm (por ejemplo, 335/30 R 19). Los neumáticos especiales, como los neumáticos TD de Dunlop o los neumáticos TRX o TDX de Michelin, alcanzan un ancho de 160 mm a 240 mm.

Aunque la estandarización de los neumáticos permite en teoría montar la mayoría de los neumáticos sobre llantas de diversas anchuras, es importante respetar lo indicado en la documentación y el manual de servicio del vehículo. Es posible que las diferencias de ancho provoquen que sólo se puedan montar los neumáticos de un fabricante concreto en cierto tipo de vehículos o para un tipo de llanta determinado. Las cadenas de nieve también pueden presentar estas limitaciones.

Relación entre la altura y la anchura del neumático (4): este indicador expresa en porcentaje la relación entre la altura y la anchura de sección. Por ejemplo, un porcentaje del 50% indica que el neumático es la mitad de alto que ancho. Cuanto más bajo sea este porcentaje, más bajo será el neumático, como por ejemplo en los coches deportivos (225/45...).

Como caso especial, antes no se solía incluir ".../80" en los neumáticos de las series 80 y 82, por lo que en la documentación del vehículo puede aparecer solo "155 R13", que ahora corresponde a "155/80 R13".

Estructura del neumático (5): está indicada con una letra. "R" (significa que es radial), "D" ó "-" (significa que es diagonal). En la actualidad todos los neumáticos son de estructura radial y llevan una carcasa con lonas de cables en arcos radiales. Hasta los años 60, lo habitual era utilizar neumáticos diagonales. Ahora sólo se fabrican para casos particulares, como los coches antiguos.



En un vehículo es obligatorio montar todos los neumáticos con la misma estructura.

Diámetro de la llanta (6): es la distancia en diagonal de borde a borde de la llanta y se expresa en pulgadas. Suele estar comprendido entre las 10 y las 20 pulgadas. En el caso de los neumáticos TD de Dunlop y los neumáticos TRX, TDX y PAX de Michelin, el diámetro de la llanta se indica en milímetros. Suele estar entre los 315 mm y 440 mm.

Código de carga (7): Este código indica la carga máxima que puede soportar el neumático. En una tabla estandarizada se establece la correspondencia entre este índice y la carga soportada para una presión de inflado determinada. El índice de carga debe estar indicado en la documentación del vehículo, aunque se permiten neumáticos con códigos de carga mayores a los indicados. Si además aparece en el neumático el indicador "reforzado" (12), se trata de neumáticos preparados para soportar una gran carga (pequeños vehículos de carga, microbuses, furgonetas, todoterrenos, etc.).



El código de carga es siempre determinante.

**Tabla 24.** Código de carga de los neumáticos del fabricante MICHELIN

Índice	Carga en kg	Índice	Carga en kg
63	272	88	560
64	280	89	580
65	290	90	600
66	300	91	615
67	307	92	630
68	315	93	650
69	325	94	670
70	335	95	690
71	345	96	710
72	355	97	730
73	365	98	750
74	375	99	775
75	387	100	800
76	400	101	825
77	412	102	850
78	425	103	875
79	437	104	900
80	450	105	925
81	462	106	950
82	475	107	975
83	487	108	1000
84	500	109	1030
85	515	110	1060
86	530	111	1090
87	545	112	1120

Código de velocidad (8): velocidad máxima a la que puede ser sometida el neumático. Se indica con una letra. La tabla siguiente muestra las equivalencias entre la letra y la velocidad.

**Tabla 25.** Códigos de velocidad de los neumáticos

Índice	Velocidad máxima en km/h	Índice	Velocidad máxima en km/h
M	130	U	200
N	140	H	210
P	150	V	240
Q	160	W	270
R	170	Y	300
S	180	ZR	>240
T	190		

Neumáticos sin cámara (*tubeless*) (9): los neumáticos sin cámara son habituales en los turismos. Estos neumáticos ofrecen mayor seguridad en caso de pinchazo y representan

una solución de emergencia provisional. No está recomendado (y en la mayoría de los casos está prohibido) introducir una cámara en este tipo de neumáticos.

Fecha de Fabricación (10): el número DOT (Department of Transportation - Ministerio de Transporte de Estados Unidos) indica la fecha de fabricación de un neumático. En neumáticos antiguos el indicador está formado por tres dígitos (los dos primeros indican la semana de fabricación, el último el año) más un triángulo si fue fabricado en los años 90 o sin triángulo si fue fabricado en los años 80.

En el año 2000 cambió la normativa y ahora el indicador está formado por cuatro dígitos: los dos primeros reflejan la semana y los dos últimos el año de fabricación.



Por ejemplo, el número 0100 indica que el neumático se fabricó durante la primera semana del año 2000.



**Imagen 56.** Fecha de fabricación del neumático

Indicador de desgaste (TWI, por sus siglas en inglés) (11): los indicadores de desgaste se señalan en el flanco del neumático con las letras "TWI" (siglas en inglés), aunque también es posible encontrar otras abreviaturas. Indican que las ranuras principales de la banda de rodadura han alcanzado la profundidad mínima de dibujo, que es de 1,6 mm. Se recomienda sustituir los neumáticos antes de alcanzar esa profundidad, ya que los expertos han demostrado que con un dibujo inferior a 3 mm disminuye la adherencia, sobre todo en mojado.

Neumáticos de invierno (13): la marca "M+S" u otra marca similar (los de última generación llevan una montaña de tres picos con copo de nieve) identifica a los neumáticos de invierno. Este tipo de neumáticos está diseñado para circular en condiciones adversas en la carretera y su código de velocidad suele ser inferior al indicado por el fabricante con neumáticos normales. Existen regulaciones especiales para estos neumáticos en algunos países europeos. En Austria, por ejemplo, se exige que la profundidad del dibujo sea como mínimo de 4 mm; en caso contrario se consideran neumáticos de verano. En Alemania no existe esta normativa, pero no se consideran adecuados para su uso en invierno los neumáticos cuyo dibujo no alcance los 4mm de profundidad.

Otros indicadores:

- Marcas de homologación: la marca "E" o "e" certifica que el neumático cumple la normativa europea (reglamento 30 de la ECE). El número que acompaña a la letra "E" o "e" hace referencia al país que ha realizado la homologación. Desde la fecha de fabricación del 1 de octubre de 1998 (semana 40 de 1998, que corresponde al DOT

408), es obligatorio que los neumáticos en Europa lleven esta marca en el flanco. No está permitido montar neumáticos que hayan sido fabricados después de esta fecha y que no lleven esta marca de homologación. Las estaciones de Inspección Técnica de Vehículos (ITV) lo consideran una falta grave.

- Neumático recauchutado: se reconocen por la letra “R” o la indicación “recauchutado”. La fecha del recauchutado se indica de la misma forma que la fecha de fabricación de los neumáticos nuevos.
- Indicador del sentido de giro: en el flanco del neumático se incluye un indicador (rotación, sentido de giro, dirección) acompañado de una flecha. Es necesario tener en cuenta este dato al montar el neumático. Suele incluirse en neumáticos con un diseño especial de la banda de rodadura.
- Green X: indica que se trata de un neumático de alta eficiencia energética. Michelin introdujo este logotipo para identificar los neumáticos verdes que mantienen las cualidades de duración y seguridad.
- ZP o Neumático Runflat: indica que el neumático lleva los flancos reforzados, lo que permite que pueda rodar tras un pinchazo aproximadamente 80 kilómetros a una velocidad inferior a 80 km/h.

A veces existen divergencias entre lo que indica la ficha técnica del vehículo y los neumáticos escogidos. Estas divergencias se consideran excepciones:

- El código de carga del neumático puede ser mayor que el indicado en la documentación del vehículo. Por ejemplo, si la ficha técnica dice “165/65 R13 76 T” se puede montar el neumático “165/65 R13 77 T”.
- El índice de velocidad puede ser superior al indicado en la documentación del vehículo. Por ejemplo, en lugar de “185/65 R 86 H” se podrá utilizar neumáticos “185/65 R 86 V”.
- Neumáticos de invierno. El código de velocidad aplicado a este tipo de neumáticos puede ser inferior al definido por el fabricante para los neumáticos de verano. En ese caso debe colocarse una pegatina con la velocidad máxima permitida para estos neumáticos M+S en un lugar visible para el conductor. Por ejemplo, en vez de 195/65 R 14 89H (neumático de verano) también está permitido emplear neumáticos 195/65 R 14 89 Q M+S. La velocidad máxima que puede alcanzar el vehículo se corresponde con la del neumático.
- Neumáticos P (clasificación de Estados Unidos, por ejemplo P 225/60 R 15...). Deben emplearse conforme al reglamento 30 de la ECE, siempre y cuando todas las características indicadas en el neumático (a excepción de la letra P) coincidan con lo indicado en la ficha técnica del vehículo.
- Neumáticos VR y ZR. Si en la documentación del vehículo aparecen estos neumáticos se pueden emplear también neumáticos W (hasta 270 km/h) con suficiente capacidad de carga, siempre que la velocidad máxima del vehículo no supere los 260 km/h. En caso de duda se debe consultar al fabricante del vehículo o del neumático.

## 2. PARTES MECÁNICAS



### 2.1. SISTEMA DE LUBRICACIÓN

El rozamiento provoca pérdidas de potencia y un deterioro prematuro de las piezas del motor, por lo que es necesario engrasar el motor para reducirlo. Los elementos del motor sometidos a fricción y que, por tanto, deben lubricarse, son:

Tabla 26. Elementos del motor que deben lubricarse

Órganos en rotación	Órganos deslizantes	Órganos oscilantes
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Apoyos y muñequillas del cigüeñal</li> <li>• Apoyos del árbol de levas y las levas</li> <li>• Engranajes o cadena de distribución</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pistones en los cilindros</li> <li>• Válvulas en sus guías</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pies de bielas</li> <li>• Balancines</li> </ul>

#### 2.1.1. TIPOS DE ENGRASE

En la lubricación de los motores se emplean distintos sistemas de engrase: por barboteo, a presión, mixto y otros tipos de engrase.

- **Engrase por barboteo:** Es un sistema en desuso, ya que realiza un engrase imperfecto y exige una vigilancia constante del nivel de aceite en el cárter, aunque una bomba mecánica ayuda a mantener el nivel de aceite constante
- **Engrase a presión:** Una bomba envía el caudal necesario de aceite a la presión requerida a todos los puntos del motor que necesiten lubricación.
- **Engrase mixto:** Lo incorporan los motores modernos, por el que se lubrica a presión unas piezas y por barboteo otras.
- Otros tipos de engrase
  - **Engrase por mezcla:** propio de las motocicletas de dos tiempos, el combustible se mezcla con un 2,5% a 5% de aceite. La mezcla se aspira durante la marcha y al vaporizarse el combustible por la temperatura interna, el aceite queda libre y lubrica las piezas del motor.
  - **Engrase por cárter seco:** propio de las motocicletas y motores de aviación. Es la gravedad la que lleva el aceite a la bomba de engrase, que lo reparte por el circuito de aceite a presión a todas las piezas que necesitan lubricación.
  - **Engrase del turbo:** es el más necesario y difícil por las altas temperaturas a las que se somete al turbo, ya que tanto los cojinetes como el eje del turbo necesitan una buena lubricación para evitar que se carbonice aceite. En los turbos de geometría variable también ha de lubricarse el conjunto de varillas y palancas que mueve el depresor neumático.

#### 2.1.2. ELEMENTOS DEL SISTEMA DE ENGRASE

Los circuitos de engrase a presión de los motores están formados por varios elementos que permiten que el aceite de engrase llegue con la suficiente presión y limpieza, a los puntos a lubricar. Además, mantienen la circulación del mismo dentro unos límites de fluidez para mejorar la refrigeración de los elementos lubricados.

Los elementos del sistema de engrase son:

- Bomba de engrase
  - Válvula de descarga
  - Sistema de filtrado y depurado de aceite
  - Sistema de refrigeración del aceite
  - Manocontacto
- **Bomba de engrase:** aporta el caudal necesario de aceite por el circuito a una presión determinada. Las más utilizadas son la bomba de engranajes, la bomba de rotores o rodets y bomba de paletas.
- **Válvula de descarga:** la presión del aceite suministrado por la bomba de engrase depende directamente del número de revoluciones del motor. Cuando el aumento de velocidad hace excesiva la presión proporcionada por la bomba, la válvula de descarga lo que hace es descargar al cárter el aceite sobrante y regula su presión. Además, se cierra cuando la presión del aceite suministrado por la bomba sobrepasa un valor determinado y parte del aceite retorna al cárter por un conducto alternativo.

Es posible regular la presión que proporciona la bomba de engrase desde el exterior mediante un tornillo, ajustando la presión del muelle que empuja al émbolo hacia su posición de cierre.

- **Sistema de filtrado del aceite de engrase:** retiene las partículas de carbón y polvo metálico procedente del desgaste de las piezas que el aceite de engrase arrastra durante su acción lubricante. Para ello se intercala en el circuito un filtro para que el aceite llegue limpio a los puntos de engrase.
- A la entrada de la bomba se coloca una malla metálica que retiene las partículas más gruesas. A la salida de la bomba un elemento filtrante, a través del cual se purifica el aceite de engrase. Como elemento filtrante se utiliza una lámina de material textil o plástico poroso denominado papel filtrante, que se dobla en forma de acordeón para que presente mucha superficie al aceite, a cuyo paso opone poca resistencia.

Existen diversos **tipos de filtros**, como el **monoblock** (empleados generalmente en automóviles donde el elemento filtrante y el recipiente forman una sola pieza) o el **filtro con cartucho recambiable** (empleados sobre todo en motores diesel grandes).

- **Sistema de refrigeración del aceite:** Para evitar que el aceite pierda viscosidad debido a las elevadas temperaturas en los motores es necesario refrigerarlo. Se hace por agua (más económico y utilizado) o por aire (más caro y complejo que el anterior, a través de un radiador que se enfría por el aire que entra en marcha o por un ventilador) cuando el aceite retorna al cárter.
- **Manocontacto:** es una membrana que, por presión del aceite, mueve unos contactos metálicos que cierran un circuito eléctrico, el cual enciende o apaga la lámpara de presión de engrase, en el tablero de instrumentos. En algunos vehículos se sustituye (o se complementa) la lámpara indicadora de presión de aceite por un sensor o manómetro que indica la presión del motor de forma constante.



Si la lámpara indicadora no se apaga con el motor en marcha se debe parar el motor para evitar averías graves.

## 2.2. SISTEMA DE REFRIGERACIÓN



### 2.2.1. TIPOS DE REFRIGERACIÓN

Existen dos sistemas principales para refrigerar los motores de gasolina y diesel: por aire o por agua o mixta.

#### a) Refrigeración por aire

Consiste en evacuar directamente el calor del motor a la atmósfera a través del aire que lo rodea. Para mejorar la conductividad térmica (cómo transmite el motor el calor a la atmósfera), los motores se fabrican de aleación ligera y sobre la carcasa exterior disponen de unas aletas que aumentan la superficie radiante de calor. La longitud de dichas aletas es proporcional a la temperatura alcanzada en las diferentes zonas del cilindro. Por lo tanto las aletas de mayor longitud están más próximas a la cámara de combustión.

La refrigeración por aire puede ser: directa o forzada.

- **Refrigeración directa:** se usa en motocicletas, donde el motor está expuesto por completo al aire. Este impacta sobre las aletas durante la marcha del vehículo refrigera el motor. A mayor velocidad del vehículo, mayor eficacia en la refrigeración.
- **Refrigeración forzada:** se usa en vehículos donde el motor está ubicado en el interior de la carrocería, por lo que tiene menor contacto con el aire durante su desplazamiento. Un potente ventilador, accionado por el propio motor, crea una fuerte corriente de aire que se canaliza hacia los cilindros para obtener una refrigeración eficaz incluso en marchas lentas.

**Tabla 27.** Ventajas e inconvenientes de la refrigeración por aire

Ventajas	Inconvenientes
<ul style="list-style-type: none"><li>• Es un sistema sencillo, lo que por lo que elimina posibles averías en los elementos auxiliares de refrigeración y necesita menos mantenimiento.</li><li>• Aligera el motor al eliminar los elementos de refrigeración.</li><li>• Ocupa menos espacio, importante para vehículos pequeños.</li><li>• No depende de fluidos refrigerantes que puedan llegar a hervir o congelarse.</li><li>• Disminuye las pérdidas de calor por refrigeración (18% menor que en la refrigeración por agua), ofreciendo un mayor rendimiento térmico.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Es más ruidoso por el paso del aire por las aletas.</li><li>• La refrigeración es irregular por la variabilidad de la temperatura ambiente. También se calienta más al ralentí o circulando muy lentamente.</li><li>• Tiene un mayor peligro de gripaje.</li><li>• Se reduce la potencia útil del motor en un 6% aproximadamente al dilatarse más el aire aspirado por los cilindros (al estar estos muy calientes) y aspirar por ello menos volumen.</li></ul>

## b) Refrigeración por agua o mixta

Dentro de un circuito en contacto directo con las paredes de las camisas y las cámaras de combustión del motor, el agua absorbe el calor radiado y es transportada hasta un depósito refrigerante, donde se enfría y se devuelve al circuito. Una bomba centrífuga intercalada en el circuito de refrigeración es accionada por el propio motor y activa la circulación del agua en su recorrido con una velocidad proporcional a la marcha del motor.

El agua se mantiene en el circuito a una temperatura de 80°C a 85°C, con una diferencia entre la entrada y la salida de 8°C a 10°C. El sistema de refrigeración del motor se emplea también para la calefacción interna del habitáculo del vehículo.

Dispone también de un ventilador accionado por el propio motor térmico. Este ventilador, además de forzar el paso del aire a través del radiador para obtener una refrigeración más eficaz del agua (sobre todo a marcha lenta), suministra una corriente de aire al motor que refrigera los elementos externos adosados al mismo (alternador, bujías, colectores de escape, etc.).

### 2.2.2. ELEMENTOS DEL CIRCUITO DE REFRIGERACIÓN

Los elementos más relevantes del circuito de refrigeración en un motor son: radiador, bomba centrífuga de agua, válvula reguladora de temperatura (termostato) y ventilador.

- **Radiador:** Se utiliza para enfriar el líquido de refrigeración. El aire que impacta contra la superficie metálica del radiador (fabricada en aleación ligera para facilitar su conductibilidad térmica) refrigera el líquido en su interior.
- **Bomba de agua:** se intercala en el circuito de refrigeración del motor y hace que circule el agua, haciendo que el transporte y evacuación de calor sea más rápido. Funciona sincronizada con el motor, por lo que, a mayor revoluciones del motor, también será mayor la velocidad del agua en el circuito de refrigeración y la evacuación de calor.
- **Termostato:** Para que el motor ofrezca el máximo rendimiento su temperatura interna, tanto en verano como en invierno, debe mantenerse dentro de unos límites establecidos (alrededor de 85°C). El termostato se utiliza para mantener la temperatura de funcionamiento del motor entre esos límites. Está ubicado habitualmente en la boca de salida de la culata del motor, y lo que hace es cerrar la válvula de paso del agua al radiador cuando la temperatura del agua es inferior a la prevista (para que no se enfríe y conserve el calor) hasta que ésta alcanza la temperatura adecuada, momento en que el termostato abre la válvula y permite la circulación hacia el radiador.
- **Ventilador:** Sirve para impulsar el aire a través del radiador, lo que permite lograr una refrigeración más eficaz, aunque con el desplazamiento del vehículo suele ser suficiente para conseguirlo. El ventilador puede ser accionado mediante un motor térmico o mediante un motor eléctrico.

### 2.2.3. CIRCUITO DE REFRIGERACIÓN ABIERTO Y CERRADO

Los cambios de temperatura del motor provocan Los cambios de temperatura en el circuito de refrigeración (sobre todo en el radiador), y es necesario que el sistema se adapte a ellos. Existen dos tipos de circuitos de refrigeración: abiertos y cerrados.

#### a) Circuitos de refrigeración abiertos

Son aquellos en los que el radiador dispone de una válvula de paso en el tapón de llenado que comunica con la atmósfera. Esta válvula permite la evacuación del vapor interno a la atmósfera y el retorno del aire al interior del depósito cuando se produce la condensación. Este sistema tiene el inconveniente de que con la evaporación y la evacuación se pierde líquido en el circuito, con lo que es necesario rellenarlo con frecuencia (sobre todo en verano) para restablecer el volumen del mismo.

#### b) Circuitos de refrigeración cerrados

Es el circuito más utilizado en los vehículos. El radiador no dispone de tapón de llenado, se comunica mediante un tubo con un pequeño depósito auxiliar (con líquido refrigerante) llamado depósito de expansión. En él se licúan los gases procedentes de la evaporación.

### 2.2.4. LÍQUIDOS REFRIGERANTES Y ANTICONGELANTES

El agua se emplea habitualmente como líquido refrigerante, aunque tiene varios inconvenientes, como su efecto oxidante a altas temperaturas, su contenido en sales calcáreas que pueden obstruir las canalizaciones y el radiador o su aumento de volumen por debajo de 0° (con peligro de ruptura de los conductos).

Para solventar estos inconvenientes se utilizan los **anticongelantes** que, mezclados con el agua disminuyen su punto de congelación (entre 5°C y 35°C), aumentan la la temperatura de ebullición del agua (, lo que evita pérdidas en los circuitos que trabajan por encima de los 100°C) y evita Evitar la corrosión de las partes metálicas por las que circula el agua.

El principal aditivo del anticongelante está compuesto por glicerina o alcohol. El producto más utilizado es etilenglicol.

## 2.3. SISTEMA DE ESCAPE

### 2.3.1. FUNCIÓN Y ELEMENTOS DE UN SISTEMA DE ESCAPE



El sistema de escape busca lograr un silenciamiento adecuado del motor y disminuir la emisión de gases contaminantes. Está formado por los siguientes elementos:

- **Tubo de colector:** recoge los gases procedentes del colector de escape del motor. Puede alcanzar temperaturas superiores a los 900°C.
- **Convertidor catalítico o catalizador:** transforma los gases y las sustancias nocivas como el óxido de nitrógeno, el monóxido de carbono y los hidrocarburos, en sustancias no contaminantes e inofensivas, como el nitrógeno, el dióxido de carbono y el vapor de agua.
- **La sonda lambda:** es un control anti-contaminación permanente. Mide la mezcla de aire y combustible y pro-

porciona información a la unidad de control del motor (ECU) para garantizar una combustión eficaz.

- **Silenciador delantero o silencioso intermedio:** reduce el nivel de ruido y garantiza un flujo correcto de gases a través del sistema. Se debe vigilar el estado de todos los tabiques internos.
- **Tubo intermedio:** comunica las cámaras delantera y trasera del silenciador. Debe salvar las transmisiones, los diferenciales, el eje trasero, los tubos de frenos, etc. A lo largo de ella los gases se enfrían y producen condensaciones de líquidos, que pasan al silencioso trasero.
- **Silencioso trasero:** reduce el nivel sonoro del escape. Es sensible a la corrosión en los trayectos cortos en los que el escape no llega a alcanzar su temperatura de trabajo.

### 2.3.2. DETERIORO DE LOS SISTEMAS DE ESCAPE

Es necesario sustituir periódicamente los elementos del sistema de escape que presentan fatiga o deterioro. Un sistema de escape en mal estado aumenta la contaminación ambiental.

La vida media de un catalizador es superior a 80000 km. Cuando un catalizador falla prematuramente puede deberse a envenenamiento por plomo, obstrucción por materias extrañas o rotura por impacto (golpes en las bandas de desaceleración, por piedras o en terrenos desiguales).

El silenciador no tiene una vida útil definida, pero la media está en unos 80000 km en los coches con motor de gasolina y en unos 140000 km en coches con motor diesel. Puede romperse antes por las soldaduras si los elementos de sujeción no están en perfecto estado.



Si el tubo de escape pierde el sonido normal, es el momento de someterlo a revisión. Posiblemente alguna sección del sistema necesite ser cambiada. Si se actúa de inmediato se podrá limitar esa sustitución a una parte; si se espera más tiempo se correrá el riesgo de tener que invertir en la reparación mucho más dinero.

El **Adblue** es un compuesto químico cristalino e incoloro que permite reducir el nivel de emisiones de los vehículos pesados y dar cumplimiento a la Norma Euro 4.

## 2.4. SISTEMA DE TRANSMISIÓN



Es el conjunto de elementos que permite que el giro del motor llegue hasta las ruedas motrices, variando la relación de transmisión entre el cigüeñal (que convierte el movimiento lineal de los émbolos en un movimiento rotativo) y las ruedas en función de las circunstancias del momento (carga transportada y trazado de la calzada).

Si el árbol de transmisión gira más despacio que el cigüeñal se dice que se ha producido una desmultiplicación o reducción; en caso contrario, una multiplicación o súper-marcha.

Los elementos de un sistema de transmisión son el embrague, la tracción, las juntas de transmisión, el diferencial, la caja de cambios y la caja de transferencia.

### 2.4.1. EMBRAGUE

Permite al conductor acoplar y desacoplar el giro del motor de la caja de cambios. Debe transmitir el movimiento de una forma suave y progresiva para evitar tirones. Pueden ser de

fricción, hidráulicos, electromagnéticos, de fricción monodisco de muelles o de disco.

### 2.4.2. TRACCIÓN

Se denomina tracción si las ruedas motrices son las delanteras y propulsión, si son las traseras. Las construcciones más utilizadas son: tracción delantera, tracción trasera, propulsión doble y transmisión integral o total.

- **Tracción delantera:** Suele configurarse como motor delantero y tracción delantera. Las ruedas delanteras son motrices y directrices y no poseen árbol de transmisión. Este sistema se emplea habitualmente en turismos de pequeña y mediana potencia. Su principal ventaja es que las ruedas tractoras se unen a la dirección y se orientan en la dirección del vehículo, por lo que en condiciones normales es más sencillo controlarlos que a los de tracción trasera. El motor puede estar en posición transversal o longitudinal.

**Tabla 28.** Ventajas e inconvenientes de la tracción delantera

Ventajas	Inconvenientes
<ul style="list-style-type: none"><li>• Liberación de espacio constructivo en el capó, que puede hacerse más corto en beneficio del habitáculo (sólo motores transversales).</li><li>• Aumento de espacio en el habitáculo.</li><li>• Reducción de peso del vehículo.</li><li>• Mayor control en curva (subvirador).</li><li>• Mejor control sobre situaciones adversas (lluvia, gravilla).</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• A partir de cierta potencia, con aceleraciones fuertes, el par motor pierde agarre por el reparto momentáneo de pesos.</li><li>• Requiere un mantenimiento más riguroso que los de tracción trasera, debido a que las ruedas delanteras también llevan la dirección.</li></ul>

- **Tracción trasera (propulsión):**

- **Motor delantero y propulsión:** las ruedas motrices son las traseras y dispone de árbol de transmisión. Se emplea en camiones y turismos de grandes potencias.
- **Motor trasero y propulsión:** las ruedas motrices son las traseras y no dispone de árbol de transmisión. Este sistema apenas se emplea en la actualidad.

**Tabla 29.** Ventajas e inconvenientes de la tracción trasera

Ventajas	Inconvenientes
<ul style="list-style-type: none"><li>• Mejor adherencia de las ruedas tractoras en fase de aceleración.</li><li>• Mejor reparto de pesos, con el centro de gravedad lo más cerca posible del centro de las cuatro ruedas.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Mayor coste de construcción.</li><li>• Menos espacio en el habitáculo.</li><li>• Mayor peso.</li><li>• Mayor pérdida de adherencia en curva.</li></ul>

En la tracción trasera el efecto de la fuerza centrífuga hace, que la parte posterior del vehículo se desplace hacia el exterior de la curva, lo que se conoce como **sobrevirar**. En la actualidad, la electrónica permite que los sistemas de control anticipen los desplazamientos y ayuden a mantener la trayectoria. Estos sistemas son habitualmente desconec-

tables y graduables, para favorecer la interacción conductor-automóvil.

La **propulsión trasera con motor delantero** ha sido utilizada habitualmente en la mayoría de automóviles hasta los años 80, aunque sigue vigente en vehículos de alta gama. También se da la **transmisión con motor trasero**, que puede estar en posición transversal o longitudinal. La mayoría de los vehículos de gama alta o los vehículos de competición en circuito poseen tracción trasera o total.

**Tabla 30.** Ventajas e inconvenientes de la configuración motor y tracción trasera

Ventajas	Inconvenientes
<ul style="list-style-type: none"> <li>En el caso de motor central, excelente reparto de pesos del vehículo</li> <li>Reduce los ruidos y el calor del motor de combustión interna</li> <li>Permite adoptar líneas más aerodinámicas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Reducción de la adherencia en las ruedas delanteras en ciertas condiciones</li> <li>Se dificulta la refrigeración del motor</li> <li>Aumenta la tendencia al sobreviraje</li> </ul>

• **Propulsión doble**

- Consiste en colocar dos puentes traseros y motrices para evitar colocar un solo grupo cónico de grandes dimensiones. De esta manera, el esfuerzo a transmitir por cada grupo cónico se reduce a la mitad y se reducen las dimensiones del par-cónico. Se utiliza en camiones de gran tonelaje.
- Transmisión integral o total:** los dos puentes o sólo al trasero. Este sistema se monta frecuentemente en vehículos todoterreno y en camiones de gran tonelaje, sobre todo en los que se dedican a la construcción y obras públicas.

La tracción integral (4x4) es idónea tanto con buen tiempo como en condiciones adversas, aunque resulta especialmente adecuada para entornos con pisos resbaladizos: parajes de montaña, zonas húmedas y lluviosas, asfaltos deslizantes en literales costeros, etc.

**Tabla 31.** Ventajas e inconvenientes de la transmisión integral

Ventajas	Inconvenientes
<ul style="list-style-type: none"> <li>Reparten la potencia entre las cuatro ruedas y transmiten mejor la fuerza del motor al suelo, sobre todo en las aceleraciones y en el trazado de curvas.</li> <li>Ruedan más sujetos al asfalto y suelen tener mayor aplomo.</li> <li>Facilitan al conductor el control del vehículo en situaciones delicadas.</li> <li>Permiten superar situaciones extremas como una rampa nevada o un tramo de tierra embarrado.</li> <li>Se puede variar al instante la distribución de fuerza entre los ejes para compensar desequilibrios y recuperar la trayectoria.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Sobrecoste.</li> <li>Aumento de peso (unos 90 kilos).</li> <li>Rozamientos mecánicos.</li> <li>Incremento del consumo (entre medio y un litro cada 100 kilómetros).</li> <li>Mayor desgaste en los neumáticos.</li> <li>Mantenimiento superior y algo más caro.</li> </ul>

El **Sistema de Regulación del Deslizamiento (ASR)** regula la fuerza que llega a las ruedas y que estas transmiten al suelo, sobre todo al iniciar la marcha o en procesos de aceleración o de tracción bajo carga. Compara la velocidad de giro de las ruedas motrices y, si alguna de ellas gira más deprisa, interpreta que carece de la suficiente adherencia al suelo. En ese caso, bien utilizará el sistema de freno para frenar dicha rueda o bien, regulará el caudal del carburante para reducir la fuerza que le llega del motor.

**2.4.3. JUNTAS DE TRANSMISIÓN**

Las juntas de transmisión se emplean para unir elementos de transmisión y permitir variaciones de longitud y posición:

- Los árboles de transmisión transmiten el movimiento de la caja de velocidades al conjunto par cónico-diferencial.
- Los semiárboles de transmisión (palieres) son los responsables de transmitir el movimiento del grupo cónico-diferencial a las ruedas motrices cuando el sistema carece de árbol de transmisión.

Los árboles de transmisión, salvo rotura (que implica el cambio del conjunto, ya que no es posible repararlo), no suelen sufrir averías. Por desgaste es posible que sea necesario sustituir los cojinetes de la cruceta o la misma cruceta.

**2.4.4. DIFERENCIAL**

El diferencial es el mecanismo que hace que las ruedas del exterior de la curva den más vueltas que las que circulan por el interior. Mantiene constante la suma de las vueltas dadas por ambas ruedas en relación a las vueltas que llevaban antes de entrar en la curva.

Un diferencial autoblocante detecta la rueda que patina, la frenan y mandan el exceso de par a la otra rueda. Nos podemos encontrar con varios tipos:

- Diferencial autoblocante por discos de fricción:** ofrecen un valor de bloqueo entre el 25% y el 75% y evitan que la rueda patine al arrancar o en calzadas con mala adherencia o irregularidades, mejorando la marcha invernal.
- Diferencial viscoso o Ferguson:** se usa en vehículos con tracción a las cuatro ruedas. Este diferencial es el más usado cuando a un vehículo de tracción delantera se le añade la trasera como complemento ante una pérdida de tracción del tren delantero. El problema que presenta es que la tracción a las cuatro ruedas no es permanente y existe cierto retraso desde que uno de los ejes pierde tracción hasta que el acoplador viscoso transmite el par de tracción al otro eje.
- Diferencial Torsen:** reparte la fuerza que procede del motor a cada semieje en función de la resistencia que oponga cada rueda al giro, no de forma proporcional a su velocidad de giro como el resto de diferenciales. En una curva, puede transmitir más par a la rueda que menos gira, en contraposición al resto de diferenciales. Esto permite que la rueda interior en una curva gire menos que la exterior, aunque la exterior reciba menos par. Estos diferenciales actúan en aceleración y retención (frenado), y sus ventajas están sobre todo en mantener siempre la direccionalidad del vehículo, no sufrir desgaste y su alto nivel de confort, aunque tienen un alto coste.

- **Sistema Haldex:** similar al viscoso, no depende de la diferencia de velocidad de giro para controlar el reparto, y genera repartos en función del uso del vehículo cambiándolos sobre la marcha momento mediante una gestión electrónica que contempla las exigencias del conductor.

#### 2.4.5. CAJA DE CAMBIOS

Es la responsable de aumentar, mantener o disminuir la relación de transmisión entre el cigüeñal y las ruedas para aprovechar al máximo la potencia del motor. Pueden tener disposición transversal o longitudinal y delantera o trasera.

Las cajas de cambios pueden ser manuales o automáticas.

- **Cajas de cambios manuales**

Son de dos tipos:

- **De tres ejes:** a través del embrague un eje primario recibe el par del motor y lo transmite a un eje intermedio, que a su vez lo transmite a un eje secundario de salida (coaxial con el eje primario) que acciona el grupo diferencial. Es el más utilizado en los vehículos actuales y su ventaja principal es la reducción del esfuerzo en los piñones.
- **De dos ejes:** un eje primario recibe el par del motor y lo transmite de forma directa a uno secundario de salida, que acciona el grupo diferencial.

En la actualidad el engranaje de las distintas marchas se realiza mediante dispositivos de sincronización (sincronizadores), que igualan la velocidad periférica de los ejes con la velocidad interna de los piñones para lograr un perfecto engrane de la marcha, sin ruido y sin peligro de posibles roturas de dentado.

Los dispositivos de accionamiento de las distintas marchas dependen del tipo de cambio y de la ubicación de la palanca de cambio. La situación de la caja de cambios en el vehículo depende de la ubicación del motor y del tipo de transmisión (delantera o trasera).

- **Cajas de cambio automáticas**

El cambio automático es un sistema de transmisión capaz de seleccionar por sí mismo todas las marchas o relaciones sin la intervención directa del conductor. La velocidad del vehículo y el régimen de giro del motor determinan el cambio de una relación a otra, por lo que son innecesarios el pedal de embrague y la palanca de cambios.

El cambio de relación se produce al pisar el pedal del acelerador, lo que hace que el conductor aprecie un cambio cómodo, sin tirones, que proporciona más confort y aporta más seguridad al permitirle concentrar toda su atención en el tráfico y la conducción.

En los cambios automáticos el control electrónico es la mayor innovación. Ofrece al conductor la posibilidad de elegir entre varios programas de conducción (económico, deportivo, invierno, etc.) e, incluso algunos sistemas de control seleccionan el programa idóneo en función de cada situación concreta de conducción.

#### 2.4.6. CAJA DE TRANSFERENCIA

Su función principal es proveer tracción a dos ruedas (o a las cuatro) a demanda del conductor mediante la palanca de transfer. Presenta dos reducciones:

- Una marcha denominada larga, para circular en ruta, que dispone de mayor velocidad.
- Una marcha denominada corta, para pendientes pronunciadas y condiciones adversas, que proporciona mayor fuerza

Cuenta con tres posiciones que determinan la tracción en función del tipo de conducción necesario: 2H (tracción en las ruedas del eje trasero, conducción normal), 4H (tracción en las cuatro ruedas -4x4-, marcha normal -larga- o directa) y 4L (tracción en las cuatro ruedas (4x4), mayor torque en las ruedas gracias al eje intermedio, que permite enfrentar situaciones difíciles).

#### 2.5. SISTEMA DE FRENADO



Este sistema se emplea para aminorar la velocidad del vehículo e incluso detenerlo a voluntad del conductor, de forma segura y con el mínimo esfuerzo. También debe permitir inmovilizar el vehículo estacionado (freno de estacionamiento o de mano) y contar con un sistema que permita detener el vehículo si se avería parte del circuito.

Para disminuir la velocidad se transforma la energía mecánica en energía calorífica mediante el roce de una parte fija (zapata) con una parte móvil (disco o tambor). La fricción entre estos elementos produce la fuerza necesaria para reducir la velocidad, y convierte la energía del vehículo en energía calorífica que se transmite al aire.

El sistema neumático está formado por tres circuitos:

- **Freno de servicio**, accionado a través del pedal de freno
- **Freno de estacionamiento**, accionado a través de una palanca
- **Freno de emergencia**, accionado cuando no existe presión de aire, que utiliza parte del circuito del freno de servicio y del circuito del freno de estacionamiento.

##### 2.5.1. TIPOS DE FRENOS: DE TAMBOR Y DE DISCO

###### a) Frenos de tambor

El freno de tambor está formado por el tambor (parte móvil unida a la rueda), el plato de freno (parte fija unida a la estructura del vehículo) y las zapatas (formadas por chapas de acero a las que se fijan unos forros de freno o fundas.

Cuando se acciona el pedal de freno, el mecanismo de empuje de las zapatas hace que se abran y giren sobre los pivotes. Los forros de las zapatas entran en contacto con el tambor de freno, lo que disminuye la velocidad de giro del mismo y, con ello, la velocidad de la rueda.

###### b) Frenos de disco

El elemento fijo del freno de disco se denomina pastilla y el elemento que se mueve con la rueda se denomina

disco. Cuando se pisa el pedal del freno la presión hidráulica desplaza los pistones que hace que las pastillas presionen contra el disco y disminuyan su velocidad de giro.

Este tipo de freno disminuye la distancia de frenado y tienen mejor refrigeración, disminuyendo la pérdida de eficacia por imposibilidad de evacuar el calor.

### 2.5.2. SISTEMA DE ACCIONAMIENTO NEUMÁTICO

Se emplea para producir la fuerza que actuará sobre los elementos frenantes mediante aire comprimido. Suministra aire para toda la instalación de freno (y la de suspensión si es neumática). Se compone de:

- **Compresor de aire:** accionado por el motor a través de una correa.
- **Filtro de aire:** depura el aire, procedente de la atmósfera, para que entre en el circuito limpio de impurezas.
- **Calderín secador:** dispositivo de anticongelamiento con evaporador de alcohol o secador de aire, que separa la humedad que contiene el aire para evitar la formación de hielo en los conductos.
- **Válvula de cuatro vías:** es la encargada de distribuir el aire comprimido a cuatro calderines de almacenaje conjunto. Si hay una fuga de aire en un circuito o si falla la fuente de energía esta válvula conserva la presión en el resto.
- **Depósitos:** uno o dos depósitos con capacidad suficiente para suministrar aire a presión a los sistemas asistidos neumáticamente.
- **Válvula de paso (pedal de freno):** accionada por el pedal de freno, deja pasar el aire a presión hasta los cilindros de las ruedas.
- **Válvula de paso (palanca de freno):** accionada por la palanca del freno de estacionamiento, deja salir el aire de los cilindros de freno combinado para que el muelle de recuperación aplique el freno e inmovilice el vehículo.
- **Indicador de baja presión del calderín:** del freno de estacionamiento y del freno remolque.
- **Cilindros:** para el accionamiento de las zapatas o las pastillas de frenos de las ruedas.
- **Válvula de descarga rápida:** elimina automáticamente el aire contenido en los cilindros cuando cesa la acción de frenado.
- **Válvulas de drenaje:** dispuestas en todos los calderines, sirven para retirar el agua que se acumula en el interior de los mismos.

### 2.5.3. SISTEMAS DE MEJORA DE LA EFICACIA DE FRENADO

Existe una serie de elementos que, aplicados al sistema principal de frenos, mejoran su rendimiento y aumentan la seguridad. Estos elementos son: freno de socorro o de seguridad, freno de escape, Retardadores, Freno eléctrico (estos tres funcionan sólo con el motor en marcha, usados para frenar en largas pendientes y sólo sobre las ruedas motrices) y antibloqueo de ruedas.

- **Freno de socorro o de seguridad:** para evitar que se inutilice el sistema si existe una fuga en algún punto del circuito se dota al vehículo de tres circuitos independientes, controlados por la válvula de cuatro vías.
- **Freno de motor en el escape:** limita el caudal de gases hacia el silencioso de escape, lo que frena el vehículo. Se usa en pendientes descendentes.
- **Retardadores:** se colocan a la salida de la caja de velocidades, y es la energía del aceite en circulación es la que confiere al retardador su potencia de frenado. Se accionan mediante una palanca de varias posiciones o mediante la primera posición del pedal de freno (freno previo). Su principal inconveniente es la gran cantidad de calor que genera, por lo que disponen de un sistema especial de refrigeración.
- **Freno eléctrico:** no es un freno de parada, es un freno continuo que se intercala en la transmisión del vehículo y mantiene las revoluciones de la transmisión en un régimen determinado, lo que permite al vehículo circular a la velocidad deseada.
- **ABS:** es un sistema electrónico que regula la presión hidráulica cuando se produce un frenado brusco para corregir la potencia de frenado en cada rueda y evitar el bloqueo y el derrapaje. Reducen ligeramente la distancia de frenado en superficies mojadas o deslizante (no en superficies secas) e incrementan ligeramente la distancia de frenado en superficies de grava o nieve. Facilita el control de la trayectoria del vehículo.



No se debe bombear el pedal de freno. En caso de avería del ABS este queda anulado y el vehículo frenará con el sistema clásico de frenos.

- **ESP (Programa Electrónico de Estabilidad):** mejora activamente el seguimiento de la trayectoria y la dirección por parte del vehículo, utilizando el sistema de frenos o el control del motor.
- **BAS (Asistente de la Frenada de Urgencia):** aumenta la presión de frenado durante la frenada de urgencia para compensar la escasa fuerza que el conductor realiza sobre el pedal de freno. Permite una excelente dosificación de la frenada y acorta la distancia de frenado.
- **EBV (Distribución Electrónica de la Fuerza de Frenado):** regula la frenada entre el eje delantero y el eje trasero en función de la masa que recae sobre cada uno, lo que evita más o menos presión a las ruedas.
- **EBS (Control Electrónico del Sistema de Frenado):** activa en todos los ejes los cilindros del sistema de freno de servicio cuando se acciona el pedal de freno para que reaccionen inmediata, simultánea y uniformemente.

## 2.6. SISTEMA DE SUSPENSIÓN

Se denomina sistema de suspensión al conjunto de elementos elásticos que se interponen entre los órganos suspendidos y no suspendidos. El sistema absorbe las reacciones producidas en las ruedas debidas a las irregularidades del terreno para



aportar comodidad a los ocupantes, estabilidad al vehículo y unión elástica entre la parte no suspendida (ruedas y ejes) y el resto del vehículo. Los elementos del sistema de suspensión deben soportar las cargas a las que son sometidos sin que se produzcan deformaciones permanentes. Además han de impedir que los neumáticos pierdan el contacto con el suelo.

Otros elementos que amortiguan son los neumáticos y los asientos.

### 2.6.1. ELEMENTOS BÁSICOS DEL SISTEMA DE SUSPENSIÓN: MUELLES Y AMORTIGUADORES

#### a) Muelles

Recogen directamente la irregularidad y la absorben en forma de deformación. Tienen excelentes propiedades elásticas pero no absorben bien la energía mecánica, por lo que tienden a deformarse indefinidamente. Esto se traduce en un continuo balanceo (oscilaciones, vibraciones o movimientos vibratorios) del vehículo. Para disminuirlo y que no se transmita a los ocupantes del vehículo se emplean los amortiguadores.

Los muelles que utilizan los camiones y autobuses son ballestas, barras estabilizadoras y barras de torsión.

- **Ballesta:** está formado por una serie de láminas planas de acero de alto coeficiente de elasticidad que tiene propiedades que le confieren una elevada resistencia.
- **Barra estabilizadora:** sirve para garantizar la estabilidad del vehículo cuando, debido a irregularidades del terreno o a curvas, tienda a perderla (por ejemplo, cuando en una curva se sobrecargan las ruedas exteriores y se pueden levantar las interiores). La barra estabilizadora se monta en los dos ejes fijando sus dos extremos a los soportes de la suspensión de las ruedas.
- **Barra de torsión:** Su funcionamiento se basa en la resistencia que ofrece una barra de acero elástico fijada al bastidor por un extremo. Cuando la rueda sube o baja se produce en la barra un esfuerzo de torsión, cuya deformación elástica permite el movimiento de la rueda.

#### b) Amortiguadores

La elasticidad de los muelles hace que tiendan a deformarse indefinidamente en uno y otro sentido alternativamente. Los amortiguadores, son los elementos encargados de absorber estas vibraciones, disminuyendo su amplitud y frecuencia. Para ello, transforman la energía mecánica en calorífica, que es transmitida a un fluido contenido en su interior y, así, impiden que las irregularidades del terreno o las inestabilidades del vehículo se transmitan en su totalidad al chasis.

### 2.6.2. SUSPENSIÓN NEUMÁTICA

Mediante cojines de aire colocados sobre los ejes se sustituye la labor de las ballestas. Estos cojines colaboran con las barras de torsión y los amortiguadores en la estabilidad del

conjunto. Si se desea aumentar o disminuir la altura, basta con conectar los cojines de aire con el sistema de alimentación. Es un sistema adecuado para vehículos con frenos de aire, porque aprovecha la instalación de aire comprimido para el circuito de alimentación del sistema de suspensión neumática. Además, permite adaptar la suspensión a diferentes estados de carga.

### 2.6.3. COMPENSADORES DE NIVEL

Una de las características fundamentales del sistema de suspensión neumática es su capacidad de conservar siempre el mismo nivel de la plataforma, independientemente de la carga y su situación en el vehículo que la transporta. Y es que, cuando aumenta la carga se produce una reacción en la válvula de nivel, mediante la cual se establece un ligero aumento en la presión interna de los muelles neumáticos. Los muelles compensan automáticamente el hundimiento que el incremento de carga produce y recuperan el nivel del vehículo como si estuviera descargado, razón por la cual no se la dea.

## 2.7. SISTEMA DE DIRECCIÓN



Es el conjunto de elementos que orientan las ruedas directrices (normalmente las delanteras) según la trayectoria marcada por el conductor. También se emplea en los camiones rígidos (dos ejes delanteros y ambos directrices) y en los autobuses de más de doce metros (un tercer eje trasero y directriz).

Un mecanismo servoasistido\*, mediante una bomba impulsada por el motor, transmite la fuerza necesaria a un fluido hidráulico o neumático, que disminuye el esfuerzo para orientar las ruedas.

### 2.7.1. ELEMENTOS DEL SISTEMA DE DIRECCIÓN

#### a) Volante y Árbol de la dirección

El volante es el órgano de mando de la dirección. La columna de dirección debe ser ajustable en altura y en profundidad.

#### b) Caja y engranajes de dirección

El engranaje del sistema de dirección es el mecanismo que transforma el movimiento de giro del volante en el movimiento lineal (de izquierda a derecha o viceversa) del brazo de dirección que orienta las ruedas, multiplica el esfuerzo realizado por el conductor y fija la orientación de las ruedas ante de las irregularidades del terreno.

#### c) Palancas y barras de dirección

Transmiten a las ruedas el movimiento obtenido en el engranaje de la dirección, transformándolo en un movimiento simultáneo y conjugado.

### 2.7.2. DIRECCIÓN ASISTIDA

Consiste en acoplar a un sistema de dirección normal un circuito de asistencia. Es un sistema servoasistido, para que el conductor conserve sensibilidad en la dirección.

\* Ver glosario

### 2.7.3. GEOMETRÍA

En la geometría conocida como cotas de dirección se consideran dos factores: geometría de giro y geometría de las ruedas.

#### a) Geometría de giro

Cuando un vehículo toma una curva, la trayectoria que sigue cada una de las ruedas directrices no es la misma, ya que el radio de curvatura no es el mismo para cada una de ellas. Para cumplir esta condición todas las ruedas, en cualquier posición, deben tener el mismo centro de rotación. Esto se logra al inclinar las bielaz.



El giro de un autobús o un camión, debido a su anchura y longitud, hace que la trayectoria que describe cada rueda sea muy distinta. Es importante tenerlo en cuenta en virajes muy cerrados y en curvas de poco radio. Además, debido a los voladizos delantero y trasero, el espacio que necesitan estos vehículos para girar y sus zonas de influencia son muy grandes.

#### b) Geometría de las ruedas

Para que el sistema de dirección funcione correctamente las ruedas directrices deben cumplir una serie de cotas geométricas, tan pequeñas que a simple vista no se advierten, pero que sin embargo, afectan a la estabilidad del vehículo en recta, en curva y durante la frenada. Hablamos del ángulo de salida, ángulo de caída, ángulo de avance o convergencia.

### 2.7.4. EQUILIBRADO DE LAS RUEDAS

La falta de equilibrio puede transmitir las vibraciones de las ruedas al volante de la dirección. Será necesario equilibrar las ruedas porque el centro de gravedad no coincide con el eje de giro. Para hacerlo se colocan entre la llanta y el neumático uno o varios contrapesos, distribuidos por la periferia, que reparten proporcionalmente la masa de la rueda sobre el eje de giro de la misma.



## 2.8. SISTEMA ELÉCTRICO

El sistema eléctrico de un automóvil está formado por una serie de componentes eléctricos, agrupados e interconectados mediante una instalación eléctrica. Los circuitos eléctricos (sistema de iluminación, complementos eléctricos e indicadores de control) transforman la energía eléctrica en otras clases de energía, según las necesidades requeridas.

### 2.8.1. BATERÍA

La batería almacena energía química que, posteriormente, cuando esté en funcionamiento el motor, se transformará en energía eléctrica para entregarla al sistema eléctrico cuando sea necesario. El ciclo vital de una batería es una sucesión de ciclos de carga y descarga de energía. Está compuesta por un recipiente de caucho endurecido, en cuyo interior hay una serie de placas positivas y negativas que forman un vaso (el cual produce 2 voltios), conectando 6 en serie. Cada vaso está lleno de ácido sulfúrico diluido en agua destilada (electrolito) que produce la reacción química con las placas.

Una batería se caracteriza por:

- Voltaje o tensión (V)
- Capacidad (cantidad de energía almacenada en la batería), según sea su tamaño y número de placas (Ah).
- Máxima corriente de descarga en frío (A).

La batería va unida al sistema eléctrico a través de los bornes, denominados polo positivo (energía) y polo negativo (masa). El polo positivo tiene un diámetro mayor que el polo negativo para evitar una conexión indebida.



Por ejemplo, una designación 12V 150Ah 420A quiere decir:  
12V: tensión  
150Ah: capacidad  
420A: corriente de descarga en frío

En los turismos se utilizan baterías de 12v. Para conectar dos baterías en el vehículo y obtener un voltaje mayor (por ejemplo, para vehículos industriales) se procede a unir en serie dos baterías de 12 voltios, consiguiéndose los 24 voltios necesarios. Se conecta el borne negativo de la primera con el positivo de la segunda. El positivo de la primera va conectado al positivo del generador de corriente y el negativo de la segunda a masa, cerrando el circuito. De esta forma se suma la tensión de las baterías.



No conviene conectar baterías con distintos valores de capacidad y tensión.

Para evitar el peligro de cortocircuito y de sufrir lesiones al desmontar una batería primero se debe desconectar el cable de masa (desembornar el polo negativo) y, a continuación, el cable de energía. Para montarla se procede a la inversa: primero se conecta el cable de energía y a continuación el de masa.

### 2.8.2. ALTERNADOR

El alternador es arrastrado en rotación por el motor de combustión y transforma la energía del movimiento en energía eléctrica, que se utiliza para recargar la batería y para alimentar los diversos aparatos eléctricos del vehículo. La tensión eléctrica producida se controla mediante un regulador de tensión conectado al alternador.

### 2.8.3. PUENTE RECTIFICADOR

El puente rectifica la onda completa de todas las fases para obtener a la salida del alternador una corriente continua.

### 2.8.4. REGULADORES

El regulador es un elemento que controla la tensión de la corriente que produce el campo magnético inductor, para mantener estabilizada la tensión en los bornes del alternador. Limita el valor de esta corriente para que no perjudique a ningún aparato eléctrico y pueda ser almacenada.

### 2.8.5. MOTOR DE ARRANQUE

Para que arranque el motor del vehículo es preciso que gire a un régimen mínimo con el que se logre comprimir el aire lo suficiente para, al inyectar el carburante, iniciar el desarrollo del giro del motor. Esta función la cumple el motor de arranque, eléctrico, que recibe energía eléctrica de la batería y la transforma en energía mecánica.

### 2.8.6. RELÉ O SOLENOIDE

Es un elemento de conexión a distancia. El conductor, a través de la llave de contacto, ordena la puesta en marcha del motor y es el relé, que recibe la orden, el que acciona el motor eléctrico de arranque.

### 2.8.7. SISTEMA DE ALUMBRADO

Este sistema proporciona una fuente de iluminación que, independientemente de la iluminación natural de la vía, permite ver y ser visto en condiciones de seguridad. Está formado por varios elementos: lámparas, conductores y elementos de mando y protección.

#### • Lámparas

Las lámparas transforman la energía eléctrica en energía luminosa. Su funcionamiento se basa en la circulación de una corriente eléctrica por un filamento hasta lograr la incandescencia del mismo. La potencia de las lámparas convencionales varía entre 40w y 55w. La de las lámparas halógenas se sitúa alrededor de los 70w. El haz luminoso que emite la lámpara se clasifica, en función de su posición respecto a la parábola, en: convergente, divergente y paralelo.



Por ejemplo, el haz de luz de cruce es convergente y el de la luz de carretera es paralelo.

Otro tipo de lámpara que necesita un faro adaptado es la lámpara de descarga o xenón, que ofrece más del doble de luz pero consume un tercio de energía. Además, su vida útil es más larga y ofrece más seguridad, ya que la luz que emite hace que la calzada tenga más brillo y amplía la iluminación. Sin embargo, tiene dos inconvenientes:

- Los faros deben disponer de un sistema de limpieza, que el conductor debe accionar y mantener en buen estado.
- La lámpara debe ser sustituida por personal especializado, ya que funciona con tensión muy alta.
- **Conductores**  
Lo más destacable en su uso es el código de colores: negro o azul para masa, rojo o amarillo para energía, etc.
- **Elementos de mando y protección**
  - **Interruptores:** Son los elementos que cierran el circuito. Son automáticos o accionados por el conductor. Tienen varias posiciones que combinan distintos servicios.



Por ejemplo, con un solo interruptor de posiciones múltiples pueden controlarse varias luces (corto y largo alcance), y otras disponen de su propio interruptor, así como de otros elementos.

- **Conmutadores o conectores:** Son los elementos que unen la instalación a un receptor, a un interruptor o a cualquier otro componente en el confluyen muchos cables (tablero de instrumentos, caja de relés y fusibles, etc.)
- **Relé de intermitencias:** El relé es un dispositivo electromecánico que funciona como un interruptor controlado por un circuito eléctrico en el que, por medio de una bobina y un electroimán, se accionan uno o varios contactos que permiten abrir o cerrar otro circuito eléctrico independiente.
- Otros elementos que proporcionan comodidad e información al usuario del vehículo son, por ejemplo, el limpiaparabrisas, la climatización, el sistema de audio, el GPS, etc.

## 3. REVISIONES DIARIAS EN EL PARQUE DE BOMBEROS

### 3.1. REVISIONES DE VEHÍCULOS, MATERIAL Y EQUIPOS

La revisión de vehículos, material y equipos, tiene por objeto conocer y comprobar los medios materiales del Servicio para garantizar su perfecto estado de conservación y funcionamiento, así como detectar, registrar e intentar solventar posibles problemáticas o incidencias, en su caso.

Si las condiciones meteorológicas lo permiten, se deberán sacar los vehículos de la nave para su revisión y la de su material operativo. En la revisión de cada vehículo se chequeará: nivel de los depósitos (combustible, y aditivo azul en su caso), luces e intermitentes, sirena, rotativos, emisora, batería, dirección, transmisión, neumáticos, aceite del motor, líquido de frenos y de embrague, agua del limpiaparabrisas y acople de la bomba centrífuga, al menos.

También se revisarán los ERA y el funcionamiento y los niveles de las herramientas establecidas como dotación operativa, así como su adecuada sujeción a la soportería del vehículo, en su caso, y cuantos otros elementos fuera conveniente comprobar.

El reparto de tareas que se programe entre el personal de guardia, debe garantizar en todo caso que quedan revisados los siguientes elementos: (Tabla 32)

Terminada la revisión, la dotación de guardia se reunirá de nuevo para transmitir al mando las actuaciones realizadas y las incidencias se hayan detectado. Aquellas que no puedan resolverse durante la guardia, serán anotadas en el parte de relevo para su registro y traslado. Si fueran incidencias de importancia deben ser comunicadas de inmediato al Jefe de Guardia para su conocimiento y para que se disponga lo que se considere oportuno.

Tabla 32. Ficha de revisión diaria de vehículos del CEIS Guadalajara

Vehículo		Emisora	
	Sistema de carga de batería		Recibe y transmite en canal directo
	Sistema de carga de calderines		Abre canal a repetidor (se escucha eco de repetidor)
	Ausencia de manchas, charcos de pérdida de líquidos		Queda en posición de canal repetidor antes de ser apagada
	Carpeta de repostajes (libro y tarjetas)		
	Nivel de aceite motor		
	Nivel adblue		
	Revisión visual de estado de los neumáticos		
	Nivel líquidos de frenos (Martes)		
	Nivel líquido embrague (Martes)		
	Nivel líquido refrigerante (Jueves)		
	Presión de neumáticos (viernes)		
	Combustible > ¾		
	Vehículo arranca, engrana marcha y se mueve sin errores ni avisos		
	Linternas de "a bordo" en carga		
	Cargador emisoras "a bordo" funciona		
	Navegador GPS recibe señal satélite		
	Navegador GPS carga baterías		
	GPS portátil funciona y tiene pilas de reserva		
	Cámara térmica correcto funcionamiento		
	Cámara térmica baterías cargadas		
	Cámara térmica cargador de batería funciona		
	Luces		
	Rotativos y señales acústicas		
Equipos de respiración		Bomba Contraincendios	
	Abrir y cerrar grifería con pulmo cerrado, presión botella >250 bar		Nivel agua 100 %
	Bodyguard con batería		Toma de fuerza entra correctamente
	Alarma de hombre muerto en bodyguard		Bomba impulsa correctamente en baja
	Con pulmo cerrado y botella cerrada se mantiene la presión en círculo		Bomba impulsa correctamente en alta
	Con pulmo abierto y botella cerrada la descarga lenta activa la alarma de 150 bar.		Válvula de admisión abre y cierra correctamente
	Con pulmo abierto y botella cerrada la descarga lenta activa la alarma de 50 bar. y el síbato de alarma		Sistema ATC y válvulas de carga funciona correctamente
	Atalajes en buen estado y abiertos al máximo (hebillas en final de correa)		Espumógeno. Garrafas llenas y dentro de fecha de caducidad
			Fireco motor 4T: combustible 100 %, nivel de aceite, arranque y funcionamiento
Equipos oleohidráulicos		<b>Si la previsión de temperatura exterior mínima para las próximas 24 hs es inferior -5°C purgar bomba, cerrar válvula admisión y drenar colector de admisión.</b>	
	Bomba: combustible 100 %, nivel de aceite (martes), arranque y funcionamiento.	Equipos auxiliares	
	Nivel aceite hidráulico (jueves)		Motoventilador: combustible 100 %, nivel de aceite (martes), arranque y funcionamiento
	Herramientas: funcionamiento		Generador: combustible 100 %, nivel de aceite (martes), arranque y funcionamiento
	Latiguillos: Funcionamiento		Focos: sistema neumático, control de giro e iluminación
			Motobomba: combustible 100 %, nivel de aceite (martes), arranque y funcionamiento (martes)
			Motorradial: combustible 100 %, nivel de aceite, arranque y funcionamiento
			Motosierra: combustible 100 %, nivel de aceite, arranque y funcionamiento
			Equipos eléctricos de batería (sierra sable, taladro, balizas) tienen carga
			Puesta en carga de equipos eléctricos de batería (lunes)
			Propak: carga espumógeno 100 %
		Brazo	
			Nivel aceite hidráulico (jueves)
			Posicionamiento y estabilización
			Despliegue correcto del brazo primario, secundario, telescópico y giro desde cesta.
			Funcionamiento correcto de panel de mandos en corona
			Válvulas de purga abierta
			Válvulas de alimentación de columna cerrada
			En cesta: válvula monitor abierta y válvula de bifurcación cerrada
			Monitor: giro y cono



### 3.2. NORMAS BÁSICAS DE SEGURIDAD

Durante la revisión, deberán utilizarse todos los EPI y elementos de protección que fueran necesarios (protección auditiva, ocular, arnés, botas de intervención, casco, etc.) para proteger la salud de todo el personal involucrado en la operación, prevenir posibles accidentes y promover el cuidado del material utilizado.

Dentro del equipo de protección personal recomendado para utilizar en este tipo de situaciones destaca:

- Protección de cabeza (casco)
- Protección de manos (guantes)
- Calzado de seguridad
- Ropa de trabajo adecuada al realizar las revisiones, trabajos de mecanizado y trabajos de soldadura.
- Protectores auriculares cuando el nivel de ruido de las máquinas presente riesgos de seguridad.
- Protección para los ojos
- Protección respiratoria

Como parte de las tareas de seguridad, es importante mantener una política de señalización de las zonas de trabajo, los riesgos y las medidas de protección que deben utilizarse para acotarlos o eliminarlos.

### 3.3. LIMPIEZA DEL PARQUE DE BOMBEROS

Diariamente se realizarán las tareas que fueran necesarias relativas al orden y limpieza general de los vehículos, maquinaria e instalaciones, con el fin de asegurar su mejor estado de presentación y conservación, cualquiera que fuera el estado en el que se encuentren.

El mando responsable del parque establecerá y dejará bien definidas las zonas limpia y sucia del parque, no pudiendo acceder a zona limpia con material ni prendas sucias, cualesquiera que fueran éstas. Además, con las periodicidades que se indiquen y sin repercutir en el resto de actividades previstas de la guardia, se programarán, al menos, las siguientes actividades:

- Las herramientas deben mantenerse cuidadas y ordenadas en un lugar adecuado. Un sitio para cada cosa y cada cosa en su sitio.
- La zona de trabajo y las inmediaciones de los vehículos deben mantenerse limpias y libres de obstáculos y manchas de aceite.
- Deben recogerse todos los objetos caídos y desperdigados para evitar posibles tropiezos.
- Las máquinas deben mantenerse en perfecto estado de conservación y limpieza, así como correctamente engrasadas.
- No deben dejarse herramientas u otros objetos sobre las máquinas.
- Se deben eliminar todos los desperdicios, trapos sucios y grasa que puedan arder con facilidad y acumularlos en contenedores adecuados (metálicos y con tapa).

- Las poleas y las correas de transmisión de las máquinas deben estar protegidas por cubiertas.
- Los tableros eléctricos donde se conectan los equipos deben contar con interruptor diferencial y toma de tierra.
- Deben pararse las máquinas antes de realizar cualquier operación de comprobación, medición, ajuste, etc.
- Deben pararse las máquinas antes de retirar una pieza, eliminar las virutas, comprobar medidas, etc.

## 4. MANTENIMIENTOS

El mantenimiento incluye aquellas dos facetas:

- Mantenimiento preventivo, para conseguir continuidad en el funcionamiento del elemento mantenido y minimizar la probabilidad de que se produzca el fallo.
- Mantenimiento correctivo, cuando el mantenimiento preventivo ha fallado y debemos realizar una acción correctora que devuelva el equipo a su adecuado modo de funcionamiento.

El mantenimiento de los vehículos se hace especialmente importante en aquellos elementos que garantizan la seguridad activa o pasiva del mismo. Algunos de los elementos más relevantes en este sentido, son:

- Frenos eficaces.
- Dirección precisa.
- Neumáticos y suspensiones en buen estado.
- Motor con buena capacidad de respuesta.

El adecuado mantenimiento de estos elementos redonda en la seguridad y supone, además, un beneficio económico, ya que evita averías mayores y permite disponer del vehículo sin necesidad de contar con un vehículo de repuesto.

El mantenimiento correctivo busca evitar las averías por el uso, el envejecimiento de las piezas o la degradación de fluidos. Para realizar un mantenimiento adecuado es necesario programar:

- **Revisiones especializadas:** que se realizan en los talleres o concesionarios de los fabricantes o autorizados. La frecuencia para organizar estas revisiones depende, principalmente, de la observancia de los kilómetros o las horas de trabajo del equipo. Estas revisiones incluyen, entre otras cuestiones:
  - Alineación de la dirección.
  - Cambios de filtros y aceites.
  - Pastillas.
  - Zapatas y discos de freno.
- **Revisiones en el parque:** que se realizan por parte de los bomberos usuarios de los vehículos y consisten en realizar comprobaciones periódicas (diarias, semanales, mensuales) coordinadas por el Área de Mantenimiento del Servicio. Como norma general, se trata de revisiones que no requieren grandes conocimientos de mecánica, pero son muy eficaces para detectar posibles anomalías en el funcionamiento de la maquinaria.



CAPÍTULO

8

## Técnicas de conducción

# 1. ERGONOMÍA EN LA CONDUCCIÓN

A continuación se presenta, desde el punto de vista de la prevención de riesgos laborales, algunas cuestiones clave que deben tenerse muy presentes para la conducción de vehículos prioritarios.

## 1.1. ANTES DE INICIAR EL TRAYECTO

- El conductor debe disponer del correspondiente permiso de conducir en vigor. Algunas enfermedades y lesiones son causa suficiente para no renovar el permiso de conducir o para suspenderlo temporalmente.
- Si el conductor utiliza gafas o audífono, debe actualizar regularmente sus correcciones para asegurar en la conducción unos niveles adecuados de visión y audición.
- Si el conductor consume medicamentos (analgésicos, antiinflamatorios, relajantes musculares, etc.), aunque sea ocasionalmente, debe tener presente los posibles efectos secundarios y sus riesgos para la conducción.
- El trabajo de conductor, si se padece alguna enfermedad o deficiencia aguda o crónica, implica la obligación de consultar al Departamento de Salud Laboral (médico de trabajo) la posible influencia de la enfermedad o de su tratamiento en la seguridad vial, por si fuera necesario emitir una nueva aptitud para el puesto de trabajo.
- Se debe utilizar calzado que sujete el pie para evitar deslizamientos que puedan provocar descontrol del embrague, acelerador y/o freno.
- Al conducir, se debe evitar:
  - Flequillos demasiado largos.
  - Gorros/sombreros que cubran parcialmente los ojos.
  - Gafas con monturas que puedan reducir el campo visual.
- Es obligatorio realizar una revisión rutinaria del vehículo. Se debe comprobar el funcionamiento de luces e intermitentes, el estado de los neumáticos y los niveles (aceites, líquido de frenos, etc.).
- Es necesario pasar las revisiones con la periodicidad legal y mantener el vehículo en buen estado.
- El conductor debe asegurarse de que dispone de triángulos de seguridad y chaleco reflectante para su uso en caso de avería.
- Se debe comprobar siempre la disposición y orientación de los espejos retrovisores (tanto los exteriores laterales como el panorámico interior) para mejorar el campo de visión, reducir los giros del cuello y, si fuera necesario, compensar una posible pérdida de audición.
- Se deben mantener una adecuada condición ambiental en el interior del vehículo (temperatura, ruido, etc.) para evitar el cansancio y las posturas inadecuadas.
  - No se debe conducir con temperatura elevada.
  - No se debe conducir con el volumen de la radio/música elevado, ya que dificulta la percepción de los sonidos emitidos, tanto los del propio vehículo como los procedentes del exterior.

- No se debe conducir con música monótona o relajante, ya que favorece la somnolencia.
- Se debe planificar el tiempo y el recorrido a realizar. Permitirá mantener los horarios habituales de descanso, comida y, si es necesario, toma de medicación.
- Es recomendable viajar acompañado.
- Si el conductor trabaja a turnos, debe respetar los horarios destinados a dormir.
- No se debe iniciar un viaje largo sin haber dormido.
- No se deben realizar comidas copiosas ni beber leche caliente si se ha de conducir, ya que aumenta la posibilidad de somnolencia.
- No está permitido repostar con las luces, el teléfono móvil o la radio encendidos.
- La mejor forma de sentarse es lateralmente, y después girar todo el cuerpo.
- El conductor debe ajustar el asiento para adoptar una postura correcta:
  - Un buen apoyo lumbar mantendrá la espalda recta.
  - El reposacabezas debe subirse para cubrir toda la cabeza.
  - Con los brazos estirados la muñeca tocará la parte superior del volante.
  - Los pedales deben poder manejarse manteniendo el talón apoyado.



Imagen 57. Ajuste del asiento del conductor

- Se debe adoptar una postura que no permita la relajación (no sentarse en el borde del asiento y reclinarse hacia atrás).
- Está absolutamente prohibido consumir alcohol o drogas antes o durante la conducción.

## 1.2. DURANTE EL TRAYECTO

- Se deben respetar siempre las señales de tráfico y las indicaciones de los agentes.
- Se debe respetar la distancia de seguridad.
- No está permitido sobrepasar el límite de velocidad.
- Se debe extremar la precaución en cruces, intersecciones e incorporaciones.

- Se deben evitar las maniobras forzadas y los adelantamientos arriesgados e innecesarios.
- Es necesario avisar con antelación suficiente las maniobras.
- Es recomendable conducir por recorridos conocidos y evitar horas punta, trayectos complicados (con mucha intensidad circulatoria, múltiples entradas y salidas, etc.) y condiciones climatológicas adversas (nieve, viento, lluvia, tormentas, etc.)
- El conductor debe adaptar los hábitos de conducción a las condiciones climatológicas.
- El conductor debe extremar las precauciones durante la conducción nocturna. Las horas más peligrosas son entre las 3 y las 6 de la madrugada.
- Si el conductor es deslumbrado debe realizar señales luminosas.
- Si otro vehículo invade su carril, el conductor debe amonorar y avisar luminosa y acústicamente.
- Se debe extremar la vigilancia en los túneles y acceder a ellos sin gafas de sol.
- Es necesario conservar la calma en todo momento. Deben evitarse signos externos estresantes: tocar el claxon, acelerar bruscamente, mirar el reloj, discutir, etc.
- Ante la mínima sensación de sueño el conductor debe detenerse en un lugar adecuado y descansar hasta reponerse.
- Reconocimiento de los síntomas de fatiga:
  - En los ojos: parpadeo constante, pesadez, vista turbia, mala fijación de los ojos en las señales, sombras extrañas, restregarse los ojos continuamente.
  - En los oídos: hipersensibilidad a los ruidos, zumbidos anómalos, fallos en la audición.
  - Otros: presión en la cabeza, sensación de brazos dormidos, imposibilidad de mantener la cabeza recta, sobresaltos injustificados, movimientos constantes en el asiento del coche, pies fríos, cabeza pesada.
- Conductas viales inadecuadas: desviarse ligeramente de la carretera, disminución o aumento injustificado de la velocidad, circular demasiado cerca de otros vehículos, tomar las curvas demasiado pronto o demasiado tarde, pérdida de sensación de velocidad, no cambiar de marcha.
- Los estimulantes naturales (cafeína, teína, etc.) enmascaran la falta de sueño y pueden provocar un peligroso efecto rebote.
- No se deben utilizar nunca equipos que puedan dificultar la percepción de señales o avisos acústicos, o provocar distracciones (auriculares, móvil, etc.).
- No se deben realizar actividades (maquillarse, peinarse, consultar, mapas, etc.) que puedan causar distracciones durante la conducción.
- Se deben utilizar rutinariamente los sistemas de seguridad (reposacabezas, cinturón, casco si utiliza moto/bicicleta, etc.).

### 1.3. CONSEJOS SOBRE SISTEMAS DE SEGURIDAD PASIVOS

- **Airbag**
  - Es un complemento del cinturón y no lo sustituye en ningún caso.
  - No se debe conducir próximo al volante, debe haber más de 30 cm entre el volante y el conductor.
  - No se deben colocar objetos sobre el salpicadero, ya que pueden interferir en el correcto funcionamiento del airbag y ser responsables de lesiones.
- **Asiento y reposacabezas**
  - La distancia entre el reposacabezas y la cabeza debe ser de cuatro a seis cm y nunca sobrepasar los nueve cm.
  - La altura del reposacabezas debe ser tal que su parte media esté a la altura de los ojos del conductor.
  - La inclinación del asiento no debe superar los 25°, para evitar el “efecto submarino”



Imagen 58. Posición del asiento y el reposacabezas

- **Cinturón de seguridad**
  - Mantiene al ocupante en el vehículo y evita la eyeción\*.
  - La banda torácica debe pasar centrada por la clavícula, para repartir la carga a ambos lados del esternón.
  - La banda ventral pasará por debajo de las crestas ilíacas.
  - El uso de los cinturones por el resto de ocupantes es responsabilidad del conductor.

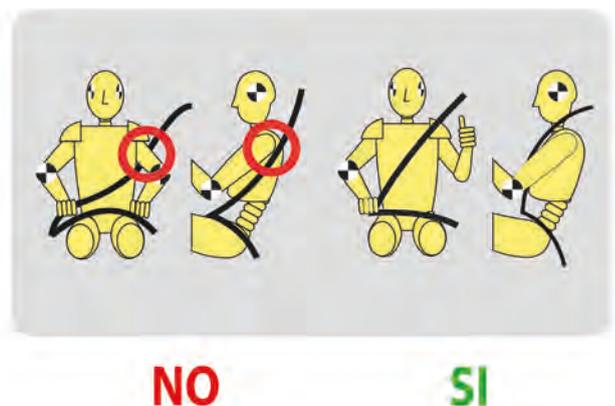


Imagen 59. Posición correcta e incorrecta del cinturón de seguridad

\* Ver glosario

- Consejos específicos para embarazadas
  - Se debe usar siempre el cinturón de seguridad, en cualquiera de los asientos del vehículo. La banda ventral debe pasar lo más bajo posible y la torácica pasará centrada por la clavícula, entre las mamas y lateralmente por el abdomen. Si es necesario, usar un sistema “BeSafe Pregnant”.

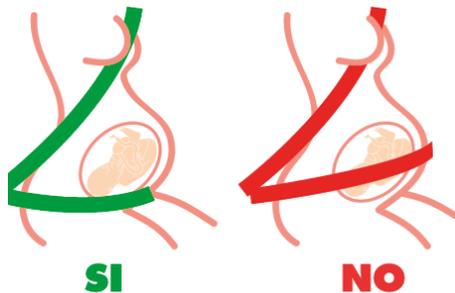


Imagen 60. Colocación del cinturón de seguridad en embarazadas

- Se debe aumentar la distancia con el volante y el salpicadero.
- Se recomienda consultar si la activación del airbag puede suponer un riesgo para el feto y, si es así, proceder a su desactivación.
- Se recomienda consultar al médico sobre el riesgo vial que pueden suponer algunos trastornos asociados al embarazo (diabetes, fatiga, hipertensión, circulación sanguínea, taquicardias, disneas\*, etc.).

## 2. EL TREN DE SALIDA

El personal de guardia debe estar en todo momento preparado para activarse en respuesta a una emergencia que lo requiera. En consecuencia, el mando debe estar enterado y, por ende, el personal notificarle, cualquier circunstancia que implique la no operatividad de algún miembro del personal y/o material (ausencias, etc.). Estas circunstancias deben solventarse articulando los mecanismos que fueran necesarios para garantizar que el operativo de guardia se encuentra disponible.

Cuando se produce la activación de la dotación de guardia, el mando y los bomberos que integran el llamado tren de salida dejarán los trabajos que estén realizando y se dirigirán inmediatamente al lugar que previamente se hubiera establecido según el protocolo de actuación a seguir.

Allí, el mando que corresponda confirmará los vehículos que integran el tren de salida en función del tipo de servicio a realizar y conforme al protocolo o protocolos que se hubieran establecido al efecto. El tren de salida podrá movilizarse hacia el lugar del siniestro en convoy (caravana en la que se adecúa la conducción a la del vehículo más lento), o de forma independiente, pudiendo así aprovechar la capacidad que algunos medios pudieran tener para desplazarse más rápidamente y llegar antes al lugar del siniestro.

Movilizado el personal que corresponda en los vehículos que mejor respuesta podrán dar a la situación acontecida, pondremos especial cuidado en la conducción que se realice hasta el lugar del siniestro.

\* Ver glosario

## 3. CONDUCCIÓN A LA EMERGENCIA

Al atender una llamada de emergencia el objetivo principal del conductor del vehículo de urgencia debe ser llevar a sus ocupantes, rápidamente pero con seguridad, donde su participación se hace necesaria. El conductor no debe tomar como objetivo llegar en el mínimo tiempo posible a cualquier precio. Su preocupación debe ser conducir con la máxima concentración para salvaguardar la integridad de los ocupantes del vehículo y del resto de usuarios de la vía. En ningún momento debe representar un peligro por su forma de conducir.

El conductor, a la hora de afrontar la conducción en una emergencia, deberá valorar:

- Las condiciones climatológicas
- La intensidad del tráfico
- El estado de la calzada
- La urgencia de la llamada
- La visibilidad
- Su capacidad técnica de conducción
- etc.

Cuando todos estos factores lo permitan se circulará más rápido de lo habitual, pero siempre guardando un amplio margen de seguridad. Es imprescindible que el conductor no se sobrevalore y que conduzca a la defensiva; es decir, que desconfíe siempre de las maniobras que puedan realizar los demás.

Las directrices para circular con seguridad y rapidez son un compendio de todas las técnicas de conducción:

- Una correcta posición a los mandos
- Un perfecto manejo del volante
- Una aceleración y una frenada adecuadas en sitio e intensidad
- Un equilibrio rápido y eficaz
- Un trazado exacto

En la conducción a la emergencia se utilizan las rectas para adquirir la máxima velocidad mientras que las curvas se toman a velocidad moderada y constante. Se aumenta la velocidad pisando el acelerador a fondo y se realizan todos los cambios de marcha que sean necesarios.



El objetivo es obtener las máximas prestaciones del vehículo en recta y abordar con precaución y seguridad las curvas.

Para tomar correctamente la curva se deben seguir los siguientes pasos, tal como muestra la ilustración siguiente:

1. Realizar el punto de preparación del trazado en el exterior del carril.
2. Frenar intensamente en línea recta sin mover la dirección y prácticamente bloquear los neumáticos sin llegar a hacerlo. Si se bloquean, aflojar un poco la presión para que se desbloqueen.
3. Seguir frenando, sin mover la dirección, mientras se reduce (si las revoluciones del motor bajan lo suficiente). Se reducirá las veces que sea necesario, pero siempre

sin dejar de frenar. En la última reducción debe soltarse el volante antes que el freno.

4. Después de la última reducción y, antes de llegar a la curva, se sube la mano correspondiente en el aro del volante hacia donde vamos a tomar la curva. Después de haber soltado el embrague, se suelta el freno justo antes del inicio de la curva, ni antes ni después. Este punto, el inicio de la curva, es fijo con independencia de dónde se empiece a frenar.
5. Se realiza el trazado con las manos en las tres menos cuarto y el pie en el acelerador "a punta de gas".
6. Dirigir el vehículo hacia el punto de salida acelerando a fondo.
7. El freno debe soltarse siempre en el inicio de la curva, ni antes ni después.
8. Se debe trazar una velocidad constante con las manos en tres menos cuarto.



Imagen 61. Tomar las curvas de forma correcta

## 4. CONDUCCIÓN 4X4

En este apartado se ofrecen unas nociones básicas de conducción 4x4 que permitan afrontar con decisión y seguridad dificultades fuera del asfalto.

Reglas generales para este tipo de conducción:

- Debe primar la prudencia
- Es necesario, siempre que sea posible, examinar a pie cualquier obstáculo o dificultad del terreno
- Se debe revisar previamente a la salida el estado general del coche
- Ruedas
- Frenos
- Dirección
- Suspensión
- Sistema eléctrico
- Refrigeración
- Niveles de los distintos líquidos del vehículo
- Filtro del aire
- Etc.

### 4.1. CONCEPTOS BÁSICOS

#### 4.1.1. TRACCIÓN PERMANENTE (4x4 SIEMPRE)

Las cuatro ruedas están traccionando en todo momento sobre la transmisión. La tracción permanente ofrece muchas ventajas y más seguridad, pero requiere un diferencial (diferencial central) a la salida de la caja transfer para distribuir el giro del motor entre los dos ejes y permitir que giren las ruedas del eje delantero y trasero de forma independiente.

Algunos vehículos pueden bloquear y desbloquear este diferencial central. Cuando se bloquea, la tracción se reparte a partes iguales entre el eje trasero y el delantero. Es lo adecuado para superficies con poca adherencia (hielo, nieve, barro), en el resto de superficies se recomienda usarlo desbloqueado. La mayor parte de los vehículos deportivos utilitarios (SUV) no incluyen bloqueo del diferencial central ni caja de cambios con reductora, por lo que sus posibilidades en situaciones complicadas (barro, pendientes fuertes, nieve, hielo, etc.) están mermadas.

#### 4.1.2. TRACCIÓN CONECTABLE (4x2 CON CONEXIÓN 4x4)

El giro del motor se transmite al eje trasero del vehículo (4x2), pero el conductor puede conectar la tracción 4x4, en cuyo caso el giro del motor se transmite a los dos ejes y ofrece tracción total.

#### 4.1.3. DIFERENCIAL

El diferencial mejora la estabilidad y la adherencia del vehículo. Para mejorar la estabilidad compensa la diferencia de giro entre las ruedas en las curvas. Para mejorar la adherencia reparte la potencia del motor entre las ruedas de forma proporcional a la adherencia.

Cuando una rueda pierde adherencia se lleva toda la potencia, patina y la otra se queda sin fuerza, por lo que el vehículo no avanza. Para evitarlo se debe lograr que la otra rueda reciba la fuerza necesaria. Cada eje lleva un diferencial que reparte la fuerza de giro entre cada una de las ruedas.

Esta ventaja puede convertirse en un problema en situaciones de pérdida de adherencia de alguna de las ruedas, ya que el diferencial envía la fuerza del motor a la rueda que patina y la que tiene adherencia no girará, por lo que no se saldrá de la dificultad. Esto suele ocurrir en barro o en cruces de ejes.

Para que la rueda que no se mueve reciba fuerza hay dos opciones:

- Conseguir tracción en la rueda que patina (uso de planchas, maderas o piedras)
- Bloquear el diferencial, que se puede hacer de dos formas:
  - Real: puede ser autoblocante o manual y debe desactivarse tras su uso.
  - Simulado: con el freno de mano para bloquear el diferencial trasero, con el freno de servicio para bloquear el diferencial delantero
- El bloqueo funciona directamente sobre el diferencial y deja al eje de tracción uniforme, lo que obliga a girar a las dos ruedas por igual. Conducir con el diferencial bloqueado requiere cierta destreza para evitar averías en la transmisión y accidentes.

#### 4.1.4. REDUCTORA

La misión de la reductora es desmultiplicar las vueltas del motor para obtener desarrollos más lentos pero con mayor fuerza de empuje y menor velocidad, lo que proporciona mayor seguridad. Es el mismo efecto que se obtiene en una bicicleta de montaña al cambiar a un plato más pequeño.

#### 4.1.5. PALANCAS

En función del tipo de tracción del vehículo, las posiciones de las palancas serán diferentes:

##### a) Vehículos con tracción conectable

**Tabla 33.** Posición de la palanca en vehículos con tracción conectable

Posición de la palanca	¿Qué es?	¿Dónde usarla?
2H	Tracción en dos ruedas: trasera o delantera	Carretera y firme en buen estado
4H	Tracción en las cuatro ruedas larga (4x4)	Campo y firme con poca adherencia
N	Neutro, toma de fuerza	Use de accesorios (cablestrante, como tractel, bomba, etc.)
4L	Tracción 4x4 con la reductora	Campo y especial dificultad

##### b) Vehículos con tracción permanente

**Tabla 34.** Posición de la palanca en vehículos con tracción permanente

Posición de la palanca	¿Qué es?	¿Dónde usarla?
H	Tracción en las cuatro ruedas larga (4x4)	Campo y firme con poca adherencia
N	Neutro, toma de fuerza	Use de accesorios (cablestrante, como tractel, bomba, etc.)
L	Tracción 4x4 con la reductora	Campo y especial dificultad
DIF LOCK	Bloqueo del diferencial	Pérdida de adherencia (cruce de ejes, barro, nieve, etc.)

#### 4.1.6. ÁNGULO DE ATAQUE

Ángulo formado por la línea del suelo y la línea que une la parte más saliente del vehículo con el punto de apoyo del neumático delantero. Se debe considerar al afrontar rampas, escalones y desniveles.

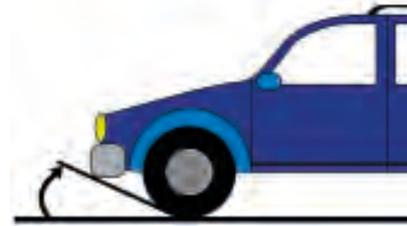


Imagen 62. Ángulo de ataque

#### 4.1.7. ÁNGULO DE SALIDA

Ángulo formado por la línea del suelo y la línea que une la parte trasera del vehículo con la base del neumático. Se debe considerar al afrontar rampas, escalones y desniveles.

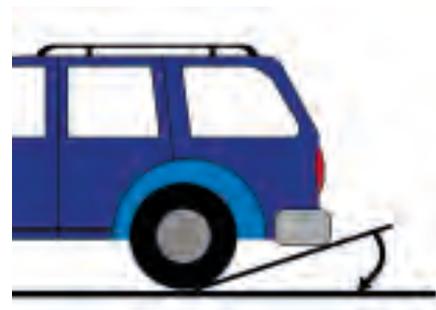


Imagen 63. Ángulo de salida

#### 4.1.8. ÁNGULO VENTRAL

Ángulo formado por las líneas que parten de la base de los neumáticos delantero y trasero y confluyen en el centro de los bajos del vehículo. Con dicho ángulo el coche puede franquear una cresta sin tocar con la parte inferior. Es necesario considerarlo cuando se afrontan montículos y badenes para:

- Evitar que las ruedas queden en el aire
- Evitar que el suelo golpee en los bajos del coche
- Evitar quedar encallado.

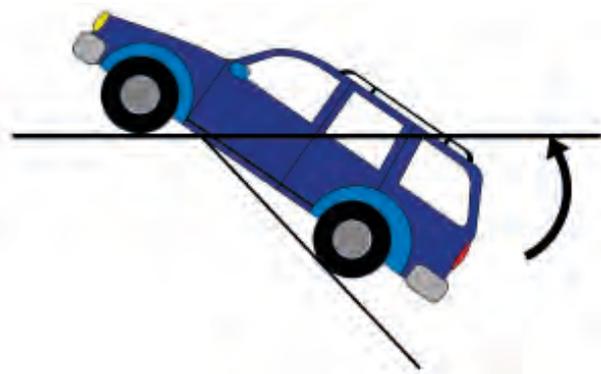


Imagen 64. Ángulo ventral

#### 4.1.9. ALTURA LIBRE

Distancia que existe entre el punto más bajo de la carrocería del vehículo y el suelo. Esta altura viene marcada casi siempre por los diferenciales.

#### 4.1.10. PROFUNDIDAD DE VADEO

Distancia que existe entre la admisión de aire y el suelo. Indica la profundidad máxima para cruzar una zona de agua.

### 4.2. CONDUCCIÓN EN ARENA, BARRO, HIELO Y NIEVE

#### 4.2.1. CONDUCCIÓN EN ARENA

Los suelos arenosos presentan diferentes características debido a los cambios térmicos que tienen lugar durante el día. A primera hora de la mañana, como consecuencia de la humedad de la noche, la arena está más compacta y más consistente. Según avanza el día, el sol calienta la arena, lo que la reblandece y la vuelve más peligrosa.



Imagen 65. Conducción en arena



Es, por lo tanto, recomendable afrontar la arena a primera hora de la mañana.

Si la arena está blanda se recomienda disminuir la presión de neumático (como mínimo 1,5 bar) y evitar las roderas dejadas por otros coches.

Se seleccionará la marcha a utilizar en función de la longitud del tramo de arena que se afronta. En tramos cortos se emplea la 2ª con reductora. En tramos largos se usa la 3ª o la 4ª. Se debe entrar con velocidad y si aun así el vehículo se queda clavado es necesario reducir la marcha. Se debe tener un cuidado especial en las curvas y evitar los acelerones y los giros cerrados o bruscos.

Si el vehículo se queda atascado en la arena no se debe acelerar bruscamente, porque sólo se logrará hundirse más. Para que el vehículo pueda salir se debe, o bien quitar la arena de debajo de las ruedas (con la ayuda de una pala o cualquier otro elemento), o bien colocar unas planchas debajo de las ruedas.

#### 4.2.2. CONDUCCIÓN EN BARRO

En función del tipo de barro al que se enfrente el vehículo se actuará de una u otra forma. Es recomendable realizar un reconocimiento previo a pie para determinar: la profundidad del barro, los obstáculos presentes en el mismo y el tipo de barro de que se trata, ya que la conducción será distinta si el barro es resbaladizo (superficial y arcilloso) o si el barro es atrapador (profundo y viscoso)

- **Barro resbaladizo:** es el más común. Se debe afrontar:
  - Con reductora.
  - Marchas largas.
  - Alto de revoluciones.
  - Con giros suaves de las ruedas para facilitar el agarre lateral.
  - Dosificando la aceleración para coger tracción.

Se recomienda seguir las roderas si la altura del vehículo lo permite, ya que por lo general, los fondos de las roderas suelen estar más duros y permitirán controlar mejor la dirección y la tracción. Si la rodera es profunda es mejor ir por la cresta.

- **Barro atrapador:** se recomienda el uso de cadenas, que ofrecen un excelente resultado en este tipo de barro. Para que las ruedas agarren mejor se debe afrontar el barro:
  - Con reductora.
  - Con marchas cortas.
  - A altas revoluciones.
  - Con giros suaves de la dirección de un lado a otro.



Como reglas generales para afrontar cualquier tipo de barro se recomienda:

- Desinflar los neumáticos hasta la mitad (ayuda a que las ruedas expulsen el barro y aumenta la superficie de contacto).
- Aumentar ligeramente la velocidad.
- Evitar en todo momento los acelerones y los frenazos.
- No avanzar si el vehículo precedente queda parado o bloqueado.
- Retroceder y buscar una vía alternativa si se tienen dudas sobre la viabilidad del recorrido.

Si el vehículo queda atrapado en el barro no se debe acelerar, ya que sólo se lograría que las ruedas patinaran y que las ruedas se hundieran más en el barro. Para salir se recomienda eliminar peso en la medida de lo posible, retirar el barro acumulado y colocar planchas debajo de las ruedas. Si esto no es suficiente será necesario buscar ayuda para remolcar el vehículo.



Imagen 66. Conducción en barro

### 4.2.3. CONDUCCIÓN EN NIEVE

La nieve apenas ofrece adherencia, lo que obliga a conducir con mucha suavidad y exactitud. El conductor no se debe confiar cuando conduzca en nieve. Si es posible se utilizarán las cadenas, ya que mejoran la tracción y la direccionalidad del vehículo.

En la nieve existen obstáculos ocultos (piedras, roderas, zanjas y barrizales), por lo que se deben extremar las precauciones.



En la nieve es fundamental:

- Mantenerse dentro de la pista.
- Conducir sin frenazos ni acelerones.
- Mantener un ritmo constante.
- Mover el volante lo menos posible, sin movimientos bruscos.
- Circular con suavidad.
- Entrar en las curvas a baja velocidad.

El efecto de la nieve en el neumático es muy similar al del barro: debe penetrar en la parte blanda para encontrar una superficie dura debajo. Cuanto más ancho sean los neumáticos menor superficie de contacto con el asfalto tendrán y, por lo tanto, menos adherencia. No se recomienda desinflar los neumáticos, ya que aumenta la superficie de rodadura y los neumáticos no llegan a tocar el asfalto.

Si hay poca nieve, se recomienda seguir las rodadas hechas previamente por otros coches. Si hay mucha nieve, se recomienda evitar las rodadas y circular sobre la nieve sin pisar, además de vigilar que no se acumule nieve en los bajos del vehículo, que podría causar daños graves.

El ascenso de una rampa nevada se realizará:

- Haciendo eses.
- Siempre que sea posible, con cadenas.

El descenso de una rampa nevada se hará:

- En línea recta.
- Con marchas cortas.
- Corrigiendo los deslizamientos laterales con suaves toques de volante y acelerador.
- Circulando por zonas donde no se haya pisado.



Imagen 67. Conducción en nieve

Cuando se abra camino en nieve virgen se utilizará una marcha larga y el motor poco revolucionado. Si el vehículo patina o parece que se detiene, se meterá con rapidez la marcha atrás y se intentará de nuevo con más gas. Se debe estar alerta porque la nieve suele estar acompañada de hielo.

### 4.2.4. CONDUCCIÓN EN HIELO

Las placas de hielo, una de las situaciones más peligrosas y difíciles de resolver al volante, son muy difíciles de detectar. Pueden sorprender a la salida de una curva o tras un cambio de rasante, habitualmente en zonas sombrías. Las heladas suelen producirse a última hora de la noche y a primera hora de la mañana. Se recomienda utilizar cadenas para el hielo.

Al pisar una placa de hielo se debe reducir la velocidad y aumentar la distancia de seguridad con el vehículo precedente. En la medida de lo posible se evitará el interior de las curvas, ya que es donde suele concentrarse el hielo, al no haber rodadas de otros vehículos y estar al resguardo del sol.



Al pisar una placa de hielo se debe:

- Actuar con rapidez, pero con serenidad.
- No frenar bruscamente.
- No provocar violentos movimientos del volante.
- Marcar la trayectoria de forma suave y limpia.
- Llevar engranadas marchas largas que permitan circular entre 1500 rpm y 2500 rpm.
- Pisar con mucha suavidad el pedal del freno.

El ABS es una ayuda ante el hielo. Si en un vehículo equipado con ABS el pedal del freno tiembla al pisarlo se debe apretar con firmeza, pues es señal de que está funcionando correctamente.

Si el coche sobrevira\* se debe girar el volante en sentido contrario. En una curva a derechas lo más normal es que la parte trasera se vaya hacia el exterior de la curva, por lo que se girará el volante hacia la izquierda hasta que el coche se coloque correctamente. Una vez recuperada la trayectoria, se enderezará el volante y se acelerará levemente para recuperar el control.

Si el vehículo subvira\* (es decir, el coche trata de seguir recto en las curvas), lo más sencillo es levantar el pie del acelerador y abrir un poco la dirección para facilitar la recuperación de adherencia. Una vez corregido, se puede volver a dar gas suavemente.

## 4.3. SUBIDA Y BAJADA DE PENDIENTES

### 4.3.1. SUBIDA DE PENDIENTES

El primer paso es reconocer a pie si hay algún obstáculo y comprobar qué hay al otro lado de la rampa. Después se debe verificar si las cotas del vehículo permiten afrontar la rampa y si no existe una vía alternativa de menor dificultad.

Si no hay buena tracción conviene mover ligeramente el volante a derecha e izquierda y soltar un poco el acelerador para facilitar el agarre.

\* Ver glosario



Imagen 68. Subida de pendientes



Tras las comprobaciones se afrontará la rampa:

- Con decisión.
- En 2ª marcha con reductora.
- No se cambiará de marcha.
- No se pisará el embrague para no restar tracción.
- La velocidad del vehículo se mantendrá en función de la inercia.
- Debe afrontarse de frente, evitando en todo momento que el coche se incline.
- No se debe parar.

Si el vehículo se queda a mitad de la rampa (por llevar una marcha demasiado larga o poca velocidad y el coche se queda sin fuerza, o por llevar una marcha demasiado corta y las ruedas patinan) se debe detener y calar el vehículo para que no caiga cuesta abajo y sin control. Para ello se debe:

- Pisar el freno fuerte hasta calar el vehículo (no se debe utilizar ni el embrague ni el freno de mano).
- Meter marcha atrás sin soltar el freno para sujetar vehículo.
- Arrancar con la llave, sin pisar el embrague.
- Soltar el pedal de freno y dejarse caer cuesta abajo mientras se guía en línea recta con el volante y se deja que sea el motor el que frene suavemente durante el descenso.
- Una vez abajo evaluar la situación.
- Si se desea intentarlo de nuevo, se deberá reducir el peso y aumentar la aceleración.

#### 4.3.2. BAJADA DE PENDIENTES

Es muy importante evitar las inclinaciones laterales del vehículo.



Se debe afrontar la bajada:

- Con decisión.
- En 1ª o 2ª con reductora.
- Sin acelerar.
- Dejando caer el vehículo.
- Sin pisar el embrague.
- Bajando frontal a la pendiente.

En caso de pérdida del control del vehículo no se deben dar ni acelerones ni frenazos. Si ocurre por llevar una marcha demasiado larga, y se alcanza mucha velocidad habrá que frenar con extrema suavidad, de forma dosificada en función de la velocidad. Si ocurre por llevar una marcha demasiado corta habrá que acelerar dosificadamente en función de la necesidad.



Imagen 69. Bajada de pendientes

#### 4.4. INCLINACIÓN LATERAL

Afrontar una pendiente lateral es una de las situaciones de mayor peligro debido al riesgo de volcado, sobre todo si el firme es deslizante, tiene piedras sueltas o tiene piedras grandes. Si se pierde el control del vehículo se volcará. A pesar de que la mayoría de los todoterreno tienen unas cotas de inclinación lateral que superan los 40°, no es menos cierto que ante pendientes mucho menores parecerá que se está a punto de volcar.



La situación se afrontará:

- Con decisión.
- Por la parte más baja.
- Intentando mantener un equilibrio relativo.
- En 1º con reductora.
- Sin acelerar.
- Sin pisar el embrague.
- Con una marcha lenta y regular.
- A punta de acelerador, casi al ralenti.
- Manteniendo la trayectoria.



Imagen 70. Conducción en pendiente lateral

Lo recomendable es evitar circular por pendientes laterales fuertes. Si no es posible, es muy importante hacer a pie un reconocimiento previo del terreno. Permitirá comprobar posibles obstáculos, como piedras, baches o árboles. Es importante también repartir adecuadamente el peso o la carga para realizar contrapeso. Se debe cargar más el lado alto del vehículo para evitar que vuelque.

Si existiese peligro de volcar y se pierde el control porque la pendiente es mayor de lo pensado o se coge un bache que hace caer la parte trasera del vehículo lateralmente hacia abajo, la solución es girar las ruedas en sentido de la pendiente y dejar caer al vehículo. Nunca se debe frenar. Se debe torcer hacia abajo si cae la parte trasera, y girar suavemente hacia arriba si cae el morro. No se debe contravolantear\*; al contrario, se debe mover ligeramente la dirección hacia la pendiente hasta que el coche agarre y sea posible seguir avanzando.

Si el paso lateral es corto el vehículo puede asegurarse con eslingas o cuerdas que impidan su desplazamiento lateral pero no condicionen el sentido de la marcha.

## 4.5. VADEO DE RÍOS, ZANJAS Y CRESTAS

### 4.5.1. PASO DE CAUCES DE AGUA

Para realizar un vadeo el primer paso es comprobar las características del cauce:

- Profundidad del agua.
- Fuerza de la corriente.
- Composición del fondo (si es de yodo, barro está lleno de agujeros y piedras, puede atascar el vehículo)



Imagen 71. Paso por cauces de agua

Si existen dudas lo mejor es no realizarlo. El fabricante especifica la altura máxima vadeable de cada vehículo. Se debe evitar la entrada de agua por la admisión del vehículo. Si esto ocurre, el motor se para, y nunca se debe intentar arrancar, ya que el agua que ha entrado en los cilindros rompería el motor. Sólo en caso de disponer de herramientas y conocimientos necesarios habría, que sacar las bujías (en un gasolina) o los inyectores (en un diesel) y una vez que los cilindros tengan escape accionar la llave de arranque. El agua saldrá expulsada por los orificios de las bujías o los inyectores. Una

vez drenada el agua se colocarían de nuevo y se llevaría el vehículo a un taller para un cambio de aceite.

Existen en el mercado unas tomas de aire elevadas, denominadas “snorkel”, que impiden en vadeos profundos que entre agua en el vehículo. Tras un vadeo es necesario comprobar que no ha entrado agua en el vehículo (en los aceites, el motor, el cambio, las transmisiones y el transfer).



Imagen 72. Vadeo de cauce de agua

Como normas y precauciones generales al vadear un cauce de agua:

- El vehículo debe estar al ralentí uno o dos minutos antes de entrar en el cauce con agua para bajar la temperatura del motor y evitar un choque térmico que podría causar una avería grave, especialmente en los vehículos turbo diesel.
- Proteger el sistema eléctrico del vehículo, especialmente en los vehículos de gasolina.
- No entrar con brusquedad al inicio del vadeo.
- Una vez en el cauce no se debe sobrepasar la ola producida al entrar en el agua.
- No decelerar para evitar que entre agua por el tubo de escape.
- No se debe parar en un vadeo, ya que el agua acaba entrando en el interior del vehículo y la corriente escarba debajo de las ruedas y podría atascarlo.
- Al salir es aconsejable secar los frenos, accionándolos varias veces hasta que se confirme su funcionamiento correcto.

### 4.5.2. ZANJAS

Al afrontar las zanjas es esencial tener siempre tres ruedas en contacto con el suelo. Se recomienda comprobar con antelación el tamaño, profundidad y anchura de la zanja. Si es pequeña, una opción sería rellenarla con piedras o cubrirla con una tabla y cruzarla de frente y a punta de acelerador. Si la zanja tiene un tamaño considerable hay que cruzarla con decisión, en 1ª o 2ª con reductora, en diagonal.

Nunca se debe entrar en la zanja con las dos ruedas del mismo eje a la vez, ya que el vehículo podría tocar el suelo con el morro, con la parte trasera o con ambos a la vez. La direc-

\* Ver glosario

ción debe permanecer recta hasta atravesar la zanja. Una vez cruzada con la parte frontal del vehículo se debe prestar atención para no tocar el suelo con la parte trasera.



Imagen 73. Conducción por zanjas

#### 4.5.3. PASO DE CRESTAS

La distancia entre el eje delantero y el trasero de nuestro todoterreno es determinante a la hora de afrontar las crestas.

Se debe ascender con el impulso suficiente para que el coche no se quede enganchado o empanzado en la cima y con las ruedas girando en el aire. Al rebasar la cresta con las ruedas se debe soltar el acelerador. La inercia del vehículo en la subida hará que pase al otro lado. Es normal que el vehículo sufra un pequeño vuelo al pasar la cresta; de lo contrario podría quedar empanzado.



Imagen 74. Paso de crestas





## CONVIENE RECORDAR

- Los Servicios de Extinción de Incendios y Salvamento deben contar con los medios de transporte adecuados para trasladar el personal y el material necesario para el desarrollo de las tareas y funciones que tienen encomendadas.
- La estandarización y normalización de los vehículos de bomberos está regulada por la norma europea EN 1846. Quedan excluidos de esta norma: los vehículos de bomberos destinados al transporte de personal, os vehículos de una masa total en carga no superior a 2 t.; las embarcaciones, aeronaves y trenes; y las ambulancias. Los camiones con equipo elevador, este estándar europeo es aplicable al chasis, cabina y a los equipamientos comunes a todos los vehículos contra incendios. Las plataformas hidráulicas y escaleras giratorias tienen su normativa específica.
- El Reglamento General de Circulación, es de obligado cumplimiento para todos los conductores de vehículos, incluidos los de vehículos de emergencia o prioritarios. Se considera como tales a: "los de policía, extinción de incendios, protección civil y salvamento y de asistencia sanitaria, pública o privada, que circulen en servicio urgente y cuyos conductores adviertan de su presencia mediante la utilización simultánea de la señal luminosa y del aparato emisor de señales acústicas especiales"
- La sirena no proporciona preferencia, simplemente la solicita. No se deberá abusar de su uso para preservar su eficacia. Además, el conductor debe asegurarse de que los demás conductores han percibido la señal para evitar situaciones de peligro.
- Para garantizar la seguridad de los vehículos de altura debemos tener en cuenta algunas cuestiones importantes antes, durante y después de su utilización en una intervención, presentando especial atención a los riesgos derivados de su utilización y las medidas de prevención de dichos riesgos. Lo más importante a la hora de trabajar con estos vehículos es la elección de su emplazamiento.
- Las bombas centrífugas son las empleadas generalmente en los vehículos de bomberos. La presión que transmite la bomba es inversa al caudal que circula por ella. Esto la convierte en idónea para trabajos de extinción ya que permite unos caudales aceptables para unas presiones relativamente elevadas. Es lo que se denomina relación H/Q.
- Entendemos por tiempo el desplazamiento que efectúa el pistón entre el punto muerto superior (PMS) y el punto muerto inferior (PMI), o viceversa. El punto muerto es el extremo de la carrera de un pistón.
- Un motor de explosión de cuatro tiempos es aquel que realiza cuatro carreras para transformar la energía química acumulada en la gasolina en energía mecánica o trabajo. Los motores de dos tiempos realizan un ciclo teórico completo (admisión, compresión, explosión y escape) en solo dos carreras de pistón y una vuelta de cigüeñal. A diferencia de los motores de cuatro tiempos, que giran según el orden del árbol de levas, los motores de dos tiempos son reversibles: giran tanto a izquierdas como a derechas.
- Los motores diesel, al igual que los motores de explosión, son motores térmicos de combustión interna. Para que se pueda alcanzar la temperatura de combustión la relación de compresión de estos motores es superior a la de los motores de explosión. Estos motores no llevan ni carburador (sustituido por un sistema de inyección) ni sistema de encendido (el carburante combustiona por autoinflamación).
- El rozamiento provoca pérdidas de potencia y un deterioro prematuro de las piezas del motor, por lo que es necesario engrasar el motor para reducirlo. Los lubricantes para motores deben satisfacer entre otros los siguientes requisitos: reducir el rozamiento entre piezas, refrigerar el motor, proteger las piezas contra el desgaste y la corrosión y evacuar las impurezas y contaminantes.
- El dibujo o escultura del neumático es muy importante para: la adherencia, la capacidad de frenada, mantener las prestaciones y la seguridad, especialmente en condiciones meteorológicas adversas.
- Existen dos sistemas principales para refrigerar los motores de gasolina y diesel: por aire o por agua o mixta.
- El sistema de escape, persigue dos objetivos: el silenciamiento del motor y la necesidad de disminuir gases contaminantes.
- Cuando el tubo de escape pierde el sonido normal, es el momento de someterlo a revisión. Posiblemente alguna sección del sistema necesite ser cambiada.
- El sistema de transmisión es el conjunto de elementos que permite que el giro del motor llegue hasta las ruedas motrices. Permite variar la relación de transmisión entre el cigüeñal y las ruedas en función de las circunstancias del momento (carga transportada y trazado de la calzada).
- El Sistema de Regulación del Deslizamiento (ASR) regula la fuerza que llega a las ruedas y que estas transmiten al suelo. Este sistema trata de evitar los problemas que surgen al iniciar la marcha o en procesos de aceleración o de tracción bajo carga, cuando



## CONVIENE RECORDAR

las ruedas motrices no son capaces de transmitir al suelo todo el esfuerzo de giro que llega del sistema de transmisión. Para ello utiliza parte del sistema antibloqueo de frenos.

- El sistema de frenado se emplea para aminorar la velocidad del vehículo e incluso detenerlo, a voluntad del conductor, de forma segura y con el mínimo esfuerzo. También debe permitir inmovilizar el vehículo estacionado y contar con un sistema que permita detener el vehículo si se avería parte del circuito.
- Se denomina sistema de suspensión al conjunto de elementos elásticos que se interponen entre los órganos suspendidos y no suspendidos. El sistema absorbe las reacciones producidas en las ruedas debidas a las irregularidades del terreno. Con esta absorción se logra: la comodidad de los ocupantes, la estabilidad del vehículo y la unión entre la parte no suspendida (ruedas y ejes) y el resto del vehículo.
- El sistema de dirección es el conjunto de elementos que orientan las ruedas directrices (normalmente las delanteras) según la trayectoria marcada por el conductor. También se emplea en los camiones rígidos (dos ejes delanteros y ambos directrices) y en los autobuses de más de doce metros (un tercer eje trasero y directriz).
- El sistema eléctrico de un automóvil está formado por una serie de componentes eléctricos, agrupados e interconectados mediante una instalación eléctrica. Estos componentes son: batería; sistema eléctrico de puesta en marcha; sistema de producción de energía eléctrica; y, aparatos eléctricos auxiliares (iluminación y control de los diferentes sistemas para el funcionamiento del motor).
- Se denomina seguridad activa al conjunto de mecanismos destinados a disminuir el riesgo de accidente en un vehículo. Algunos elementos que intervienen en ella son: frenos, dirección, neumáticos, suspensiones y buena capacidad de respuesta del motor. El adecuado mantenimiento de estos elementos redundará en la seguridad y supone, además, un beneficio económico, por ello es importante planificar tanto revisiones especializadas como revisiones en el propio parque de bomberos.
- El personal de guardia debe estar en todo momento para responder a una emergencia. Cuando se produzca el mando y los bomberos que integran el tren de salida, dejarán los trabajos que estén realizando y se dirigirán inmediatamente al lugar que previamente se hubiera establecido según el protocolo de actuación a seguir.
- Al atender una llamada de emergencia el objetivo del conductor es llevar a los ocupantes del vehículo de emergencia, rápidamente pero con seguridad, al lugar

donde sean requeridos. El objetivo no es llegar en el mínimo tiempo posible, sino conducir con la máxima concentración para salvaguardar la seguridad e integridad de los ocupantes del vehículo y de los usuarios de la vía.

- Para la conducción de un vehículo 4x4 se deben respetar unas reglas generales: prudencia, examinar el terreno a pie siempre que sea posible y revisar previamente a la salida el estado general del vehículo.
- Los suelos arenosos presentan diferentes características debido a los cambios térmicos que tienen lugar durante el día. A primera hora de la mañana, la arena está más compacta y más consistente. Según avanza el día, el sol calienta la arena, lo que la reblandece y la vuelve más peligrosa. Por ello es preferible afrontar la conducción por arena en las primeras horas del día.
- En la conducción por barro es recomendable realizar un reconocimiento previo a pie para determinar: la profundidad del barro, los obstáculos presentes en el mismo y el tipo de barro de que se trata, ya que la conducción será distinta si el barro es resbaladizo (superficial y arcilloso) o si el barro es atrapador (profundo y viscoso).
- La nieve apenas ofrece adherencia, lo que obliga a conducir con mucha suavidad y exactitud. El conductor no se debe confiar cuando conduzca en nieve. Si es posible se utilizarán las cadenas, ya que mejoran la tracción y la direccionalidad del vehículo.
- Al pisar una placa de hielo se debe reducir la velocidad y aumentar la distancia de seguridad con el vehículo precedente. En la medida de lo posible se evitará el interior de las curvas, ya que es donde suele concentrarse el hielo, al no haber rodadas de otros vehículos y estar al resguardo del sol.
- La subida de pendientes debe afrontarse: con decisión, en 2ª marcha con reductora, sin cambiar de marcha y sin pisar el embrague, manteniendo la velocidad en función de la inercia, afrontándola de frente para evitar que el coche se incline, no se debe parar. Si la tracción no es buena conviene mover ligeramente el volante a derecha e izquierda y soltar un poco el acelerador para facilitar el agarre.
- La bajada de pendiente se debe afrontar con decisión, en 1ª o 2ª con reductora, sin acelerar, dejando caer el vehículo y sin pisar el embrague.
- Para afrontar una pendiente lateral se observará lo siguiente: con decisión, por la parte más baja, intentando mantener un equilibrio relativo, en 1º con reductora, sin acelerar, sin pisar el embrague, con una marcha lenta y regular, a punta de acelerador, casi al ralenti y manteniendo la trayectoria.