



INTRODUCCIÓN A LA INGENIERÍA  
**AUTOMOTRIZ**

**TINS**

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DEL PERÚ**

Vicerrectorado de Investigación

# **INTRODUCCIÓN A LA INGENIERÍA AUTOMOTRIZ**

TINS Básicos

INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

TEXTOS DE INSTRUCCIÓN BÁSICOS (TINS) / UTP

Lima - Perú

## *Presentación*

La civilización industrial, en tan pocos siglos ha podido generar industrias de altísima tecnología, eslabonadas a técnicas depuradas, engastadas en la plasticidad del arte industrial, en el espacio de avance incontenible de la ciencia.

En la “interface” del siglo XX/XXI se viene sublimando resultados sorprendentes basados en la investigación, desarrollo e innovación tecnológica industrial y “post industrial”; en la conjunción de manejo de variables determinísticas y estocásticas, en la concepción de diseños, uso de nuevos materiales, aplicación de procesos y métodos de manufactura flexibles, el fortalecimiento de la conciencia empresarial, la conservación del medio ambiente, la tonificación de las tecnologías de gestión y el efecto “leverage” cada vez más frecuente de la informática.

Dentro de ellas, la industria automotor que sirvió de combustible a la aceleración del desarrollo industrial, en el siglo pasado, sigue siendo una de las más importantes en el concierto de industrias del presente siglo, en la vorágine de la globalización; facilitado por el avance sostenido de las tecnologías de carácter virtual, las informaciones y las externalidades de los proyectos aeroespaciales.

En el comienzo de los años del siglo XX, se empezó diseñando y produciendo máquinas para hacer máquinas, a la par comenzaron a intentarse diferentes modelos de vehículos en varios países para el servicio de transporte de carga y de pasajeros, usando criterios de sentido común; luego con las técnicas aprendidas en las primeras fabricaciones de estos primeros años vendrían nuevos criterios de diseño, de producción, de gestión; que significativamente fueron nutriendose de los primeros conocimientos de carácter de tecnología que dió lugar a la decantación de nuevos bienes de capital y de servicios y equipo bélico.

En esta pendiente de aprendizaje el mundo entero sufre el impacto doloroso de la Primera Guerra Mundial en la intersección de los primeros espacios de conocimiento de carácter tecnológico. Después de esta conflagración, como producto de la industria de guerra, los vehículos, no sólo automóviles y camiones, sino también buques, aviones y otros, pasaron a rediseñarse siguiendo el criterio tecnológico de “coeficiente de seguridad”; pero con resultados de calidad de productos unificados e intercambiables, posibilitados por el desarrollo acelerado de máquinas para hacer máquinas, administración y organización de empresas, normas nacionales, administración de la producción, administración financiera, etc.

Un nuevo salto tecnológico se habría de producir apenas una década después, como consecuencia de una nueva conflagración de guerra y que condujo a la humanidad a la pérdida de millones de vidas humanas; costo que pagó el hombre, para servirse en las décadas siguientes, de paz, de los adelantos logrados en ciencia,

tecnología, técnica y arte industrial, acuñados en el fragor de la guerra. En la dimensión del costo dramático aludido, la “reconversión industrial”, condujo a la industria comercial a la aplicación de nuevos criterios en los diseños, métodos y procesos de manufactura, planeamiento y control de la producción, logística, mantenimiento, seguridad industrial, control de calidad, etc.

Ciertamente, la industria automotor, naval y aeronáutica fue la impulsora de los adelantos tecnológicos, a lo largo de los años de la segunda mitad del siglo XX; contribuyendo visiblemente al desarrollo de las tecnologías de diseño basados en la “teoría de confiabilidad”, el control estadístico de calidad, la producción en entorno informático, el uso de normas ISO, el enfoque de sistemas, la condensación de la tecnología de gestión, el automatismo, etc.

La velocidad de cambio tecnológico, condujo al desarrollo de nuevas máquinas para hacer máquinas; edificando un conjunto de maquinaria automática, en el espacio de trabajo cibernético, como resultado del espíritu creativo e innovador de los protagonistas, que siguen impulsando la industria automotor a lo largo de la historia. Visibles y contundentes son los cambios desde la invención del primer vehículo en la tendencia de conseguir vehículos inteligentes y “respetuosos” del medio ambiente; en la perspectiva de uso de fuentes de energía alternativa al petróleo; que debe ser reemplazado por el alza sostenida de los precios en el mercado internacional, y el deterioro del medio ambiente (por los desechos altamente contaminantes y su agotamiento en los próximos cuarenta años de las reservas).

En una mirada retrospectiva, se puede observar que la grandeza de la industria automotor, desarrolló una plataforma de avance continuo sobre los hombros de geniales pioneros que hicieron posible el desarrollo tecnológico automotriz: Nathan, profeta del rey David, quien profetizó un siglo AC la aparición de los automóviles, los diseños iniciales de Roger Bacon en 1290 y Leonardo Da Vinci en 1590, los primeros intentos de fabricaciones de William Murdock, Issac Newton y Joseph Cugnot, creador de “El Fardier” que es considerado como el primer automóvil de la historia.

A Roger Bacon se le recordará por su visión, que quedó grabado en lo que escribió: “... llegaremos a poder construir máquinas con las cuales podremos impulsar grandes barcos con mayor velocidad que toda una guarnición de remeros, y con las cuales sólo se necesitará un piloto que gobierne el barco; impulsaremos carruajes con velocidades increíbles, sin que, por medio de alas, nos permitirán volar en el aire, como los pájaros”... En su momento histórico Leonardo Da Vinci plasma un diseño denominado: “Studio per carro automotore”; diseño de cuatro ruedas, con timón y muelles, impulsado por la fuerza de dos personas. No podía faltar la genialidad de Isaac Newton quien esbozó un diseño de lo que podría considerarse un vehículo motorizado, impulsado por la fuerza de un mecanismo a vapor.

Continuando con la vena de estos prototipos hay que recordar a Joseph Cugnot quien en el siglo XVIII, dio el gran salto técnico, al construir un automóvil de vapor, diseñado con fines militares, llamado “Fardier”. En la escalada de avance, una década después James Watt presenta una máquina de vapor, que acoplada a una carrocería y a

un chasis, da lugar a un vehículo de vapor; modelo que desencadena el ingenio de muchos inventores, en la generación de vehículos a vapor.

En 1864, el mundo en la pista de la motorización logra un salto espectacular en el diseño y fabricación de automóviles, cuando Siegfried Marcus, en Austria, construye el primer vehículo con un motor de combustión interna, que da lugar a nuevos inventos que se cristalizan en la construcción de motores de dos tiempos, por el no menos genial Nicolaus August Otto; motor alrededor del cual se funda la Daimler Motor Company (1890) para la fabricación de motores de “dos tiempos” y de “cuatro tiempos”.

Paralelamente en 1892 Rudolf Diesel presenta un motor térmico de combustión interna, en el cual el encendido se produce por la temperatura elevada y la alta compresión del aire en el cilindro del motor; de una manera diferente al motor Otto, en el cual el encendido se produce por la chispa de una bujía. El motor Diesel fue presentado en París en 1900, como el primer motor para “biocombustible”, con el uso de aceites de palma o coco; en extensión polvo de carbón.

En el ascenso de esta técnica aparece en el concierto de constructores Benz & Company en Alemania y Oanhard & Levassor en Francia, Henry Ford en Estados Unidos, Renault en Francia, Opel en Gran Bretaña, Fiat en Italia, General Motor en USA, Porsche y Volkswague en Alemania, Rolles Roice en Inglaterra, Cadillac en USA, Volvo en Suecia. Fabricantes a los que se unen en el siglo pasado, empresas japonesas, coreanas, chinas; y en el presente siglo indies y brasileras; tanto con la tecnología Otto, cuanto con la tecnología Diesel.

En lo atinente a: desarrollo socioeconómico, geopolítica del mundo, conservación del medio ambiente y tratamiento del desarrollo humano; se debe ponderar con especial sentido de progreso el avance de la industria automotriz que viene, generado un efecto catalizador global y determinante en el equilibrio de dominio y poder de las naciones; no hay sector macroeconómico que no esté concatenado con la industria automotriz. No obstante en un acto de “contricción industrial” se deben implementar medidas inmediatas correctivas, como el uso intensivo de la ecotecnología, para salvaguardar la conservación de la vida en la tierra.

La presente Asignatura, está estructurada en capítulos, en relación al sillabus del Curso de Introducción a la Ingeniería Automotriz para alumnos del I ciclo de la Carrera de Ingeniería Automotriz. La compilación ha sido posible gracias al meticoloso trabajo de recopilación de temas de la fuente bibliográfica correspondiente, por el prof. Hugo L. Agüero Alva, y está estructurada en 22 capítulos:

En el Capítulo 1: **Introducción**, se presenta una breve historia del automóvil, la importancia de la ingeniería automotriz en la economía mundial y su relación con el entorno.

En el Capítulo 2: **El Parque Automotriz en el Perú**, se analiza la problemática que origina el actual parque automotriz, como los elevados índices de accidentes vehiculares, contaminación ambiental y sonora y caos vehicular; a través de cinco

## *Índice*

<b>Capítulo 1: Introducción</b> .....	17
1.1 Generalidades .....	17
1.2 Evolución histórica del automóvil .....	17
1.3 Importancia de la ingeniería mecánica automotriz en la economía mundial.....	27
1.4 El vehículo automotriz y su relación con el medio ambiente .....	28
<b>Capítulo 2: El parque automotriz en el Perú</b> .....	31
2.1 El problema del parque automotriz .....	31
2.2 Análisis de los factores intervinientes.....	35
2.3 Conclusiones .....	41
<b>Capítulo 3: Fuentes de energía de uso automotriz</b> .....	43
3.1 Generalidades .....	43
3.2 Fuentes de energía de uso actual.....	44
<b>Capítulo 4: El Vehículo automotriz</b> .....	57
4.1 Definiciones y conceptos generales .....	57
4.2 Clasificación de los vehículos por su tipo y finalidad .....	60
4.3 Fórmula rodante .....	62
4.4 Características técnicas de los vehículos .....	63
4.5 Datos de longitud de vehículos según la CE.....	64
4.6 Masa y peso vehicular.....	64
4.7 Sistemas componentes del vehículo.....	65
<b>Capítulo 5: El motor de combustión interna</b> .....	67
5.1 Generalidades .....	67
5.2 Clasificación de los motores .....	67
5.3 Partes principales del motor básico.....	70
5.4 Términos utilizados para el estudio del motor .....	78
5.5 Ejercicios.....	81
<b>Capítulo 6: Funcionamiento de motores vehiculares</b> .....	83
6.1 Generalidades .....	83
6.2 Factores que influyen en la combustión de motores ECH.....	83
6.3 Motores de 4 tiempos de encendido por chispa. Ciclo Otto .....	84
6.4 Motores de 2 tiempos de encendido por chispa .....	86
6.5 Motor de pistón rotativo (Wankel).....	87
6.6 Motores de encendido por compresión. Ciclo Diesel .....	88

<b>Capítulo 7: Sistema de alimentación en vehículos de ECH .....</b>	<b>91</b>
7.1 Introducción .....	91
7.2 El sistema de alimentación; partes, funcionamiento .....	91
7.3 El carburador; partes, funcionamiento. La carburación .....	95
7.4 La inyección en motores a gasolina .....	99
<b>Capítulo 8: Sistema de alimentación diesel .....</b>	<b>103</b>
8.1 Introducción .....	103
8.2 El sistema de alimentación; partes, funcionamiento .....	104
8.3 La inyección en motores diesel .....	109
8.4 Tipos de inyección en motor diesel .....	110
8.5 Motores turbo alimentados.....	110
8.6 Intercooler .....	112
<b>Capítulo 9: Sistema de lubricación del motor .....</b>	<b>113</b>
9.1 Generalidades .....	113
9.2 El aceite del motor .....	113
9.3 Sistema de lubricación del motor .....	117
9.4 Aspectos a tener en cuenta en el sistema de lubricación.....	121
<b>Capítulo 10: Sistema de refrigeración del motor .....</b>	<b>123</b>
10.1 Generalidades .....	123
10.2 Finalidad del sistema de enfriamiento .....	123
10.3 Sistema de refrigeración por aire .....	124
10.4 Sistema de refrigeración por líquido. Función, componentes, funcionamiento .....	125
10.5 Líquido refrigerante .....	131
10.6 Mantenimiento preventivo del sistema de enfriamiento .....	131
10.7 Averías en el sistema de refrigeración .....	132
<b>Capítulo 11: El sistema de distribución .....</b>	<b>133</b>
11.1 Generalidades .....	133
11.2 Elementos del sistema de distribución .....	133
11.3 Tipos de mandos del árbol de levas .....	134
11.4 Sistemas de válvulas .....	136
11.5 Sincronización del eje de levas con el cigüeñal .....	139
11.6 Tipos de distribución utilizada en motores .....	140

<b>Capítulo 12: El sistema de escape</b> .....	143
12.1 Generalidades.....	143
12.2 Función del sistema de escape.....	143
12.3 Partes componentes.....	144
<b>Capítulo 13: Elementos estructurales del vehículo</b> .....	149
13.1 Evolución del chasis y carrocería.....	149
13.2 El chasis.....	150
13.3 El bastidor.....	152
13.4 La carrocería.....	153
13.5 La pintura automotriz.....	156
<b>Capítulo 14: Sistema de transmisión de potencia</b> .....	159
14.1 Finalidad.....	159
14.2 Elementos componentes.....	159
14.3 Árbol de transmisión.....	161
14.4 Junta cardan.....	162
14.5 Árboles con juntas elásticas.....	162
14.6 El palier o semieje.....	162
14.7 El diferencial.....	163
<b>Capítulo 15. El embrague</b> .....	165
15.1 Misión del embrague.....	165
15.2 Funciones.....	165
15.3 Características.....	166
15.4 Principio de funcionamiento.....	166
15.5 Ubicación del embrague.....	167
15.6 Tipos de embrague.....	167
15.7 Elementos componentes.....	169
15.8 Funcionamiento.....	172
15.9 Embrague hidráulico.....	173
<b>Capítulo 16: La caja de velocidades</b> .....	175
16.1 Conceptos fundamentales.....	175
16.2 Elasticidad de un motor.....	179
16.3 Caja de una velocidad.....	181
16.4 ¿Qué es la caja de velocidades?.....	181
16.5 Elementos componentes y descripción.....	182
16.6 Funcionamiento de una caja de 4 velocidades.....	183
16.7 Tipos de cajas de velocidades.....	186

<b>Capítulo 17: Sistema de dirección</b> .....	191
17.1 Generalidades .....	191
17.2 Cualidades del sistema de dirección .....	191
17.3 Elementos componentes de la dirección .....	192
17.4 Dirección asistida .....	195
17.5 Geometría de la dirección .....	196
17.6 Alineamiento de la dirección .....	198
<b>Capítulo 18: La suspensión</b> .....	203
18.1 Generalidades .....	203
18.2 Funciones de la suspensión .....	204
18.3 Finalidad de la suspensión .....	204
18.4 Cualidades de la suspensión.....	204
18.5 Elementos de la suspensión.....	204
18.6 Tipos de sistemas de suspensión .....	207
<b>Capítulo 19: Las ruedas</b> .....	213
19.1 Generalidades.....	213
19.2 Misión de las ruedas .....	213
19.3 El aro o llanta .....	213
19.4 El neumático .....	215
19.5 Presión de inflado de neumáticos.....	219
19.6 Rotación de ruedas .....	221
19.7 Balanceo de ruedas.....	221
19.8 Influencia de los neumáticos en la dirección .....	222
<b>Capítulo 20: Sistema de frenos</b> .....	225
20.1 Generalidades.....	225
20.2 ¿Qué es el frenado? .....	225
20.3 Transferencia del peso durante la frenada.....	226
20.4 Formas de frenado.....	227
20.5 Fuerzas de frenado .....	227
20.6 Distancia de frenado.....	228
20.7 Componentes del sistema de frenado.....	230
20.8 Tipos de frenos.....	231
20.9 Sistema de mando de los frenos .....	235
20.10 Líquido de frenos .....	236
<b>Capítulo 21: Elementos de seguridad del vehículo</b> .....	237
21.1 Generalidades.....	237
21.2 Carrocerías aplastables.....	237
21.3 Airbag.....	239
21.4 Barras laterales .....	239

21.5	Repozacabezas .....	240
21.6	Columna de dirección colapsable .....	241
21.7	Pedal de freno retráctil .....	241
21.8	Capot móvil.....	242
<b>Capítulo 22: Innovaciones tecnológicas en el campo automotriz .....</b>		<b>245</b>
22.1	Generalidades.....	245
22.2	Principales innovaciones tecnológicas.....	246
<b>ANEXO 01: Definiciones.....</b>		<b>261</b>
<b>ANEXO 02: Definiciones y categorías de los vehículos .....</b>		<b>269</b>
<b>Bibliografía .....</b>		<b>283</b>



## *Distribución Temática*

<b>Clase N°</b>	<b>Tema</b>	<b>Semana</b>	<b>Horas</b>
<b>1</b>	Introducción Breve historia del automóvil. Importancia de la ingeniería automotriz en la economía mundial. El automóvil y su relación con el entorno.	<b>1</b>	<b>03</b>
<b>2</b>	El parque automotriz en el Perú Antigüedad, tamaño, importación de vehículos nuevos y usados. Indices de accidentes de tránsito y contaminación ambiental en el Perú. Normas y actividades de control de parte del Estado.	<b>2</b>	<b>03</b>
<b>3</b>	Fuentes de energías de uso automotriz Fuentes de energía de uso actual. El diesel. La gasolina. GNV y GLP. Características y propiedades.	<b>3</b>	<b>03</b>
<b>4</b>	EL vehículo automotriz Definiciones y conceptos generales. Clasificación de los vehículos por su tipo y finalidad. Fórmula rodante. Sistemas componentes de un vehículo. Características técnicas de los vehículos (Interpretación de fichas técnicas de los vehículos). Primera Práctica Calificada.	<b>4</b>	<b>03</b>
<b>5</b>	Proyecto Entrega de temas y explicación del desarrollo del proyecto.	<b>5</b>	<b>03</b>
<b>6</b>	El motor de combustión interna Generalidades. Clasificación de los motores. Partes principales del motor. Términos utilizados para el estudio del motor. Cálculos. Motores de 4 tiempos de encendido por chispa. Ciclo Otto. Motores diesel, ciclo Diesel. Motores de 2 tiempos de encendido por chispa. Motores rotativos Wankel.	<b>6</b>	<b>03</b>

<b>Clase N°</b>	<b>Tema</b>	<b>Semana</b>	<b>Horas</b>
<b>7</b>	Sistema de alimentación en motores de combustión interna. Finalidad. Componentes y funcionamiento. Alimentación en motores de ECH. El carburador, partes, tipos, funcionamiento. La inyección en motores a gasolina. Alimentación en motores de EC. Motor de inyección directa. Misión, componentes, circuito de alimentación. Motor con inyección con control electrónico. Motores sobre alimentados.	<b>7</b>	<b>03</b>
<b>8</b>	Sistemas asociados al motor Sistema de lubricación del motor Generalidades. Finalidad, elementos, componentes, tipos, funcionamiento. El aceite de motor. Sistema de refrigeración. Generalidades. Finalidad, componentes, tipos de accionamiento de válvulas, funcionamiento. Sistema de admisión y escape. Generalidades. Finalidad, componentes, funcionamiento. Segunda Práctica Calificada	<b>8</b>	<b>03</b>
<b>9</b>	Visita a un centro automotriz.	<b>9</b>	<b>03</b>
<b>10</b>	<b>EXAMEN PARCIAL</b>	<b>10</b>	<b>02</b>
<b>11</b>	Elementos estructurales del chasis del vehículo. Conjunto bastidor: largueros, travesaños. Carrocería de automóviles: portantes y autoportantes. Carrocerías de camiones, omnibuses y otros tipos de vehículos.	<b>11</b>	<b>03</b>

Clase N°	Tema	Semana	Horas
12	<p>Sistema de transmisión del vehículo Generalidades. Misión, componentes, funcionamiento. Tracción delantera. Tracción posterior. Arbol de transmisión, diferencial, cardán, palier.</p> <p>El embrague. Misión, componentes. Embrague de mando mecánico, embrague de mando hidráulico. Caja de cambios. Generalidades. Descripción y funcionamiento de una caja de cambios. Caja de cambios mecánica. Caja de cambios automática. Cálculos de velocidades a distintas relaciones de transmisión.</p>	12	03
13	<p>Sistema de dirección. Generalidades, componentes y funcionamiento. Dirección asistida, geometría de la dirección, radio de giro, cotas de reglaje de la dirección sobre los neumáticos. Cálculos sobre radios y ángulos de giro.</p> <p>Sistemas de frenos. Generalidades, finalidad, componentes. Tipos de frenos. Sistema de mando de los frenos. Líquidos de frenos. Cálculos sobre distancia de frenado.</p> <p>Tercera Práctica de frenado.</p>	13	03
14	<p>Sistema de suspensión. Generalidades. Finalidad, elementos de la suspensión. Tipos de sistemas de suspensión.</p> <p>Ruedas y neumáticos. Generalidades. Clases de llantas, Nomenclatura. Neumático, tipos, constitución, propiedades,</p>	14	03
15	<p>Elementos de seguridad del vehículo. Generalidades. Carrocerías aplastables. Airbag. Barras laterales. Cinturón de seguridad. Reposacabezas. Columna de dirección colapsable. Pedal de freno retráctil. Capot móvil.</p>	15	03
16	<p>Innovaciones tecnológicas. Generalidades. Carrocerías de policarbonato. Suspensión inteligente. Control de estabilidad electrónico. Sistema de iluminación inteligente. ABS. EDC. Mandos remotos de la radio en el timón. Sistema de navegación.</p>	16	03

<b>Clase N°</b>	<b>Tema</b>	<b>Semana</b>	<b>Horas</b>
<b>17</b>	Sustentación del proyecto Cuarta Práctica Calificada	<b>17</b>	<b>03</b>
<b>18</b>	Sustentación del proyecto Quinta Práctica Calificada	<b>18</b>	<b>03</b>
<b>19</b>	<b>EXAMEN FINAL</b>	<b>19</b>	<b>02</b>

## Capítulo 1

# Introducción

*“los carros asolarán los caminos, se desafiarán unos a otros, brillarán como antorchas y correrán como relámpagos”.*

Nathan, profeta de la corte del Rey David, (Siglo I AC)

### 1.1 Generalidades

Automóvil, es cualquier vehículo mecánico autopulsado diseñado para ser usado en carreteras.

Se puede decir que el término se utiliza en un sentido más restringido para referirse a un vehículo de ese tipo con cuatro ruedas y pensado para transportar menos de ocho personas.

Los vehículos para un mayor número de pasajeros se denominan *autobuses o autocares*, y los dedicados al transporte de mercancías se conocen como camiones.

El término vehículo automotor engloba todos los anteriores, así como ciertos vehículos especializados de uso industrial y militar.

Los motores más utilizados son los de *combustión interna* o de *explosión*. *Se dice así* porque en su interior se quema o hace explotar el *combustible*.

La *energía química* almacenada en el combustible se aprovecha directamente, transformándola en energía mecánica, sin modificaciones intermedias como ocurre en las máquinas de vapor.

### 1.2 Evolución histórica del automóvil

En 1920, **Roger Bacon**, predijo que: *“Será posible un día construir carros que arrancarán y seguirán en movimiento sin el empleo de la fuerza humana ni de la tracción de un caballo o de cualquier otro animal”.*

Trescientos años más tarde *Leonardo da Vinci* revivió la idea, específicamente para un vehículo militar, análogo al tanque moderno.

Tanto para Bacon como para Da Vinci esas ideas deben haber sido simples suposiciones, porque en ambas épocas no se conocía ninguna fuente de energía para impulsar vehículos.



“Llegó el automóvil”. Ilustración del artista francés Leandré (1862 – 1934)  
Fuente: EL AUTOMOVIL de Tomás Unger

El intento de obtener una fuerza motriz que sustituyera a los caballos se remonta al siglo XVII. El vapor parecía el sistema más prometedor, pero sólo se logró un cierto éxito a finales del siglo XVIII.

A fines del siglo 18, la Revolución Industrial reemplazó la fuerza muscular del hombre y de las bestias de tiro por el vapor. A principios del siglo 19 se fabricaron las primeras locomotoras, grandes calderas que rodaban sobre rieles. Aquí el elemento clave fue la invención de la biela por James Watt, que convierte el movimiento lineal en movimiento circular.

El vehículo autopropulsado más antiguo que se conserva, un tractor de artillería de tres ruedas construido por el ingeniero francés Joseph Cugnot en 1771, era muy interesante, pero de utilidad limitada.



El vehículo de *Cugnot* denominado “*El Fardier*” era un triciclo de unas 4,5 toneladas, motor bicilíndrico de 50,000 cc (304 mm de diámetro x 356 mm de carrera), con ruedas de madera y llantas de hierro, cuyo motor estaba montado sobre el eje de las ruedas de un carro para transportar cañones.

Fuente: PININFARINA

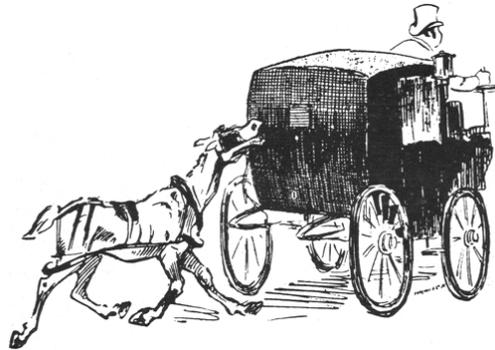
Su prototipo se estrelló y una segunda máquina quedó destruida en 1771, pero la idea sería retomada y desarrollada en Inglaterra en los años siguientes.

Vehículo (Figura de la izquierda) concebido por el italiano Clemente Masserano en 1879, daba la idea de reducir los caballos a un ambiente para que al moverse accionen una faja transportadora y por mecanismos complicados hacía mover la rueda posterior.

Fuente: PININFARINA



A finales del siglo XIX, los automóviles comenzaron a cambiar y evolucionar en respuesta a los deseos de los consumidores, las condiciones económicas y las nuevas tecnologías. Pero había gran cantidad de escépticos, especialmente los conservadores, que no confiaban para nada en este tipo de vehículo.



Blanchet – Magon ironiza en este dibujo la desconfianza del público ante los primeros automóviles. Un viejo caballo de tiro sigue al automóvil para arrastrarlo si se descompone el motor.

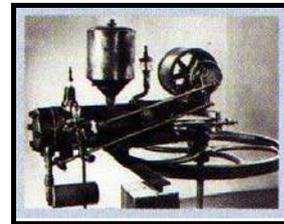
Fuente: PININFARINA

En 1844, en EEUU, Charles Goodyear patentó la vulcanización del caucho, que hizo posible la fabricación de neumáticos para el automóvil.

En 1856 en Inglaterra, Henry Bessemer desarrolló el proceso de fabricar acero industrialmente.

En 1859 en EEUU el coronel Edwin Drake perforó el primer pozo de petróleo en Pennsylvania.

En 1876 el alemán Nicolás Otto patentó su motor de combustión interna de 4 tiempos a bencina, un derivado ligero del petróleo.



Fuente: PININFARINA



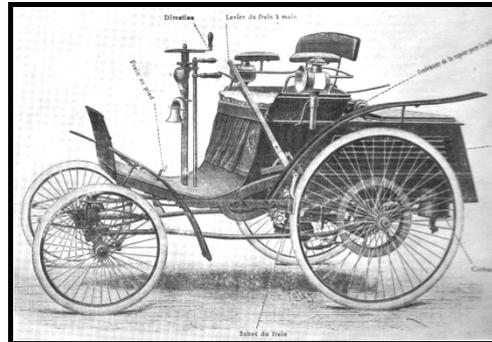
En 1883 el alemán Karl Benz fabricó el primer triciclo motorizado el “*Patentwagen*”, para lo cual empleo un motor Otto de 4 tiempos.

Para muchos autores este vehículo es considerado como el “*Primer automóvil de la historia*”.

Fuente: PININFARINA

El “Victoria” fue el primer vehículo de 4 ruedas construido por Benz en 1883. Su diseño fue tan perfecto que se siguió construyendo hasta 1898.

Fuente: PININFARINA



En 1888 el escocés John B. Dunlop presentó el primer neumático moderno, compuesto de un anillo de jebes inflado colocado a presión sobre un aro de metal. La fabricación industrial de los neumáticos se desarrolló en Irlanda en 1890.

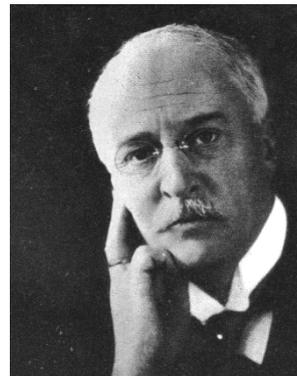


En 1888 se construyó un vehículo eléctrico en Londres por orden del sultán de Constantinopla. La energía era suministrada por una batería de 24 acumuladores, ubicados en la parte central, que le conferían una autonomía de marcha de 5 horas y una velocidad de 20 kmh.

Fuente: PININFARINA

En 1893 el francés Rudolf Diesel presentó el primer motor diesel de alta compresión (5 y 8 veces mayor que la de los motores gasolineros contemporáneos).

Fuente: PININFARINA





Prototipo del motor diesel.

Fuente: PININFARINA

Los primeros vehículos eran como los carruajes de la época con el motor situado en los bajos, porque ese era el estilo al que estaba acostumbrada la gente.

Los antecesores directos del automóvil de gasolina de nuestra época fueron los construidos en Alemania en 1886 por Gottlieb Daimler y en 1887 por Karl Benz. Lo esencial es que el trabajo de ambos inició el desarrollo continuo del vehículo de motor.

El motor moderno de gas, de explosión o de combustión interna fue inventando en 1860 y llegó a ser una posibilidad comercial en 1868 gracias a los trabajos del alemán *Nicolás Otto*. Por este tiempo aparece otra fuente de energía “el motor eléctrico”.

El impulso que necesitó el automóvil para su completo desarrollo fueron las primeras carreras que se efectuaron principalmente en Francia como la “Paris - Bordeaux-Paris” de 1895, primera de una serie de muchas más, esto dio por resultado que esta industria se desarrollara primeramente en Francia, donde *René Panhard* y *Emile Levassor* lanzan a la venta un vehículo reconocido como el primer automóvil con motor delantero que se convertirá en el esquema tradicional del diseño automotriz.



Primer automóvil con neumáticos, que fue la gran atracción en la carrera París-Burdeos-Paris.

Fuente: PININFARINA

En 1895 los industriales franceses Edouard y André Michelin fabricaron neumáticos para la carrera París- Bourdeos. Michelin introdujo avances fundamentales:

- . Primer neumático desmontable para bicicleta;
- . Conjunto aro – neumático removible;
- . Primer neumático radial introducido después de la SGM (1946).



Primer logotipo de los neumáticos Michelin denominado “Bibendum”

Fuente: PININFARINA

Muchos fabricantes aparecen *De Dion, Renault, Duryea, Peugeot, Olds, Winton, Porsche,* y **1908 cuando Henry Ford** saca al mercado su modelo **T**, un automóvil que se fabrica en serie ininterrumpidamente durante casi 19 años, y aunque la producción en serie ya había sido utilizada en menor escala es en este modelo que logra su perfeccionamiento.

En 1908 en los EEUU, Henry Leland, creador de las marcas Cadillac y Lincoln, demostró la intercambiabilidad de piezas, creando de alguna manera una revolución en la industria automotriz.

Otra gran revolución introducida por Ford en 1913, fue “la cadena de montaje”, que logra mejorar la producción y abaratar costos y alcanzar la cifra de 15, 007,033 ejemplares vendidos.

Al inicio, para montar totalmente un automóvil se necesitaban más de 12 horas, ya que la cadena fue perfeccionada, el tiempo se redujo a 1 hora 30 minutos aproximadamente, con aumento de productividad y optimización de las instalaciones.

Hacia 1910, ya se puso el motor en la parte delantera, que le dio al auto una personalidad propia. Conforme fue aumentando la demanda, se hicieron más estilizados.

En las décadas de 1920 y 1930 aparecieron coches de lujo diseñados por encargo del cliente que se llamaron autos clásicos.

En lo que respecta a motocicletas, en 1903, **William S. Harley**, y su amigo **Arthur Davidson** fundaron la marca de motocicletas que llevaría sus nombres. Utilizando sus propios diseños y el patio trasero de la familia Davidson como taller construyeron su primer modelo de competición, que hizo su primera aparición en septiembre de 1904.



Motocicleta fabricada por Harley Davidson en 1909 modelo 5-D  
VTwin 7/03



Motocicleta Harley Davidson JDH  
Twin Cam 14/03, fabricada en 1928

En lo que respecta al transporte de carga, la preocupación de los grandes inventores como Eugenio Barsanti, Nicolás Joseph Cugnot, Isaac Newton o Amedee Bollee, seguidos de Daimler, Otto, Diesel, Lenoir, fue buscar una alternativa de los carruajes y de las locomotoras a vapor que tenían mucha vigencia en aquellos momentos.



Camión Scania Vabis con tráiler. Año 1917.  
Fuente: R&T CAMIONES No 36

Durante la década de 1920 los viajes en automóvil a grandes distancias se consideraban cada vez menos como una aventura excitante y cada vez más como un método aceptado y normal de viajar, aunque todavía había serios obstáculos.



Ford A Station Wagon fabricado en 1929.  
Motor 4 en línea, 40 HP a 220 RPM.  
Velocidad máxima: 100km/h

Durante la década de 1920 los viajes en automóvil a grandes distancias se consideraban cada vez menos como una aventura excitante y cada vez mas como un método aceptado y normal de viajar, aunque todavía había serios obstáculos.

La preocupación por el transporte masivo de pasajeros tuvo su respuesta con la invención de los autobuses.



Carro a vapor construido por Serpollet en París en 1893.

Velocidad: 14 km/h

Consumo: 2.5 kg de carbón/km

Peso: 4,300 kg

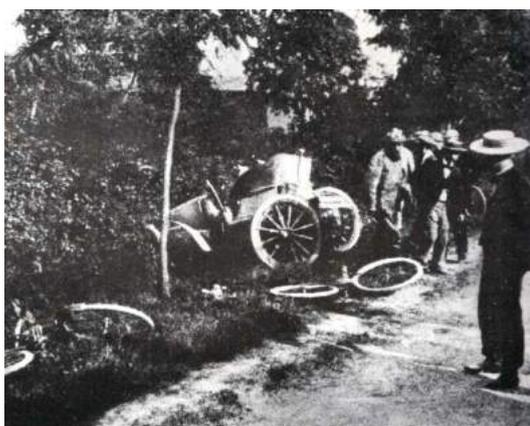
Fuente: PININFARINA



Un ómnibus de motor presentado al concurso de los "pesos pesados" que organizó el Automóvil Club de Francia, en 1897

Fuente: PININFARINA

Así como la invención de los vehículos trajo comodidad, también modificó el paisaje de los pueblos, acortó distancias, pero trajo consigo grandes problemas, que no lo vieron los grandes inventores, como son los accidentes vehiculares y la contaminación ambiental.



Accidente sufrido por el corredor de autos Jenatzy durante la vuelta a Francia en 1899

Fuente: PANINFARINA

Las crisis del petróleo de las décadas de 1970 y 1980 se reflejaron en la construcción de modelos de bajo consumo.

En la actualidad, la fabricación de vehículos se basa en las siguientes variables:

- Regreso del diesel
- Vehículos de gran potencia pero de menor consumo
- Empleo de fuentes de energía alternativas al petróleo (híbridos, a hidrógeno, eléctricos, a alcohol, etc.)
- Desarrollo de vehículos “verdes”, es decir que contaminen lo menos posible.

### 1.3 **Importancia de la ingeniería automotriz en la economía**

El automóvil ha propiciado el desarrollo de numerosas industrias y tecnologías que participan en su evolución: pinturas, plásticos, vidrios, caucho natural y sintético, bombillas, microcircuitos, procesos metalmecánicos, robots. Es difícil pensar en alguna tecnología que no le deba algo al automóvil, y viceversa.

Cada año, la industria automotriz requiere más de 200 millones de neumáticos, 40 millones de baterías y 1,000 millones de bombillas de luz, y eso es sólo para vehículos nuevos. Si sumamos el mercado de reposición las cifras son aún mayores.

Las bujías, neumáticos y baterías que se descartan anualmente formarían montañas. Los millones de autos que van a la chatarra cada año han dado lugar a la industria del reciclaje.

De acuerdo a estudios realizados por la JAMA (Asociación de Fabricantes Japoneses de Automóviles), la producción mundial de automóviles alcanzó las 69,21 millones de unidades en 2006, lo que representa un aumento del 4,1 por ciento respecto al año anterior.

La clasificación de los primeros países productores de vehículos sufrió notables cambios a lo largo del pasado año, de forma que Japón desbancó a Estados Unidos como primer fabricante mundial de automóviles, en tanto que China alcanzó la tercera posición en detrimento de Alemania, y España logró mantener la séptima plaza.

La fabricación de automóviles creció en todos los continentes, a excepción de América, donde bajó el 1,3 por ciento, con 19 millones de unidades producidas.

El mayor incremento fue el de África, donde los 592.561 vehículos fabricados supusieron un incremento del 13,5 por ciento respecto a 2005.

Después, se situaron Asia y Oceanía, que registraron subidas del 9,5 por ciento, con 28,2 millones de unidades, y Europa, donde los 21,2 millones de vehículos producidos representaron un aumento del 2,3 por ciento.

<b>Producción de automóviles por PAÍSES (2006)</b>			
<b>Puesto</b>	<b>País</b>	<b>Producción (Millones de UU)</b>	<b>Variación porcentual</b>
<b>1</b>	<b>Estados Unidos</b>	<b>11.98</b>	
<b>2</b>	<b>Japón</b>	<b>10.8</b>	<b>+3.0</b>
<b>3</b>	<b>Alemania</b>	<b>5.75</b>	<b>-3.00</b>
<b>4</b>	<b>China</b>	<b>5.7</b>	<b>+9.00</b>
<b>5</b>	<b>Corea</b>	<b>3.7</b>	
<b>6</b>	<b>Francia</b>	<b>3.55</b>	
<b>7</b>	<b>España</b>	<b>2,75</b>	
<b>8</b>	<b>Canadá</b>	<b>2.68</b>	
<b>9</b>	<b>Brasil</b>	<b>2.52</b>	
<b>10</b>	<b>Reino Unido</b>	<b>1.8</b>	
	<b>Otros</b>	<b>20.73</b>	
		<b>69.21</b>	

#### 1.4 **El automóvil y su relación con el medio ambiente**

En las últimas décadas, los accidentes de tránsito se han convertido en una de las primeras causas de muerte y discapacidad en todo el mundo. En las zonas urbanas la congestión, el ruido y las emisiones de los motores de los vehículos causan molestias subjetivas y efectos patológicos detectables. Más de mil millones de personas están expuestas a niveles de contaminación atmosférica nocivos.

Los sub productos de la combustión consisten en: CO, CO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, SO<sub>x</sub>, agua, hidrocarburos (HC), barniz, lacas, etc.

Este efecto ha generado ya un incremento de la temperatura media atmosférica y se estima que producirá en los próximos decenios alteraciones climáticas significativas de consecuencias inciertas, pero muy probablemente nocivas y posiblemente catastróficas.

Independientemente del efecto invernadero, el crecimiento constante del parque automovilístico, del tráfico y de la infraestructura viaria urbana y rural es hoy una de las causas principales de la degradación del ambiente.

El desarrollo urbano, casi siempre "planificado" en función del tráfico y no de las personas, hace que empeore significativamente la calidad de la vida, a la vez que fractura el tejido social.

Frente al automóvil privado, el transporte público o en bicicleta y el desplazamiento a pie contribuyen a reducir la contaminación, la congestión y el volumen de tráfico, así como la morbilidad y mortalidad por lesiones y por enfermedades relacionadas con la contaminación.

El transporte no automovilístico promueve también la actividad física - con un efecto de mejora general de la salud - y contribuye a aminorar el efecto invernadero. La reducción del volumen de tráfico y el impulso de métodos alternativos de transporte son así una política integral de promoción de la salud que ha de incorporarse en el movimiento de ciudades saludables, así como en las políticas de transporte y en la política económica en general.

### **¿Cuáles son los gases nocivos productos de una combustión?**

#### **1) Monóxido de carbono (CO)**

Es un gas venenoso resultante de una combustión incompleta, en una atmósfera pobre en oxígeno.

#### **2) Hidrocarburos (HC)**

Procedentes de fracciones del combustible que no han ardido. Son peligrosos porque, bajo la acción de los rayos solares y la presencia de óxidos de nitrógeno, reaccionan para producir ozono. Dicho gas es fuertemente oxidante y es responsable de procesos de irritación, principalmente en ojos y mucosas.

#### **3) Óxidos de nitrógeno (NO<sub>x</sub>)**

Estos compuestos contribuyen a formar la conocida "lluvia ácida". Además, provocan irritación en los ojos y en las fosas nasales.

#### **4) Óxidos de azufre (SO<sub>x</sub>)**

Al igual que en el caso anterior, estos compuestos reaccionan con el agua de la atmósfera y forman la conocida "lluvia ácida". Además, provocan irritación en los ojos y en las fosas nasales.



## Capítulo 2

# *El parque automotor en el Perú*

*“Si tomas licor, no tomes el carro”*

### **2.1 El problema del parque automotriz en el Perú**

Para analizar la problemática del parque automotriz en el Perú, entendiéndose como tal a la cantidad y calidad de vehículos existentes, incluyendo factores como antigüedad, importación de vehículos nuevos y usados, modificaciones de estructuras en los vehículos; debemos considerar el contexto en que se desenvuelve; es decir considerar todos los factores del entorno como son: el Estado, los actores sociales del transporte, la infraestructura y los medios de transporte particular y público.

En la actualidad, con datos a diciembre de 2007, Lima tiene más de 900,000 vehículos del 1'400,000 vehículos que tiene el Perú, es decir tiene casi el 65%. Especialistas del tema coinciden en señalar que la capital es una de las ciudades con mayores índices de congestión vehicular, insegura, desordenada, caótica y con alta contaminación atmosférica y sonora, que existe mucha informalidad en el transporte público, que no existe transporte masivo de pasajeros que pueda aliviar el tránsito, además de tener señalizaciones inadecuadas, inadecuada semaforización, pistas en mal estado y lo que es más grave no hay, en forma general, respeto a las leyes y a las autoridades y no hay presencia activa por parte del Estado. El transporte público está formado por vehículos de poca capacidad, como las combis y minibuses, que congestionan las vías y contaminan el ambiente. Existen más de 200,000 taxis (entre formales e informales), lo que genera una congestión de tránsito alarmante. - El transporte interprovincial en nuestro país se debate entre la informalidad y el desorden.

Este problema trae consecuencias graves como son altos índices de accidentes de tránsito, elevada contaminación ambiental y sonora y caos vehicular.

En relación a los accidentes de tránsito, la tasa de mortalidad en el Perú, es considerada como una de las más altas del mundo.

El siguiente cuadro muestra la tasa de muertos y heridos en diversos países en las que destaca claramente que a pesar que el parque automotor

peruano es chico comparado con la de otros países tiene mayor incidencia de accidentes de tránsito:

<b>Estadísticas en el extranjero</b>	<b>PARQUE AUTOMOTOR</b>	<b>MUERTOS POR MILLÓN</b>	<b>HERIDOS POR MILLÓN</b>
<b>Alemania</b>	51'365.000	150	7.460
<b>Argentina</b>	10'148.000	370	5.770
<b>Brasil</b>	29'504.000	680	12.160
<b>Chile</b>	2'129.000	800	19,22
<b>Estados Unidos</b>	217'028.000	190	9.710
<b>Japón</b>	76'682.000	130	11.840
<b>Suiza</b>	4'583.000	130	5.180
<b>Venezuela</b>	2'294.000	880	5.120
<b>Perú</b>	<b>1'160.000</b>	<b>2.690</b>	<b>54,00</b>

Fuente: El Comercio

En los últimos 10 años, los accidentes de tránsito han causado la muerte de 25 mil personas en el país.

Según la PNP, las principales causas de accidentes de tránsito, durante 2006, han sido:

<b>CAUSAS</b>	<b>EVENTOS</b>	<b>%</b>
Exceso de Velocidad	24,764	31.80
Imprudencia del Conductor	19,776	25.40
Ebriedad del Conductor	7,324	9.40
Imprudencia del Peatón	7,043	9.00
Falla Mecánica	2,306	3.00
Desacato de señales	2,277	2.90
Mal Estado de la Pista	976	1.30
Señalización Defectuosa	646	0.80
Otros	12,728	16.40
<b>TOTAL</b>	<b>77,840</b>	<b>100.00</b>

En el año 2006 se produjeron 77,840 accidentes de tránsito a nivel nacional, de los cuales 47,789 (61.4%) se produjeron en Lima, esto quiere decir que, diariamente se producen 213 accidentes vehiculares o 9 accidentes por hora.

Analizando al cuadro de arriba, se puede apreciar que el 69.5% de los accidentes se deben al conductor (Exceso de velocidad, imprudencia, ebriedad y desacato de señales), 9.0% son debidos a los peatones, solo el 3.0% se debe a fallas mecánicas y el 2.1% se debe a la gestión de la

autoridad correspondiente. En el rubro otros se consideran, despistes, invasión de carriles, neblina, falta de luces.

De acuerdo al CIDATT (Centro de Investigación y Asesoría de Transporte Terrestre) “... el 75.6% de los accidentes de buses y 76.6% de los accidentes de camiones son causados por vehículos con más de 10 años de antigüedad. El 70.8% de los accidentes de tránsito fatales en Lima Metropolitana son causados por autos familiares (Station Wagon) importados de Japón con timón cambiado. El 70% de muertos en el transporte interprovincial se produce en vehículos con más de 10 años de antigüedad,....”.

Los accidentes causados por *choferes ebrios* se incrementaron en un 15% con relación al 2006 (4513 casos), que produjeron 49 accidentes fatales. Al 13/8/07 se produjeron 26 accidentes fatales originados por estos choferes.



Foto: El Comercio

Con respecto a la **contaminación ambiental** producido por el parque automotriz, debemos mencionar que como productos de la combustión, los vehículos emiten partículas indeseadas y que atentan contra la salud, como son: CO, CO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, Pb, PM10, PM2,5

La Dirección General de Salud (DIGESA) (2007) del Ministerio de Salud realizó un informe sobre el monitoreo del medio ambiente de Lima y Callao entre los años 2000 al 2005, habiéndolo publicado bajo el título “Análisis de resultados de los promedios anuales por año 2000-2005”, en la cual manifiesta que: “..... existe una alta concentración de material particulado, encontrándose PTS (partículas totales en suspensión) en Lima Ciudad, Lima Norte, Lima Este y Lima Sur, zonas definidas como críticas; las concentraciones de PM 2.5 son superiores al valor del ECA (Estándar de la Calidad del Aire) en Lima Ciudad, Lima Norte y Lima Este; mientras, que las concentraciones de plomo han disminuido considerablemente”.

Con respecto al contenido de contenido de dióxido de azufre, manifiesta: “Respecto al SO<sub>2</sub>, se excede el ECA en Lima Ciudad, considerándose como principal fuente de contaminación al parque automotor, con antigüedad promedio de 16 años, con aporte del 70% ó 80% de las emisiones totales al aire. En el caso del NO<sub>2</sub> (dióxido de nitrógeno), éstas se encuentran por debajo del ECA; sin embargo, en Lima Ciudad se presentan los niveles más altos respecto a las otras zonas monitoreadas”.

Al referirse a las fuentes contaminantes, dice: “En Lima y Callao está relacionada principalmente con el parque automotor (fuentes móviles) y las fuentes fijas, tales como industrias, grifos, restaurantes, entre otros, las cuales originan problemas puntuales de contaminación y están asociados a contaminantes como Dióxido de Azufre (SO<sub>2</sub>), Dióxido de Nitrógeno (NO<sub>2</sub>), Partículas Menores a 2.5 micras (PM 2.5), Partículas Menores a 10 y Partículas Totales en Suspensión (PTS).

Las emisiones de los óxidos de nitrógeno (NO<sub>x</sub>), provienen de la combustión interna de los motores de automóviles y de las grandes centrales térmicas; sus efectos en salud son daños a los pulmones y al nivel del tracto respiratorio.

El dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>) es producto de emisiones antropogénicas, resultando de la combustión de carburantes con contenido de azufre, como el carbón fuel y gasóleos; el aporte de este compuesto a la atmósfera sólo depende de la cantidad de azufre que contenga el combustible. Como efectos a la salud, ocasiona problemas respiratorios. Así como, genera determinados efectos al ambiente y daños a la propiedad”.

Con respecto a las consecuencias a la salud de las personas, dice lo siguiente: “Además, se conoce que algunos contaminantes tóxicos en la atmósfera, muchas veces, se adhieren a otras partículas sólidas (Material Particulado) que flotan en el aire, las cuales actúan como medios transportadores de éstos, consiguiendo ingresar a los pulmones y ser absorbidos por la sangre y los tejidos. El riesgo a la salud por la inhalación de estas partículas depende de su composición química y tamaño y cuantas más pequeñas sean, éstas pueden penetrar fácilmente a los pulmones. Como efectos medioambientales, se presenta como una fuente de niebla que reduce la visibilidad, así como, causa daños a la propiedad y estructuras.

Las partículas menores a 10 micras (PM 10), pero especialmente las más pequeñas, es decir, las menores a 2.5 micras (PM 2.5) suponen un mayor

peligro para la salud humana y son emitidas generalmente por vehículos que utilizan diesel, a diferencia de las partículas emitidas por vehículos a gasolina.

Las fuentes de emisión de plomo, las constituyen el parque automotor (vehículos que utilizan gasolina con plomo), las fábricas, las pinturas, el almacenamiento de baterías de plomo, entre otros. Los efectos en salud pueden estar orientados con problemas a nivel del sistema nervioso y el cerebro. La exposición prolongada puede producir efectos negativos en el desarrollo mental en niños y alteración del comportamiento.

Las concentraciones promedio anual de Partículas menores a 2.5 micras (PM2.5) en las estaciones ubicadas en Lima Norte, Lima Sur, Lima Este, Lima Centro y Callao están superando el Valor Referencial del ECA de 15 ug/m<sup>3</sup> como promedio anual. Los valores más elevados se encontraron en la estación ubicada en Lima Centro.



Foto: El Comercio

La **contaminación sonora** está relacionada principalmente a toques de claxon, silbatos de la policía, llamado de cobradores, vendedores ambulantes, ruido de motores, tubos de escape rotos y otros ruidos molestos que superan, en algunas zonas, ampliamente lo recomendado por la OMS: no exceder 65 decibeles.

Un ruido no es molesto si está por debajo de 45 decibeles. A los 70 si lo es y a los 80 es nocivo para la salud. 76% de las personas que viven en centros urbanos están expuestas a sonidos que se encuentran por encima de lo recomendable, Vía expresa y Angamos: 73. Javier Prado: 85.

## 2.2 Análisis

Para el análisis del problema del parque automotriz, se han considerado los siguientes factores que intervienen directamente en el, como son:

- El Estado
- El parque automotriz
- El factor humano
- La infraestructura
- El sistema de transporte terrestre

Con respecto al **rol del Estado** en el campo automotriz, de acuerdo a la Ley No 27181 Ley General de Transporte y Tránsito Terrestre, “se orienta a la satisfacción de las necesidades de los usuarios y al resguardo de sus condiciones de seguridad y salud, así como a la protección del ambiente y la comunidad en su conjunto”, dentro de este contexto debemos mencionar que son tres aspectos fundamentales que le competen: Normativa, gestión y fiscalización.

Son autoridades competentes respecto del transporte y tránsito terrestre según corresponda:

- a) El Ministerio de Transportes, Comunicaciones, Vivienda y Construcción;
- b) Las Municipalidades Provinciales;
- c) Las Municipalidades Distritales;
- d) La Policía Nacional del Perú; y
- e) El Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual - INDECOPI.

Con respecto a la normativa; existen las siguientes normas legales, entre otras:

- Ley No 27181 Ley General de Transporte y Tránsito Terrestre. Establece los lineamientos generales económicos, organizacionales y reglamentarios del transporte y tránsito terrestre y rige en todo el territorio de la República.
- DS 058 - 2003 MTC, Reglamento Nacional de Vehículos. Contiene las características y requisitos técnicos relativos a seguridad y emisiones que deben cumplir los vehículos para ingresar al sistema nacional de transporte y aquellos que deben observarse durante la operación de los mismos. Contiene también los pesos y medidas vehiculares máximos para operar en la red vial y las infracciones y sanciones respectivas. Asimismo contiene los procedimientos técnicos y administrativos para la homologación de vehículos nuevos que se incorporan a la operación en la red vial y los correspondientes al sistema de revisiones técnicas y de control aleatorio en la vía pública.

Establece que todo vehículo se encuentra obligado a cumplir con las normas de las revisiones técnicas.

- DS No 033-2001 MTC, Reglamento Nacional de Tránsito. Contiene las normas para el uso de las vías públicas para conductores de todo tipo de vehículos y para peatones; las disposiciones sobre licencias de conducir y las que establecen las infracciones y sanciones y el correspondiente Registro Nacional de Sanciones; así como las demás disposiciones que sean necesarias.
- DS 085 - 2003 PCM, Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental (ECA) para Ruido.
- Reglamento Nacional de Gestión de Infraestructura
- DS 09 -2004 MTC, Reglamento Nacional de Administración de Transporte
- Reglamento Nacional de Cobro por Uso de Infraestructura Pública
- Reglamento de Jerarquización Vial
- Reglamento Nacional de Responsabilidad Civil y Seguros Obligatorios por Accidentes de Tránsito.

Con respecto a las actividades de control, expertos automotrices y representantes de empresas de ventas de vehículos coinciden en señalar que no existe una presencia efectiva del Estado, especialmente en actividades de control como “Tolerancia Cero”, importación de vehículos usados, modificación de estructuras y conversión de chasises de camión en buses, validar las papeletas de tránsito, etc.

Para analizar el **parque automotriz**, debemos tener en cuenta tres aspectos: Tamaño, antigüedad y renovación del parque automotriz.

Con respecto al *tamaño del parque automotriz* en el Perú; en el 2006 estuvo conformado por 1,379.671 vehículos terrestres, entre automóviles, camiones y omnibuses, y en el 2007 de 1,444.164. De esas cantidades 898.106 (65.10%) en el 2006 y 917.271 (64.98%) en el 2007, es decir más de la mitad, se encuentran en Lima Metropolitana y El Callao, según datos del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2007).

El número de vehículos en relación a los habitantes en el Perú es relativamente bajo, comparado con indicadores similares de otros países; tenemos una tasa de motorización cercana a los 50 vehículos por cada mil habitantes, cifra por cierto muy inferior a la de nuestros países vecinos y muy lejana a los 750 vehículos por cada mil en EE.UU., refiere Tapia Grillo, Juan (2007), Director del Centro de Investigación y de Asesoría del Transporte Terrestre (CIDATT).

Es decir que mientras en el Perú el promedio de automóvil per cápita es de 21.6:1, en los Estados Unidos es de 1.3:1.

En cuanto a *la antigüedad del parque automotriz*, tenemos uno de los parques mas antiguos de Latinoamérica, cuya edad es 15 años para vehículos particulares y de 18 años para vehículos de transporte público, según la Revista Ciudad Segura (2007), Suplemento Comercial del diario El Comercio.

De acuerdo al Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2007), la antigüedad del parque Servicios Pasajeros Interprovincial, es la siguiente:

<b>Intervalos en años</b>	<b>Cantidad</b>	<b>%</b>
0 -5	1096	23.71
06 -10	817	17.68
11 - 15	1573	34.03
16 - 20	631	13.65
21 a más	505	10.93

La importación indiscriminada de vehículos usados y las modificaciones estructurales de vehículos sin consideraciones técnicas, como el cambio de timón y transformación de chasis de camiones en buses de transporte de pasajeros, contribuye a tener un parque automotriz inseguro, antiguo, caótico, altamente contaminante e índices altos de accidentes vehiculares.

Este parque automotriz ineficiente tiene sus consecuencias reflejadas principalmente en: Incremento de los accidentes de tránsito, elevados índices de contaminación vehicular y caos.

### ***El bus – camión en el Perú***

Es uno de los grandes problemas del parque automotriz en el Perú. Contradictoriamente a las innovaciones tecnológicas en el campo automotriz, podemos decir que en el Perú se está produciendo una especie de retraso tecnológico al pretender transformar chasis de camiones en omnibuses, se sufre el corte en su estructura básica: el chasis

y modificaciones del sistema eléctrico y frenos, vital para la seguridad de la máquina y sus pasajeros.

Al modificar el chasis, hacerlo más largo o corto, se les vuelve a unir empleando soldadura disminuyendo considerablemente la resistencia original, hasta muy por debajo de los estándares óptimos.

En las uniones de las estructuras del bus – camión se emplean soldaduras de muy mala calidad, que determina que el casco sea muy frágil.

Con respecto a la *renovación del parque automotriz*, se debe mencionar los aspectos comerciales relacionados a los vehículos.

De acuerdo a la AAP (Asociación automotriz del Perú), en el 2006 se vendieron 33,549 vehículos nuevos y en el año 2007 fue de 50,000 unidades. Estas 50,000 unidades nuevas, representa solo el 3.6% de renovación frente al 8% de la región (230,000 de Colombia, 230,000 de Chile y los 94,000 de Ecuador, países que tienen 14 y 16 millones de habitantes, Venezuela que tiene 25 millones de habitantes, superó los 400,000 vehículos nuevos en el 2007).

Es decir que para renovar el parque automotriz en su totalidad se necesitan 28 años. Pero el 2007 dejó un crecimiento de ventas de vehículos nuevos de 55% más que el 2006. Las razones que se atribuyen a este crecimiento son:

- Crecimiento sostenido de la economía
- Mayor acceso al crédito vehicular
- Menores tasas de interés (6.99% TEA)
- Realización de salones automotrices y Motor Show a cargo de los bancos.

Para el presente año se espera que las ventas se incrementen (hasta 70,000 unidades) como respuesta a lo mencionado anteriormente y a dos acciones del gobierno:

1. Eliminación del impuesto selectivo al consumo del 10%, que sumado a la reciente reducción del arancel de aduana del 12 al 9%, reduciría el total de impuestos que afectaban al automóvil de 47% a 30%.
2. La otra medida es otorgar un bono (“bono chatarrero”) de hasta US \$ 2,000.00 para la adquisición de un automóvil gasolinero adaptable a gas, al propietario de un automóvil petrolero con más de 10 años

de antigüedad que sea retirado de circulación, mediante su destrucción total vía deshuace y fundición.

El **factor humano**, integrados por choferes, cobradores y peatones, quienes demuestran falta y/o escasa capacitación vial, escasa cultura, baja autoestima, incumplimiento de leyes y reglamentos y falta de respeto y resistencia a la autoridad, contribuyen al incremento de los accidentes vehiculares, al caos y a la contaminación ambiental.

Los usuarios de taxis, colectivos y microbuses, diariamente son testigos de violaciones de reglas de tránsito, maltrato de pasajeros, caso omiso a las señalizaciones (semáforos, pasos peatonales, límites de velocidades, empleo de carriles de alta velocidad), falta de consideración con el medio ambiente, empleo de paraderos informales por parte de la mayoría de choferes y cobradores, así como falta de respeto y resistencia a la autoridad, imprudencia al manejar, desconocimiento y/o resistencia de cumplir las normas y disposiciones reglamentarias.

En el año 2007: 274 policías femeninas agredidas y atropelladas por conductores que no respetan ni uniforme ni género. El índice de maltrato a la policía femenina, encargada del tránsito de Lima, se ha incrementado alarmantemente. 16 de cada 100 mujeres policías fueron víctimas de agresiones físicas y atropellos en general, sobre todo causados por choferes que se resisten a ser multados”. Son 1,700 las mujeres policías encargadas de desenredar el tráfico de Lima. La labor es complicada por un sistema de semáforos obsoletos y un excesivo parque automotor.

El peatón también forma parte de este problema, no respeta las señales como la luz roja, pasos peatonales, cruza temerariamente las pistas de alto tránsito, no hace uso de puentes peatonales, etc. El índice de accidentes por causa del peatón se ha incrementado notoriamente con respecto al año 2006, especialmente en lo relacionado a accidentes ocasionados por peatones en estado de ebriedad.

En cuanto a la **infraestructura**, se consideran el estado de las pistas y carreteras, señalizaciones, semaforización, rompemuelleres, viaductos, puentes peatonales.

En forma general las pistas y veredas de algunos distritos y provincias no son las adecuadas, presentan muchos huecos, las señalizaciones no cumplen sus funciones, los rompemuelleres son construidos por los gobiernos locales sin tener en cuenta los lugares y aspectos técnicos, los semáforos no funcionan adecuadamente y en algunos casos han sido

reemplazados por efectivos policiales, los carteles limitadores de velocidad han sido confeccionados sin criterios técnicos, las señales de pare, ceda el paso, no toque bocinas, paraderos, etc. están de adorno, a veces a vista y paciencia de las autoridades.

En cuanto al **sistema de transporte**, está conformado por miles de microbuses y taxis, muchos de ellos informales, lo que ocasiona inseguridad, caos, contaminación sonora y ambiental. Derteano, Edwin (2007) explica: “un bus urbano de 12 metros de largo puede llevar aproximadamente 100 personas y ocupa 30 metros cuadrados de pista. Acá lo hemos cambiado por 7 combis de 15 pasajeros que ocupan el doble de espacio; juntas consumen más que un bus y, en lo que es contaminación y congestión, solo hace falta salir y mirar las calles para darnos cuenta de la situación”.

Además la informalidad del transporte es muy notoria, no existen controles adecuados para combatir la informalidad del transporte.

### 2.3 Conclusiones

Para evitar que las cifras de accidentes de tránsito continúen incrementándose, es necesario que el tema se incluya en las Políticas de Estado y se recupere el principio de autoridad.

La solución a la problemática del parque automotriz debe ser integral, es decir debe incluir las variables que la afectan, como son:

- Presencia efectiva del Estado,
- educación y capacitación del factor humano,
- mejoramiento de la infraestructura,
- renovación del parque automotriz,
- masificación y formalización del sistema de transporte de pasajeros.

También sería conveniente la creación de un organismo autónomo del sistema de transporte, independiente y técnico que establezca reglas claras a través de normas efectivas y verifique la calidad del servicio y evite que los informales participen en el mercado.



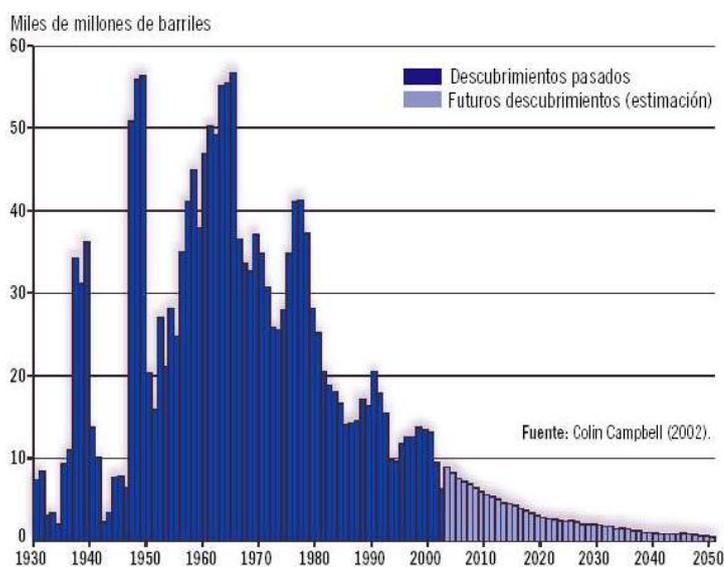
## *Fuentes de energía de uso automotriz*

### 3.1 Generalidades

En la actualidad, el sistema de transporte depende en su mayor parte de energías fósiles, sobretodo del petróleo, cuyos derivados cubren el 98% de las necesidades energéticas del sector automotriz.

El petróleo es una sustancia oleaginosa de color negro parduzco, mezcla de hidrocarburos, compuesto de carbono (84 a 87%), hidrógeno (11 a 14%) principalmente, sin embargo contiene otros elementos en cantidades menores como el S (0 a 2%) y N (0.2%).

La actual crisis del petróleo y la elevación constante de su precio, está obligando a los ingenieros a buscar fuentes de energía alternativas y cambios de matriz energética de los países (p.e. petróleo x gas). La tendencia alcista del precio del crudo es imparable, pero aún hay tiempo para desarrollar una estrategia energética mundial alternativa.



El agotamiento de los pozos de petróleo, el continuo encarecimiento, los productos de la combustión altamente contaminantes de los hidrocarburos, están obligando al empleo de fuentes alternativas de generación de energía.

Dentro de este contexto, una nueva oleada de automóviles con propulsión híbrida, o motores diesel y vehículos “verdes” están saliendo al mercado mundial.

En el año 2007, en los EEUU se han fabricado 200,000 vehículos híbridos; la General Motors (GM) anunció en el mes de enero 2008 la fabricación en México de vehículos híbridos para su exportación a los EEUU. Se estima un promedio de 67,000 vehículos por año. En el salón de Ginebra se han presentado los llamados “vehículos verdes”, llamados así a los vehículos ecológicos o que contaminan menos.

En el Perú existe la voluntad política del cambio de la actual matriz energética por el gas natural y el impulso del biodiesel; como consecuencia de ello se está favoreciendo e impulsando la conversión de vehículos gasolineros a gas en los denominados vehículos “duales” y capitales privados han construido una planta en Lurín con capacidad inicial de 120,000 galones diarios de biodiesel.

Las principales fuentes de generación de energía para uso automotriz, son las siguientes:

- Gasolina
- Diesel
- GLP
- GNV
- Alcohol

Se están desarrollando y acelerando tecnologías para el uso alternativo del petróleo, orientados a obtener fuentes de energía alternativas al petróleo:

- Biodiesel
- Energía eléctrica
- Energía solar

### **3.2 Fuentes de energía de uso actual**

#### **1. La gasolina**

La gasolina es una mezcla de hidrocarburos de diferentes características, uno de los cuales y de mucha importancia *es el punto de ebullición*.  $C_5H_{12}$  a  $C_9H_{20}$ . Su estado físico es líquido.

Los hidrocarburos, en forma general presentan diferentes estados físicos, como se muestra en el cuadro siguiente, que van desde gaseosos hasta sólidos:

Fracción	No de átomos de C por molécula
Gas incondensable	C1 – C2
Gas licuado (LP)	C3 – C4
Gasolina	C5 – C9
Kerosina	C10 – C14
Gasóleo	C15 – C23
Lubricantes y parafinas	C20 – C35
Combustóleo pesado	C25 – C35
Asfaltos	C39

Los diferentes hidrocarburos, que conforman las gasolinas tienen diferentes temperaturas de ebullición.

Como resultado de esto se observa que si una muestra de gasolina es calentada, algunas de sus partes hierven y se evaporan a bajas temperaturas, pero otras partes necesitan temperaturas más altas.

Por lo tanto la gasolina no tiene un punto fijo de ebullición, sino que varía entre un rango de 100° F, hasta mas de 400° F.

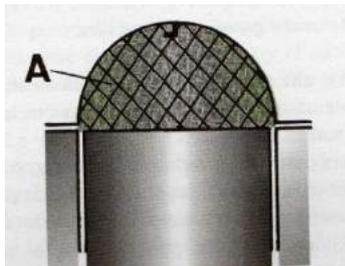
### **El picado como fenómeno de combustión**

La combustión en masa provocada por el encendido libera una cantidad de energía enorme y como consecuencia un incremento de temperatura y presión muy importante. Como resultado de ello se deriva una falta de lubricación entre el cigüeñal y biela que provoca un ruido característico llamado “**picado**”.

Este fenómeno puede ser originado por:

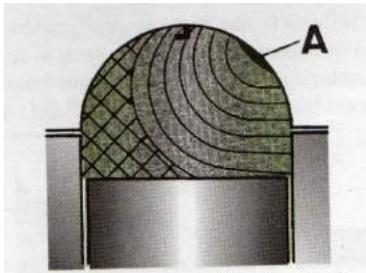
- Autoencendido
- Encendido anticipado
- La Naturaleza del combustible
- Índice de octanaje

### Autoencendido



Resultado de la inflamación de toda la masa gaseosa llevada a su temperatura de inflamación, debido a una compresión excesiva o a una temperatura elevada de la mezcla. La combustión se produce sin que intervenga la bujía.

### Encendido anticipado por punto caliente



Resultado de un encendido no iniciado por la bujía, producido en el tiempo de la compresión y debido al nivel de la temperatura alcanzado por algunas partes como válvulas o electrodos al ponerse al rojo vivo

La combustión será progresiva al inicio, para terminar en detonante de manera incontrolable.

### La naturaleza del combustible

El fenómeno del picado puede ser debido también por el combustible utilizado, no apropiado a la compresión del motor siendo necesario utilizar un combustible con octanaje adecuado.

Los octanajes de diferentes gasolinas utilizadas en el Perú son:

- Ordinaria..... 84/90
- Super ..... 95/97

En Europa utilizan además la gasolina Eurosuper 98

## Octanaje

Se define “octanaje”, como la capacidad de un carburante a resistir la detonación.

Para obtener una combustión normal en un motor de encendido a chispa, el combustible debe tener aptitudes para soportar sin detonación elevadas compresiones, cuando ello ocurre, se dice que está dotado de un elevado poder antidetonante.

La calidad de un carburante depende esencialmente del valor de su poder antidetonante, cuya medida está dada por el llamado Número de Octano (NO).

El valor del N.O. de una gasolina se obtiene comparándolo con combustibles de referencia constituidos por mezclas de *isooctano* ( $C_8H_{18}$ ) de la serie isoparafínica, y *heptano* ( $C_7H_{16}$ ) o bien isooctano y tetraetilo de plomo.

Al isooctano de óptima capacidad antidetonante, se le asigna convencionalmente el NO=100 y al heptano de la serie parafínica que posee cualidades antidetonantes muy bajas, el NO=0 (cero). Mezclando los dos combustibles en diversas proporciones, se obtienen mezclas con todos los N.O. posibles entre 0 y 100.

El octanaje es una sociedad conjunta entre el motor y el combustible.

El número octano deseado de la mezcla final de la gasolina en la refinería se obtiene por las cantidades variadas de gasolinas vírgenes, gasolinas reformadas catalíticamente y gasolinas de craqueo catalítico.

Tal como el combustible tiene un número octano, cada motor requiere un número octano en el combustible que evite su pistoneo. Esto se llama “*requisito octano*” del motor. Está definido como el más bajo número octano de gasolina que apenas evite el pistoneo dentro del motor.

El requisito octano del motor varía, naturalmente, de acuerdo con las condiciones a que se opera el motor. Casi siempre es mayor cuando el motor tiene que trabajar esforzándose bajo cargas pesadas a bajas velocidades, tal como sucede a total aceleración o cuando está subiendo una cuesta.

## 1. El diesel

El combustible diesel es una mezcla compleja de hidrocarburos compuesta principalmente de parafinas y aromáticos, con un contenido de oleofina que alcanza solamente a un pequeño porcentaje por volumen.

La combustibilidad de un combustible diesel en los motores diesel se caracteriza por su *número de cetano*, el cual es una medida de su capacidad para ser sometido a ignición de compresión, bajo condiciones de prueba estándar.

Los combustibles con un número mayor de cetano se queman más fácilmente en los motores de autoencendido.

### Características del combustible diesel

- Presenta adecuada viscosidad asegurando el perfecto atomizado.
- Proporciona adecuada lubricación a la bomba inyectora.
- Evita la formación de depósitos en la cámara de combustión y remueve los depósitos ya formados.
- Prolonga la vida útil del motor llevando el funcionamiento del mismo cercano a su condición de diseño.
- Economía de combustible ayudando a la preservación del medio ambiente.

### Propiedades:

Las propiedades importantes de los combustibles diesel son:

- Volatibilidad,
- Valor calorífico,
- Calidad de ignición/ número de cetano,
- Viscosidad,
- Fluidez a baja temperatura,
- Estabilidad de almacenamiento,
- Compatibilidad de componentes, y
- Contenido de sulfuro.

## 2. El gas natural y el GLP

El gas natural es un combustible fósil gaseoso constituido por una mezcla de hidrocarburos livianos cuyo componente principal es el metano ( $\text{CH}_4$ ) en el orden del 80 al 90%.

Se denomina con el término "natural" porque en su constitución química no interviene ningún proceso; es limpio, sin color y sin olor.

Se puede encontrar como “gas natural asociado” cuando está acompañando de petróleo, o bien como “gas natural no asociado” cuando son yacimientos exclusivos de gas natural.

### Características del gas natural

- 1) Es un combustible con una combustión limpia y una emisión mínima de sustancias contaminantes a la atmósfera.
- 2) No produce depósitos en el fondo del agua.
- 3) Es un combustible seguro desde el punto de vista de riesgo de incendio.
- 4) Tiene un elevado índice de octano (El gas natural tiene un índice de octano de 130, comparado con índices de octano de 87 a 97 de la gasolina).
- 5) Se producen pocas o ninguna pérdida en los trasvases.
- 6) Difícil es sacar el depósito (elimina el robo, cosa habitual en flotas grandes)
- 7) Es un combustible económico.
- 8) Actualmente hay la tecnología necesaria para su utilización.

### Composición del gas natural

La composición del gas natural varía de acuerdo al yacimiento gasífero de procedencia; así tenemos de manera general que el gas natural está compuesto de los siguientes elementos:

Componente	Nomenclatura	Composición(%)	Estado Natural
Metano	(CH <sub>4</sub> )	95,08	gas
Etano	(C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> )	2,14	gas
Propano	(C <sub>3</sub> H <sub>8</sub> )	0,29	gas licuable
Butano	(C <sub>4</sub> H <sub>10</sub> )	0,11	gas licuable
Pentano	(C <sub>5</sub> H <sub>12</sub> )	0,04	líquido
Hexano	(C <sub>6</sub> H <sub>14</sub> )	0,01	líquido
Nitrógeno	(N <sub>2</sub> )	1,94	gas
Gas carbónico	(CO <sub>2</sub> )	0,39	gas

Impurezas como son, helio, oxígeno, vapor de agua.

*El metano y el etano* se encuentran en estado gaseoso y el etano puede convertirse en etileno que constituye un insumo para la industria química.

*El propano y el butano* se encuentran en estado gaseoso a temperaturas y presiones normales. La mezcla del propano y del butano, sea en estado gaseoso o en estado líquido (si se enfría a menos de  $42\text{ C}^{\circ}$ ) se denomina **Gas Licuado de Petróleo (GLP)** y es el que se comercializa en balones para su utilización en cocinas, calentadores y en otros usos industriales.

La mezcla de propanos, butanos, pentanos y otros hidrocarburos condensados más pesados se denomina **Líquidos del Gas Natural (LGN)**. Es un producto intermedio en el procesamiento del gas natural.

Cuando el gas natural contiene cantidades elevadas de LGN puede ser conveniente remover algunos de sus componentes, asegurando así que no se condensen en la tubería y permitiendo que el gas cumpla con sus especificaciones.

El LGN tiene un valor comercial mayor que el gas metano.

Los hidrocarburos más pesados como el *pentano* ( $C_5 H_{12}$ ), *el hexano* ( $C_6 H_{14}$ ), y *el heptano* ( $C_7 H_{16}$ ) pasan con facilidad al estado líquido y constituyen lo que se conoce como **gasolina natural o condensados**. Se usa en las refinerías para la preparación de gasolinas de uso automotor y como materia prima para la petroquímica

En el gas natural también se presentan algunas impurezas (del orden del 1%) y las usuales son el nitrógeno, bióxido de carbono, helio, oxígeno, vapor de agua y otras.

**El Gas natural comprimido (GNC o GNV)** es el gas natural seco comprimido a 200 bar. Se almacena en cilindros a alta presión y se usa como combustible alternativo en reemplazo de las gasolinas.

**El Gas Natural Licuado (GNL)** está compuesto básicamente del gas metano, que es sometido a un proceso criogénico a fin de bajar su temperatura hasta  $-161\text{ C}^{\circ}$  para licuarlo y reducir su volumen 600 veces con el objeto de transportarlo a grandes distancias hacia centros de consumo. Para ello son utilizados recipientes especiales, en buques diseñados para este fin. Una vez transportado el GNL a su lugar de destino, se regasifica mediante vaporizadores.

### Conversión de los vehículos a gas

Actualmente, existen dos sistemas de vehículos a gas: **Gas Licuado de petróleo (GLP)** y **Gas Natural Vehicular (GNV)**.

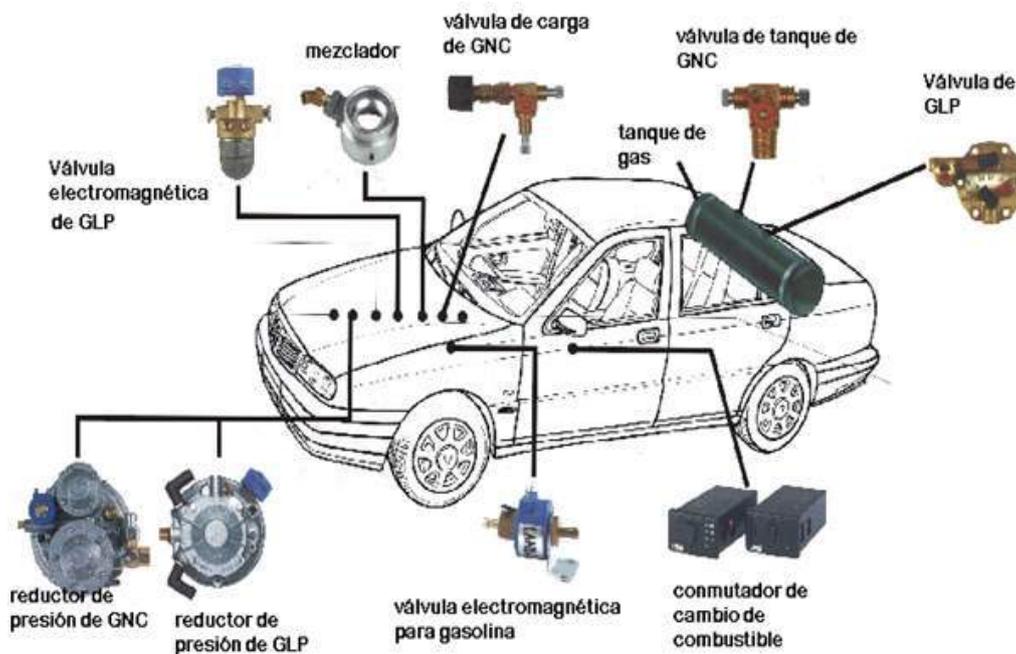
De estos dos sistemas, el más empleado en el mundo, principalmente en vehículos livianos es el GLP, por dos razones: equipos más livianos y más baratos, y arranque más rápido. Los sistemas GNV y GLP no son compatibles por razones técnicas.

El GNV se almacena en el tanque de un auto en forma de gas, mientras el GLP se almacena en forma líquida.

El sistema de conversión proporciona un carácter dual que permite usar tanto gasolina como gas de manera independiente. Tanto el GNV como el GLP funcionan de manera excepcional en un motor de ciclo Otto (a gasolina).

El GNV es más barato que el GLP, pero los costos de los equipos son más costosos.

A igualdad de volumen del tanque de gas, el GLP tiene más autonomía que el GNV.



La norma Técnica Peruana NTP 111 014, exige que la conversión a gas tengan las siguientes componentes:

- a) Un selector que permite usar al combustible elegido.
- b) Cilindros para almacenamiento de GNV
- c) Línea de suministro de GNV
- d) Conexión para recargar GNV
- e) Válvula de corte de flujo de combustible, cuando se requiere.
- f) Regulador de presión.
- g) Mezclador gas-aire.
- h) Alivio por sobrepresión.
- i) Componentes electrónicos.

El procedimiento para la conversión a gas natural vehicular con financiamiento, es el siguiente:

#### PASO 1: PREINSPECCION

El vehículo debe ser inspeccionado antes de su conversión. Se le mide compresión del motor y análisis de gases.

#### PASO 2: PAPELES

Si el vehículo está preparado, el cliente debe presentar los siguientes documentos: DNI, SOAT, SAT, tarjeta de propiedad, recibo de luz y agua.

Normalmente se presentan los papeles en la entidad financiera; pero también existen talleres de conversión que sirven de nexos entre el cliente y la entidad financiera.

#### PASO 3: ENTIDAD FINANCIERA

La aprobación del crédito en la entidad financiera demora entre 3 a 4 días.

Si se aprueba el crédito, se firma el pagaré y se comunica al taller para que proceda con la conversión. La tasa de interés aplicada es del 15.5 % al 24% para taxistas y particulares, respectivamente en un plazo de 24 meses.

#### PASO 4: CONVERSION

Con la orden emitida por la entidad financiera, los talleres proceden con la conversión del vehículo.

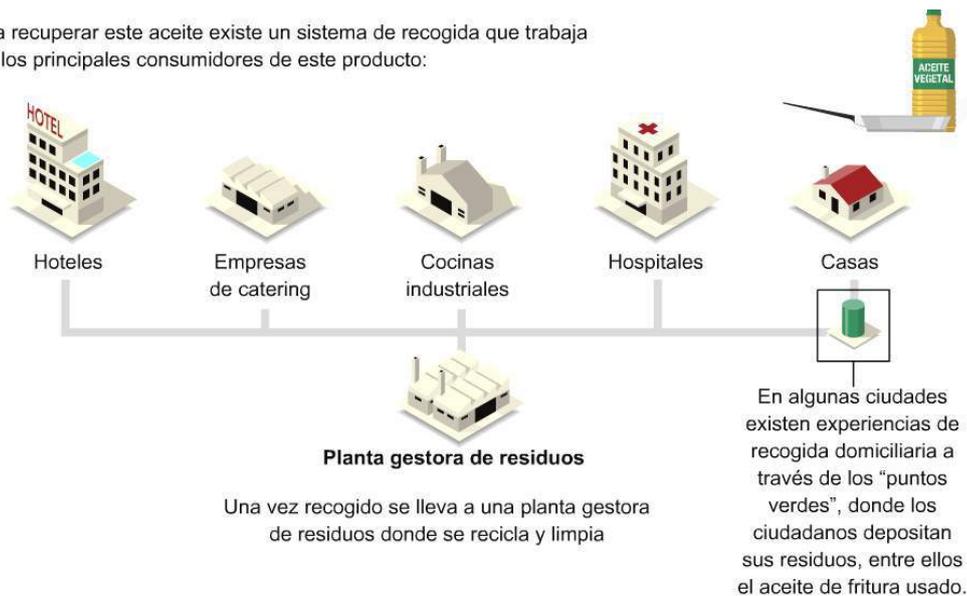
### PASO 5: ENTIDAD CERTIFICADORA

Verifica si se ha hecho una correcta conversión y si se han utilizado equipos autorizados. Luego se coloca un chip al vehículo. Este chip contiene datos del vehículo, taller de conversión y en el se fija el porcentaje de recaudo que para los taxistas es 60% y para particulares es 175%. Este porcentaje se aplica en cada oportunidad de abastecimiento de gas y sirve para amortizar los créditos otorgados.

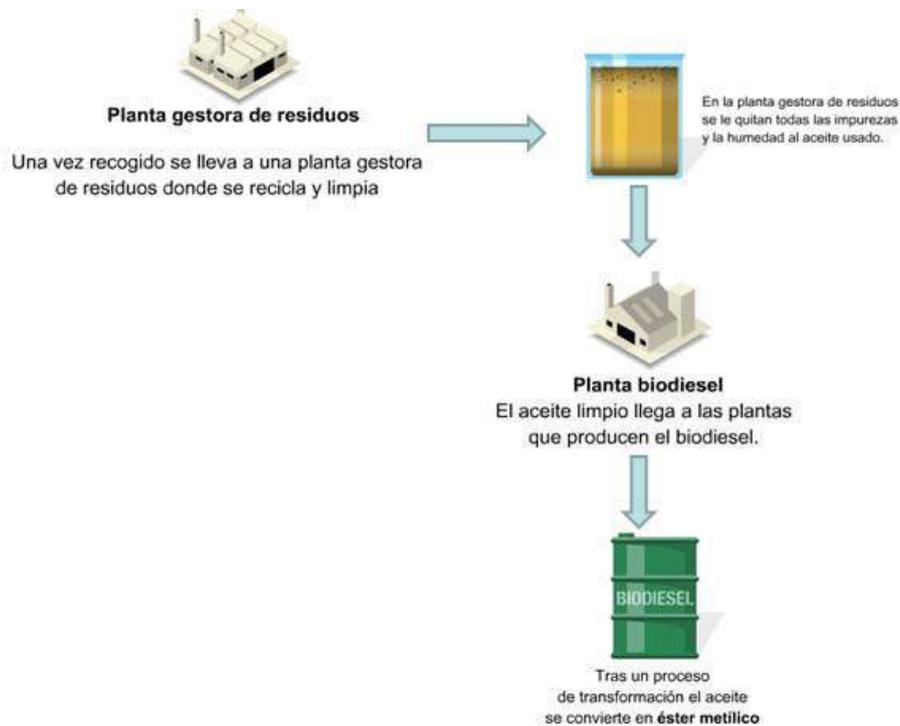
### 3. El biodiesel

El Biodiesel es un ester (similar al vinagre) que puede ser obtenido de diferentes tipos de aceites o grasas animales o vegetales, como soja, colza, palmera, sacha inchi, trigo, maíz, etc. Se puede obtener también como producto de reciclaje de aceites usados en restaurantes, hoteles, etc.

Para recuperar este aceite existe un sistema de recogida que trabaja con los principales consumidores de este producto:



A partir aceite usado se puede reciclar a biodiesel, mediante el siguiente proceso:



### Características del Biodiesel

- El Biodiesel es el único combustible alternativo que funciona en cualquier motor diesel convencional, sin ser necesaria ninguna modificación.
- Puede consumirse en cualquier motor que consuma diesel (petrodiesel), como biodiesel puro o mezclarse en cualquier proporción con petrodiesel.
- El ciclo biológico en la producción y el uso del Biodiesel reduce aproximadamente en 80% las emisiones de anhídrido carbónico, y casi 100% las de dióxido de azufre. La combustión de Biodiesel disminuye en 90% la cantidad de hidrocarburos totales no quemado, y entre 75-90% en los hidrocarburos aromáticos.
- Contiene 11% de oxígeno en peso y no contiene azufre. El uso de biodiesel puede extender la vida útil de motores porque posee mejores cualidades lubricantes que el diesel, mientras el consumo, encendido, rendimiento, y torque del motor se mantienen prácticamente en sus valores normales.
- No tiene los olores de la combustión características de los motores diesel.
- Es seguro manejar y transportar porque es biodegradable como el azúcar, 10 veces menos tóxico que la sal de la mesa,

- y tiene un flash-point de aproximadamente 150° C comparado al diesel cuyo punto de combustión es de 50° C.
- g) Biodiesel puede hacerse a partir, de cultivos autóctonos del país, con los consiguientes beneficios de ingresos y dinero para la economía nacional.

### **Otras consideraciones respecto al Biodiesel**

El Biodiesel es el único combustible alternativo en EE.UU. que cumple con los requisitos de la EPA (Environmental Protection Agency), bajo la sección 211(b) del “Clean Air Act”.

La Oficina de Presupuesto Del Congreso, y el Departamento Americano de Agricultura, junto con otros organismos han determinado que el Biodiesel es la opción más económica de combustible alternativo que reúne todos los requisitos del Energy Policy Act.

Pero, hay un aspecto que hay que tener en cuenta en el desarrollo de biocombustible y es la que está ligada a la satisfacción de necesidades primarias (alimentos) de la humanidad. El impacto de los biocombustibles ha sido cuestionado por su efecto en los precios de los alimentos y las áreas cultivables. Si bien es cierto que este impacto no se siente en los llamados países ricos, muy pronto se sentirán en países como el Perú, cuya alimentación básica depende de la importación de productos que son materia prima para la fabricación del Biodiesel (trigo, maíz, etc.).

## **4. Electricidad**

Las últimas tendencias de los vehículos es usar la energía eléctrica como alternativa al petróleo.

El empleo de este tipo de energía está trayendo innovaciones importantes en los vehículos y están dejando de lado a los motores tradicionales conjuntamente con sus cilindros, camisas de agua, pistones, bielas, cigüeñales; incluso el sistema de transmisión es diferente, no existe embrague, las velocidades son reguladas a través del pedal del acelerador, similar a como funciona una máquina de coser.

Las actuales fuentes de energía son baterías de plomo – ácido, pero se están desarrollando baterías de litio (similares a las que usan los celulares y laptops). Históricamente, las baterías han tenido altos costes de fabricación, peso, tiempo de recarga, y

escasa vida útil y autonomía, lo que ha limitado la adopción masiva de vehículos eléctricos de batería.



Mitsubishi planea, instalar estas nuevas baterías (figura de la izquierda) en sus vehículos de nueva generación “i MiEV” (i Mitsubishi innovative Electric Vehicle), que piensan comenzar a introducir en el mercado en torno al año 2010.

La electricidad es empleada también en los vehículos eléctricos e híbridos (Ver Capítulo 22. Innovaciones tecnológicas).

#### **Características de los motores a electricidad**

- 1) Mejor eficiencia que los motores de combustión interna
- 2) Poco ruido
- 3) Poco mantenimiento
- 4) Funcionamiento silencioso

#### **5. Hidrógeno**

Los motores eléctricos también pueden funcionar con la electricidad generada en una célula combustible donde al forzar el paso de hidrógeno por la misma este en contacto con el oxígeno genera electrones y como residuo agua caliente pura. Las células de combustible todavía están en fase de experimentación en diferentes automóviles dotados de hidrógeno como combustible. Por ahora resulta caro la introducción masiva de vehículos que funcionan con hidrógeno

De acuerdo a un estudio financiado por la UE (2007), “La introducción del hidrógeno como fuente de energía podría reducir en un 40% el consumo del petróleo en el sector del transporte terrestre de aquí hasta el 2050”, además; “el hidrógeno es una de las opciones más realistas para la sostenibilidad en el sector de transporte, pero su introducción requiere la aplicación de cambios en la matriz energética y reducción de costos para que pueda competir con otras tecnologías existentes o futuras”.

## Capítulo 4

### *El vehículo automotriz*

#### 4.1 Clasificación vehicular

De acuerdo al DS No 058 MTC – Reglamento Nacional de Vehículos del SNTT, los vehículos se clasifican de la siguiente manera:

- a) Categoría L: Vehículos automotores con menos de cuatro ruedas.
- b) Categoría M: Vehículos automotores de cuatro ruedas o más diseñados y construidos para el transporte de pasajeros.
- c) Categoría N: Vehículos automotores de cuatro ruedas o más diseñados y construidos para el transporte de mercancía.
- d) Categoría O: Remolques (incluidos semiremolques).
- e) Combinaciones especiales S

#### a) Categoría L: Vehículos automotores con menos de cuatro ruedas

**L1:** Vehículos de dos ruedas, de hasta 50 cm<sup>3</sup> y velocidad máxima de 50 km/h.

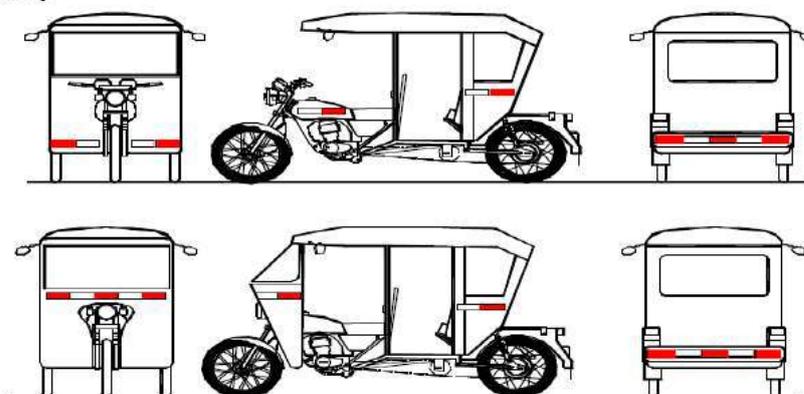
**L2:** Vehículos de tres ruedas, de hasta 50 cm<sup>3</sup> y velocidad máxima de 50 km/h.

**L3:** Vehículos de dos ruedas, de más de 50 cm<sup>3</sup> ó velocidad mayor a 50 km/h.

**L4:** Vehículos de tres ruedas asimétricas al eje longitudinal del vehículo, de más de 50 cm<sup>3</sup> ó una velocidad mayor de 50 km/h.

**L5:** Vehículos de tres ruedas simétricas al eje longitudinal del vehículo, de más de 50 cm<sup>3</sup> ó velocidad mayor a 50 km/h y cuyo peso bruto vehicular no excedan de una tonelada.

Categoría L<sub>5</sub>



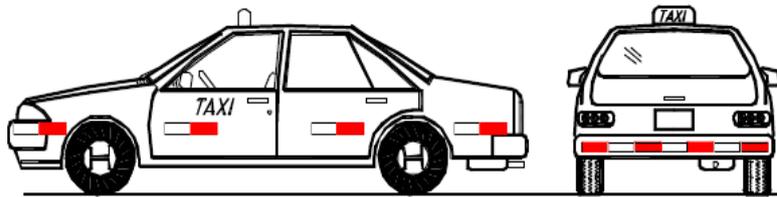
b) **Categoría M: Vehículos automotores de cuatro ruedas o más diseñados y construidos para el transporte de pasajeros**

**M1:** Vehículos de ocho asientos o menos, sin contar el asiento del conductor.

**M2:** Vehículos de mas de ocho asientos, sin contar el asiento del conductor y peso bruto vehicular de 5 toneladas o menos.

**M3:** Vehículos de mas de ocho asientos, sin contar el asiento del conductor y eso bruto vehicular de más de 5 toneladas.

**Categoría M<sub>1</sub> – Servicio de Taxi**



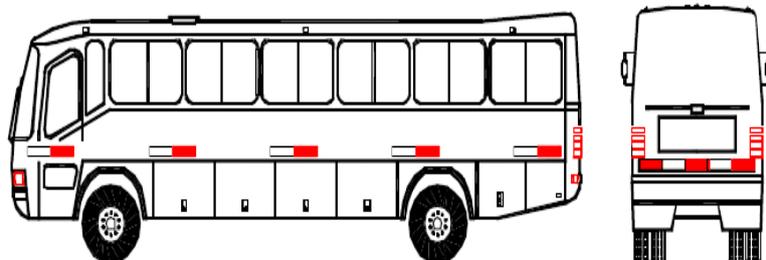
c) **Categorías M2 y M3 : De acuerdo a la disposición de los pasajeros se clasifican en:**

**Clase I:** Vehículos construidos con áreas para pasajeros de pie permitiendo el desplazamiento frecuente de éstos.

**Clase II:** Vehículos construidos principalmente para el transporte de pasajeros sentados y, también diseñados para permitir el transporte de pasajeros de pie en el pasadizo y/o en un área que no excede el espacio provisto para dos asientos dobles.

**Clase III:** Vehículos construidos exclusivamente para el transporte de pasajeros sentados.

**Categorías M<sub>2</sub> y M<sub>3</sub>**



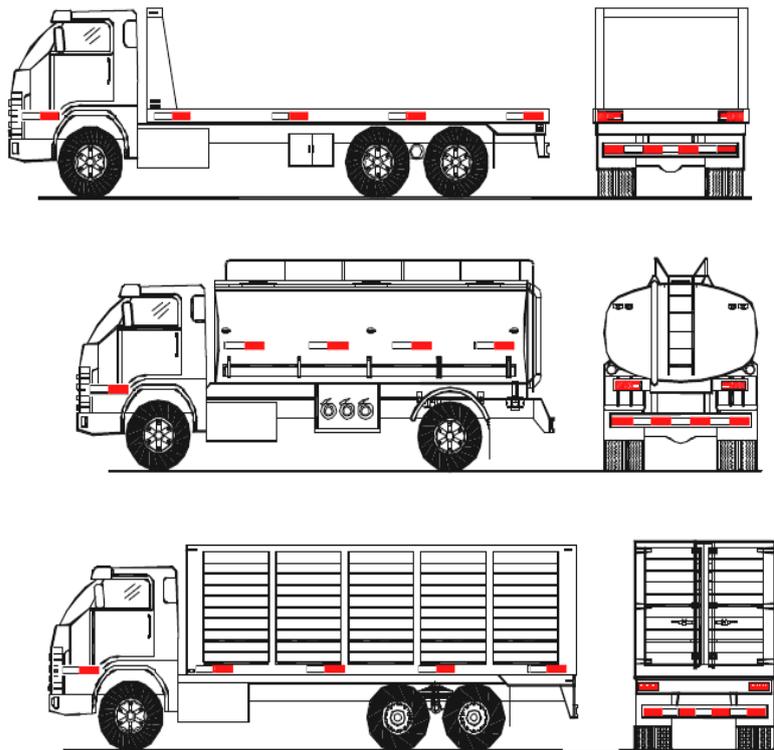
d) **Categoría N: Vehículos automotores de cuatro ruedas o más diseñados y construidos para el transporte de mercancía**

**N1:** Vehículos de peso bruto vehicular de 3,5 toneladas o menos.

**N2:** Vehículos de peso bruto vehicular mayor a 3,5 toneladas hasta 12 toneladas.

**N3:** Vehículos de peso bruto vehicular mayor a 12 toneladas.

Categorías N<sub>1</sub>, N<sub>2</sub> y N<sub>3</sub>



e) **Categoría O: Remolques (incluidos semiremolques)**

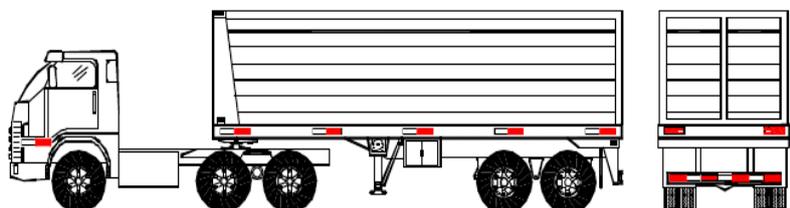
**O1:** Remolques de peso bruto vehicular de 0,75 toneladas o menos.

**O2:** Remolques de peso bruto vehicular de más 0,75 toneladas hasta 3,5 toneladas.

**O3:** Remolques de peso bruto vehicular de más de 3,5 toneladas hasta 10 toneladas.

**O4:** Remolques de peso bruto vehicular de más de 10 toneladas.

### Categorías O<sub>2</sub>, O<sub>3</sub> y O<sub>4</sub>



#### f) Combinaciones especiales

**S:** Adicionalmente, los vehículos de las categorías M, N u O para el transporte de pasajeros o mercancías que realizan una función específica, para la cual requieren carrocerías y/o equipos especiales, se clasifican en:

**SA:** Casas rodantes

**SB:** Vehículos blindados para el transporte de valores

**SC:** Ambulancias

**SD:** Vehículos funerarios

Los símbolos SA, SB, SC y SD deben ser combinados con el símbolo de la categoría a la que pertenece, por ejemplo: Un vehículo de la categoría N1 convertido en ambulancia será designado como N1SC.

## 4.2 Clasificación de los vehículos por su tipo y finalidad

Los vehículos por su tipo y finalidad se dividen en: Ligeros, de carga, buses y vehículos especiales.

### *Vehículos ligeros:*

Se dividen en cuatro tipos por el volumen de cilindrada de su motor:

Clase	Cilindrada del motor
Menor	Hasta 1,2 litros
Liviano	1,3...1,8 litros
Mediano	1,9...3,5 litros
Grande	3,6...5,0 litros
Extra grande	> 5,0 litros

***Vehículos de carga:***

Se clasifican por su finalidad, su capacidad de carga, tipo de carrocería, tipo de motor y su potencia, número de ejes, etc.

Por su capacidad de carga los vehículos de carga según la UE se clasifican en:

<b>Tipos de vehículos de carga</b>	<b>Capacidad de carga, T</b>
Camiones con baranda	1; 1,5; 3; 5; 8; 12
Camiones remolcadores	3, 5, 8, 12
Remolques	6, 10, 16, 25

***Buses:***

Los buses se clasifican de acuerdo a su longitud total.

<b>Clasificación</b>	<b>Longitud total</b>	
Muy pequeños	4,5...5,0 m	
Pequeños	6,0...7,5 m	
Medianos	8,0...9,5 m	
Grandes	10,5...11,0 m	
Extra grandes	Solos	11,5...12 m
	Acoplados	16,5...18,0 m

***Vehículos especiales:***

Se emplean para diferentes aplicaciones incluyendo, el uso militar: contra incendios, de basura, furgones, frigoríficos, grúas, porta tubos, etc.

En la industria de construcción se emplean volquetes, vehículos de transporte de concreto, etc.

Para el campo se emplean vehículos con carrocería y plataforma especial y son de tracción total.

Los vehículos especiales de tracción total se emplean para fines militares (porta tropas, porta municiones).

En la minería se emplean vehículos de gran tonelaje, hasta > 200 toneladas de carga.

### 4.3 Formula rodante

Definición: Nomenclatura para identificar la cantidad de puntos de apoyo de un vehículo, con relación a los puntos de tracción y/o dirección del mismo.

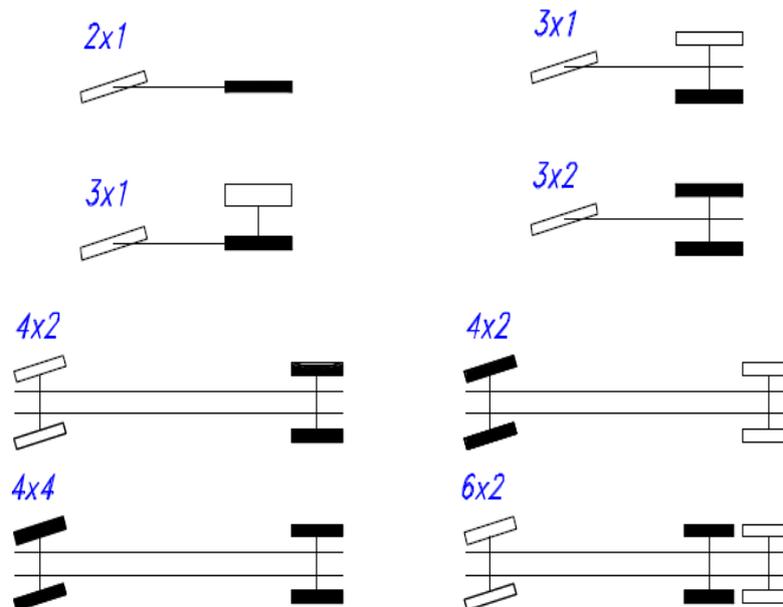
**Los vehículos\* de las categorías L, M y N deben cumplir con las algunas características en lo referente a su fórmula rodante.**

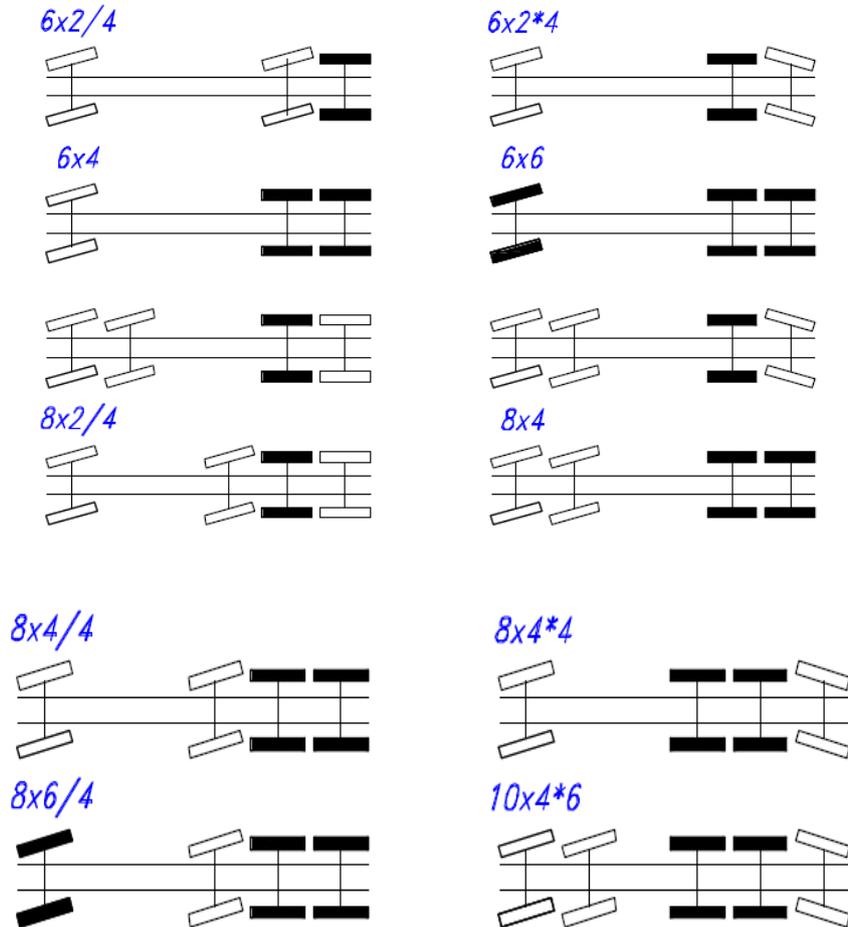
( / ): El eje direccional posterior está ubicado delante del (de los) eje(s) de tracción.

( \* ): El eje direccional posterior está ubicado atrás del (de los) eje(s) de tracción.

El tercer número de la Fórmula Rodante indica el número de ruedas direccionales.

Los gráficos de la formula rodante indican la posición delantera del vehículo en el lado izquierdo





#### 4.4 Características técnicas de los vehículos

Cada vehículo posee sus características técnicas establecida por cada fabricante.

- La fórmula rodante
- La capacidad de carga nominal (en kg o T), para los vehículos ligeros y buses – número de asientos incluyendo el del conductor.
- La masa neta (peso seco) del vehículo (en kg) y su distribución por ejes.
- Las medidas exteriores (en m): longitud, ancho, altura por la cabina.
- El ancho de vía en las ruedas delanteras y posteriores o entre las líneas medias de las ruedas dobles.
- La velocidad máxima del vehículo a plena carga y en carretera plana y recta (en km/h).

- El radio mínimo de giro siguiendo la línea media exterior de la rueda delantera (en m).
- El consumo de combustible por 100 km de recorrido, en carretera a plena carga y para una determinada velocidad.
- Relaciones de velocidades de la caja de cambio y de la reducción final.
- Potencia y torque a regímenes nominales.

Además de los parámetros señalados, se incluyen los principales datos del motor y de sus sistemas, de las características de la transmisión, de las ruedas y de la suspensión, de los sistemas de control y eléctrico, de la cabina, de la carrocería o plataforma, del equipo auxiliar, del volumen del tanque de combustible, así mismo se dan datos de las regulaciones y el control del vehículo.

#### **4.5 Datos de longitud de vehículos - según la UE**

La clasificación de los vehículos en España (país miembro de la UE), está normalizada a través del Real Decreto No 2822/1998 del 23 de diciembre, que se describe en el ANEXO 02: Definiciones y categorías de los vehículos.

Esta clasificación es muy práctica y completa.

#### **4.6 Masa y peso**

La industria automotriz busca producir vehículos con menor masa neta sin disminuir su resistencia y confiabilidad, ya que así se logra aumentar la capacidad de carga y mejorar las cualidades dinámicas y la economía del vehículo, así mismo mejora la productividad del transporte expresada en Txkm/h.

Los principales métodos empleados para disminuir la masa son:

- Fabricación de alta tecnología de las piezas haciendo que se elimine la masa sobrante.
- Empleo de materiales de alta resistencia
- Uso más extendido de metales ligeros y plástico
- Configuración óptima del vehículo
- etc.

La masa de la carga transportable depende en gran medida del tipo de carretera y de su estado, de la velocidad del vehículo y en algunos casos puede exceder a la capacidad de carga nominal del vehículo.

***Coefficiente de tara:***

Es la relación de la masa del vehículo entre la masa de la carga

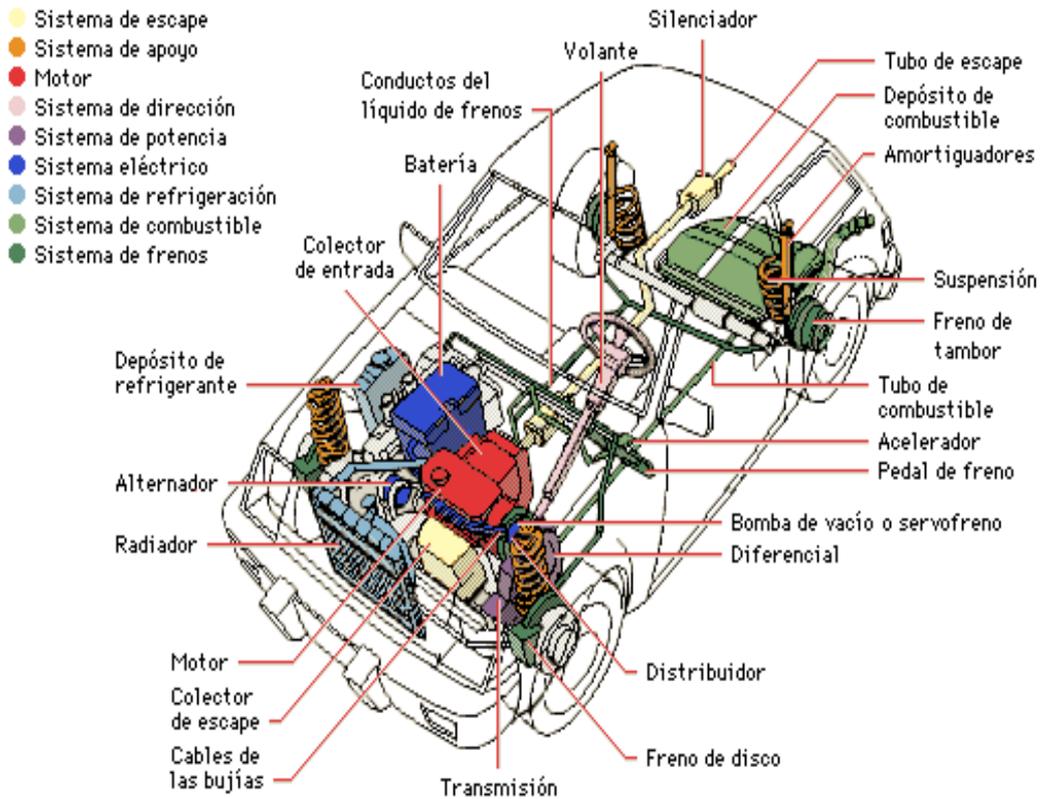
$$K_t = \frac{m_v}{m_c}$$

**4.7 Partes principales de un vehículo**

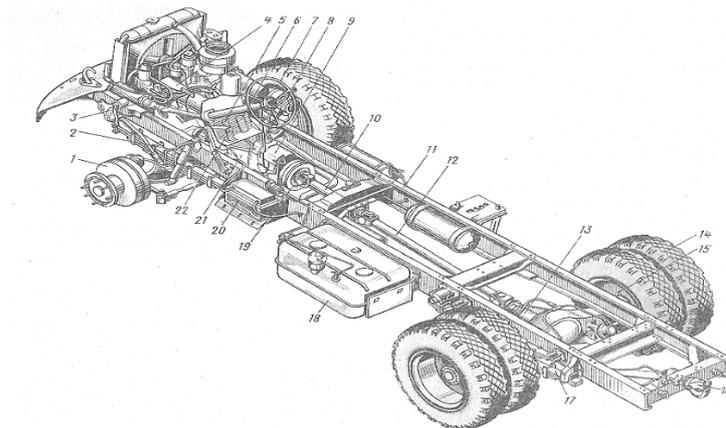
El vehículo, cualquiera que sea su tipo, está conformado por sistemas que interactúan entre sí, para darles unas propiedades emergentes o características técnicas especiales al vehículo como son, entre otras: dinamismo, radio de giro, consumo de combustible, velocidades a distintos regímenes, capacidad para vencer las fuerzas que se oponen a su movimiento, torque, potencia, etc.

En forma general, los sistemas que conforman un vehículo son los siguientes:

- Planta generadora de energía y sus sistemas asociados (sistema de refrigeración, sistema de lubricación, sistema de distribución, sistema de alimentación y sistema de escape).
- Sistema de transmisión
- Sistema de dirección
- Sistema de suspensión y ruedas
- Sistema de freno
- Sistema de arranque
- Sistema de luces
- Sistema eléctrico
- Sistema de seguridad
- Bastidor y carrocería
- Sistema de audio y video



### Camión



- 1- freno de la rueda delantera
- 2- amortiguador
- 3- mecanismo de la dirección
- 4- motor
- 5- pedal de frenos;
- 6- palanca de control del carburador
- 7- timón de la dirección
- 8- palanca del freno de estacionamiento
- 9- caja de velocidades
- 10- árbol cardán intermedio
- 11- bastidor

12-transmisión cardánica, 13-puente motriz; 14-rueda motriz, 15-freno de la rueda trasera, 16-gancho de remolque, 17-muelles de la suspensión trasera, 18-depósito de combustible, 19-freno de estacionamiento, 20-batería, 21-embrague, 22-pedal del embrague

## *El motor de combustión interna*

### 5.1 Generalidades

Un motor de combustión interna constituye una máquina termodinámica formada por un conjunto de piezas o mecanismos fijos y móviles, cuya función principal es, transformar la energía química que proporciona la combustión de una mezcla de aire y combustible en energía mecánica o movimiento, para que se pueda realizar un trabajo útil como, por ejemplo, mover un vehículo automotor.

De igual forma, con la energía mecánica que proporciona un motor térmico se puede mover cualquier otro mecanismo apropiado que se acople al mismo como puede ser un generador de corriente eléctrica, una bomba de agua, la cuchilla de una cortadora de césped, etc.

Solamente una pequeña parte de la energía calorífica del combustible quemado en un motor, se transforma en energía mecánica. El resto se dispersa de diversas formas.

Del 100% del poder calorífico del combustible, se pierde un 20% en el agua de refrigeración, un 35% en el escape y un 15% en rozamientos mecánicos y resistencias pasivas.

Entonces, solamente se dispone de un 30% (MECH) ó 35% (MEC) de calorías útiles para propulsar el vehículo.

### 5.2 Clasificación de los motores de combustión interna

Los motores de combustión interna vienen determinados en función de una serie de características constructivas y de funcionamiento.

Se pueden clasificar de la siguiente manera:

#### a) **Por su forma de encendido**

**Motor Otto o de ECH:** es el motor de encendido por chispa que emplea gasolina o gas para su funcionamiento.

**Motor Diesel o de EC:** es el motor de encendido por compresión que emplea diesel o gasoil para su funcionamiento.

- b) **Por el tipo de combustible empleado**
  - Líquido** (gasolina, diesel, gasóleo)
  - Gaseoso** (GLP, GNV, hidrógeno)
  - Mixto** (híbridos a gasolina y gas)
  
- c) **Por el tipo de refrigeración**
  - Motor refrigerado por Agua
  - Motor refrigerado por aire
  
- d) **Por el número de tiempos**
  - Motor de dos tiempos
  - Motor de cuatro tiempos
  
- e) **Por la disposición de los cilindros**
  - Motores con cilindros en línea.
  - Motores con cilindros en V.
  - Motores con cilindros horizontales opuestos (Motores “bóxer”).

***Motor en línea:***

Tiene los cilindros dispuestos en línea de forma vertical en un solo bloque. Este motor se puede utilizar desde 2 a 8 cilindros.

El motor de 4 cilindros es el más utilizado hoy en día.

El motor en línea es el más sencillo constructivamente hablando por lo que su costo es más económico así como sus reparaciones.

***Motor en V:***

Tiene los cilindros repartidos en dos bloques unidos por la base o bancada y formando un cierto ángulo (60°, 90°, etc).

Se utiliza este motor para 4,6 y 8 cilindros, presenta la ventaja que es más compacta, con lo cual el cigüeñal, al ser más corto, trabaja en mejores condiciones.

***Motor con cilindros horizontalmente opuestos (motor boxer):***

Es un caso particular de los motores de cilindros en V. Los cilindros van dispuestos en dos bloques que forman un ángulo de 180° colocados en posición horizontal y en sentidos opuestos que se unen por su base o bancada. La ventaja de esta disposición es que reduce la altura del motor, por lo que se puede utilizar motos de gran cilindrada, en coches deportivos y autobuses que disponen de mucho espacio a lo ancho y no en altura.

- f) **Por el sistema de alimentación**  
Aspiración natural  
Sobrealimentados (turbo, compresor)
  
- g) **Por el tipo de formación de la mezcla**  
De formación interna de la mezcla (motor diesel)  
De formación externa de la mezcla (motor gasolinero)
  
- h) **En función de D y S**  
Motor supercuadrado:  $D > S$   
Motor cuadrado:  $D = S$   
Motor alargado:  $D < S$

Actualmente se tiende a la fabricación de motores con mayor diámetro que carrera, con objeto de que al disminuir la carrera se reduzca la velocidad lineal del pistón y el desgaste de este y el cilindro provocado por el rozamiento entre ambos.

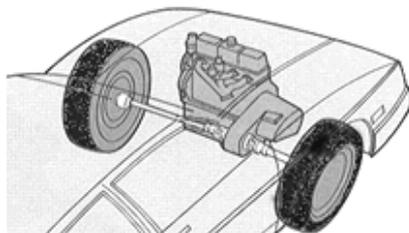
Ejemplo

Fiat 1.9 TD. Diámetro por carrera 82 x 90,4,

Opel 1.6 i. diámetro por carrera 79 x 81,5,

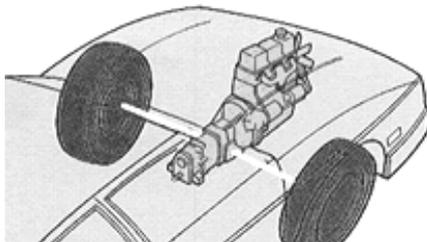
Citroen 2.0 16V diámetro por carrera 86 x 86, como se ve las medidas son muy dispares.

- i) **Por la colocación y arquitectura del motor**



***El motor transversal:***

Es el más utilizado debido a que la tendencia actual es hacer los coches cortos de la parte delantera para conseguir que el interior del vehículo sea lo más grande posible.



***El motor longitudinal:***

Se usa actualmente en vehículos con tracción trasera. También este motor se ha utilizado con tracción delantera.

### 5.3 Partes principales del motor

- a) **Elementos fijos:** Bloque de cilindros, culata, cárter, colectores (admisión y escape)
- b) **Elementos móviles:** Embolo, bulón, segmentos (anillos), biela, cigüeñal, volante, dámper.

#### *La culata*

Pieza de hierro fundido o de aleaciones de aluminio, que va colocada encima del bloque del motor.

Su función es sellar la parte superior de los cilindros para evitar pérdidas de compresión y salida inapropiada de los gases de escape.

En la culata se encuentran situados los asientos para las *válvulas de admisión y de escape, así como para las bujías*.

Posee, además, dos conductos internos: Uno conectado al múltiple de admisión (para permitir que la mezcla aire-combustible penetre en la cámara de combustión del cilindro) y otro conectado al múltiple de escape (para permitir que los gases producidos por la combustión sean expulsados al medio ambiente). Posee, además, otros conductos que permiten la circulación de agua para su refrigeración.

#### *Empaque de culata*

Es una lámina fabricada en diferentes materiales, como asbesto, latón, acero, caucho, bronce y actualmente se está desarrollando un nuevo material llamado grafoil.

Se utiliza para sellar la unión entre la culata y el bloque de cilindros.

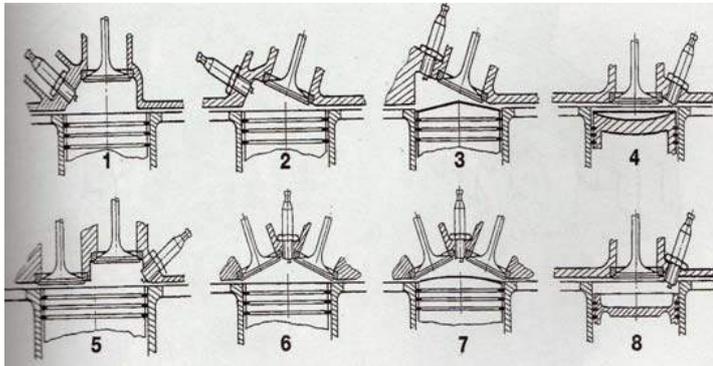
Posee varias perforaciones por las cuales pasan los pistones, los espárragos de sujeción, y los ductos tanto de lubricación como los de refrigeración.

#### *Cámara de combustión*

Es el lugar del motor donde se desarrolla la potencia del automóvil mediante la ignición controlada de la mezcla de combustible. Esta alojada, totalmente o en parte dentro de la culata.

La forma de la cámara de combustión tiene un efecto determinante sobre los dos factores más importantes del proceso de combustión: Producción de una presión uniforme sobre el pistón gracias a una ignición equilibrada

del combustible, y el mantenimiento de una velocidad de combustión elevada.



1. de bañera
2. de cuña
3. culata plana
4. de pistón
5. con válvulas desplazadas
- 6, 7 hemisféricas
8. "herón"

### ***Eje o árbol de levas***

La función del árbol de levas es abrir y cerrar las válvulas de admisión para que entre la mezcla aire-combustible y abrir y cerrar las válvulas de escape para dejar salir los gases.

Las características de funcionamiento del motor dependen del *tiempo* que permanecen abiertas las válvulas y de la *altura* que levanta la leva a la válvula



Según el diseño del motor, puede ejecutar cierto número de funciones adicionales. El engranaje hiperbólico puede actuar sobre el distribuidor y sobre la bomba de aceite, mientras que un resalte extra puede accionar una bomba mecánica de carburante. Unida al extremo anterior del árbol se encuentra una polea que recibe movimiento giratorio desde el cigüeñal mediante una o más cadenas, correas o fajas de transmisión.

La función de cada una de las levas es utilizar la rotación del árbol para proporcionar movimiento vertical que abrirá su válvula correspondiente.

### ***Válvulas***

Las válvulas son piezas fundamentales del motor:

Regulan las corrientes de gases que entran y salen de la cámara de combustión.

Su función principal es abrir y cerrar los conductos (motores de 4T) o lumbreras (motores de 2T) en el momento preciso y de forma hermética.

Se hacen de acero. Las de escape son aceros especiales, contienen Mn, Si, Ni y Cr.

Las de admisión son de mayor diámetro.



Válvula en cabeza operada por un empujador y un balancín individual, movidos por árbol de levas inferior. No hay eje de balancines en este modelo.



Válvula en cabeza operada por el procedimiento más habitual de los balancines colocados en un eje.



Válvula en cabeza con el árbol de levas directamente encima de la cámara de combustión. Este es el método más eficaz y es muy usado en motores modernos

### ***Balancines***

Son partes del sistema de válvulas que están colocados en la culata, ya sea sobre un eje común a todos o cada uno sujeto en forma independiente a un perno pivote.

Reciben el movimiento a través de una varilla, cuando el eje de levas está colocado en el monoblock, o directamente del eje de levas cuando este está colocado en la culata.

### ***El bloque de cilindros***

Es la parte más grande del motor, contiene los cilindros donde los pistones suben y bajan, conductos por donde pasa el líquido refrigerante y otros conductos independientes por donde circula el lubricante.

Generalmente el bloque esta construido mayormente en hierro fundido; es relativamente barato, se puede trabajar fácilmente y tienen buenas propiedades mecánicas. Pero es muy frágil.

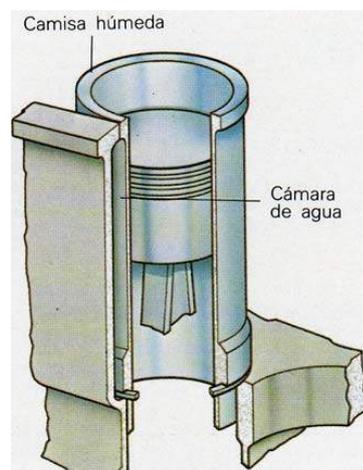
También pueden ser de aleación ligera. El aluminio es menos pesado, menos frágil, dispersa mejor el calor, pero es mucho mas blando. Suelen tener forros o camisas de acero lo que los hace caros.

### ***Cilindros***

Son cavidades de forma cilíndrica, de material metálico, por la cual se desplazan los pistones en su movimiento alternativo, entre el *PMI* y el *PMS*.

Las paredes interiores son completamente lisas y en algunos casos cromados para mayor resistencia al desgaste.

En el cilindro se adaptan unas camisas o el mismo cilindro constituye la camisa, la cual es elemento de recambio o modificación en caso de una reparación.



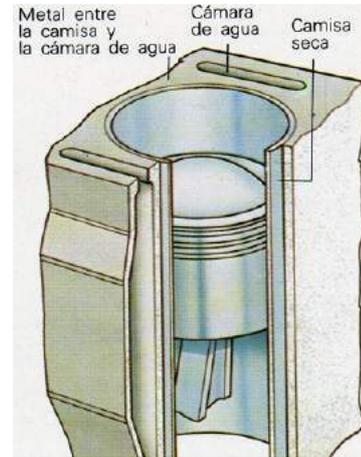
### **Camisa húmeda**

En este caso la camisa reemplaza totalmente al cilindro del bloque y es apoyada en éste únicamente en su parte superior e inferior siendo rodeada en su totalidad por los ductos de refrigeración. Para una reparación simplifica el proceso ya que solo se debe extraer la camisa vieja y reemplazarla por la nueva, la cual se sujeta del bloque en la parte superior por medio de unas bridas, las que presionan evitando cualquier tipo de movimiento.

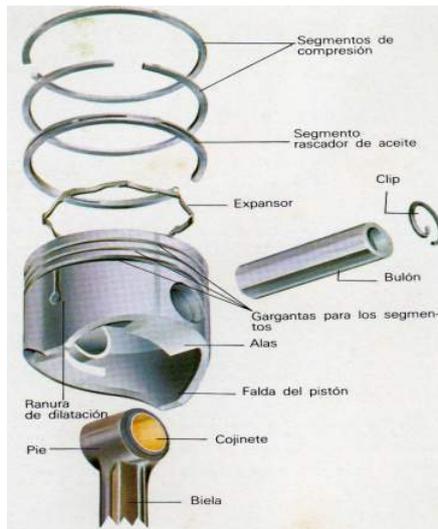
### Camisa seca

Es un cilindro que se coloca a presión dentro del formado en el bloque, sin existir ningún espacio entre bloque y camisa.

En casos de reparación este tipo de camisas permite ser maquinada, teniendo en cuenta que se aumenta el diámetro interior, cierta cantidad de veces, especificadas inicialmente por los fabricantes de motores y al llegar a estos límites debe ser cambiada por una nueva de medida original.



### Pistón



La función principal del pistón es modificar el volumen del cilindro y transformar la energía química en energía impulsora útil (energía mecánica)

La superficie lateral de un pistón no es perfectamente cilíndrica, la parte más ancha se encuentra cerca del fondo o parte inferior del pistón y es allí donde se mide el diámetro del mismo.

### Anillos

Llamados también segmentos, son los encargados de mantener la estanqueidad en la cámara de combustión.

Además de esta función cumplen con la función de lubricar la pared del cilindro y la falda del pistón (rascador de aceite).

### Bulón

Es el elemento que se utiliza para unir el pistón con la biela, permitiendo la articulación de esa unión.

### ***Bielas***

La biela es la pieza que une el pistón con el cigüeñal. Tiene la función de transformar el movimiento vertical del pistón en movimiento rotario del cigüeñal.

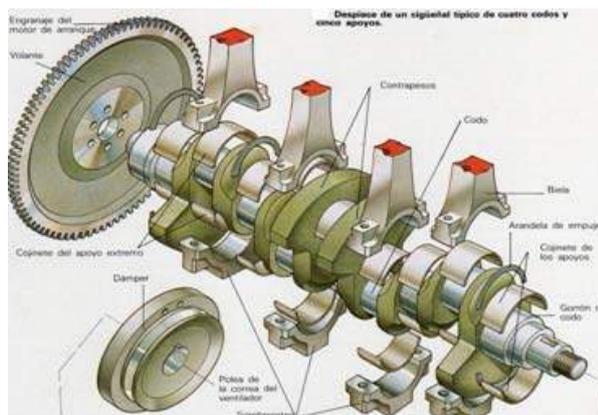
Generalmente está fabricada de acero forjado debido a que debe resistir una gran tensión y esfuerzo. La biela permite la transformación del movimiento alternativo en rotativo.



Tiene tres partes pie, cuerpo y cabeza,

- El pie de la biela es el que la une al pistón por medio del pasador o bulón,
- El cuerpo asegura la rigidez de la pieza y
- La cabeza gira sobre el codo del cigüeñal y está dividido en dos partes una superior y la otra inferior.

### ***Cigüeñal***



Es un eje que tiene como función: convertir los movimientos rectilíneos alternativos generados por la carrera de combustión de los pistones en cada uno de los cilindros en movimientos rotatorios.

Uno de los extremos se aprovecha para mover el vehículo y el otro para mover los otros elementos auxiliares: sistema de distribución, bomba de aceite, generador, compresor de climatización, etc.

La forma del cigüeñal depende de los factores de diseño de cada fabricante: No de cilindros, ciclos de trabajo, número de apoyos.

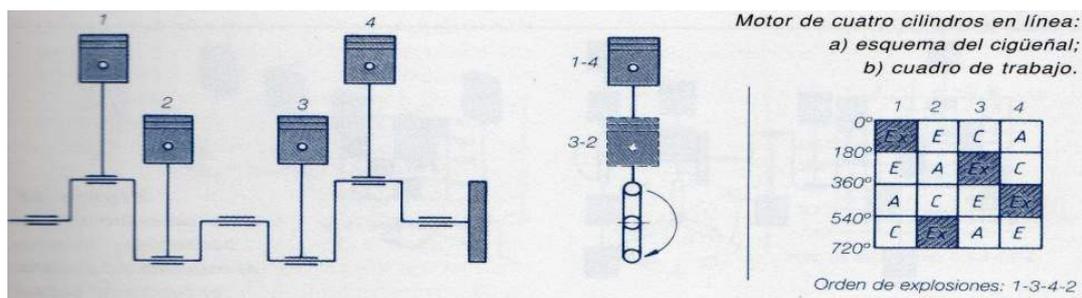
Tiene las siguientes partes:

- Apoyos, que están alineadas respecto a su propio eje y que se apoyan en la bancada del bloque.
- Codos, descentradas respecto al eje y sobre los que se montan las cabezas de la biela.
- Los brazos, como contrapeso y equilibrio del sistema
- Plato de anclaje posterior, para fijar el volante
- El eje anterior con chavetero para fijar la polea
- Orificios de engrase

Si en una vuelta el cigüeñal hace un giro de  $360^\circ$ , en las dos vueltas que dura el ciclo completo de 4 tiempos gira  $360 \times 2 = 720^\circ$ . Y durante ese giro de 2 vueltas en todos y cada uno de los cilindros del motor se completan los 4 tiempos del ciclo.

Por lo tanto en esos  $720^\circ$  de giro se efectúan tantas explosiones como cilindros tiene el motor y como lo hacen a intervalos iguales para un mejor reparto de fuerzas sobre el cigüeñal, el ángulo girado por este entre cada dos explosiones será  $720^\circ / N$ , siendo N el número de cilindros.

El orden en que van produciendo las explosiones se llama **orden de encendido**, u **orden de explosiones**, por ser el orden en que se van produciendo las chispas de las bujías (MECH) o la inyección de combustible (MEC)

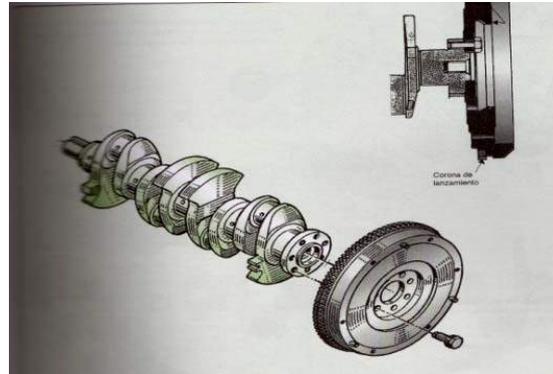


### Volante

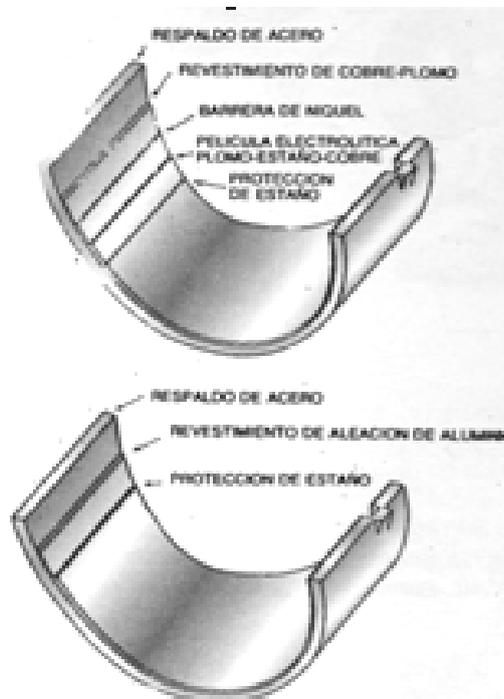
Es una rueda metálica dentada, situada al final del eje del cigüeñal, que absorbe o acumula parte de la energía cinética que se produce durante el tiempo de explosión y la devuelve después al cigüeñal para mantenerlo girando.

El volante es una masa de inercia que regulariza y equilibra el giro del cigüeñal.

En el se monta el embrague y la corona de arranque.



### *Cojinetes o metales*



Tienen como función reducir el rozamiento entre las piezas con movimiento rotatorio o ejes y piezas fijas del motor, interponiéndose entre ambas.

El material con que se fabrican, tienen las siguientes propiedades:

- Resistencia a la fatiga
- Incrustabilidad
- Resistencia a la temperatura
- Resistencia a la corrosión

Considerando el conjunto biela-pistón y cigüeñal, los cojinetes se montan en tres lugares diferentes:

- Entre los apoyos del motor y los alojamientos del bloque motor.
- Entre los muñones del cigüeñal y la cabeza de la biela.
- Entre el pie o extremo menor de la biela y el bulón o eje que une al pistón y biela.

### *Damper*



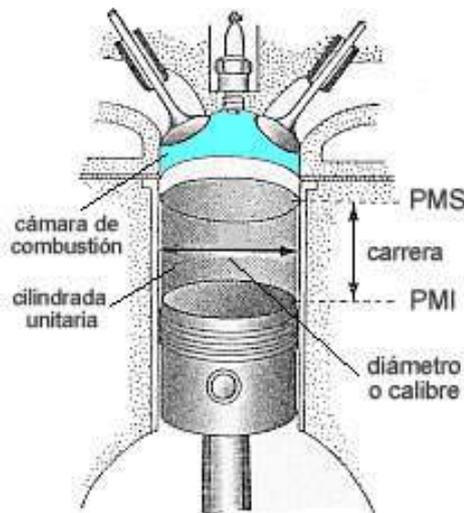
El damper tiene como función principal equilibrar estática y dinámicamente al cigüeñal y eliminar las vibraciones.

### *El carter*

Es la parte donde se deposita el aceite lubricante que permite lubricar el cigüeñal, los pistones, el árbol de levas y otros mecanismos móviles del motor. Durante el tiempo de funcionamiento del motor una bomba de aceite extrae el lubricante del cárter y lo envía a los mecanismos que requieren lubricación.

Existen también algunos tipos de motores que en lugar de una bomba de aceite emplean el propio cigüeñal, sumergido parcialmente dentro del aceite del cárter, para lubricar “por salpicadura” el mismo cigüeñal, los pistones y el árbol de levas.

## 5.4 Términos utilizados para el estudio del motor



**Punto muerto superior (PMS):** es cuando el pistón en su movimiento alternativo alcanza la punto máximo de altura antes de empezar a bajar.

**Punto muerto inferior (PMI):** es cuando el pistón en su movimiento alternativo alcanza el punto máximo inferior antes de empezar a subir.

**Diámetro o calibre (D):** Diámetro interior del cilindro (en mm.).

**Carrera (S):** Distancia entre el PMS y el PMI (en mm).

**Tiempo:** Es el conjunto de procesos que transcurren entre los puntos muertos del cilindro.

**Cilindrada unitaria ( $V_u$ ):** es el volumen que desplaza el pistón del PMI al PMS.

**Volumen de la cámara de combustión ( $V_{cc}$ ):** Volumen comprendido entre la cabeza del pistón en PMS y la culata.

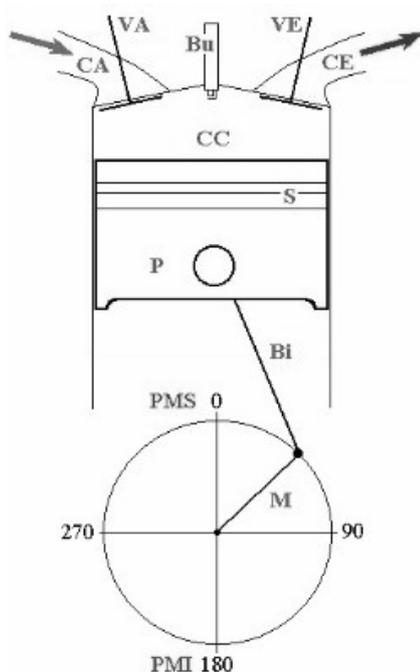
**Radio de la manivela ( $r$ ):** Es el radio de giro de la manivela del cigüeñal del motor y es igual a la mitad de la carrera del pistón.

**Relación de compresión ( $R_c$ ):** Relación entre la suma de volúmenes ( $V_u + V_{cc}$ ) y el volumen de la cámara de combustión.

Este dato se expresa en el formato ejemplo: 10,5/1. La relación de compresión ( $R_c$ ) es un dato que da el fabricante no así el volumen de la cámara de combustión ( $V_{cc}$ ) que lo podemos calcular por medio formulas.

La  $R_c$  para motores a gasolina viene a ser del orden de 10/1. Con motores turboalimentados desciende este valor. La  $R_c$  para motores diesel viene a ser del orden de 20/1.

- **Parámetros geométricos de los MCIA**



- CA:** Colector de Admisión.
- CE:** Colector de Escape.
- VA:** Válvula de Admisión.
- VE:** Válvula de Escape.
- Bu:** Bujía.
- CC:** Cámara de Combustión.
- S:** Segmentos.
- P:** Pistón.
- Bi:** Biela.
- M:** Manivela.
- D:** Diámetro del pistón.
- S:** Carrera del pistón.
- S/D:** Relación carrera-diámetro.
- Ap:** Sección del pistón.
- Z:** Número de Cilindros.
- Vt:** Cilindrada Total.
- Vu:** Cilindrada unitaria
- Vcc:** Volumen de la Cámara de Combustión.
- Rc:** Relación de Compresión.
- n:** Velocidad angular del motor
- Cm:** Velocidad Media del Pistón.

El área o sección transversal del pistón, se calcula con la siguiente relación:

$$Ap = \frac{\pi \cdot D^2}{4}, \text{ donde } D \text{ es el diámetro del pistón}$$

El volumen desplazado unitario, es la siguiente:

$$Vu = Ap \cdot S, \text{ donde } S, \text{ es la carrera}$$

El volumen total o cilindrada total es:

$$Vt = Vu \cdot Z, \text{ donde } Z, \text{ es el número de cilindros del vehículo}$$

La Relación de compresión se calcula con la siguiente relación:

$$Rc = \frac{Vcc + Vu}{Vu}$$

La velocidad media del pistón es la siguiente:

$$Cm = 2 \cdot S \cdot n, \text{ donde } n \text{ es la velocidad angular del motor}$$

### **Ejemplo**

*Datos:*

El Automovil Hyundai Sonata 2.4 DOHC, tiene los siguientes datos en su catálogo:

Diámetro por carrera (mm)= 88.0 x 97.0

No de cilindros: 4

Relación de compresión= 10,5 : 1.

Velocidad nominal del motor: 5800 RPM

1. Calcular la cilindrada exacta a partir del diámetro y la carrera.
2. Calcular el volumen de la cámara de combustión (v) a partir de la relación de compresión (Rc).
3. Velocidad media del pistón (m/s)

*Desarrollo:*

1. Calcular la cilindrada a partir del diámetro y el calibre  
Calculo de la cilindrada total:

$$Vt = Ap \cdot S \cdot z = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot S \cdot z = \frac{3.14 \times 88^2}{4} \times 97 \times 4 = 2,359 \text{ cm}^3$$

2. Calcular el volumen de la cámara de combustión ( $v$ ) a partir de la relación de compresión ( $R_c$ ).

Cálculo de la cilindrada unitaria

$$V_d = \frac{V_t}{z} = \frac{2,359 \text{ cm}^3}{4} = 589.75 \text{ cm}^3$$

Cálculo del volumen de la cámara de combustión

$$R_c = \frac{V_d + V_c}{V_c} \Rightarrow 10.5 = \frac{589.75 + V_c}{V_c}$$

$$10.5 \times V_c = 589.75 + V_c$$

$$V_c = 62.08 \text{ cm}^3$$

3. Velocidad media del pistón (m/s)

$$C = 2 \cdot S \cdot n = \frac{2 \times 0.097 \times 5800}{60} = 18.7 \text{ m/s}$$

### 5.5 Ejercicios:

- a) Un motor diesel tiene cuatro cilindros, su relación de compresión es 18, su carrera del pistón es 150 mm, el diámetro del cilindro es 145 mm, el motor es de cuatro tiempos y su velocidad nominal es de 3500 RPM.  
Calcular: El volumen de la cámara de combustión, la cilindrada total y el volumen de la cámara de combustión.
- b) Un motor gasolinero de cuatro tiempos y de cuatro cilindros tiene una relación de compresión igual 10, su diámetro del cilindro es igual a 75 mm, la carrera del pistón es igual a 70 mm y su velocidad nominal es de 6200 RPM.  
Calcular: El volumen de la cámara de combustión, la cilindrada total y el volumen de la cámara de combustión.
- c) Comparar resultados y presentar conclusiones.



## Capítulo 6:

# *Funcionamiento de motores vehiculares*

### 6.1 Generalidades

Solamente una pequeña parte de la energía calorífica del combustible quemado en un motor, se transforma en energía mecánica. El resto se dispersa de diversas formas.

Del 100% del poder calorífico del combustible, se pierde un 20% en el agua de refrigeración, un 35% en el escape y entre 10 y 15% en rozamientos mecánicos y resistencias pasivas.

Entonces, solamente se dispone de un 30% (MECH) ó 35% (MEC) de calorías útiles para propulsar el vehículo.

Una de las diferencias de rendimiento entre un motor diesel y un motor a gasolina se debe a la forma de la admisión de aire y la regulación de la mezcla.

El motor diesel resulta mucho más eficiente porque trabaja con la mayor cantidad de aire posible; en este la regulación de la carga depende sólo de la cantidad de diesel que se inyecta.

En cambio, el motor a gasolina regula por medio de la mariposa de admisión la cantidad de aire que ingresa al cilindro, y como esta válvula se cierra completamente en ralentí, requiere un circuito de derivación para permitir el ingreso de aire y conservar el motor.

En este caso, el pedal del acelerador dirige la carga del motor accionando la mariposa de admisión.

### 6.2 Factores que influyen en la combustión en motores de ECH

#### *Naturaleza del combustible*

Teniendo en cuenta que la naturaleza del combustible va determinar la temperatura de inflamación de la mezcla, será igualmente importante para determinar la velocidad en la que se desarrolle la combustión.

Con gasolina la temperatura de inflamación es de 380° C, mientras que con alcohol alcanza 460° C.

### *Calidad de la chispa*

Cuanto más potente sea la chispa mayor será la velocidad de propagación de la combustión, iniciando la combustión en un frente de llamas mayor y aumentando por ello su efecto multiplicador.

### *Forma de la cámara de combustión*

Es conveniente que la distancia a cubrir por el frente de llamas sea la más pequeña posible.

### *Número de bujías*

Se puede, al mismo tiempo reducir el tiempo y la distancia a recorrer por el frente de llamas montando dos bujías por cilindro. También se puede mejorar la calidad de ignición colocando bujías de 2, 4 electrodos.

### *Turbulencia*

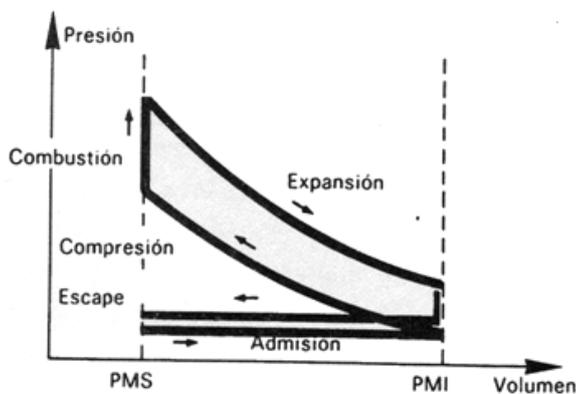
La forma de la cámara de combustión tiene una gran incidencia en la formación de la turbulencia.

## 6.3 Motores de 4 tiempos de encendido por chispa. Ciclo Otto

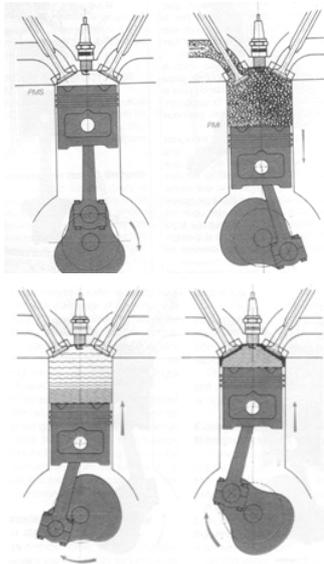
Los ciclos teóricos del motor a combustión a volumen constante fueron estudiados por Beau Rochas, pero su aplicación práctica se le debe a Otto que construyó los primeros motores a gasolina, aproximadamente en 1862.

El ciclo Otto es un ciclo cerrado, que utiliza una mezcla de aire y gasolina o aire y gas y para su ignición tiene la ayuda de una chispa eléctrica producida por el sistema de encendido.

Este ciclo consta de 4 etapas o tiempos. *Aspiración, compresión, combustión y expansión.*



El ciclo termodinámico del ciclo Otto, es conocido como ciclo de volumen constante.



**Admisión:**

El pistón se desplaza desde el PMS (punto muerto superior) al PMI (punto muerto inferior). La válvula de admisión, **VA** se encuentra abierta. El pistón realiza una carrera completa. El cilindro se llena con mezcla aire/combustible. Al final de la admisión (en el PMI) se cierra la **VA**. El llenado del cilindro requiere un trabajo negativo.

**Compresión:**

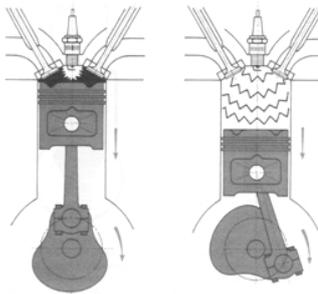
Con las dos válvulas cerradas (**VA** y válvula de escape, **VE**), el pistón se desplaza desde el PMI al PMS. Se realiza una carrera completa. Se comprime la mezcla aire/combustible.

En principio esta compresión es adiabática\*. La compresión requiere trabajo negativo.

**Encendido:**

En teoría este es un instante.

Cuando el pistón llega al **PMS**, se enciende la chispa en la bujía y se quema la mezcla en la cámara de combustión, aumentando la presión.



**Trabajo:**

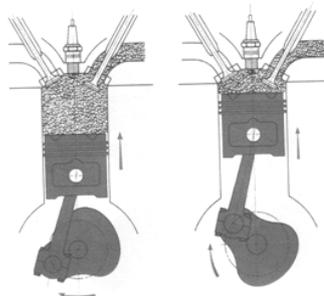
Con las dos válvulas cerradas el pistón se desplaza desde el **PMS** al **PMI**. Se realiza una carrera completa.

En principio esta evolución es *adiabática*.

La evolución genera trabajo positivo. Es la única evolución del total del ciclo en que se genera trabajo positivo al exterior.

**Apertura Válvula de Escape:**

En teoría esta caída de presión es instantánea y ocurre cuando se abre la válvula de escape.



**Escape:**

El pistón se desplaza desde el **PMI** al **PMS**.

Se realiza una carrera completa (la **VE** está abierta y la **VA** se encuentra cerrada).

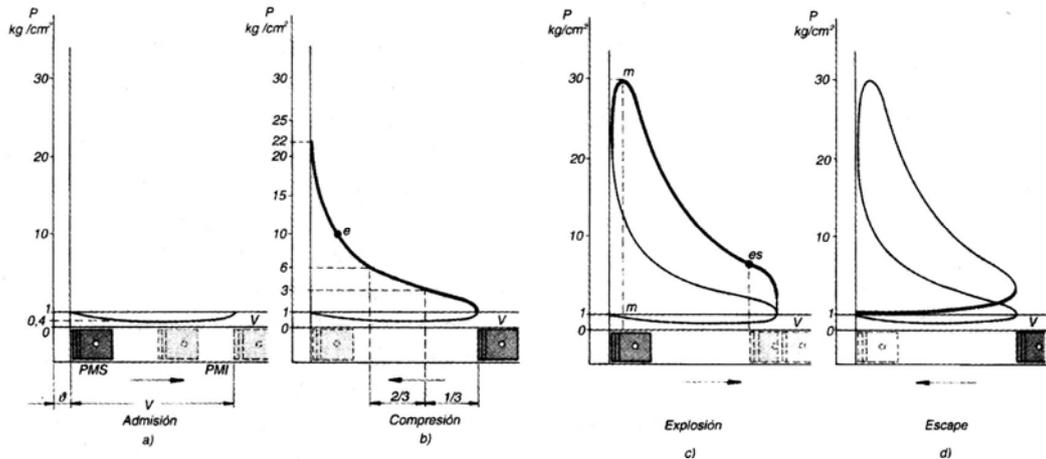
En principio la presión dentro del cilindro es igual a la atmosférica, por lo cual el trabajo requerido es cero.

**El Ciclo Otto real**

En la práctica en el Ciclo Otto no se producen las aperturas de las válvulas de admisión y escape exactamente en los PMS y PMI, sino que ocurren antes o después, según sea el caso.

Tampoco los tiempos ocurren a presión constante, en el caso de admisión y escape o a volumen constante, en el caso de la compresión y la apertura de la válvula de escape.

La siguiente figura ilustra el proceso real del Ciclo Otto.



#### 6.4 El motor de dos tiempos ECH

Los motores que funcionan con el ciclo de dos tiempos efectúan, en realidad, las mismas fases que los de cuatro: Admisión, compresión, explosión y escape; pero en vez de hacerlas en dos vueltas del cigüeñal, las hacen en una sola vuelta, o sea en dos carreras del émbolo.

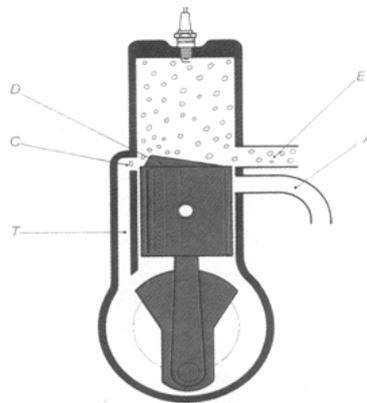
Es también un motor alternativo, pero su constitución difiere notablemente del de cuatro tiempos.

El carter del cigüeñal debe estar sellado y cumple las funciones de precompresión, forma parte del circuito de alimentación.

La lubricación, que en el motor de cuatro tiempos se efectúa mediante el carter, en el motor de dos tiempos se consigue mezclando aceite con el combustible en una proporción que varía entre el 2 y el 5 por ciento. Dado que esta mezcla está en contacto con todas las partes móviles del motor se consigue la adecuada lubricación.

#### Partes del motor de dos tiempos ECH

- En el motor de 2 tiempos se sustituyen las válvulas por unos orificios practicados en el cilindro llamados “lumbreras”.
- Hay tres lumbreras: la de admisión, de carga y de escape.



**Sección esquemática de un motor de dos tiempos (monocilíndrico)**

- A, Lumbrera de admisión
- C, Lumbrera de carga
- D, Deflector del pistón
- E, Lumbrera de escape
- T, Conducto de comunicación entre el cárter y la lumbrera de carga

**Funcionamiento de motor de dos tiempos de ECH**

Al ser un motor ligero y económico es muy usado en aplicaciones en que no es necesaria mucha potencia tales como motocicletas, motores fuera borda, motosierras, cortadoras de césped, etc.

Su uso en automóviles y camiones ha sido ocasional pero nunca se ha consolidado.

También en ocasiones se ha usado este tipo de motores para la generación de electricidad o para la navegación marítima.

**6.5 El motor de pistón rotativo de ECH (Wankel)**

El primer motor rotativo aparece en forma experimental en 1958, creado por el ingeniero alemán Félix Wankel y realizado por la casa NSU.

El 1963 es presentado en el Salón del Automóvil de Frankfurt en un vehículo NSU. En 1967 se dio a conocer en el mismo salón su modelo de lujo "RO 80".

Paralelamente han desarrollado motores rotativos: MB modelo C 111, Citroen (en colaboración de NSU) "M 35" y la japonesa Toyo Kogyo con el "R100".

Utiliza rotores en vez de los pistones de los motores convencionales

En un motor alternativo; en el mismo volumen (cilindro) se efectúan sucesivamente 4 diferentes tiempos: Admisión, compresión, combustión y escape.



En un motor Wankel se desarrollan los mismos 4 tiempos pero en lugares distintos de la carcasa o bloque; es decir, viene a ser como tener un cilindro dedicado a cada uno de los tiempos, con el pistón moviéndose continuamente de uno a otro. Más concretamente, el cilindro es una cavidad con forma de 8, dentro de la cual se encuentra un pistón triangular que realiza un giro de centro variable. Este pistón comunica su movimiento rotatorio a un cigüeñal que se encuentra en su interior, y que gira ya con un centro único.

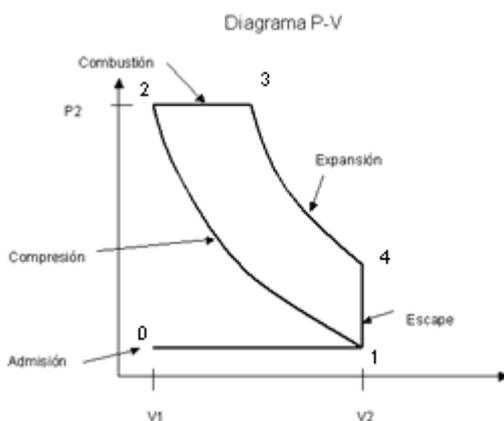
## 6.6 Motor de Encendido por Compresión (MEC). Ciclo Diesel

El motor diesel es una máquina térmica que transforma la energía calorífica en energía mecánica gracias al autoencendido del combustible.

También se le llama motor de encendido por compresión.

En 1891 el ingeniero alemán R. Diesel (1858-1913) construyó un motor de combustión interna de encendido por compresión.

Al Ciclo Diesel se le denomina también Ciclo a Presión Constante, y teóricamente se desarrolla de acuerdo al siguiente esquema:



**Admisión (0-1):** en la carrera de admisión penetra una carga completa de aire a cada cilindro. Su relación de compresión está entre 12 y 20.

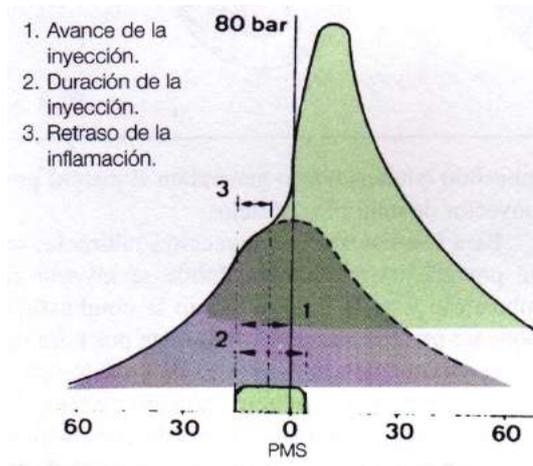
**Compresión (1-2):** durante la carrera de compresión, se eleva la temperatura del aire a causa de la alta compresión. El combustible es atomizado en la cámara de combustión poco antes de llegar al punto muerto superior en la carrera de compresión.

**Adición de calor (2-3):** se obtiene a partir de la quemada del combustible producida casi en el mismo instante en el que se introduce, debido a la alta temperatura del aire.

**Expansión (3-4):** se expanden los productos de la combustión para producir potencia.

**Escape (4-1):** salen los productos de la combustión después de expandirse para concluir el ciclo.

## Etapas de la combustión



### *Etapa 1 – Retardo de inyección*

El combustible es alimentado al motor por una bomba alternativa que lo hace pasar por un inyector; pero no entra en el cilindro inmediatamente de producirse el desplazamiento del embolo en la bomba.

La capacidad de compresión del combustible, la elasticidad de las cañerías y el tiempo que tarda la válvula de aguja del inyector en levantarse, se suman para originar un ligero retardo.

### **Etapa 2 – Retardo de ignición**

Una vez que el combustible ha entrado en el cilindro, existe un retardo antes de que comience la combustión, pues el combustible debe ser calentado a la temperatura del aire comprimido y mezclado con este para formar una mezcla combustible.

Al calentarse, cada gota de combustible se rodea con una capa de vapor, y el aire que rodea al vapor pierde calor; por lo tanto, debe absorberse calor de la masa principal del aire para aumentar aun más la temperatura del vapor.

### **Etapa 3 – Expansión de la llama**

Durante la etapa de difusión de la llama, se quema toda la mezcla de combustible y aire.

La velocidad de la difusión de la llama y la simultánea velocidad del aumento de presión en el cilindro dependen de la velocidad de combustión y del grado del mezclado del aire con el combustible en el cilindro. Es conveniente que el periodo de retardo sea corto, de modo que no se acumule una gran proporción de la carga total de combustible en el cilindro antes de que comience la combustión; sino, gran parte del combustible comenzara a quemarse al mismo tiempo y la velocidad del aumento de la presión en el cilindro se tornara excesiva.

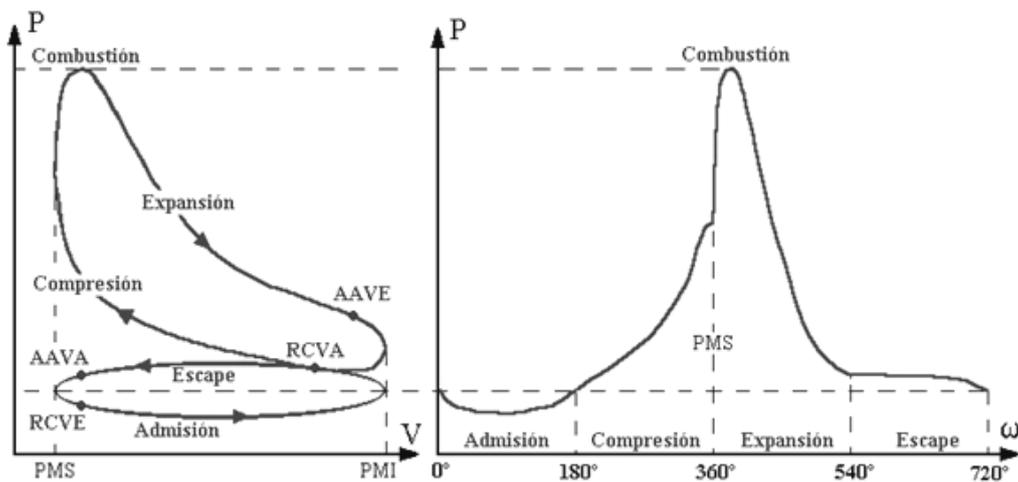
#### Etapa 4 – Combustión directa

Al término de la tercera fase, el único combustible sin quemar que queda en el cilindro es el que es inyectado en la mezcla en combustión.

Debido a la gran temperatura a la que se ha calentado el espacio de combustión, este combustible se quema en forma casi instantánea.

Durante la etapa final de combustión directa, la inyección se ha detenido y se consume el resto de la carga del cilindro.

#### El Ciclo Diesel y el diagrama de combustión real



## *Sistema de alimentación en vehículos ECH*

### 7.1 **Introducción**

La combustión es el resultado de fenómenos físicos, químicos y termodinámicos que se producen entre un combustible y el oxígeno del aire con el objetivo de transformar su energía química en energía mecánica.

Para que se produzca la combustión en un motor de encendido por chispas es necesario: un elemento combustible, un comburente y calor (para el caso de vehículos a gasolina este calor se da en forma de chispa).

La mezcla utilizada en un motor (gasolina y aire) presenta el problema, además de la cantidad que interviene en la combustión, del estado físico del elemento. En efecto, el aire se encuentra en estado gaseoso y la gasolina en estado líquido; será necesario, pues, transformar la gasolina al estado gaseoso para realizar la mezcla homogénea.

Cada mezcla combustible tiene una temperatura a partir de la cual se inicia la combustión; por ejemplo gasolina + aire: 380° C aprox. Esta temperatura varía en relación de la mezcla.

El aire atmosférico se compone de Nitrógeno 78%, Oxígeno 21% y concentraciones menores de dióxido de carbono, argón, neón, helio, criptón, xenón, hidrógeno, metano, óxido nitroso, ozono y vapor de agua. Cuando la presión atmosférica es mayor entonces el número de moléculas de oxígeno contenidas en un litro también es mayor.

La mayor concentración de oxígeno por unidad de volumen permite quemar más combustible a la vez, por lo cual el motor aumenta su rendimiento volumétrico, genera más fuerza motriz y desarrolla mayor potencia.

### 7.2 **El sistema de alimentación en motores a gasolina.**

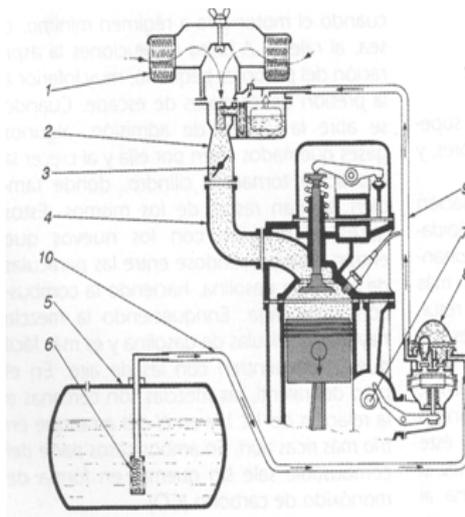
La función del sistema de alimentación es proporcionar la mezcla aire - combustible, en una proporción estequiométrica, que permita el quemado total y el aprovechamiento del poder calorífico del combustible.

La cantidad de mezcla aire y gasolina que precisa el motor es regulada por la distribución, tratándose de conseguir el máximo llenado de los cilindros, es decir un buen rendimiento volumétrico a cualquier número de revoluciones. Sin embargo, independientemente del llenado, el motor en algunas ocasiones necesita que las mezclas sean ricas y en otras es deseables que sean pobres.

La misión del dosificador, bien sea carburador o el equipo de inyección, es preparar la mezcla en las proporciones adecuadas a las necesidades del motor.

Para una buena combustión, experimentalmente se ha determinado que para que se queme 1 kg de gasolina son necesarias aproximadamente 15.2 kg de aire; a esta relación 15.2:1 se le denomina *relación estequiométrica*, además que la gasolina esté finamente pulverizada.

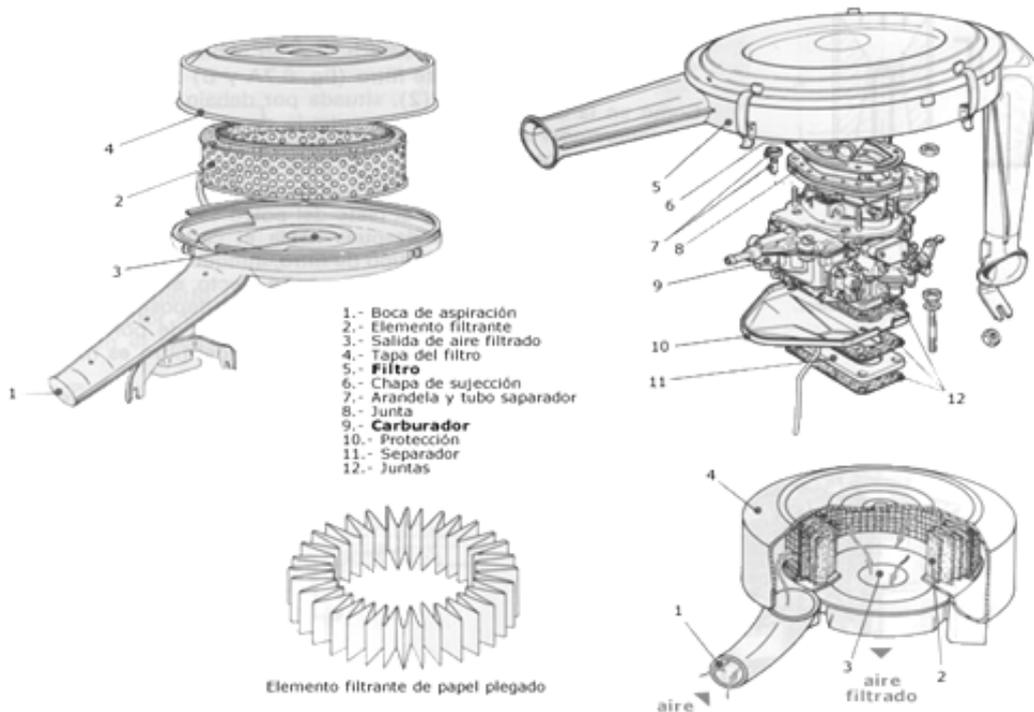
### Componentes del sistema de alimentación por carburador



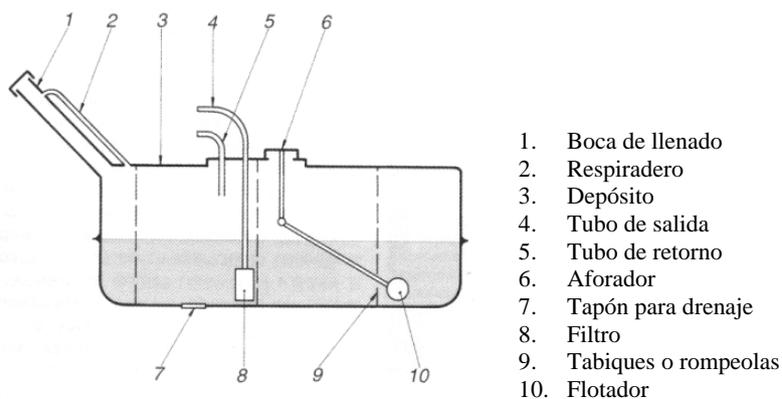
1. Filtro de aire
2. Carburador
3. Mariposa del carburador
4. Colector de admisión
5. Deposito de combustible
6. Filtro de combustible
7. Eje de levas
8. Bomba de alimentación
9. Cañería al carburador
10. Cañería de gasolina a la bomba.

- **Filtro de aire. Características**
  - Minimiza el desgaste de los componentes del motor removiendo el polvo, tierra y otros contaminantes abrasivos de la toma de aire
  - Alta eficiencia (98%). El filtro elimina las partículas sólidas contenidas en el aire.
  - Debe contar con el diseño adecuado para asegurar la mínima restricción del flujo de aire y entregar el máximo requerimiento de aire al motor

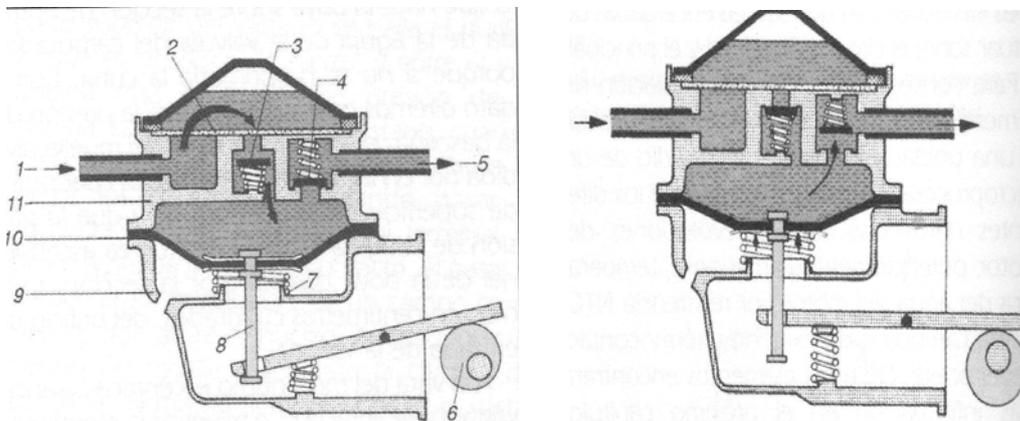
- El filtro debe proveer la mayor eficiencia a la vez que ofrezca la mayor cantidad de retención de contaminantes
- Algo crítico para la integridad del filtro, es el sello, que debe evitar el paso de los contaminantes durante toda la vida del filtro



- **El depósito de combustible**

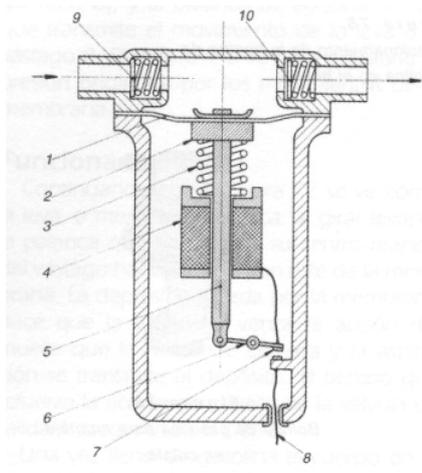


- **Bomba de gasolina**
  - Es una bomba del tipo aspirante-impelente.
  - Normalmente es de tipo mecánico, aunque también puede ser eléctrico.
  - Es movida por el árbol de levas,
  - Aspira la gasolina del depósito y la manda al carburador a través de tubos que pueden ser de cobre, goma sintética o de plástico.
  
- **¿Cómo funciona una bomba de gasolina mecánica?**



1. Llegada de la gasolina a la bomba por la tubería. 2. Filtro 3. Válvula de entrada. 4. Válvula de salida. 5. Salida de la gasolina para el carburador. 6. Eje de levas. 7. Resorte de presión. 8. Vástago. 9. Cuerpo inferior de la bomba. 10. Membrana. 11. Cuerpo superior de la bomba

- **¿Cómo funciona una bomba de gasolina eléctrica?**



1. Membrana  
2. Núcleo de hierro  
3. Resorte  
4. Bobina magnética  
5. Vástago  
6. Palanca inversora  
7. Contactos  
8. Terminal  
9. Válvula de entrada  
10. Válvula de salida

- **Las cañerías (tuberías)**

Son rígidas, de latón o cobre, goma sintética o plástico, con una forma interior debidamente estudiado por el fabricante.

Deben ir sujetas para que no vibren y así evitar que puedan agrietarse o romperse.

Para proteger la bomba de las impurezas que contiene el combustible, es necesario que el tubo que va del depósito a la bomba de alimentación esté ligeramente inclinado hacia el depósito. Hay que evitar cualquier inclinación hacia la bomba.

- **Filtro de combustible - Características**

- Minimiza el desgaste de los componentes del sistema de combustible removiendo los contaminantes, incluyendo el agua del combustible
- Permite el paso del flujo demandado de combustible por el motor
- Dura toda la vida útil establecida
- No debe colapsarse o fugar bajo las presiones del sistema de combustible



### 7.3 Alimentación por carburador

La carburación consiste en realizar una mezcla combustible que permita al motor funcionar en todas circunstancias.

La mezcla aire + gasolina adecuada a cada situación deberá permitir una combustión lo más perfecta posible.

Las funciones:

- Dosificación
- Vaporización
- Homogenización

**La dosificación**, es la relación entre la cantidad de gasolina y la cantidad de aire.

$$D = \frac{\text{masa de gasolina}}{\text{masa de aire}}$$

La relación estequiométrica óptima varía entre 8:1 a 21:1.

Según algunos autores la relación óptima es 15.2:1

Cuando una mezcla es menor que 15.2:1 se dice mezcla pobre

Cuando una mezcla es mayor que 15.2:1 se dice mezcla rica

**La vaporización**, está en función de la temperatura y presión de la mezcla.

**La Homogenización**, la mezcla debe ser homogénea, es decir en todos los puntos debe tener la misma dosificación combustible – aire.

### **El carburador**

El objetivo del carburador es conseguir la mezcla de aire-gasolina en la proporción adecuada según las condiciones de funcionamiento del automóvil.

El funcionamiento del carburador se basa en el efecto venturi que provoca que toda corriente de aire que pasa por una canalización, genera una depresión (succión) que se aprovecha para arrastrar el combustible proporcionado por el propio carburador.

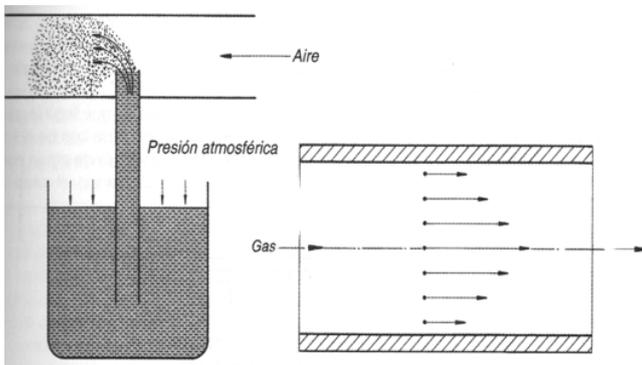
### **Requisitos que debe cumplir el carburador**

- Pulverizar adecuadamente la gasolina que facilite la homogenización de la mezcla.
- Mantener una dosificación cercana a la estequiométrica en condiciones de marcha normales.
- Empobrecer la mezcla en los casos de marcha sostenida y en las retenciones.
- Enriquecer la mezcla en las aceleraciones y en altas velocidades.

- Disponer de un circuito independiente que proporcione mezclas ricas para el arranque en frío.
- Tener un circuito exclusivo para el régimen mínimo

### Fundamento del carburador

La pulverización del combustible está basada en el siguiente hecho experimental:

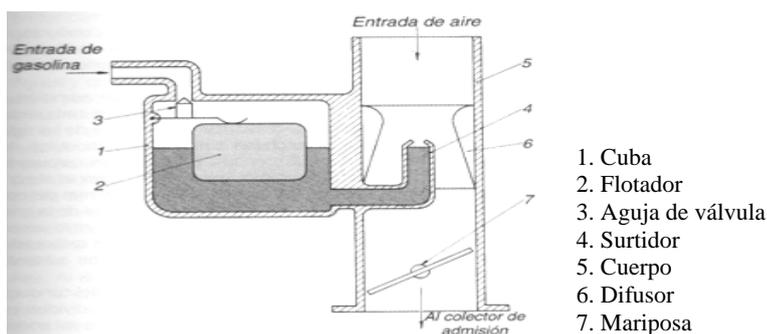


Si hacemos pasar una corriente de aire por el extremo de un tubo fino sumergido en un líquido, arrastras por rozamiento a las partículas de aire que hay sobre el, creando una depresión en la zona alta del tubo. La presión atmosférica que actúa sobre la superficie libre del líquido empuja a este hasta hacerle fluir. A medida que va saliendo es pulverizado por la corriente de aire.

La cantidad de líquido arrastrado y el grado de pulverización dependen de: (1) la velocidad del aire, (2) del diámetro y forma del orificio del tubo, (3) de la densidad del líquido y (4) del nivel de este.

### El carburador elemental

Consta de las siguientes partes:

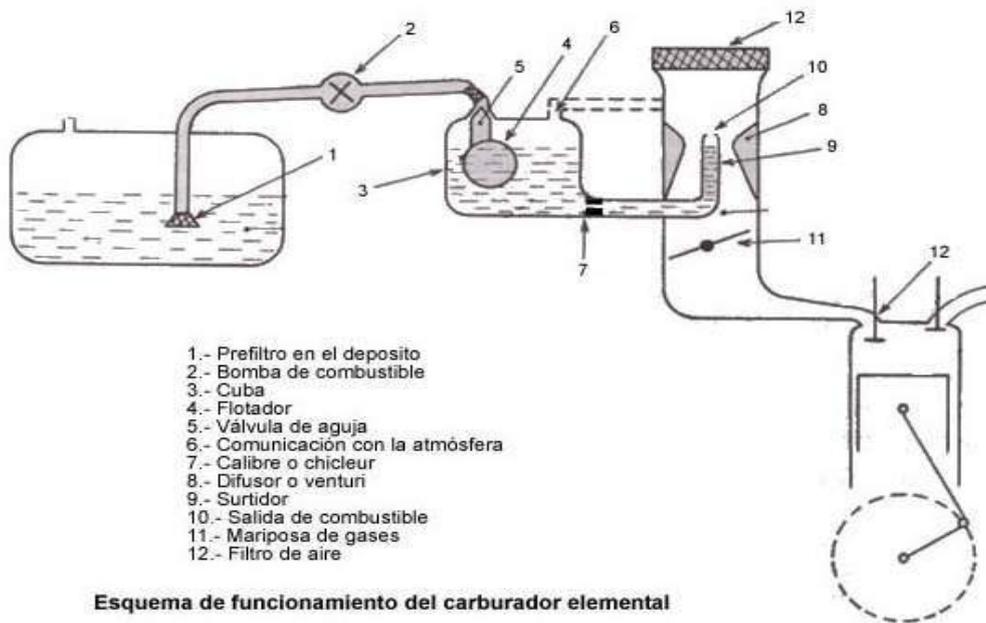


### Funcionamiento del carburador

El carburador siempre estará acompañado físicamente de dos elementos fundamentales:

Uno es el que le suministra el aire o mas bien lo prepara para poder trabajar con el, filtrándolo y eliminado el polvo y todas las impurezas que contiene el aire.

El otro elemento que acompaña al carburador es el que le suministra el combustible (bomba de combustible).



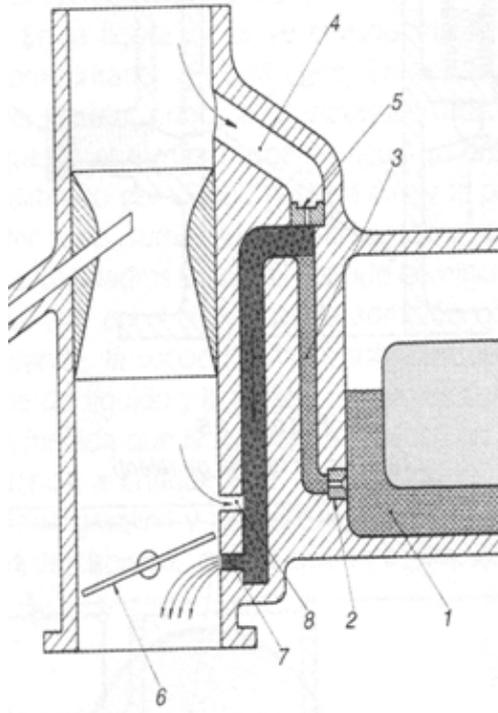
- **El circuito de ralentí**

La función del circuito de ralentí es asegurar el funcionamiento del motor hasta el encebado del circuito principal. Está comprendido entre 750 y 1000 RPM.

Proporciona el caudal de la mezcla necesario para vencer las resistencias pasivas del motor.

Tiene un circuito de gasolina regulado por el surtidor de ralentí y un circuito de aire que esta comprendido por el espacio entre la válvula de mariposa y el cuerpo de carburador.

- **Funcionamiento del circuito ralenti**



1. Taladro de la cuba
2. Chicler de ralentí
3. Surtidor de ralentí
4. Tubo toma de aire
5. Calibre regulador de aire
6. Mariposa cerrada
7. Salida de mezcla
8. Orificio de aire

#### 7.4 La inyección en motores a gasolina

En la actualidad los sistemas de inyección han desplazado a los carburadores debido a que cumplen mejor con su cometido, de proporcionar la cantidad justa de combustible en el instante requerido.

La gasolina es inyectada inmediatamente antes de cada válvula de admisión, consiguiéndose eliminar los defectos causados por las diferencias de inercias que se dan en los motores a carburador.



### **Importancia del sistema de inyección**

Ante la necesidad de reducir la emisión de gases contaminantes, ahorrar combustible y lograr un mejor aprovechamiento de la potencia y eficiencia del motor, nacen en el mundo *los sistemas de inyección de gasolina*.

### **Ventajas del sistema de inyección**

- Aumento de más de 15% de potencia en el motor.
- Mayor eficiencia, rapidez de respuesta y desempeño del vehículo.
- Garantiza la mezcla casi perfecta de aire-combustible en todos los regímenes de revoluciones del motor para quemar de manera casi total la mezcla y así evitar la emisión de gases tóxicos.
- Considerable ahorro de combustible gracias a que el sistema de inyección utiliza solamente la cantidad necesaria de gasolina de acuerdo a las exigencias del motor.

### **Clasificación de los sistemas de inyección**

1. ***Según el tipo de mando, funcionamiento y regulación***  
Sistemas de de inyección mecánica  
Inyección electrónica o inyección intermitente  
Inyección multipunto (un inyector por cada cilindro)
2. ***Según el número y disposición de los inyectores***  
Sistema monopunto (Monojetronic, IAW)  
Sistema multipunto (Renix, Motronic)
3. ***Según la forma de repartir la inyección a cada uno de los cilindros***  
Inyección en paralelo (todos los inyectores a la vez)  
Inyección semisecuencial (inyecta de dos en dos o en grupos).  
Inyección secuencial (inyecta uno a uno siguiendo un orden de encendido)

### **Principio de funcionamiento del sistema de inyección electrónica**

Unos captadores detectan permanentemente el estado de funcionamiento del motor y sus características. En forma de señales eléctricas, transmiten las señales recogidas a una unidad electrónica que se encargará según los diferentes valores recibidos de:

- Determinar exactamente la cantidad de carburante necesario para cada momento del funcionamiento del motor.

- Gobernar con precisión el instante y la duración en que permanezcan abiertos los inyectores (uno por cilindro o uno para todos)
- El inyector está alimentado con gasolina bajo presión constante y el tiempo en que permanece abierta es proporcional a la cantidad que precisa.

### **Procedimientos de inyección**

La inyección de combustible mono o multipunto se ajusta básicamente a los motores de medio y elevado rendimiento, respectivamente.

*El sistema monopunto* es el más simple y económico, en el que sólo existe un inyector al principio de los colectores de admisión, lugar donde se pulveriza el combustible, encargándose las válvulas y el pistón de la dosificación de la mezcla en su entrada al cilindro.

*El sistema multipunto*, cuenta con un inyector por cada cilindro, que dosifican combustible en el momento oportuno.

### **Motor con inyección de gasolina**

- **La inyección directa**  
En este sistema se introduce directamente a cada cilindro una proporción adecuada de gasolina, a una presión superior a 40 atmósferas (40 kg/cm<sup>2</sup>).

Generalmente se emplea en vehículos de competición y funciona con gran seguridad hasta los 9000 RPM del motor.

- **La inyección indirecta**  
En este otro procedimiento se pulveriza la gasolina en la tubería de aspiración de cada cilindro.

La presión de inyección es del orden de 12 a 17 kg/cm<sup>2</sup>, el equipo es menos costoso.

Pueden ser:

- Sistema de inyección mecánica K - Jetronic:
- Sistema de inyección mixto KE - Jetronic
- Sistema de inyección electrónica LE3 - Jetronic:
- Sistema de inyección electrónica LH - Jetronic:
- Sistema de inyección Motronic
- Mono - Jetronic
- Mono – Monotronic

- **Sondas Lambda**

En el año de 1.976, Bosch la empresa de mayor innovación automotriz a nivel mundial desarrolló las sondas lambda o sensores de oxígeno para contribuir con la protección del medio ambiente y con el ahorro en el consumo de combustible.

Hoy en día, todas las empresas fabricantes de vehículos utilizan este componente.

Las sondas lambda cumplen la función de medir el oxígeno presente en los gases de escape y compararlo con los del aire exterior y si la cantidad presente en ambas partes no es la ideal, genera una tensión de voltaje a la computadora para que se varíe la cantidad de gasolina inyectada.

Por sus componentes y ubicación en el múltiple de escape, los sensores de oxígeno están sometidos a grandes esfuerzos químicos, térmicos y físicos, por lo tanto son una pieza de desgaste en el sistema de inyección de gasolina.

## Capítulo 8

# *Sistema de alimentación diesel*

### 8.1 **Introducción**

Rudolf Diesel comprobó al desarrollar su primer prototipo estacionario que se requería de una alta presión para inyectar combustible. Esta presión se generaba en aquel entonces por un compresor de aire, muy pesado y caro. Ello no permitía aplicar el motor diesel, de momento, en vehículos motorizados.

Robert Bosch logró perfeccionar la bomba de inyección en los años 20 y de esta manera se consiguió aplicarlo a los vehículos

Las exigencias en los motores diesel modernos son las siguientes:

- Bajo consumo de combustible
- Menor emisión de contaminantes
- Funcionamiento silencioso del motor
- Mejores prestaciones

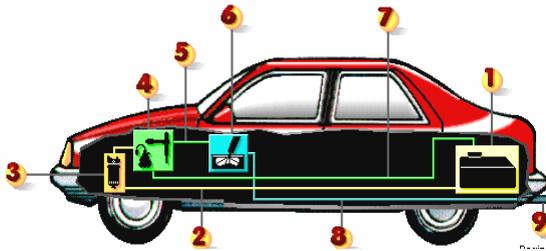
Para los motores a inyección es especialmente importante que la cantidad de combustible inyectada sea la correcta, en el momento preciso, y con una presión correcta.

Tan solo unas ligeras variaciones provocan una mayor emisión de contaminantes, aumentan el ruido del motor y el consumo de combustible.

El proceso de inyección para turismos dura tan sólo una milésima de segundo, inyectándose además una gota de tamaño diminuto.

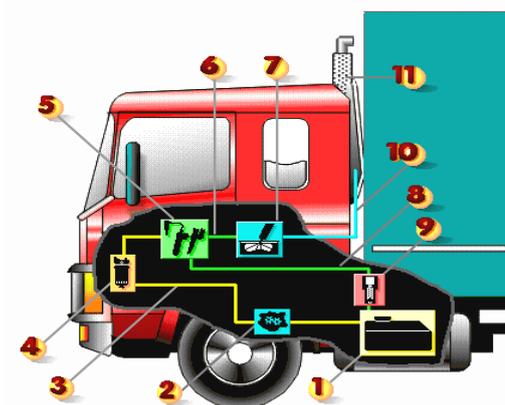
## 8.2 El sistema de alimentación en vehículos diesel

### Sistema de alimentación en automóviles:



- 1) El depósito de combustible
- 2) Tuberías de baja presión,
- 3) Filtro de combustible
- 4) Sistema de inyección
- 5) Tuberías de alta presión
- 6) Inyectores
- 7) Tubería de retorno
- 8) Conducto de escape
- 9) Tubo de escape

### Sistema de alimentación en camiones diesel



- 1) Depósito de combustible.
- 2) Bomba de combustible (bomba de engranaje).
- 3) Tubería de baja presión.
- 4) Filtro de combustible.
- 5) Sistema de inyección.
- 6) Tubería de alta presión.
- 7) Inyector.
- 8) Tubería de retorno.
- 9) Válvula de retorno.
- 10) Conducto de escape.
- 11) Tubo de escape

- **El depósito de combustible**

El combustible se almacena en el depósito.

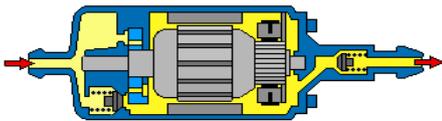
Al proyectar y fabricar el depósito deben mantenerse muchas prescripciones de seguridad (rompeolas, tuberías de alivio, sistema de drenaje, etc.)

En muchos casos se succiona el combustible del depósito por una bomba y se transporta por unas tuberías y mangueras hacia el filtro de combustible

- **Bomba de suministro previo**

Esta bomba tiene la misión de transportar combustible desde el depósito hasta la bomba de alta presión.

Son generalmente del tipo electrobombas de combustible (EKP). Existen modelos para colocarlos dentro del depósito y otras para intercalarlas entre el depósito y el filtro de combustible.



- **Las tuberías de baja presión**

Las tuberías entre el depósito, filtro de combustible y sistema de inyección, conectan entre sí los componentes de baja presión.

- **El filtro de aire**



Tiene la función de retener las partículas en suspensión que se encuentran en el aire, con la finalidad que ingrese solamente aire limpio a los conductos de admisión

### **Revisión y limpieza de los filtros de aire**

El filtro de aire es de tipo seco y deben reemplazarse cuando se ha alcanzado la restricción máxima permitida.

Nunca opere el motor sin el filtro de aire, el aire de admisión tiene que ser filtrado para prevenir que el polvo y las partículas ingresen al motor y ocasionen desgastes anormales y prematuros en el motor.

- **Los filtros de combustible**

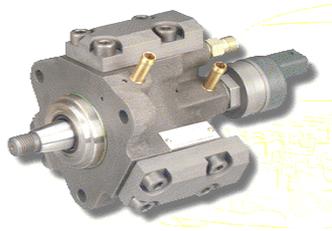
- El filtro de combustible tiene la función de depurar el diesel y así evitar el deterioro del sistema de inyección con las impurezas que pudiera contener.

- Minimiza el desgaste de los componentes del motor removiendo el polvo, tierra y otros contaminantes abrasivos de la toma de aire.
- Tiene alta eficiencia (99.98%) al detener los contaminantes en la toma de aire

- **Bomba de alta presión**

Esta bomba tiene la misión de:

- Generar alta presión para la inyección.
- Suministrar un caudal de combustible suficiente para todos los regímenes del motor.



La bomba de alta presión, es accionada por el cigüeñal del motor a través de una cadena, faja o rueda dentada. Gira a la mitad de las revoluciones del motor. La bomba se lubrica y refrigera por el combustible.

- **Inyectores**

La función del inyector es pulverizar el combustible en la cámara de combustión, en la cantidad exacta y momento adecuado. El EDC se encarga de activarlo.



- **El sistema de inyección**



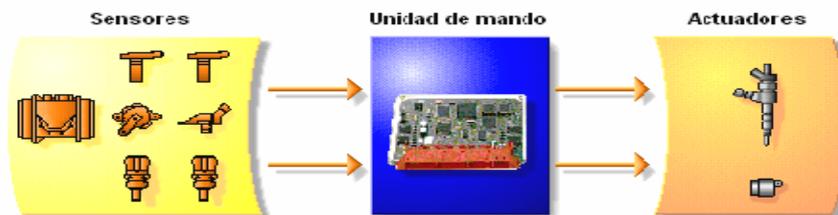
El sistema de inyección tiene como *funciones*:

- Alimentación del motor diesel con combustible
- Producción de alta presión para la inyección y distribución del combustible a cada cilindro
- Inyección del combustible en la cantidad correcta y en el momento adecuado.

- **La electrónica en vehículos con motor diesel**

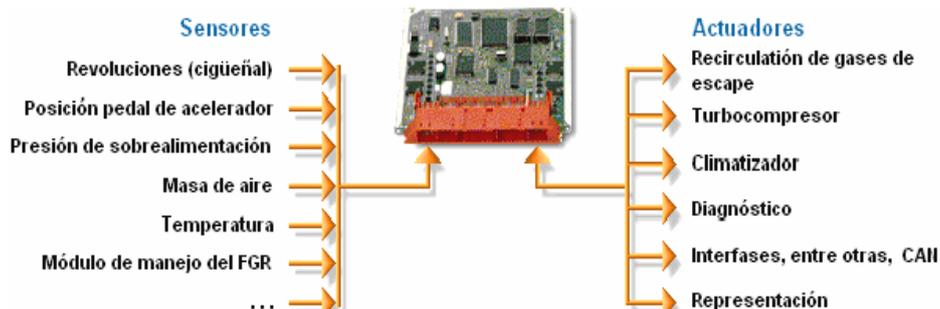
El sistema de inyección electrónica tiene la EDC (Electronic Diesel Control = Regulación Electrónica de Diesel), desarrollada por Bosch, presenta importantes mejoras con respecto a la regulación mecánica tradicional.

El corazón de la EDC es la MSG (Unidad de Mando del Motor).



Incluso con sofisticados dispositivos de adaptación, la regulación diesel mecánica no logró satisfacer las exigencias actuales. La solución a ello se consiguió empleando moderna electrónica que permite:

- Medición de magnitudes físicas (Sensores)
- Memorización y comparación (Unidad de mando del motor MSG)
- Procesamiento de datos (Actuadores)



*Los sensores* miden magnitudes físicas que los transforman en señales eléctricas como p.ej., la temperatura del motor en una tensión eléctrica.

*La Unidad de Mando del motor (MSG)* recibe y evalúa las señales eléctricas de los sensores y emite las señales necesarias para:

- Mantener constante la presión en el acumulador de alta presión (Rail), y
- Iniciar y finalizar el proceso de inyección
- Regular la cantidad de combustible en el arranque, régimen de marcha, regulación del ralenti, regulación de uniformidad de giro, regulación de la cantidad mínima, amortiguación activa contra sacudidas, detención, funcionamiento de emergencia, supervisión.

La Unidad de Mando del motor (MSG) controla y supervisa todo el sistema de inyección. La unidad de mando calcula todos los parámetros necesarios para el proceso de inyección en base a las señales de los sensores y controla los componentes del circuito de alta presión (válvula reguladora de presión, inyectores)

**Los actuadores** son los elementos de conseguir la cantidad y el punto de inyección calculados por la unidad de mando. En el sistema Common Rail los actuadores corresponden a la válvula reguladora de presión y a los inyectores. Con la válvula reguladora de presión se fija la presión necesaria en el Rail y con los inyectores la cantidad de combustible correcta.

Dependiendo de los sistemas de inyección, los actuadores pueden ser diferentes, p.ej., la unidad de mando de una bomba rotativa, o los inyectores en el sistema Common Rail

#### **Otras funciones del ECD**

El EDC realiza otras funciones de regulación y control, como p.ej., en:

- Sistema de precalentamiento
- Sistema antibloqueo (ABS)
- Regulación de deslizamiento de la tracción (ASR)
- Regulación dinámica de marcha (FDR)

Para que los mazos de cables no resulten complejos se desarrolló un sistema que permite el intercambio digital de informaciones: bus CAN (Control Area Network)

- **Tuberías de alta presión**

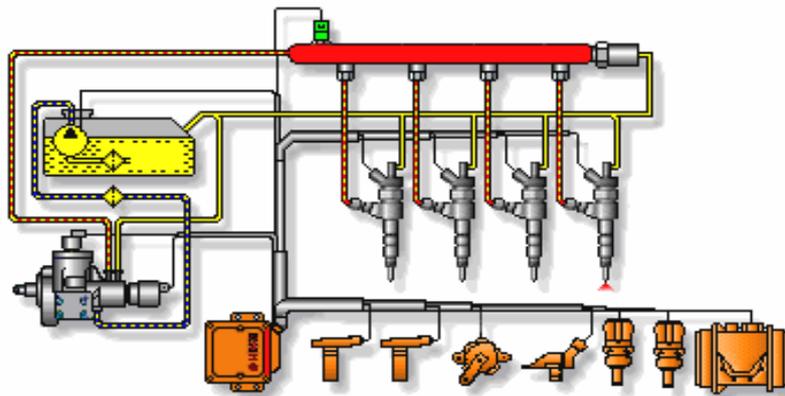
El combustible del sistema de inyección se encuentra a alta presión. Por ello, las tuberías en la parte de alta presión situadas entre el sistema de inyección y el motor deben ser especialmente resistentes.

### 8.3 La inyección en motores diesel

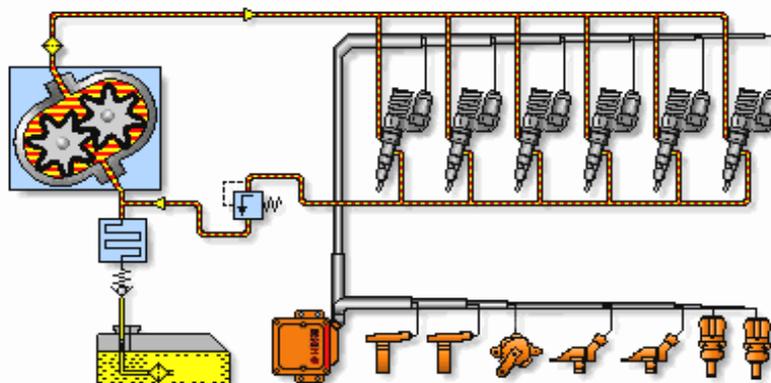
El circuito de alimentación de un motor diesel se compone de un circuito de baja presión y otro de alta presión.

El circuito de baja presión, tiene la misión de transportar el combustible al circuito de alta presión.

El combustible pasa por el filtro de combustible a la bomba de alta presión. Esta comprime el combustible a 1350 bar y lo envía al acumulador de alta presión (Rail). El combustible precisado se va tomando del acumulador de alta presión, en el cual se mantiene a una presión constante de acumulación conseguido por la elasticidad del sistema. Adicionalmente una válvula reguladora se encarga de mantener la presión en el Rail dentro de los márgenes preestablecidos.



**Sistema de inyección tipo UI o UP**



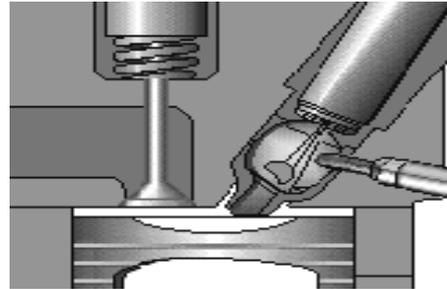
#### 8.4 Tipos de inyección en motor diesel de cuatro tiempos

En vehículos existen fundamentalmente dos tipos de motores:

- IDI (motores de inyección indirecta) y
- DI (inyección directa)

##### Motores de inyección indirecta (IDI)

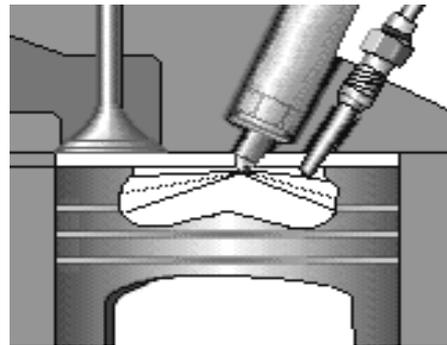
Los motores IDI disponen de una cámara de combustión dividida. El combustible se inyecta en una precámara en donde se inicia la combustión.



Gracias a esta precámara, la combustión en motores IDI se realiza con un nivel de ruido menor.

##### Motores de inyección directa (DI)

En la inyección directa (motor DI), el combustible se inyecta directamente en la cámara de combustión del cilindro.

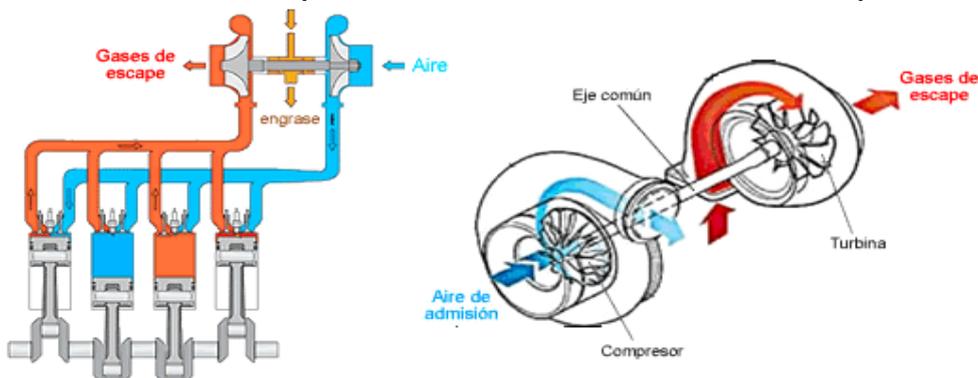


Los motores DI se emplean cada vez más en vehículos industriales ligeros y en motores más revolucionados para turismos.

El consumo de combustible es aproximadamente un 20% menor que en los motores IDI.

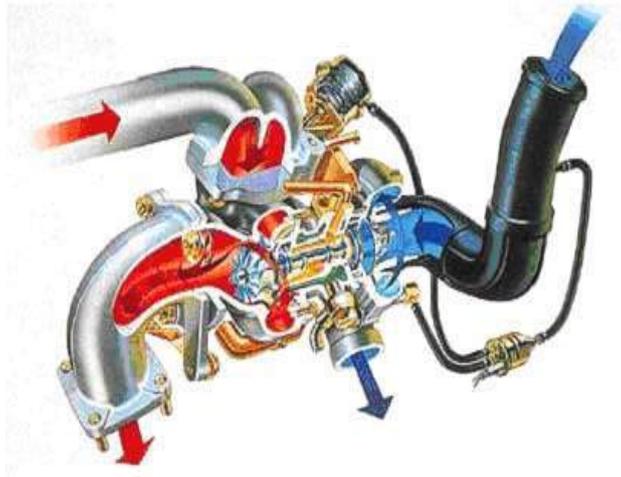
#### 8.5 Motores turboalimentados

Ante la necesidad de mantener y mejorar la eficiencia del motor (potencia) en lugares predominantemente altos donde el nivel de oxígeno y la presión son bajos surge la necesidad de compensar estas dos variables externas para el motor, con un sistema de turbo compresor.



El turbocompresor podría definirse como un “aparato soplador” o compresor de aire movido por una turbina.

Se puede considerar que está formado por tres cuerpos: el de la turbina, el de los cojinetes o central y el del compresor, van acoplados a ambos lados de los cojinetes.



Tiene la particularidad de aprovechar la fuerza con la que salen los gases de escape para impulsar una turbina colocada en la salida del colector de escape, dicha turbina se une mediante un eje a un compresor.

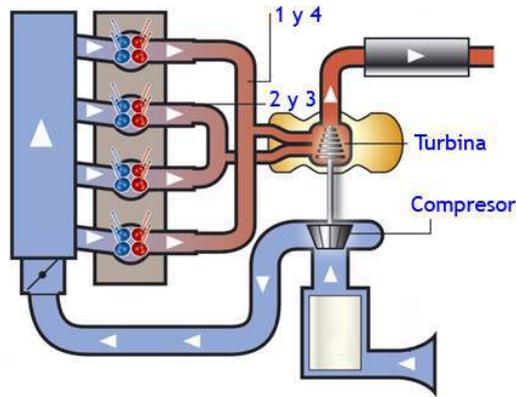
El compresor está colocado en la entrada del colector de admisión, con el movimiento giratorio que le transmite la turbina a través del eje común, el compresor eleva la presión del aire que entra a través del filtro y consigue que mejore la alimentación del motor.

El turbo impulsado por los gases de escape alcanza velocidades por encima de las 100.000 rpm, por tanto, hay que tener muy en cuenta el sistema de engrase de los cojinetes donde apoya el eje común de los rodajes de la turbina y el compresor.

También hay que saber que las temperaturas a las que se va a estar sometido el turbo en su contacto con los gases de escape van a ser muy elevadas (alrededor de 750 °C).

En el caso de un motor de cuatro cilindros, el colector de escape tiene salidas separadas para los cilindros 1 y 4, por una parte, y para los cilindros 2 y 3 por otra. De esta manera, no ocurre nunca que las válvulas de escape de dos cilindros que comparten el canal en el colector de

escape están abiertas simultáneamente. Cuando uno de los cilindros hace la carretera de escape, su pareja hace la de compresión.



## 8.6 Intercooler

Hay un interenfriador aire-aire montado delante del radiador.

El aire comprimido que abandona el turbocargador, es dirigido dentro del intercooler, antes de que pase a la entrada del múltiple de admisión.

El intercooler tiene la función principal de enfriar la temperatura del aire de admisión desde unos 150 a 50°C, disminuyendo así su volumen, lo que hace que una cantidad dada de aire contenga más oxígeno, dando como resultado: una combustión más eficiente, mayor potencia y torque y gases de escape más limpios.

El intercooler se utiliza para disminuir la temperatura del aire comprimido, que genera el turbocargador antes de que llegue al múltiple de admisión.

Esto permite que se deposite una carga de aire más densa en el motor y se logre una buena combustión y a la vez mayor potencia del motor.

## *Sistema de lubricación del motor*

### 9.1 Generalidades

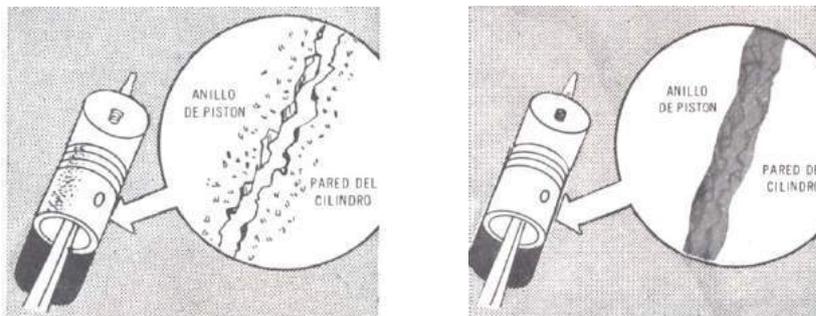
El rozamiento de piezas en movimientos produce calor y desgaste.

Si el rozamiento entre las piezas fuera intenso, el calor generado podría aumentar de tal manera que produzca dilatación de las piezas que se encuentran en contacto y se traben entre si (soldadura por fricción).

Para que ello no suceda se interponen un elemento líquido entre ellas que las protejan, que se le conoce como lubricante.

**Un lubricante** es una sustancia que se interpone entre dos superficies (una de las cuales o ambas se encuentran en movimiento), a fin de disminuir la fricción y el desgaste.

En las figuras siguientes podemos observar el efecto de llenado con lubricante de las superficies que están en contacto, para evitar el rozamiento directo.



### 9.2 El aceite de motor

Se compone de un aceite base, que le confiere las características lubricantes básicas, y una serie de aditivos, que son sustancias químicas que se incorporan al aceite con el objeto de modificar y mejorar sus propiedades.

Pueden ser de origen mineral, cuando se obtiene por destilación de minerales como la hulla, la pizarra y el petróleo; de origen vegetal, que se obtiene en el prensado de semillas; de origen animal, que se obtiene de

cuerpos grasos de animales; y de origen sintético, que se obtiene por procesos de síntesis químicas

**Funciones del aceite lubricante:**

**1) Lubricación**

El aceite forma una película en las superficies de las piezas, lo que impide el contacto directo entre las superficies.

**2) Refrigeración**

El aceite logra evacuar la máxima cantidad de calor de las piezas internas del motor en rozamiento y parte del calor de la combustión.

Enfriamiento de las piezas motrices  
Protección contra sobrecalentamiento

**3) Limpieza**

Mantiene las impurezas en suspensión, puesto que si las partículas contaminantes hicieran contacto directamente con alguna pieza, esta se dañaría.

Si bien las impurezas más grandes son atrapadas por el filtro de aceite, las más pequeñas se mantienen en suspensión.

**4) Detergente**

Mantiene limpias las piezas del motor

**5) Reduce el desgaste por fricción**

Ya que al lubricar las piezas reduce el esfuerzo y por consiguiente favorece la economía de combustible.

**6) Evita la corrosión**

En el combustible aparecen formaciones de ácidos y agua que pueden oxidar las piezas.

El aceite posee agentes inhibidores que evitan que esto suceda.

**7) Reduce el ruido**

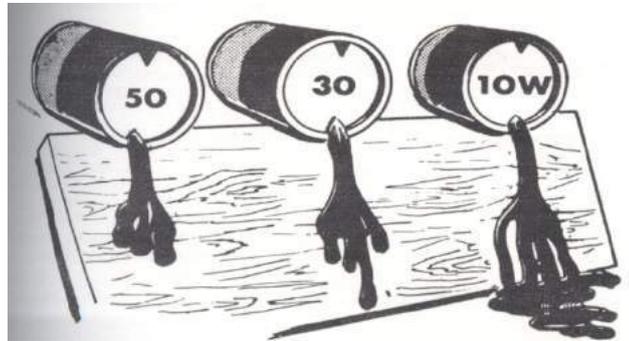
El lubricante actúa como un colchón líquido entre las piezas en contacto.

**8) Sellante**

El aceite actúa hermetizando las paredes de los cilindros, impidiendo el paso de productos de la combustión al cárter, o del aceite de este a la cámara de combustión.

**La viscosidad**

Es la propiedad más importante que tienen los aceites y se define como la resistencia de un fluido a fluir y podría entenderse como el grosor, el cual varía con la temperatura y presión.



Cuando la viscosidad es demasiado baja la película lubricante no soporta las cargas entre las piezas, se rompe y desaparece del medio sin cumplir su objetivo de evitar el contacto metal-metal.

Si la viscosidad es demasiado alta, el lubricante no es capaz de llegar a todos los intersticios en donde es requerido.

**Clasificación de aceites para motor**

**1) Por tipo de servicio**

El Instituto Americano del Petróleo (API) clasifica los aceites para motores a gasolina con la letra S “servicio” y una segunda letra que indica el nivel de desempeño del aceite referida al modelo o año de fabricación de los vehículos: SA, SB, SC, SD, SE, SF, SG, SH, SJ.

Relación de las categorías API de la serie “S”:

Categoría API	Características del aceite
SA	Aceite mineral puro (sin aditivos)
SB	Con aditivos antioxidantes y antiabrasión, pero no detergente.
SC	Con aditivos detergentes, antidesgaste, contra la corrosión y la oxidación. Cumple los requisitos fijados por los fabricantes de vehículos para los modelos construidos entre 1964 y 1967.
SD	Mayor capacidad de protección que los aceite “SC”. Cumple los requisitos para los modelos construidos entre 1968 y 1971.
SE	Mayor capacidad de protección que los aceites SD. Cumple los requisitos para los modelos fabricados entre 1972 y 1980.
SF	Mejores propiedades antidesgaste y antioxidantes que los aceites SE. Cumple los requisitos para los modelos construidos entre 1980 y 1988.
SG	Con las propiedades del anterior y, además, mejor control de lodos. Cumple los requisitos de los modelos construidos a partir de 1989.
SH	Para vehículos del año 1993.

Con la letra C “comercial” que son aceites para motores diesel y una segunda letra que se refiere al año, al tipo de operación y al diseño: CA, CB, CC, CD, CD-II, CE, CF, CF-2, CF-4, CG-4

Relación de las categorías API de la serie "C":

Categoría API	Características del aceite
CA	Servicio ligero.
CB	Servicio moderado.
CC	Servicio moderado a severo.
CD	Servicio pesado con motores sobrealimentados, máxima protección contra la formación de depósitos a baja y alta temperatura, desgaste, oxidación y corrosión.
CE	Servicio extrapesado con motores sobrealimentados, máxima protección contra la formación de depósitos a baja y alta temperatura, desgaste, oxidación y corrosión.
CF-4	Para vehículos del año 1990.
CG-4	Para vehículos de 1995.

Las letras GL que son para aceites de transmisión y diferenciales:  
GL-1, GL-2, GL-3 , GL-4 , GL-5 .

Especificaciones del Comité de Constructores de Automóviles de la Comunidad Europea (CCMC)

Categoría API	Características del aceite
G1	Define los mínimos requerimientos de los miembros de la CCMC para motores de gasolina en automóviles de turismo (equivale, aproximadamente, a la API SE).
G2	Representa una calidad superior en lubricante para motores de gasolina en automóviles de turismo, que puede ser exigida por algunos miembros del CCMC (equivale, aproximadamente, a la API SF).
G3	Define un lubricante de alta calidad y baja viscosidad (equivale, aproximadamente, a la API SF).
G4	Lubricante normal de alta prestación.
G5	Lubricante de baja viscosidad y alta prestación (SAE 5W/X y 10W/X), generalmente sintético o semisintético.
D1	Cumple los requerimientos para motores diesel atmosféricos de servicio ligero.
D2	Cumple los requerimientos para motores diesel atmosféricos y turboalimentados para servicio pesado.
D3	Cumple los requerimientos para motores diesel atmosféricos y turboalimentados para servicio extrapesado.
D4	Lubricante estándar para motores diesel comerciales aspirados y sobrealimentados en operación severa.
D5	Lubricantes para motores diesel comerciales aspirados y sobrealimentados en operación muy severa (tipo SHPD).
PD1	Cumple los requerimientos para motores diesel atmosféricos y turboalimentados en vehículos de turismo.
PD2	Lubricantes para motores diesel pasajeros y ligeros aspirados y turboalimentados (sólo aceites multigrados XW/30, XW/40, XW/50).

## 2. Por su grado de viscosidad

La Sociedad de Ingenieros Automotrices (SAE) clasifica los aceites según su grado de viscosidad.

**Monogrados:** Diseñados para trabajar a una temperatura específica o en un rango muy cerrado de temperatura.

SAE 10, SAE 30, SAE 40, entre otros.

**Multigrados:** Diseñados para trabajar en un rango más amplio de temperaturas, en donde a bajas temperaturas se comportan como un

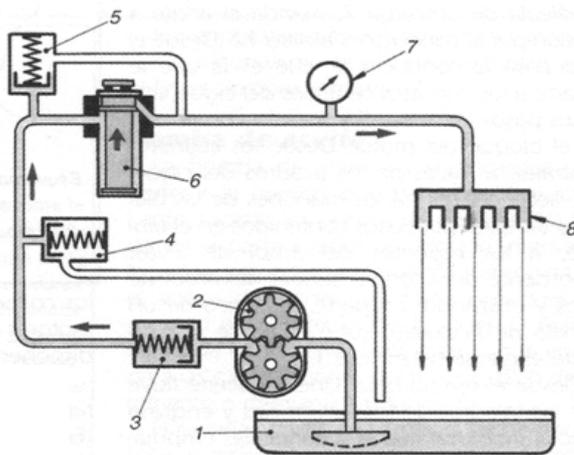
monogrado de baja viscosidad (SAE 10 por ejemplo) y como un monogrado de alta viscosidad a altas temperaturas (SAE 40 por ejemplo).

SAE 5W-30, SAE 15W-40, SAE 20W-50, entre otros.

### 9.3 Sistema de lubricación del motor

El sistema de lubricación del motor tiene como finalidad mantener circulando a presión el aceite lubricante dentro del motor; haciendo llegar a todas las piezas que se encuentran en movimiento una con otra, para:

- Reducir el desgaste,
- Facilitar su movimiento, y
- Ayudar al sistema de refrigeración a mantener regulada la temperatura del motor.



#### Esquema del circuito de engrase

- 1) Carter con pre filtro
- 2) Bomba de aceite
- 3) Válvula antiretorno
- 4) Válvula de descarga
- 5) Válvula de Seguridad del filtro
- 6) Filtro
- 7) Manómetro
- 8) Canalizaciones de engrase

- **Carter de aceite**

El cárter de aceite recolecta y almacena el aceite de motor.

Muchos carters de aceite son hechos de láminas de acero prensado, con una zona hueca profunda y una placa divisora construida en previsión al oleaje del aceite para adelante y para atrás.

Además, un tapón de drenaje está provisto en la parte inferior del cárter de aceite para drenar el aceite cuando sea necesario.

- **La bomba de aceite**

La bomba de aceite es la encargada de generar la presión que hace llegar al lubricante a todos los puntos de engrase.

Va fijada en la parte inferior del bloque del motor mediante tornillos, y queda parcialmente sumergida en el aceite del carter.

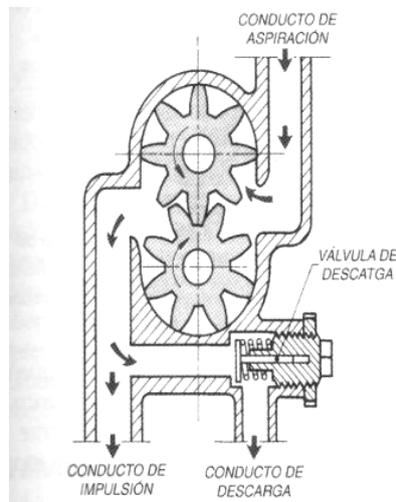
Las bombas de aceite difieren bastante en cuanto a construcción y aspecto. Las características principales más llamativas que las diferencian son el principio de bombeo, el tipo de accionamiento y el modelo de la caja.

Los principios diferentes empleados por las bombas dependen de la finalidad, el lugar de montaje y la capacidad volumétrica.

Las construcciones más frecuentes son:

- Bombas de engranajes exteriores
- Bombas de engranajes interiores
- Bombas de rotor excéntrico
- Bombas de paletas

### **Bomba de engranajes exteriores**



En este caso la rotación de los dos engranajes situados entre los dientes y la pared transportan el aceite.

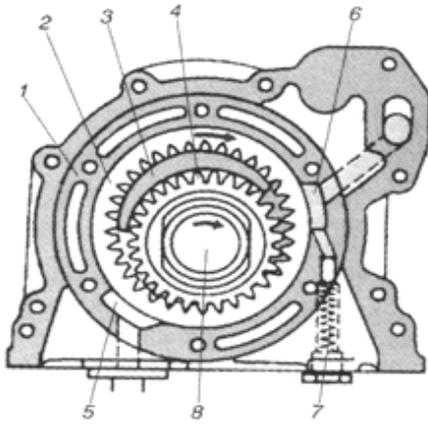
Cuando los dientes del par de engranajes entran unos en otros, éstos impiden que el aceite vuelva al carter. Por ese motivo se origina una sobrepresión en un lado y una presión negativa en la parte de succión.

### **Bomba de engranajes interiores o de tambor en media luna**

Es una bomba de mucha actualidad, denominada también “de hoz”, por la forma de un tabique que separa los dos engranajes.

El rotor 2, gira movido por el cigüeñal y arrastras en su mismo sentido de giro a al rotor exterior 4.

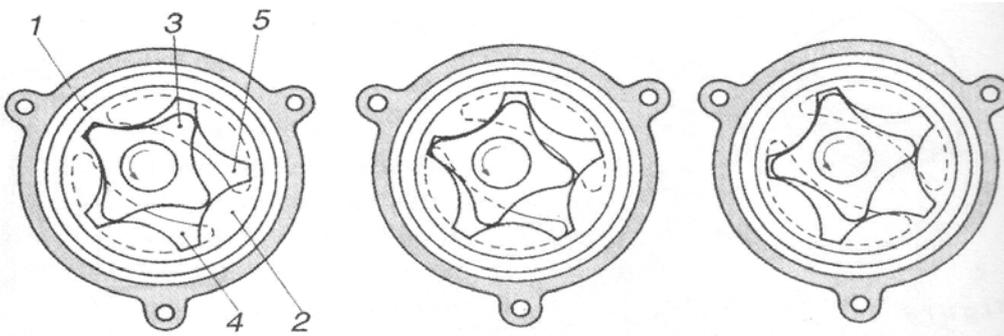
Ambos están separados por un tabique en forma de hoz.



- 1) Cuerpo de bomba
- 2) Engranaje exterior
- 3) Hoz
- 4) Engranaje interior excéntrico
- 5) Lumbreira de entrada de aceite
- 6) Lumbreira de salida de aceite
- 7) Válvula de descarga
- 8) Eje cigüeñal

### **Bomba de rotor excéntrico**

Esta bomba está compuesta de un rotor exterior engranado hacia dentro y otro interior engranado hacia fuera. El rotor exterior se mueve sobre los dientes del rotor interior y gira de esa manera dentro de la caja de la bomba.

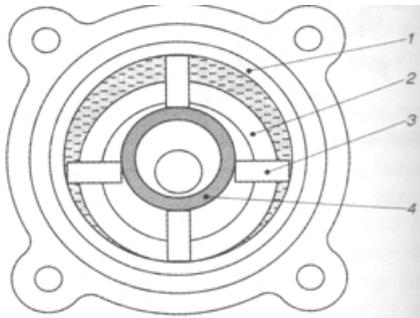


- 1) Cuerpo de bomba.
- 2) Rotor exterior.
- 3) Rotor excéntrico.
- 4) Entrada de aceite
- 5) Salida de aceite

### **Bomba de paletas**

Esta bomba es menos utilizada que las anteriores.

Las paletas en su movimiento excéntrico, van ampliando y reduciendo los espacios creando las depresiones para la aspiración y las compresiones en la salida.



- 1) Cuerpo de bomba
- 2) Rotor excéntrico
- 3) Paletas
- 4) Anillo guía concéntrico al cuerpo de la bomba

- **Válvula de descarga**

Esta válvula tiene como función limitar la presión máxima.

La presión del aceite aumenta con la viscosidad del aceite y con la velocidad de giro de la bomba, de forma que cuando el motor está frío y se acelera, o cuando estando caliente alcanza altas revoluciones, la presión del aceite puede ser excesiva.

- **El filtro de aceite**

Los filtros actuales son los llamados “filtros integrales”, llamados así por formar un todo desmontable, que se sustituye completo después del kilometraje recomendado por el fabricante del vehículo. Van montados en serie en el circuito de lubricación de forma tal que todo el aceite que sale de la bomba pasa por el.

Va instalado en la parte exterior del bloque.

- **Válvula de seguridad del filtro o de derivación**

Cuando el elemento de filtro llega a obstruirse por las impurezas y la presión diferencial entre los lados de admisión y descarga del filtro aumenta por encima de un nivel predeterminado (aprox. 1 kg/cm<sup>2</sup>, 14 psi o 98 kPa), la válvula de derivación se abre y permite que el aceite se desvíe del elemento de filtro. En esta forma, el aceite es suministrado directamente a las partes en movimiento para proteger de que se agarrote el motor.

- **Varilla medidora de aceite**

Es una varilla metálica que se encuentra introducida normalmente en un tubo que entra en el carter y sirve para medir el nivel del aceite lubricante existente dentro del mismo. Esta varilla tiene una marca superior con la abreviatura MAX para indicar el nivel

máximo de aceite y otra marca inferior con la abreviatura MIN para indicar el nivel mínimo.

#### **9.4 Aspectos a tener en cuenta en el sistema de lubricación**

- Es importante utilizar aceites adecuados o los recomendados por los fabricantes de motores.
- La selección correcta del aceite tendrá mucho que ver con el rendimiento, la eficiencia, economía y duración del motor.
- Verifique a diario el nivel del aceite del motor, con el auto nivelado y el motor frío -antes de su operación-, o con el motor caliente -5 a 10 minutos después de apagado.
- Cambie el aceite de motor cada 10 mil kilómetros, el de los frenos cada 20 mil y el de la transmisión cada 40 mil kilómetros.



## Capítulo 10

# *Sistema de refrigeración*

### 10.1 Generalidades

Antiguamente se trataba únicamente de enfriar el motor, por esta razón aun hay vehículos que utilizan ventiladores fijos a las revoluciones del motor, no usan termostato y además utilizan un radiador de bastante capacidad.

En la actualidad, el concepto de refrigeración es bastante diferente. Se requiere que el motor mantenga una temperatura constante de 180° a 195° F. Si un motor funciona a una temperatura muy elevada, se producirán daños en el motor (ralladuras en metales, desgaste y posibles rajaduras en el block y culata).

El recalentamiento extremo origina que ciertas áreas superficiales de los cilindros, anillos, cojinetes, lleguen casi al punto de fusión y se suelden unos contra otros, originado posteriormente costosas reparaciones.

Si el motor funciona muy frío tendrá bajo rendimiento y se producirá dilución del aceite en los cilindros por deficiente vaporización de la gasolina. Habrá excesivo rozamiento por deficiente lubricación y se formarán sedimentos por la humedad en el carter. Las bujías se empastarán con hollín y no producirán la chispa eléctrica.

Experimentalmente se ha demostrado que un automovil, dentro de la ciudad, necesita recorrer entre 4 y 5 km para adquirir su temperatura normal de trabajo.

Como vimos en capítulos anteriores, del total de la energía térmica que se genera en un motor, sólo se aprovecha 1/3 para generar energía mecánica. El resto, es decir las 2/3 es calor desperdiciado tanto en los gases de escape como en el sistema de refrigeración.

### 10.2 Finalidad del sistema de refrigeración

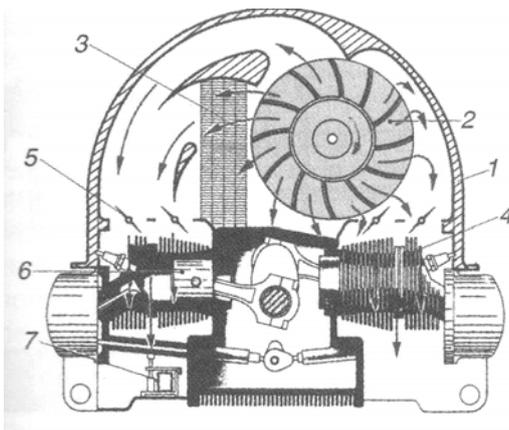
La refrigeración debe permitir la máxima temperatura del motor, que asegure el equilibrio térmico del motor y su buen funcionamiento, para lograr una combustión completa, menor consumo de combustible y gases de escape menos contaminantes.

En forma general, el sistema de refrigeración tiene las siguientes funciones:

- Mantener regulada la temperatura del motor
- Intercambio de calor
- Protección de congelamiento y ebullición
- Protección contra: corrosión, cavitación y formación de costra.

### 10.3 Sistemas de refrigeración por aire

Los motores enfriados por aire (Volkswagen, motocicletas, máquina industrial y agrícola por circulación de aire forzada), llevan alrededor de los cilindros y culata unas nervaduras o aletas de aluminio que se encargan de disipar el calor generado por convección a la corriente del aire atmosférica que se produce cuando el vehículo se encuentra en desplazamiento.



1. Carcasa
2. Ventilador
3. Radiador de aceite
4. Aletas de refrigeración
5. Compuertas de regulación
6. Pistón
7. Termostato

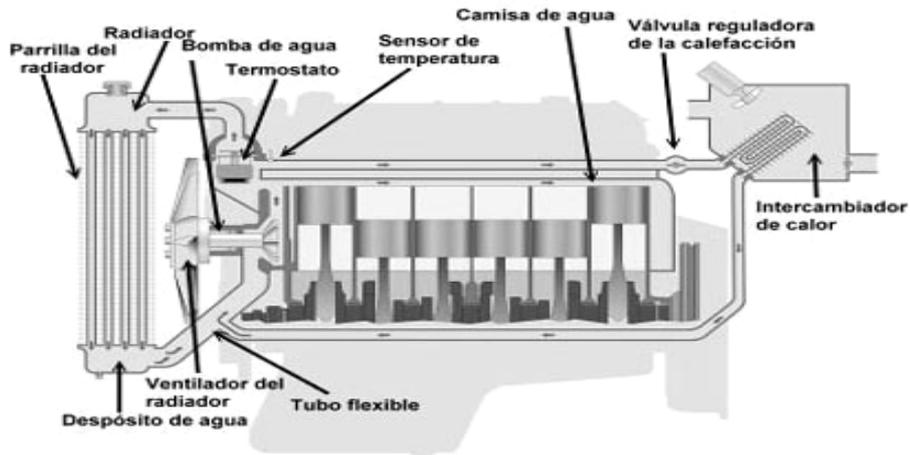
En este tipo de refrigeración, se eliminan elementos como el radiador, mangueras, bomba de agua, chaquetas y líquido refrigerante.

Los motores que usan este tipo de refrigeración se construyen de aluminio, porque resultan menos pesados, y se emplean en vehículos livianos.

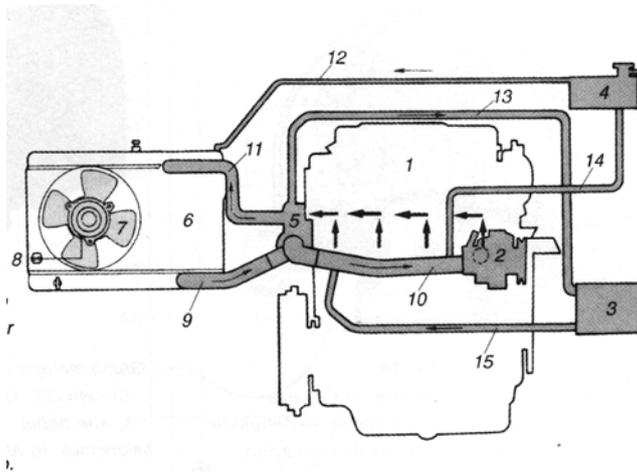
Prácticamente no necesitan mantenimiento, aparte de tensión de la correa de accionamiento.

### 10.4 Sistema de refrigeración por líquido

Este sistema de refrigeración funciona en circuito cerrado.

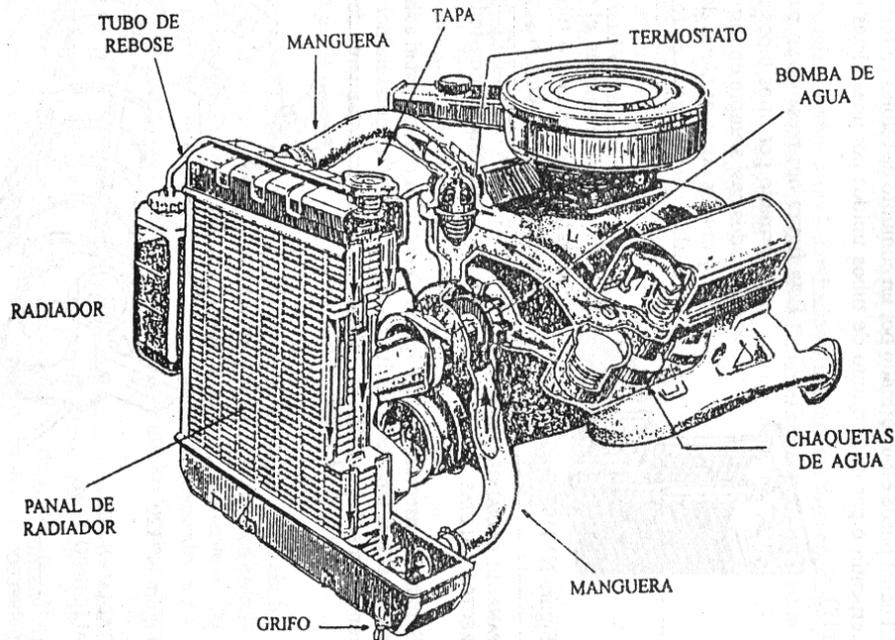


### Esquema del circuito de refrigeración por líquido (Seat)



1. Motor
2. Bomba de agua
3. Aerotermo
4. Depósito de expansión
5. Termostato
6. Radiador
7. Ventilador
8. Termocontacto
9. Tubo de radiador al termostato
10. Tubo del termostato a la bomba
11. Tubo del termostato al radiador
12. Tubo del radiador al vaso de expansión
13. Tubo de termostato al aerotermo
14. Tubo del depósito de expansión a la bomba
15. Tubo de retorno del aerotermo

## Componentes del sistema de refrigeración por líquido

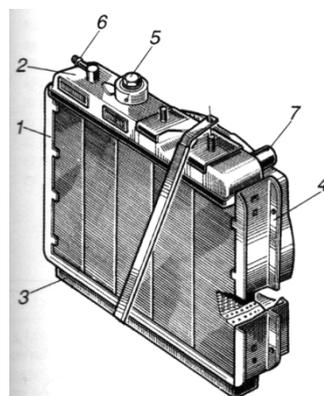


### El radiador

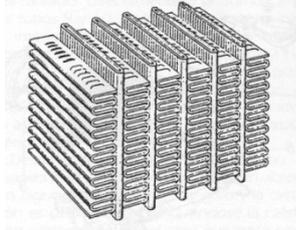
El radiador es un intercambiador de calor líquido – aire, cuya misión es enfriar el líquido de refrigeración después de su paso por el motor. Su funcionamiento está basado en hacer pasar el líquido por unos tubos delgados rodeados de aletas, que forman un panel exponiendo la parte externa a una corriente de aire.

Tanto los tubos delgados como las aletas están fabricados por materiales de alta conductividad térmica como el cobre, latón, aluminio, etc.

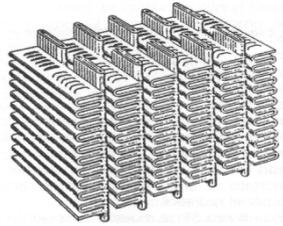
El radiador tiene las siguientes partes:



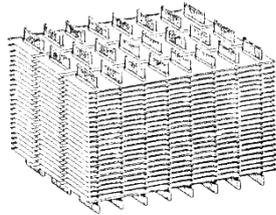
Los paneles de los radiadores tienen diferentes formas, pueden ser:



Panel de radiador con láminas onduladas y una sola fila de tubos planos



Panel de radiador con láminas onduladas y dos filas de tubos planos

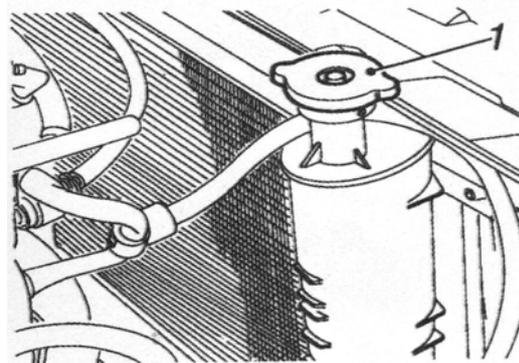


Panel de radiador con láminas planas

### **Vaso de expansión**

Este depósito es un recipiente de plástico situado en el compartimiento del motor o bien adosado al propio radiador y está conectado con el circuito en derivación.

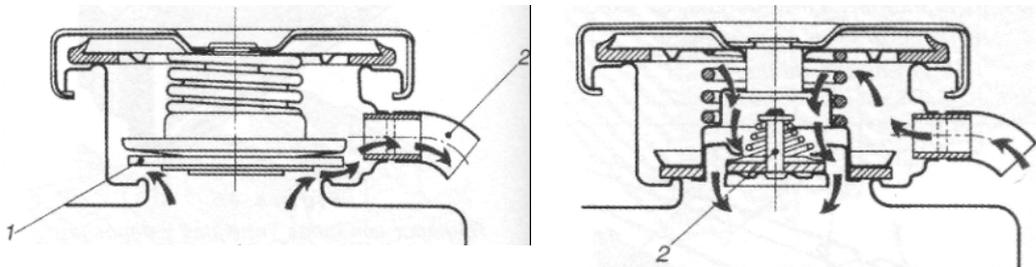
El líquido refrigerante al calentarse se dilata; para que no aumente peligrosamente la presión en el circuito, se dispone de un depósito o vaso de expansión.



### **Tapa de radiador**

Tiene la función de mantener la correcta presión interna así como el volumen del refrigerante en el sistema de enfriamiento.

La tapa del radiador controla el flujo del refrigerante entre el radiador y el vaso de expansión.



Funcionamiento de la válvula de presión  
 1. Válvula de presión  
 2. Válvula de depresión

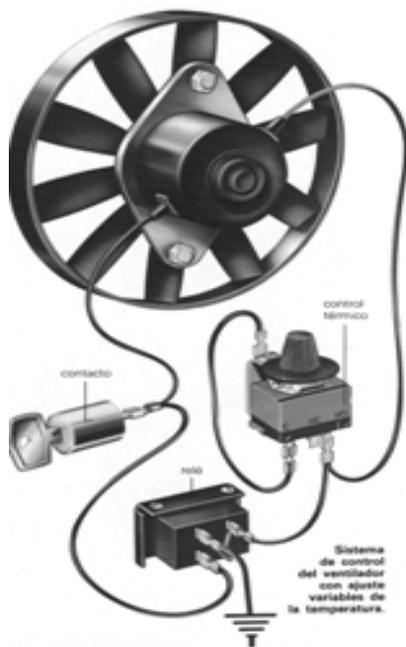
### Ventilador

Llamado también *paleta* o *hélice*, es impulsado ya sea por el cigüeñal a través de una correa de jebe o por medio de un motor eléctrico.

La finalidad del ventilador es activar una corriente de aire a través del radiador cuando el líquido refrigerante sobrepasa una cierta temperatura. Tiene como funciones:

- Enfriar el agua que está circulando por las células o por los tubos del panel.
- Enfriar la parte externa del motor.

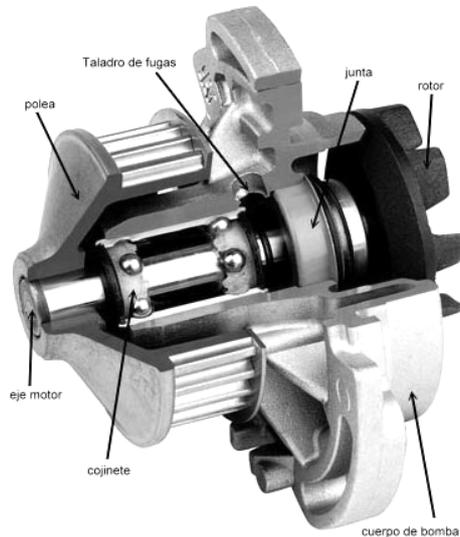
### El ventilador eléctrico



Todos los vehículos con motor transversal y con tracción delantera llevan ventilador eléctrico.

Una ventaja del este ventilador es que no consume potencia del motor, y sólo consume energía eléctrica cuando está funcionando. Cuando el vehículo se desplaza a 50 Km/h o más, el paso del aire a través del panel hace innecesario el funcionamiento del ventilador; así como en tiempo frío

## Bomba de agua



La bomba de agua hace circular el agua por el sistema. Es movida por el cigüeñal.

Absorbe el líquido refrigerante de la parte inferior del radiador, lo hace circular por el interior de la chaqueta de agua y regresa al radiador por la manguera superior.

La bomba de agua es accionada por el motor a través de una correa que puede ser la correa de distribución correspondiente al sistema de accionamiento del árbol de levas o la correa trapezoidal o acanalada que viene del cigüeñal.

Si la polea no forma parte de la bomba, hay que atornillarla a la brida del eje motor.



Bomba sin polea



Accionamiento por correa de distribución



Accionamiento por correa trapezoidal

### **Termostato**



La misión del termostato es impedir, cuando el motor está frío, la circulación del líquido por el radiador, desviándolo directamente a la bomba, para que lo devuelva al circuito de enfriamiento, logrando así un calentamiento rápido.

Sólo a partir de una temperatura determinada, el termostato se activa, abriendo el gran circuito de refrigeración que incluye el radiador.

### **Chaquetas de agua**

Son conductos de forma especial, que rodean a los cilindros, a la cámara de combustión y los asientos de válvulas; sirviendo así para la circulación del líquido refrigerante.

En el block existen tapones de bronce o latón, para el mantenimiento de las chaquetas.

### **Sensores**

El más común se encuentra ubicado en la estructura donde se encuentra el termostato.

Su función es monitorear la temperatura del líquido cuando alcanza la temperatura pre establecida como máxima, abre su circuito y permite que el abanico se active empezando su función de enfriar.

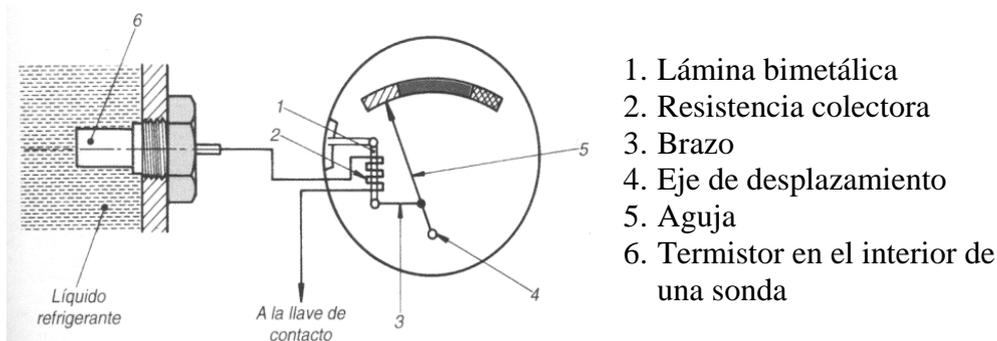
Algunos vehículos tienen el sensor o switch (interruptor) en el radiador.

### **Mangueras**

Son elementos que llevan el agua del radiador, a las chaquetas del motor y las que devuelven de estas al radiador.

### **Reloj (Gauge)**

Va instalado en el tablero de instrumentos y sirve para informar al conductor sobre el funcionamiento del sistema de refrigeración.



1. Lámina bimetálica
2. Resistencia colectora
3. Brazo
4. Eje de desplazamiento
5. Aguja
6. Termistor en el interior de una sonda

### 10.5 Líquido de refrigeración

El líquido de refrigeración que se utiliza en el circuito de refrigeración tiene propiedades anticongelantes y anticorrosivos.

El punto de ebullición de esta mezcla alcanza los 135° C con presiones que van de 1 a 1,5 bar.

#### Principales características:

- Se emplean en sistemas de refrigeración de motores diesel, gasolina y gas natural.
- Protege contra la oxidación y corrosión las superficies internas y los componentes metálicos del motor.
- Otorga la protección balanceada que su sistema de refrigeración necesita al trabajar bajo condiciones de presión extrema y altas temperaturas.
- Provee una excelente protección contra el congelamiento y propiedades de transferencia de calor.
- Evita radiadores tapados, formación de gelatinas que obstruyen el sistema de enfriamiento, herrumbre y corrosión, bombas de agua con pérdidas o desgastes y fallas o cilindros erosionados por cavitación.
- Resistencia a la formación de espuma.

### 10.6 Mantenimiento preventivo del sistema de enfriamiento

- El sistema de enfriamiento del motor debe mantenerse en buen estado para el funcionamiento seguro del automóvil.
- Verifique con frecuencia el nivel del líquido anticongelante del reservorio del radiador.
- Una vez al año o cada 30 mil kilómetros, con el motor frío, drene el sistema de enfriamiento del motor y cambie el líquido refrigerante.

- Para el relleno de agua al radiador, no es recomendable emplear agua de caño.
- En tiempo frío, es decir cuando la temperatura baja los 0o C, se deben tomar las precauciones del caso.

### 10.7 **Averías frecuentes en el sistema de enfriamiento**

Funcionamiento anormal del circuito por:

- Pérdida de agua en el circuito
- Calentamiento excesivo del motor
- El motor tarda mucho en alcanzar la temperatura de régimen.

El motor tiene un calentamiento anormal:

- Poco agua
- Radiador sucio por el exterior
- La correa del ventilador patina
- El termostato funciona mal
- Radiador y camisas obstruidos
- Radiador defectuoso o racores defectuosos
- Bomba de agua estropeada

Problemas del Sistema de Refrigeración:

- Costra
- Corrosión
- Cavitación
- Oxidación de soldadura
- Gelatina de Silicato
- Fuga por el sello de la bomba

## Capítulo 11

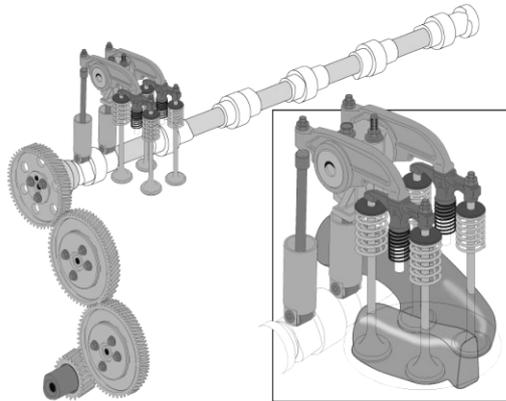
# *Sistema de distribución*

### 11.1 Generalidades

El sistema de distribución es el encargado de mantener el interior del cilindro cerrado y de comunicarlo con los sistemas de alimentación y de escape en los momentos oportunos.

Es muy importante, para obtener un buen rendimiento del motor, que el llenado del cilindro sea lo más completo posible; en definitiva, a igualdad de condiciones, la fuerza de la explosión es mayor cuanto mayor sea la cantidad de gases quemados.

Otra condición para conseguir el llenado de gases frescos es que en el cilindro no queden restos de gases quemados

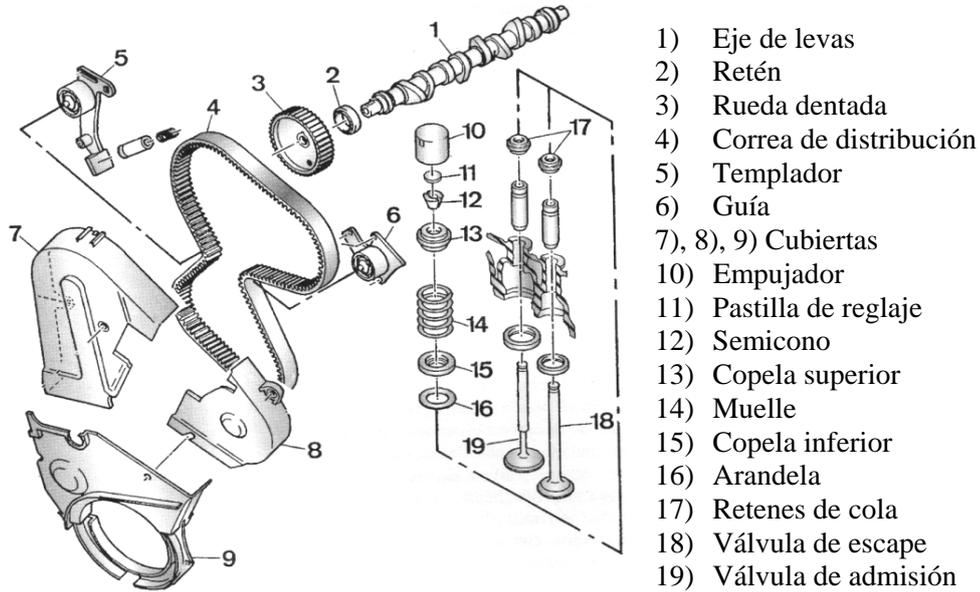


El sistema de distribución, es el conjunto de piezas que regulan la entrada y salida de gases en el cilindro a través de los orificios de admisión y de escape.

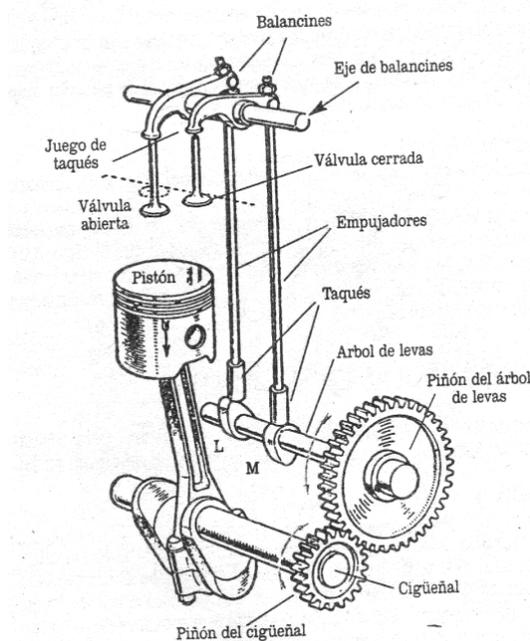
En la figura de la izquierda se aprecian los elementos que constituyen el sistema de distribución

### 11.2 Elementos del sistema de distribución

El sistema de distribución, de una manera general, consta de: Árbol de levas y elementos de mando, Válvulas, asientos, guías y elementos de fijación y empujadores y balancines.



### 11.3 Tipo de mandos del árbol de levas



#### 1) Transmisión directa por engranajes

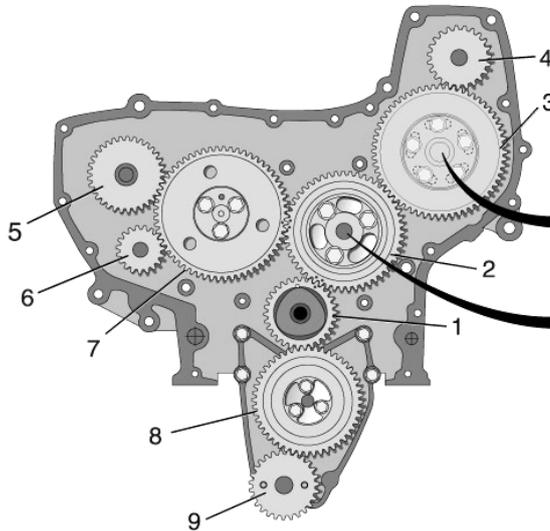
Se trata de una sencilla distribución en los motores de válvula en la culata.

Existen dos engranajes, uno de ellos en el extremo del árbol y el otro en el extremo del cigüeñal, los cuales engranan entre si.

#### 2) Mando por piñón intermedio

Se emplea cuando la distancia del piñón del cigüeñal al árbol de levas es grande.

En este caso el cigüeñal y el árbol de levas giran en el mismo sentido. Tiene la desventaja de ser muy ruidoso.



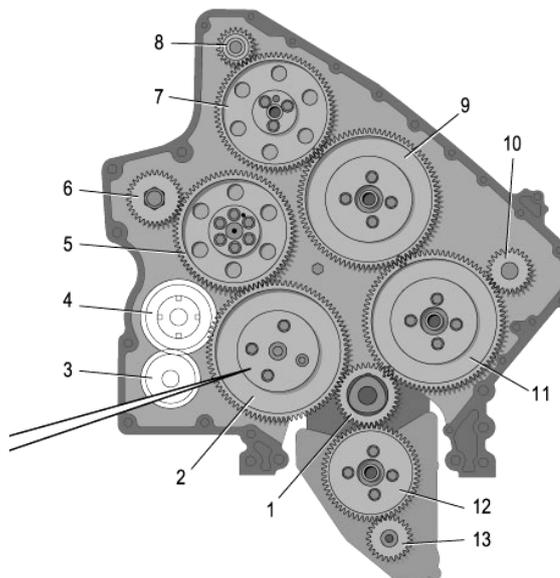
### MOTOR VOLVO D6

- 1) Engranaje de cigüeñal.
- 2) Engranaje intermedio.
- 3) Engranaje de la bomba de inyección.
- 4) Engranaje de la bomba de refrigeración.
- 5) Engranaje del compresor.
- 6) Engranaje de servobomba.
- 7) Engranaje del árbol de levas.
- 8) Engranaje intermedio.
- 9) Engranaje de la bomba de aceite

### 3) Doble piñón intermedio

Se emplea cuando la distancia del piñón del cigüeñal al árbol de levas es más grande.

En este caso el cigüeñal y el árbol de levas giran en sentido contrario.



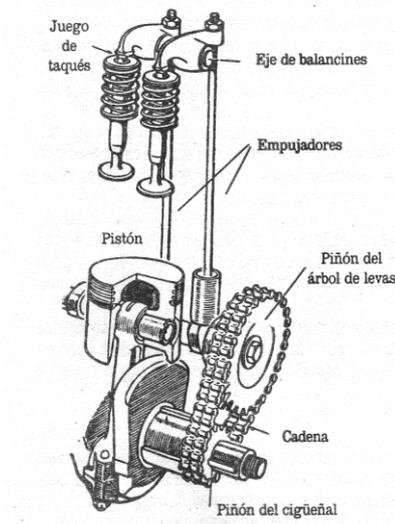
### MOTOR VOLVO D16

- 1) Engranaje de cigüeñal.
- 2) Engranaje intermedio.
- 3) Engranaje de la bomba hidráulica
- 4) Engranaje intermedio de la bomba hidráulica
- 5) Engranaje de la bomba de inyección
- 6) Engranaje de compresor
- 7) Engranaje del árbol de levas.
- 8) Engranaje de servobomba
- 9) Engranaje intermedio
- 10) Engranaje de la bomba del refrigerante y de la polea
- 11) Engranaje intermedio
- 12) Engranaje intermedio
- 13) Engranaje de la bomba de aceite

#### 4) Mando por cadena

Probablemente es el método más empleado. Consiste en utilizar una cadena bien lubricada en la que el esfuerzo del motor en el arranque y en la parada es en cierta medida absorbido por su elasticidad.

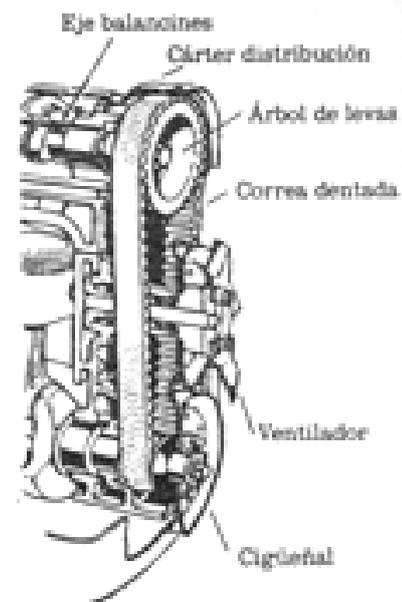
En este caso el cigüeñal y el árbol de levas giran en el mismo sentido.



#### 5) Mando por correa dentada

La correa dentada es de material sintético (rislan) con armadura metálica interna, que enlaza el cigüeñal con el árbol de levas situado en la culata, engranando con los respectivos piñones de dientes rectos.

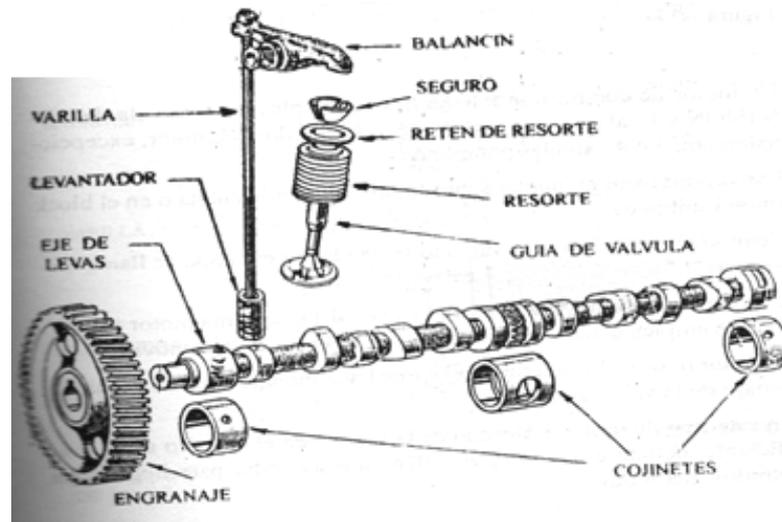
Se ha determinado que este tipo de mando es más eficaz



### 11.4 Sistemas de válvulas

Tiene como finalidad:

- Controlar el ingreso de la mezcla de gasolina y aire a los cilindros del motor,
- Permitir la salida de los residuos de la combustión de los cilindros al exterior.

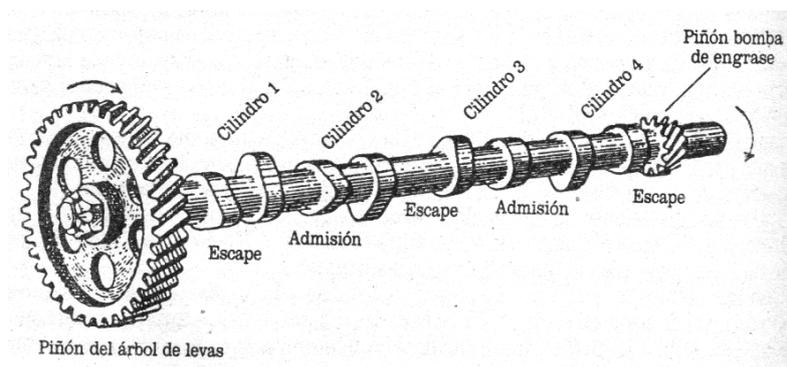


Sistema de válvulas, con levantadores, varillas, balancines poco usado en vehículos modernos.

### Eje o árbol de levas

La función del árbol de levas es abrir y cerrar, las válvulas de admisión para que entre la mezcla aire-combustible y abrir y cerrar las válvulas de escape para dejar salir los gases.

Las características de funcionamiento del motor dependen del *tiempo* que permanecen abiertas las válvulas y de la *altura* que levanta la leva a la válvula

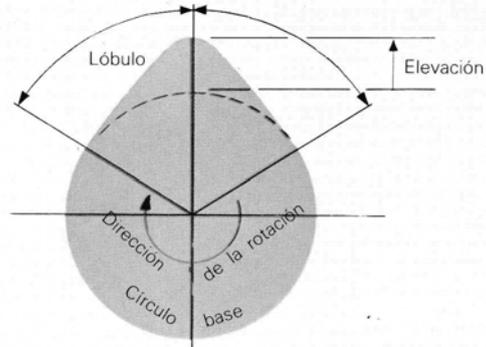


El eje de levas mueve a los siguientes elementos:

- Al sistema de válvulas
- Al distribuidor
- A la bomba de gasolina
- A la bomba de aceite

**Las levas**

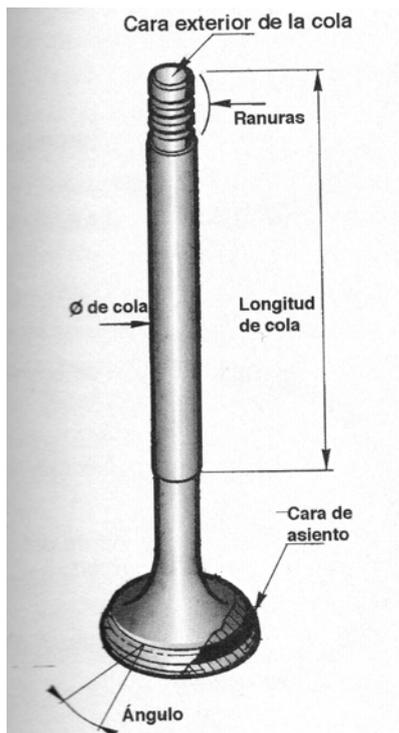
La función de cada una de las levas es utilizar la rotación del árbol para proporcionar movimiento vertical para abrir la válvula correspondiente.



**Válvulas**

Tienen como misión:

- Abrir y cerrar los conductos que comunican el interior de la cámara con los colectores (admisión y escape)
- Hermetizar la cámara de combustión



Partes de una válvula

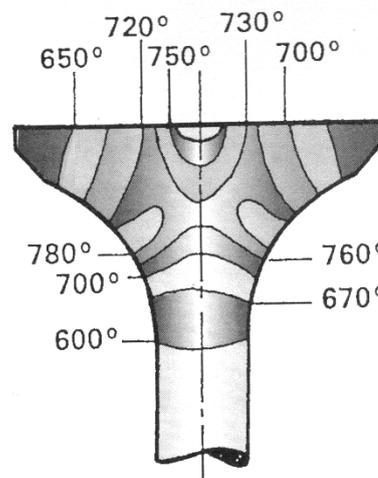


Diagrama de distribución de temperaturas en la cara de la válvula.

**Balancines**

Son partes del sistema de válvulas que están colocados en la culata, ya sea sobre un eje común a todos o cada uno sujeto en forma independiente a un perno pivote.

Reciben el movimiento a través de una varilla, cuando el eje de levas está colocado en el monoblock, o directamente del eje de levas cuando este está colocado en la culata.

### **11.5 Sincronización de válvulas**

Las válvulas de admisión y de escape, que permiten la entrada en el cilindro de la mezcla de aire y combustible y la salida de los gases de escape, tienen que actuar en el momento exacto.

El acto de hacer que funcione en los momentos precisos del ciclo de cuatro tiempos recibe el nombre de “*sincronización de válvulas*”.

La potencia del motor depende mucho de la sincronización de las válvulas. Y esta viene dada por la forma del árbol de levas.

El *período de apertura y la elevación* son dos factores importantes que determinan la cantidad de gas que puede ingresar a un cilindro.

El flujo de gas mejora si las válvulas están abiertas simultáneamente o se cruzan en el PMS, de forma que hay aprovechamiento del flujo de la mezcla.

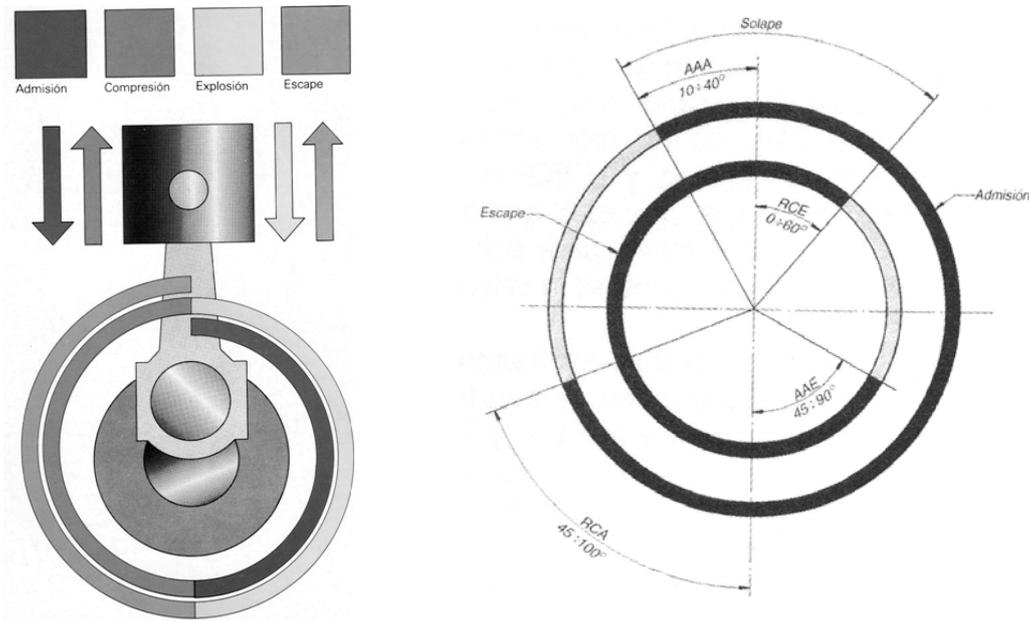
Los motores de elevado rendimiento tienen un cruce mayor. El flujo de gas mejora a elevadas revoluciones, pero hay poca potencia a velocidades pequeñas o medianas

#### **Sincronización del eje de levas con el cigüeñal**

El eje de levas es accionado por el cigüeñal a través de un engranaje o por medio de una cadena de sincronización.

Durante el ciclo de 4 tiempos el eje del cigüeñal gira dos vueltas y el eje de levas 1 vuelta.

En las figuras de abajo apreciamos la sincronización de válvulas teórica (a colores) y real (figura de la derecha)

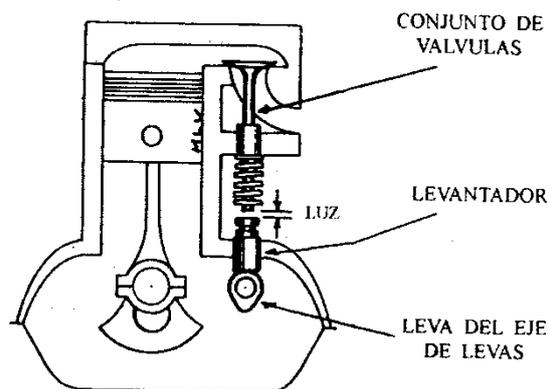


### 11.6 Tipos de distribución utilizada en los motores

Según la distribución utilizada los motores pueden ser:

- Sistema con válvulas en el monoblock (SV),
- Sistema con válvulas en la culata (OHC)
- Sistema con eje de leva y válvulas en la culata (OHV), y
- Sistema de doble eje de leva y válvulas en la culata (DOHV).

**SISTEMA CON  
VALVULAS EN  
EL MONOBLOCK**

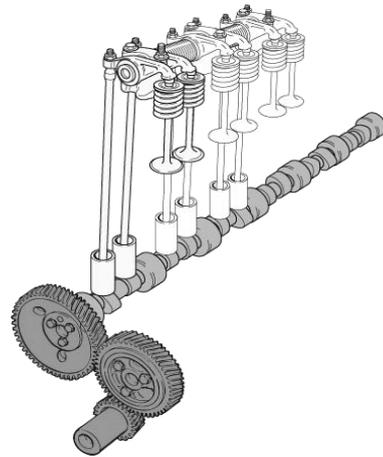


#### 1) El sistema SV

Las válvulas están colocadas en el bloque motor, lo que provoca que la cámara de compresión tenga que ser mayor y el tamaño de las cabezas de las válvulas se vea limitada.

- 2) **El sistema OHV** (Over Head Valve): se distingue por tener el árbol de levas en el bloque motor y la válvula dispuestas en la culata.

La ventaja de este sistema es que la transmisión de movimiento del cigüeñal al árbol de levas se hace directamente por medio de dos piñones o con la interposición de un tercero, también se puede hacer por medio de una cadena de corta longitud.



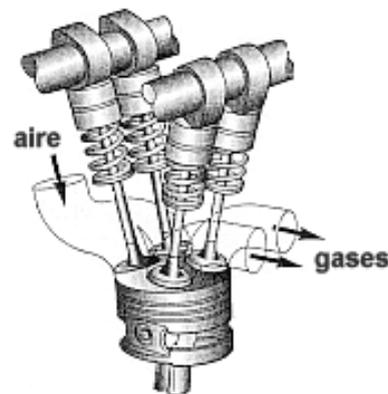
Esta transmisión no necesita mantenimiento.

La desventaja viene dada por el elevado número de elementos que componen este sistema lo que trae con el tiempo desgastes que provocan fallos en la distribución (reglaje de taques)

- 3) **El sistema OHC** (Over Head Cam): se distingue por tener el árbol de levas y las válvulas en la culata.

Es el sistema utilizado hoy en día en todos los autos a diferencia del OHV que se dejó de utilizar al final de la década de los años 80 y principio de los 90.

La ventaja de este sistema es que se reduce el número de elementos entre el árbol de levas y la válvula por lo que la apertura y cierre de las válvulas es más preciso.



Tiene la desventaja de complicar la transmisión de movimiento del cigüeñal al árbol de levas, ya que, se necesitan correas o cadenas de distribución más largas que con los OHV. Tienen más desgaste por lo que necesitan más mantenimiento.

El sistema **DOHC** la D (Double) doble árbol de levas, utilizado sobre todo en motores con 3, 4 y 5 válvulas por cilindro.



## Capítulo 12

### *El sistema de escape*

#### 12.1 Generalidades

El sonido del motor es producto de ondas formada por pulsos alternativos de alta y baja presión que viajan junto a los gases salientes y se desplazan muchísimo más rápido que estos gas emanados (aprox. 2,240kph / 1.400mph).

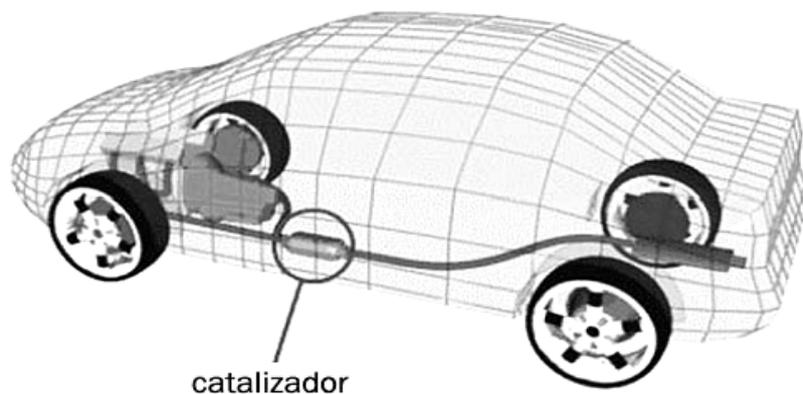
Los gases de emisión llevan una presión considerable una vez realizada la combustión del motor.

Si estos gases salieran directamente del motor, el ruido provocado sería muy escandaloso y el motor en cierta forma podría rendir un poco menos por la liberación de esta presión antes de llegar al punto de liberación adecuado de acuerdo a cada vehículo.

#### 12.2 Función del sistema de escape

El sistema de escape, tiene la función de expeler los gases quemados durante la combustión desde la cámara de combustión al medio ambiente.

Está formado por los elementos y conductos por donde se liberan a la atmósfera los gases de escape producidos por la combustión.

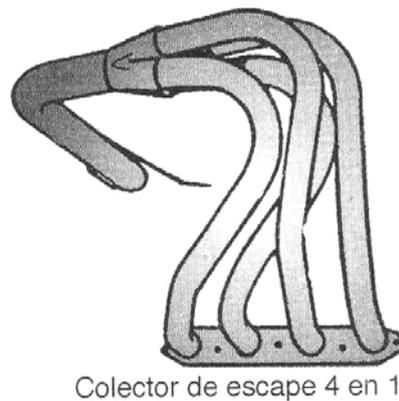


### 12.3 Partes componentes

#### Colector o múltiple de escape

El múltiple de escape tiene la misión de conducir los gases salientes de la cámara de combustión hacia la tubería de escape, está ubicado en la cabeza del cilindro y tiene entradas para permitir la inyección del aire dentro de este. El camarín o múltiple de escape posee curvas suaves y precisas a fin de mejorar la salida de tales gases.

Tiene diseños adecuados para no crear contrapresiones en los gases y facilitar su salida. Son fabricados con material altamente resistente a las temperaturas (fundición de hierro o acero)



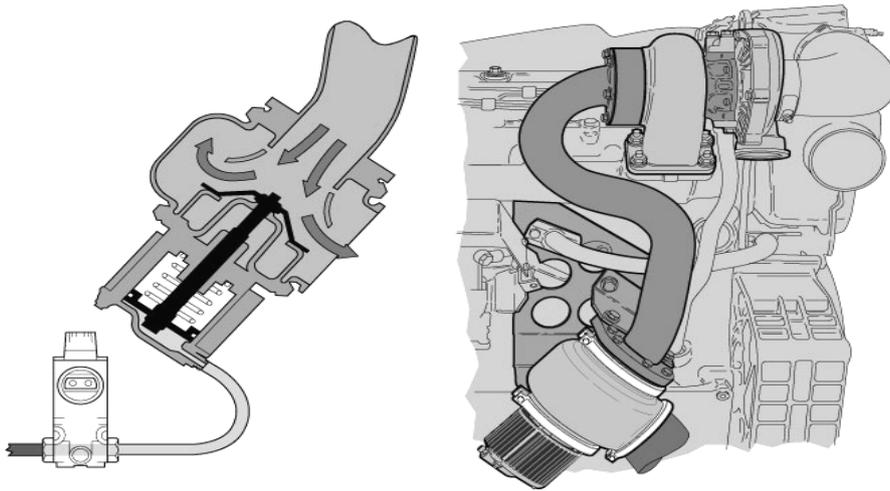
La disposición y la forma de los tubos de salida varían de acuerdo a los diseños de los fabricantes para cada motor específico; en los motores que funcionan a altas revoluciones suelen montarse los de tubos múltiples, formados por tubos de acero independiente más largos (“Header”).

Al encontrarse estos gases, al final del tubo, crean un impulso más fuerte y una presión altísima expulsando los gases hacia fuera con mayor velocidad, permitiendo el mejor desplazamiento del vehículo en altas revoluciones.



### **Regulador de presión de gases de escape (EPR)**

Algunos vehículos tienen el EPR, con la finalidad de generar una contrapresión en el sistema de escape para mantener caliente el motor en régimen mínimo y funcionar como freno de gases de escape al bajar por cuestas.



### **Silenciador (mufle)**

El silenciador tiene la función de amortiguar el ruido y retener cierta presión de los gases, para así salir expulsados hacia el exterior de forma circular.

Los silenciadores de alto rendimiento, poseen una construcción interna específica la cual permite la liberación de presión de estos gases en diferente proporción, logrando así obtener mayor desempeño del motor. Los silenciadores están contruidos de metal y están ubicados por lo general debajo de la parte trasera del vehículo.

Generalmente, el silenciador convierte la energía de la onda de sonido en calor.

Existen 2 de diseños de silenciadores en la industria moderna,

- 1) Silenciador de múltiples colmenas, y
- 2) Silenciador de colmena individual.



### 1) Silenciador de múltiples colmenas

Ayuda a reducir el ruido y restringe la salida más rápida de los gases hacia el exterior limitando considerablemente las prestaciones del vehículo.



### 2) Silenciador de colmena individual

Compuesto por celdas metálicas en forma tubular y con agujeros a lo largo de su colmena, el cual está diseñado para reducir la presión de los gases acumulados en la parte posterior del sistema de escape, permitiendo liberar los gases más rápidamente, produciendo como consecuencia más ruido exterior.

Debido a que el silenciador de colmena individual no está en capacidad de reducir el ruido ocasionado por los gases del mismo motor, algunos sistemas de escape poseen resonadores. Los resonadores actúan como pequeños silenciadores y son generalmente utilizados al final del escape como tal.

### Empaquetaduras

Existen varios tipos de empaquetaduras para el múltiple de escape, que permiten un rango de flexibilidad entre el y la cámara evitando una posible ruptura al momento de aceleración.

Las empaquetaduras planas son las más comunes, pero también existen las que vienen en forma cilíndrica las cuales toleran cierto nivel de presión.

### **Sujetadores de tubo de escape**

Tienen como funciones:

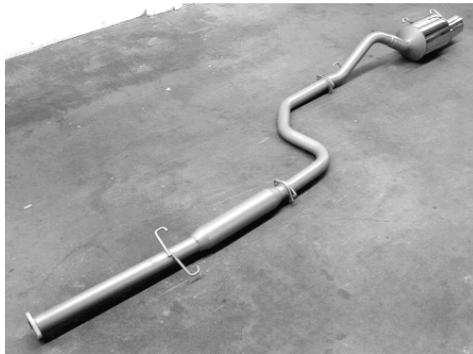
- Mantener la tubería de escape bien ajustada y en su lugar,
- Permitir al sistema completo cierta flexibilidad, y
- Reducir los niveles de ruido debido a que están contruidos a base de gomas flexibles.

### **Colas de escape**

Las colas de escape son tubos de metal soldado al silenciador o resonador. Su función principal es expulsar el humo emanado del motor por combustión del silenciador o resonador hacia la parte exterior evitando que se quede el humo debajo del carro.

### **Sistema cat back**

Es el sistema de escape completo diferente al original de fábrica de mayor tamaño para mayor flujo de gases, está compuesto por un y/o dos silenciadores en forma ovalada con salidas múltiples.



La ventaja de un Cat-back es que se puede instalar la tubería de escape con salida en forma de "Y" permitiendo que el motor sea liberado y exista menos presión en la salida de los gases emanados por la combustión en el motor.



## Capítulo 13

### *Elementos estructurales del chasis del vehículo*

#### 13.1 Evolución del chasis y carrocerías a través de la historia



AUTOMOVIL DE VAPOR DE CUGNOT (1769)



BICICLETA ROVER SAFETY (1885)



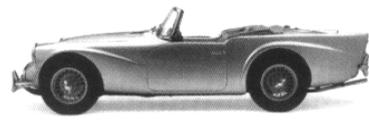
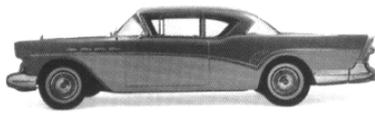
MOTOCICLETA DAIMLER (1885)



Lancia Lambda (1922), Chrysler Airflow (1934), Citroën 11B (1937), GPW Jeep (1943).



Fiat (1905), Ford T (1911), Rolls-Royce Tourer (1912), Peugeot Quadriette 4CV (1921).



Mini Morris (1959), Buick Roadmaster (1957), Daimler SP250 Dart (1959).

### 13.2 ¿Qué es el chasis?

Es la estructura básica del vehículo, compuesta por el bastidor, el tren motriz, suspensión, dirección, ejes, ruedas y otras partes mecánicas relacionadas.

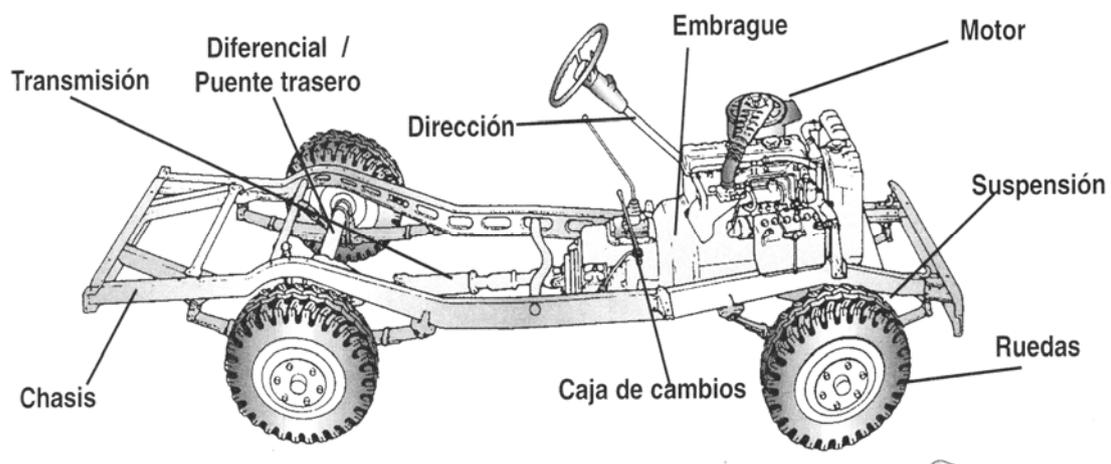
Es el elemento estructural, encargado de soportar los esfuerzos estáticos y dinámicos que tiene el vehículo.

#### Características del chasis

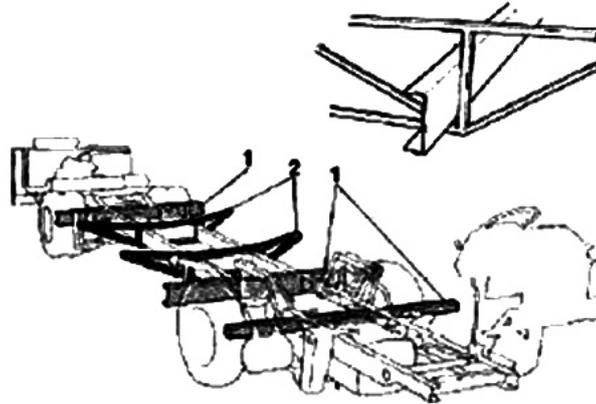
El chasis tiene las siguientes características

- 1) Es el soporte de todos los órganos mecánicos.
- 2) Puede rodar sin carrocería.
- 3) Un mismo tipo de chasis puede adaptarse a varios tipos de carrocería.
- 4) Un mismo tipo de chasis puede alargarse o cortarse según los gustos del cliente.
- 5) Debe ser lo suficientemente rígido y fuerte, para soportar las cargas, que soporta el vehículo.

#### Chasis de vehículo militar de reconocimiento

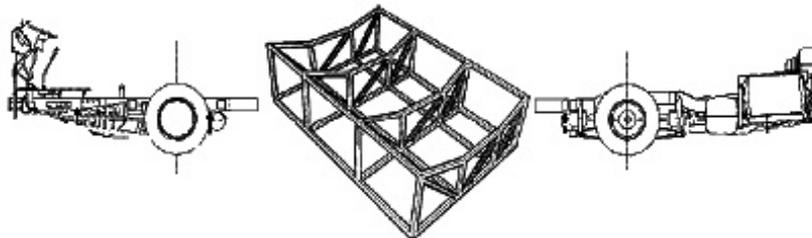


### Chasis de ómnibus convencional



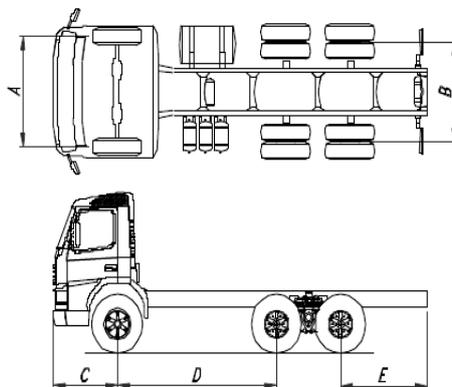
1. Travesaño incluido en el chasis
2. Travesaño montado en el carrozado

### Chasis de ómnibus integral



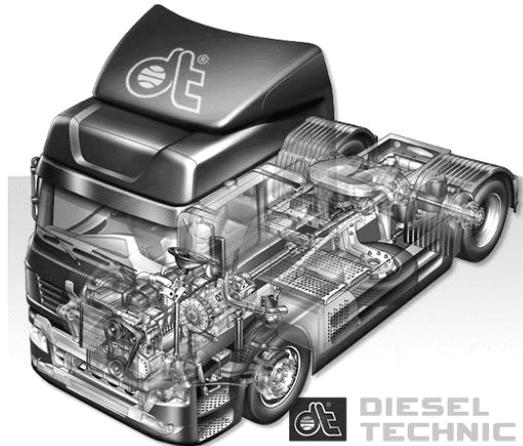
Tren Delantero:	Bastidor principal:	Tren posterior:
Eje delantero y sistema de dirección (suministrado por el fabricante del vehículo)	Elemento estructural intermedio que completa el chasis (suministrado por el carroceros con autorización del fabricante)	Eje posterior, sistema motriz (suministrado por el fabricante del vehículo)

### Chasis de camión multipropósito



A : Trocha delantera	C : Voladizo delantero	E : Voladizo posterior
B : Trocha posterior	D : Distancia entre ejes	

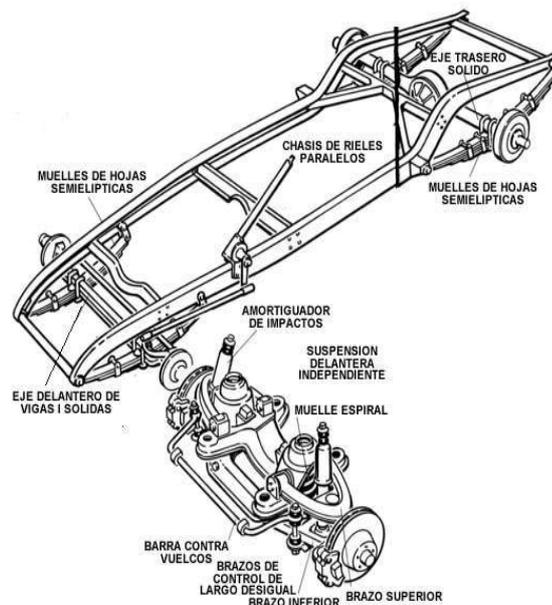
## Chasis de tracto camión



### 13.3 El bastidor

Es la estructura principal del vehículo compuesta por los largueros y sus refuerzos transversales, llamados travesaños, diseñada para soportar todos los componentes del vehículo, la mercancía y/o pasajeros.

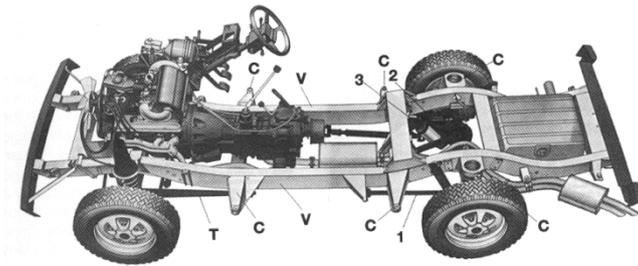
Todos los elementos de un automóvil, como el motor y el sistema de transmisión van montados sobre el “bastidor”.



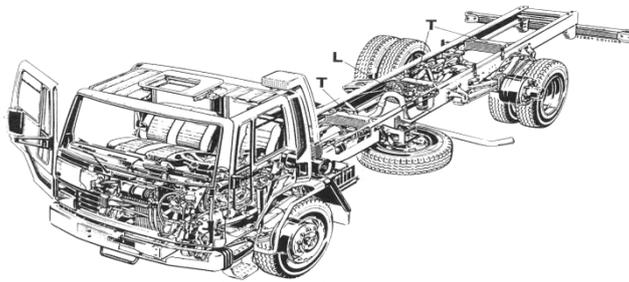
El bastidor es una estructura sólida y rígida sobre el que se montan y relacionan todos los elementos del automóvil: la carrocería, el motor, la transmisión y la suspensión con las ruedas. Está sometido a cargas estáticas y dinámicas que, a pesar de la suspensión, tienden a deformarlos en todos los sentidos; por ello conviene darle la máxima rigidez posible.

Está formado por dos largueros unidos entre si por varios travesaños, de acero, que aseguran su rigidez y tienen sus secciones en U, tubular, rectangular; de diferentes formas rectas, curvas o en X.

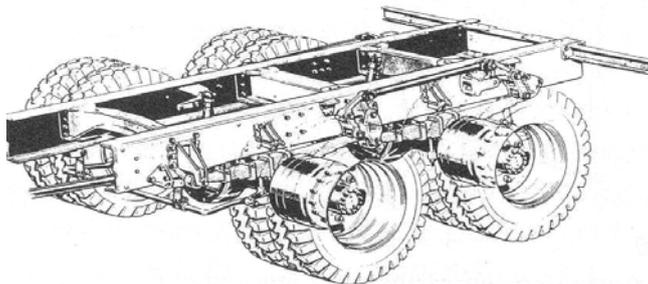
### Chasis de un todo terreno “ROVER”



1,2 tirantes traseros, 3 triángulo central de amortiguación del eje trasero.  
C, puntos de anclaje de la carrocería al chasis.  
T, tirante de la suspensión delantera.  
V, vigas que componen el bastidor



Disposición típica de un camión en el que vemos montada la cabina en la parte anterior del bastidor.  
L, largueros. T, travesaños



Los travesaños del bastidor pueden alargarse para recibir sin problemas el acoplamiento de un tren de dos ejes en las ruedas posteriores

#### 13.4 La carrocería

La función de carrocería es la de albergar la carga y los ocupantes del vehículo, así como transportarlos.

En cuanto a seguridad, la carrocería es la encargada de proteger a los ocupantes del vehículo.

#### Características de la carrocería

La carrocería debe ser:

- Elástica para absorber la inercia del vehículo
- Rígida para proteger a los ocupantes de la misma

### Tipos de carrocería

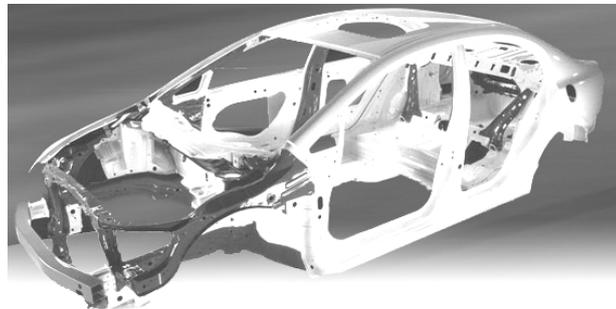
Son de tres tipos:

- Tipo bastidor
- Monocasco autoportante
- Tipo plataforma

#### 1) *Carrocerías tipo bastidor*

Este tipo de carrocería consta de un chasis independiente, al cual se sueldan y o atornillan el piso del vehículo y la carrocería. En estas carrocerías el elemento rígido y elástico, en mayor parte es el chasis, ya que este podría circular sin carrocería.

#### 2) *La carrocería monocasco autoportante* (figura de la derecha)

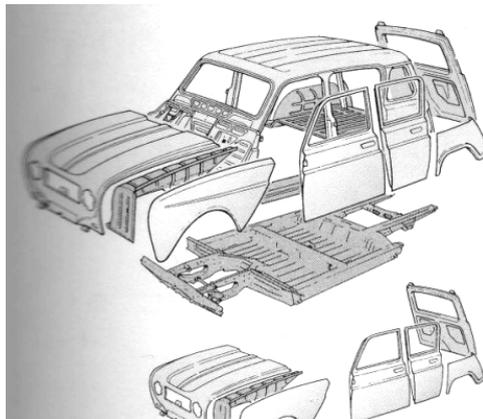


Tiene una estructura con Ingeniería de Compatibilidad

Avanzada (ACE), con la que el vehículo es capaz de absorber y disipar las fuerzas en caso de impacto.

#### 3) *Carrocería tipo plataforma*

Actualmente en desuso



### **Carrocería tubular**

La carrocería tubular o Superleggera ("Superligera"), es un tipo de carrocería utilizado en vehículos clásicos deportivos de mediados del siglo XX. Fue creada por el carrocerero italiano Touring en 1937.



Esta técnica utiliza como estructura del vehículo una red de finos tubos metálicos soldados, recubierta después con láminas metálicas, frecuentemente de metales ligeros como Aluminio o Magnesio.

Esta técnica consigue una carrocería de gran rigidez y resistencia con muy poco peso. Por otra parte, la fabricación es muy cara y laboriosa. La técnica todavía se utiliza en modelos deportivos hechos a mano.

- **Cabina con tolvas**



- **Carrocería de omnibuses**



- **Carrocería de camiones**

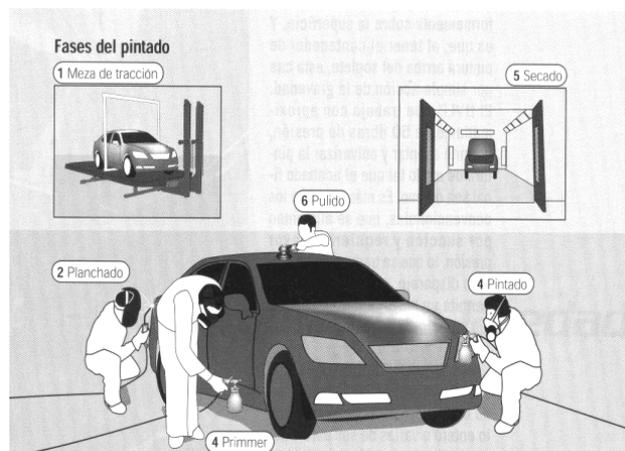


- **Carrocerías de vehículos militares**



### 13.5 La Pintura automotriz

La finalidad de la pintura, además del afán estético, es la protección de la carrocería. Esto genera un mayor tiempo de vida útil y asegura rédito en una posible reventa.



Proceso de renovación de pintura automotriz

### **Clases de pintura**

El mercado de pintura no ha variado mucho los últimos años. En general hay tres tipos de pintura:

- Las acrílicas (Simples y perladas)
- Las de uretano
- Las de poliuretano

El mercado de pintura no ha variado mucho los últimos años. La diferencia entre los acrílicos y los uretanos es importante. En primer lugar la presencia de la protección UV en los uretanos asegura una protección sostenida contra la decoración. En segundo lugar, la laca del uretano es más gruesa que la del acrílico, pues su composición es a base de poliéster. Esto quiere decir si, por ejemplo, se ha aplicado uretano puro, por más que se friccionen la superficie pintada con un trapo y thinner, la pintura no se remueve.

Tanto los uretanos como los poliuretanos son similares en término de acabado. Ambas son superiores en calidad al acrílico.

La diferencia está en que las de poliuretano son pintura de brillo directo, que no necesitan lacas o barnices ni de ningún otro agente de brillo. Las pinturas de uretano requieren de las capas de laca para lograr el brillo esperado.

Un tema a tener en cuenta es que al pulir las superficies pintadas con poliuretanas se está también removiendo la pintura, mientras que en el pulido con uretano se fricciona sólo la laca que ha sido aplicada posteriormente.



## Capítulo 14

# *Sistema de transmisión de potencia*

### 14.1 Finalidad del sistema de transmisión de potencia

Transmitir la potencia generada en el motor a las ruedas del vehículo.

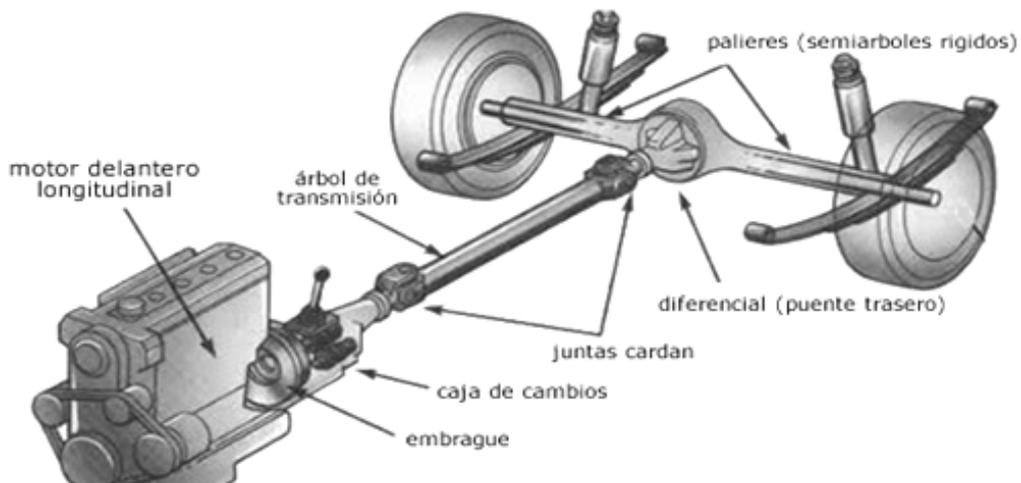
### 14.2 Elementos:

Los elementos que conforman el sistema de transmisión de potencia de un vehículo automotriz, van a depender principalmente de:

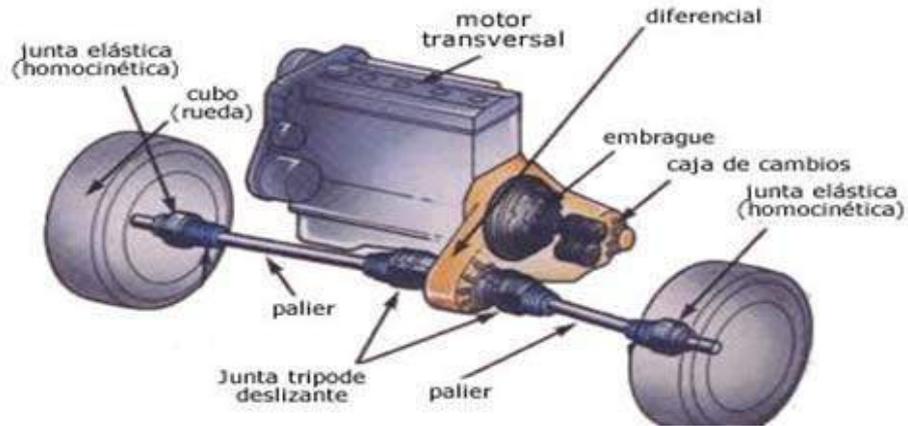
- La posición que ocupe el motor en el vehículo (delantero, trasero), y
- La posición de las ruedas motrices ("tracción" delantera, "propulsión" trasera, tracción total 4x4).

De forma general el sistema de transmisión de potencia está conformado por los siguientes elementos:

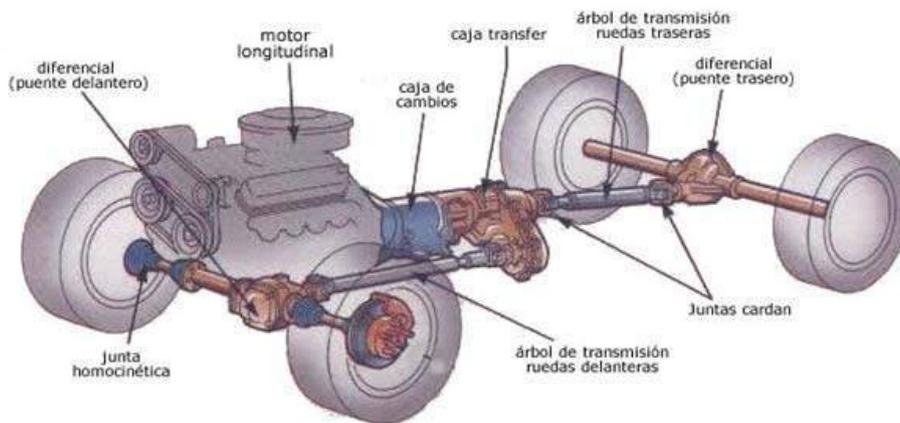
- Embrague
- Caja de velocidades
- Árbol de transmisión
- Diferencial
- Juntas cardánicas, juntas homocinéticas
- Palieres



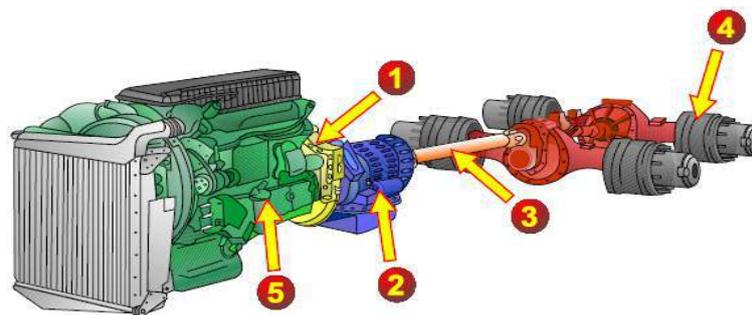
Esquema de transmisión para motor delantero y propulsión trasera



Esquema para transmisión y propulsión delantera



Esquema de transmisión de un vehículo 4 x 4



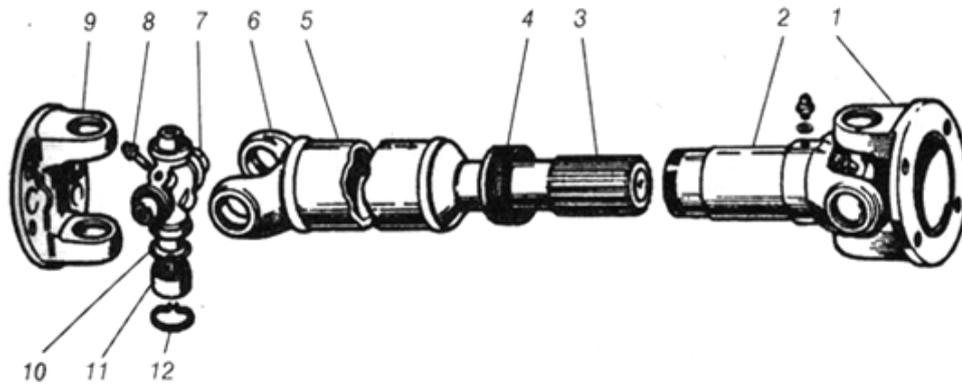
Esquema de transmisión de camión Volvo  
1. Embrague. 2. Caja de cambio. 3. Árbol con juntas cardán. 4. Cubos de rueda. 5. Motor

### 14.3 Árbol de transmisión

Tienen la función de transmitir el movimiento de rotación del motor hasta las ruedas motrices.

Están sometidos en su funcionamiento a esfuerzos constantes de torsión. Según la posición relativa que ocupen en el vehículo se pueden clasificar en:

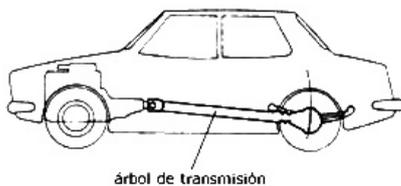
**Árbol longitudinal**, transmiten el movimiento del eje de salida de la caja de cambio al diferencial, cuando las ruedas motrices son traseras.



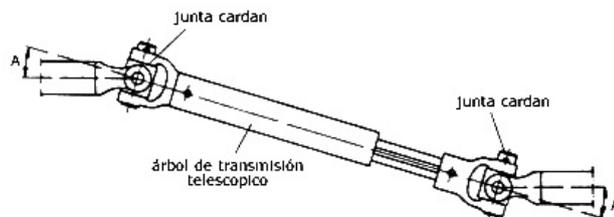
Despiece de una transmisión longitudinal: 1) Junta cardán. 2) Manguito con estriado interior. 3) Eje estriado de la transmisión. 4) Guardapolvos. 5) Árbol de transmisión. 6) Horquilla de la junta. 7) Cruceta. 8) Engrasador. 9) Horquilla con brida. 10) retén. 11) dado. 12) Circlip

**Árbol transversal**, transmiten el giro de las salidas del diferencial a las ruedas.

La oscilación de la velocidad es mayor cuanto mayor sea el ángulo (A, de la figura) aunque, normalmente, este ángulo en los vehículos es muy pequeño y, por tanto, las variaciones de velocidad son prácticamente despreciables.



Desplazamiento angular de un árbol con articulación por cardán

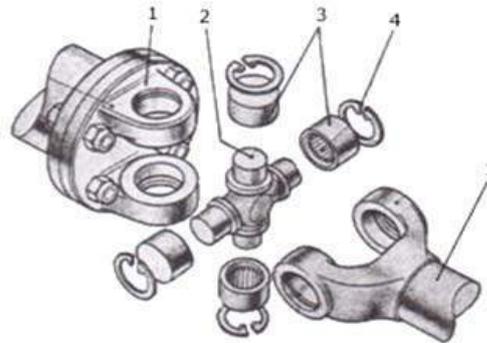


Detalle de la transmisión

Posición del árbol longitudinal montado en el vehículo

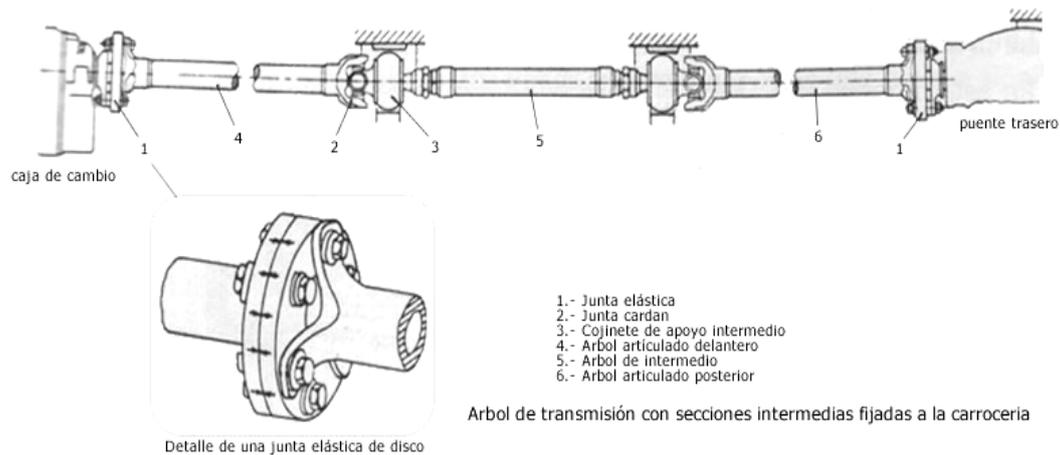
### 14.4 Junta cardan

Está constituida por dos horquillas (1) unidas entre si por una cruceta (2), montada sobre cojinetes de agujas (3) encajados a presión en los alojamientos de las horquillas y sujetos a ellas mediante arandelas de seguridad (4).



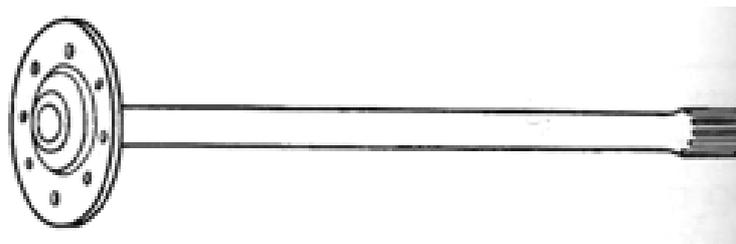
### 14.5 Árboles con juntas elásticas

Cuando la transmisión es muy larga, hay que aumentar el diámetro del árbol, dividirla y unirla a través de juntas universales elásticas.



### 14.6 Los palieres o semiejes

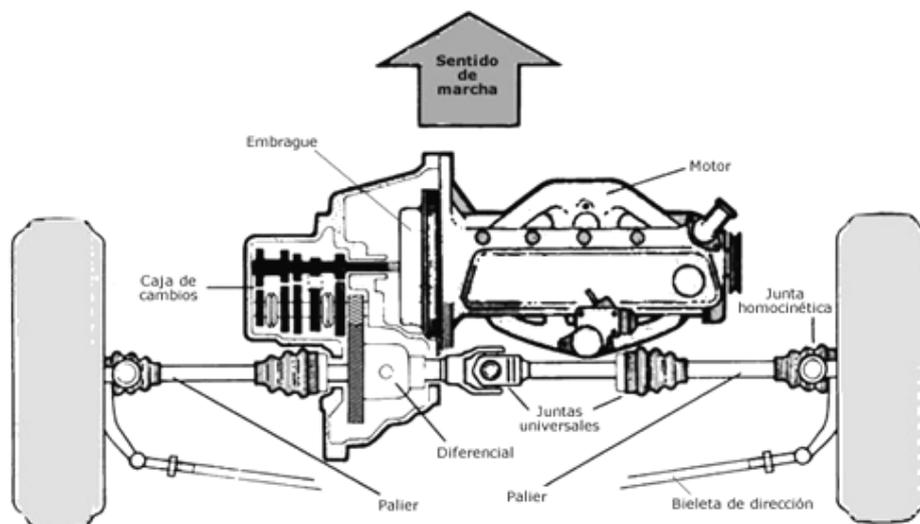
Los palieres tienen la misión de transmitir el movimiento desde el diferencial a las ruedas. Uno de los extremos es estriado por el que se une al planeta y el otro termina en una brida con agujeros para fijar en ella, mediante tornillos, el tambor de freno y la rueda. Son de acero forjado.



Detalle del palier, en un extremo tiene la brida, mientras que en el otro un eje estriado

### Semiárboles para vehículos con tracción delantera (palieres)

Los vehículos con motor y tracción delantera utilizan para transmitir el movimiento de la caja de cambios a las ruedas, un sistema de transmisión con unas juntas que permitan tanto el movimiento oscilante de la suspensión como el movimiento de orientación de las ruedas, ya que estas ruedas además de ser motrices son directrices.



Esquema de un vehículo con motor delantero transversal y transmisión a las ruedas delanteras

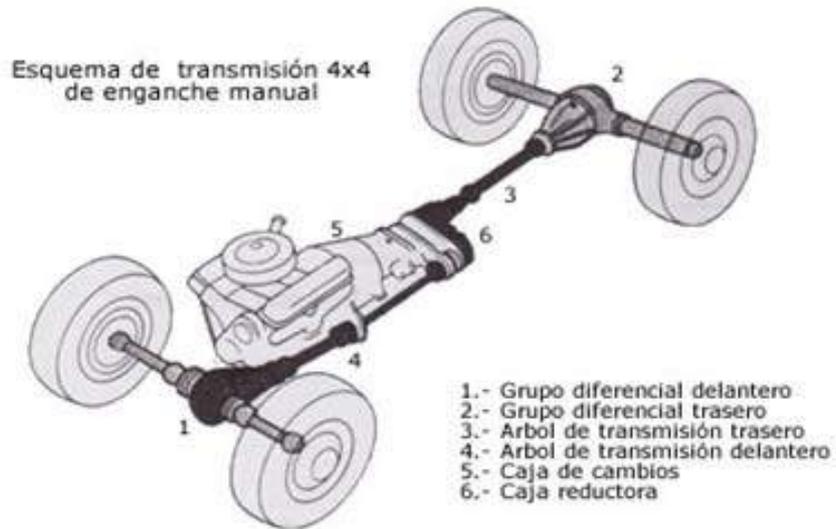
En algunos diseños, el eje trasero cuenta con un diferencial de bloqueo manual es decir no es "autoblocante". Esto sirve para que en caso de que una rueda entre en una zona de suelo deslizante, tenemos la posibilidad de bloquear el diferencial para suprimir precisamente el efecto "diferencial" y convertir el eje trasero en un eje rígido que reparte el par de tracción a las ruedas por igual. El accionamiento del bloqueo puede ser mecánico ("manual" mediante palanca-cable), eléctrico o neumático.

#### 14.7 Diferencial

El conjunto del diferencial cumple dos misiones:

- Repartir el movimiento a las ruedas
- Proporcionar una reducción, que se complementa con la con las reducciones de la caja de cambios, para adaptar el número de revoluciones a las ruedas.

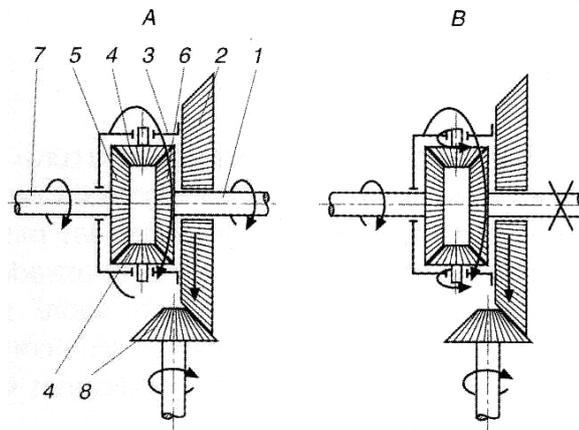
La reducción entre el piñón de ataque y la corona, generalmente varía entre 3:1 a 4:1



### Componentes y funcionamiento del diferencial

1. Semieje rueda izquierda
2. Corona
3. Caja de satélites
4. Satélites
5. Planeta lado derecho
6. Planeta lado izquierdo
7. Semieje rueda derecha
8. Piñón de ataque

- A. Desplazamiento del vehículo en línea recta
- B. Desplazamiento del vehículo en curva

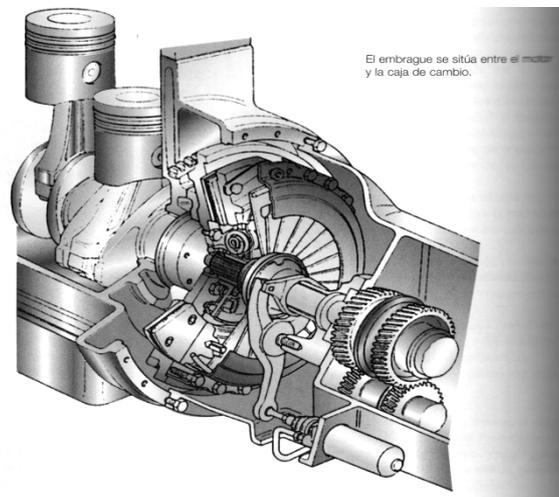


## Capítulo 15

# *El embrague*

### 15.1 Misión

Es el sistema encargado de transmitir o interrumpir el movimiento del motor a través del cigüeñal a la caja de velocidades.



Vista seccionada de un embrague. Obsérvese la situación entre el motor y la caja de velocidades

### 15.2 Funciones del embrague

El embrague tiene como funciones:

- Solidarizar dos piezas que se encuentran en un mismo eje
- Transmitir a una de ellas el movimiento de rotación de la otra
- Desacoplarlas a voluntad de un operario externo, cuando se desea modificar el movimiento de una sin necesidad de parar la otra.

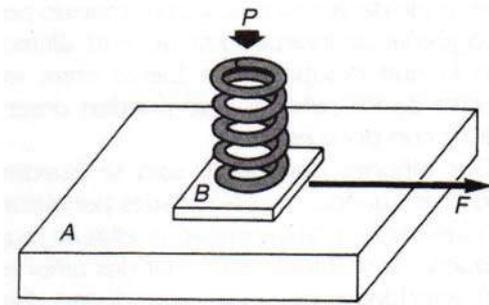
Cuando el pedal del embrague está sin pisar, el movimiento de giro se transmite íntegramente y se dice que el motor está embragado. Cuando pisamos el pedal de embrague desacoplamos la caja de cambios del motor y decimos que el motor está desembragado.

### 15.3 Características del embrague

- Resistencia mecánica, para transmitir el par motor a la caja de cambios, sin patinar.
- Resistencia térmica, para poder absorber el calor generado por la fricción.
- Progresividad y elasticidad, para que su movimiento se transmita sin brusquedad ni tirones.
- Adherencia, para que no patine y pierda fuerza de transmisión.
- Rapidez de maniobra, que permita embragar y desembragar con facilidad.

### 15.4 Principio de funcionamiento del embrague

El tipo de embrague en la mayoría de los automóviles es el de disco; el funcionamiento del embrague está basado en el *principio físico de rozamiento*.



El rozamiento es la acción que se opone al desplazamiento relativo de dos cuerpos en contacto, que se hallan bajo el efecto de una fuerza normal a la superficie común.

#### Coefficiente de rozamiento

$$f = \frac{F}{P}$$

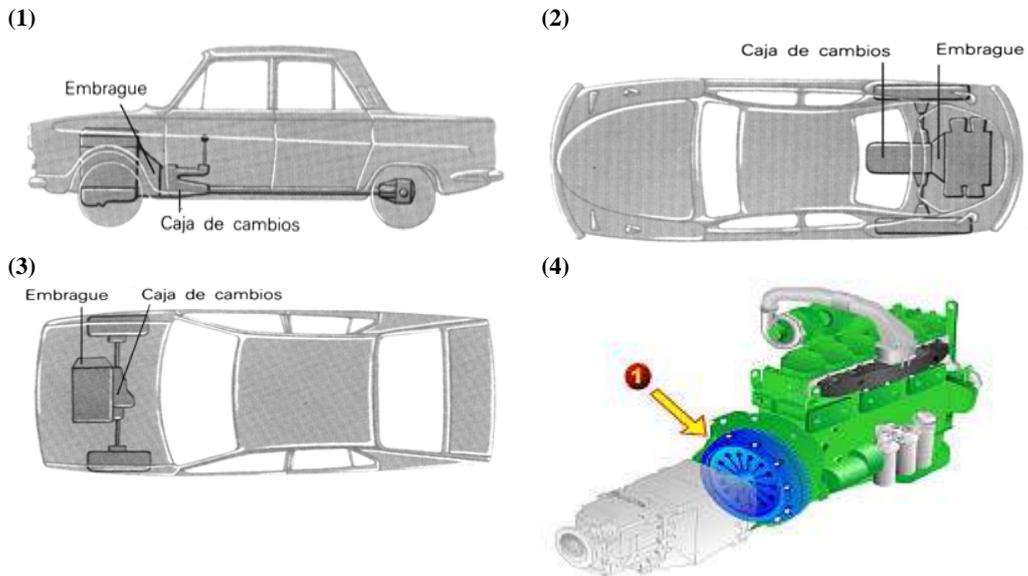
$f = 0,15$ , fundición de Fe sobre otra de Fe o bronce

$f = 0,18$ , una de las piezas es de acero

$f = 0,30$  a  $0,50$ , volante de acero fundido y la guarnición del disco

En unos casos como en los cojinetes, conviene que  $f$  sea lo más pequeña, y en otras como en el disco de embrague y zapatas de los frenos, sea lo más grande posible.

### 15.5 Ubicación del embrague

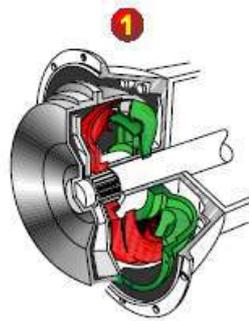


#### Ubicación del embrague en diferentes modelos de vehículos

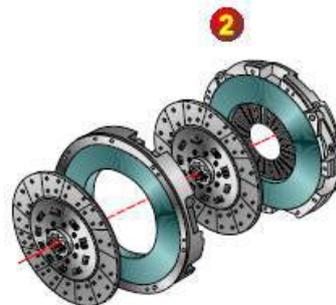
- (1) Motor delantero y tracción trasera. (2) Motor y tracción trasera. (3) Motor y tracción delantero.  
(4) Motor de camión delantero y tracción trasera.

### 15.6 Tipos de embragues

Los muchos tipos de embragues pueden dividirse en dos grandes categorías:



(1) Embrague hidráulico

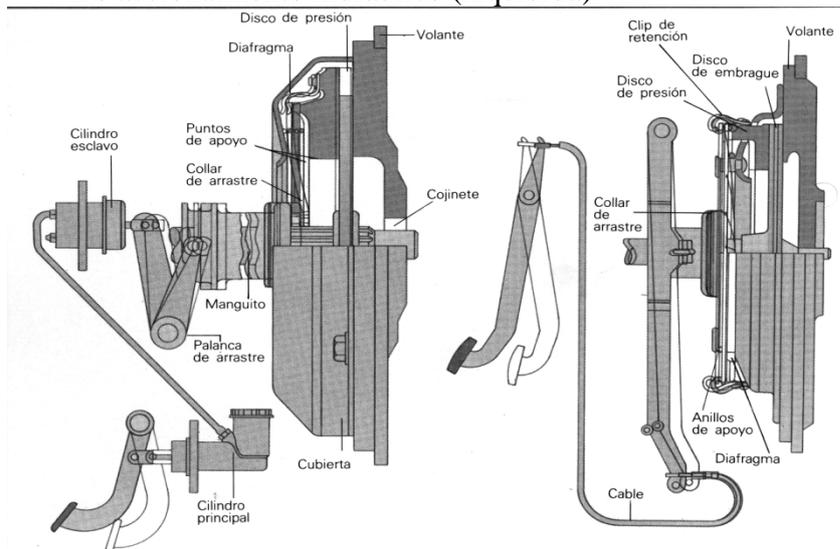


(2) Embrague mecánico

**Los embragues mecánicos se clasifican de la siguiente manera:**

**1) Por el tipo de mando:**

- De accionamiento mecánico (derecha)
- De accionamiento hidráulico (izquierda)



**2) Por el número de disco**

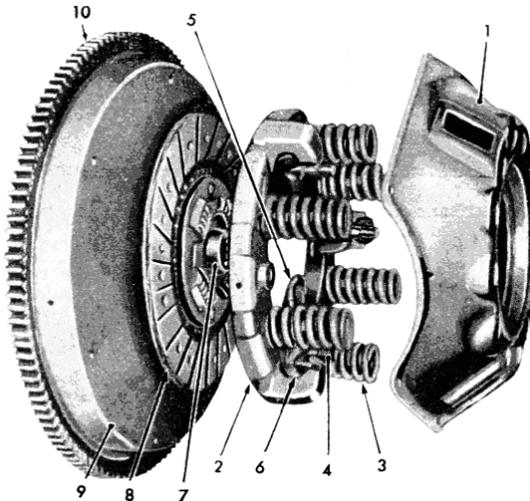
- Monodisco
- Multidisco (figura de la derecha, embrague de tanque T 75)



**3) Por el tipo de resortes o muelles**

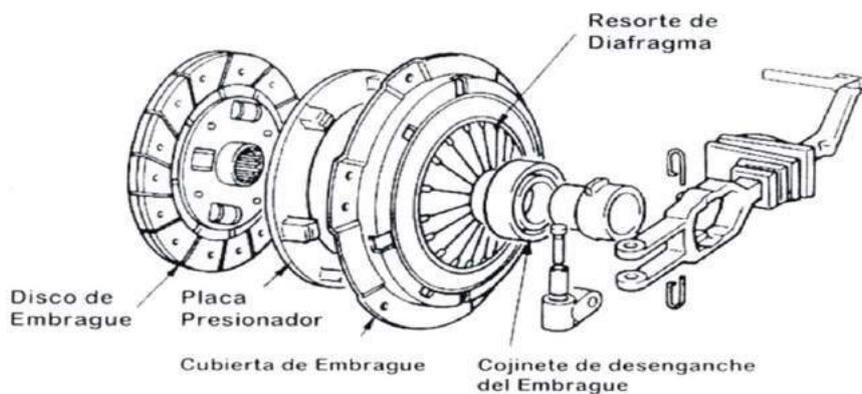
- De resortes helicoidales
- De resortes de diafragma

### Embrague mecánico monodisco con resortes helicoidales



1. Carter o tapa
2. Plato opresor
3. Resorte de muelles
4. Pernos de apoyo de las palancas
5. Palancas o dedos de desembrague
6. Enlace de las palancas con el plato opresor
7. Cubo del disco
8. Disco
9. Volante
10. Corona de arranque

### Embrague mecánico con resortes de diafragma



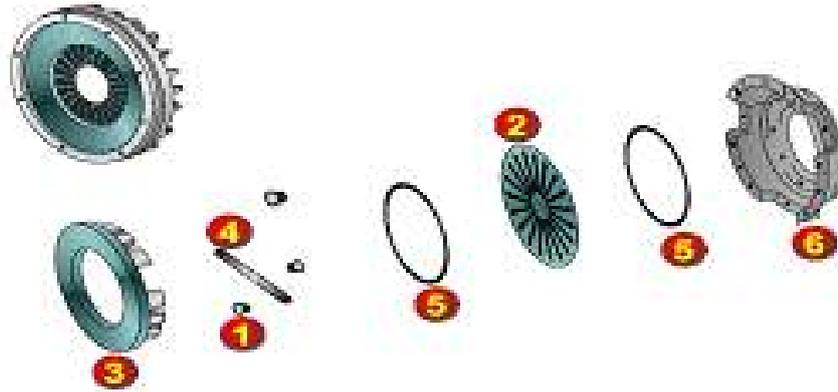
#### 15.7 Elementos componentes del disco de embrague de muelle de diafragma

1. Carter del embrague;
2. Plato de compresión o plato presor.
3. Disco;
4. Resorte de diafragma;
5. Cojinete de embrague.



1) **Plato de compresión o plato opresor:**

El plato de compresión es un anillo de acero de gran *dureza* que va presionada contra el disco por la acción de los resortes helicoidales o resortes de diafragma.

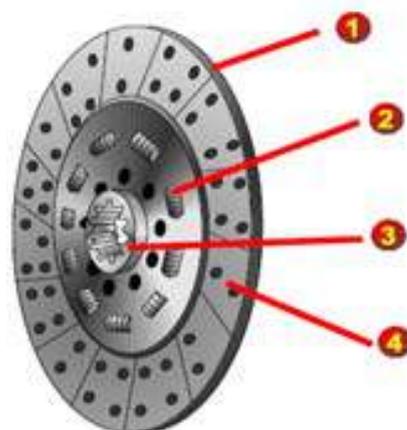


1. Remaches de separación. 2. Resorte de lámina. 3. Plato de compresión. 4. Fijación del resorte de lámina. 5. Anillo. 6. Cubierta.

2) **Disco de embrague**

El disco de embrague es el elemento encargado de transmitir a la caja de velocidades todo el par motor sin que se produzcan resbalamientos.

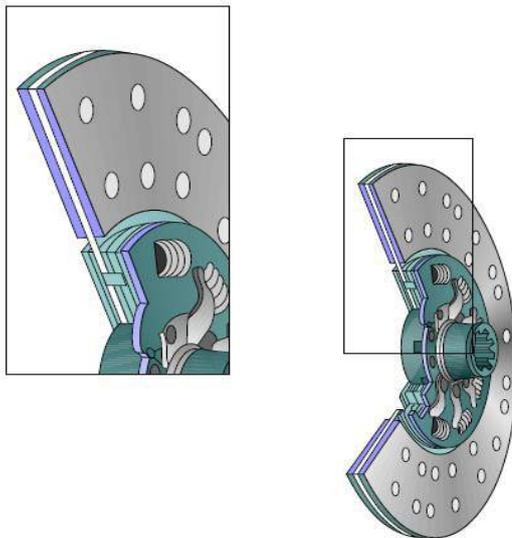
Está forrado de un material de fricción que se adhiere a las superficies metálicas (superficies con las que entra en contacto dicho disco); es muy resistente al desgaste y al calor.



1. Disco de embrague,  
2. Resortes  
amortiguadores  
3. Cubo acanalado, y  
4. Forro de disco  
(guarniciones)

### Forros del disco

Los forros o guarniciones son componentes que realizan el trabajo de rozamiento entre el plato y la volante. Son elaborados, en la mayoría de los casos, de materiales de base orgánica (con amianto). El uso de forros de base inorgánica (sinterizados, de cerámica) se limita a vehículos en los que no es de gran importancia la suavidad del arranque (tractores, camiones especiales, equipos de Ingeniería).



### Características de los forros de disco

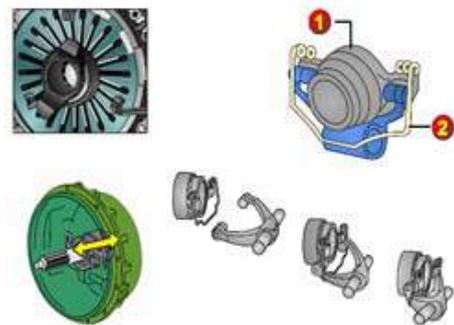
- Un elevado coeficiente de rozamiento
- Un coeficiente de rozamiento constante, que no se vea afectado por el aumento de la temperatura
- Resistencia al desgaste prematuro
- Resistencia a temperaturas elevadas
- Resistencia a grandes velocidades
- Que no se adhiera al volante

### 3) Carter de embrague

Tiene la función de proteger el embrague de contaminaciones producidas por la humedad o impurezas. Es parte integrante de la parte delantera de la caja de cambios y está en contacto con la caja del motor. La palanquita y el eje de desembrague forman parte de la regulación del embrague. Se encargan de la transmisión del movimiento desde el sistema de mando del embrague al cojinete de embrague.

### 4) Cojinete de embrague

Llamado también collarín, tiene la función de transferir el movimiento del eje de desembrague al resorte de diafragma. El cojinete de embrague está provisto de un resorte anular cuya función es sujetar convenientemente el cojinete en el eje de desembrague al instalar la caja de cambios.

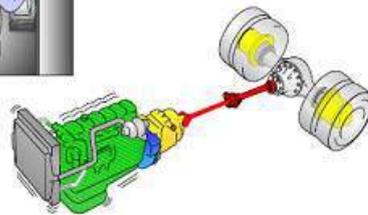
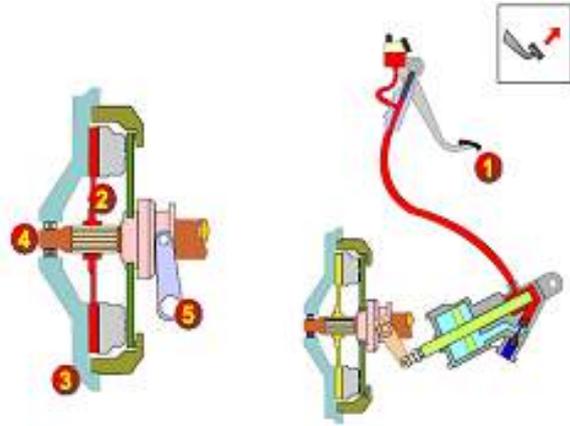


### 15.8 Funcionamiento del embrague

Cuando no está aplicado el embrague, es decir, cuando se ha levantado el pie del pedal de embrague (1), el plato empuja el disco de embrague (2) y lo aprieta contra el volante.

El embrague y el volante (3) quedan conectados y el embrague transfiere el par del motor al árbol primario de la caja de cambios (4).

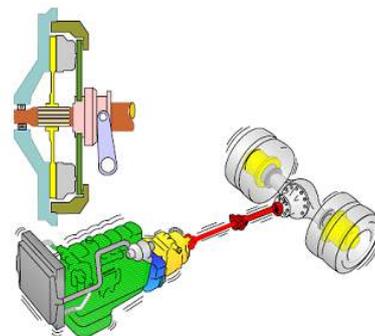
Toda la unidad del embrague gira a la misma velocidad que el motor y transmite el par de torsión del motor a la línea motriz. El cojinete de soporte es conducido hacia atrás por el resorte de la horquilla de desembrague (5).



Al estar desembragado, se puede arrancar del motor. La rotación del motor no se transmite al árbol primario de la caja de cambios porque el disco de embrague va loco, libre de presión.

De este modo, no se transmite el par del motor a la línea motriz. El conductor puede cambiar de marcha con entera libertad.

El embrague ahora vuelve a conectarse con el volante. El plato presiona el disco contra el volante. El par motor se transmite al sistema de transmisión.



### 15.9 Embrague hidráulico

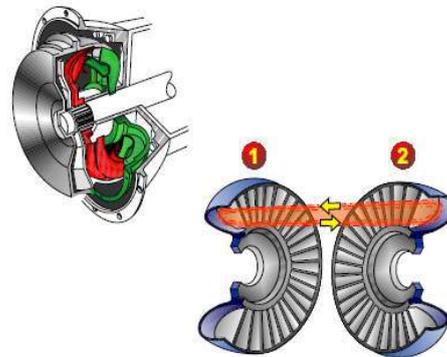
El par de torsión se transfiere del motor a la caja de cambios por medio de un fluido hidráulico que circula entre dos componentes principales del embrague hidráulico: el rotor de la bomba y el rotor de la turbina.

Se aplica en las cajas de cambios automáticas como embrague hidráulico. Los rotores se componen de hélices con paletas colocadas la una frente la otra. El rotor de la bomba va instalado en el eje de salida del motor y el rotor de la turbina en el eje de entrada o árbol primario de la caja de cambios.

El motor se pone en marcha haciendo girar el rotor de la bomba. El líquido hidráulico entre los dos rotores se desplaza hacia el rotor de la turbina.

La presión del líquido incide en el rotor de la turbina haciéndola girar. Cuanto mayor sea la velocidad del motor, mayor es la presión del líquido aplicada al rotor de la turbina.

Cuanto mayor sea la presión, mayor es la velocidad de giro del rotor. Mediante el giro del rotor de la turbina, se transmite el par del motor a la caja de cambios y al resto del sistema de transmisión que pone el vehículo en movimiento





## Capítulo 16

### *Caja de velocidades*

#### 16.1 Conceptos fundamentales

##### 1) **Par motor**

El valor del par motor ( $T_{motor}$ ) en los motores alternativos está determinado por:

$$T_{motor} = F \times r$$

donde:

$T_{motor}$ , Par motor, kg.m, N.m

$F$ , Fuerza expansiva de combustión, kg

$r$ , distancia entre ejes de la biela y la del cigueñal, m

El valor del T, es independiente del número de revoluciones del motor.

##### 2) **Par de impulsión ( $T_{imp}$ )**

El valor del par de impulsión ( $T_{imp}$ ) está determinado por:

$$T_{imp} = T_{motor} \cdot i_{tr} \cdot \eta_{tr}$$

donde:

$T_{imp}$ , torque de impulsión, kg.m

$i_{tr}$ , relación de desmultiplicación total

$\eta_{tr}$ , rendimiento de la transmisión

##### 3) **Potencia del motor ( $P_{motor}$ )**

La Potencia del motor ( $P_{motor}$ ) está dado por la siguiente relación:

$$P_{motor} = T_{motor} \cdot n$$

donde:

$P_{motor}$ , potencia del motor, kW, HP, CV, PS

$T_{motor}$ , torque del motor, kg.m, lb.pie

$n$ , revoluciones del motor, rpm

Tabla de conversiones:

$$1 \text{ N} = 1 \text{ kg.m/s}^2$$

$$1 \text{ J} = 1 \text{ N} \cdot \text{m}$$

$$1 \text{ Kg-f} = 9.81 \text{ N}$$

$$1 \text{ W} = 1 \text{ N} \cdot \text{m/s}$$

$$1 \text{ CV} = 0,73 \text{ kW}$$

$$1 \text{ HP} = 0,746$$

$$1 \text{ PS} = 0,9858 \text{ HP}$$

#### 4) Velocidad del vehículo (km/h)

La velocidad de un vehículo en km/h, se calcula mediante la siguiente relación:

$$V_{(km/h)} = \frac{2 \cdot \pi \cdot r_r \cdot n \cdot 60}{i_{tr} \cdot 1000} = 0,377 \frac{r_r \cdot n}{i_{tr}}$$

donde:

$r_r$ , radio de la rueda, m

$i_{tr}$ , relación de transmisión total =  $i_{cv} \cdot i_d$

$n$ , revoluciones del motor, RPM

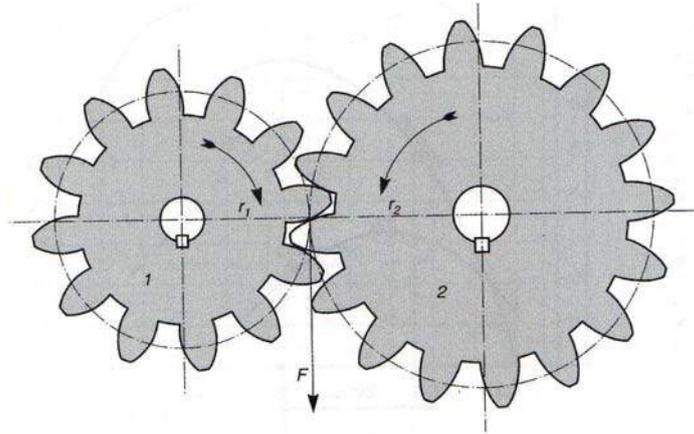
#### 5) Variación del par en un engranaje

Dados dos engranajes de radios diferentes, la variación de par está dada por la siguiente relación. Al engranaje que transmite la fuerza o el movimiento se le denomina *piñón o engranaje conductor* y al que recibe se le denomina *engranaje conducido o corona*.

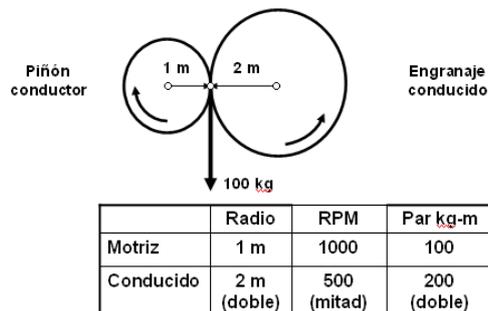
$$T_1 = F \cdot r_1 \qquad T_2 = F \cdot r_2$$

Siendo F comun a los dos engranajes:

$$T_2 = T_1 \cdot \frac{r_2}{r_1} \qquad T_2 \triangleright T_1$$



Aplicando el concepto de par o momento a un engranaje, la fuerza es la que ejerce el diente del piñón conductor 1, sobre el diente del engranaje conducido 2. La fuerza  $F$  es tangente a las dos circunferencias primitivas, y perpendicular a la línea de centros.



En la figura de la izquierda, supongamos que el engranaje motriz, tiene un radio de 1 m, gira a 1000 RPM y transmite un par de 100 kg.m a una rueda conducida. Calcular sus RPM y el torque

#### 6) Relaciones de marcha o relaciones de desmultiplicación

Actualmente las cajas de velocidades de automóviles tienen 5 o 6 velocidades y sus relaciones de desmultiplicación de las marchas se escalonan entre 4:1 y 1:1; a la relación 1:1 se llama directa y es frecuente en la 4ta.

La 5ta o 6ta se denominan superdirecta, no es reducción sino multiplicación, p.e. 0.785:1

### 7) Relación de desmultiplicación ( $i$ )

Es el cociente entre el número de dientes del engranaje conducido (corona) y el número de dientes del engranaje conductor (piñón)

$$i = \frac{z_c}{z_m} = \frac{l_c}{l_m} = \frac{r_c}{r_m} = \frac{T_c}{T_m} = \frac{n_m}{n_c}$$

Donde:

$i$	Relación de desmultiplicación
$z$	Número de dientes
$l$	Longitud de la circunferencia
$r$	Radio
$T$	Torque, Kg.m
$n$	Velocidad angular, RPM

### 8) Relación de velocidades de la caja de cambios

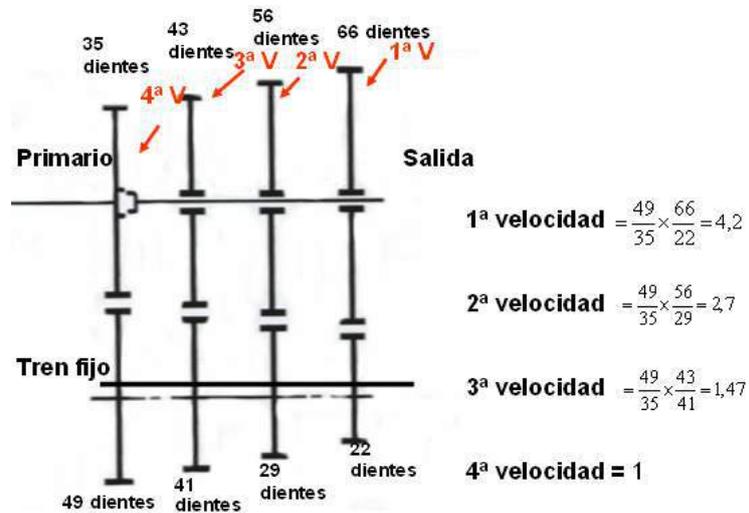
La caja de cambios está constituida por varias parejas de piñones que proporcionan distintas reducciones.

El concepto de reducciones se refiere a la disminución de la velocidad de giro y lleva consigo un aumento de par.

La mayor reducción se denomina 1ra velocidad o simplemente 1ra, la siguiente 2da, y así hasta la 4ta, 5ta o 6ta, más la marcha atrás.

### 9) Como regla nemotécnica:

En una caja de cambios de varias velocidades, la relación de desmultiplicación de cada velocidad, es igual al producto del número de dientes de los engranajes conducidos dividido por el producto del número de dientes de los engranajes motrices.



En el esquema de la figura se tiene una caja de 4 velocidades donde están indicados el número de dientes de los engranajes conductores y engranajes conducidos. Calcular la desmultiplicación para cada velocidad

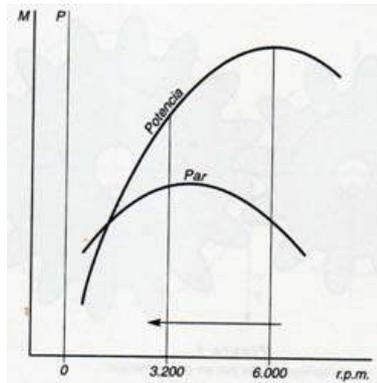
## 16.2 Elasticidad del motor

Un motor es elástico cuando su par aumenta al disminuir su velocidad de rotación, ya que al encontrar el motor una resistencia, su velocidad disminuye pero aumenta su par para vencer esa resistencia.

Por ello, es preciso que la relación entre par máximo y potencia máxima sea lo más amplia posible, así, un motor elástico requiere un número de velocidades menor.

### Velocidad de régimen

Se denomina así al régimen del giro del motor comprendido entre el par máximo y la máxima potencia.



En la figura de la derecha, se representan las curvas características de potencia y par motor en función de la velocidad de giro del motor.

Se observa que el par motor máximo se obtiene a 3200 rpm, mientras que la potencia máxima a 6000 rpm.

Si el motor está trabajando en el intervalo fijado por esas dos velocidades de giro y aumenta la resistencia a vencer en la marcha del vehículo (ejemplo: subir una cuesta), se provoca una disminución de la velocidad de régimen, pero También un aumento del par motor desarrollado.

Esto lleva a una nueva condición de equilibrio a un régimen más bajo, por lo que se dice que el funcionamiento del motor es estable en el intervalo 3200 - 6000 rpm.

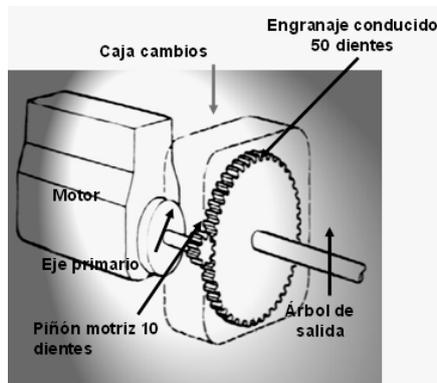
Lo que hay que conseguir es que el motor trabaje en el intervalo de velocidades estable, independientemente de la resistencia encontrada por el vehículo durante la marcha.

La caja de velocidades es el medio para conseguir dicho funcionamiento: es un transformador de velocidad y par motor que altera par motor y velocidad de régimen, pero respetando el producto de ambas (la potencia se conserva si despreciamos las pérdidas).

$$P = T_1 \times \omega_1 = T_2 \times \omega_2$$

$$\omega_2 = \frac{T_1 \times \omega_1}{T_2} = \omega_1 \times \frac{R_1}{R_2}$$

### 16.3 Caja de una velocidad



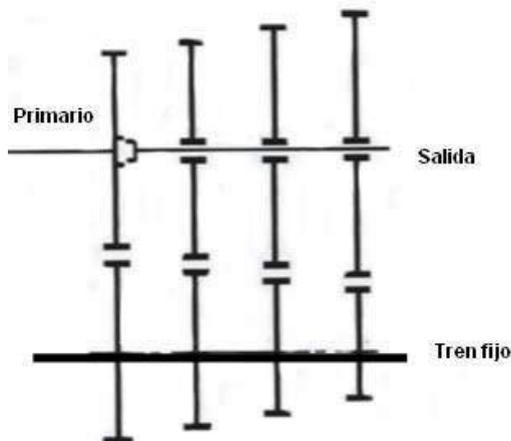
Relación de desmultiplicación:

$$i = \frac{z_c}{z_m} = \frac{50}{10} = 5,0$$

Si el motor gira a 2.000 RPM, el eje de salida girará a:  $2.000 / 5 = 400$  RPM. La velocidad del eje de salida es cinco veces menor que el de entrada, por el contrario el par será cinco veces mayor.

#### Descripción esquemática de una caja de cambios básica

La caja de cambios básica se compone de tres ejes portadores de engranajes.

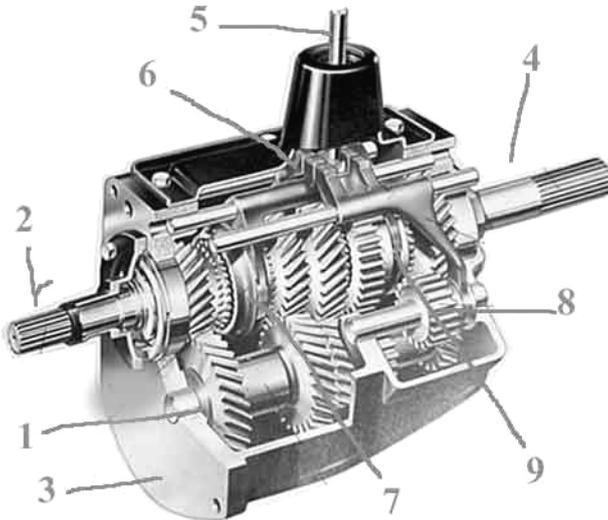


- Un eje primario.
- Un eje intermedio o tren fijo.
- Un eje de salida, también llamado principal o secundario.

### 16.4 ¿Qué es la caja de velocidades?

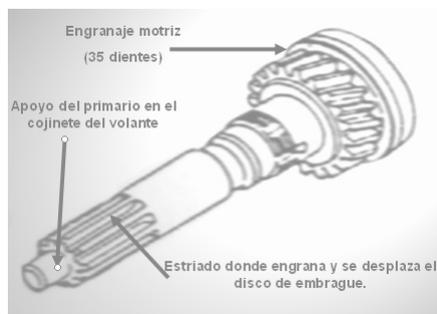
Es un conjunto de engranajes, ejes, y otros elementos que permite variar la velocidad de rotación y el par del motor, permitiendo que el motor trabaje en su velocidad de régimen.

### 16.5 Elementos componentes de la caja de cambios mecánica



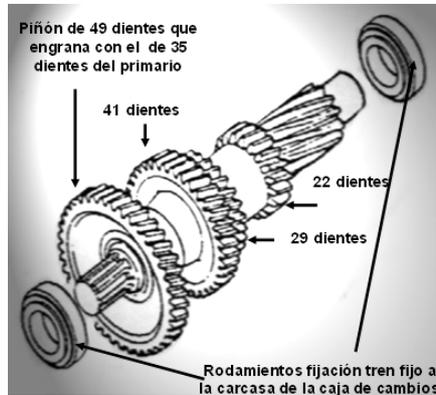
- 1) Árbol intermedio
- 2) Árbol de entrada o primario
- 3) Carter de la caja.
- 4) Árbol principal o secundario
- 5) Palanca de cambios
- 6) Varillaje que mueve la horquilla, que desliza los collares de sincronización.
- 7) Collar sincronizador delantero
- 8) Engrane libre (loco) de reversa.
- 9) Collar sincronizador posterior.

#### *Árbol o eje primario:*



Va unido al disco de embrague por un piñón estriado, en su parte delantera se apoya en un cojinete alojado en el volante del motor, y en la trasera lleva tallado un engranaje motriz. (35 dientes).

**Árbol o eje intermedio, (tren fijo):**



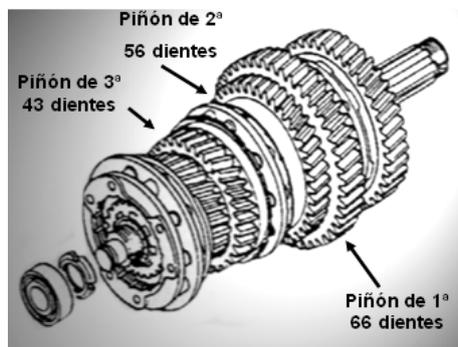
Todos los engranajes van unidos a él formando una sola pieza.

Lleva un primer engranaje que engrana con el del primario, (en toma constante), en la figura de 49 dientes, estableciéndose una relación fija de:

$$i = \frac{z_c}{z_m} = \frac{49}{35} = 1,40$$

Esto quiere decir que el primario gira 1,40 vueltas mientras el tren fijo gira 1 vuelta. El tren fijo lleva además tres piñones, en éste caso de 41, 29 y 22 dientes, conectados en toma constante con los engranajes del eje de salida, que se corresponden con las velocidades 3ª, 2ª y 1ª respectivamente.

**Árbol o eje secundario (eje de salida)**

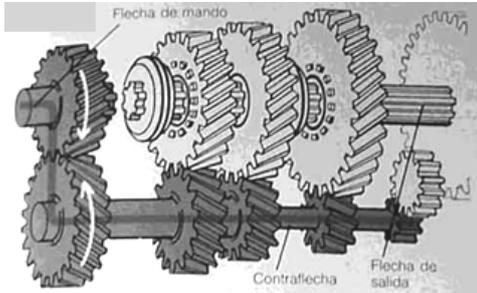


Lleva los engranajes montados sobre cojinetes de agujas (giran locos), y que corresponden a las velocidades 1ª, 2ª y 3ª, en la figura de 66, 56 y 43 dientes.

La 4ª velocidad, también llamada directa, se establece conectando directamente el eje primario con el eje secundario, (en ésta velocidad las revoluciones del motor se transmiten íntegramente al eje secundario).

**16.6 Funcionamiento de una caja de 4 velocidades**

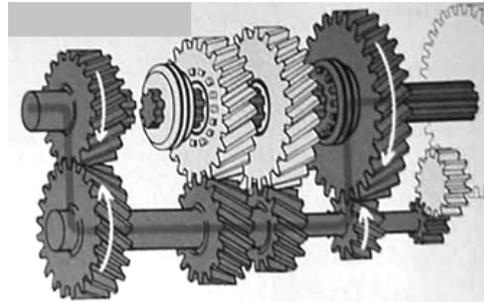
Cuando la caja de velocidades está en *neutro*, los engranajes de color café, reciben las revoluciones del motor y están fijos en su árbol, lo que quiere decir, que la flecha mostrada en la parte baja y que consta de 5 engranes, es una sola pieza.



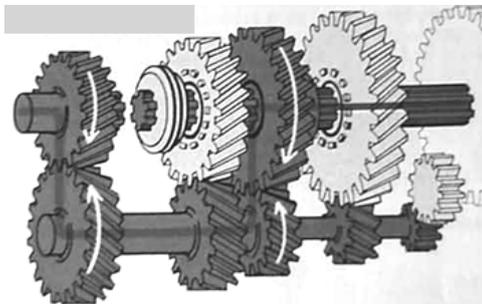
Cuando; ponemos *la primera velocidad*, el collar sincronizador se desplaza en la árbol secundario y se acopla con el engranaje de primera fijándolo, a la flecha para que transmita las revoluciones que recibe del pequeño engrane.

El árbol secundario da una vuelta o giro por cada tres que recibe del árbol primario. En consecuencia el torque es máximo, pero el desplazamiento del vehiculo es de baja velocidad.

La relación de giro promedio es de 3 a 1.



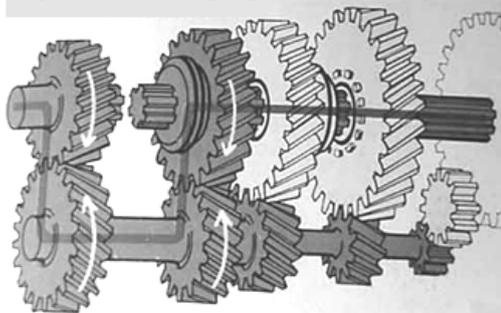
Cuando se hace *el cambio a segunda*, la horquilla, desliza o separa el collar del engrane de primera y lo acopla en el correspondiente engranaje. Este engranaje es más pequeño, a la vez que el engranaje de árbol primario es más grande.



En consecuencia la torsión o fuerza es menor que en primera, pero el vehiculo puede desplazarse a mayor velocidad.

La relación de giro promedio es de 2 a 1.

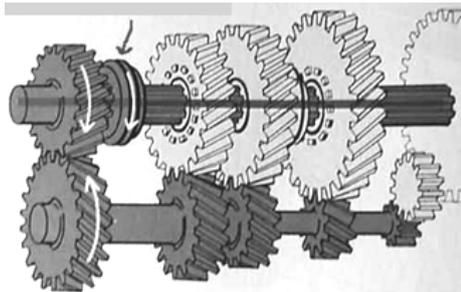
*En tercera*, el collar que acopla los engranajes de primera y segunda velocidad se desacopla, y el collar delantero se acopla en el engranaje de tercera, este engrane es mas pequeño, y el engranaje del árbol primario es mas grande



En consecuencia, la torsión o fuerza es menor, pero el desplazamiento del vehiculo es mayor.

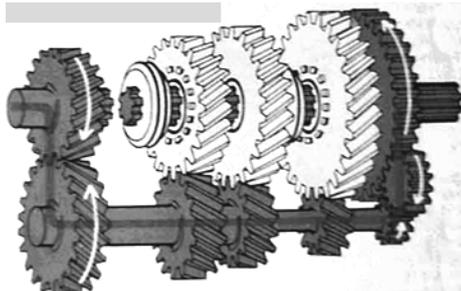
La relación de giro promedio es de 1.5 a 1.

*En cuarta*, A este cambio se le conoce como directa, debido, a que el collar deja libre el engrane de tercera y se acopla o conecta directamente a la flecha de mando, haciéndolas girar como si fueran una sola flecha.



Lo que quiere decir que la relación de giro, es de 1 a 1.

*Para el cambio de reversa*, los collares se desacoplan, y el pequeño engrane de dientes rectos, al cual se le conoce como engrane loco, se acopla al engrane grande de dientes rectos.



En este caso observemos que el engranaje grande de dientes rectos se mantiene separado del engrane pequeño del tren fijo; por esta razón el pequeño engrane loco se coloca entre los dos, recibe el giro del árbol intermedio y como consecuencia invierte la rotación del engranaje grande.

### EJERCICIO

Las siguientes relaciones corresponden a un auto marca Hyundai, modelo Sonata de 2.4 lts

- 1ra	3.267
- 2da	1.794
- 3ra	1.552
- 4ta	1.176
- 5ta	0.974
- Reversa	3.416

Relación final de engranaje:

- 4.680 (para 1ra, 2da y reversa)
- 3.441 (para 3ra, 4ta y 5ta marcha)

Adicionalmente se tienen los siguientes datos:

- Potencia máxima (kW/rpm)      118.5 /5,800
- Par máximo (kg-m/rpm)        22.3 kg.m/4,250
- Diámetro de la rueda:            60 cm

**Calcular:**

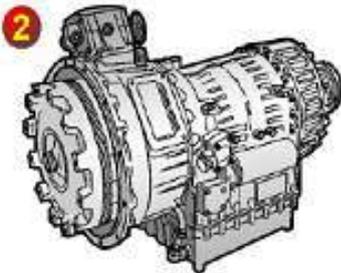
- 1) Las velocidades en Km/h para régimen de máxima potencia.
- 2) Las velocidades en Km/h, para régimen de torque máximo
- 3) Grafique  $n$  VS  $V$  (km/h), para régimen de máxima potencia
- 4) A partir del gráfico, calcular las 5 velocidades (km/h) para 1000 RPM

## 16.7 Tipos de cajas de cambio



### 1. Mecánico

Los cambios de marcha los efectúa el conductor.



### 2. Automático

Los cambios de marcha son completamente automáticos con ayuda de la información obtenida por los sensores y otras unidades de mando del vehículo.

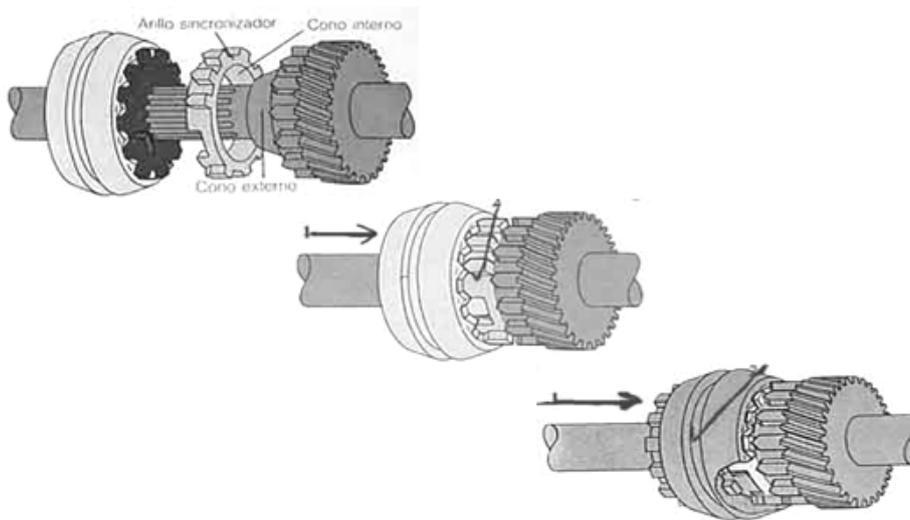


### 3. Semi automático

El conductor selecciona las marchas y un sistema electrónico controla los cambios.

**1) Caja de cambios mecánica (sincronizada)**

La caja de cambios sincronizada es la que más se usa en la actualidad debido a sus ventajas técnicas comparadas con las cajas de piñones desplazables y cajas en toma constante. Se conoce como “sincronización” al hecho, de que un engrane activado, se conecte a otro que esta desactivado, logrando con esto, que las revoluciones del primero, se transfieran al segundo, formándose como si fuera una sola pieza.



En estas figuras, podemos ver el momento, en que el collar sincronizador, está acoplándose. Es necesario que el acople sea en un 100%, de lo contrario el collar puede desacoplarse, y en consecuencia el cambio sería expulsado, y la transmisión quedarse en neutro.

**2) Caja de cambios automática**

Una transmisión automática es aquella que libera al conductor de la tarea de actuar sobre la palanca de cambios para seleccionar la marcha que le proporcione las prestaciones de par y velocidad que va a necesitar en un momento dado. Estas transmisiones suponen la desaparición del pedal del embrague, pero no de la palanca de cambio, si bien ésta tendrá otro tipo de función.

Dependiendo de la gama de velocidades que se desee emplear y la posición del pedal de acelerador, un dispositivo de mando hidráulico selecciona la marcha conveniente.

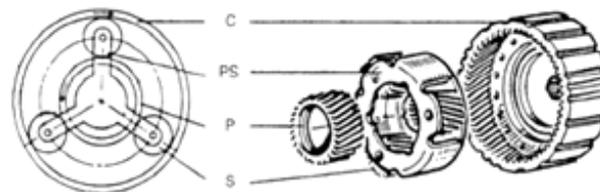
La multiplicación del par motor en las cajas de cambios automáticas se obtiene por dos procedimientos complementarios: un convertidor de par y unos trenes epicicloidales gobernados por un circuito hidráulico. Los engranajes siempre están en toma constante, y no existen desplazables, ni sincronizadores

### Trenes epicicloidales

En las cajas manuales el cambio de marcha implica la desconexión de una combinación de ruedas dentadas para realizar la transmisión a través de otro juego de engranajes más o menos reductor.

Todos los engranajes de que dispone la caja, incluso los que no están participando en la transmisión, están girando y por eso son necesarios los sincronizadores en el momento de cambiar a una nueva marcha. La filosofía del cambio en cajas automáticas es opuesta: todas las ruedas están engranadas, pero no siempre giran.

Esto es posible gracias a trenes epicicloidales como el de la siguiente figura:



C: corona  
P: piñón planetario

PS: portasatélites  
S: satélite

Este mecanismo ofrece tres movimientos de giro concéntrico (C, P, PS). Sin embargo, en una caja de velocidades los ejes de entrada y salida son únicos, por lo que uno de los tres giros parece redundante. De hecho, las diferentes relaciones de marcha se obtendrán eliminando ese giro redundante de diferentes maneras mediante frenos y embragues.

### Embragues

Se emplean embragues multidisco en baño de aceite accionados por un circuito hidráulico.

El embrague dispone de dos tipos de discos: los guarnecidos, unidos al elemento que recibe el giro desde la turbina del convertidor de par, y los de acero, solidarios al elemento a arrastrar. Cuando se requiere embragar ambos elementos, el circuito hidráulico proporciona la presión necesaria para desplazar el pistón y con ello oprimir las parejas de discos hasta que por rozamiento los guarnecidos arrastren a los de acero sin deslizamiento relativo.

Cuando no actúa la presión, un muelle antagonista retira el pistón y elimina el empuje de éste.

### **Frenos**

La única diferencia entre frenos y embragues es que unos de los discos no giran con el eje de entrada a la caja, sino que están fijados a la carcasa. Por lo demás la tecnología y el concepto de funcionamiento son los mismos. También pueden encontrarse frenos que emplean para detener el elemento giratorio la fricción de una cinta que lo rodea.



## Capítulo 17

# *Sistema de dirección*

### 17.1 Generalidades

La dirección es el conjunto de mecanismos que tienen la misión de orientar las ruedas directrices para que el vehículo tome la trayectoria deseada por el conductor.

Para que el conductor no tenga que realizar esfuerzo en la orientación de las ruedas (llamadas "directrices"), el vehículo dispone de un mecanismo desmultiplicador, en los casos simples (coches antiguos), o de servomecanismo de asistencia (en los vehículos actuales).

“El sistema de dirección, es uno de los más importantes, y junto con el sistema de frenos, contribuye a la seguridad de las personas”.

### 17.2 Cualidades del sistema de dirección

#### 1) Seguridad:

Depende de la fiabilidad del mecanismo, de la calidad de los materiales empleados y del mantenimiento adecuado.

#### 2) Suavidad:

Se consigue con un montaje preciso, una desmultiplicación adecuada y un perfecto engrase.

#### 3) Precisión:

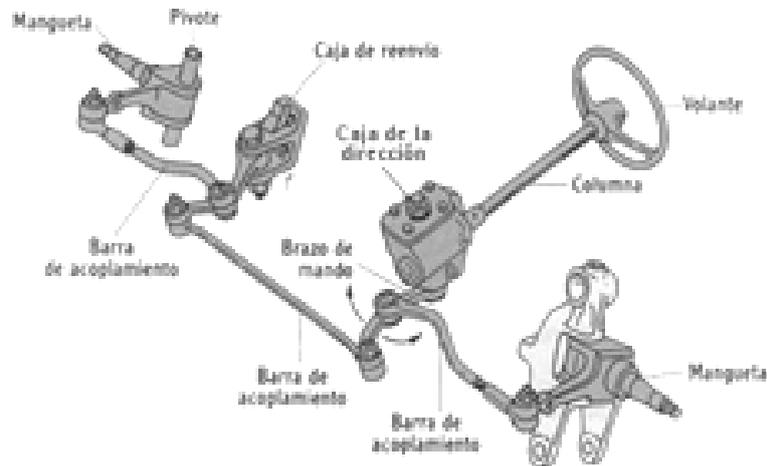
Se consigue haciendo que la dirección no sea muy dura ni muy suave. *Si la dirección es muy dura* por un excesivo ataque (mal reglaje) o pequeña desmultiplicación (inadecuada), la conducción se hace fatigosa e imprecisa; por el contrario, *si es muy suave*, por causa de una desmultiplicación grande, el conductor no siente la dirección y el vehículo sigue una trayectoria imprecisa.

#### 4) Irreversibilidad:

Consiste en que el volante debe mandar el giro a las ruedas, y no al contrario, es decir que las oscilaciones que toman estas debido a las incidencias del terreno, no deben ser transmitidas al volante.

### 17.3 Elementos componentes de la dirección

La dirección está conformada por los siguientes elementos componentes:



#### 1) *Volante*

El Volante, situado en la cabina del conductor, sirve para dar el movimiento giratorio al sistema de dirección

#### 2) *Columna de dirección*

En varios modelos suele ir "partida" y unidas sus mitades por una junta cardánica, que permite desplazar el volante de la dirección a la posición mas adecuada de manejo para el conductor.

#### 3) *Mecanismo de la dirección*

Está conformada por la caja de la dirección. Tiene como funciones:

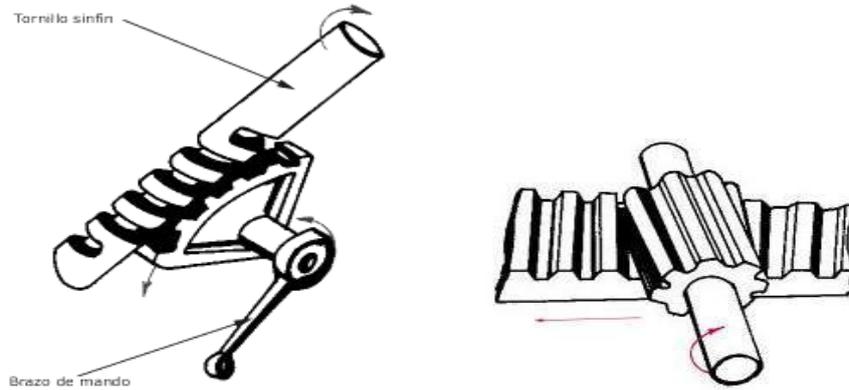
- Transformar el movimiento giratorio en un movimiento basculante de la biela de mando o bien en movimiento de vaivén de la cremallera.
- Reducir la aplicación de la fuerza necesaria para girar las ruedas, mediante una desmultiplicación.
- Impedir la transmisión al volante de efectos perturbadores procedentes de las ruedas rígidas.

#### **Relación de desmultiplicación**

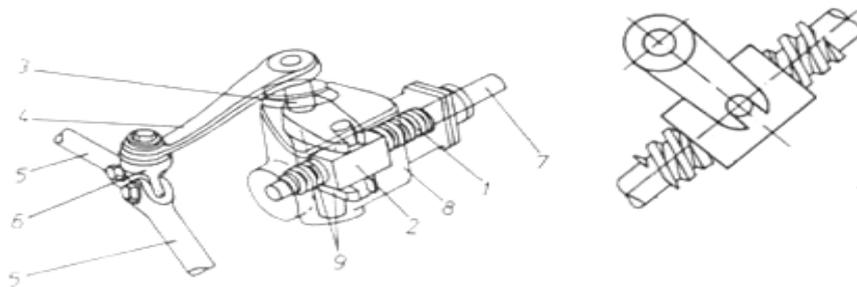
Es la que existe entre los ángulos de giro del volante y los obtenidos en la orientación de las ruedas.

El valor de esta orientación varía entre 12:1 y 24:1, dependiendo este valor del peso del vehículo que carga sobre las ruedas directrices.

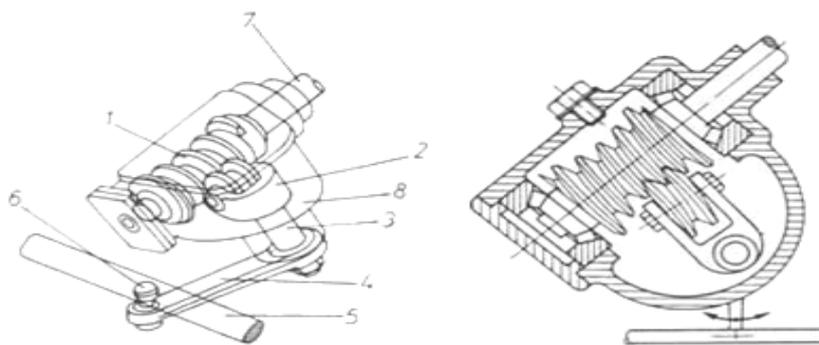
Existen varios tipos de mecanismos de la dirección, dentro de los cuales están: Los de tornillo sin fin y los de cremallera.



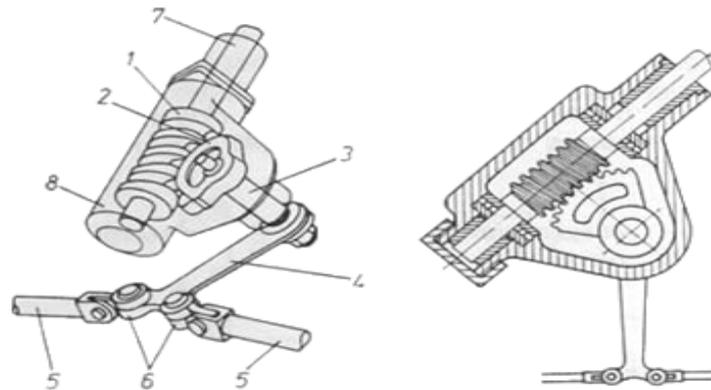
**Mecanismos de tornillo sin fin**



Visifin cilindrico y tuerca



Sinfin globoidal y rodillo



Sinfin cilíndrico y sector circular

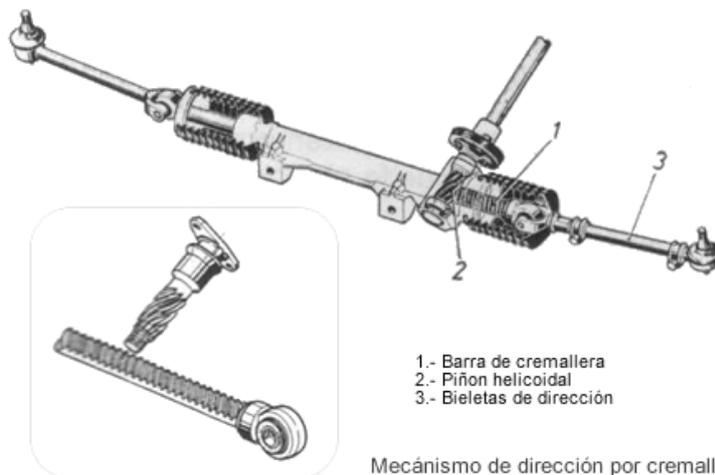
- 1.- Tornillo sinfin cilíndrico
- 2.- Mecanismo de translación (tuerca)
- 3.- Eje de mando
- 4.- Palanca de mando
- 5.- Barra de acoplamiento
- 6.- Articulación
- 7.- Arbol del volante
- 8.- Carcasa
- 9.- Horquilla de giro

### Diferentes tipos de mecanismos de dirección

#### Mecanismos por cremallera

El mecanismo está constituido por una barra tallada en cremallera (1) que se desplaza lateralmente en el interior del carter.

Esta barra es accionada por un piñón helicoidal (2) montado en el árbol del volante y que gira engranado a la cremallera.



- 1.- Barra de cremallera
- 2.- Piñon helicoidal
- 3.- Bieletas de dirección

Mecánismo de dirección por cremallera

#### 4) *Tirantería de la dirección*

Según el tipo de montaje del eje delantero se utilizan:

- Barras de acoplamiento de una, dos o tres piezas accionados mediante bielas de mando de la dirección.
- Barras de acoplamiento de dos piezas accionados por cremallera.

#### 5) *Rótulas*

Es el elemento encargado de conectar los diferentes elementos de la suspensión a los brazos de control, permitiendo el movimiento de sus miembros en planos diferentes.

La esfera de la rótula va alojada engrasada en casquillos de acero o plásticos pretensados. Un fuelle estancajeado evita la pérdida del lubricante.



### 17.4 Dirección asistida

La dirección asistida consiste en acoplar a un mecanismo de dirección simple, **un circuito de asistencia llamado servo-mando**.

Este circuito puede ser accionado por:

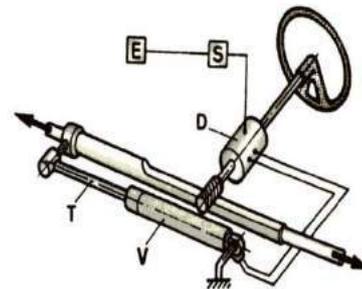
- El vacío de la admisión o el proporcionado por una bomba de vacío,
- La fuerza hidráulica proporcionada por una bomba hidráulica,
- El aire comprimido proporcionado por un compresor que también sirve para accionar los frenos y
- Por un motor eléctrico (dirección eléctrica).

#### *Dirección asistida hidráulica*

La energía generada por una fuerza S, es distribuida por un órgano de dosificación hasta un cilindro hidráulico V, que comprende un pistón solidario a un eje T unido a la cremallera.

La acción de la presión sobre el pistón permite desplazar a T en un sentido u otro siguiendo el giro deseado.

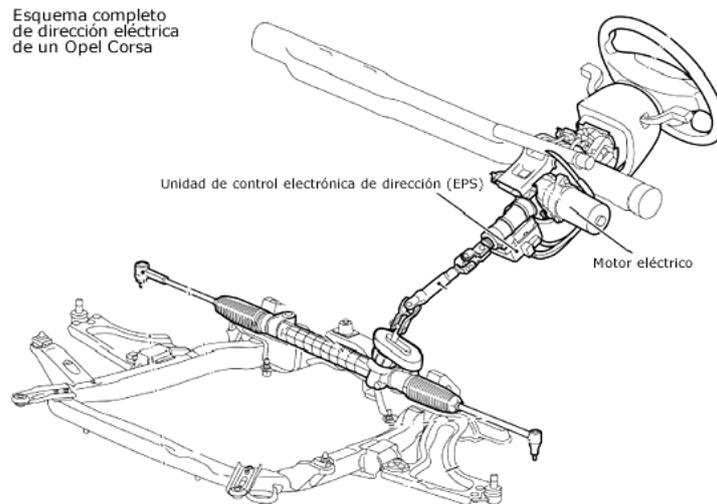
E, depósito de líquido  
S, bomba hidráulica  
D, distribuidor



### ***Dirección asistida eléctrica***

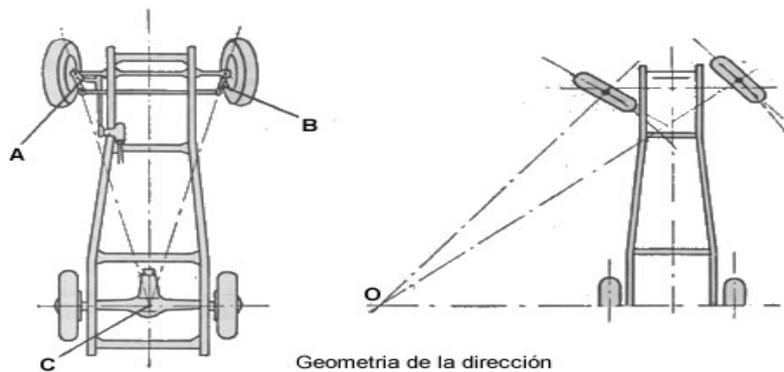
Un motor eléctrico produce un par de asistencia en función del esfuerzo ejercido sobre el volante por el conductor.

Este par es aplicado a las ruedas por intermedio de la cremallera y es modificado permanentemente para reducir el esfuerzo del conductor.



### 17.5 **Geometría de la dirección**

Las trayectorias a recorrer por la ruedas directrices son distintas en una curva (la rueda exterior ha de recorrer un camino mas largo por ser mayor su radio de giro), la orientación que debe darse a cada una es distinta también (la exterior debe abrirse mas).



Para que ambas sigan la trayectoria deseada, debe cumplirse la condición de que todas las ruedas del vehículo, en cualquier momento de su orientación, sigan trayectorias curvas de un mismo centro O

(concéntricas), situado en la prolongación del eje de las ruedas traseras. Para conseguirlo se disponen los *brazos de acoplamiento* A y B que mandan la orientación de las ruedas, de manera que en la posición en línea recta, sus prolongaciones se corten en el centro C del puente trasero o muy cerca de este.

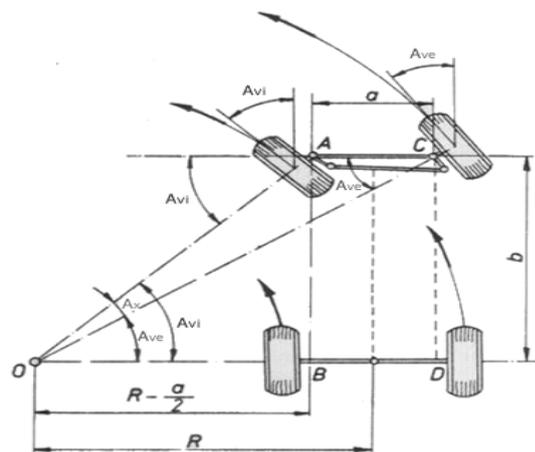
Las ruedas traseras siguen la trayectoria curva, gracias al diferencial (cuando el vehículo tiene tracción trasera), que permite dar a la exterior mayor número de vueltas que a la interior; pero como estas ruedas no son orientables y para seguir su trayectoria debe abrirse más la rueda exterior, resulta de ello un cierto resbalamiento en curva, imposible de corregir, que origina una ligera pérdida de adherencia, más acusada si el piso está mojado, caso en el que puede producirse el derrape en curvas cerradas tomadas a gran velocidad.

### Radio de giro mínimo

La distancia entre pivotes (a) que recibe el nombre de *vía* y la longitud e inclinación de los brazos de acoplamiento en función de la *batalla* (b) del vehículo, que corresponde a la distancia entre ejes, determinan una de las características de la dirección, como es su *radio de giro máximo*.

Este radio viene determinado de forma que las ruedas puedan girar describiendo un círculo de diámetro dos veces mayor que la batalla del vehículo.

El ángulo de viraje ( $A_{vi}$ ) para un determinado radio de giro (R), según los triángulos rectángulos OAB y OCD de la figura de la izquierda, se obtiene por la función trigonométrica de los ángulos que forman las ruedas en función de la batalla (b) del vehículo y del ancho de vía (a).



$A_{vi}$ .- ángulo de viraje de la rueda interior  
 $A_{ve}$ .- ángulo de viraje de la rueda exterior  
 $A_x$ .- ángulo de desviación angular  
a.- vía  
b.- batalla

Ángulo de viraje de las ruedas

Teniendo en cuenta que el radio de giro mínimo en los vehículos suele ser aproximadamente el doble de la batalla o distancia entre ejes:  $R = 2b$ . El ángulo de viraje máximo entre las ruedas es:

$$tg_{Avi} = \frac{2b}{4b - a}$$

$$tg_{Ave} = \frac{2b}{4b + a}$$

### PROBLEMA

El automóvil Hyundai modelo Sonata 2.4 lts tiene, de acuerdo a su catálogo, las siguientes dimensiones:

- Distancia entre ejes: 2.730 m
- Distancia entre vía: 1.575 m

Determinar:

- a) Radio de giro mínimo
- b) Angulo de viraje interior
- c) Angulo de viraje exterior
- d) Angulo de desviación angular

### 17.6 Alineamiento de la dirección

El alineamiento consiste en hacer que las llantas trabajen en forma paralela unas de otras y que rueden con el ángulo correcto.

Cada vehículo tiene sus propias características y especificaciones técnicas de alineación.

Un correcto alineamiento logrará alargar la vida útil de los neumáticos garantizando un desgaste parejo de la banda de rodadura, y mejorará notablemente el confort al andar.

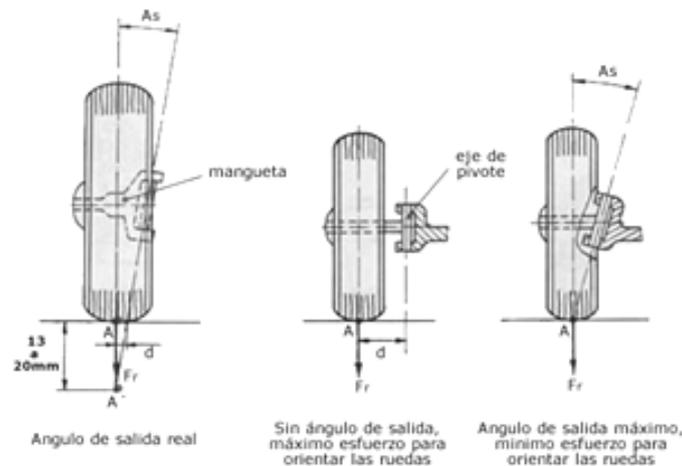
Para que el funcionamiento de la dirección resulte adecuado, es preciso que los elementos que lo forman cumplan unas determinadas condiciones, *llamadas cotas de dirección*, mediante las cuales, se logra que las ruedas obedezcan fácilmente al volante de la dirección y no se altere su orientación por las irregularidades del terreno o al efectuar una frenada, resultando así la dirección segura y de suave manejo.

También debe retornar a la línea recta y mantenerse en ella al soltar el volante después de realizar una curva.

**Las cotas de dirección son:**

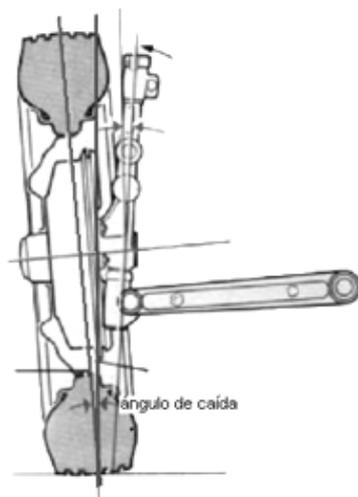
- Ángulo de salida o de inclinación
- Ángulo de caída (camber)
- Ángulo de avance (caster)
- Convergencia de las ruedas (Toe-in)
- Divergencia (Toe-out)

**1) Ángulo de salida ( $A_s$ )**



Se llama ángulo de salida al ángulo ( $A_s$ ) que forman la prolongación del eje del pivote, sobre el que gira la rueda para orientarse, con la prolongación del eje vertical que pasa por el centro de apoyo de la rueda y cuyo vértice coincide en  $A'$ . Este ángulo suele estar comprometido entre  $5$  y  $10^\circ$ , siendo en la mayoría de los vehículos de  $6$  a  $7^\circ$ .

**2) Ángulo de caída ( $A_c$ )**



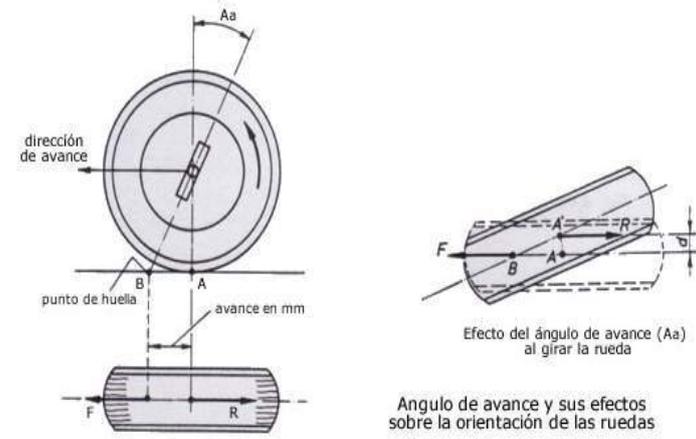
Es un ángulo que queda definido entre el plano de una rueda y la vertical al suelo. Son de dos tipos:

- a) **Caída es positiva**, cuando la parte más alta de la rueda sobresale más que cualquier otra parte del neumático.
- b) **Caída negativa**, cuando la parte de contacto con el suelo sobresale más que cualquier otra parte del neumático. Este segundo caso suele darse en coches de gran potencia o de competición.

3) **Ángulo de avance (Aa)**

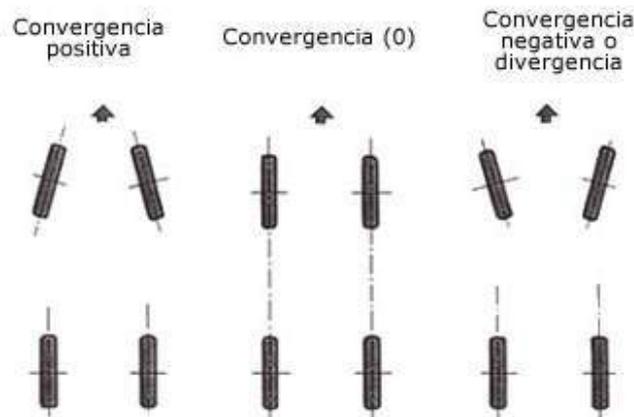
Es el ángulo que forma la prolongación del eje del pivote con el eje vertical que pasa por el centro de la rueda y en el sentido de avance de la misma.

Cuando el empuje del vehículo se realiza desde las ruedas traseras (propulsión), el eje delantero es arrastrado desde atrás, lo que supone una inestabilidad en la dirección. Esto se corrige dando al pivote un cierto ángulo de avance (Aa), de forma que su eje corte a la línea de desplazamiento un poco por delante del punto (A) de apoyo de la rueda.



**Convergencia y divergencia**

Es el ángulo definido entre cada una de las ruedas y el eje longitudinal del vehículo, siempre en su proyección horizontal.



### **¿Cuándo se debe hacer el alineamiento?**

El alineamiento de la dirección es una actividad muy importante que se debe tener en cuenta en el mantenimiento preventivo del vehículo.

Comprende el reglaje de las cotas de dirección, de acuerdo a lo recomendado por los fabricantes.

Para realizar el alineamiento se debe tener en cuenta lo siguiente:

- El período regular para realizar el servicio de alineamiento debe ser cada 10,000 km, pero debe revisarse cada 5,000 km.
- Al instalar llantas nuevas
- Cuando las llantas presenten desgaste irregular
- Cuando se reemplaza el sistema el sistema de suspensión o cuando se desmonta para mantenimiento los palieres.
- Cuando la dirección “jala” a un lado.



## Capítulo 18

# *La suspensión*

### 18.1 Generalidades

Como todos los componentes de un automóvil, desde los sistemas eléctricos hasta los mecánicos, la suspensión ha ido evolucionando a través del tiempo.

Nuevos componentes, nuevos diseños y un mayor trabajo de ingeniería han sido las claves para optimizar este sistema.

Desde los primeros sistemas, en que las ruedas estaban unidas directamente a la estructura del vehículo, hasta los sistemas inteligentes que actúan electrónicamente sobre los componentes

Para estudiar el sistema de suspensión debemos tener en cuenta el peso del vehículo que se divide en dos partes:

- **La masa suspendida**, comprende todos los mecanismos cuyo peso es soportado por el chasis o bastidor (motor, carrocería autoportante, carga, pasajeros, etc.), y
- **La masa no suspendida**, abarca las partes del vehículo que está permanentemente en contacto con el suelo, en este caso están las ruedas y los elementos asociados a el, como la suspensión con los muelles, amortiguadores, brazos, barras estabilizadoras, ejes, rodamientos, etc).

El sistema de suspensión enlaza la masa no suspendida con la masa suspendida por medio de uniones elásticas: ballestas, muelles, barras de torsión, dispositivos neumáticos, de caucho, etc, que no solamente amortiguan los golpes que las ruedas transmiten al bastidor, sino también los que el mismo peso del coche devuelve a las ruedas a causa de la reacción.

*“Un vehículo mejorará su comportamiento si disminuye su masa no suspendida”*

Esto se puede conseguir con llantas más ligeras, elementos de la suspensión (brazos y barras) fabricados en aleaciones de aluminio.

## 18.2 Función de la suspensión

La suspensión es el conjunto de elementos que tiene como función mantener la carrocería lo más horizontal posible frente a las descompensaciones que puedan generar las fuerzas laterales, las de aceleración y frenado.

## 18.3 Finalidades del sistema de suspensión

- Mantener las ruedas en contacto con el suelo,
- Absorber las vibraciones, y movimiento provocados por las ruedas en el desplazamiento de vehículo, para que estos golpes no sean transmitidos al bastidor,
- Proporcionar a los pasajeros un adecuado nivel de confort,
- Proporcionar seguridad de marcha, y
- Proteger la carga y las piezas del vehículo

## 18.4 Cualidades

La amortiguación de un vehículo debe tener las siguientes cualidades:

- *Elasticidad*: para evitar golpes secos de las irregularidades.
- *Amortiguación*: para impedir oscilaciones excesivo de la suspensión.

## 18.5 Elementos de la suspensión

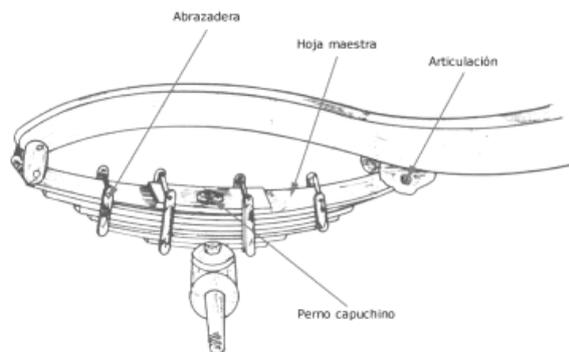
El sistema de suspensión está compuesto por los siguientes elementos:

- Un *elemento flexible* (muelles y resortes),
- Un *elemento de amortiguación* (amortiguador)
- Jebes y uniones de los elementos de amortiguación (ponchos, soporte de motor, etc)
- Otros elementos que templan o amarran la suspensión para lograr una mayor rigidez (barra estabilizadora, barra de torsión, etc.).

### 1) Elementos flexibles

#### Muelle tipo ballesta

Compuesto por una serie de láminas de acero, superpuestas, de longitud decreciente. Se usa en camiones y automóviles pesados. La hoja más larga se llama maestra y entre las hojas se intercala láminas de zinc para



mejorar su flexibilidad. Su principal ventaja es la gran capacidad de soportar grandes cargas con pequeñas deformaciones.

### **Muelles helicoidales**

Están formados por un alambre de acero enrollado en forma de espiral, tienen la función de absorber los golpes que recibe la rueda. En la figura de abajo izquierda se aprecian diferentes tamaños de muelles, y en el de la derecha su colocación en el puente posterior de un vehículo de tracción trasera.



## 2) Elementos de amortiguación

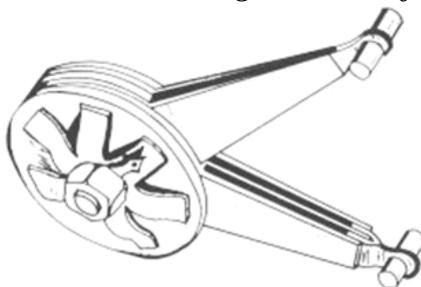
### **Amortiguadores**

Tienen como misión contrarrestar el excesivo rebote de las ruedas.

Existen fundamentalmente tres tipos de amortiguadores:

- De fricción
- Hidráulicos (o de aceite) , y
- Neumáticos (o de gas).

#### ***Los amortiguadores de fricción***



Son poco empleados y constan de dos brazos sujetos, una al bastidor y otro al eje o rueda correspondiente.

Los brazos se unen entre si con unos discos de amianto o fibra que al oscilar ofrecen resistencia a las ballestas o muelles.

### *Los amortiguadores hidráulicos*



Basan su funcionamiento en el paso del aceite (medio amortiguador) por una serie de agujeros de una cámara a otra.

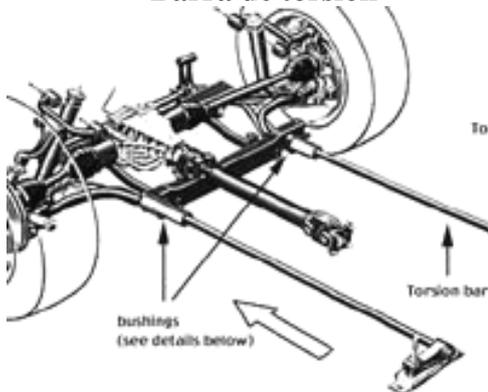
Los amortiguadores hidráulicos se unen igualmente por un extremo al bastidor y por el otro al eje o rueda y están formados por dos cilindros excéntricos, dentro de los cuales se desliza un vástago por el efecto de las oscilaciones a las que ofrece resistencia.

### *Los amortiguadores a gas*



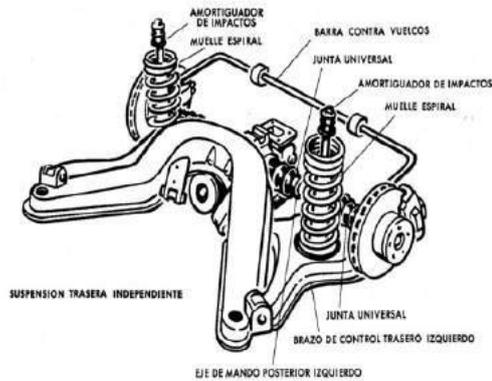
Añaden un gas (que puede ser nitrógeno) que además de amortiguar también hace en cierto modo de resorte elástico, es por ello que este tipo de amortiguadores vuelven a su posición cuando se deja de actuar sobre ellos.

### 3) Elementos que amarran la suspensión Barra de torsión



Es un elemento elástico que actúa de filtro entre la carrocería y las ruedas. Se retuerce cuando la rueda se desplaza de su posición de equilibrio hacia arriba o hacia abajo y luego vuelve a su posición original amortiguando, en este retorno, el efecto rebote de las ruedas.

## Barra estabilizadora



Se le conoce también como barra contra vuelcos o barra antibalanceo está constituido por una barra metálica que une las dos ruedas de un mismo eje.

Permite tener una suspensión flexible y confortable, aumentando artificialmente la rigidez en curvas.

### Brazos de suspensión

Bajo esta denominación se encuadran todos los elementos mecánicos articulados que permiten los movimientos verticales de la rueda y que en función de su longitud y disposición, guían ésta a lo largo de su recorrido vertical, dando el efecto de caída y convergencia que el responsable de su diseño ha calculado previamente.

### Muelles de goma

Utilizados como elementos de amortiguación auxiliares, son muelles anulares de goma (elastómeros), de acción progresiva, vulcanizados entre piezas de metal.

Compactos, sin mantenimiento y con elevada amortiguación propia, son sensibles a la temperatura, condiciones atmosféricas, productos químicos y al aceite.

## 18.6 Tipos de suspensión

### 1) Suspensión delantera

Existen dos tipos de suspensión delantera:

- Suspensión delantera rígida, y
- Suspensión delantera independiente

### *La suspensión rígida*



Se caracteriza por que ambas ruedas unidas por el eje común y las trepidaciones de una rueda se transmiten a la otra

### *La suspensión Independiente*



En este sistema no hay comunicación de una rueda con la rueda opuesta. Las dos quedan unidas al chasis pero no entre sí; de allí su nombre.

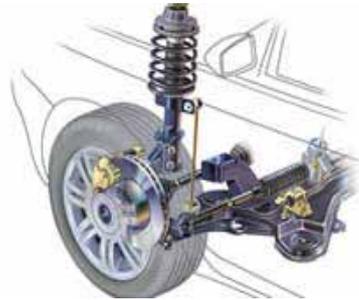
Ventajas de la suspensión independiente:

- Mayor confort.
- Mayor seguridad.
- Mayor adherencia en curvas aún en condiciones de piso desparejo.
- Mayor volumen ocupado por el sistema, que permite un piso más plano.
- Piso de baúl más bajo, que posibilita un volumen mayor del mismo.

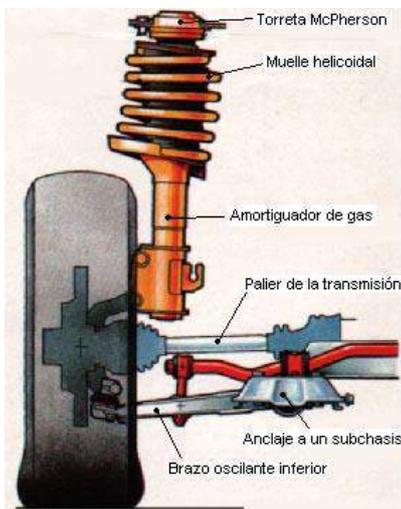
### **Suspensión Mac Pherson:**

Es un tipo de suspensión de ruedas independientes, cuya particularidad es que el amortiguador hace las veces de soporte de la rueda guiando las oscilaciones verticales y absorbiendo parte de los esfuerzos longitudinales.

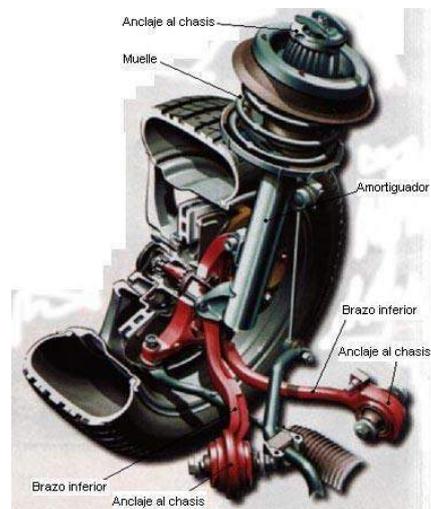
El muelle se encuentra apoyado en la carrocería en su parte superior y unido mediante una copela al cuerpo del amortiguador.



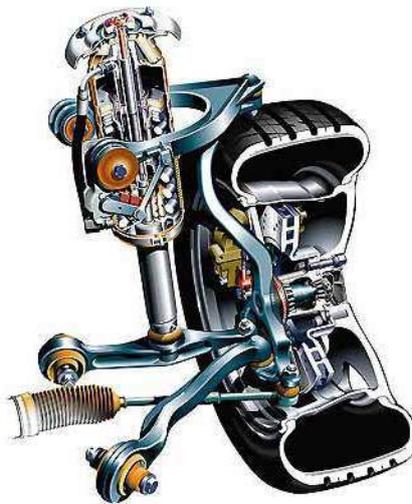
### Tipos de Suspensión delantera McPherson



Con brazo oscilante inferior



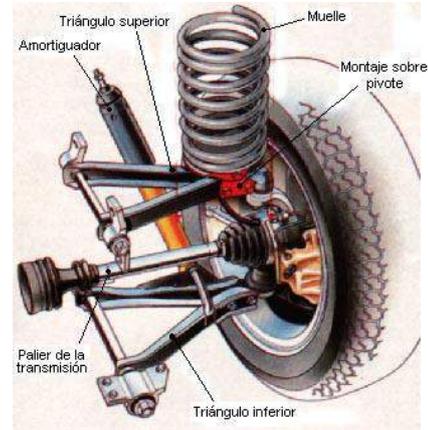
Con dobles brazos inferiores anclados a un subchasis.



Con doble triángulo

### Suspensión delantera de brazos oscilantes

Suspensión delantera de dos brazos oscilantes (triángulos), uno inferior y otro superior anclada a un subchasis.



### 2) Suspensión trasera

#### Suspensiones traseras de ruedas semi-independientes

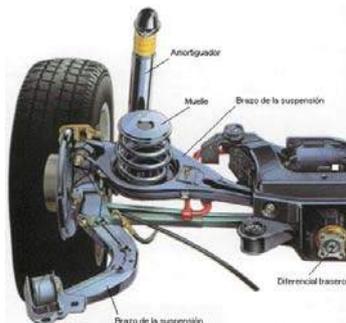


- Es una variante del eje rígido,
- Sólo se emplea en vehículos de tracción delantera.
- Se instala en todos los vehículos urbanos, utilitarios, en la mayor parte de los compactos y en algunas berlinas medias.
- Es un esquema sencillo y de bajo costo de producción.

#### Suspensiones traseras de ruedas independientes

- El movimiento de cada rueda de un mismo eje es independiente respecto de la otra.
- Suelen emplearse en vehículos de tracción delantera, como para propulsión trasera, e incluso tracción permanente a las cuatro ruedas.

#### Dobles brazos



El esquema de suspensión lo conforman dos grandes brazos: uno longitudinal al eje y otro transversal. En este caso el muelle y el amortiguador no están dispuestos en el mismo eje uno dentro del otro, posiblemente para ganar espacio en el maletero.

### Suspensión Multibrazos



Tipo de suspensión que recurre a múltiples brazos que unen el chasis a las ruedas. Con ello se consigue una menor inclinación de la carrocería a la hora de afrontar las curvas y una mayor adherencia, puesto que permite rectificar constantemente la caída de los neumáticos, de modo que hay un mayor contacto con el asfalto.

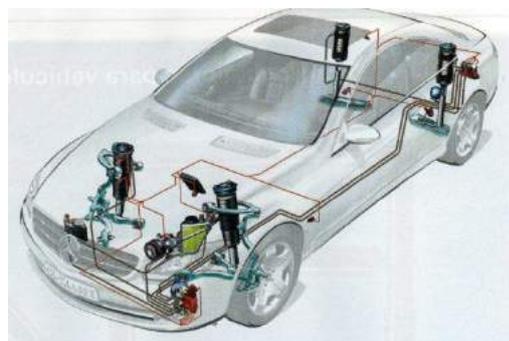
### Suspensión posterior de tipo independiente con resorte



### Suspensión Neumática

La suspensión neumática puede regular tanto la altura como la dureza del sistema de suspensión.

En lugar de muelles o resortes utiliza bolsas de aire o fuelles, los cuales se encargan de soportar el peso.



El aire es el encargado de dar, mediante una mayor o menor presión, la altura o la dureza del mismo. De este modo se puede tener una suspensión `más alta en cuestión de segundos o una más rígida que sea capaz de mejorar la maniobrabilidad en carretera.

Este sistema tiene características deportivas cuando se requiere o es muy confortable en un manejo apacible.

Puede ser usado en autos deportivos, camionetas todo terreno, gracias a sus características para elevarse cuando se le necesita.

## Capítulo 19

# *Las ruedas*

### 19.1 Generalidades

La rueda (constituida por el aro y el neumático) constituye el único elemento de unión entre el vehículo y el suelo sobre el que éste circula.

Forma parte del sistema de transmisión de potencia, del sistema de dirección, del sistema de freno y del sistema de suspensión.

Está formado por dos siguientes elementos definidos como:

- Neumático o cubierta, y
- Aro o llanta

### 19.2 Misión de las ruedas

Las ruedas tienen como misión:

- Soportar la carga del vehículo.
- Transmitir la fuerza motriz.
- Asegurar la direccionalidad del vehículo, manteniéndolo en su trayectoria.
- Contribuir a la estabilidad de la frenada.
- Contribuir a mejorar la eficacia de la suspensión.

### 19.3 El aro o llanta



Representa el elemento de unión entre la cubierta y el eje, pues es la encargada de soportar todo el par motor transmitido por el semieje de transmisión, pero sobre todo su diseño influye en la correcta evacuación del calor generado en los frenos.

Es la parte rígida del conjunto rueda neumático.

Actualmente son todas metálicas (aleaciones de aluminio) y desmontables, es decir, que pueden separarse del vehículo y cambiarlas con facilidad.

### **Tipos de aro**

Por el tipo de material que ha sido empleado en su fabricación, las ruedas pueden ser:

- La rueda de chapa o acero, y
- La rueda de aleación ligera

#### **1) *Los aros de acero***

Son las más universales y comunes. Sus ventajas son:

- Gran robustez ante golpes.
- Mismo modelo de llanta con diferentes diseños gracias a un tapacubos (o embellecedor) de plástico.
- Costo de fabricación reducido.
- Repuesto rápido y económico.

Inconvenientes:

- Elevado peso y por consiguiente peor comportamiento del vehículo.
- Peor refrigeración de los frenos.

#### **2) *Los aros de aleación ligera o de aluminio***

Suelen instalarse en vehículos modernos.

Ventajas:

- Peso reducido debido la aleación (acero aleado, aluminio, magnesio).
- Mejor comportamiento del vehículo.
- Diámetros superiores de 14 pulgadas,
- Correcta disipación del calor proveniente de los frenos.
- Empleo de alta tecnología para su diseño.

Inconvenientes:

- Más frágiles que las de acero ante posibles golpes con los bordillos.
- Precio elevado.
- Dificultades en la búsqueda de recambio por la desaparición del modelo.
- Debido a la correcta ventilación de los frenos, se ensucian antes.

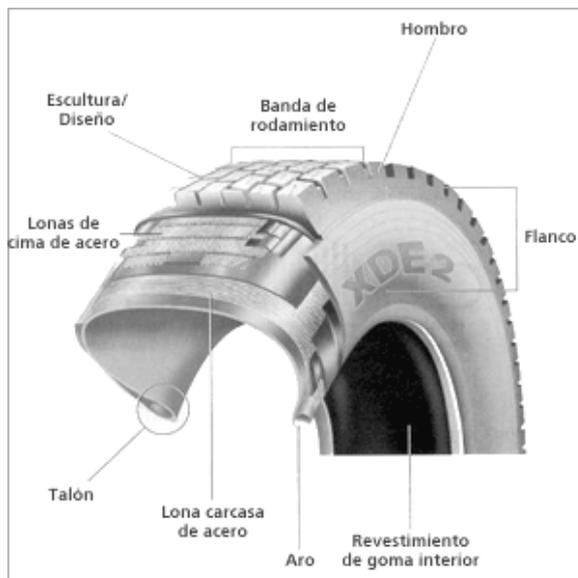
## 19.4 El neumático

El neumático es un elemento de seguridad activa, un producto de alta tecnología que constituye el único punto de contacto entre el vehículo y el suelo. Está fabricado con elastómero natural o artificial.

Tiene como funciones:

- Soportar el peso del vehículo
- Transmitir las fuerzas de frenado y tracción
- Dar direccionalidad al vehículo, y
- Absorber las irregularidades del camino

### Partes de los neumáticos



*Carcasa*- parte resistente del neumático, retiene el aire bajo presión y soporta el peso total del vehículo.

*Talones* - Constituido por alambres de acero de gran resistencia su finalidad es mantener el neumático a la llanta.

*Banda de rodamiento* - Parte del neumático que mantiene directamente en contacto al suelo y proporciona el desempeño y seguridad del vehículo.

*Flancos* - Protegen a la carcasa de lonas. Están doblados de una mezcla especial de caucho con un grado de flexibilidad.

## Tipos de neumáticos

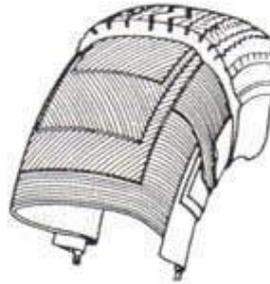
### *Neumático diagonal:*



Armazón en el que la disposición de las cuerdas o cables está situado de forma oblicua presentando un ángulo que oscila entre  $30^\circ$  y  $42^\circ$  respecto del máximo desarrollo circunferencial de la cubierta.

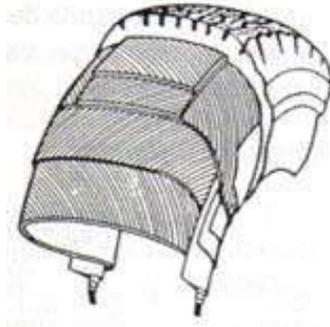
### *Neumático radial:*

Armazón en el que la disposición de las cuerdas o cables está situado de forma radial de un talón a otro de la cubierta, presentando un ángulo de  $90^\circ$  respecto de la banda circunferencial de la cubierta.



### *Neumático mixta, o diagonal reforzada*

En su fabricación se combinan las técnicas de la cubierta diagonal con las empleadas en la cubierta radial, sin que llegue a adquirir una forma definida de ambas. No obstante, por su mayor parecido a la cubierta diagonal, se la suele *denominar como cubierta diagonal reforzada*



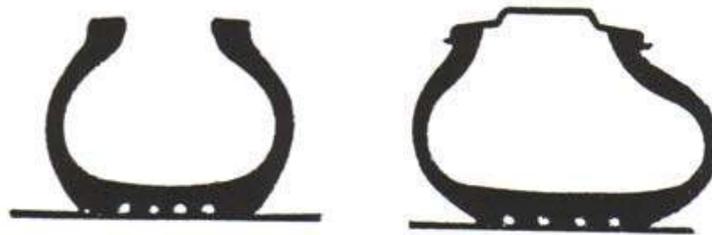
### **Ventajas de las cubiertas radiales:**

La banda de rodadura y el flanco trabajan con rigidez diferenciada e independiente, por lo que los movimientos de flexión durante la marcha no se transmiten a la banda de rodadura, con las ventajas:

- Aumento de la superficie de huella.
- Mayor capacidad de rodaje.
- Reducción de deformaciones de la huella en curva.
- Mayor resistencia al desgaste, como causa de una menor generación de calor durante el rodaje.

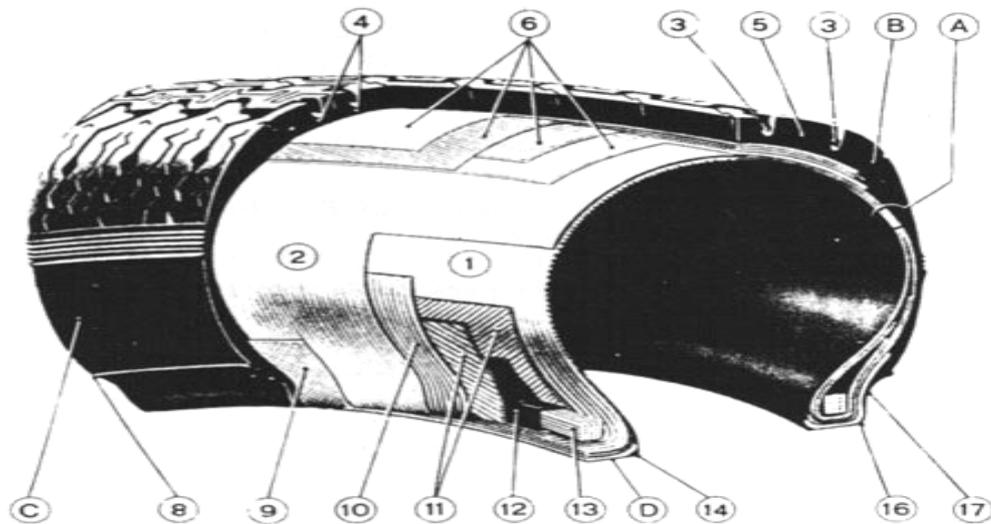
- Menor absorción de energía durante la marcha, lo que implica un menor consumo de combustible.
- Mayor confort en la conducción como consecuencia de una mayor flexibilidad vertical.

### Comportamiento de una cubierta radial.



Al tomar una curva se deforma el neumático de forma que la huella siempre está en contacto con el suelo.

### Constitución de un neumático radial



- |  |                                       |  |
|--|---------------------------------------|--|
| A. Paquete de telas que forman la carcasa. | 1. Telas internas de la carcasa.      | 9. Tela del borde.                                       |
| B. Banda de rodamiento.                    | 2. Telas externas de la carcasa.      | 10. Extremos vueltos de las telas internas de la carcasa |
| C. Flanco.                                 | 3. Surcos de la banda de rodamiento.  | 11. Tela de refuerzo del talón                           |
| D. Talón.                                  | 4. Goma base.                         | 12. Goma de aislamiento del cerco metálico (13)          |
|  | 5. Relieve de la banda de rodamiento. | 13. Cerco metálico                                       |
|  | 6. Capas de rodamiento.               | 14. Punta del talón                                      |
|  | 7.                                    | 15.  |
|  | 8. Cordón de centrado.                | 16. Estribo del talón                                    |
|  |                                       | 17. Cavidad del talón                                    |

### Nomenclatura de los neumáticos

Generalmente en las bandas laterales de los neumáticos van inscripciones en letras y números, que es necesario saber interpretar.

Por ejemplo, tenemos la siguiente inscripción en un neumático:

#### **Michelin ENERGY 175/70 R 13 82 H TUBELESS T0206**

De acuerdo a normas internacionales, cada palabra, letra y número nos dan informaciones relacionadas:

Michelin	:	Marca del neumático
ENERGY	:	Modelo
175	:	Ancho de la banda de rodadura: 175 mm
70	:	Altura del neumático: 70 % del ancho de la banda (122,5 mm)
R	:	Radial
13	:	Aro 13"
82	:	Soporta hasta 475 kg, (Ver tabla Índice de carga)
H	:	Hasta 210 km/h (ver tabla de índices de velocidad)
TUBELESS	:	No usa cámara
T0204	:	Código Dot; fabricado la segunda semana (02) de abril (04)

#### **Tabla de índice de capacidad de carga por rueda (kg)**

LI	kg	LI	kg	LI	kg	LI	kg	LI	kg
50	190	65	290	80	450	95	690	110	1060
51	195	66	300	81	462	96	710	111	1090
52	200	67	307	82	475	97	730	112	1120
53	206	68	315	83	487	98	750	113	1150
54	212	69	325	84	500	99	775	114	1180
55	218	70	335	85	515	100	800	115	1215
56	224	71	345	86	530	101	825	116	1250
57	230	72	355	87	545	102	850	117	1285
58	236	73	365	88	560	103	875	118	1320
59	243	74	375	89	580	104	900	119	1360
60	250	75	387	90	600	105	925	120	1400
61	257	76	400	91	615	106	950	121	1450
62	265	77	412	92	630	107	975	122	1500
63	272	78	425	93	650	108	1000	123	1550
64	280	79	437	94	670	109	1030	124	1600

## Índices de velocidad

Indeks SI	Szybkość maksymalna	Indeks SI	Szybkość maksymalna
A2	10 km/h	K	110 km/h
A3	15 km/h	L	120 km/h
A4	20 km/h	M	130 km/h
A5	25 km/h	A	140 km/h
A6	30 km/h	P	150 km/h
A7	35 km/h	Q	160 km/h
A8	40 km/h	R	170 km/h
B	50 km/h	S	180 km/h
C	60 km/h	T	190 km/h
D	65 km/h	H	210 km/h
E	70 km/h	V	240 km/h
F	80 km/h	W	270 km/h
G	90 km/h	Y	300 km/h
J	100 km/h	Z	>240 km/h

### 19.5 Presión de inflado de los neumáticos

Todos los neumáticos, sin importar quién los fabrique, pierden presión de aire muy lentamente al pasar el tiempo.

Adicionalmente, la presión interna varía en relación directa con la temperatura y presión del medio ambiente.

Por lo tanto, se debe revisar la presión de los neumáticos mensualmente, así como antes de cada viaje de larga distancia.

Estas revisiones deberían incluir siempre a la llanta de repuesto.

- La presión de los neumáticos se revisa en frío, esto significa; antes de que se hayan recorrido dos kilómetros, o hasta después de que hayan pasado tres horas del último uso.
- Use medidor confiable.
- Revisar la presión al menos cada 1,000Kms y/o semanalmente.
- Jamás reduzca la presión de los neumáticos cuando los neumáticos estén calientes.
- El exceso de inflado puede incrementar la susceptibilidad a sufrir daños por impacto, tanto la baja de inflado como el exceso de la misma pueden tener efectos adversos en la manipulación de los neumáticos.

**Presión adecuada**

Es muy importante mantener el nivel de presión adecuado en los neumáticos para la seguridad.

Una baja presión en los neumáticos eleva la temperatura, y como consecuencia viene la resistencia a rodar, el desgaste y en muchos casos el deterioro prematuro de los neumáticos.

Una alta presión en los neumáticos, afecta a los sistemas de amortiguación y dirección del vehículo.

***En la ciudad:***

Un vehículo se desplaza en distancias relativamente cortas, y la exposición de los cauchos a altas temperaturas por desplazamiento constante va a ser poco, pero el frenado es mayor.

Aquí estamos hablando de vehículos de turismo o deportivos y la tabla es la siguiente:

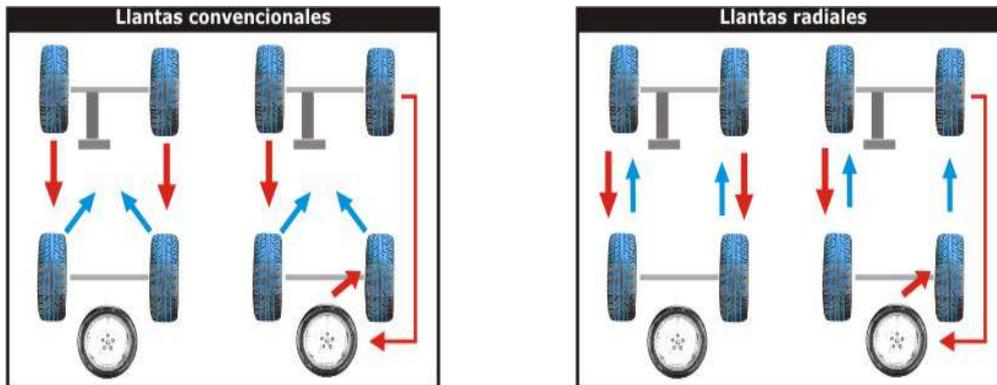
- 30 – 31 psi en vehículos hasta 1,100Kgs
- 32 – 33 psi en vehículos hasta 1,400Kgs
- 34 – 35 psi en vehículos superiores a 1,400kgs

***En autopista y/o carretera:***

Cuando se dispone a utilizar vías de comunicación a velocidades superiores, el comportamiento es muy diferente y los neumáticos están expuestos a las exigencias del vehículo en velocidades mayores. En este sentido, se deberá incrementar levemente la presión del neumático a fin de presionar y/o endurecer las paredes del caucho con mayor presión, y la tabla basado en vehículos deportivos es la siguiente:

- 31 – 33 psi en vehículos hasta 1,100Kgs
- 34 – 35 psi en vehículos hasta 1,400Kgs
- 36 – 37 psi en vehículos superiores a 1,400kgs

## 19.6 Rotación de ruedas



Las llantas generalmente se desgastan de manera dispereja, dependiendo de su ubicación en el automóvil.

En el caso de las llantas delanteras, debido a su fuerza de viraje, suele mostrar un desgaste en ambos hombros; ya que son la guía e impulso del vehículo.

Por otro lado, las llantas traseras tienden a desgastarse más. Se recomienda montar las llantas nuevas o menos usadas atrás para asegurar una mejor adherencia y un mejor control del auto en situaciones difíciles frenado de emergencia o curva muy pronunciada sobre todo en piso mojado o resbaloso.

Se recomiendan rotaciones para autos, camionetas y utilitarios, cada 10,000 km. Los vehículos son normalmente dotados de suspensiones más confortables y por lo tanto más sensibles a las vibraciones. Cuando estos vehículos son equipados con llantas radiales, las cuales con más rígidas en el área de rodamiento, por los cinturones, se recomienda no invertir el sentido de la rotación de llantas, a fin de eliminar sensaciones de incomodidad hasta la acomodación de la llanta en su nueva posición.

## 19.7 Balanceo de ruedas

La rotación de ruedas no balanceadas originan vibraciones cuando uno maneja. Es muy importante balancear tanto las llantas delanteras como las traseras. “Un buen balanceo reduce un limite aceptable de vibraciones y las llantas que se arruinen”.

El balanceo se recomienda en autos nuevos, ya que logra un asentamiento de las llantas en el rin, después de 20 km de marcha y cada vez que sustituya una llanta; además conviene volver a realizar el balanceo cada

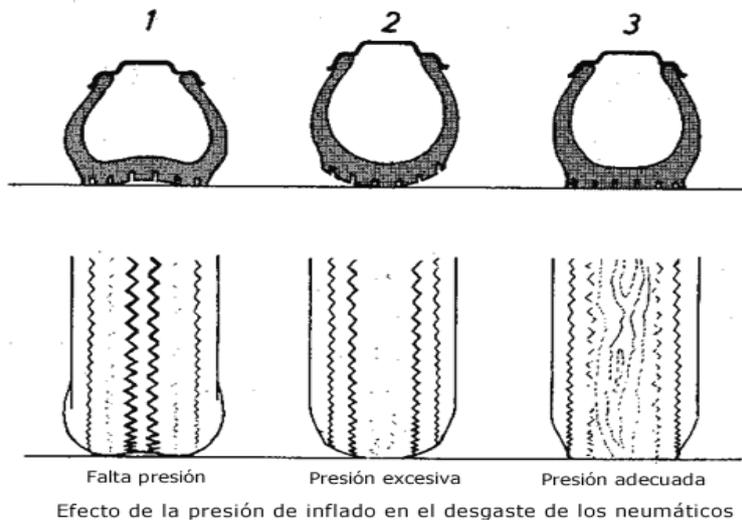
5,000 km. y en los vehículos deportivos. Y en los normales cada 10,000 km. El no hacer un balanceo expone a:

- Desgaste anormal rápido en las llantas
- Incomodidad en el manejo
- Uso constante de refacciones de suspensión y de dirección.

### 19.8 Influencia de los neumáticos en la dirección

Un neumático *con presión baja* es el peor defecto que puede permitirse en las ruedas, en cuanto a su economía. Además de desgastarse desigualmente, por los bordes de la banda de rodadura, la destrucción es muy rápida, por la gran deformación a que está sometida la cubierta que, al rodar, produce tensiones y deformaciones con roces en los flancos que elevan su temperatura produciendo el corte de los tejidos que sirven para reforzar la goma.

*Una presión excesiva* hace que la dirección sea más suave, pero aumenta las trepidaciones y aumenta la fatiga en todas las articulaciones, desgastando la cubierta desigualmente por el centro de la banda de rodadura.



### Cambio de neumáticos

Si tiene dudas en cambiar llantas verifique:

- Si no hay daños
- Si no presentan desgastes irregulares

- Si no hay desgarres, piedras u otros objetos incrustados en el dibujo.
- Si no están perdiendo presión.
- Si los indicadores de desgaste no fueron alcanzados.

**Antes de comprar llantas considere:**

La dimensión y los índices de velocidad y de carga fueron determinados por el fabricante para garantizar una seguridad máxima y un manejo confortable.

El índice de velocidad, no sólo corresponde al límite de velocidad, también es un índice de resistencia a las condiciones externas y corresponde al mejor compromiso:

Alto desempeño, comportamiento y seguridad. Hay que señalar que siempre es posible montar una llanta de un rango de velocidad más alto.



## Capítulo 20

# *Sistema de frenos*

### 20.1 Generalidades

Desde el punto de vista seguridad, la parte más importante de cualquier vehículo es el *sistema de frenos*. El principio de funcionamiento de los frenos no ha variado desde los primeros automóviles hasta nuestros días.

Estos principios básicos de frenado son la fricción y calor.

- Hay distintos sistemas de frenos, el más utilizado actualmente es el sistema hidráulico con discos adelante y tambores atrás. Anteriormente se utilizaban los frenos mecánicos, sistema que hoy ya está obsoleto.
- La tecnología en frenos más reciente es el sistema ABS (Sistema antibloqueo) el cual controla el frenado para evitar que las llantas se bloqueen y derrapen, y permite mantener el control del vehículo aun en una situación de frenado extremo.

En un automóvil de potencia media, la aceleración proporcionada por el motor es muy poderosa, y desde el momento del arranque hasta alcanzar los 60 km/h transcurren unos 15 segundos, durante los cuales recorre alrededor de 140 m; si a esta velocidad se le aplica la máxima fuerza de los frenos, el vehículo se detiene en unos 20 m en dos segundos y medio; es decir *la deceleración conseguida es seis veces menor que la aceleración capaz de proporcionar el motor*

### 20.2 ¿Qué es el frenado?

El frenado es la aplicación de una superficie fija contra una superficie giratoria, para disminuir la velocidad o detenerlo.

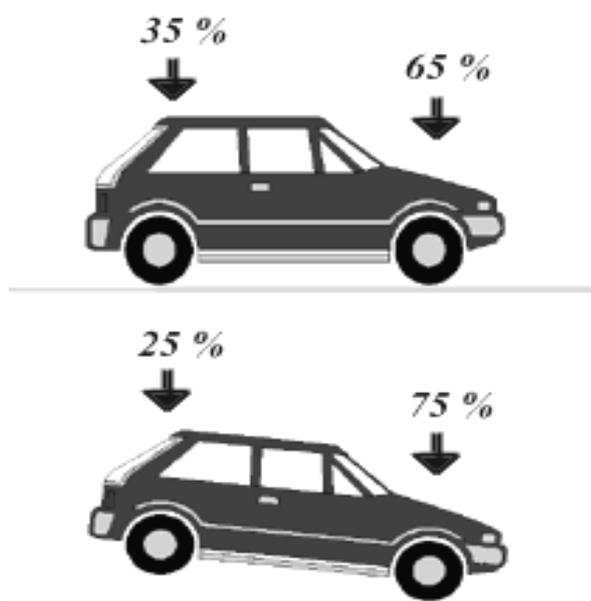
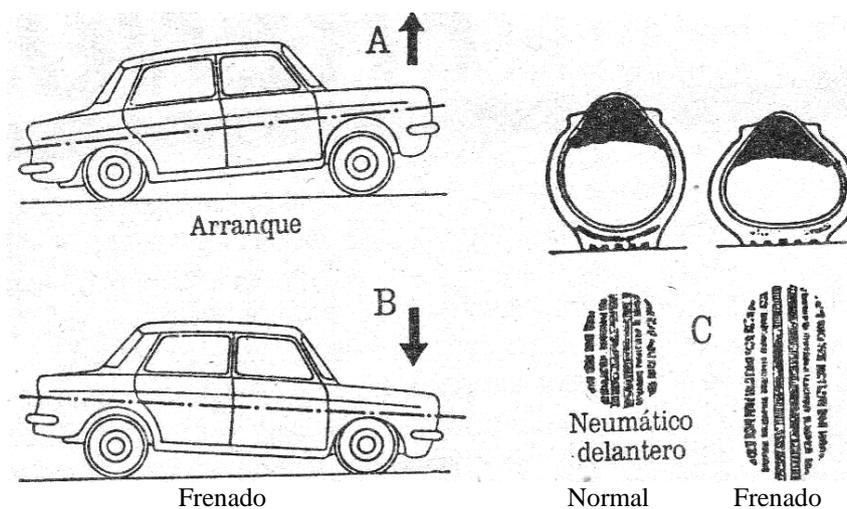
El rozamiento que se produce entre las superficies en contacto, se convierte en calor, que se disipa a la atmósfera por radiación.

Los requisitos de un sistema de frenos son los siguientes:

- **Eficacia:** Con un esfuerzo sobre el pedal lo suficientemente débil, conseguir un tiempo y distancia mínima.
- **Estabilidad:** El vehículo debe conseguir su estabilidad sin derrape, desviaciones ni reacciones del volante.
- **Comodidad:** De manera progresiva, con un recorrido de pedal razonable, sin ruidos ni trepidaciones.

### 20.3 Transferencia del peso durante la frenada

Teóricamente, el esfuerzo de frenado se distribuye entre las ruedas delanteras y traseras en función del peso que soportan, el cual varía según la disposición del motor, número y ubicación de pasajeros y de la carga.



Así como al arrancar o acelerar el vehículo tiende a encabritarse, en el momento del frenado hay una transferencia de la carga: el tren trasero se aligera y el delantero se sobrecarga, se aplastan los neumáticos delanteros y aumenta la superficie y la fuerza de adherencia.

Los frenos están diseñados para que actúen más intensamente en las ruedas delanteras, ya que su mayor adherencia aleja el punto de bloqueo.

Los frenos paran las ruedas, pero los neumáticos detienen el vehículo. Si un exceso de frenado paraliza el elemento giratorio, la cubierta resbalará sobre el pavimento, el agarre será mucho menor, y se perderá el control.

#### 20.4 Formas de frenado

Un vehículo puede disminuir su velocidad debido a:

1) ***Acción de las fuerzas retardadoras***

Si se rueda en punto muerto o desembragado, las fuerzas retardadoras (rozamientos de los órganos de transmisión, resistencia a la rodadura, y resistencia al aire), provocan la disminución de velocidad del vehículo.

2) ***Frenado con el motor***

Cuando uno levanta el pie del acelerador, el motor tiende a caer en ralentí de modo que su giro forzado frena y disminuye la velocidad. Es el uso del motor como freno y es muy continuo en la marcha normal

3) ***Frenos mecánicos***

Estos frenos actúan por rozamiento de guarniciones apropiadas sobre los tambores solidarios de las ruedas

#### 20.5 Fuerzas de frenado

La energía cinética que posee un cuerpo de masa “M”, y que lleva una velocidad “v”, tiene por expresión:

$$Ec = \frac{1}{2} M.v^2$$

La acción de frenado desarrolla en las bandas de rodadura de un vehículo una *fuerza de frenado* “F”, desde su entrada en acción hasta su parada, un trabajo igual a la energía cinética a absorber.

Si designamos por “d” la distancia recorrida durante el frenado y suponiendo “F” constante, se tiene:

$$Ec = F.d$$

La experiencia indica que, durante el frenado, la aceleración negativa “a” prácticamente es constante; estando ligada a la fuerza de frenado por:

$$F = M.a$$

Estas fórmulas permiten calcular:

- a) La desaceleración, conociendo la fuerza de frenado:

$$a = \frac{F}{M}$$

- b) La distancia de parada conociendo la deceleración:

$$d_f = \frac{Ec}{F} = \frac{1/2M.v^2}{M.a} = \frac{1/2v^2}{a}$$

- c) El tiempo de frenado:

$$t_f = \frac{v}{a}$$

### PROBLEMA

El automóvil que pesa 1200 Kg está viajando a 100 Km/h, detiene su vehículo con una deceleración de 5 m/s<sup>2</sup>.

Calcular:

- Tiempo transcurrido entre el comienzo del frenado y la parada.
- Distancia recorrida durante el frenado
- Velocidad del vehículo a los dos segundos
- Energía cinética que llevaba antes de frenar

### 20.6 Distancia de frenado

La distancia de frenado “D”, es el espacio recorrido por el vehículo desde el momento que se actúa sobre los frenos hasta que queda completamente detenido.

Depende de los siguientes factores:

- Presión ejercida sobre el pedal del freno
- Velocidad del vehículo
- Estado de los neumáticos
- Adherencia

- Fuerza y dirección del viento
- Peso del vehículo
- Naturaleza y estado del pavimento

Teóricamente se dice que la máxima eficacia de los frenos (100%) se consigue cuando la fuerza de frenado es igual al peso del vehículo.

Normalmente se considera un buen sistema de freno es aquel que consigue el 80% de la eficacia, aceptable del orden del 40%, y de este valor para abajo deben considerarse malos.

Experimentalmente se ha determinado que para calcular la distancia de frenado “D”, en metros, para una velocidad “V” en km/h, con buenos neumáticos, sobre piso de hormigón o asfalto rugoso, y suponiendo una eficacia de 80%, se puede aplicar la siguiente fórmula:

$$D(m) = \frac{V^2 (km/h)}{200}$$

A continuación se muestra un cuadro experimental para distancias de frenado con diversos estados de frenos:

Velocidad (km/h)	Distancia de frenado (m)		
	Buenos frenos	Valores tolerables	Malos frenos
20	2	3.1	4
30	4.5	6.9	9
40	8	12.3	16
50	12.5	19	25
60	18	27.7	36
70	24.5	37.6	49
80	32	49.3	64
90	40.5	62.5	81
100	50	77.3	100

## 20.7 Componentes del sistema de frenos

El sistema de frenos tiene varias partes o componentes:

El pedal, un elemento de fricción ubicado en la rueda y el líquido de freno.

Este mecanismo es completado por un recipiente ubicado entre el motor y la cabina (cilindro maestro) y un sistema de cañerías (conductos), que contiene el líquido de frenos y en sus extremos se encuentran el pedal y el elemento de fricción.

### 1) **Pedal de freno:**

Pieza metálica que transmite la fuerza ejercida por el conductor al sistema hidráulico.

Con el pedal se consigue hacer menos esfuerzo a la hora de transmitir dicha fuerza.

### 2) **Cilindro maestro (bomba de freno):**

Es la encargada de crear la fuerza necesaria para que los elementos de fricción frenen el vehículo convenientemente.

Al presionar la palanca de freno, desplazamos los elementos interiores de la bomba, generando la fuerza necesaria para frenar el vehículo.

### 3) **Cañería o conductos**

Son las canalizaciones se encargan de llevar la presión generada por la bomba a los diferentes receptores, se caracterizan por que son tuberías rígidas y metálicas, que se convierten en flexibles cuando pasan del bastidor a los elementos receptores de presión.

Estas partes flexibles se llaman "latiguillos" y absorben las oscilaciones de las ruedas durante el funcionamiento del vehículo.

### 4) **Bombines (frenos de expansión interna)**

Es un conjunto compuesto por un cilindro por el que pueden desplazarse uno o dos pistones, dependiendo de si el bombín es ciego por un extremo o tiene huecos por ambos lados (los dos pistones se desplazan de forma opuesta hacia el exterior del cilindro).

Los bombines receptores de la presión que genera la bomba se pueden montar en cualquiera de los sistemas de frenos que existen en la actualidad.

#### 5) **Elemento de fricción**

Tiene como misión transmitir la fuerza de frenado a la rueda.

Puede referirse, según sea el caso o el sistema aplicado en el auto (es decir, frenos de tambor o de disco), a las zapatas o a las pastillas.

Los materiales de fricción que se utilizan suelen ser piezas metálicas, semi-metálicas o de cerámica que soportan muy altas temperaturas y son los que crean la fricción contra una superficie fija; que pueden ser o *tambores o discos*; y así logran el frenado del vehículo.

#### **Funcionamiento del sistema de frenos**

Al pisar el pedal, el líquido es impulsado al otro extremo de los conductos, hacia el elemento de fricción.

En su camino atraviesa el cilindro maestro, donde su presión aumenta.

Luego prosigue hasta llegar al elemento de fricción, al cual oprime contra la rueda.

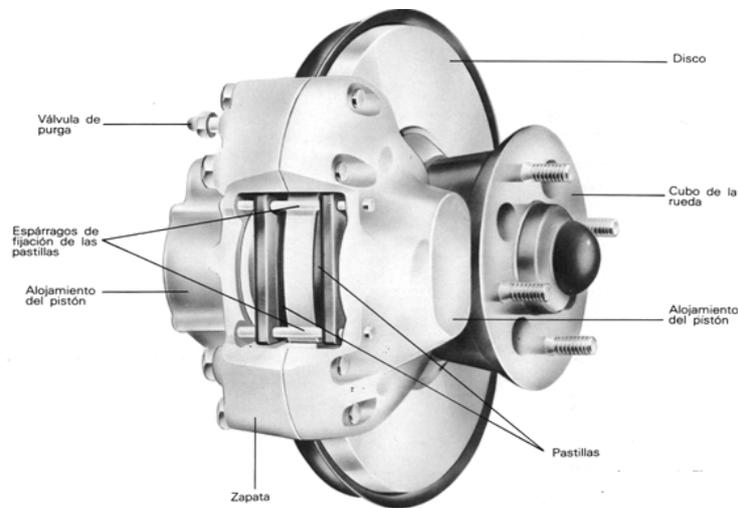
### 20.8 **Tipos de sistemas de frenos**

Son de dos tipos:

- Frenos de disco, y
- Frenos de tambor

#### 1) **Frenos de disco**

Los frenos disco son los más usados en la actualidad. Los frenos de disco utilizan exactamente los mismos principios básicos de frenado (fricción y calor). Constan de un disco expuesto al aire que es frenado por una mordaza (caliper o zapata) generando fricción y calor. Están conformados por los elementos que se muestran en la siguiente figura:



Este sistema de frenos es muy efectivo ya que el calor se disipa fácilmente al tener todos sus elementos expuestos al aire evitando encerrar el calor.

Esta tecnología fue desarrollada en autos de carreras para permitirles a los pilotos frenar hasta el último momento en las curvas aprovechando las menores distancias de frenado.

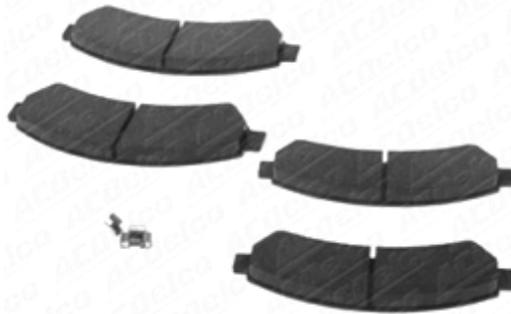
Con el tiempo esta tecnología llegó a los autos convencionales y actualmente es muy común encontrar frenos de disco en las cuatro ruedas en autos sin intenciones deportivas

### El disco de freno:



Está formado por un disco metálico de acero, que forma la parte móvil a detener durante el frenado por contacto con el elemento de fricción, en este caso las pastillas de freno.

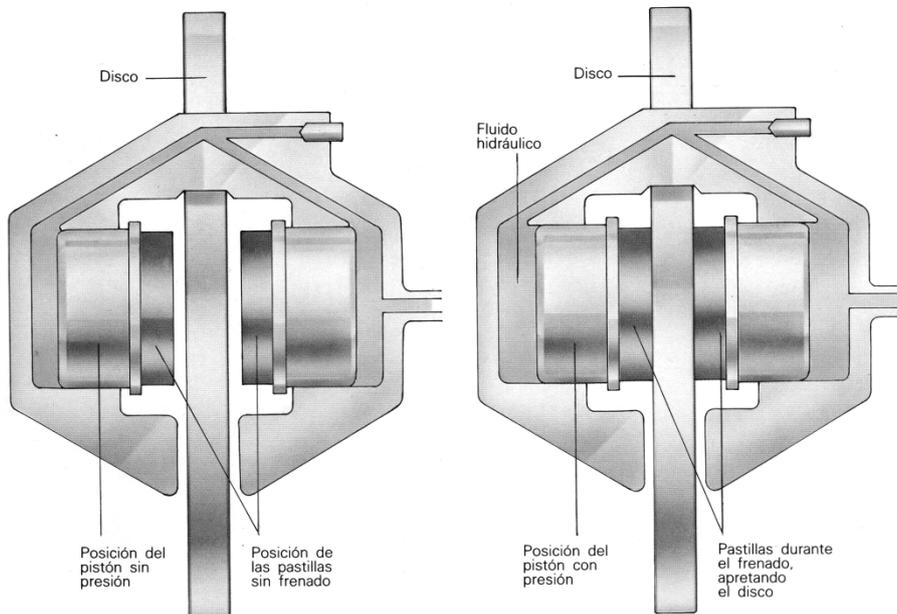
### Pastillas de freno



Las pastillas están diseñadas para producir una alta fricción con el disco, soportando altas temperaturas.

### Funcionamiento del sistema de frenos

Existen varios tipos de frenos de disco, cuyo diseño varía ligeramente de unos a otros, pero el principio de funcionamiento es el mismo. El disco tiene 2 pastillas que actúan al accionar el sistema hidráulico cuando se presiona el pedal de freno.



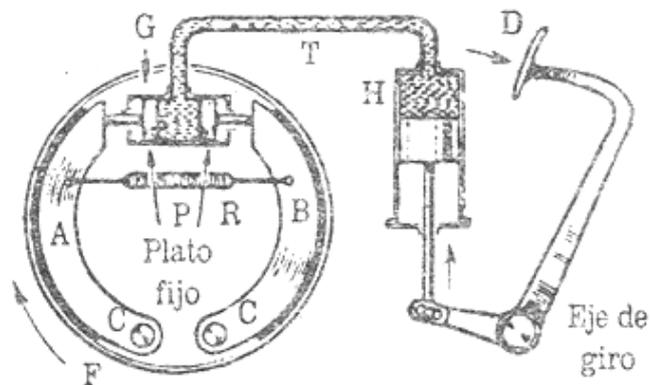
### 2) *Frenos de tambor*

El primer sistema de frenos en las ruedas (después de los frenos de mano) fue el de tambor, que toma su nombre porque los componentes del freno están dentro de un cilindro en forma de tambor que gira junto con el eje de las ruedas.

En el interior se encuentran las zapatas que al oprimir el pedal del freno son presionadas contra el tambor generando fricción para detener el vehículo.

El diseño básico resultó ser muy efectivo para la mayoría de las circunstancias, sin embargo, tienen una desventaja importante. Cuando se somete a altos esfuerzos como frenando cuesta abajo en una pendiente, los frenos pierden su efectividad debido a que se genera mucho calor dentro del tambor, como la ventilación del tambor no es buena se deja de desprender calor y no se puede reducir más la velocidad.

### Funcionamiento esquemático de frenos de tambor hidráulico



### Frenos de disco VS frenos de tambor

En términos de efectividad se puede decir que los frenos de disco son mejores.

Sin embargo, la mayoría de los autos que actualmente se venden vienen equipados con un sistema de frenos de disco en las ruedas delanteras y de tambor en las traseras. ¿Esto significa que los fabricantes de autos están sacrificando seguridad en los vehículos por cuestiones de costo?.

Uno pensaría que es así, no obstante, si consideramos el hecho que entre el 60% y 90% de poder de frenado proviene de las ruedas delanteras, encontramos que un sistema de frenos bien diseñado con discos en la parte delantera y tambores en la parte trasera provee un frenado adecuado para la mayoría de los vehículos.

## 20.9 Sistemas de mandos de frenos

Algunos autores clasifican los sistemas de frenos en los siguientes tipos:

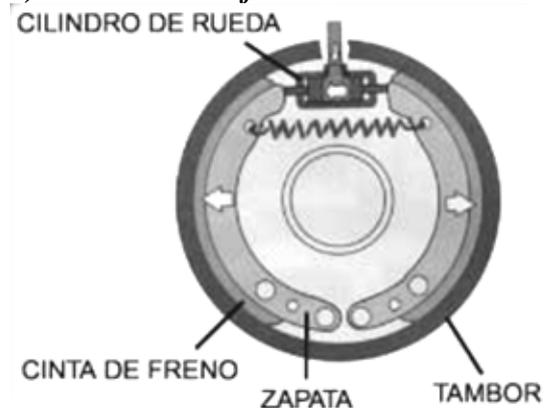
- Sistema de frenos Mecánicos,
- Sistema de frenos hidráulicos, y
- Sistema de frenos neumáticos

### 1) *Sistema de frenos mecánicos*

Anteriormente se utilizaban frenos mecánicos; en los cuales al momento de presionar el freno con la fuerza del pie, un cable transmitía la fuerza para tratar de frenar el vehículo.

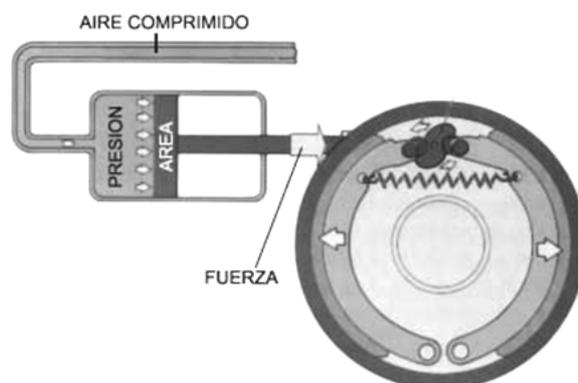
Estos tipos de frenos dejaron de ser funcionales cuando la potencia de los motores empezó a desarrollarse, porque debido a las altas velocidades que empezaron a desarrollar los vehículos se requería de un gran esfuerzo físico para lograr frenar un auto, por lo tanto este sistema de frenado quedo totalmente obsoleto y se evolucionó hacia los frenos hidráulicos.

### 2) *Sistemas de frenos hidráulicos*



Estos sistemas utilizan como fluido transmisor de la fuerza un líquido hidráulico.

### 3) *Sistema de frenos neumáticos*



Estos sistemas neumáticos emplean como fluido el aire comprimido

**El freno de mano**

Son los conjuntos que bloquean el vehículo cuando está parado o que permiten una frenada de emergencia en caso de fallo en el sistema de frenado normal.

Su funcionamiento es habitualmente mecánico, teniendo que realizar un esfuerzo sobre una palanca para el tensado del cable que bloquea las ruedas.

**20.10 Líquido de frenos**

La "**fuerza de frenado**" se transmite a través de un líquido en el interior del circuito hidráulico (el líquido de freno).

Al ser los líquidos no comprimibles, la fuerza se transmite de forma instantánea y sin pérdida alguna hacia las pastillas que "se aprietan" sobre el disco de freno.

**Al frenar**, el rozamiento de las pastillas contra los discos puede generar un aumento de la temperatura de varios cientos de grados. Cuando el freno se acciona con frecuencia, este calor se transmite inevitablemente al conjunto del circuito y deteriora el líquido de freno. A pesar de su composición, el líquido de freno absorbe la humedad que contiene el aire, lo que reduce el punto de ebullición en proporciones importantes: de 230° C a 165° C con sólo un 3% de agua.

En tal caso, al dar un frenazo, como el líquido de freno está en ebullición hay gases comprimidos mezclados en el líquido, y los frenos corren el riesgo de no responder, ya que el pedal está pisado a fondo.

## Capítulo 21

# *Elementos de seguridad del vehículo*

### 21.1 Generalidades

*“Conducir bajo los efectos del alcohol o medicamentos, hablar por teléfono celular o no usar cinturón de seguridad, puede ser el último acto suicida que haga en su vida”. (Nota del Autor)*

Uno de los factores que tienen en cuenta los actuales diseñadores y fabricantes de vehículos es la seguridad que debe brindar, como propiedad intrínseca el vehículo tanto al conductor como a los pasajeros, para que en caso de accidentes se minimice el riesgo de muertos o heridos.

En ese sentido los centros de experimentación y pruebas de los grandes fabricantes, hacen ensayos destructivos basados en el comportamiento que van a tener especialmente las carrocerías, en casos de accidentes, entre ellos choques, impactos, etc.

Las luces de frenos de emergencia funcionan al pisar el pedal de freno a fondo., activándose la luz con fuertes destellos intermitentes que alertan sobre la intensidad de la maniobra a los conductores que vienen atrás.

### 21.2 Carrocerías

#### **Caja de seguridad**

Las siguientes características han sido diseñadas para ofrecer protección a los ocupantes y maximizar la seguridad del vehículo en caso de accidentes:

- Los rieles longitudinales transversales de la placa tipo sándwich mejoran la integridad estructural del compartimiento de pasajeros.
- Los refuerzos interiores y exteriores de los rieles traseros contribuyen a preservar la integridad del compartimiento de pasajeros en caso de impacto trasero.
- Protectores para las rodillas: La parte inferior del panel de instrumentos y la tapa de la guantera han sido diseñados para dar adecuada cabida al ocupante , permitiendo el funcionamiento eficaz de las bolsas de aire.



Caja de seguridad. Fuente: [www.jeep.com/.../occupant\\_protection/](http://www.jeep.com/.../occupant_protection/)

**Carrocería con zonas de deformación progresiva:**

Las zonas de deformación se ubican estratégicamente en el frente, en las partes laterales y en la parte trasera para ayudar a absorber la energía del choque.

Los pliegues de deformación del capot ayudan a evitar que la cubierta del motor penetre en la cabina.

Además, para ayudar a reducir las lesiones en impactos laterales, todas las puertas tienen barras de protección de acero tubulares.

En la actualidad los fabricantes deben cumplir las normas, en cuanto a seguridad, de los países fabricantes de automóviles (EEUU, Japón, etc.), de ser capaces de absorber impactos conservando la integridad de la jaula o celda de la supervivencia.



Centro de Seguridad Automotriz Volvo (Goterburgo, Suecia). Se producen colisiones de diverso tipo para simular los efectos de un choque y perfeccionar los sistemas de protección a los ocupantes del vehículo.

### Capot móvil

Con sensores ultrarresistentes que captan el primer contacto entre el peatón y vehículo, y en microsegundos, activan un mecanismo que desliza el capot hacia atrás al mismo tiempo que lo eleva en milímetros. La combinación de estos dos movimientos genera una zona de absorción de energía entre el peatón, capot y el motor, la misma que reduce el impacto sobre el área de la cabeza y los hombros

En el capot y los parachoques se adoptan estructuras de absorción de golpes, para ayudar a reducir el impacto en caso de una colisión entre vehículo y peatón.

### 21.3 Airbag

Los modernos vehículos ofrecen mayor protección para los ocupantes, consistente en siete (07) airbags, de los cuales uno es para seguridad de las rodillas del conductor y también hace uso de cabeceras activas (se levantan ante un choque inminente).



Los airbags son activados en caso de un impacto frontal importante.

Trabajan en conjunto con el efecto de inmovilización de los cinturones de seguridad (pretensionador).

Los airbags contribuyen a disminuir la posibilidad de que conductor y acompañante sufran heridas graves en la cabeza y parte superior del torso.

### 21.4 Barras laterales

Según el Instituto para la Seguridad en las Carreteras de EEUU, financiado por las compañías de seguros norteamericanas, más del 50% de los accidentes por choque entre dos vehículos que ocurren en EEUU son colisiones laterales y no frontales. En España, el porcentaje es menor, pero muy próximo al 40%, casi igual al de accidentes por choque frontal. En este sentido, los fabricantes de vehículos están colocando barras laterales de acero para proteger a los ocupantes.

## 21.5 Repozacabezas

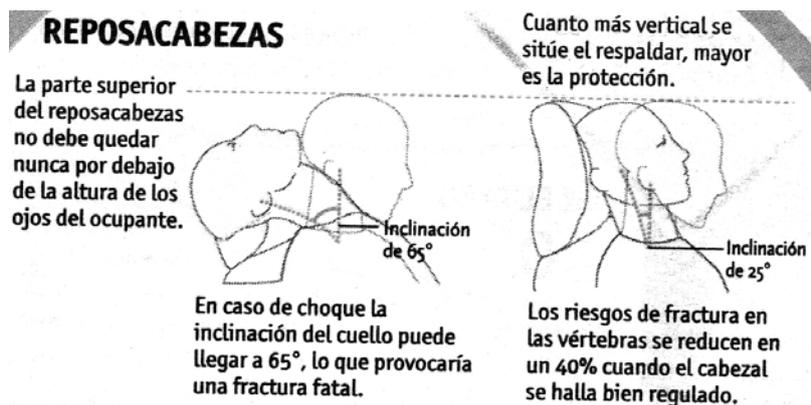
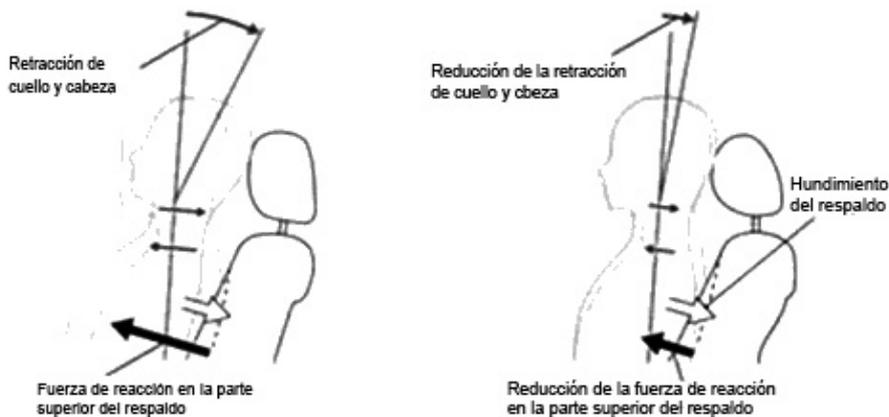
### Protección contra impactos en la cabeza

Se trata de una estructura de carrocería que ayuda a proteger la cabeza de los ocupantes contra fuertes impactos en el caso de un accidente.

### Asientos que disminuyen lesiones de cuello y cabeza

Los asientos delanteros han sido diseñados para “ceder” en caso de choque trasero: así la cabeza y el cuello del conductor y acompañante se acercan más al apoyacabezas (reposacabezas). En caso de choque trasero a baja velocidad, este sistema contribuye a disminuir las lesiones del cuello en estas personas.

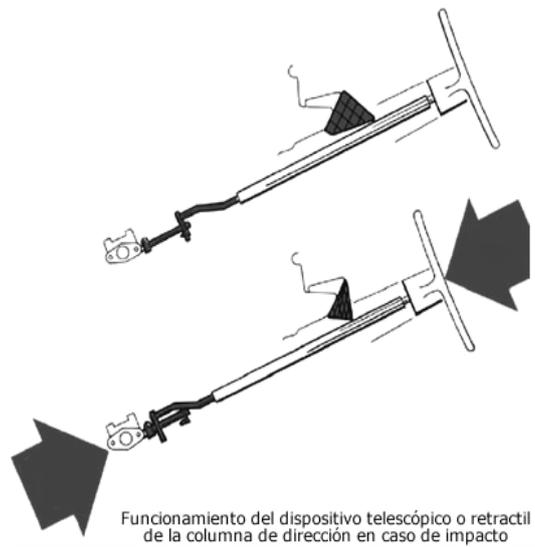
Poseen ajuste de altura para adecuarlos a la estatura de sus ocupantes y protegerlos mejor.



Fuente: El Comercio

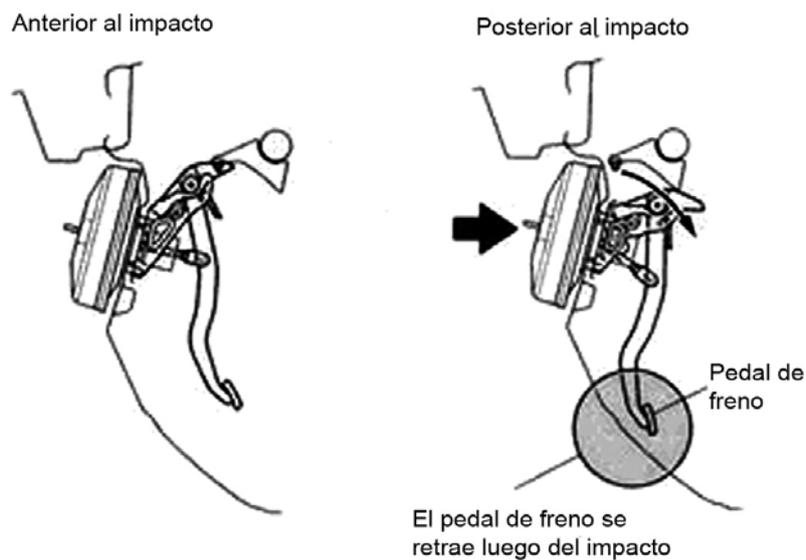
### 21.6 Columna de dirección colapsable

La columna de dirección ha sido diseñada para absorber la fuerza de un impacto, deformándose, contribuyendo a disminuir el impacto ejercido sobre el conductor.



### 21.7 Pedal de freno retráctil

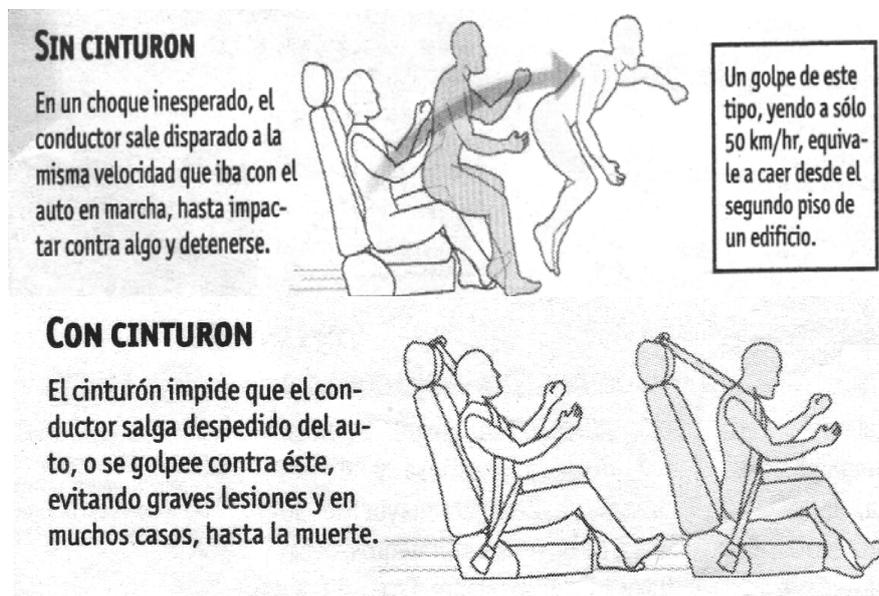
La nueva estructura anti-intrusión actúa en caso de impacto frontal, impidiendo que el pedal de freno se proyecte violentamente en el sitio donde se encuentra el pie del conductor.



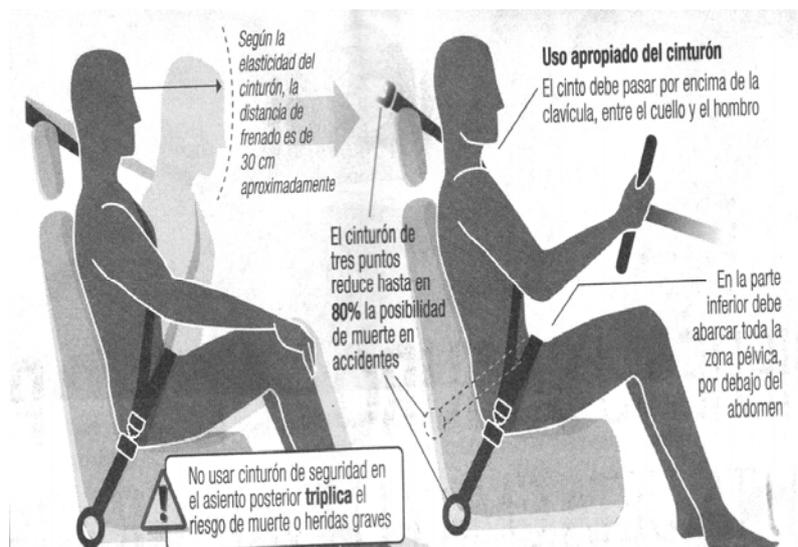
### 21.8 Cinturones de seguridad

Según el DS.058-MTC, el cinturón de seguridad debe tener una resistencia de 1,800 kilos como mínimo y una resistencia de 70 kilos en mototaxis.

Sin el cinturón de seguridad, la cabeza recibe toda la fuerza de frenado de manera instantánea. Con el cinturón la fuerza se aplica sobre la caja torácica y la pelvis (partes robustas del cuerpo), de manera más lenta y contra materiales flexibles.



Fuente: El Comercio

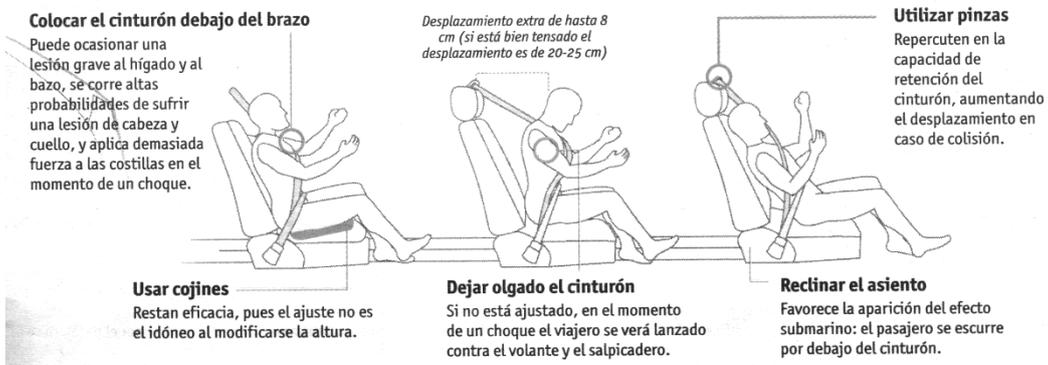


Fuente: El Comercio



Fuente: El Comercio

**LO QUE NO DEBE HACER**



Fuente: El Comercio



## Capítulo 22

# *Innovaciones tecnológicas*

### **22.1 Generalidades**

El futuro del automóvil reside en la disminución de la contaminación producida por el sistema de propulsión, uno de los mayores problemas actuales en el mundo.

Se están estudiando nuevas formas de moverse más rápidas o mejores carreteras por las que moverse. La antigua visión futura del automóvil volador está desechada en la actualidad, ya que la energía necesaria para hacerlos sostenerse en el aire sería mucho mayor.

Otro posible futuro del automóvil es su sustitución por medios de transporte público más eficientes energéticamente. Esto puede suceder a causa de la escasez de petróleo y su consecuente aumento de precio.

La creatividad y la imaginación de los ingenieros automotrices para la innovación permanente de la tecnología no tiene límite; esto aunado al dinamismo del mercado automotriz exige una constante búsqueda y desarrollo de materiales que permitan reducir el peso de un vehículo, manteniendo innovadoras líneas de diseño y manteniendo factores como el de la seguridad.

En este sentido las empresas automotrices, dedican gran parte de la inversión a la constante investigación y desarrollo de nuevos productos y componentes, como es el caso de la fabricación automatizada de piezas de plástico reforzado con fibra de carbono, que aligera en un 10% del peso final del coche.

Otro parámetros que están considerando los fabricantes de vehículos están relacionados a la seguridad del chofer y los pasajeros, a bajar la contaminación producida por efectos de la combustión, buscar fuentes de generación de energía alternativas al petróleo más baratas y menos contaminantes y mejorar la performance de los vehículos, de tal forma de hacer más placentera y menos cansada el manejo.

## 22.2 Principales innovaciones tecnológicas

### 1) Distribución de apertura variable: El Sistema Valvetronic

Históricamente la admisión de aire de los motores ha sido a través de una mariposa de paso.

BMW innova al descartar la mariposa de admisión controlando el ingreso con una apertura completamente variable de las válvulas de admisión.

El Sistema Valvetronic utiliza un completo y preciso mecanismo de palancas para variar la altura de apertura de válvulas.

Al tratarse de un motor de inyección indirecta, y por tanto, de mezcla homogénea, el nuevo propulsor de BMW debe limitar de alguna forma el paso del aire cuando trabaja en carga parcial. Lo hace mediante un sistema de distribución variable que, además de controlar el momento de apertura y cierre de las válvulas, puede variar su alzada.

De este modo, la función de regulación de la entrada de aire al motor se traslada desde la válvula de mariposa del acelerador a las propias válvulas de admisión.

Cuando el motor ha de entregar su máxima potencia, la alzada de las válvulas es alta de modo que descubren una mayor sección de paso al aire, facilitando su entrada a los cilindros (color violeta).

Si se le hace funcionar a cargas bajas, la alzada se reduce, de forma que la sección de paso es menor, limitando de este modo la entrada de aire (verde en el dibujo).

La alzada de las válvulas puede variar desde los 0,0 a los 9,7 milímetros, en función del aire necesario para la combustión.



## 2) El catalizador

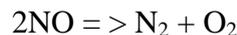
El objetivo del catalizador es actuar contra los *gases nocivos* productos de la mala combustión, con el fin de reducir su nivel en los gases de escape.

Los catalizadores consisten en una estructura de material cerámico, cubierta de una fina capa de platino y rodio. Dicha estructura adopta la forma de panal de abeja (tubos hexagonales).

### ¿Qué tipo de procesos realiza el catalizador?

#### Reducción catalítica

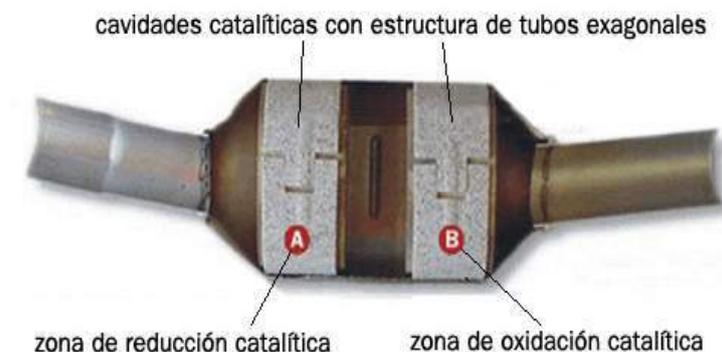
La superficie catalítica rompe las moléculas de óxidos de nitrógeno, dando lugar a moléculas de nitrógeno y moléculas de oxígeno.



#### Oxidación catalítica

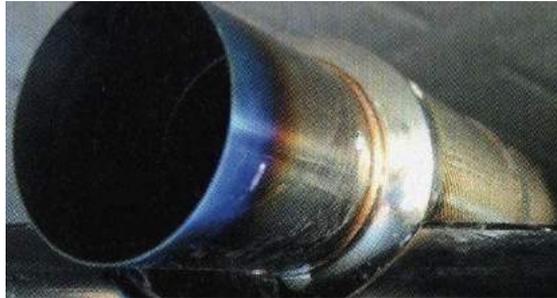
En este caso, el catalizador sirve de soporte para completar la combustión del CO y de los hidrocarburos residuales.

Para conseguir que los gases de escape dispongan de suficiente oxígeno como para realizar la oxidación catalítica es necesario un sensor, denominado “sonda lambda”. Esta sonda se encuentra a la entrada del catalizador. Su función es medir el nivel de oxígeno en los gases de escape. Gracias a este sensor, el sistema electrónico de inyección calcula la proporción necesaria entre combustible y aire para permitir que en los gases de escape exista suficiente oxígeno para permitir al catalizador la combustión de los hidrocarburos residuales.



### **Header de acero inoxidable**

En los vehículos modernos, se ha mejorado la salida de los gases con el empleo de un “header” de acero inoxidable, p.e. en el Honda Civic se emplea el aceroXS Power (este cumple la función de aumentar la velocidad de los gases quemados por la combustión). Asimismo estos gases recorren un tubo de escape de 2,25” y llegan a un muffler Arospeed con acabados en fibra de carbono y punta de Titanio



### **3) Carrocerías**

#### **Carrocerías de plástico reforzado con fibra de carbono**

Este material es sumamente ligero y sus cualidades de resistencia a choques y a la corrosión son excelentes.

Hasta ahora, las piezas de fibra de carbono o reforzadas con fibra de carbono se fabrican individualmente para la aviación o para coches de competición.

#### **Capots híbridos**

Capóts híbridos (al fondo) con cubiertas de HPPC y un capó de metal únicamente (delante) tras la deformación en una prueba de impacto.

El HPPC combina un núcleo de compuestos de fibra vidrio con una película termoplástico.

### **4) Sistema de dirección**

#### **Sistema de dirección Active Steering**

Desarrollado por la BMW, cambia el ángulo de las ruedas en función del ángulo de acuerdo con el giro que del volante haga el conductor.

Complementa al sistema de Control Dinámico de la Estabilidad (DSC). Se basa en el principio de superposición de ángulos de la dirección. O sea es un sistema de dirección superpuesta. Se trata de un engranaje planetario integrado en la columna de dirección dividida. Un motor eléctrico interviene en los movimientos del engranaje planetario mediante un engrane hipoide autoblocante para aumentar o reducir el ángulo de la dirección en función de cada situación concreta.

Adicionalmente el sistema de dirección asistida (similar al servotronic) se ocupa de controlar el momento de la fuerza que se aplica al volante.

### **Dirección dinámica**

Trabaja de acuerdo a la velocidad y el estilo de manejo del conductor. A velocidades reducidas, ofrece un elevado servo asistencia. En cambio, al maniobrar, la dirección se muestra extremadamente ligera y el volante gira de tope a tope en dos vueltas. Al aumentar la velocidad, la asistencia se reduce con lo que se consigue que, en una autopista la marcha en línea recta sea tranquila.

## **5) Sistema de suspensión**

### **Suspensión Inteligente**

Tipo de suspensión que va a acoplada a una centralita y, en función de unos parámetros captados por sensores electrónicos, velocidad, condiciones del asfalto, tipo de conducción, temperatura ambiental y otras variables, adapta automáticamente sus reglajes y altura de la carrocería a cada situación.

### **Control dinámico de estabilidad (DSC)**

Actúa sobre el sistema de frenos antibloqueo y el control de tracción, ofreciendo un control aún más preciso del vehículo.

Funciona interviniendo automáticamente para evitar el giro libre de las ruedas, reduce la potencia procedente del motor y aplica la presión de freno adecuada a cada rueda por separado. De esta forma ayuda a evitar el subviraje y mejora la aceleración, especialmente cuando el vehículo encuentra niveles diferentes de adherencia.

**Sistema de suspensión adaptable (CATS)**

Es una suspensión totalmente independiente de doble trapecio, ha sido fabricado por primera vez con aluminio aligerado. Esta reducción de los pesos no suspendidos, junto con los muelles, amortiguadores, bujes y barras estabilizadoras ha mejorado la calidad de marcha y su ágil y segura manejabilidad.

Los cambios han traído un aumento de la rigidez de la carrocería, proporcionando una mejor sensibilidad de la dirección.

Denominada también sistema de suspensión adaptativa, es un tipo de suspensión tipo deportivo, pero sin perder el confort cuando se transita a baja velocidad, es decir ofrece un buen equilibrio de suspensión que se debe a la suspensión inteligente adaptativa, la cual regula la dureza de cada amortiguador para evitar que el auto se balancee.

**6) Neumáticos antipinchazos**

Según los fabricantes, los neumáticos llamados 'antipinchazo', por ejemplo Run Flat de Pirelli, RFT de Bridgestone o Pax de Michelin, son obligatorios en ciertos vehículos que no tienen rueda de auxilio, y que tienen únicamente una bomba de aire antipinchazo.

Si elige el tipo de neumáticos inadecuado, en caso de pinchazo su llanta corre el riesgo de desgastarse y necesitará una reparación en el lugar.

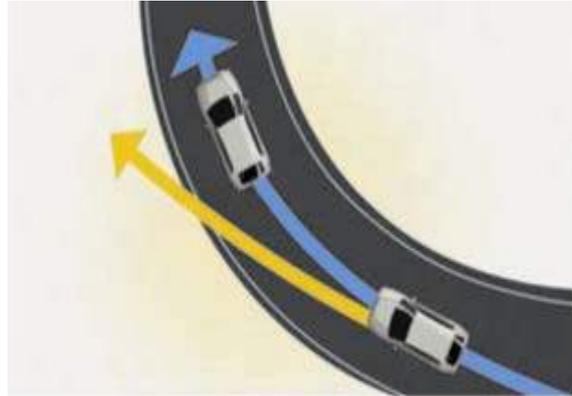
Goodyear ha desarrollado la tecnología Dura Sel TM con compuesto de hule amarillo tipo gel, que instantáneamente rodea el clavo y sella la inchadura de la llanta.

El sellador protege la parte de la llanta de las pinchaduras. Puede sellar hasta un ¼" de diámetro. La filosofía de la Goodyear es la siguiente: "Mas tiempo trabajando y menos tiempo tratando de reparar los neumáticos"

**7) Sistema ABS**

Este tipo de frenos se utilizan en algunos automóviles que poseen frenos de disco en las cuatro llantas, llevan un sensor en cada rueda, que compara permanentemente el régimen (velocidad de giro) de cada una de ellas con el de las restantes.

Dicho régimen puede ser diferente en cada rueda porque en curvas, terrenos deslizantes o en frenadas cada rueda tiene diferentes velocidades y/o superficies.



Sistema antibloqueo de las ruedas en situaciones de conducción difícil, tiene dos funciones: Eliminar el bloqueo de las ruedas, y Mantener la direccionalidad del vehículo

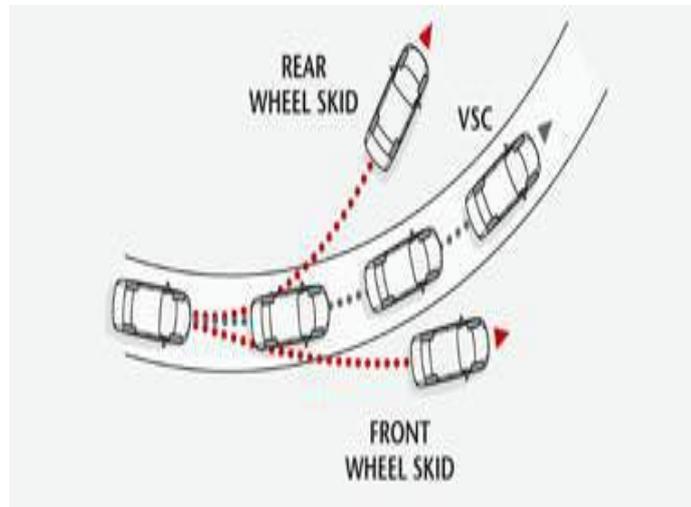
Tiene sensores en cada rueda que están comunicados con UCE; y si se reduce repentinamente el régimen de una sola rueda, la computadora da aviso del riesgo de bloqueo, lo que ocasiona que se reduzca de inmediato la presión hidráulica en el tubo de freno de esa llanta, para aumentar a continuación otra vez hasta el límite de bloqueo.

Este ciclo se desarrolla varias veces por segundo, sujeto a vigilancia y regulación electrónicas durante toda la operación de frenado.

Resultado: el vehículo sigue estable al frenar indistintamente del agarre o patinaje que ofrezca el pavimento; no necesariamente se acorta el recorrido de frenado.

#### 8) **Sistema de control de estabilidad**

El sistema de control de estabilidad (VSC) entra en acción automáticamente si detecta un deslizamiento provocado por un cambio brusco de dirección o una superficie deslizante.



**9) Sistema de control de tracción (TRC)**

Este sistema regula la potencia del motor y la intensidad del frenado, a fin de proporcionar el mayor control de tracción posible en las ruedas durante el inicio de la marcha y en la aceleración.

**10) Caja de cambios secuencial**

Se denomina secuencial al cambio manual con el que, en lugar de seleccionar las marchas dibujando con la palanca las tradicionales "H", basta mover la palanca en un solo plano, hacia delante y hacia atrás.

También se denomina secuencial a ese manejo por pulsaciones en la palanca o en botones situados en el volante en el modo manual de los cambios automáticos.



Esta caja de cambios es autoadaptativa, es decir, capaz de reconocer las circunstancias en las que opera y adaptarse a ella, en base a unas Leyes de Pasos:

- La inclinación del terreno y, por tanto, si el motor está empujando, va sobre llano o debe retener.
- El estado del motor, según éste esté frío, al ralentí o a plena carga del acelerador.
- El tipo de conductor: rápido, deportivo o tranquilo.

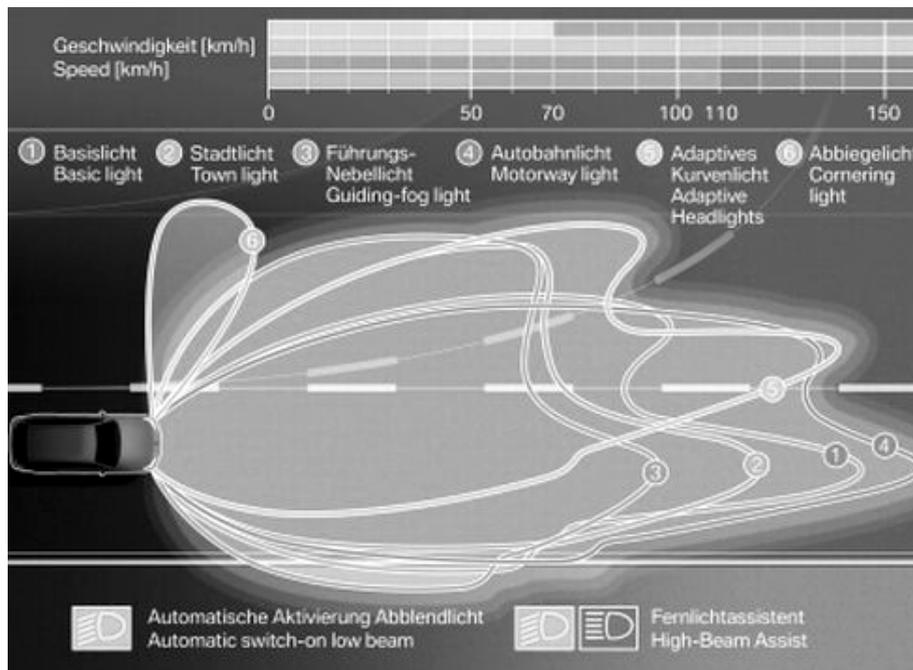
- Ley de Hielo: para evitar el patinaje sobre superficies deslizantes.
- Modo Underdrive para reservar potencia en caso de adelantamiento, curvas, etc.

### 11) Sistema de iluminación inteligente (Intelligent light system)

Tiene cinco funciones para modificar la altura e intensidad de las luces:

- Una de las funciones es para uso en autopistas. En esta el campo visual y, según datos del fabricante\*, tiene un rendimiento 60% mejor que los sistemas convencionales y un alcance aprox. de 120 m – esta función se activa a partir de los 90 km/h).
- La segunda función es para carreteras a velocidades menores de 90 km/h.

Las otras tres se encargan de activar neblineros; las luces siguen la orientación de las ruedas e iluminan los costados de la pista para tener una mayor orientación



La luz dinámica de giro adaptable nos demuestra que ilumina el curso del camino pivotando el módulo del faro para que siga las curvas del camino.

## 12) Otros sistemas electrónico

### **Distronic**

Es un sistema autónomo e inteligente para la velocidad de cruce. Por medio de un sensor de radar (con rango de 150 m), el sistema determina la velocidad relativa respecto al vehículo delantero.

De esta forma, si la distancia se reduce demasiado, el Disticronic desacelera automáticamente para mantener una distancia prudente (incluso puede frenar). Cuando la distancia aumenta, el sistema acelera automáticamente, hasta la velocidad programada.

### **Linguatronic**

Permite controlar el mando del teléfono celular integrado y del sistema de audio por medio de la voz. Este sistema permite cambiar de estaciones o hacer llamadas sin quitar la vista y atención de la pista

### **Thermotronic**

Es un mecanismo con un sensor solar que provee información con respecto al ángulo de incidencia del sol. Así el sistema detecta asientos que requieren ajustes de temperatura. En caso de exceso de monóxido de carbono en el exterior, el Thermotronic cierra la entrada de aire y añade ventilación adicional a los asientos posteriores.

## 13) Sistemas de navegación



En el tablero de la cabina, los mandos de audio y video se encuentran en el timón, además cuentan con pantallas de navegación, y sistema de información digital sobre parámetros del motor

#### 14) Sistema de reconocimiento de señales de tráfico

Quizás, a la vuelta de unos años, desaparezca la excusa de *'yo no vi esa señal'*, gracias al **sistema TSR** -Traffic Signal Recognition- desarrollado recientemente por el **CTAG** -Centro Tecnológico de la Automoción de Galicia- España.

El sistema TSR está **compuesto de tres tecnologías diferentes** que se complementan entre sí para poder ofrecer el mayor nivel de fiabilidad, ya que cada una de estas tecnologías por separado no podría ofrecer una fiabilidad al 100%.

La primera de las tecnologías, y quizás la más llamativa, sea una **cámara que permite reconocer las señales de tráfico** situadas en las carreteras, para su posterior interpretación. Si por ejemplo se trata de una señal de velocidad, el sistema **informa al conductor** por voz o mediante el cuadro de instrumentación, o si el conductor lo ha activado, **reduce la velocidad** del vehículo hasta la que indicaba la señal.

El segundo sistema **funciona conjuntamente con el GPS**, detectando en que carretera nos encontramos, y avisando de la limitación de velocidad con la que cuenta por defecto.

En cuanto al tercer sistema, se trata del V2V, con unas **señales de tráfico que emitirían información** como la restricción que presentan.

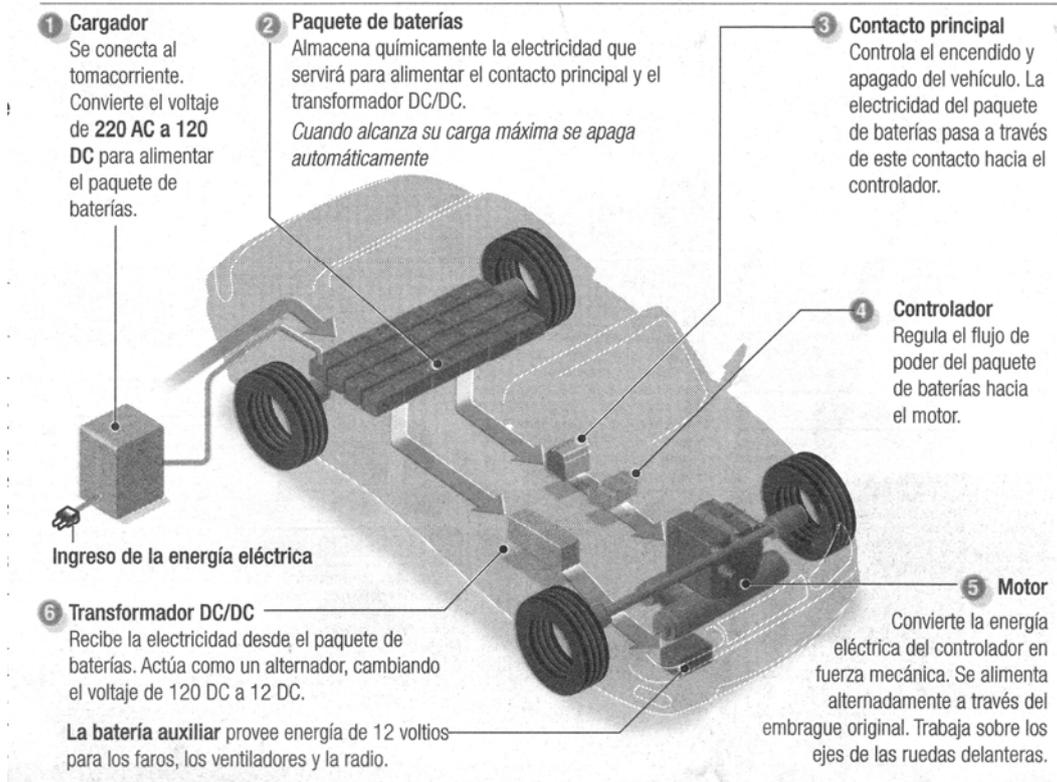
#### 15) Vehículos eléctricos

Estos vehículos eléctricos obtienen su capacidad de movimiento por la energía eléctrica liberada por unas baterías o bien por una célula de combustible de hidrógeno.

En un vehículo eléctrico puede haber un solo motor de tracción o varios, adosados a las ruedas. Su función es transformar la energía eléctrica que llega de las baterías en movimiento.

Esta energía puede ser aprovechada tal cual llega, o sea, en forma de corriente continua o bien, y gracias a un transformador, en forma de corriente alterna.

La siguiente figura es un esquema de un vehículo que tiene como fuente de energía la electricidad:

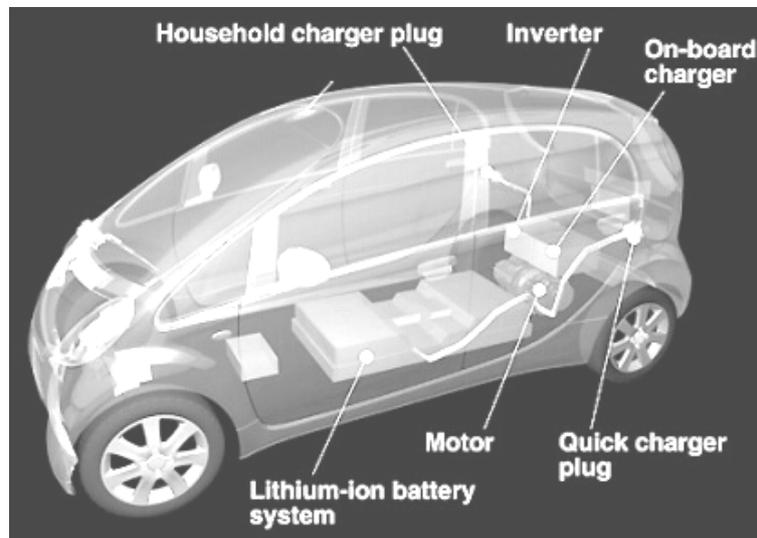


Fuente: Diario El Comercio

Algunos vehículos poseen dos enchufes: uno de carga rápida, que en unos 25 minutos recargará sus baterías al 80%, y uno de carga ordinaria, donde el tiempo de recarga será ya entre siete y trece horas. Por ahora, además de en las baterías, Mitsubishi se está centrando en el desarrollo del cargador rápido: quiere que sea lo suficientemente bueno sin acortar demasiado la vida de las baterías, que es el principal inconveniente de los cargadores rápidos actuales.

## 16) Vehículos híbridos

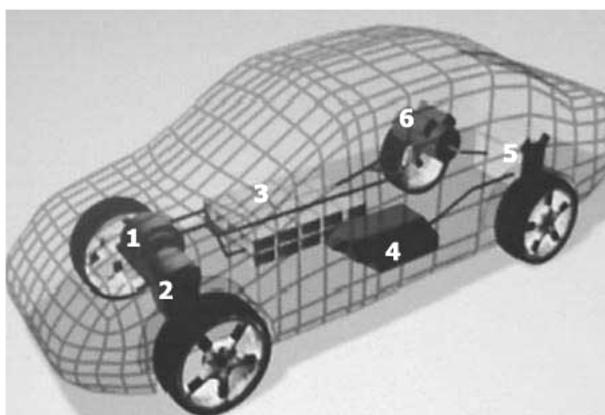
Se conoce como Híbrido, al vehículo que es movido como consecuencia de la combinación de dos fuentes de energía diferentes; ejemplo, gasolina/electricidad, diesel/electricidad, etc.



El Vehículo Híbrido tiene un motor a gasolina o diesel, tan igual al que se ve en cualquier vehículo, con la diferencia que; el motor es más pequeño, y usa tecnología avanzada, para reducir la contaminación y mejorar el rendimiento.

El Motor Eléctrico viene equipado con sofisticados adelantos de la electrónica, que le permite hacer la función de motor, y Generador. Por ejemplo; puede usar la carga de la batería, para acelerar el vehículo; pero también actúa como un Generador [no en todos los casos], si el vehículo no requiere fuerza; retornando energía a las baterías.

Existen dos tipos de vehículos híbridos: En serie y en paralelo.



**Vehículo Híbrido en Serie**

- 1) Motor Eléctrico
- 2] transmision de un solo cambio
- 3] paquete de baterías
- 4]tanque de gasolina
- 5] Motor a gasolina
- 6] Generador

El motor a gasolina[5], da vueltas al **Generador[6]**; el Generador carga las baterías[3] ; y estas dan fuerza al Motor Eléctrico[1], para que este a su vez, de vueltas a la transmision[2], generando así, el movimiento del vehículo; El motor a gasolina en este sistema, no mueve directamente al vehículo.

La transmision [2] en este sistema, es similar a la de un vehículo eléctrico. [no tiene engranes de cambios]



Como ventajas del vehículo híbrido podemos mencionar las siguientes:

- Importante **ahorro en consumo**, cercano al **30%**,
- **Rebaja en las emisiones de dióxido de carbono** a la atmósfera.

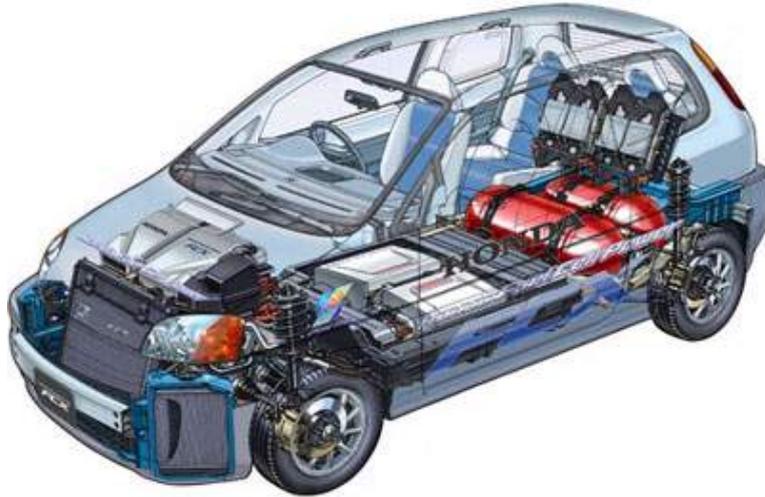
#### 17) Vehículos a hidrógeno

Si hoy la apuesta para enfrentar la contaminación del aire son los vehículos híbridos, la respuesta para sustituir al petróleo sería el hidrógeno.

La Toyota ha dado ha anunciado el lanzamiento de vehículos de hidrógeno, antes de 2015. El ministerio japonés ha certificado su modelo FCHV, lo que significa la primera homologación que se da en Japón a un vehículo de este tipo, para su comercialización.

Anteriormente Toyota ya había realizado estudios con vehículos de hidrógeno, sobre todo para el transporte público, con la puesta en funcionamiento entre agosto de 2003 y diciembre de 2004 de un bus urbano en el área metropolitana de Tokio; y actualmente ocho Toyota FCHV-BUS están transportando a los visitantes de la Exposición Internacional de Aichi (Japón) entre Nagakute y Seto.

Por todo esto, el fabricante automotriz ve un futuro cercano para los automóviles de pila de combustible con hidrógeno, y de momento va a ofrecer la FCHV a diferentes gobiernos e industrias energéticas. Esto es necesario antes de que en 2015, según Toyota, estos autos puedan ir sustituyendo a los de combustible convencional.



Disposición interna de un vehículo Honda a hidrógeno

Dentro de quince o veinte años los vehículos de hidrógeno se empezarán a venderse a gran escala, pero hay muchos problemas técnicos por resolver.

El mayor problema es la autonomía, uno no podría llegar muy lejos con un vehículo de hidrógeno, porque no encontraría estaciones de servicio donde recargar. La producción de hidrógeno a gran escala para utilizarlo como combustible es un problema que no está resuelto técnicamente. Se puede obtener hidrógeno del agua ( $H_2O$ ), separándolo del oxígeno, o de hidrocarburos como el metano ( $CH_4$ ), separándolo del carbono, pero es un proceso poco eficaz que requiere mucha energía. Haría falta la energía de 400 centrales nucleares para producir el hidrógeno necesario para alimentar el parque automovilístico de Estados Unidos.

Algunas compañías petroleras ya han empezado a investigar cómo obtener hidrógeno de manera más eficaz.

Mercedes Benz tiene en la actualidad más de 60 modelos de hidrógeno circulando en cinco países y 30 autobuses de hidrógeno en diez ciudades europeas, tres de ellos en Barcelona, pero sigue trabajando para mejorar la producción de hidrógeno".



## ANEXO 1 : DEFINICIONES

(De acuerdo al Reglamento Nacional de Vehículos. DS No 058-2003 MTC)

Para la aplicación de lo dispuesto en el RNV, se entiende por:

- 1) **Ambulancia.-** Vehículo diseñado para el transporte de personas enfermas o heridas y que cuenta con los equipos de auxilio médico apropiados para dicho fin.
- 2) **Asiento.-** Estructura ergonómica fijada al vehículo, de configuración adecuada para que una persona se siente, pudiendo ser este individual o múltiple.
- 3) **Banda de rodamiento.-** Superficie exterior del neumático que entra en contacto con el piso. Área en donde se efectúan las ranuras principales o dibujos.
- 4) **Barra de tiro.-** Estructura rígida ó articulada que esta unida al remolque y que permite su acoplamiento al vehículo que lo hala.
- 5) **Bastidor.-** Estructura principal del vehículo compuesta por los largueros y sus refuerzos transversales, diseñada para soportar todos los componentes del vehículo, la mercancía y/o pasajeros.
- 6) **Cabina.-** Parte del vehículo de la categorías N y, cuando corresponda de la categoría L, diseñado de fábrica para alojar en su interior al conductor, acompañante de ser el caso y los mecanismos de control.
- 7) **Camión.-** Vehículo automotor de la categoría N, destinado exclusivamente para el transporte de mercancías con un peso bruto vehicular mayor o igual a 4000 kg. Puede incluir una carrocería o estructura portante.
- 8) **Camión Cisterna.-** Vehículo automotor de la categoría N, con carrocería cerrada destinada para el transporte de mercancías líquidas.
- 9) **Carcasa de neumático.-** Cuerpo principal o estructural del neumático que esta cubierto por la banda de rodamiento.
- 10) **Carrocería.-** Estructura que se instala sobre el chasis ó estructura autoportante, para el transporte de personas y/o mercancías.
- 11) **CBU.-** (Completely Built Unit), Unidad completamente ensamblada.
- 12) **Chasis.-** Estructura básica del vehículo, compuesta por el bastidor, el tren motriz, suspensión, dirección, ejes, ruedas y otras partes mecánicas relacionadas.  
En el caso de vehículos de la categoría O se considera únicamente las partes que correspondan.
- 13) **Circulina.-** Dispositivo de señalización óptica, centellante y visible alrededor del vehículo; utilizado para indicar situaciones de alerta y/o emergencia.

- 14) **CKD.-** (Completely Knocked Down), partes de una unidad para su ensamblado la cual puede ser completado con suministros de otros proveedores.
- 15) **Dolly .-** Vehículo que porta sobre su estructura una quinta rueda y que es empleado para el acople de un semirremolque en los vehículos bi-articulado soportando el peso de uno de ellos
- 16) **Eje.-** Elemento mecánico que sirve de soporte del vehículo, aloja a las ruedas y permite la movilidad del mismo.

Puede ser:

1. **Eje de tracción (Motriz).**- Eje que transmite la fuerza de tracción.
  2. **Eje direccional.**- Eje a través del cual se aplica los controles de dirección al vehículo.
  3. **Eje doble.**- Conjunto de dos (2) ejes motrices o no, separados a una distancia entre centros de ruedas superior a 1,20 m e inferior a 2,40 m.
  4. **Eje no motriz.**- Eje que soporta carga y no transmite la fuerza de tracción, es decir sus ruedas giran libremente.
  5. **Eje retráctil.**- Eje que puede dejar de tener contacto con la superficie de la vía mediante dispositivos mecánicos, hidráulicos o neumáticos.
  6. **Eje simple ó independiente.**- Eje que no forma conjunto de ejes, es decir se considera como tal, cuando la distancia entre su centro y el centro del eje más próximo es superior a 2,40m. Puede ser motriz o no, direccional o no, anterior, central o posterior.
  7. **Eje triple .-** Conjunto de tres (3) ejes motrices o no, separados a una distancia entre centro de ruedas externas superior a 2,40m e inferior a 3,60m.
- 17) **Empresa verificadora.**- Empresa nacional o extranjera autorizada por el Ministerio, SUNAT u otra entidad gubernamental competente, para realizar inspecciones vehiculares en el lugar que se designe previa a su nacionalización.
  - 18) **Enganche.**- Dispositivo mecánico de cierre automático que permite el acoplamiento de un remolque al vehículo que lo hala.
  - 19) **Entidad Revisora.**- Persona jurídica a cargo de las Revisiones Técnicas.
  - 20) **Equipos adicionales.**- Equipos o sistemas que, con montaje fijo sobre los vehículos de carga prestan servicios específicos, tales como alzar, compactar, mezclar, perforar, pulverizar, regar, succionar, transformar y otros.
  - 21) **Fórmula rodante.**- Nomenclatura para identificar la cantidad de puntos de apoyo de un vehículo, con relación a los puntos de tracción y/o dirección del mismo.

- 22) **Frenos.-** Conjunto de elementos del vehículo que permite reducir la velocidad, detener o asegurar la parada del mismo.

Pueden ser:

1. **Activador de freno de remolque.-** Dispositivo accionado por el conductor o de acción automática que activa independientemente los frenos de servicio del remolque o semirremolque.
  2. **Freno automático en caso de falla.-** Está constituido por el freno de emergencia, cuando éste se activa automáticamente.
  3. **Freno auxiliar.-** Sistema de freno con acción independiente y complementaria a los frenos de servicio, estacionamiento y emergencia.
  4. **Freno de emergencia.-** Sistema de freno utilizado en caso de falla del freno de servicio. Está constituido por el freno de estacionamiento. Para los vehículos de las categorías M3, N3, O2, O3 y O4 debe activarse automáticamente en caso de falla del freno de servicio o en caso de desenganche del remolque o semirremolque.
  5. **Freno de estacionamiento.-** Sistema de freno utilizado para impedir el movimiento del vehículo cuando está estacionado, también se emplea como freno de emergencia.
  6. **Freno de servicio.-** Sistema principal de freno utilizado para reducir la velocidad o detener el vehículo, debe actuar sobre cada extremo del eje.
- 23) **Furgón.-** Carrocería de estructura diseñada para el transporte de carga, en un solo compartimiento cerrado.
- 24) **Habitáculo.-** parte interior de la carrocería o cabina en la cual se sitúa y protege al personal de operación y/o pasajeros y carga cuando corresponda.
- 25) **Lámina retroreflectiva.-** Dispositivo de seguridad conformado por elementos prismáticos catadriópticos que reflejan la luz.
- 26) **Luces.-** Dispositivos de alumbrado del vehículo, pueden ser:
1. **Luz alta.-** Luz utilizada para alumbrar una mayor distancia de la vía por delante del vehículo, también denominada de carretera.
  2. **Luz baja.-** Luz de corto alcance, utilizado para alumbrar la vía por delante del vehículo, sin deslumbrar a los conductores que transiten en sentido contrario.
  3. **Luz de alumbrado interior.-** Luz que ilumina el interior del habitáculo del vehículo en forma tal que no produzca deslumbramiento ni moleste indebidamente a los demás usuarios de la vía.

4. **Luz de emergencia.-** Sistema de señalización óptica de emergencia que activan todas las luces direccionales del vehículo para advertir que el mismo representa temporalmente un peligro para los demás usuarios de la vía.
  5. **Luz de freno.-** Luz del vehículo que se activa automáticamente con el pedal de freno que indica la acción de frenado.
  6. **Luz de largo alcance.-** Complementarias a las luces altas utilizada para alumbrar una mayor distancia de la vía por delante del vehículo.
  7. **Luz de placa posterior.-** Luz que ilumina la placa posterior del vehículo.
  8. **Luz de posición delantera, lateral y posterior.-** Luces del vehículo usadas para indicar la presencia, ancho y largo del mismo..
  9. **Luz de retroceso.-** Luz activada automáticamente con la marcha atrás que indica el retroceso del vehículo.
  10. **Luz direccional.-** Luz que advierte la intención del conductor de cambiar la dirección del vehículo, hacia la derecha o izquierda.
  11. **Luz neblinero delantero.-** Haz de luz abierto y de corto alcance ubicado en la parte delantera del vehículo para alumbrar la carretera en condiciones de neblina.
  12. **Luz neblinero posterior.-** Haz de luz de mayor intensidad ubicado en la parte posterior del vehículo para indicar la posición del mismo en condiciones de neblina.
  13. **Luz perimétrica (Gálibo).-** Luz instalada lo más cerca posible del borde exterior más elevado del vehículo e indica el ancho total del mismo. En determinados vehículos, esta luz sirve de complemento a las luces de posición delantera y posterior para señalar su volumen.
  14. **Luz testigo.-** Luz de baja intensidad ubicado en el tablero del vehículo y visualizada a poca distancia, tiene por finalidad indicar el funcionamiento u operación de algunos dispositivos en el vehículo.
- 27) **Mercancías:**
1. **Mercancía divisible.-** Mercancía que por sus características puede ser fraccionada sin afectar su naturaleza, pudiendo ser reubicada para el cumplimiento del transporte de mercancías de acuerdo a las disposiciones de presente Reglamento.
  2. **Mercancía especial.-** Mercancía peligrosa y/o indivisible, que por sus características requiere de un permiso por parte del Ministerio para poder ser transportado por el SNTT.
  3. **Mercancía indivisible.-** Mercancía que por sus características no puede ser fraccionada y cuyo transporte no puede ser efectuado sin exceder los límites de los pesos y/o medidas establecidos en el presente Reglamento.

4. **Mercancía peligrosa:** Mercancía consignada en la Tabla A del numeral 1, capítulo 2 de la parte 3 del Acuerdo Europeo sobre Transporte Internacional de Mercancía Peligrosa por Carretera (Internacional Carriage of Dangerous Goods by Road - ADR), sus reestructuraciones y modificaciones al 1 de enero de 2003.
- 28) **Neumático redibujado.-** Neumático que luego de haberse desgastado, se vuelve operativo al efectuar nuevas ranuras en su banda de rodamiento, cuando las condiciones del mismo permiten.
- 29) **Neumático reencauchado.-** Neumático que luego de haberse desgastado, se vuelve operativo al adherirle una nueva banda de rodamiento.
- 30) **Odómetro.-** Instrumento que registra la distancia recorrida en km.
- 31) **Ómnibus.-** Vehículo motorizado de la categoría M3, con un peso neto no menor a 4000 kg y un peso bruto vehicular superior a los 12000 kg.

Pueden ser:

1. **Ómnibus convencional.-** Vehículo con la carrocería unida directamente sobre el bastidor del chasis, bastidor que no sufre ninguna alteración ni modificación estructural, ni modificación dimensional en la distancia entre ejes durante el proceso de carrozado. Los vehículos de este tipo pueden tener el motor ubicado en la parte frontal, central o posterior del chasis.
  2. **Ómnibus integral.-** Vehículo con la carrocería monocasco autoportante a la cual se fija el conjunto direccional en la parte delantera y el conjunto del tren motriz en la parte posterior. La distancia entre ejes es determinada por el fabricante de la carrocería. Los vehículos de este tipo tienen necesariamente el motor ubicado en la parte posterior del vehículo.
  3. **Ómnibus articulado.-** Vehículo compuesto de dos secciones rígidas unidas entre sí por una junta articulada permitiendo libre paso entre una sección y otra.
  4. **Ómnibus bi-articulado.-** Vehículo compuesto de tres secciones rígidas unidas entre sí por dos juntas articuladas permitiendo libre paso entre las secciones.
- 32) **Parabrisas.-** Vidrio delantero del vehículo que permite la visibilidad al piloto y copiloto.
- 33) **Pesos y Capacidad de Carga:**
1. **Capacidad de carga.-** Carga máxima permitida por el presente Reglamento que puede transportar un vehículo sin que exceda el Peso Bruto Vehicular simple o combinado.
  2. **Peso bruto vehicular (PBV).-** Peso neto (Tara) del vehículo más la capacidad de carga.

3. **Peso bruto vehicular combinado (PBVC).**- Peso bruto vehicular de la combinación camión mas remolque(s) o tracto-camión mas semirremolque(s).
  4. **Peso máximo por eje(s).**- Peso Legal, es la carga máxima por eje o conjunto de ejes permitido por el presente Reglamento.  
En los vehículos cuyo peso máximo por eje señalado por el fabricante sean menores a los máximos establecidos en el presente Reglamento, dichos valores de fábrica se constituyen en los máximos permitidos.
  5. **Peso neto (Tara).**- Peso del vehículo en orden de marcha, sin incluir la carga o pasajeros (incluye el peso del combustible con los tanques llenos, herramientas y rueda(s) de repuesto)
  6. **Peso por eje(s).**- Es la carga transmitida al pavimento por los ejes o conjunto de ejes de un vehículo.
- 34) **Plataforma.**- Carrocería de estructura plana descubierta diseñada para el transporte de mercancías, la cual puede ser provista de barandas laterales, delanteras y posteriores, fijas o desmontables.
  - 35) **Quinta Rueda.**- Elemento mecánico ubicado en la unidad tractora que se emplea para el acople del semirremolque.
  - 36) **Reflectores.**- También catadióptrico o retro catadióptrico, dispositivo utilizado para indicar la presencia del vehículo mediante la reflexión de la luz procedente de una fuente luminosa independiente de dicho vehículo.
  - 37) **Relación potencia / capacidad de arrastre.**- Relación entre la potencia del motor y el peso bruto vehicular simple o combinado.
  - 38) **Remolcador (Tracto-Camión).**- Vehículo automotor diseñado para halar semirremolques y soportar la carga que le transmiten estos a través de quinta rueda.
  - 39) **Remolque.**- Vehículo no motorizado de la categoría O, diseñado para ser halado por un vehículo motorizado, de tal forma que ninguna parte de su peso descansa sobre el vehículo que lo hala.
  - 40) **Retrovisor.**- Dispositivo que permite al conductor la visibilidad clara hacia atrás y/o hacia los lados del vehículo, pueden estar montados en la parte exterior o interior del habitáculo.
  - 41) **Visor de punto ciego.**- Espejo, cámara o ventana que permite la visibilidad del punto ciego del lateral derecho del conductor.
  - 42) **Rueda.**- Dispositivo circular montado en los extremos del los ejes de un vehículo que permite su desplazamiento, esta conformado por el aro y su neumático correspondiente.
  - 43) **Semirremolque.**- Vehículo no motorizado con uno o más ejes, que se apoya en otro vehículo acoplándose a este y transmitiéndole parte de su peso mediante la quinta rueda.
  - 44) **Sirena.**- Dispositivo sonora de uso restringido para indicar situaciones de emergencia.

- 45) **Sistema antibloqueo.-** Dispositivo de control del sistema de frenos (Antilock Braking System-ABS), que evita el bloqueo de las ruedas al frenar el vehículo.
- 46) **SKD.-** (Semi Knocked Down), Unidad semi armada o semi desarmada
- 47) **Suspensión de aire o neumática.-** Suspensión que utiliza cojines o bolsas de aire como elemento portante de la carga. Se caracteriza por un mayor control de la suspensión, mejor distribución de la carga, así como menor vibración transmitida a la carga y la vía.
- 48) **Tacógrafo.-** Instrumento de registro que almacena información sobre la conducción de un vehículo, principalmente información de tiempos, velocidad y desplazamiento.
- 49) **Tapasol.-** Dispositivo diseñado para evitar el deslumbramiento del conductor.
- 50) **Tolva de volteo.-** Carrocería instalada sobre vehículos de las categorías N u O cuyo diseño comprende un mecanismo de volteo para la carga.
- 51) **Tren motriz.-** Conjunto mecánico que permite la propulsión del vehículo, esta constituido por el motor, caja de velocidades, eje(s) propulsor(es), conjunto diferencial y semiejes posteriores, etc.
- 52) **Trocha.-** Distancia entre centros de las ruedas o conjunto de ruedas externas en un eje.
- 53) **Vehículo.-** Medio capaz de desplazamiento pudiendo ser motorizado o no, que sirve para transportar personas o mercancías .  
Pueden ser:
1. **Vehículo articulado.-**Conjunto de vehículos acoplados, siendo uno de ellos motorizado.
  2. **Vehículo combinado.-** Combinación de dos o más vehículos siendo el primero un vehículo automotor y los demás remolcados.
  3. **Vehículo de carga.-** Vehículo motorizado destinado al transporte de mercancías, puede contar con equipos adicionales para prestación de servicios especializados.
  4. **Vehículos de Colección.-** Vehículo motorizado, con una antigüedad mayor a 35 años, debidamente restaurado y acreditado por el certificado correspondiente.
  5. **Vehículo Especial.-** Vehículo que no cumple con las disposiciones de pesos, medidas, emisiones u otras establecidas en el presente Reglamento o, que realizan una función especial.  
No se consideran Vehículos Especiales las máquinas y equipos diseñados y fabricados exclusivamente para el uso fuera del SNTT, en la industria de la construcción, minería y agricultura (máquinas amarillas y máquinas verdes).

6. **Vehículo incompleto.-** Es aquel que requiere la instalación de una carrocería para incorporarse al SNTT. De acuerdo a su uso, se trata de chasis motorizado para las categorías M y N, o de chasis cabinado para la categoría N.
- 54) **Velocímetro.-** Instrumento que indica la velocidad del vehículo en km/h.
- 55) **Vías terrestres.-** Sistema de vías públicas incluyendo las concesionadas, así como las privadas, por donde circulan los vehículos, a excepción de las vías férreas.
- 56) **Sistema Nacional de Transporte Terrestre (SNTT).-** Sistema de vías públicas de transporte terrestre vehicular.
- 57) **Voladizo delantero.-** Distancia entre el centro del eje delantero y la parte más sobresaliente del extremo delantero del vehículo.
- 58) **Voladizo posterior.-** Distancia entre el centro del último eje posterior y la parte más sobresaliente del extremo posterior del vehículo.

## ANEXO 02: Definiciones y categorías de los vehículos

(Según el Real Decreto 2822/1998, de 23 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento General de Vehículos. España.)

### A. Definiciones

A efectos de este Reglamento, se considerarán las siguientes definiciones:

- Vehículo: Aparato apto para circular por las vías o terrenos
- Vehículo de tracción animal: Vehículo arrastrado por animales.
- Ciclo: Vehículo de dos ruedas por lo menos, accionado por el esfuerzo muscular de las personas que lo ocupan, en particular mediante pedales o manivelas.
- Bicicleta: Ciclo de dos ruedas.
- Bicicleta con pedaleo asistido: Bicicleta que utiliza un motor, con potencia no superior a 0,5 kw, como ayuda al esfuerzo muscular del conductor. Dicho motor deberá detenerse cuando se de cualquiera de los siguientes supuestos:
  - El conductor deja de pedalear.
  - La velocidad supera los 25 km/h.
- Vehículo de motor: Vehículo provisto de motor para su propulsión. Se excluyen de esta definición los ciclomotores, los tranvías y los vehículos para personas de movilidad reducida.
- Ciclomotor: Tienen la consideración de ciclomotores los vehículos que se definen a continuación:
  - Ciclomotor de dos ruedas: Vehículo de dos ruedas, provisto de un motor de cilindrada no superior a 50 cm<sup>3</sup>, si es de combustión interna, y con una velocidad máxima por construcción no superior a 45 km/h.
  - Ciclomotor de tres ruedas: Vehículo de tres ruedas, provisto de un motor de cilindrada no superior a 50 cm<sup>3</sup>, si es de combustión interna, y con una velocidad máxima por construcción no superior a 45 km/h.
  - Cuatriciclos ligeros: Vehículos de cuatro ruedas cuya masa en vacío sea inferior a 350 kg, no incluida la masa de las baterías en el caso de los vehículos eléctricos, cuya velocidad máxima por construcción no sea superior a 45 km/h, y con un motor de cilindrada inferior o igual a 50 cm<sup>3</sup> para los motores de explosión, o cuya potencia máxima neta sea inferior o igual a 4kw, para los demás tipos de motores.
- Tranvía: Vehículo que marcha por raíles instalados en la vía.
- Vehículo para personas de movilidad reducida: Vehículo cuya tara no sea superior a 350 kg, y que, por construcción, no puede alcanzar en llano una velocidad superior a reducida 45 km/h, proyectado y

construido especialmente (y no meramente adaptado) para el uso de personas con alguna disfunción o incapacidad física. En cuanto al resto de sus características técnicas se les equiparará a los ciclomotores de tres ruedas.

- Automóvil: Vehículo de motor que sirve, normalmente, para el transporte de personas o cosas, o de ambas a la vez, o para la tracción de otros vehículos con aquel fin. Se excluyen de esta definición los vehículos especiales.
- Motocicleta: Tienen la consideración de motocicletas los automóviles que se definen en los dos epígrafes siguientes:
  - Motocicletas de dos ruedas: Vehículos de dos ruedas sin sidecar, provistos de un motor de cilindrada superior a  $50\text{ cm}^3$ , si es de combustión interna, y/o con una velocidad máxima por construcción superior a 45 km/h.
  - Motocicletas con sidecar: Vehículos de tres ruedas asimétricas respecto a su eje medio longitudinal, provistos de un motor de cilindrada superior a  $50\text{ cm}^3$ , si es de combustión interna, y/o con una velocidad máxima por construcción superior a 45 km/h.
- Vehículo de tres ruedas: Automóvil de tres ruedas simétricas, provisto de un motor de cilindrada superior a  $50\text{ cm}^3$ , si es de combustión interna, y/o con una velocidad máxima por construcción superior a 45 km/h.
- Cuatriciclo: Automóvil de cuatro ruedas cuya masa en vacío sea inferior o igual a 400 kg, ó 550 kg si se trata de vehículos destinados al transporte de mercancías, no incluida la masa de las baterías para los vehículos eléctricos, y cuya potencia máxima neta del motor sea inferior o igual a 15 kw. Los cuatriciclos tienen la consideración de vehículos de tres ruedas.
- Turismo: Automóvil destinado al transporte de personas que tenga, por lo menos, cuatro ruedas y que tenga, además del asiento del conductor, ocho plazas como máximo.
- Autobús o autocar: Automóvil que tenga más de 9 plazas incluida la del conductor, destinado, por su construcción y acondicionamiento, al transporte de personas y sus equipajes.  
Se incluye en este término el trolebús, es decir, el vehículo conectado a una línea eléctrica y que no circula por raíles.
- Autobús o autocar articulado: Autobús compuesto por dos partes rígidas unidas entre sí por una sección articulada. En este tipo de vehículos, los compartimentos para viajeros de cada una de ambas partes rígidas se comunican entre sí.  
La sección articulada permite la libre circulación de los viajeros entre las partes rígidas. La conexión y disyunción entre las dos partes únicamente podrá realizarse en el taller.

- Autobús o autocar de dos pisos: Autobús o autocar en el que los espacios destinados a los pasajeros están dispuestos, al menos parcialmente, en dos niveles superpuestos, de los cuales el superior no dispone de plazas sin asiento.
- Camión: Automóvil con cuatro ruedas o más, concebido y construido para el transporte de mercancías, cuya cabina no está integrada en el resto de la carrocería y con un máximo de 9 plazas, incluido el conductor.
- Furgón/Furgoneta: Automóvil con cuatro ruedas o más, concebido y construido para el transporte de mercancías, cuya cabina está integrada en el resto de la carrocería y con un máximo de 9 plazas, incluido el conductor.
- Tractocamión: Automóvil concebido y construido para realizar, principalmente, el arrastre de un semirremolque.
- Remolque: Vehículo no autopropulsado diseñado y concebido para ser remolcado por un vehículo de motor.
- Remolque de enganche o remolque completo: Remolque de al menos dos ejes y un eje de dirección como mínimo, provisto de un dispositivo de remolque que puede desplazarse verticalmente (en relación al remolque), que no transmita al vehículo de tracción una carga significativa (menos de 100 kg.)
- Remolque con eje central: Remolque provisto de un dispositivo de enganche que no puede desplazarse verticalmente (en relación al remolque) y cuyo(s) eje(s) esté(n) situado(s) próximo(s) al centro de gravedad del vehículo (cuando la carga esté repartida uniformemente) de forma que sólo se transmita al vehículo de tracción una pequeña carga estática vertical.
- Semirremolque: Vehículo no autopropulsado diseñado y concebido para ser acoplado a un automóvil, sobre el que reposará parte del mismo, transfiriéndole una parte sustancial de su masa.
- Caravana: Remolque o semirremolque concebido y acondicionado para ser utilizado como vivienda móvil, permitiéndose el uso de su habitáculo cuando el vehículo se encuentra estacionado.
- Vehículo articulado: Automóvil constituido por un vehículo de motor acoplado a un semirremolque.
- Tren de carretera: Automóvil constituido por un vehículo de motor enganchado a un remolque.
- Conjunto de vehículos: Un tren de carretera, o un vehículo articulado.
- Vehículo acondicionado: Cualquier vehículo cuyas superestructuras fijas o móviles estén especialmente equipadas para el transporte de mercancías a temperaturas dirigidas y en el que el espesor de cada pared lateral, incluido el aislamiento, sea de 45 mm., como mínimo.

- Derivado de turismo: Automóvil destinado a servicios o a transporte exclusivo de mercancías, derivado de un turismo del cual conserva la carrocería y dispone únicamente de una fila de asientos.
- Vehículo mixto adaptable: Automóvil especialmente dispuesto para el transporte, simultáneo o no, de mercancías y personas hasta un máximo de 9, incluido el conductor, y en el que se puede sustituir eventualmente la carga, parcial o totalmente, por personas mediante la adición de asientos.
- Autocaravana: Vehículo construido con propósito especial, incluyendo alojamiento vivienda y conteniendo, al menos, el equipo siguiente: asientos y mesa, camas o literas que puedan ser convertidos en asientos, cocina y armarios o similares. Este equipo estará rígidamente fijado al compartimento vivienda: los asientos y la mesa pueden ser diseñados para ser desmontados fácilmente.
- Vehículos todo terreno: vehículo con una masa máxima no superior a 2 toneladas, si va provisto de al menos, un eje delantero y un eje trasero, concebidos para poder ser simultáneamente propulsores, incluidos los vehículos en los que pueda desembragarse la motricidad de un eje o al menos un dispositivo de bloqueo del diferencial o un mecanismo de efecto similar, y si pueden subir una pendiente del 30 %, calculada para un vehículo unitario.
- Vehículo especial: Vehículo, autopulsado o remolcado, concebido y construido para realizar obras o servicios determinados y que, por sus características, está exceptuado de cumplir alguna de las condiciones técnicas exigidas en este Reglamento o sobrepasa permanentemente los límites establecidos en el mismo para masas o dimensiones, así como la maquinaria agrícola y sus remolques.
- Tractor agrícola: Vehículo especial autopulsado, de dos o más ejes, concebido y construido para arrastrar, empujar, llevar o accionar aperos, maquinaria o remolques agrícolas.
- Motocultor: Vehículo especial autopulsado, de un eje, dirigible por manceras por un conductor que marche a pie. Ciertos motocultores pueden, también, ser dirigidos desde un asiento incorporado a un remolque o máquina agrícola o a un apero o bastidor auxiliar con ruedas.
- Tractocarro: Vehículo especial autopulsado, de dos o más ejes, especialmente concebido para el transporte en campo de productos agrícolas.
- Máquina agrícola automotriz: Vehículo especial autopulsado, de dos o más ejes, concebido y construido para efectuar trabajos agrícolas.
- Portador: Vehículo especial autopulsado, de dos o más ejes, concebido y construido para portar máquinas agrícolas.

- Máquina agrícola remolcada: Vehículo especial concebido y construido agrícola para efectuar trabajos agrícolas que, para trasladarse y maniobrar debe ser arrastrado o empujado por un tractor agrícola, motocultor, portador o máquina agrícola automotriz. Se excluyen de esta definición los aperos agrícolas, entendiéndose por tales los útiles o instrumentos agrícolas, sin motor, concebidos y contruidos para efectuar trabajos de preparación de terreno o laboreo, que, además, no se consideran vehículos a los efectos de este Reglamento, así como también el resto de maquinaria agrícola remolcada de menos de 750 kg. de masa.
- Remolque agrícola: Vehículo especial de transporte construido agrícola y destinado para ser arrastrado por un tractor agrícola, motocultor, portador o máquina agrícola automotriz. Se incluyen en esta definición a los semirremolques agrícolas.
- Tractor de obras: Vehículo especial autopropulsado, de dos o más ejes, concebido y construido para arrastrar o empujar útiles, máquinas o vehículos de obras.
- Máquina de obras automotriz: Vehículo especial autopropulsado, de dos de obras o más ejes, concebido y construido para efectuar trabajos de obras.
- Máquina de obras remolcada: Vehículo especial concebido y construido para efectuar trabajos de obras, y que, para trasladarse y maniobrar, debe ser arrastrado o empujado por un tractor de obras o una máquina de obras auto motriz.
- Tractor de servicios: Vehículo especial autopropulsado, de dos de servicios o más ejes, concebido y construido para arrastrar o empujar vehículos de servicio, vagones u otros aparatos.
- Máquina de servicios automotriz: Vehículo especial autopropulsado, de dos o más ejes, concebido y construido para efectuar servicios determinados.
- Máquina de servicios remolcada: Vehículo especial concebido y construido para efectuar servicios determinados, y que, para trasladarse y maniobrar, debe ser arrastrado o empujado por un tractor de servicios o una máquina de servicios automotriz.
- Tren turístico: Vehículo especial constituido por un vehículo tractor y uno o varios remolques, concebido y construido para el transporte de personas con fines turísticos, con velocidad máxima limitada y sujeto a las limitaciones de circulación que imponga la autoridad competente en materia de tráfico.
- QUAD-ATV: Vehículo especial de cuatro o más ruedas fabricado para usos específicos muy concretos, con utilización fundamentalmente fuera de carretera, con sistema de dirección mediante manillar en el que el conductor va sentado a horcajadas y

dotado de un sistema de tracción adecuado al uso fuera de carretera y cuya velocidad puede estar limitada en función de sus características técnicas o uso. Se exceptúan de esta definición los vehículos incluidos en las categorías definidas en las Directivas europeas 92/61/CEE del Consejo, de 30 de junio de 1992, relativa a la recepción de los vehículos a motor de dos o tres ruedas, y 2002/24/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 18 de marzo de 2002, relativa a la homologación de los vehículos a motor de dos o tres ruedas.

## **B. Clasificación por criterios de construcción**

(Primer grupo en cifras)

- 01 Vehículo de tracción animal: Vehículo arrastrado por animales.
- 02 Bicicleta: Es el ciclo de dos ruedas.
- 03 Ciclomotor: Vehículo de dos o tres ruedas provisto de un motor de cilindrada no superior a  $50 \text{ cm}^3$ , si es de combustión interna, y con una velocidad máxima por construcción no superior a 45 km/h.  
Vehículo de cuatro ruedas cuya masa en vacío sea inferior a 350 kg, no incluida la masa de las baterías en el caso de los vehículos eléctricos, cuya velocidad máxima por construcción no sea superior a 45 km/h y con un motor de cilindrada inferior o igual a  $50 \text{ cm}^3$  para los motores de combustión interna, o cuya potencia máxima neta sea inferior o igual a 4 kw para los demás tipos de motores.
- 04 Motocicleta: Automóvil de dos ruedas o con sidecar
- 05 Motocarro: Vehículo de tres ruedas dotado de caja o plataforma para el transporte de cosas.
- 06 Automóvil de tres ruedas: Vehículo de tres ruedas y cuatriciclos.
- 10 Turismo: Automóvil distinto de la motocicleta, especialmente concebido y construido para el transporte de personas y con capacidad hasta 9 plazas, incluido el conductor.
- 11 Autobús o autocar MMA  $\leq 3.500 \text{ kg.}$ : Automóvil concebido y construido para el transporte de más de 9 personas incluido el conductor, cuya masa máxima autoriza de no exceda de 3.500 kg.
- 12 Autobús o autocar MMA  $> 3.500 \text{ kg.}$ : Automóvil concebido y construido para el transpone de más de 9 personas incluido el conductor, cuya masa máxima autoriza de excede de 3.500 kg.
- 13 Autobús o autocar articulado: El compuesto por dos secciones rígidas o autocar unidas por otra articulada que las comunica.
- 14 Autobús o autocar mixto: El concebido y construido para transportar personas y mercancías simultánea y separadamente.

- 15 Trolebús: Automóvil destinado a transporte de personas con capacidad para 10, o más plazas, incluido el conductor, accionado por motor eléctrico con toma de corriente por trole, que circula por carriles.
- 16 Autobús o autocar de dos pisos: Autobús o autocar en el que los espacios o destinados a los pasajeros están dispuestos, al menos parcialmente, en dos niveles superpuestos, de los cuales el superior no dispone de plazas sin asiento.
- 20 Camión MMA  $\leq 3.500$  kg.: El que posee una cabina con capacidad hasta 9 plazas, no integrada en resto de la carrocería, y cuya masa máxima autoriza de no exceda de 3.500 kg.
- 21 Camión  $3.500 \text{ kg.} < \text{MMA} \leq 12.500 \text{ kg.}$ : El que posee una cabina con capacidad hasta 9 plazas, no integrada en resto de la carrocería, y cuya masa máxima autorizada es superior a 3.500 kg, e igual o inferior a 12.000 kg.
- 22 Camión MMA  $> 12.000$  kg.: El que posee una cabina con capacidad hasta 9 plazas, no integrada en resto de la carrocería, y cuya masa máxima autoriza de sea superior a 12.000 kg.
- 23 Tracto-camión: Automóvil para realizar principalmente el camión arrastre de un semirremolque.
- 24 Furgón/furgoneta MMA  $\leq 3.500$  kg.: Automóvil destinado al transpone de mercancías cuya cabina está integrada en el resto de la carrocería con masa máxima autorizada igual o inferior a 3.500 kg.
- 25 Furgón  $3.500 \text{ kg.} < \text{MMA} \leq 12.000 \text{ kg.}$ : Camión en el que la cabina está integrada en el resto de la carrocería, con masa máxima autorizada superior a 3.500 kg, e igual o inferior a 12.000 kg.
- 26 Furgón MMA  $> 12.000$  kg. Camión en el que la cabina está integrada en el resto de la carrocería, y cuya masa máxima autorizada sea superior a 12.000 kg.
- 30 Derivado de turismo: Vehículo automóvil destinado a servicios o a transporte exclusivo de mercancías, derivado de un turismo del cual conserva la carrocería y dispone únicamente de una fila de asientos.
- 31 Vehículo mixto adaptable: Automóvil especialmente dispuesto para mixto el transporte, simultáneo o no, de mercancías y personas hasta un máximo de 9 incluido el conductor, y en el que se puede sustituir eventualmente la carga, parcial o totalmente, por personas mediante la adición de asientos.

- 32 Auto-caravana MMA  $\leq 3.500$  kg.: Vehículo construido con propósito especial, incluyendo alojamiento vivienda y conteniendo, al menos, el equipo siguiente: asientos y mesa, camas o literas que puedan ser convertidos en asientos, cocina y armarios o similares. Este equipo estará rígidamente fijado al compartimento vivienda: los asientos y la mesa pueden ser diseñados para ser desmontados fácilmente.
- 33 Auto-caravana MMA  $> 3.500$  kg.: Vehículo construido con propósito especial, incluyendo alojamiento vivienda y conteniendo, al menos, el equipo siguiente: asientos y mesa, camas o literas que puedan ser convertidos en asientos, cocina y armarios o similares. Este equipo estará rígidamente fijado al compartimento vivienda: los asientos y la mesa pueden ser diseñados para ser desmontados fácilmente.
- 40 Remolque y semirremolque ligero MMA  $\leq 750$  kg.: Aquellos cuya masa máxima autorizada no exceda de 750 kg. A efectos de esta clasificación se excluyen los agrícolas.
- 41 Remolque y semirremolque  $750$  kg.  $< MMA \leq 3.500$  kg.: Aquellos cuya masa máxima autorizada sea superior a 750 kg, e igual o inferior a 3.500 kg. A efectos de esta clasificación se excluyen los agrícolas.
- 42 Remolque y semirremolque  $3.500$  kg.  $< MMA \leq 10.000$  kg.: Aquellos cuya masa máxima autorizada sea superior a 3.500 kg, e igual o inferior a 10.000 kg. A efectos de esta clasificación se excluyen los agrícolas.
- 43 Remolque y semirremolque MMA  $> 10.000$  kg.: Aquellos cuya masa máxima autorizada exceda de 10.000 kg. A efectos de esta clasificación se excluyen los agrícolas.
- 50 Tractor agrícola: Vehículo especial autopropulsado, de dos o más ejes, concebido y construido para arrastrar o empujar aperos, maquinaria o remolques agrícolas.
- 51 Motocultor: Vehículo especial autopropulsado, de un eje, dirigible por manceras por un conductor que marche a pie. Ciertos motocultores pueden también ser dirigidos desde un asiento incorporado a un remolque o máquina agrícola o a un aparato o bastidor auxiliar con ruedas.
- 52 Portador: Vehículo especial autopropulsado de dos o más ejes, concebido y construido para portar máquinas agrícolas.
- 53 Tractocarro: Vehículo especial autopropulsado de dos o más ejes, especialmente concebido para el transporte en campo de productos agrícolas.

- 54 Remolque agrícola: Vehículo especial de transporte construido y destinado para ser arrastrado por un tractor agrícola, motocultor, portador o máquina agrícola automotriz. Se incluyen en esta definición a los semirremolques agrícolas.
- 55 Máquina agrícola automotriz: Vehículo especial autopropulsado, de dos o más ejes, concebido y construido para efectuar trabajos agrícolas.
- 56 Máquina agrícola remolcada: Vehículo especial concebido y construido para efectuar trabajos agrícolas, y que, para trasladarse y maniobrar debe ser arrastrado o empujado por un tractor, motocultor, portador o máquina agrícola automotriz. Se excluyen de esta definición los aperos agrícolas, entendiéndose por tales los útiles o instrumentos agrícolas, sin motor, concebidos y construidos para efectuar trabajos de preparación de terreno o laboreo que, además, no se consideran vehículos a los efectos de este Reglamento, así como también el resto de maquinaria agrícola remolcada de menos de 750 kg de masa.
- 60 Tractor de obras: Vehículo especial autopropulsado, de dos de obras o más ejes concebido y construido para arrastrar o empujar útiles, máquinas o vehículos de obras.
- 61 Máquina de obras automotriz: Vehículo especial autopropulsado, de dos de obras o más ejes, concebido y construido para automotriz efectuar trabajos de obras.
- 62 Máquina de obras remolcada: Vehículo especial concebido y construido de obras para efectuar trabajos de obras, y que, para trasladarse y maniobrar, debe ser arrastrado o empujado por un tractor o máquina automotriz.
- 63 Tractor de servicios: Vehículo especial autopropulsado, de dos de servicios o más ejes, concebido y construido para arrastrar o empujar vehículos de servicio, vagones u otros aparatos.
- 64 Máquina de servicios automotriz: Vehículo especial autopropulsado de dos o más ejes, concebido y construido para efectuar servicios determinados.
- 65 Máquina de servicios remolcada: Vehículo especial, concebido y construido para efectuar servicios determinados, y que, para trasladarse y maniobrar, debe ser arrastrado o empujado por un tractor o máquina automotriz.
- 66 QUAD-ATV: Vehículo especial de cuatro o más ruedas fabricado para usos específicos muy concretos, con utilización fundamentalmente fuera de carretera, con sistema de dirección mediante manillar en el que el conductor va sentado a horcajadas y dotado de un sistema de tracción adecuado al uso fuera de carretera y cuya velocidad puede estar limitada en función de sus

características técnicas o uso. Se exceptúan de esta definición los vehículos incluidos en las categorías definidas en las Directivas europeas 92/61/CEE del Consejo, de 30 de junio de 1992, relativa a la recepción de los vehículos a motor de dos o tres ruedas, y 2002/24/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 18 de marzo de 2002, relativa a la homologación de los vehículos a motor de dos o tres ruedas.

- 70 Militares.
- 80 Tren turístico: Vehículo especial constituido por un vehículo tractor y uno o varios remolques, concebido y construido para el transporte de personas con fines turísticos, con velocidad máxima limitada y sujeto a las limitaciones de circulación que imponga la autoridad competente en materia de tráfico.

### **C. Clasificación por criterios de utilización**

(Segundo grupo de cifras)

- 00 Sin especificar: (Instrucción: se aplicará esta clave cuando el elemento a clasificar no esté encuadrado en ninguna de las clasificaciones siguientes).
- 01 Personas de movilidad reducida: Vehículo construido o modificado para la conducción por una persona con algún defecto o incapacidad físicos.
- 02 Familiar: Versión de un tipo de turismo en el que se ha aumentado el volumen destinado al equipaje con el fin de aumentar su capacidad o colocar una tercera fila de asientos.
- 03 Escolar: Vehículo destinado exclusivamente para el transporte de escolares.
- 04 Escolar no exclusivo: Vehículo para el transporte escolar, aunque no con exclusividad.
- 05 Escuela de conductores: Automóvil destinado a las prácticas de conducción.
- 06 Urbano: Vehículo concebido y equipado para transporte urbano y suburbano; los vehículos de esta clase tienen asientos y plazas destinadas para viajeros de a pie y están acondicionados para permitir los desplazamientos de los viajeros en razón de sus frecuentes paradas.
- 07 Corto recorrido: Vehículo concebido y equipado para transporte interurbano; estos vehículos no disponen de plazas destinadas especialmente para viajeros de a pie, pero pueden transportar este tipo de viajeros en cortos recorridos en el pasillo de circulación.

- 08 Largo recorrido: Vehículo concebido y equipado para viajes a gran distancia; estos vehículos están acondicionados en forma que se asegura la comodidad de los viajeros sentados, y no transportan viajeros de pie.
- 09 Derivado de camión: Versión de un camión especialmente equipado para el transporte de personas hasta, un máximo de nueve, incluido el conductor.
- 10 Plataforma: Vehículo destinado al transporte de mercancías sobre una superficie plana sin protecciones laterales.
- 11 Caja abierta: Vehículo destinado al transporte de mercancías en un receptáculo abierto por la parte superior. Los laterales podrán ser abatibles o fijos.
- 12 Porta-contenedores: Vehículo construido para el transporte de contenedores mediante dispositivos expresamente adecuados para la sujeción de éstos.
- 13 Jaula: Vehículo especialmente adaptado para el transporte de animales vivos.
- 14 Botellero: Vehículo especialmente adaptado para transporte de botellas o bombonas.
- 15 Porta-vehículos: Vehículo especialmente adaptado para vehículos transporte de otro u otros vehículos.
- 16 Silo: Vehículo concebido especialmente para el transporte de materias sólidas, pulverulentas o granulosas en depósito cerrado y con o sin medios auxiliares para su carga o descarga.
- 17 Basculante: Vehículo provisto de mecanismo que permitan llevar y/o girar la caja para realizar la descarga lateral o trasera.
- 18 Dumper: Camión basculante de construcción muy reforzada, de gran maniobrabilidad y apto para todo terreno.
- 19 Batería de recipientes: Vehículo destinado al transporte de carga en un grupo de recipientes fijos con sistema de conexión entre ellos (ver ADR).
- 20 Caja cerrada: Vehículo destinado al transporte de mercancías en un receptáculo totalmente cerrado.
- 21 Capitoné: Vehículo destinado al transporte de mercancías en un receptáculo totalmente cerrado, acolchado o adaptado especialmente en su interior.
- 22 Blindado: Vehículo destinado al transporte de personas y/o mercancías, de caja cerrada reforzada especialmente mediante un blindaje.
- 23 Isotermo: Vehículo cuya caja está construida con paredes aislantes, con inclusión de puertas, piso y techo, las cuales permiten limitar los intercambios de calor entre el interior y el exterior de la caja.

- 24 Refrigerante: Vehículo isoterma que, con ayuda de una fuente de frío, distinto de un equipo mecánico o de *absorción* permite bajar la temperatura en el interior de la caja y mantenerla.
- 25 Frigorífico: Vehículo isoterma provisto de un dispositivo de producción de frío individual o colectivo para varios vehículos de transporte (grupo mecánico de compresión, máquina de absorción, etc.) que permite bajar la temperatura en el interior de la caja y mantener la después de manera permanente en unos valores determinados.
- 26 Calorífico: Vehículo isoterma provisto de un dispositivo de producción de calor que permite elevar a temperatura en el interior de la caja y mantenerla después a un valor prácticamente constante.
- 27 Cisterna: Vehículo destinado al transporte a granel de líquidos o de gases licuados.
- 28 Cisterna isoterma: Cisterna construida con paredes aislantes que permiten limitar los intercambios de calor entre el interior y el exterior.
- 29 Cisterna refrigerante: Cisterna isoterma que, con ayuda de una fuente de frío, distinto de un equipo mecánico o de *absorción*, permite bajar la temperatura en el interior de la cisterna y mantenerla.
- 30 Cisterna frigorífica: Cisterna isoterma provista de un dispositivo de producción de frío individual o colectivo para varios vehículos de transporte (grupo mecánico de compresión, máquina de absorción, etc.) que permite bajar la temperatura en el interior de la cisterna y mantenerla después de manera permanente en unos valores determinados.
- 31 Cisterna calorífica: Cisterna isoterma provista de un dispositivo de producción de calor que permite elevar la temperatura en el interior de la cisterna y mantenerla después a un valor prácticamente constante.
- 32 Góndola: Vehículo cuya plataforma de carga tiene una altura muy reducida.
- 33 Todo terreno: Automóvil dotado de tracción a dos o más terreno ejes, especialmente dispuesto para circulación en terrenos difíciles, con transporte simultáneo de personas y mercancías, pudiéndose sustituir la carga, eventualmente, parcial o totalmente, por personas, mediante la adición de asientos, especialmente diseñados para tal fin.
- 40 Turismo destinado al servicio público de viajeros y provisto de aparato taxímetro.
- 41 Alquiler: Automóvil destinado al servicio público sin licencia municipal.

- 42 Autoturismo: Turismo destinado al servicio público de viajeros con licencia municipal, excluido el taxi.
- 43 Ambulancia: Automóvil acondicionado para el transporte idóneo de personas enfermas o accidentadas.
- 44 Servicio médico: Vehículo acondicionado para funciones sanitarias (análisis, radioscopia, urgencias, etc.).
- 45 Funerario: Vehículo especialmente acondicionado para el transporte de cadáveres.
- 46 Bomberos: Vehículo destinado al Servicio de los Cuerpos de Bomberos.
- 47 RTV: Vehículo especialmente acondicionado para emisoras de radio y/o televisión.
- 48 Vivienda: Vehículo acondicionado para ser utilizado como vivienda.
- 49 Taller o laboratorio: Vehículo acondicionado para el transporte de herramientas y piezas de recambio que permiten efectuar reparaciones.
- 50 Biblioteca: Vehículo adaptado y acondicionado de forma permanente para la lectura y exposición de libros.
- 51 Tienda: Vehículo especialmente adaptado y acondicionado de forma permanente para la venta de artículos.
- 52 Exposición u oficinas: Vehículo especialmente adaptado y acondicionado de forma permanente para su uso como exposición u oficinas.
- 53 Grúa de arrastre: Automóvil provisto de dispositivos que permiten, elevándolo parcialmente, el arrastre de otro vehículo.
- 54 Grúa de elevación: Vehículo provisto de dispositivos que permiten elevar cargas, pero no transportarlas. (No incluye los vehículos con dispositivos de autocarga).
- 55 Basurero: Vehículo especialmente construido para el transporte y tratamiento de desechos urbanos.
- 56 Hormigonera: Vehículo especialmente construido para el transporte de los elementos constitutivos del hormigón, pudiendo efectuar su mezcla durante el transporte.
- 57 Vehículo para ferias: Vehículos adaptados para la maquinaria de circo o ferias recreativas ambulantes.
- 59 Estación transformadora móvil: Vehículo dotado con los elementos necesarios para la producción de energía eléctrica.
- 60 Extractor de fangos: Vehículo dotado de una bomba de absorción para la limpieza de pozos negros y alcantarillas.
- 61 Autobomba: Vehículo equipado con una autobomba de presión para movimiento de materiales fluidificados.

- 62 Grupo electrógeno: Vehículo dotado con los elementos necesarios para la producción de energía eléctrica.
- 63 Compresor: Vehículo destinado a producir aire comprimido y transmitirlo a diversas herramientas o a locales con ambiente enrarecido.
- 64 Carretilla transportadora elevadora: Vehículo provisto de pequeña grúa u horquilla-plataforma para transportar o elevar elevadora pequeñas cargas en recorridos generalmente cortos.
- 65 Barredora: Vehículo para barrer carreteras y calles de poblaciones.
- 66 Bomba de hormigonar: Vehículo autobomba especialmente diseñado para movimiento de hormigón fluido.
- 67 Perforadora: Vehículo destinado a realizar perforaciones profundas en la tierra.
- 68 Excavadora: Vehículo especialmente diseñado para la excavación o desmonte del terreno, mediante cuchara de ataque frontal, acoplada a superestructura giratoria en plano horizontal.
- 69 Retroexcavadora: Vehículo especialmente diseñado para la excavación o desmonte del terreno, mediante cuchara de ataque hacia la máquina, acoplada a superestructura giratoria en plano horizontal.
- 70 Cargadora: Vehículo especialmente diseñado para el desmonte del terreno y para la recogida de materiales sueltos, mediante cuchara de ataque frontal, acoplada a superestructura no giratoria en plano horizontal.
- 71 Cargadora retroexcavadora: Vehículo provisto de cuchara cargadora en su parte delantera y de otra retroexcavadora en su parte posterior.
- 72 Traílla: Vehículo que arranca, recoge, traslada y extiende tierras. Si es autopropulsado, es mototraílla.
- 73 Niveladora: Vehículo que se utiliza para configurar toda clase de perfiles y extender el material arrancado o depositado. Si es autopropulsado, es motoniveladora.
- 74 Compactador vibratorio: Vehículo especialmente diseñado para la compactación de suelos y materiales mediante su peso y vibración.
- 75 Compactador estático: Vehículo especialmente diseñado para la compactación de suelos y materiales exclusivamente mediante su peso.
- 76 Riego asfáltico: Vehículo destinado a esparcir y extender sobre los diversos pavimentos betún asfáltico fluidificado.
- 77 Pintabandas: Vehículo usado para realizar líneas de señalizaciones y prescripciones en el suelo.
- 78 Quitanieves: Vehículo de motor destinado exclusivamente a retirar la nieve de las calzadas y caminos.

## ***Bibliografía***

- ANDERSON, Robert (1992), *Transmisiones automáticas y transejes*. México: Prentice Hall Inc. Mitchell Internacional, Inc. Traducción de GONZALES POZO, Virgilio.
- ARIAS PAZ (2001) *Manual de automóviles*. Madrid: CIE Inversiones Editoriales Dossat. 54ª Edición.
- BAMBAREN ALATRISTA, Celso (2007), *Perfil de seguridad vial. Coordinador Nacional Estrategia Sanitaria de Accidentes de Tránsito*. <http://www.minsa.gob.pe/ogdn/esp/pdf/Perfil%20de%20Seguridad%20Vial%20-%20Peru.pdf>
- BOISSEAUX (1981), *El Automóvil, Cálculo de piezas*.
- CEAC (2003), *Manual del automóvil*. Barcelona: Grupo Editorial CEAC.
- D.A. CHUDAKOV (1977). *Fundamentos de la teoría y el cálculo de tractores y automóviles*. Traducción al español: Editorial MIR.
- FRANCIS, Ed (1994). *Manual de servicio, mantenimiento y reparación de motocicletas*. México: Prentice Hall Inc. Traducción de SANCHEZ GARCIA, Manuel.
- H. GIL M. (2006), *Manual del automóvil. Reparación y mantenimiento*. Madrid: Cultural S.A. Edición MMVI. Tomos I,II,III y IV.
- M. LOZADA (2001). *Mecánica automotriz*. Lima: Editorial Educación
- MTC (2003). *Reglamento Nacional de Vehículos*. Lima: DS No 058 MTC
- MTC (2003). *Reglamento Nacional de Tránsito*. Lima.
- PANINFARINA AUTOMUNDO (1967). *Automundo*. Buenos Aires: Editorial Codex S.A.
- Real Decreto 2822/1998, de 23 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento General de Vehículos. España. [http://noticias.juridicas.com/base\\_datos/Admin/rd2822-1998.t4.html#anexo2](http://noticias.juridicas.com/base_datos/Admin/rd2822-1998.t4.html#anexo2)

- MTC (2003) *Reglamento Nacional de vehículos*. Lima. Aprobado con DS No 058-2003 MTC.
- MTC (2001), *Reglamento nacional de tránsito*. Lima. Aprobado con DS No 033-2001 MTC.
- RUEDAS Y TUERCAS No 419 (2008), *Para viajar con clase*. Lima: Editorial El Comercio.
- RUEDAS Y TUERCAS CAMIONES No 36 (2008). *Los primeros gigantes*. Lima: Editorial El Comercio
- SAN MIGUEL, Juan (1983). *A punto. Fichero práctico del automóvil*. Madrid: Alvi Industrias Gráficas S.A.
- SARPE (1985), *A punto. Fichero práctico del automóvil*. Madrid: Sociedad Anónima de Revistas, Periódicos y Ediciones).
- UNGER, Tomás (2002). *El automóvil*. Lima: Editora Automás S. A.