

2002

dossier

Trafico

# FRENOS

## DETENERSE A TIEMPO



- LOS ELEMENTOS QUE MÁS INFLUYEN EN LA FRENADA
- CÓMO FRENAR CON Y SIN ABS
- LOS SÍNTOMAS DE QUE LOS FRENOS FALLAN
- EL FUTURO: DISCOS CERÁMICOS Y AYUDA ELECTRÓNICA

**PARA FRENAR, HAY QUE CONVERTIR EL MOVIMIENTO EN CALOR**

# SEGURIDAD AL ROJO VIVO

**Para detener un vehículo –principal misión de los frenos– hay que convertir su energía cinética, responsable del movimiento, en otro tipo de energía. Los frenos aplican sobre una superficie solidaria con la rueda –disco o tambor– elementos que los detienen, convirtiendo el movimiento en calor.**

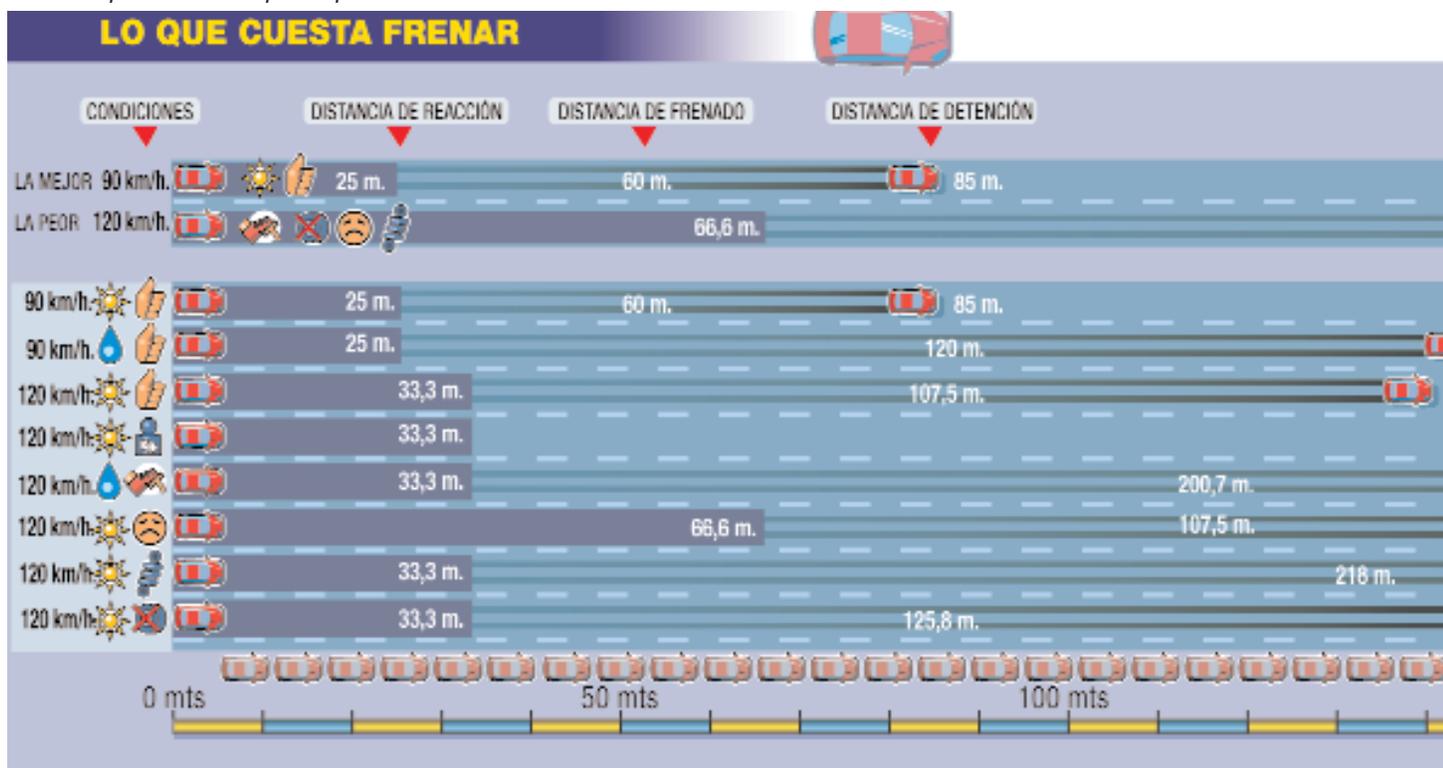


**L**o propósito principal de los frenos es disminuir la velocidad del vehículo para hacerlo controlable o detenerlo en una distancia razonable y bajo cualquier tipo de condiciones. “Lo que busca el sistema de frenos –explica Luis Martínez, profesor del Instituto Universitario de Investigación del Automóvil (INSIA), de Madrid– es conseguir la frenada óptima en cualquier tipo de su-

## DESCANSAR PARA FRENAR MEJOR

*Un estudio del profesor Powells, de la Universidad de Lovaina, señalaba que el cansancio debido a una mala amortiguación produce un incremento de en torno al 10% de la distancia de frenado. Otro cálculo de la Sécurité Routière francesa advierte que, tras dos horas de conducción, el tiempo de reacción se habrá duplicado. Así, a 120 km/h la distancia que recorremos antes de comenzar a frenar habrá pasado de 33 a 66,5 metros y la distancia total recorrida antes de detener el vehículo, de 162 metros a 195,6 m.*

### LO QUE CUESTA FRENAR



## LO QUE RECORREMOS... ...ANTES DE FRENAR

| Velocidad (en km/h) | Metros recorridos (tiempo reacción= 1 s.) |
|---------------------|---|
| 30                  | 8,33                                      |
| 50                  | 13,89                                     |
| 60                  | 16,67                                     |
| 80                  | 22,22                                     |
| 100                 | 27,78                                     |
| 120                 | 33,33                                     |
| 150                 | 41,67                                     |

perficie: el aprovechamiento máximo por las cuatro ruedas de la adherencia que proporcione la carretera”.

Para mover un automóvil hay que aplicar una fuerza, que se obtiene del combustible; una vez en marcha, aquel mantiene su energía (cinética) y movimiento hasta que los rozamientos que se oponen a ella (ruedas, rozamientos internos, aire...) no la absorben... Salvo que se apliquen los frenos.

Existen, básicamente, dos sistemas –de disco y de tambor– de funcionamiento similar. Además del estado del sistema, el estado de los neumáticos (presión, tipo, estado...), de la amortiguación, el tipo de carretera y asfalto, la velocidad de circulación, la carga, las condiciones climáticas (lluvia, nieve, hielo...), hacen aumentar o disminuir la distancia necesaria para detener el vehículo. Y un dato: cuanto mayor es la velocidad y menor el tiempo para frenar, mayor trabajo deben realizar los frenos y más alta temperatura alcanzan. Por tanto, los vehículos de más tamaño o más velocidad llevan frenos más grandes.

## CÓMO INFLUYEN EN LA FRENADA

Así influyen, en la frenada, los principales elementos ajenos al sistema de frenos que intervienen en ella:

### ● NEUMÁTICOS Y AMORTIGUACIÓN.

Los neumáticos son la única unión entre vehículo y vía y una de sus misiones principales es transmitir la fuerza motriz y la de frenado. Y deben hacerlo en todo tipo de superficie, esté seca, húmeda, mojada, nevada o helada. Además, el estado del dibujo de la banda de rodadura (“influye especialmente en los primeros momentos de la frenada, cuando puede producirse el aquaplaning”, según Luis Martínez)



Y la presión de inflado condicionan la eficacia de la frenada. Íntimamente ligado va el estado de la amortiguación, que, en caso de no ser correcto hace rebotar las ruedas del vehículo –si no hay contacto con el suelo la rueda no frena–, y alarga la distancia de frenado de forma considerable.

### ● CARRETERA Y CLIMATOLOGÍA.

Las diferentes superficies de las vías sobre las que se rueda también afectan a la capacidad para frenar. No sólo hay asfaltos que ‘agarran’ mejor, sino que la adherencia depende de las circunstancias climáticas: la calzada seca presenta coefi-



cientos de rozamiento más elevados y se frena mejor, lo cual disminuye con la humedad (en especial con las primeras lluvias tras los periodos de sequía, por la mezcla de agua y polvo), hasta llegar a la nieve y el hielo, cuyos coeficientes de adherencia son prácticamente nulos.

## MAL AMORTIGUADO, PEOR PARADO

Según un estudio de MONROE, fabricante de amortiguadores, quien lleva la amortiguación en mal estado –5% de los conductores– no sólo tiene problemas de incomodidad, sino también de seguridad. El estudio calculó que el deterioro de la amortiguación es responsable de un incremento del 10% en la distancia necesaria para frenar. Por ejemplo, si a 60 km/h la distancia de detención es de 34 metros, con la amortiguación en mal estado sería de 40,8 metros (casi 7 metros más).

cientos de rozamiento más elevados y se frena mejor, lo cual disminuye con la humedad (en especial con las primeras lluvias tras los periodos de sequía, por la mezcla de agua y polvo), hasta llegar a la nieve y el hielo, cuyos coeficientes de adherencia son prácticamente nulos.

● VELOCIDAD Y CARGA. A mayor velocidad de circulación o mayor masa (si un automóvil va cargado, igual) más cuesta detener un vehículo y, por ello, la distancia necesaria para frenar será mayor. “Cuanto mayor carga, mayor energía hay que disipar –explica Luis Martínez– y hay que hacer mayor es-



fuerzo sobre el sistema de frenos. Y éstos se calientan más. Para la misma cantidad de esfuerzo del conductor sobre el pedal, se necesitan más metros para detener el vehículo...” ♦



Todo bien



Suelo mojado



Suelo seco



Amortiguador mal



Conductor cansado



Neumáticos desgastados



Frenos mal



Carga

254,8 m.

321,4 m.

145 m.

140,8 m.

174,1 m.

234 m.

251,3 m.

159,1 m.

150 mts

200 mts

250 mts

300 mts

- **DISTANCIA DE REACCIÓN:** Es la distancia que se recorre sin frenar desde que el piloto advierte el peligro hasta que comienza a frenar.
- **DISTANCIA DE FRENADO:** Es la distancia recorrida desde que se comienza a frenar hasta que el coche se detiene totalmente.

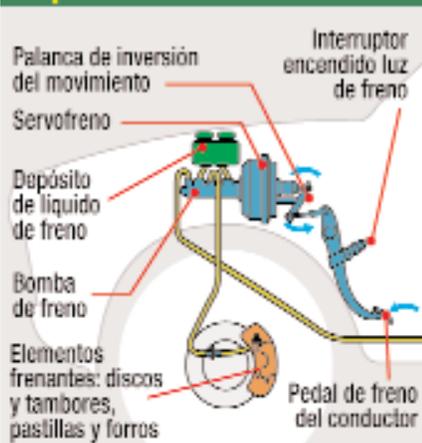
TODOS LOS ELEMENTOS QUE INTEGRAN EL SISTEMA DE FRENOS

# ESFORZARSE PARA PARAR

**Básicamente, existen dos clases de frenos: de disco y de tambor, aunque su fundamento es similar –convertir la energía de movimiento o cinética en calorífica– y la forma de funcionamiento muy parecida. Tienen piezas comunes, como las que llevan los esfuerzos ejercidos sobre el pedal hasta los elementos frenantes (tubos, líquidos, depósitos, latiguillos...), y los elementos de generación de esfuerzos (bomba y servofreno). Además, llevan válvulas limitadoras y compensadoras que normalmente afectan al eje trasero y que evitan que se bloquee antes éste que el delantero para evitar trompos.**



### Esquema del sistema de frenos



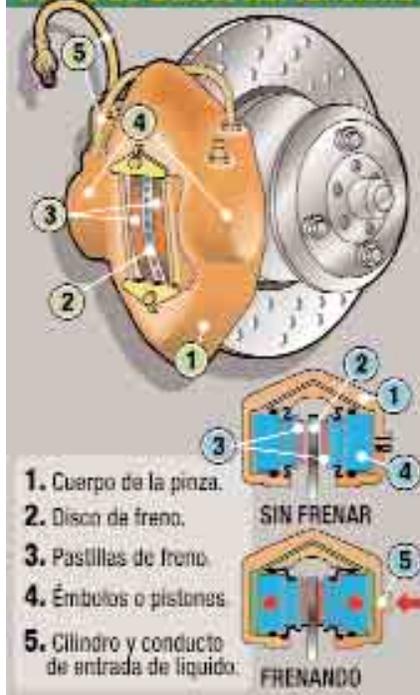
### DISCO: APRETAR PARA FRENAR

Aunque existen bastantes sistemas, básicamente todos constan de un disco de hierro que rueda anclado a la rueda y una pinza sujeta a una parte independiente del giro de la misma. Sin frenar, la pinza está separada del disco; cuando se acciona el pedal, el esfuerzo es transmitido hasta ella mediante un servofreno (que multiplica su intensidad). Unos émbolos empujan la pinza hacia el disco, poniendo en contacto con él los elementos frenantes, las pastillas (de resinas sintéticas polimerizadas, grafito y metales conductores), que lo frenan con mayor fuerza cuanto mayor es la presión aplicada en el pedal. Al soltar el pedal, las pinzas vuelven a la posición de

reposo y deja girar libremente el disco.

Al convertir la energía cinética en calor, los elementos del sistema de frenos sufren cambios de temperatura (mayores cuanto más fuerte es la frenada) que pueden llegar a ser de hasta 300°. Además, el calor hace perder eficacia a los elementos frenantes. Por ello, se han diseñado discos más anchos (entre 25 y 32 milímetros) que además, poseen en

### Freno de Disco: Así funciona



### ABS: FRENAR SIN BLOQUEAR

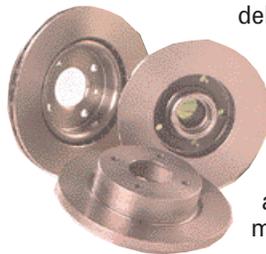
La distancia ideal de frenada se obtiene cuando las cuatro ruedas alcanzan el valor máximo de adherencia, justo antes del bloqueo. “En una frenada muy intensa –señala el libro “Frenado con ABS”, del Centro Zaragoza– en la que se aplica la máxima fuerza sobre el freno, por ejemplo, ante una situación de emergencia, podrían bloquearse las ruedas si la fuerza ejercida sobre una rueda es superior a la de adherencia de ella con el suelo, especialmente en firmes mojados y deslizantes”.

Esto trae consigo no sólo desaprovechar la frenada –bloqueada, la rueda no frena–, sino perder el control de la dirección y, en algún caso, de la estabilidad, con el subsiguiente derrape del eje trasero. En definitiva, un aumento de la distancia. Si se bloquean las ruedas traseras, el coche dará bandazos tendiendo a cruzarse en la carretera y a hacer trompos; si son las delanteras, continúa en línea recta, dejando inútil la dirección.

Para evitarlo, el ABS (Antilock Braking System) –siglas que agrupan varios sistemas que evitan el bloqueo– se integra en el circuito de frenos y detecta, midiendo varios parámetros, cuando una rueda va a bloquearse y adecúa el esfuerzo de frenada a la adherencia de cada rueda de forma independiente. Así, reduce la distancia de parada y mantiene el control de la direc-

## AYUDAR A FRENAR

Un estudio demostró que, ante situaciones de emergencia, incluso a una velocidad baja como 50 km/h., el 47% de los conductores aplicaba en el freno una fuerza insuficiente. Incluso con ABS, algunos disminuyeron la presión sobre el pedal al cabo de unas centésimas. Luis Porro, jefe de Prensa de Citroën, explica que "en la frenada media, el conductor muestra 'miedo' a frenar a fondo; a veces, por no bloquear las ruedas y otras, porque ha oído a sus padres que no hay que frenar a fondo..." Ante la conveniencia de suministrar fuerza adicional en estas frenadas surgieron sistemas de ayuda a la frenada (BAS): cuando se reconoce una frenada de emergencia –por la rapidez de depresión del pedal–, el sistema suministra a los frenos una fuerza de frenado constante.



su interior conductos para el paso del aire, deforma que se disipe más rápidamente el calor. De esta forma se pueden utilizar pastillas de materiales más duros, con lo que se aumenta el rendimiento de los frenos.

ción. Según expertos de Ford, con ABS se consigue una frenada un 30% mejor que sin él.

### ASR, ESP, DSA...

En maniobras críticas –como el frenado, en especial en curvas o con la calzada mojada o helada– donde es importante evitar el patinamiento de las ruedas, para obtener mejores distancias de detención se han diseñado sistemas electrónicos de control de tracción (ASR/TMC) que detectan cuando una rueda va a acelerarse respecto a las demás y reduce la fuerza entregada a la misma o la frena –o combina ambas acciones–. Un paso más adelante es la integración de los sistemas en un sistema de control dinámico (ESP/FDR). Estos evitan el deslizamiento del vehículo en sentido transversal, lo que permite conservar la trayectoria en curva, y evitan derrapajes. Para ello ajustan independientemente la distribución de la fuerza de frenado en cada rueda o actuando sobre la alimentación del motor para evitar excesos de aceleración.

### Control en curvas

Unos de los últimos elementos incorporados es al Control de Frenado en Curvas (CBC) y que, relacionado con el ABS, compensa cualquier movimiento desestabilizador del recorrido normal del eje al frenar en una curva con una regulación sensitiva de la presión de frenado en cada una de las ruedas.

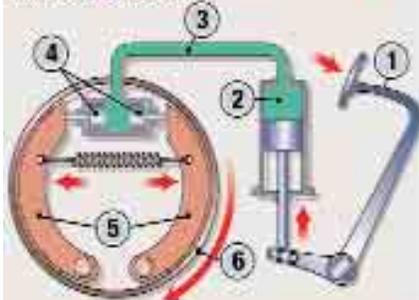
## TAMBOR: EMPUJAR PARA DETENERSE

Cuando los coches no podían alcanzar altas velocidades ni las carreteras lo permitían, los frenos de tambor se instalaban todos los modelos. "En la actualidad –señala Miguel de Castro, autor de la "Nueva Enciclopedia del Automóvil"–, la mayor responsabilidad de la frenada se encomienda a los frenos delanteros, de disco, pero los frenos de tambor se reservan para las ruedas traseras". La razón es que, por llevar todos los elementos encerrados, disipan peor el calor y presentan menos resistencia a la fatiga. Por eso los discos los han sustituido en el eje delantero, e incluso en el trasero en los vehículos potentes, pesados o caros.

Este sistema de frenos, también llamado de expansión, consta de un tam-

### Así funcionan los frenos de tambor

El pedal del freno (1) empuja un líquido en el cilindro (2) del que parten los tubos (3), uno hacia cada rueda.



En el plato de freno de cada rueda un cuerpo de bomba con dos pistones (4) recibe la presión, separa las zapatas articuladas (5) contra el tambor (6) que gira solidario con la rueda, frenándolo.

bor circular que –igual que el disco del anterior sistema– gira conjuntamente con la rueda. En su interior, unas mordazas, sujetas a una parte fija de la estructura, se expanden cuando se oprime el pedal del freno, poniendo en contacto los forros o guarniciones (elemento frenante, fabricado en amianto, resinas sintéticas, grafito o algunos metales) y frenando el tambor, y con él el automóvil. Un muelle se encarga, al soltar el pedal, de retornar la mordaza a su posición de reposo.

Un elemento los diferencia de los frenos de disco: normalmente, los frenos traseros de tambor se encargan de mantener el vehículo frenado cuando está estacionado, a través del freno de mano. Se trata de un mecanismo

## UNA LUZ EN EL TÚNEL DEL ACCIDENTE

Hoy en día, la gran mayoría de los vehículos equipan de serie la llamada 'tercera luz de freno' (o de stop de seguridad). Es un piloto, de color rojo, situado en la parte superior de la ventanilla trasera del vehículo y que, según los cálculos de quienes aconsejaban su instalación –entre ellos el Centro Zaragoza–, 'ahorra' un 20% de los accidentes por colisión. En EE.UU. se calculó que existe un 17% menos de posibilidades de chocar con quienes llevan este elemento.



que, a través de una palanca mecánica, obliga al bombín a expandir las mordazas para mantener el coche parado mientras la palanca permanezca accionada.

## EL QUINTO ELEMENTO

"Aunque resulta rarísimo –explica Miguel de Castro– entra dentro de lo posible la rotura de uno de los tubos por los que circula el líquido de frenos bajo presión hidráulica, lo que significaría la pérdida total de los mandos de freno". Por eso es obligatorio un doble circuito de frenos, que, si se produce la rotura, hace posible que el conductor 'se haga' con el vehículos al quedar sólo dos frenos inutilizados. Si los frenos unidos por un mismo circuito son, por ejemplo, el delantero derecho y el trasero izquierdo, se llama "frenado en X", aunque también es frecuente independizar los ejes.

Básicamente, la frenada comienza al pisar el pedal de freno. Este traslada la acción al servofreno que, mediante la depresión que recibe del colector de admisión, multiplica la fuerza ejercida por el conductor. Ésta acciona la bomba que, a través del circuito, lleva el esfuerzo de frenado a las pinzas (disco) o mordazas (tambor). Por último pero no menos importante, un interruptor eléctrico o "de stop" conecta de forma automática la luz trasera de frenos y, si existe, la tercera luz de freno cuando se acciona el pedal. Así, quien circule detrás de un vehículo que inicia una frenada sabe qué está ocurriendo y puede actuar en consecuencia. ♦

SI SE DISPONE DE  
ABS, AL FRENAR EL  
PEDAL COMENZARÁ A  
VIBRAR: HAY QUE  
MANTENER LA PRESIÓN  
SOBRE EL FRENO Y  
DIRIGIR EL VOLANTE  
HACIA DONDE QUEREMOS  
DIRIGIRNOS

**RUIDOS,  
CHIRRIDOS,  
RECORRIDO  
LARGO DEL  
PEDAL,  
FRENADA  
INSUFICIENTE...**



## LOS SÍNTOMAS DEL PELIGRO

**A pesar de que todos los conductores saben que los frenos son un elemento de seguridad fundamental, no todos los cuidan como se debe: cerca del 40% de los defectos leves y graves detectados por las ITV en los turismos están en ellos. Ruidos, chirridos, pérdida de líquido, dureza en el pedal o una frenada insuficiente son síntomas que deben llevar el coche al taller.**

**N**ingún conductor duda de que los frenos son fundamentales. Sin embargo, los resultados de las ITV del año 2000, facilitados por AECA-ITV (que agrupa a las estaciones en España) resaltan que un 40% del 1.760.000 defectos leves encontrados en turismos eran debidos a los frenos y otro 40% de los 874.000 graves también eran achacables a ellos. Ante cualquier síntoma, haga revisarlos un ta-

ller. A continuación detallamos los principales síntomas de que los frenos están 'en baja forma'.

Los coches suelen tener una luz de aviso de desgaste de las pastillas. No obstante, ésta puede fundirse o el desgaste de la pastilla que porte el testigo puede ser superior o inferior a las otras...

### El coche frena poco

● **Escasez de líquido de frenos.** Comprobar el depósito y si hay pérdidas a

través de conductos y latiguillos.

● **Pastillas o forros desgastados** –el usuario notará un chirrido–.

● **Pistones agarrotados**, tanto al frenar como al soltarse, por efecto de la pasta que forman grasa y polvo.

● **Tambores no esféricos o discos desgastados o con ranuras:** en especial en casos de emergencia, pueden llegar a parecer ineficaces.

### Pedal de freno duro

● Si, además el coche frena poco, haga comprobar el estado del servofreno. Cuanto mayor sea su deterioro, mayor esfuerzo se necesita para frenar.

### Frena mal y pierde líquido

● Cilindro maestro o bomba de freno en mal estado.

### El coche se va de lado

● **Estado de los neumáticos:** compruebe en especial la presión, que sean de igual marca y tipo, y que su desgaste sea similar.

### CUÁNDO REVISARLOS

Al margen de llevar el coche a revisión cuando notemos algún síntoma de que funcionan mal, hay que revisar sus elementos y sustituir las partes sometidas a fricción cada cierto tiempo

#### Líquido

● Revise el nivel de líquido de frenos en el vaso de expansión y verifique que

se encuentra entre los niveles recomendados.

● Sustituya el líquido cada 2 años ó 50.000 kilómetros.

#### Pastillas

● Revise su estado, y sustitúyalas si se enciende el piloto de desgaste.



● Su vida media es de 25.000 kms, aunque pueden desgastarse antes en función de su dureza y de la forma de conducción.

#### Discos

● Los expertos recomiendan cambiarlos cada 4 cambios de pastillas.

### CUANDO EL FRENO SUENA...

Los frenos de disco, aunque menos que hace años, son más ruidosos de lo que sería de desear. Según Miguel de Castro, autor de la "Nueva Enciclopedia del Automóvil", "los ruidos durante la frenada suave no deben ser preocupantes para el conductor. Sin embargo, no hay que confundirlos con el chirrido que se produce cuando el desgaste de las pastillas es manifiesto y llega a rozar el metal del soporte de las pastillas con el metal del disco de freno. Aquí hay que reparar de inmediato".

## CÓMO FRENAR

Para mejorar la frenada hay que mantener una distancia de seguridad adecuada. La ley dice que "todo conductor que circule con un vehículo detrás de otro deberá dejar entre ambos un espacio libre que le permita detenerse en caso de frenazo brusco, sin colisionar con él, teniendo en cuenta especialmente la velocidad y las condiciones de adherencia y frenado.". ¿Cómo se calcula? Tome una referencia por la que pase el vehículo precedente y cuente "1.101, 1.102...". Si su coche pasa por la referencia antes, va demasiado cerca... Otra 'fórmula': deje medio metro por cada km/h de velocidad (a 120 km/h, hay que dejar 60 m).

### Con frenos convencionales

Si damos un 'pisotón' se bloquean las ruedas, se necesitan más metros para frenar y se pierde



direccionalidad con el volante. Incluso pueden sobrevenir derrapes y vuelcos. La fórmula es aplicar desde el principio la misma presión sobre el pedal de forma que las ruedas no se bloqueen. Y si nota que lo hacen, suelte un poco el pedal hasta sentir que giren, y vuelva a presionar, siempre con suavidad

### Con ABS

El ABS sólo actúa cuando se pisa el freno con fuerza –lo desconocen muchos conductores–. Al funcionar el ABS, el pedal vibrará y se oirá un zumbido. Para realizar una frenada eficaz, hay que mantener la presión y pisar, a la vez, el embrague. Por su parte, hay que mantener el volante en la dirección que queremos seguir, ya que el ABS mantiene la direccionalidad.

**LOS RUIDOS PEQUEÑOS AL FRENAR POCO NO DEBEN PREOCUPAR. SI ES UN CHIRRIDO METÁLICO AL FRENAR A FONDO, VAYA RÁPIDO AL TALLER**

tación de los retenes por el uso obstaculicen el retorno de los pistones y éstos queden aplicados sobre las pastillas y estas frenen el disco.

### Pedal de freno blando

- Escasez de líquido en el circuito o utilización de un líquido inadecuado.

- Aire en el circuito: la presión no se trasmite adecuadamente. Mediante el sangrado, se saca el aire del mismo.

### Al frenar, vibra o tiembla

- Si la vibración se produce en los delanteros, se debe al desgaste irregular en los discos, a un 'juego' excesivo de la rueda (mal estado de los cojinetes o rodamientos de bujes), a mal estado de las rótulas y pivotes de suspensión o a la presencia de óxido en los discos.

- Si es en los traseros, se debe a la deformación de los tambores.

- Pastillas o forros engrasadas o vitrificadas debido a un gran recalentamiento de los mismos.

### Hacen ruido al frenar

Los frenos de disco son bastante escandalosos cuando se incumplen las especificaciones (tipo de pastillas, muelles anti-ruido y desgaste o desajuste en los mismos). Si los ruidos son pequeños al frenar poco y desaparecen al frenar a fondo, no deben preocupar, pero sí si se mantiene al frenar a fondo, en especial si hay un rechinar metálico. Las principales causas de ruidos son:

- Suciedad y óxido en los anclajes de las pastillas.

- Guarniciones de forros o pastillas desgastadas.

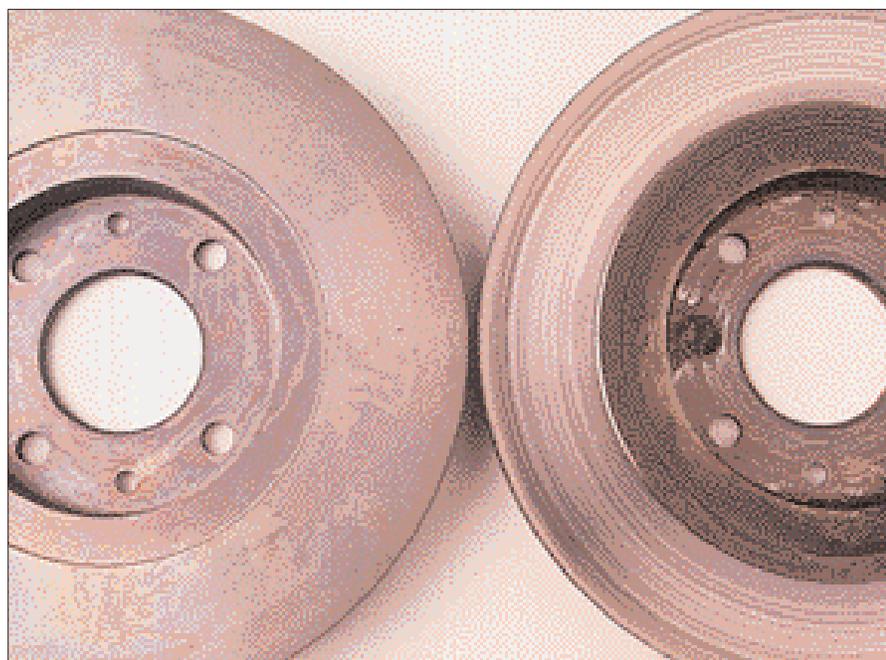
- Uso de guarniciones inadecuadas.

- Mal estado de discos o tambores.

### Fallos en el freno de mano

- Si no funciona en la posición de frenado (excesivo juego del cable, mal estado del mismo o defectos en las levas del freno) o se muestra muy duro al ser accionado (falta de engrase del cable o forros/pastillas desgastadas), debe resisarlo un experto.

- Si no se enciende el testigo al estar aplicado, puede ser mal contacto o que la lámpara esté fundida. ♦



- Pastillas o forros mal asentados: puede ocurrir tras su cambio, hasta que, pasados 100 kilómetros, deben haberse adaptado a los discos.

- Ajuste desigual en los frenos, en especial en los de tambor sin autoajuste.

- Grasa entre pastilla y disco, con lo que se anula el efecto de frenada.

- Fugas de líquido o pistón de la pinza gripado.

- Mala alineación de las ruedas lleva a frenadas irregulares.

- Una amortiguación excesivamente blanda por desgaste de estos elementos.

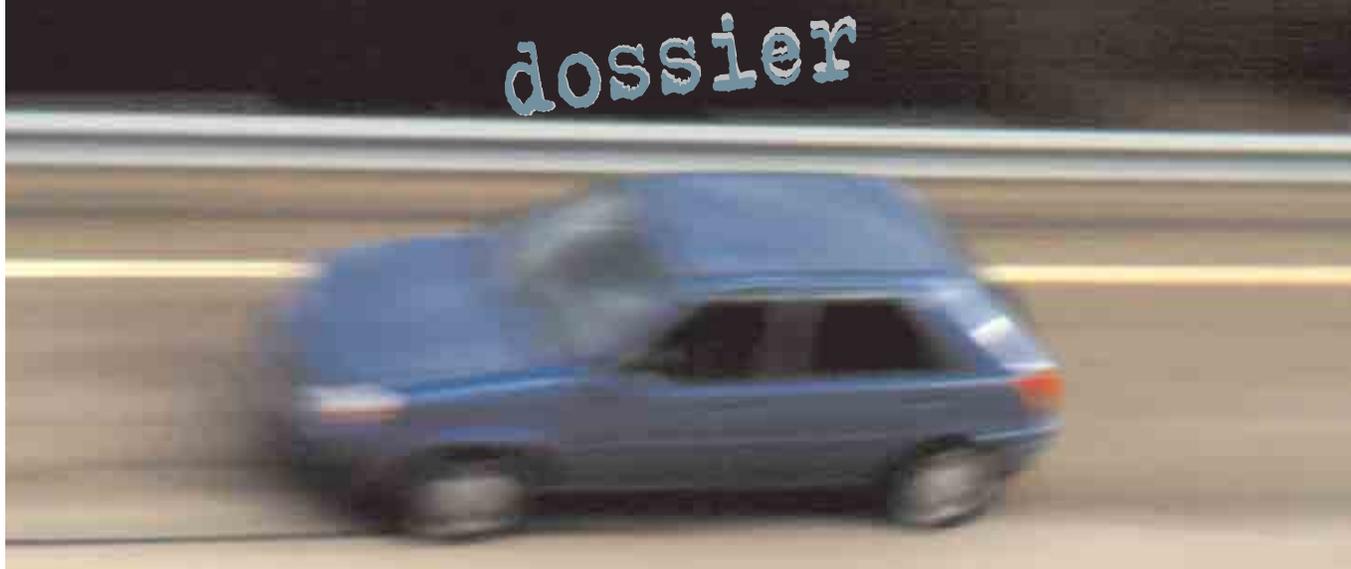
### Los frenos se bloquean

- La causa más probable es el agrietamiento de los pistones de la pinza por suciedad, óxido o mal estado de las juntas; también es frecuente que la dila-

## FADING: LOS FRENOS TAMBIÉN SE CANSAN

Los frenos eliminan la energía que acumula el coche en movimiento en forma de calor. A la vez, la temperatura, cuando es excesiva, es un enemigo que llega a paralizar los frenos. Cuando se produce una frenada al límite, la temperatura puede llegar a 'poner al rojo' discos y pastillas. Si no da tiempo a eliminar ese calor –porque sucederse rápidamente varias frenadas muy fuertes–, la alta temperatura cristalizará las pastillas, produciéndose el 'fading' o desfallecimiento de los frenos.

Los frenos de discos son menos sensibles al fading que los de tambor, al hallarse el disco en contacto directo con el aire –y más en los discos ventilados, que fuerzan el aire para que llegue a ellos–.



## EL FUTURO: DISCOS CERÁMICOS Y AYUDA ELECTRÓNICA

# COCHES QUE FRENARÁN SOLOS

**Los primeros automóviles 'heredaron' de los coches de caballos, a quienes sustituyeron, rudimentarios sistemas de frenos, de zapatas sobre las propias ruedas del carro. Al principio, como freno de estacionamiento se usaba una barra pesada apoyada en dirección contraria a la caída.**

Los primeros frenos 'modernos' en aparecer fueron los de tambor, en 1890. Al principio sólo se aplicaban a las ruedas traseras, pues se consideraba peligroso frenar las ruedas delanteras. Antes se aplicaron los 'de cinta': una cinta forrada con material de gran coeficiente rozamiento actuaba sobre la superficie exterior del tambor. Conforme los coches ganaron en velocidad, los tambores fueron mostrando sus problemas para disipar el calor producido y se estudiaron otros sistemas.

Los fabricantes de automóviles creían que, de aplicar frenos en las cuatro ruedas, éstos chocarían con los que los precedieran, por lo que instalaron luces que funcionaban al oprimir el pedal.

En 1902 nació el concepto de frenos de disco. No obstante, no se aplicaron en los coches de competición hasta mediados del siglo pasado para pasar, poco a poco, a los de lujo y deportivos, y posteriormente a los turismos más populares. En 1961 aparece el servofreno, como ayuda al esfuerzo que ejerce el conductor sobre el pedal; y en 1965, Volvo añade una válvula limitadora de presión. Precisamente,



en 1963, Mercedes comenzó a instalar de serie sistemas de frenos con 3 circuitos. En la carrera por disipar mejor el calor, en 1966 Porsche lanza el disco autoventilado.

En 1985 comenzó a ofrecerse de serie -Mercedes Clase S y Ford Scorpio, los primeros- el ABS, en el que Bosch llevaba años trabajando. Fue el comienzo de aplicación de la electrónica a los sistemas de frenado. Abierto ya el camino, la llegada de más sistemas electrónicos a los frenos fue cuestión de tiempo: en 1986 llegó el control de tracción (ASD y ASR) que funciona en conexión con el ABS; en 1994, el ESP; en 1996, la asistencia a la frenada...

### El futuro cercano...

El futuro de los frenos marcha por dos vías: la mejora de los materiales de los actuales elementos; y, por otro, la aplicación de la electrónica.

En cuanto a los avances a corto plazo, pronto empezarán a instalarse discos cerámicos con un diámetro superior a los acero (350 mm frente a 330), que duran más (300.000 km.), pesan la mitad, soportan hasta 800° y frenan mejor. ¿El inconveniente?: Cuatro discos cuestan 6.000 €. También se trabaja con discos de carbono y pastillas ceraméticas, de mayor duración y que frenan mejor.

Existen también proyectos, como el SWT -de Continental y Teves-, que pretende reducir un cuarto los metros necesarios para frenar e implica a todos los elementos que afectan a la frenada (frenos, neumáticos y suspensiones).

Otro sistema, en el que han

trabajado Saab, Mercedes y Daimler-Chrysler, es la conducción mediante joysticks (Drive-in-wire). Una o dos palancas, sustituyen a pedales y volante. Se frena tirando del joystick hacia atrás y un procesador envía la señal a los actuadores hidráulicos del freno. Se reacciona más rápido y no existe columna de dirección ni pedales que hieran, en caso de choque, al conductor.



### ...y lejano

Para Luis Martínez, "los mayores avances y los mayores cambios de filosofía se están produciendo en el sistema de control del sistema y de los circuitos de mando". En este campo se inscriben, por ejemplo, la ayuda a la frenada urgente, que ya incluyen varios fabricantes, o el Frenado Selectivo Sensotronic (SBC), anunciado por Mercedes y que, a baja velocidad, frena cuando se levanta el pie del acelerador, mientras a alta velocidad, en función de la presión que se ejerza sobre el pedal, calcula la presión ideal de frenada para cada rueda. Similar es el EHB (Bosch y Daimler-Chrysler): frena igual de eficazmente que el ABS, pero más suave y sin golpeteos.

Por último, el Control de Velocidad Adaptable (ACC) de detección de obstáculos mantiene una velocidad prefijada hasta que detecta, entre 2 y 120 m, algún objeto en movimiento. Entonces, calcula la velocidad relativa y mediante el

ASR o el ESP regula la aceleración o, incluso, frena el vehículo. No funciona por debajo de 30 km/h ni en frenadas bruscas ("de pánico"). ♦

