

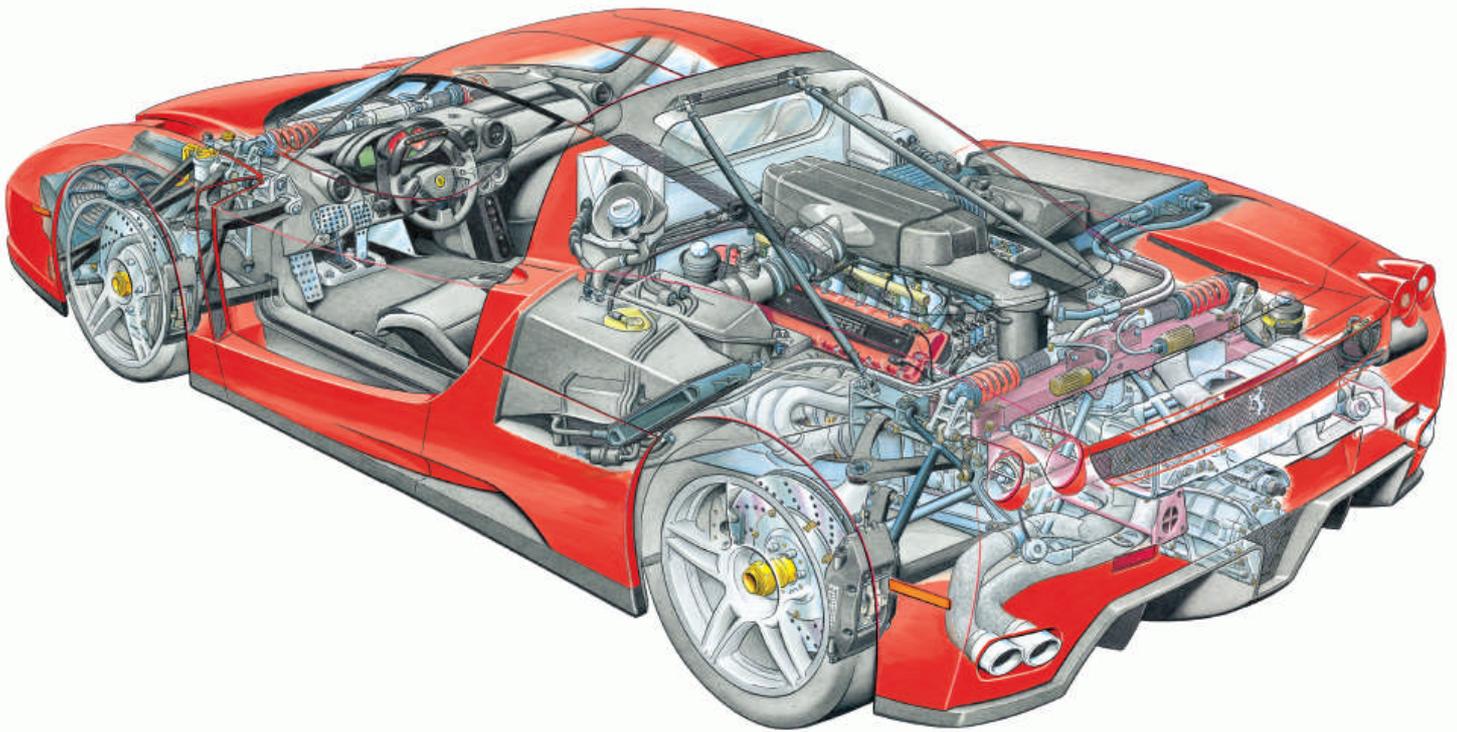
# LUBRICACIÓN EN LOS MOTORES DE 4 TIEMPOS



**CENTRO SAGRADO CORAZÓN  
JESUÍTAS - LOGROÑO - LA RIOJA**

**DPTO. DE AUTOMOCIÓN**

**MANTENIMIENTO DE VEHÍCULOS AUTOPROPULSADOS**



**AUTORES:**

**SERGIO LACALLE SANTAMARIA**

**IÑAKI ARRÉBOLA PISÓN**

## LA LUBRICACIÓN

Dos superficies metálicas en contacto, que se deslizan entre sí, presentan una resistencia al movimiento denominada rozamiento, y que se debe al acoplamiento de las rugosidades presentes en dichas superficies. Los dos factores principales que intervienen en el rozamiento entre dos piezas son su dureza, y principalmente su estado superficial. Cualquier pieza por muy lisa o pulimentada que parezca, si se observa al microscopio presenta una superficie rugosa, por tanto si se frota dos piezas, sus superficies actúan como una lima, provocando un aumento de temperatura y desgaste en las zonas en contacto que podría provocar la fundición de los materiales de los que están compuestas y el consiguiente gripaje o agarrotamiento de las piezas.

El rozamiento es la resistencia al movimiento que se produce entre las superficies de contacto de dos piezas que deslizan entre si.

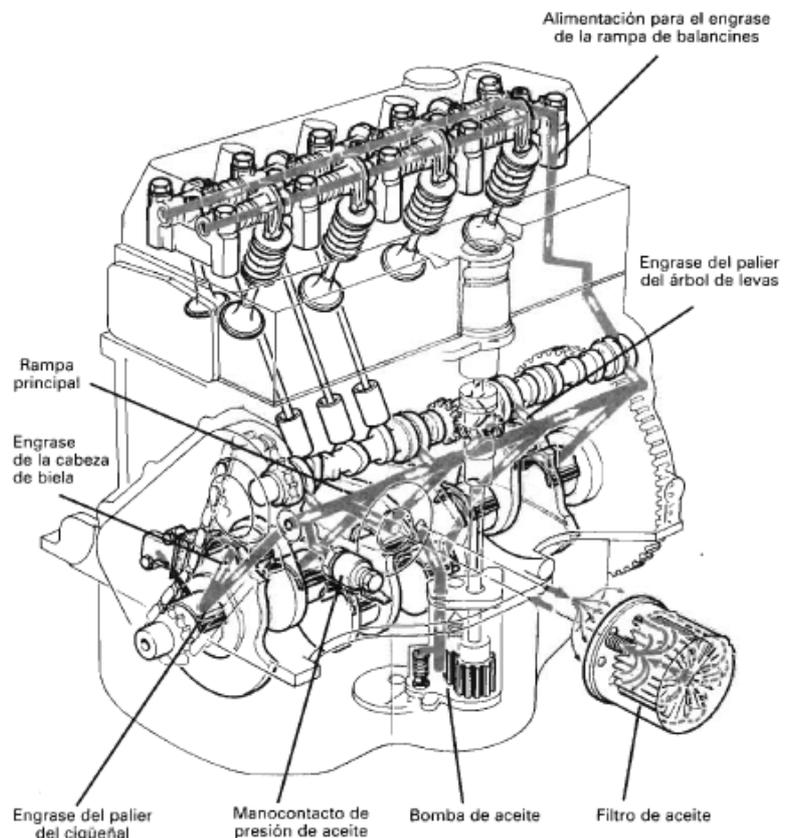
El rozamiento tiene tres consecuencias negativas:

- Por oponerse al movimiento, significa una fuerza que hay que vencer, lo cual supone un gasto de energía.
- Produce desgaste en las superficies en contacto.
- Genera calor, que de no ser evacuado puede fundir los metales provocando el agarrotamiento o gripaje.

Para evitar estos efectos negativos, es por lo que siempre se ha tratado de disminuir el rozamiento, dando lugar a los lubricantes y a la lubricación.

El concepto fundamental es eliminar el contacto directo entre dos cuerpos que interfieren entre sí, dispersando gran cantidad de energía en forma de calor y desgaste.

El sistema de engrase es de vital importancia para el correcto funcionamiento del motor, a modo de ejemplo, un motor con el circuito de engrase en perfectas condiciones puede circular durante varios cientos de miles de kilómetros sin que sufra desgaste excesivo, sin embargo, un motor sin lubricar, sólo se mantendrá arrancado durante unos pocos minutos, hasta que sus componentes se queden totalmente agarrotados por efecto de la dilatación y por tanto se quede el motor definitivamente inutilizado.



## LUBRICANTES

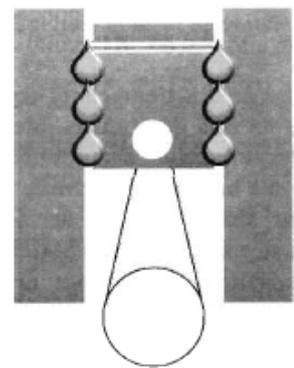
Son sustancias sólidas, semisólidas o líquidas de origen animal, mineral o sintético, que se utilizan para reducir el rozamiento entre piezas y mecanismos en movimiento.

Los lubricantes se interponen entre las dos superficies en movimiento formando una película separadora que evita el contacto entre ellas paliando los efectos contrarios anteriormente descritos.

## FUNCIONES DE LOS LUBRICANTES

Los lubricantes no sólo eliminan el rozamiento entre las superficies, sino que además tienen otras misiones como son:

- **REFRIGERACIÓN;** Eliminando calor de la maquinaria ya que el lubricante entra en contacto con las partes más calientes, eliminándolo posteriormente por circulación en el depósito (cárter). Así mismo se puede considerar como colaborador del circuito de refrigeración.
- **ELIMINACIÓN DE IMPUREZAS,** En los equipos lubricados se producen impurezas, ya sean de carácter externo como el polvo, ya sean de carácter interno como las carbonillas procedentes de la combustión, lodos, combustible....El aceite debe ser capaz de mantener estas impurezas en suspensión y transportarlas hasta los filtros, evitando de esta manera que éstas se depositen en zonas de la maquinaria pudiendo provocar agarrotamientos indeseables.
- **ANTICORROSIVO Y ANTIDESGASTE,** Los lubricantes poseen propiedades naturales para evitar la corrosión y el desgaste. Estas propiedades se pueden incrementar mediante el uso de aditivos.
- **SELLANTE;** El lubricante tiene la misión de hacer estancas aquellas zonas donde puedan existir fugas de otros líquidos o gases que puedan contaminar el aceite o reducir el rendimiento del motor. Colabora con los segmentos en la acción de sellado de los distintos cilindros.
- **Amortiguar** los golpes generados en el cigüeñal y las bielas por el funcionamiento del motor.



## COMPOSICIÓN DE LOS LUBRICANTES

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

Los **aceites bases** pueden ser:

- **Minerales:** obtenidos por el proceso de refinado del petróleo.
- **Sintéticos:** obtenido mediante procesos petroquímicos industriales controlados (obtenemos un lubricante a nuestra medida). Tienen un nivel de propiedades y cualidades muy superiores a los aceites bases minerales.
- **Regenerados:** obtenidos de la regeneración de aceites usados. Siempre son de calidad inferior. Muy usados como combustible (fuel-oil).

Los aditivos son sustancias químicas que permiten al aceite alcanzar el nivel de prestaciones que le exigen el tipo de aplicación al que va destinado, las condiciones de trabajo o los requisitos exigidos por diferentes especificaciones internacionales o de los propios constructores de los equipos.

Existen diferentes tipos de aditivos, los cuales están ligados a las diferentes propiedades que han de conferir a los aceites y que a título de información, pueden ser:

- **MEJORADORES DEL ÍNDICE DE VISCOSIDAD:** La función de estos aditivos es aumentar el índice de viscosidad (mas adelante se explicará su significado), con lo que el aceite sufre unas variaciones de viscosidad menores, frente a los cambios de temperatura.
- **DEPRESORES DEL PUNTO DE CONGELACIÓN.** Evitan la formación de parafinas por congelación del aceite, las cuales limitan la fluidez a bajas temperaturas.
- **ANTIHERRUMBRE Y ANTICORROSIVOS:** Protegen las partes metálicas del equipo contra la herrumbre y la corrosión.
- **ANTIOXIDANTES:** Retrasan la oxidación del aceite alargando la vida útil de este.
- **ANTIESPUMA Y ANTIAIRE:** Eliminan el aire que se haya podido formar en el circuito y limitan la formación de espuma en el mismo.
- **DISPERSANTES:** Actúan en frío manteniendo dispersa la suciedad del equipo evitando así la formación de lodos o barros.
- **DETERGENTES:** Actúan en caliente evitando la formación de lacas y barnices luchando contra el pulido de camisas y el pegado de segmentos.
- **ANTIDESGASTE:** Se adhieren a las superficies metálicas evitando que entren en contacto metal con metal. Proporcionan la primera protección frente a los arranques en frío.

Los aditivos en los aceites son unos compuestos químicos, cuya presencia debe de estar muy sopesada y cuidada, ya que cualquier descompensación en alguno de ellos supondría que el lubricante cumpliría con los requisitos para los que estaría diseñado, e incluso podría volverse en contra de la propia maquinaria.

En los aceites minerales, los aditivos tienen una importante presencia, y son los responsables de la calidad del lubricante. Sin embargo, en los aceites sintéticos, gran parte de las propiedades son intrínsecas a la base, por lo que la aditivación es menor.

## **CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LOS LUBRICANTES**

Los lubricantes son sustancias que se componen de aceite base y de una serie de aditivos que potencian o confieren las propiedades que el aceite base por si sólo no es capaz de alcanzar.<sup>1</sup> A continuación vamos a ver algunas de esas propiedades.

Las características más representativas de los aceites son las siguientes:

- Viscosidad.
- Untuosidad.
- Detergencia y dispersión.
- Estabilidad química.
- Punto de congelación.
- Punto de inflamación.
- índice de viscosidad.

## VISCOSIDAD

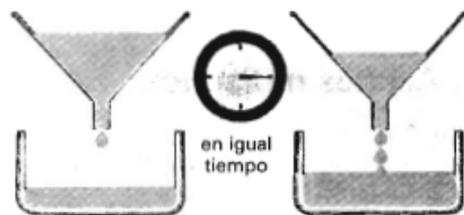
Es la propiedad fundamental y más importante de un lubricante líquido. Se puede definir como su resistencia a fluir o lo que es lo mismo, la medida del rozamiento interno de sus moléculas.

No hay que confundir términos de untuosidad o densidad con viscosidad. La untuosidad es la adherencia de las partículas a las superficies metálicas, incluso en posición vertical. Debido a la untuosidad, las superficies metálicas permanecen con una capa fina de lubricante incluso tras largo tiempo después de haber sido aportado el lubricante. La densidad es el peso de una materia en relación al volumen que ocupa. No aporta ninguna propiedad a los lubricantes.

La viscosidad en un fluido depende de la presión y de la temperatura:

- Al aumentar la temperatura disminuye la viscosidad.
- Al aumentar la presión aumenta la viscosidad.

La medida de la variación de la viscosidad con la temperatura es el índice de viscosidad. A mayor índice de viscosidad, mayor resistencia del fluido a variar su viscosidad con la temperatura. El índice de viscosidad se mejora con los aditivos mejoradores del índice de viscosidad.



Viscosidad. Los valores de la viscosidad disminuyen con el aumento de temperatura.

## UNTUOSIDAD

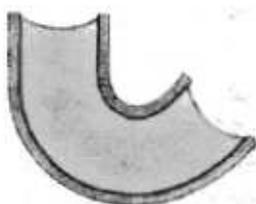
Es la capacidad que tienen los fluidos de adherirse a las superficies. Esta propiedad es especialmente interesante para disminuir el desgaste en el momento del arranque.



El aceite permanece adherido a la pieza para disminuir el desgaste en el momento del arranque.

## DETERGENCIA Y DISPERSIÓN.

Es la capacidad que tiene el aceite para prevenir y reducir la formación de lacas y depósitos carbonosos durante el funcionamiento del motor.



Circuito limpio.



Circuito con formación de depósitos.

## Estabilidad química

Es la resistencia que tienen los aceites a la descomposición al entrar en contacto con los gases quemados procedentes de la combustión, conservando durante un tiempo prolongado las propiedades lubricantes aun sometiéndolos a diferentes condiciones de temperatura.

## Punto de congelación

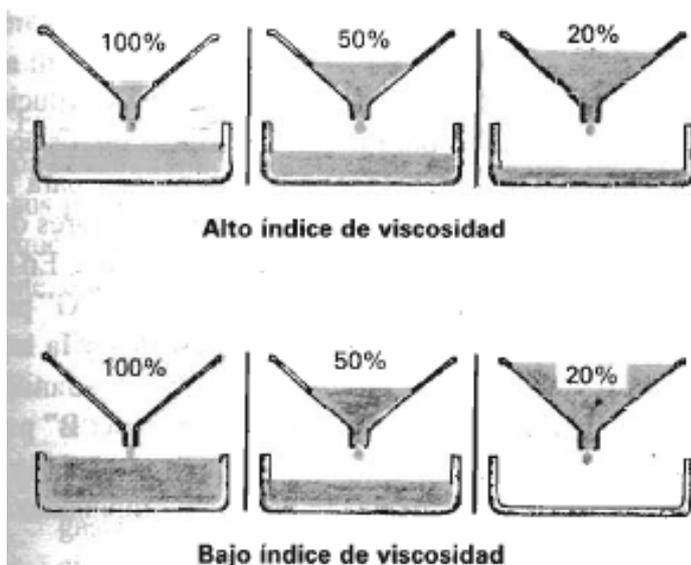
Se denomina punto de congelación a la temperatura a la cual se comienza a solidificar el aceite. Este punto debe ser lo suficientemente bajo como para que el aceite conserve una viscosidad apropiada, cualquiera que sea la temperatura a la que vaya a estar sometido.

## Punto de inflamación

El punto de inflamación es la temperatura mínima que debe alcanzar un aceite para que comience a inflamarse. El funcionamiento normal del motor no debe alcanzar nunca dicho punto

## Índice de viscosidad

La viscosidad del aceite es muy sensible a las variaciones de temperatura, aun añadiéndoles aditivos que provocan un comportamiento más estable con las alteraciones de la temperatura.



En el primer cuadro, el número identifica los aceites con la letra W (procede de winter, invierno en inglés) indicando una viscosidad determinada en frío, de tal forma que cuanto más bajo sea este número en un aceite determinado, menos viscoso será y mejor se adaptará a las condiciones de temperatura bajas conservando su fluidez. Por otro lado, en el segundo cuadro, el número define características de viscosidad exclusivamente a 100° centígrados, es decir a temperaturas de funcionamiento.

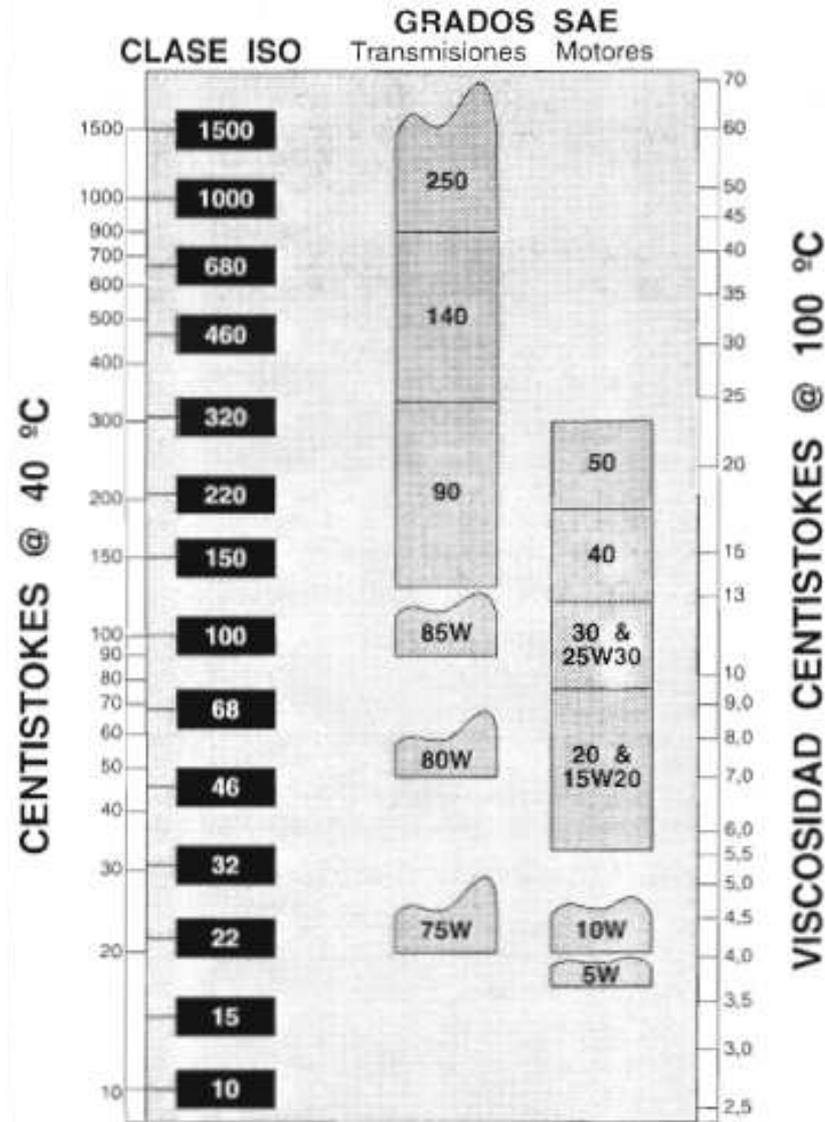
Por tanto, comparando un aceite con el siguiente índice de viscosidad "S.A.E. OW 50" con otro cuyo índice es S.A.E. "20W 40", el primero puede estar sometido a una temperatura más baja y más alta de funcionamiento conservando mejor viscosidad que el segundo.

En ningún caso hay que interpretar que el índice de viscosidad representa la calidad del aceite, ya que para ello existen unas siglas que lo indican, sino exclusivamente el margen de temperatura de funcionamiento.

## DIFERENTES ESCALAS DE MEDIDA DE VISCOSIDAD

Existen varias escalas para medir la viscosidad de un fluido; Las más usadas son la SAE y la ISO. En la siguiente página podemos ver tres tipos de escalas:

- Escalas en grado SAE para aceites motor.
- Escalas en grado SAE para aceites de engranajes
- Escalas en grados ISO para aceites hidráulicos.



Viscosidad medida a 100 °C en Escala SAE y 40 °C en escala ISO, para aceites de IV =100. Las lecturas deberán realizarse horizontalmente.

## ACEITES MULTIGRADO / MONOGRADO

Los aceites tienen la característica de modificar su viscosidad con la temperatura, siendo el índice de viscosidad el parámetro que mide la resistencia del fluido a modificarla.

Un aceite monogrado presenta un comportamiento correcto en unas concretas y limitadas condiciones de temperatura ambiente, dependiendo de su grado SAE.

Así los aceites acompañados de la sigla W aseguran un comportamiento determinado en frío lo cual los hace aptos para funcionar en invierno, los que no presentan la sigla W no garantizan un buen comportamiento en frío, por lo que sólo son recomendables para verano.

Un aceite multigrado parte de un aceite tipo W al cual se le añaden mejoradores del índice de viscosidad. De esta forma se asegura el comportamiento en frío del aceite, pero al aumentar la temperatura la estabilización de la viscosidad debida a la aditivación permitirá al aceite comportarse como un fluido de verano, garantizando la correcta lubricación. Así, un aceite multigrado de grado SAE 15W40, se comportará en frío como un SAE 15W con la consiguiente facilidad para ser bombeado y garantizar una correcta lubricación desde el arranque, pero al

aumentar la temperatura del aceite este actuará como un SAE 40 garantizando una viscosidad adecuada a alta temperatura y una película lubricante estable.

Puede parecer que la diferencia entre un monogrado y un multigrado se limita sólo a su comportamiento frente a los cambios de temperatura ambiente, pero no es sólo así, sino que además un lubricante multigrado es también más estable frente a los grandes cambios de temperatura a los que se ve sometido un motor (90 °C en el cárter frente a 300 °C en las partes más calientes) evitando su descomposición por el choque térmico, siendo más estable térmicamente. Por este motivo los aceite multigrado tienen mayor duración de uso que los monogrados, además de alargar la vida de los equipos.

El grado de viscosidad SAE no constituye ni medida de la calidad ni da una idea de la aplicación del lubricante.

## **DETERGENCIA: TBN**

La detergencia es una de las propiedades que deben tener los lubricantes para motores. Su misión reside en mantener en suspensión las partículas contaminantes en el seno del aceite, evitando que entren en contacto con las partes metálicas. Estos aditivos tienen, total o parcialmente, una naturaleza químicamente básica y confieren al aceite una reserva alcalina denominada TBN (Total Base Number) que permite al aceite neutralizar el ácido sulfúrico formado en la combustión del gasóleo, debido al azufre presente en la composición de éste. Este hecho puede tener relevancia en motores diesel.

El TBN, por ser una reserva alcalina, es una medida de componentes del aceite químicamente activos, que proporcionan elevados contenidos en cenizas metálicas, y que pueden ser tan perjudiciales como los ácidos de la combustión, si están presentes en exceso. Por ello, no es conveniente utilizar un lubricante de elevado TBN en aquellos motores que no vayan a hacer uso de él, pues podrían sufrir un ataque químico innecesario.

TBN: últimas tendencias

Históricamente, y debido al elevado contenido en azufre de los gasóleos, la formación de cantidades apreciables de ácido sulfúrico en el seno de los motores era habitual, por lo que los aceites debían poseer reservas alcalinas elevadas para neutralizarlo, es decir, TBN altos.

Actualmente, las normativas medioambientales regulan y limitan extraordinariamente el contenido en azufre de los gasóleos, que va siendo cada vez menor. Por ello, la misión de los aditivos detergentes tradicionales de neutralización del posible ácido sulfúrico procedente de dicho azufre va siendo cada vez menos relevante.

De hecho, modernamente se ha desarrollado una nueva tecnología de aditivos detergentes de bajo contenido metálico y baja alcalinidad que cumplen a la perfección su misión de mantener limpio el motor, llevando las partículas contaminantes en suspensión y depositándolas en los filtros. Estos aditivos dejan menos residuos y crean menos cenizas.

Por su baja alcalinidad, estos aditivos confieren al aceite más bajos TBN (que mide exclusivamente la alcalinidad del aceite), lo cual no es para nada indicativo de su capacidad de mantener limpio el motor, tarea que desempeñan perfectamente, como ya hemos mencionado anteriormente. Lo único que indica un TBN bajo es una menor capacidad que los antiguos aceite de TBN elevados para neutralizar el posible ácido sulfúrico que se puede llegar a formar por el azufre del gasóleo. Como ya hemos indicado, los bajos contenidos en azufre de los gasóleos actuales no justifican, en ningún caso, la necesidad de TBN elevados.

Por tanto, y en conclusión, habremos de acostumbrarnos a no juzgar la calidad de un lubricante por su valor de TBN. De hecho, los aceites más modernos, formulados con la más reciente tecnología en aditivos detergentes, presentan generalmente: TBN inferiores a 12.

La última legislación en España limita el contenido de azufre en los gasóleos de automoción al 0,05%, antes situado en el 0,2%. Es decir, el contenido permitido de azufre en el gas-oil ha descendido en un 75%.

## **NIVEL DE CALIDAD DEL ACEITE**

Para determinar el nivel de calidad de un aceite, hay que recurrir a las aprobaciones y especificaciones internacionales emitidas por organismos que certifiquen mediante pruebas y ensayos el nivel de rendimiento de un aceite.

Las más extendidas clasificaciones son las API, ACEA y CCMC a nivel internacional, además de las de algunos constructores que realizan sus propios ensayos a los aceites para certificar los más adecuados para sus equipos, como son Mercedes Benz, Ford, Volkswagen...

## **ACEITES PARA MOTORES DE GASOLINA**

La evolución en el desarrollo de los motores de gasolina ha sido constante en los últimos años, buscando cada vez obtener mayores rendimientos en los mismos, a base de aumentar la potencia específica de los motores, mejorando la aerodinámica de las carrocerías, y buscando cada vez diseños más ecológicos con menores emisiones de gases nocivos.

Todas estas mejoras tecnológicas en los motores traen paralelamente una mejora constante en la lubricación de los mismos, ya que los requisitos que el aceite debe satisfacer son más altos con cada diseño. Vamos a comentar en qué grado afectan a la lubricación algunas de las mejoras mencionadas:

### **- AUMENTO DE LA POTENCIA ESPECIFICA.**

Las mejoras introducidas en los motores en busca de obtener diseños con mayor potencia, pasan por incluir ciertos elementos que proporcionan ese objetivo, como culatas multiválvulas, turbo compresores, mecanismos variados de la distribución, inyección electrónica..., además de utilizar materiales de menor peso como el aluminio, una mejora sensible en los procesos de fabricación obteniéndose menores tolerancias de producción y mejores acabados en los mecanizados, con lo que el ajuste del motor es muy superior.

Los motores de esta generación ruedan a elevados regímenes de giro requiriendo en su lubricación aceites capaces de aportar la viscosidad adecuada para obtener una película lubricante estable al cizallamiento y de un espesor adecuado para asegurar que el aceite entre en todos los resquicios del motor, por pequeña que sea la tolerancia con que ha sido definido el mecanismo a lubricar. Este punto se ha visto potenciado, por otra parte, por la nueva red vial de España, ya que los recorridos se realizan actualmente por autopista, con una velocidad muy alta y mantenida, con lo que los aceites de baja calidad han quedado totalmente desaconsejados por no poder ofrecer la protección mencionada.

Otro fenómeno muy representativo es la formación de barros negros o "Black Sludge". Se debe al efecto de compactación de los residuos y suciedades que hay disueltos en el aceite y que tienden a formar capas de barro en las zonas frías del motor, como culata o distribución.

Este fenómeno se produce con gran facilidad en los motores que realizan pocos kilómetros diarios, dado que el corto intervalo de tiempo que hay entre la arrancada y la parada del motor no permite que el aceite pueda dispersar todos los residuos que puedan haber en el cárter. El problema se acrecienta en vehículos que ruedan en ciudad y que ni siquiera alcanzan las suficientes revoluciones. Asimismo la formación de barros negros se ve favorecida por el uso de gasolina sin plomo, como veremos más adelante.

Vemos, en conclusión, en este apartado como la necesidad de lubricantes de alta calidad en los motores se pone de manifiesto tanto en servicios de alta velocidad como en la conducción urbana diaria que realizan la mayor parte de los usuarios.

## **AERODINÁMICA**

La aerodinámica es junto con la mayor potencia y el menor peso de los vehículos otro de los puntos en los que se ha incidido para obtener mayores prestaciones en los vehículos. El menor rozamiento de la carrocería en el aire cuando el vehículo va circulando permite a este alcanzar mayores velocidades y por lo tanto el motor girará también a mayores revoluciones.

Las mejoras aerodinámicas suponen que el vehículo corte el aire formando minimizando turbulencias y presentando por lo tanto la menor superficie frontal posible. De esta manera los flujos de aire por el interior del vehículo se han disminuido sensiblemente, con lo que el intercambio calorífico de las distintas partes del motor es menor y hace que el aceite trabaje en ciertas zonas (como el cárter) a mayor temperatura.

Esto exige en el lubricante una serie de requisitos, como:

- índice de viscosidad elevado y estable: Esta propiedad permite al lubricante mantener una viscosidad suficiente a elevadas temperaturas. Un elevado índice de viscosidad supone una mejor y más estable lubricación en caliente en motores de alto régimen de funcionamiento.
- Mayor resistencia térmica: Los aceites de alta calidad lo son por ser más resistentes a la degradación térmica, evitando la acumulación de productos de descomposición pesados que elevarían la viscosidad del aceite.

## **NIVELES ACEA**

En Europa, el Comité de Constructores del Mercado Común (CCMC), estableció en 1977 su propia clasificación, en base a ensayos realizados con motores europeos, y cuya última revisión corresponde a 1989.

En la actualidad, y en pro de tener un sistema de clasificación de aceites más acorde a los adelantos aparecidos en la industria de la automoción, y para que éstos se vean reflejados en las necesidades de mejora de calidad de los aceites lubricantes que necesitan, la Asociación Europea de Fabricantes de automóviles, ACEA, (European Automobile Manufacturers Association) ha creado un nuevo sistema de clasificación, y a la vez todo el sistema de pruebas que lleva consigo, para definir estos diferentes tipos de calidad.

ACEA ha creado una nueva clasificación, con nuevos test de motores más modernos y más acordes con los motores utilizados hoy en día en los vehículos europeos.

Para los motores de gasolina, la clasificación es:

### **A1-96:**

- Nivel especial para nuevos motores de bajo consumo (consultar que en el manual de mantenimiento especifique el uso de este nivel).
- No tiene equivalente en CCMC.
- No pueden serlo viscosidades XW50 (XW20, XW30, XW40).
- Gran estabilidad al cizallamiento
- Gran control sobre la oxidación, corrosión y formación de espuma.
- Alta protección contra los desgastes.
- Gran control sobre las pérdidas de aceite por evaporación.
- Economizador de combustible.

### **A2-96:**

- Primer nivel ACEA general, que implica unos elevados requisitos de calidad para los lubricantes de motores de gasolina.
- Nivel superior a CCMC G4.
- Viscosidades XW30, XW40, XW50.
- Gran estabilidad al cizallamiento.
- Gran control sobre las pérdidas por evaporación.
- Gran nivel de protección (desgastes, oxidación, corrosión,..)

### **A3-96:**

- Nivel ACEA de máxima calidad para lubricantes de motores de gasolina.
- Nivel superior a CCMC G5
- Mayor control sobre la oxidación que ACEA A2-96.

Mayor estabilidad de cizallamiento que ACEA A2-96

## **NIVELES CCMC**

En Europa, el Comité de Constructores del Mercado Común, CCMC, estableció en 1977 su propia clasificación, en base a ensayos realizados con motores europeos, y cuya última revisión corresponde a 1989.

Con la tabulación de estos ensayos se obtienen los diferentes niveles CCMC para lubricación de motores de gasolina; los cuales son:

### **G1 y G2 están obsoletos**

#### **CCMC G3.**

- Misma utilización que nivel API SF.
- No válido para vehículos que monten catalizador.

#### **CCMC G4**

- Requieren ensayos más completos que nivel API SG (es un nivel superior).
- Apto para todo tipo de vehículos gasolina (multivalvulas, turboalimentados, altas potencias, gasolina con o sin plomo, ...).
- Apto para vehículos que monten catalizador.
- Solo viscosidades SAE 10Wxx, 15Wxx, 20Wxx. CCMC G5.
- Nivel más alto.
- Solo viscosidades 5Wxx ó 10Wxx.
- Generalmente aceites sintéticos o semisintéticos.
- Menor volatilidad que el nivel anterior.
- Apto para todo tipo de vehículos gasolina (multivalvulas, turboalimentados, altas potencias, gasolina con o sin plomo, ...).

El más recomendable para vehículos que monten catalizador

## **NIVELES API**

Con la tabulación de estos ensayos se obtienen los diferentes niveles API para lubricación de motores de gasolina; estos son:

Desde las API SA hasta SE, inclusive, están obsoletas

### **API SF.**

- Vehículos de los años 70 (motores antiguos).
- No apto para catalizador.

### **API SG.**

- Todo tipo de motores de gasolina (multivalvulas, turboalimentados, altas potencias, gasolina con o sin plomo, ...).
- Apto para catalizador.
- Vehículos posteriores al año 1985.
- Tener este nivel implica que se cumple, al menos, el nivel Diesel API CC.

### **API SH.**

- Aparece en el año 1994.
- Todo tipo de motores de gasolina (multivalvulas, turboalimentados, altas potencias, gasolina con o sin plomo, ...).
- Mismos valores de ensayo que el nivel API SG, pero los ensayos son realizados bajo protocolo del CMA (Asociación de Fabricantes de Aditivos Americanos).
- El nivel API SH supone en la realidad la certificación de los aceites que superan ampliamente el nivel SG. Es pues, en realidad, un nivel de superior calidad aunque los límites de ensayo coincidan.

El nivel **SH** puede ser además certificable, es decir API emite unos certificados oficiales de calidad, representados por los llamados "Donut", que indican la viscosidad, el nivel API y el grado de "energy conserving", o economizador de combustible que corresponde. La certificación mediante Donut de un aceite implica una serie de requisitos y compromisos que garantizan que el producto es el mismo donde y cuando quiera que se comercialice .

## **CONSTRUCTORES**

Dentro de las especificaciones de constructores para motores de gasolina, las más destacables son:

**Volkswagen:** Establece las 500.00, para aceites de baja viscosidad para motores de gasolina (semi-sintéticos y sintéticos), con nivel CCMC G5. La norma 501.01, es para lubricantes de alta viscosidad con nivel G4.

**Rover:** establece las **RES 22 OL G4**, como el nivel de calidad de los aceites a lubricar sus motores.

**Mercedes Benz:** Ha eliminado especificaciones concretas, aunque sus antiguas **226.5 y 227.5** eran el nivel exigible para la lubricación de cualquier motor gasolina. Existen otros fabricantes que establecen niveles de calidad, pero que no otorgan una especificación, sino una recomendación, como es el caso de **Porsche** y **BMW** .

# ACEITES PARA MOTORES DIESEL

## GENERALIDADES

Los aceites lubricantes para motores diesel presentan una serie de peculiaridades frente a los de aplicación en motores de gasolina, derivadas de la naturaleza del combustible.

El gasóleo presenta un cierto contenido en azufre, que puede llegar a generar ácido sulfúrico, que habrá que neutralizar. Además, la combustión del gasóleo produce mayor cantidad de residuos carbonosos, que es preciso mantener en suspensión para evitar que se depositen en diferentes partes del motor.

La lubricación de motores de combustión interna requiere de los aceites un servicio en condiciones severas, tales como:

- Presiones y temperaturas elevadas
- Contacto con agentes contaminantes como agua, polvo oxígeno, etc..

Son tres las propiedades fundamentales de los aceites para motores, derivadas de estas condiciones de servicio:

- Viscosidad (comentado anteriormente)
- Estabilidad térmica y a la oxidación
- Protección del motor

## PROTECCIÓN DEL EQUIPO

Ya hemos visto la gran importancia que tienen los aceites para motores diesel para la protección del motor frente a los contaminantes externos e internos.

El origen de las partículas contaminantes es muy diverso: degradación térmica del aceite, subproductos de oxidación del mismo, partículas de combustión del combustible, polvo, partículas metálicas de desgaste, etc..

Estos contaminantes tienden a depositarse en diferentes zonas del motor creando depósitos como lacas y barnices, en zonas calientes, barros y lodos, en zonas frías, o depósitos carbonosos en segmentos y cabeza de pistones.

Para combatir estos depósitos, se requieren una serie de aditivos que mantengan las partículas contaminantes en suspensión, evitando su aglomeración y posterior depósito en el motor. Estos aditivos son los detergentes y dispersantes.

## NIVELES ACEA

Para los motores Diesel, la clasificación se divide en dos grupos, según el servicio al que estén destinados los motores:

- B: Diesel ligero
- E: Diesel pesado

Para DIESEL LIGERO, se dividen en 3 grupos:

### **B1-96:**

- Nivel especial para nuevos motores Diesel ligeros de bajo consumo (consultar que en el manual de mantenimiento especifique el uso de este nivel).
- No tiene equivalente en CCMC.
- Gran estabilidad al cizallamiento
- Gran control sobre la oxidación, corrosión y formación de espuma.

- Alta protección contra los desgastes.
- Gran control sobre las pérdidas de aceite por evaporación.
- Economizador de combustible.

### **B2-96:**

- Primer nivel ACEA general, que implica unos elevados requisitos de calidad para los lubricantes de motores Diesel ligeros.
- Nivel superior a CCMC PD-2.
- Gran estabilidad al cizallamiento.
- Gran control sobre las pérdidas por evaporación y frente a los desgastes.
- Nivel de protección (desgastes, oxidación, corrosión,.. ) igual que ACEA B1-96.

### **B3-96:**

- Nivel ACEA de máxima calidad para lubricantes de motores Diesel ligeros.
- No tiene equivalencia con CCMC.
- Mayor control sobre la oxidación y desgastes que ACEA B2-96.

Mayor estabilidad de cizallamiento que ACEA B2-96.

Para DIESEL PESADO, se divide en 3 grupos:

### **E1-96:**

- Nivel básico de calidad ACEA de lubricantes para motores Diesel pesados.
- Nivel semejante a Mercedes Benz pagina 227.1.
- Ofrece mejor protección que el nivel CCMC D4.

### **E2-96:**

- Nivel ACEA de elevada calidad de lubricantes para motores Diesel pesados.
- Corresponde con el nivel de Mercedes Benz pagina 228.1.
- No tiene equivalencia en CCMC.
- Motores Diesel turboalimentados o atmosféricos.
- Gran protección contra el desgaste, pulido de camisas, depósitos y barro.

### **E3-96:**

- Nivel de máxima calidad de lubricantes para motores Diesel pesados.
- Corresponde con el nivel de Mercedes Benz pagina 228.3.
- Ofrece mejor protección que el nivel CCMC D5.
- Motores Diesel turboalimentados o atmosféricos.
- Mejora las propiedades en cuanto a protección de desgastes, pulido de camisas, formación de depósitos y consumo de aceite, frente a ACEA E2-96.

## **CLASIFICACIÓN CCMC:**

Esta clasificación fue establecida por el Comité de Constructores del Mercado Común, por primera vez, en 1977. Fue revisada en 1989. Establece, en el caso de aceites para motores diesel, los siguientes niveles:

### **D1:**

- Aceites aptos para motores diesel ligeramente sobrealimentados
- Régimen severo.

### **D2:**

- Motores turboalimentados
- Régimen severo.

### **D3:**

- Aceites aptos para motores turboalimentados
- Largos periodos de sustitución de aceite.

### **PD1:**

- Aceites para motores diesel de vehículos de pasajeros.

Estas categorías han sido sustituidas por las D4, D5 y PD2, respectivamente, reforzándose las propiedades del aceite en cuanto a protección frente a desgaste y corrosión y control de depósitos a alta y baja temperatura.

### **D4:**

- Aceites monogrado y multigrado
- Mejor control de desgastes y protección del equipo, principalmente en lo referente a pegado de segmentos y pulido de camisas (Bore Polishing)
- Más exigentes sobre estabilidad del aceite al cizallamiento, pérdidas por evaporación, compatibilidad con elastómeros y tendencia a la espuma.

### **D5:**

- Aceites monogrado y multigrado
- Mayor protección del motor frente al desgaste, sobre todo en camisas y cilindros (mayor control del Bore Polishing que D4).
- Aceites tipo SHPD, para largos periodos de sustitución.

### **PD2:**

- Sólo aceites multigrado
- Turismos diesel de pasajeros, incluso turboalimentados, en condiciones de servicio en ciudad con frecuentes paradas.
- Mayor protección que antigua PD-1.

## **CLASIFICACIÓN API**

Esta clasificación fue establecida por el Instituto Americano del Petróleo (API), implantada en 1947 y revisada en 1952, 1970 y 1978. Para los aceites de motor diesel, establece los siguientes niveles:

**API CA: API CB:**

Estas categorías están ya obsoletas.

**API CC:**

- Servicio en motores ligeramente sobrealimentados, que trabajen en régimen moderado o fuerte.
- Otorgan protección contra los depósitos a alta y baja temperatura, el desgaste y la corrosión.
- Apto también para motores gasolina.

**API CD:**

- Para motores turboalimentados en servicio severo a alta velocidad y plena carga.
- Proporcionan una protección eficaz, incluso con gasóleos de alto contenido en azufre.
- Esta categoría fue la primera desarrollada específicamente para motores turboalimentados, respondiendo a sus exigencias de mayores presiones y temperaturas.
- Aceites con bases más estables térmicamente y que protegen mejor el motor frente a los depósitos carbonosos y formación de gomas, lacas y barnices.
- Refuerzan las propiedades antidesgaste y detergentes de la categoría CC.

**API CE:**

- Nivel de calidad de los lubricantes para motores Diesel de altas prestaciones con o sin turbo, en régimen de servicio severo.
- Mejora el consumo de combustible
- Mayor control sobre la oxidación del aceite.
- Mayor control sobre la formación de depósitos.
- Mayor protección frente a los desgastes.
- Típico SHPD.

**API CF4:**

- Esta nueva categoría está basada en la introducción del nuevo ensayo CATERPILLAR 1K.
- Mejora el consumo de combustible
- Mayor control sobre la formación de depósitos.
- Mayor protección frente a los desgastes.
- Diseñado para la aplicación en motores de baja emisión de partículas.

**API CF:**

- Lubricantes para motores de inyección indirecta aspirados o turboalimentados. Orientado para motores de maquinaria de obras públicas, agricultura, etc.
- Posibilidad de utilizar gasóleos con alto contenido en azufre (>0,5%)
- Efectivo control de los depósitos en pistones (detergencia).
- Gran control sobre los desgastes.
- Gran control sobre la corrosión en cojinetes de Cobre-Plomo.
- Los lubricante que cumplen API CF también cumplen API CD.

## API CF-2:

- El nivel más moderno.
- Motores de 2 tiempos Diesel.
- Alto control sobre el rayado de cilindros y segmentos.
- Gran control sobre formación de depósitos.

Los lubricante que cumplen API CF también cumplen API CD-II y API CD.

## ACEITES SHPD

**SHPD ( Super High Performance Diesel)** no es una especificación en concreto, sino un concepto que se aplica a aquellos lubricantes desarrollados para mantener largos períodos de cambio. Las siglas **SHPD** no constituyen especificación, y son un mero argumento de marketing para denominar a este tipo de lubricantes.

Es el criterio del fabricante del motor, junto con las características adecuadas del aceite, lo que, tras las pruebas de laboratorio y de campo que el fabricante estima oportunas, lo que determina la duración del aceite, en función del servicio que realice el vehículo.

Las características que deben reunir estos productos son:

- Gran estabilidad térmica y a la oxidación.
- Viscosidad adecuada.
- Alto poder detergente y dispersante.
- Propiedades antidesgaste potenciadas.

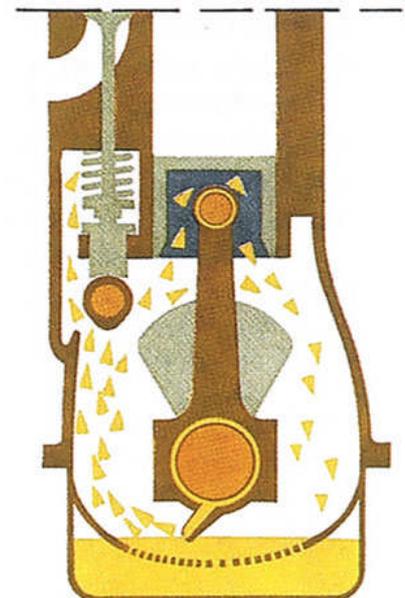
## LUBRICACIÓN DE LOS MOTORES DE CUATRO TIEMPOS

Existen básicamente dos tipos de lubricación:

- ✓ Por barboteo.
- ✓ Forzada.

### Lubricación por barboteo.

En un motor se consigue llenando el depósito de aceite (cárter) a un nivel establecido. Las cabezas de biela en su movimiento rotatorio, sumergen en el aceite unas cucharillas que a través de unos conductos llevan parte del aceite recogido a los casquillos de biela y bancada, el resto es lanzado sobre los cilindros y demás órganos en movimiento, retornando posteriormente por gravedad al cárter para comenzar de nuevo el ciclo. Este sistema de engrase se ha utilizado en motores muy poco revolucionados, hoy por hoy no se utiliza.



## Lubricación forzada.

En los motores actuales las mayores solicitaciones mecánicas y térmicas imponen la necesidad de una lubricación intensa y garantizada en cualquier situación de funcionamiento. Esto implica un sistema de lubricación a presión que es suministrado por una bomba, la cual envía aceite en cantidad suficiente a todos los órganos en movimiento del motor.

Existen dos tipos de lubricación forzada, según la forma de almacenar el aceite:

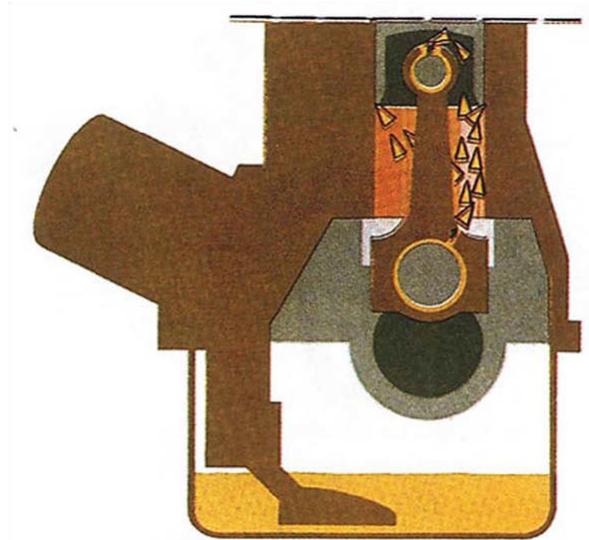
- Cárter húmedo.
- Cárter seco.

y según el sistema:

- Mixto.
- A presión total

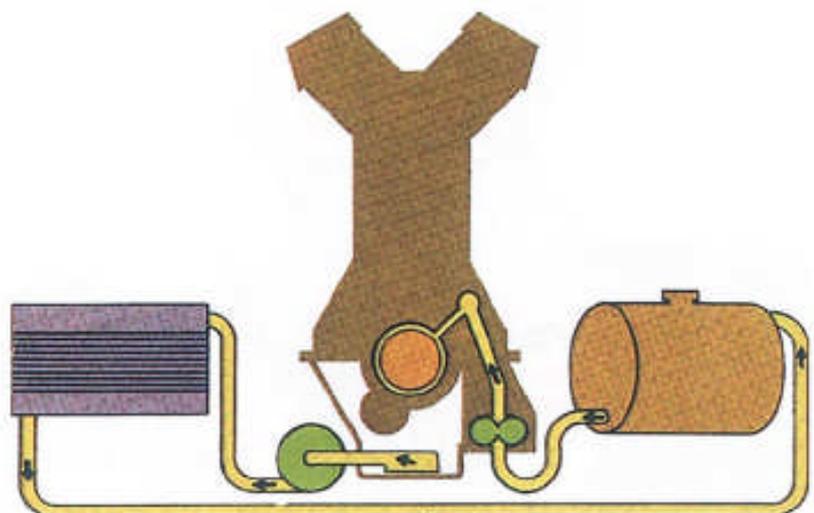
### Cárter Húmedo.

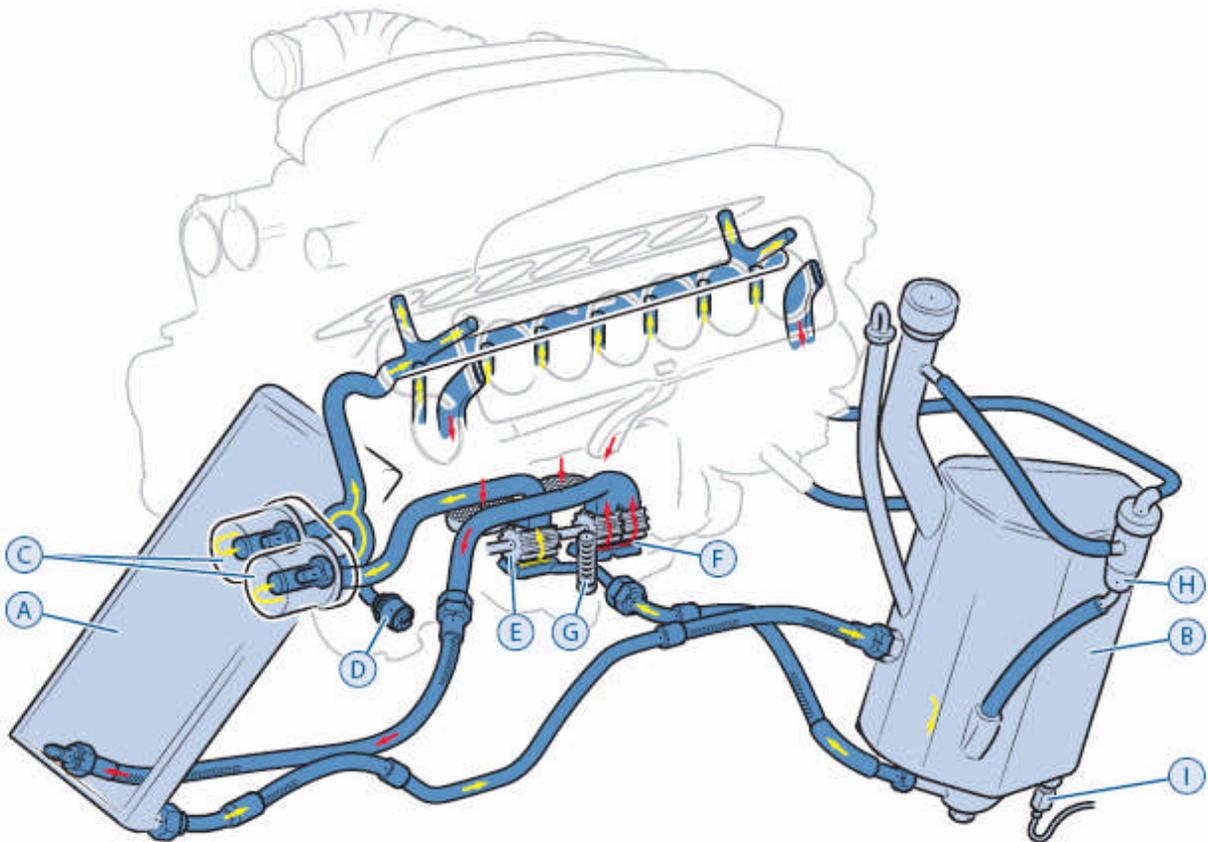
El cárter húmedo utiliza como depósito el propio cárter de aceite del motor. El aceite que gotea por gravedad de las superficies lubricadas es recogido en su caída en el cárter, donde se enfría antes de ser aspirado nuevamente por la bomba. Este sistema es el más utilizado en el automóvil.



### Cárter Seco.

El cárter seco se suele emplear en los vehículos de competición. Tiene la principal ventaja de poder realizar un motor con poca altura, favoreciendo la aerodinámica del vehículo al poder bajar la altura del vehículo y del capó motor. Se diferencia del sistema anterior, en que la bomba y el aceite están situados en un depósito separado del grupo motor, asegurando un flujo de aceite más abundante y continuo, y precisa de una segunda bomba que recoja todo el aceite que gotea por la gravedad en el interior del motor para enviarlo nuevamente al depósito.



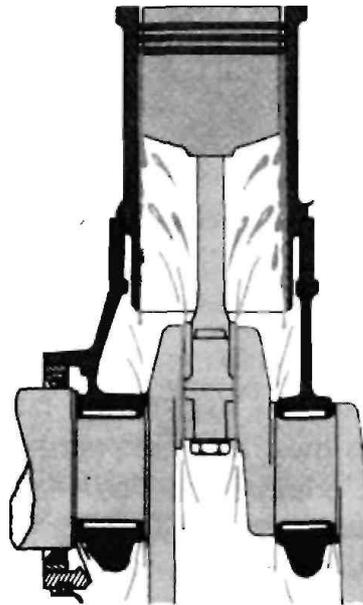
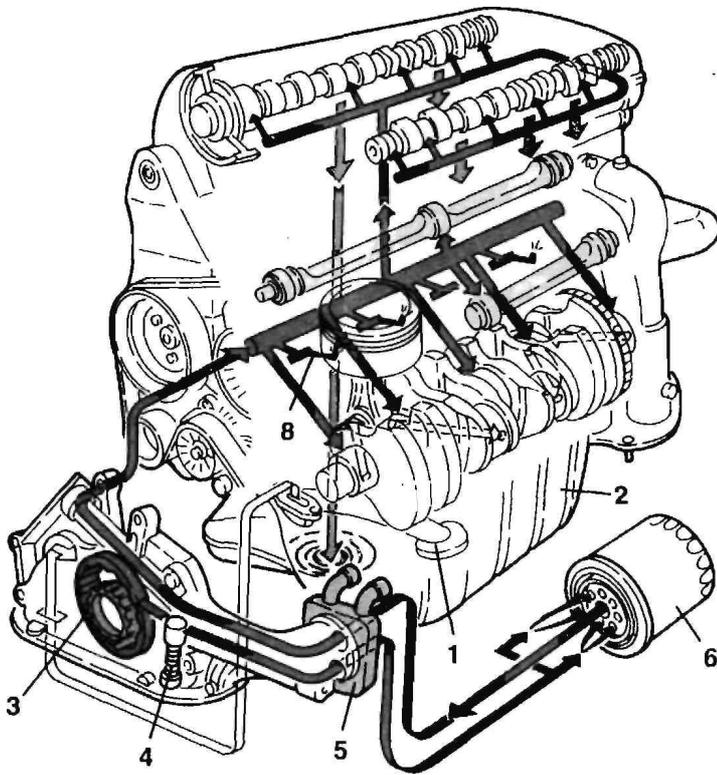


A. Radiador de aceite. B. Depósito de aceite. C. Filtros de aceite. D. Transmisor eléctrico de la presión de aceite. E. Bomba de alimentación. F. Bomba de recuperación. G. Válvula limitadora de presión. H. Separador de vapores. I. Termocontacto

## Circuito de engrase mixto

Por medio de este sistema se engrasan a presión algunos de los órganos que están en rozamiento y otros por salpicaduras y por la niebla de aceite que se genera en el interior del motor.

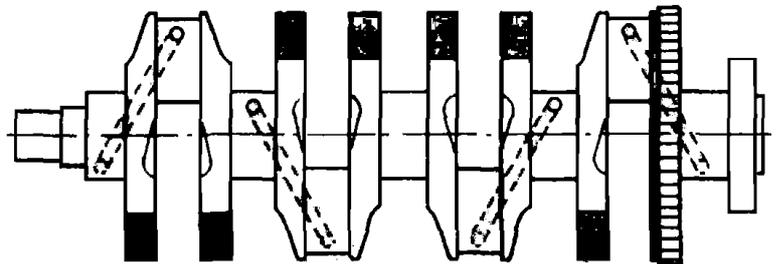
El sistema dispone de una bomba de aceite cuya prolongación está sumergida en el cárter (depósito de aceite). Dicha bomba toma movimiento de la distribución o del árbol de levas, aspira aceite del cárter y lo envía primeramente a un filtro. El filtro limpia el aceite de impurezas sólidas y de ahí pasa a una canalización principal donde se distribuye hacia los apoyos del cigüeñal, árbol de levas, árbol de balancines (si dispusiera el motor), etc. Posteriormente cae desde la culata engrasando guías de válvula, varillas, taques, etc. Las salpicaduras que se crean por la caída de aceite y el giro del cigüeñal, son proyectadas hacia los cilindros engrasando pistones, bulones y en algunos casos la distribución. El codo del cigüeñal y la cabeza de biela se engrasan a través de los orificios que dispone el cigüeñal en comunicación con el apoyo.



Engrase del conjunto pistón-bulón-cilindro por salpicaduras

Engrase de un motor con distribución OHC

1. Trompetín de aspiración.
2. Cárter.
3. Bomba.
4. Válvula limitadora de presión.
5. Intercambiador.
6. Filtro.

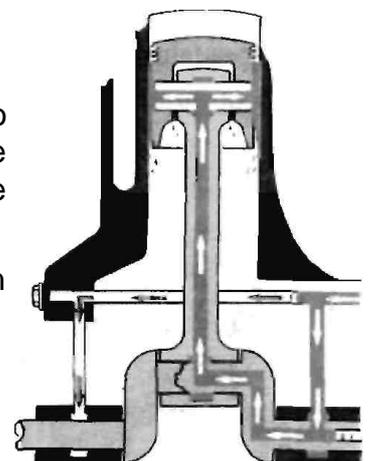


Engrase del cigüeñal. Los codos del cigüeñal están comunicados con los apoyos para facilitar su engrase.

## Circuito de engrase a presión total

En el circuito de engrase a presión total se amplía la acción del circuito de presión al conjunto pistón-bulón-cilindro, disponiendo inyectoros de aceite orientados hacia las cabezas de los pistones, o bien a través de una canalización interior que atraviesa el cuerpo de la biela.

En algunos motores se le dota al circuito de engrase de un intercambiador de calor para refrigerar el aceite.



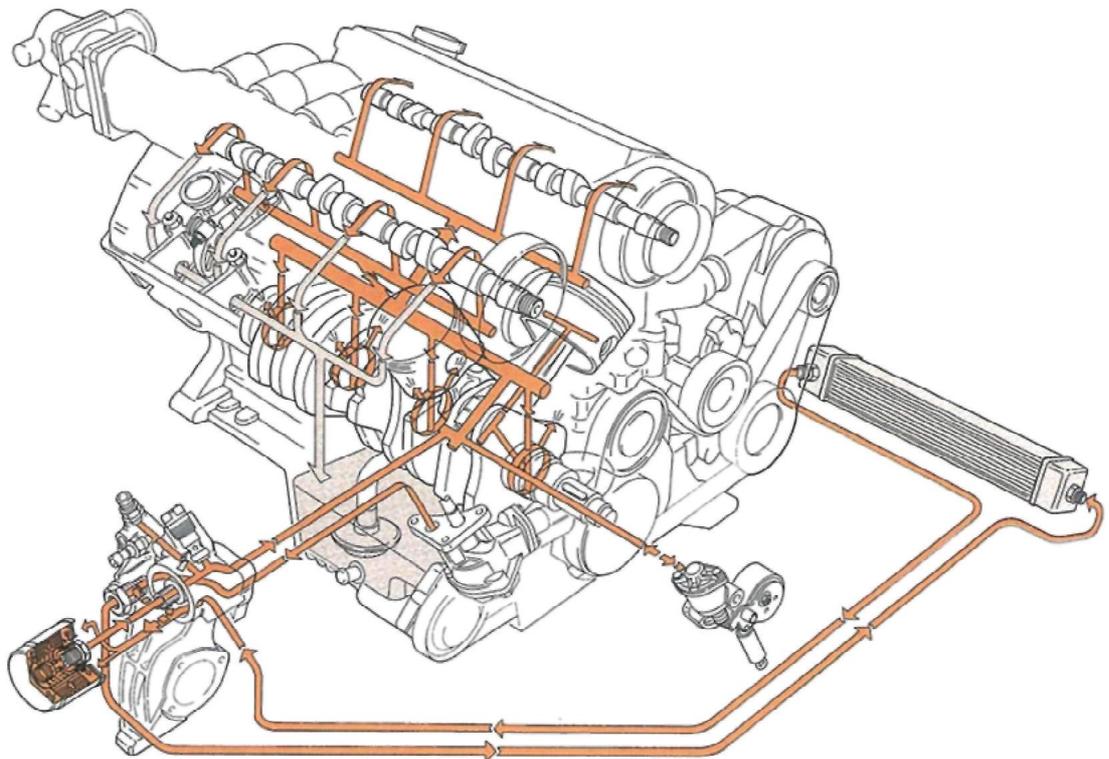
## COMPONENTES DEL CIRCUITO.

Los componentes del circuito de engrase aseguran una presión correcta de funcionamiento. Además, el circuito dispone de una serie de elementos cuya misión es la de informar al conductor sobre las posibles anomalías que pudieran surgir en tan importante circuito. A continuación se citan los elementos que conforman el sistema:

- Bomba de aceite.
- Válvula limitadora de presión.
- Filtro de aceite.
- Sistema para el control de emisiones contaminantes.
- Intercambiadores de calor. (Radiadores)
- Circuitos de verificación y control.
- 

El aceite aspirado desde el cárter por la bomba, es enviado a presión al circuito siendo filtrado previamente, llegando al conducto principal en el bloque, y desde éste distribuyéndose a los soportes de apoyo del cigüeñal en el bloque (bancada), pulverizadores de aceite (si están previstos), árbol de levas cuando está montado en el bloque, órganos auxiliares (turbocompresor, tensor hidráulico de cadena o correa distribución, variador de fase, árboles contrarrotantes, depresor, etc.) y a la culata.

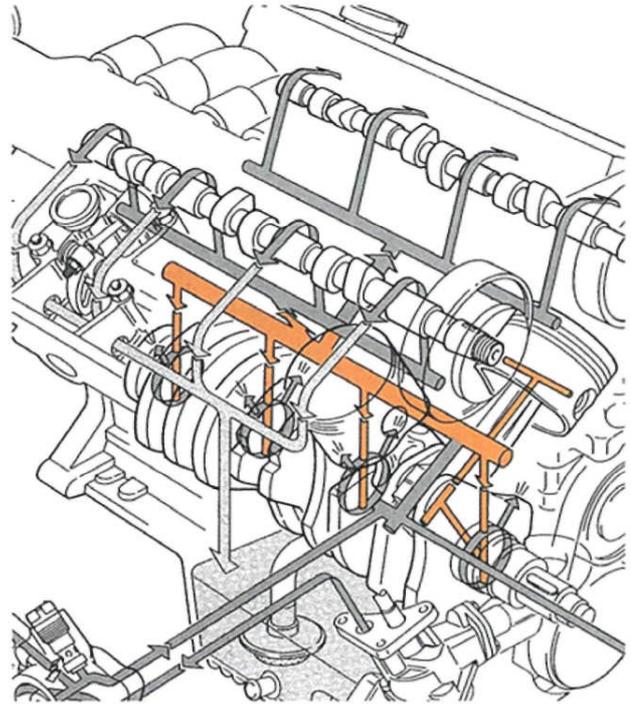
Cuando es un motor de altas prestaciones, si lleva instalado un intercambiador de calor para el lubricante, el sentido de circulación de aceite es el siguiente: Aspiración, bomba, filtro, radiador o intercambiador y conducto principal.



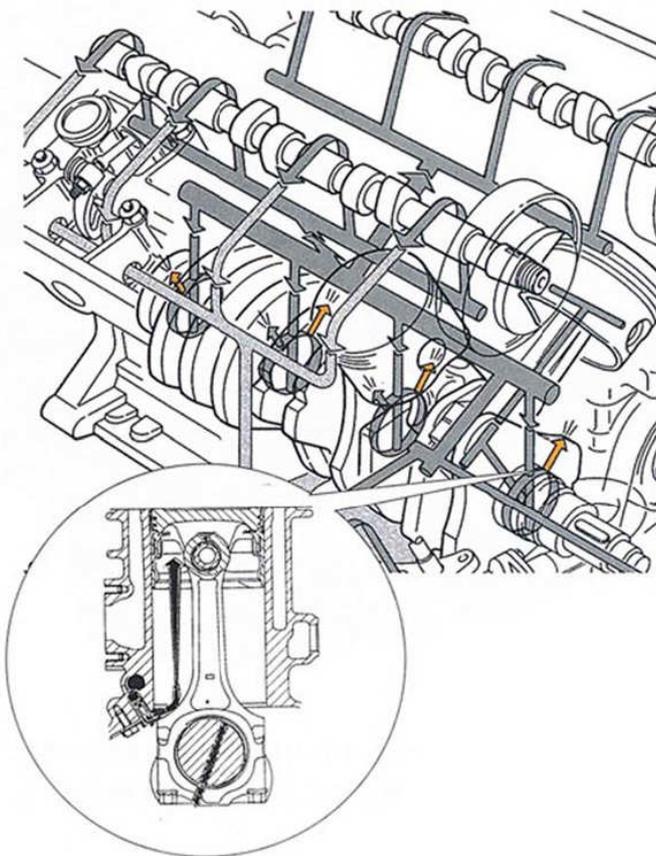
## BANCADA

El aceite procedente del conducto principal llega a los casquillos de bancada a través de unos conductos y de éstos al cigüeñal por unos orificios practicados en los casquillos de bancada. El lubricante pasando por unos conductos realizados en el interior del cigüeñal, lubrica los cojinetes de biela y surtidores de las mismas.

Distribución del aceite a los apoyos de bancada, cojinetes de biela



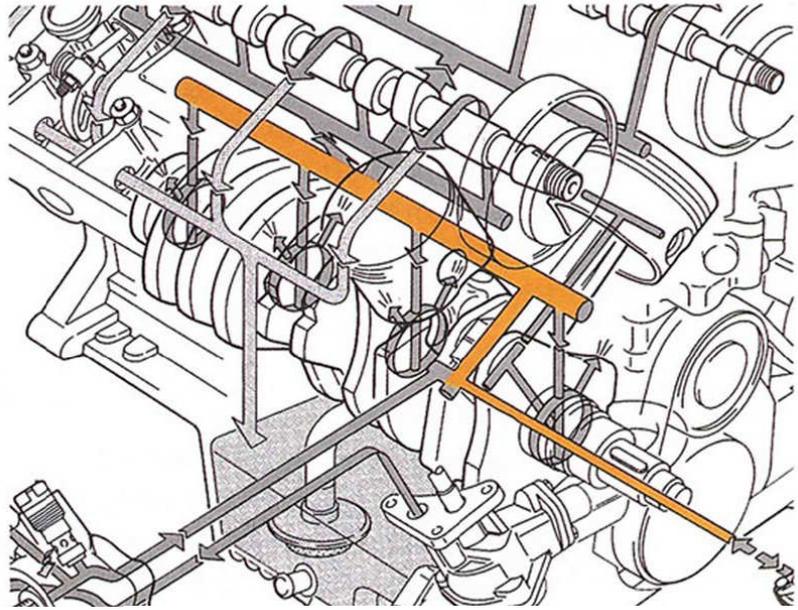
## SURTIDORES DE ACEITE



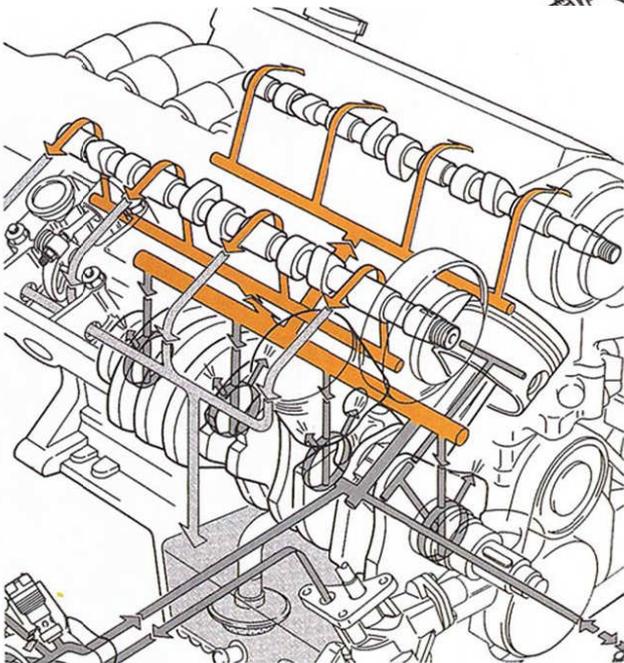
En los motores de alto rendimiento térmico se colocan en el bloque unos pulverizadores de aceite, orientados estratégicamente, para que el chorro de aceite a presión incida en la parte inferior de la cabeza del pistón, refrigerando éste y al mismo tiempo para que la niebla de aceite engrase el pie de biela, bulón, pistón, segmentos y cilindro. Para asegurar una presión mínima de funcionamiento en el circuito, cada surtidor lleva una válvula que permite la salida de aceite cuando la presión en el circuito alcanza un valor determinado.

## ÓRGANOS AUXILIARES

Todos los órganos que funcionan con aceite del circuito principal, tienen una alimentación específica procedente de algún conducto del bloque o de la culata.



## CULATA



A través de uno o varios conductos secundarios del bloque, el aceite llega a los distintos órganos en movimiento montados en la culata; el árbol o los árboles de levas y sus levas, balancines y su eje, empujadores, y si los incorpora, asegura la alimentación de los empujadores hidráulicos, así como del variador de fase.

## Bomba de aceite

La bomba de aceite es el elemento mecánico que debe garantizar un caudal de aceite en el circuito superior al necesario y a una presión adecuada. Toma movimiento generalmente del árbol de levas o del sistema de arrastre de la distribución, y funciona aspirando aceite del cárter y enviándolo hacia el filtro desde donde se distribuye hacia todos los órganos sometidos a rozamiento.

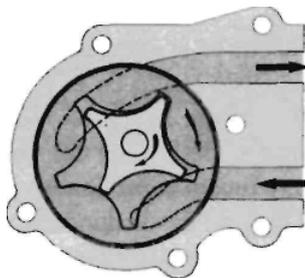
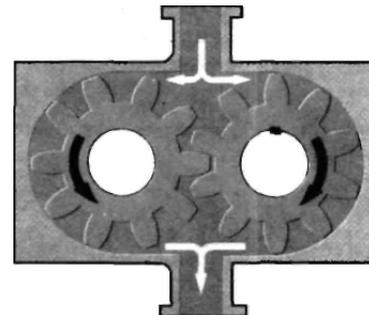
Existen varios tipos de bombas de aceite :

- Bomba de engranajes externos.
- Bomba de lóbulos.
- Bomba de engranajes internos o en Hoz.

## Bomba de engranajes externos

Está constituida por dos piñones idénticos engranados entre sí. Los dientes de los piñones pueden ser helicoidales o rectos.

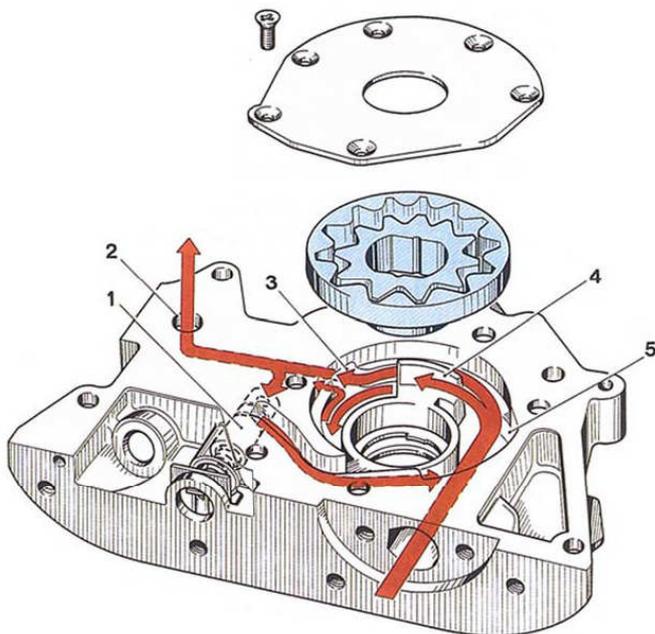
Uno de los piñones (conductor) toma movimiento del motor y se lo transmite al otro. Los piñones giran dentro de una carcasa que forma el cuerpo de la bomba. El movimiento giratorio de los piñones provoca la succión de aceite en la entrada de la bomba y la posterior expulsión por la salida a una presión determinada.



## Bomba de lóbulos

La bomba de lóbulos es otro tipo de bomba utilizada en los motores de 4 tiempos. Está constituida por una carcasa con una serie de cavidades (normalmente 5) por donde se desplaza el elemento que da movimiento a la bomba (rodete), el cual dispone de un saliente menos que cavidades la carcasa. El movimiento del rodete sobre las cavidades de la bomba provoca la succión del aceite del cárter y la compresión del mismo hacia el circuito.

## Bomba de engranajes internos o en hoz.



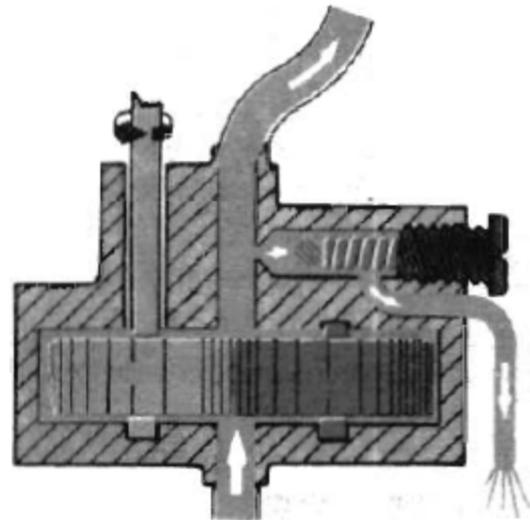
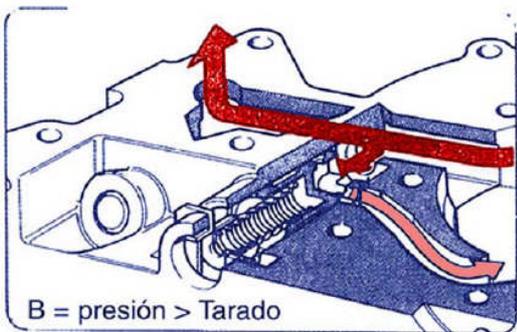
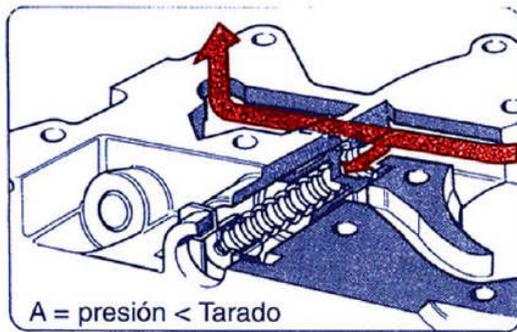
Está constituida por un cuerpo donde giran en su interior un rotor con el dentado en el interior y otro, el conductor, con dentado exterior, movido directamente o indirectamente por el cigüeñal. El rotor interior con un número inferior de dientes que el exterior está conformado de tal forma que engranado con éste, forma dos cámaras diferentes y estancas, una de aspiración, y otra de presión. Con el giro de los rotores el volumen de la cámara de aspiración aumenta progresivamente, provocando la aspiración de aceite del cárter. La cámara de compresión, por el contrario, va disminuyendo de volumen, expulsando el aceite hacia el circuito de lubricación. Con el fin de que no se dañen las bombas de aceite sean del tipo que sean, en la boca de aspiración se coloca un filtro de tamiz que impide la aspiración de cuerpos extraños.

## Válvula de descarga o limitadora de presión.

Está situada normalmente en la bomba de aceite. Su misión es la de limitar la presión en el circuito hasta un valor preestablecido por el fabricante en torno a los  $5 \text{ kgf/cm}^2$ .

Hay varios tipos de válvulas, aunque generalmente están constituidas por un pistón o bola que obturan el orificio de descarga al estar sometidos a la acción de un muelle.

Cuando la presión en el circuito supera la presión de tarado del muelle, se desplaza el pistón o la bola enviando parte del aceite al cárter o a la cámara de aspiración de la bomba, y consecuentemente limitando la caída de presión en el circuito. De esta forma se consigue regular la presión para que no sobrepase los valores establecidos por el fabricante, evitando los efectos perjudiciales que una sobrepresión podría ocasionar obstrucción, y además puede incorporar una segunda válvula antidescarga para evitar que se vacíe cuando el motor está parado, con el fin de que en el próximo arranque se disponga de un engrase instantáneo de los órganos del motor.

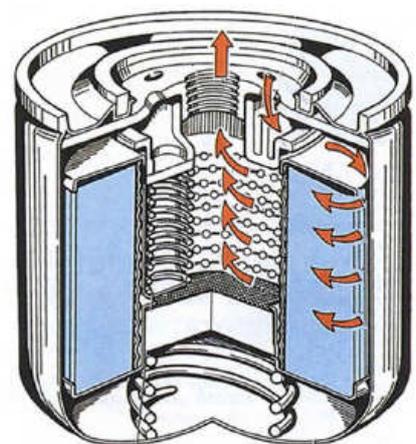


## Filtro de aceite.

Es el elemento encargado de retener las impurezas (superior a 0,005 mm.) contenidas en el aceite lubricante.

El sistema más difundido es el de cartucho, constituido por un recipiente cilíndrico donde se coloca el cartucho, el cual está compuesto por una tira de papel plegada en forma de acordeón, con el fin de aumentar la superficie filtrante.

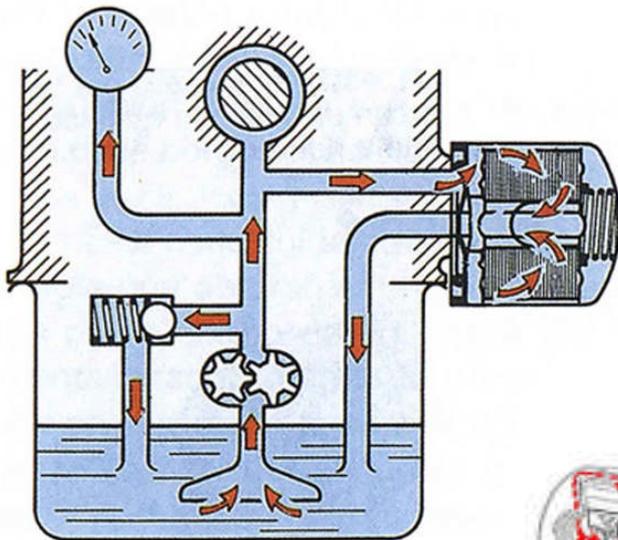
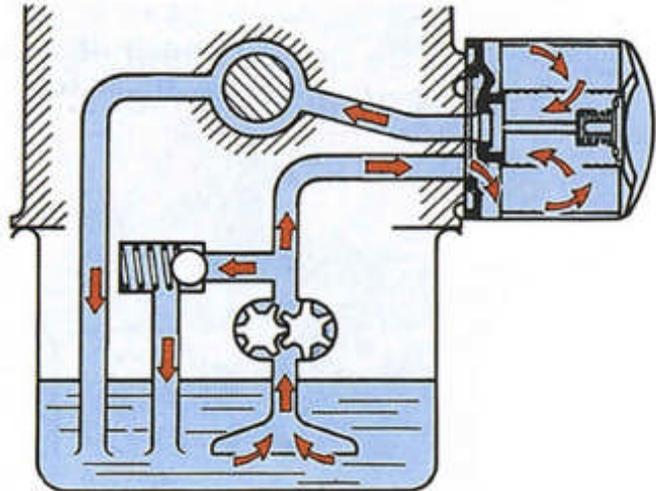
Está provisto de una válvula de seguridad para garantizar el paso de aceite al circuito de lubricación en caso de obstrucción del papel filtrante, y además puede incorporar una segunda válvula anti-descarga para evitar que se vacíe el circuito con motor parado, consiguiendo que en el próximo arranque llegue aceite instantáneamente a los órganos del motor que lo necesiten.



Los filtros pueden instalarse en el circuito de lubricación en paralelo o en serie.

Los filtros colocados en paralelo filtran sólo una parte del caudal de aceite que la bomba envía al circuito de lubricación, devolviendo el aceite que pasa por el filtro directamente al cárter.

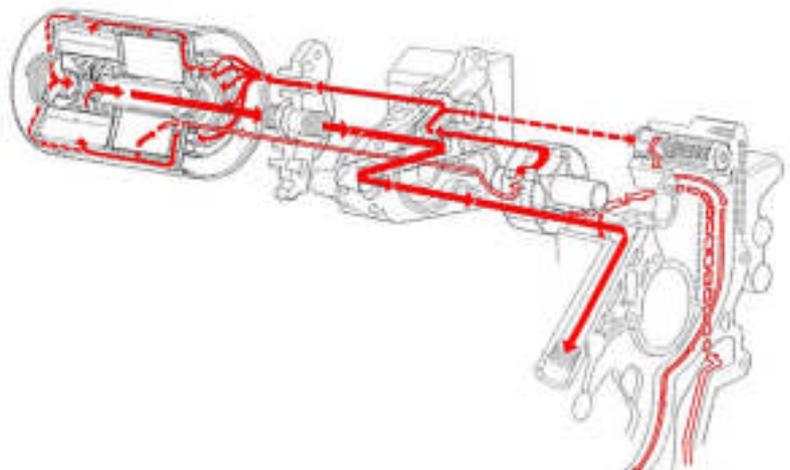
Filtro de aceite colocado en paralelo



Filtro colocado en serie

Los filtros colocados en serie filtran todo el aceite que la bomba envía al circuito de lubricación.

Existen filtros mixtos (serie y paralelo) donde una parte del aceite se filtra antes de enviarlo al circuito y la otra parte se filtra sin pasar por el circuito.



## Sistema para el control de gases contaminantes.

Las emisiones del bloque motor están compuestas por mezclas de aire, gasolina y gases quemados que se filtran entre los cilindros y los segmentos de los pistones y por vapores de aceite lubricante.

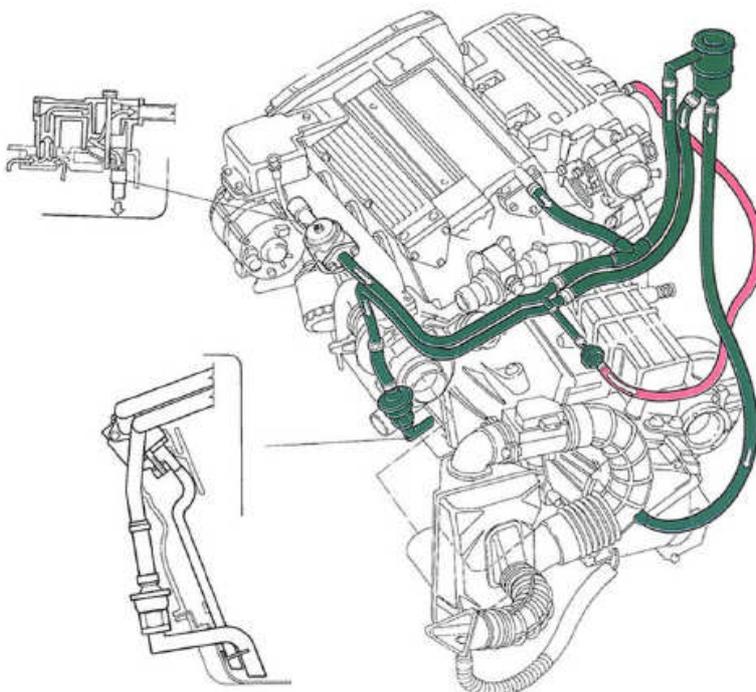
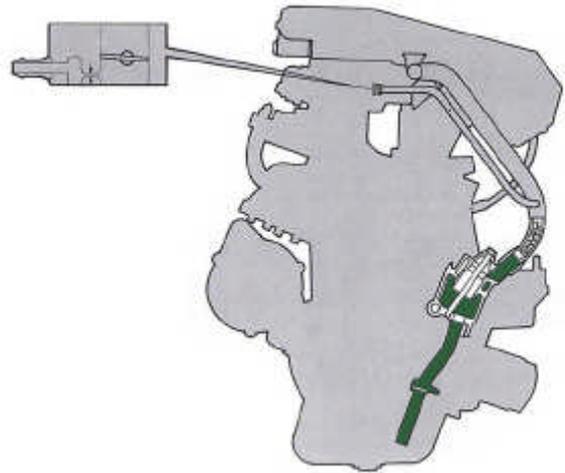
Su conjunto se define gases de Blow - By o de respiradero.

El control de estas emisiones se resuelve con una instalación integrada en el circuito de aspiración que hace recircular a la cámara de combustión los gases procedentes del bloque después de separar el aceite.

Los gases procedentes del bloque atraviesan un separador de ciclón y pierden parte del aceite del motor disuelto en los mismos que, bajo forma de gotas, vuelve por caída al cárter, a través del conducto.

Con la mariposa del acelerador abierta los gases residuales llegan al conducto de admisión por medio de un tubo que contiene en su interior un apaga-llamas. Dicho dispositivo impide la combustión de los gases procedente del bloque en el caso de retroceso de la llama de la cámara de combustión. Con la mariposa cerrada la depresión aspira los gases (en cantidad limitada) directamente en el colector de admisión, a través de otro conducto con un orificio calibrado.

En algunos motores los vapores se toman de dos puntos de respiración del motor, situados respectivamente en el bloque y en la tapa de la culata en el lado de aspiración. Los vapores procedentes del bloque atraviesan un primer separador donde se les somete a una primera fase de condensación provocando su regreso parcial al cárter; los vapores restantes se canalizan junto con los procedentes de la culata, a un segundo separador.



Este separador almacena los vapores y los separa, por efecto de la condensación, en aceite y gases residuales. El aceite recogido se canaliza al cárter a través de un conducto y una válvula unidireccional de descarga.

En los motores sobrealimentados para garantizar que todo el circuito esté constantemente en depresión, se coloca una válvula unidireccional entre el tubo específico para el reciclaje al ralentí procedente del separador y el colector de admisión.

Con motor funcionando al ralentí, la depresión existente en el colector de

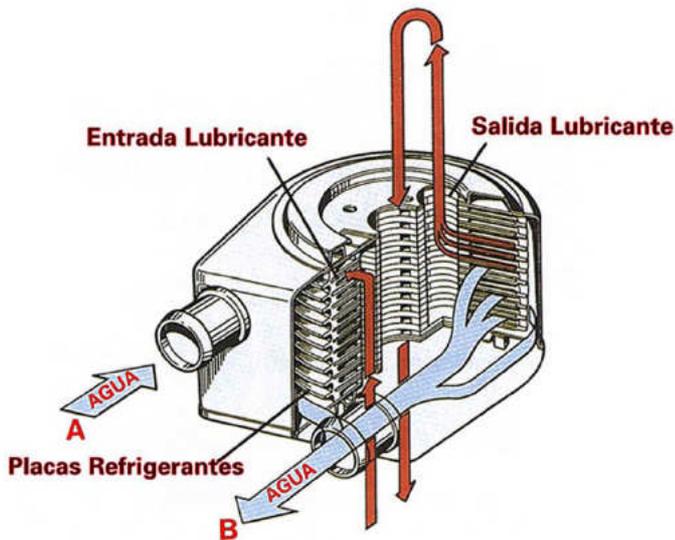
admisión abre la válvula y aspira los vapores procedentes del bloque.

Con motor funcionando en sobrealimentación, la presión existente en el colector de admisión cierra la válvula evitando poner el bloque a la presión que envía el turbo.

## Intercambiadores de calor.

En los vehículos donde el aceite alcanza una temperatura crítica y el cárter no es capaz de reducirla a unos límites aceptables, se instalan en el circuito intercambiadores de calor para colaborar en rebajar la temperatura del aceite. Estos intercambiadores pueden ser de dos tipos:

- Intercambiadores de calor agua-aceite.
- Intercambiadores de calor aire-aceite.

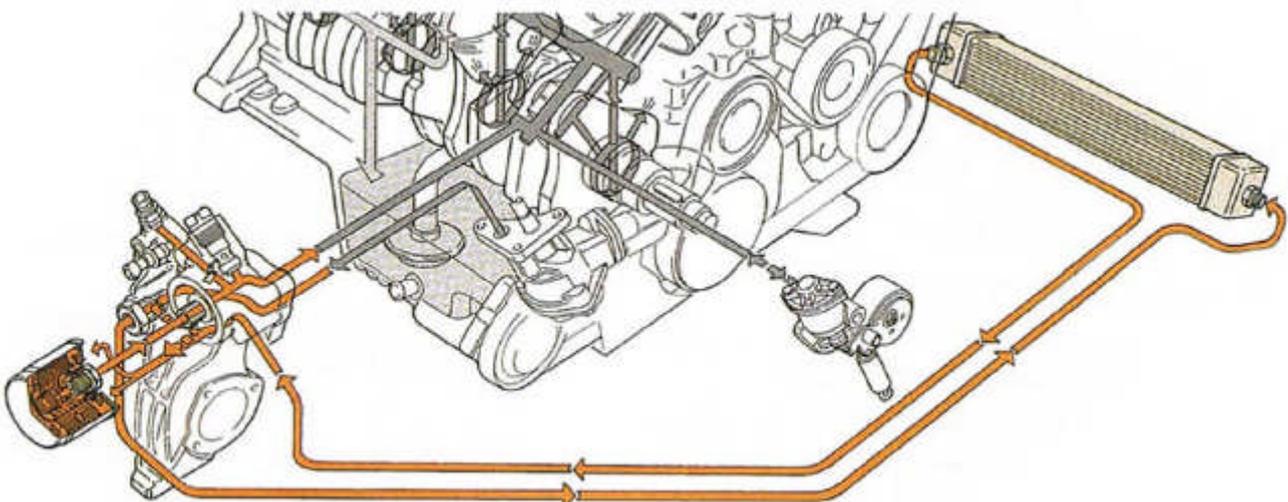


### Intercambiadores de calor agua - aceite

Está constituido por una serie de conductos por los que por un lado circula el aceite del circuito, y por otro el líquido refrigerante. La temperatura del aceite se rebaja al estar en contacto el circuito de refrigeración con el aceite del circuito.

### Intercambiadores de calor aire – aceite.

Está constituido por un radiador cuyo funcionamiento es similar al del sistema de refrigeración. Normalmente, cuando se utilizan este tipo de intercambiadores, el sistema está provisto de una válvula termostática que impide el paso de aceite hacia el radiador cuando éste no ha alcanzado su temperatura de funcionamiento, con el fin de optimizar la lubricación del motor.



## Sistemas de verificación y control.

Todos los vehículos disponen de varios sistemas que verifican y controlan el circuito de engrase. Algunos disponen de más sistemas que otros para controlarlo, pero todos al menos tienen un sistema para verificar el nivel del circuito, y otro para verificar si existe o no presión en él una vez arrancado el motor.

Los elementos de verificación y control más utilizados son los siguientes:

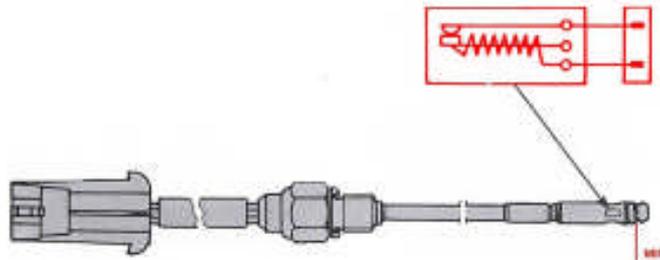
- ✓ Varilla de nivel.
- ✓ Sensor de nivel.
- ✓ Manocontacto de la presión del aceite.
- ✓ Manómetro de la presión del aceite.
- ✓ Reloj de temperatura.
- ✓ Termocontacto de temperatura.

### Varilla de nivel

Este elemento se encuentra en todos los vehículos. Se trata de una varilla que se introduce en el otor y cuyo extremo queda sumergido en el cárter. Dispone de unas marcas que indican el máximo y mínimo nivel recomendable de aceite.

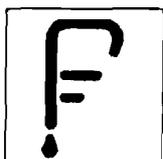


Algunos vehículos disponen de varillas electrónicas, las cuales además de tener reflejadas las marcas del nivel máximo y mínimo en la misma varilla, indican al conductor (a través de un reloj situado en el cuadro de mandos) el nivel de aceite existente en el cárter. Tienen la ventaja de que no es necesario sacar la varilla para comprobar la cantidad de aceite existente.

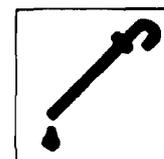
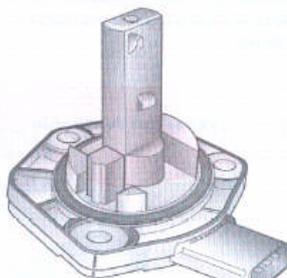


### Medidor de nivel de aceite

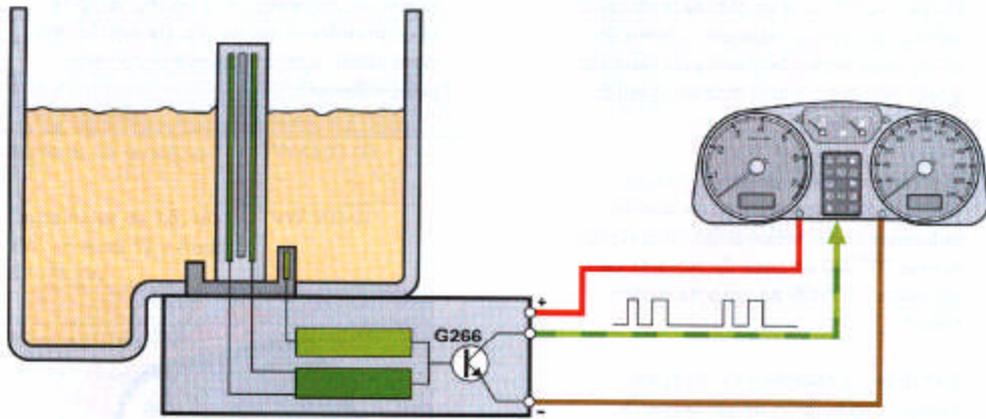
Se trata de una evolución de las varillas electrónicas. El sistema dispone de un sensor situado en el cárter, el cual indica al conductor a través de un reloj el nivel de aceite existente en el cárter en el momento del arranque.



Luz de nivel de aceite



Luz de nivel de aceite



Sensor de nivel de aceite electrónico

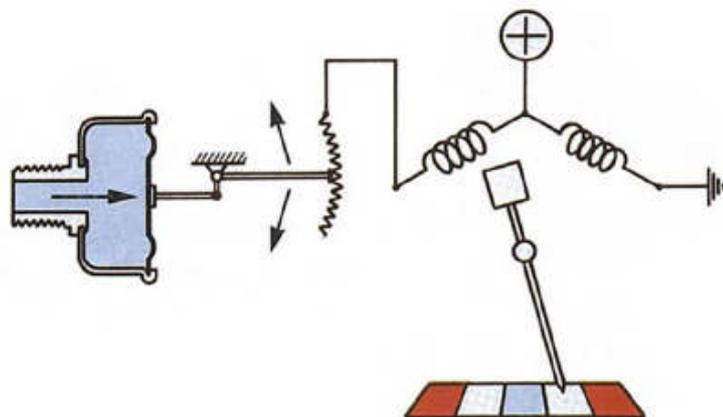
### Manocontacto de la presión de aceite

El dispositivo consiste en una bombilla roja con la figura de una aceitera situada en el cuadro de mandos y de un manocontacto que hace de interruptor de presión situado en la canalización principal del circuito. Cuando el motor está parado y el contacto puesto, la luz testigo del cuadro de mando permanece encendida (no hay presión), en el momento de arranque, aumenta la presión del circuito de engrase y la luz se apaga. (Siempre que no exista una anomalía que provoque su encendido.)

También hay vehículos que llevan un reloj el cual informa al conductor de la presión a aceite ( figura de la derecha ).

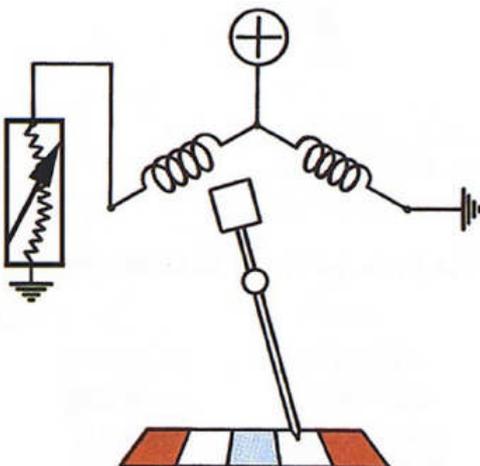


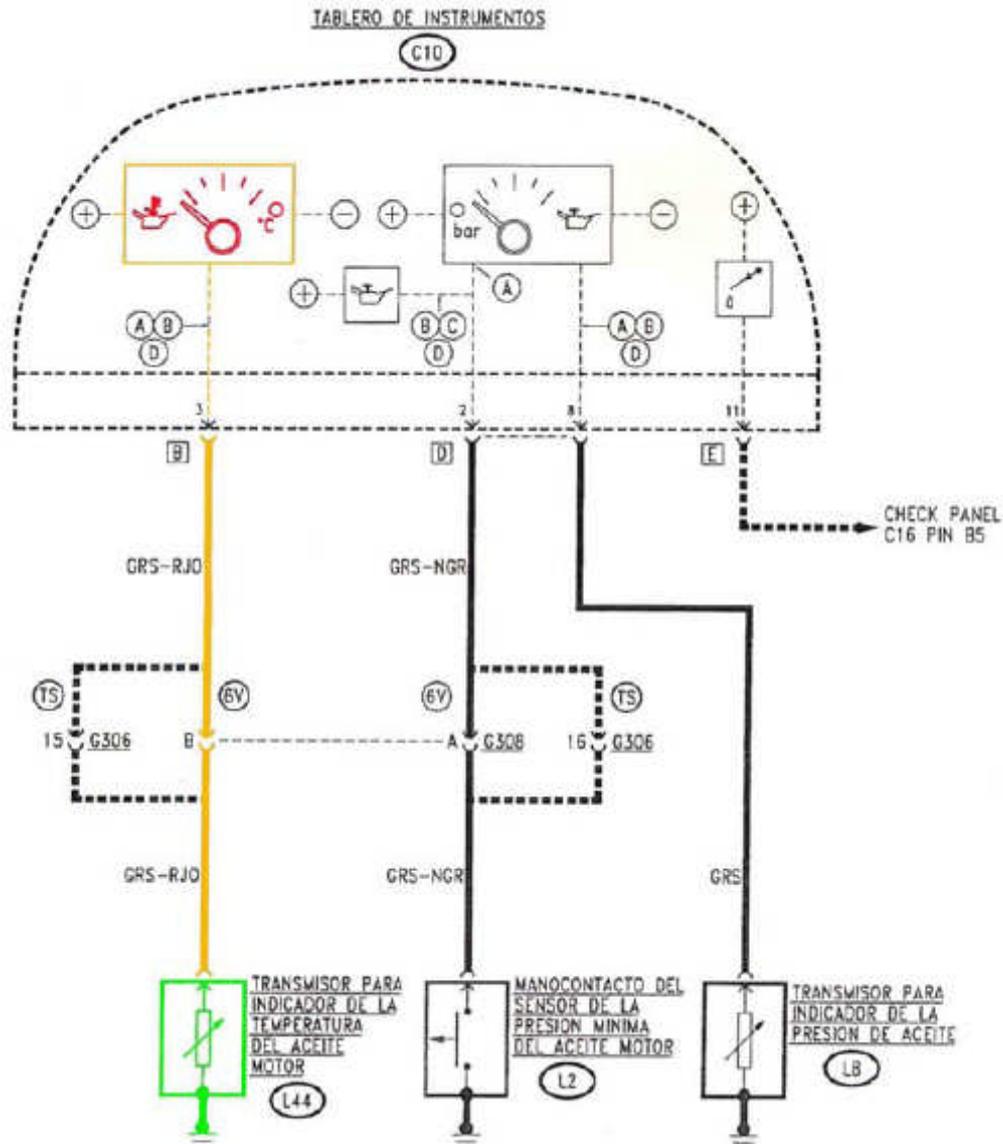
Luz de testigo de la presión de aceite



### Reloj de temperatura

Consta de un sensor de temperatura en contacto con el aceite y un reloj situado en el cuadro de mandos, el sensor envía impulsos eléctricos al reloj para informar sobre la temperatura a que está sometido el aceite, dichos impulsos provocan el desplazamiento de la aguja que indica al conductor la temperatura real del mismo.





## CONTROL DE LA PRESIÓN DE ACEITE

Calentar el motor (temperatura del aceite 90° C).

Montar el útil (1) 1.860.969.000. (Racord)  
Montar el manómetro (2).

Poner en marcha el motor exclusivamente el tiempo necesario para comprobar que la presión del aceite del motor corresponda a los valores prescritos:

- Presión aceite motor al ralentí: 0,6 bar.
- Presión aceite motor a 4000 r.p.m.: 2.5 bar.

