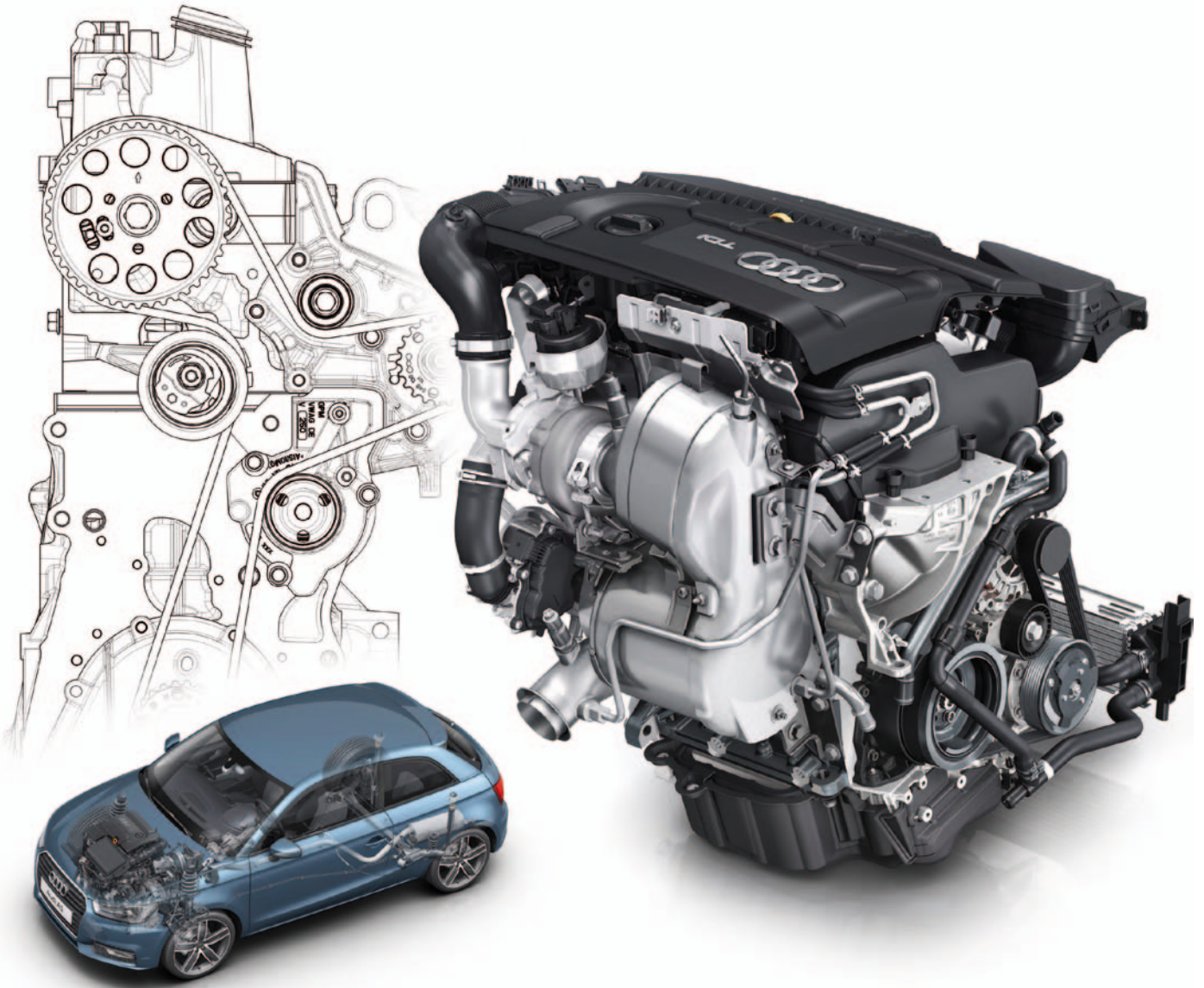




## **Motor Audi TDI 1.4l de 3 cilindros Serie EA288**

La nueva generación modular de motores TDI® implanta una base unitaria para los motores diésel de la Serie EA288. Tras la introducción del MDB (sistema modular diésel) con la variante de 4 cilindros se amplía ahora la Serie EA288 con el nuevo motor de 3 cilindros.

Este motor, de 1,4 litros de cilindrada, viene a completar hacia abajo la extensa gama de los propulsores diésel de Audi. Un enfoque de las actividades de desarrollo consistió en reducir las emisiones de CO<sub>2</sub>, aparte de que el motor TDI 1.4l de 3 cilindros cumple con la norma EU6 sobre emisiones de gases de escape.



640\_002

#### Objetivos de este Programa autodidáctico:

Este Programa autodidáctico describe el diseño y funcionamiento del motor TDI 1.4l de 3 cilindros. Una vez estudiado este Programa autodidáctico, usted estará en condiciones de dar respuesta a las preguntas siguientes:

- ▶ ¿De qué material constan las camisas de los cilindros?
- ▶ ¿Qué componentes van integrados en el módulo de equilibrado rotacional?
- ▶ ¿Qué inyectores se montan?
- ▶ ¿Qué magnitud tiene la presión de retorno del inyector?

# Índice

## Introducción

Características	4
Construcción modular	5

## Mecánica del motor

Bloque motor	7
Cigüeñal	8
Pistones y bielas	8
Módulo de equilibrado rotacional	9

## Alimentación de aceite

Circuito de aceite	12
Bomba de aceite	13

## Culata

Cuadro general	14
Mando de válvulas	16
Conductos de líquido refrigerante	16
Módulo de los árboles de levas	17

## Alimentación de aire y sobrealimentación

Conducción del aire	18
Sobrealimentación	19
Colector de admisión con chapaletas de turbulencia espiroidal	20
Recirculación de gases de escape	21

## Sistema de refrigeración

Gestión térmica	25
Bomba de líquido refrigerante, conmutable	25
Estructura del sistema	26

## Sistema de combustible

Estructura del sistema	31
Unidad de alimentación de combustible	32
Bomba de alta presión	33
Inyectores	34

## Gestión del motor

Cuadro del sistema (Audi A1 año de modelos 2015)	36
Sistema de escape	38

## Apéndice

Programas autodidácticos (SSP)	39
--------------------------------	----

El Programa autodidáctico proporciona las bases relativas al diseño y funcionamiento de nuevos modelos de vehículos, nuevos componentes en vehículos o nuevas tecnologías.

**El Programa autodidáctico no es un manual de reparaciones. Los datos indicados sólo se proponen contribuir a facilitar la comprensión y están referidos al estado de los datos válido a la fecha de redacción del SSP. Los contenidos no se actualizan.**

Para trabajos de mantenimiento y reparación utilice en todo caso la documentación técnica de actualidad.



**Nota**



**Remisión**

# Introducción

## Características

- ▶ Motor de 3 cilindros en línea
- ▶ Tecnología de 4 válvulas, 2 árboles de levas en cabeza (DOHC)
- ▶ Un árbol de levas de admisión y un árbol de levas de escape
- ▶ Bloque motor ejecutado en fundición a presión de aluminio
- ▶ Sobrealimentación por turbocompresor de escape con intercooler integrado y turbocompresor de geometría variable (VTG)
- ▶ Distribución de correa dentada
- ▶ Colector de admisión con chapaletas de turbulencia espiroidal
- ▶ Módulo de equilibrado rotacional con bomba de aceite y depresión
- ▶ Recirculación de gases de escape bicircuito compuesta por una recirculación a alta y una a baja presión

Recirculación de gases de escape a baja presión<sup>1)</sup>

Módulo de depuración de los gases de escape<sup>1)</sup>

Culata<sup>2)</sup>

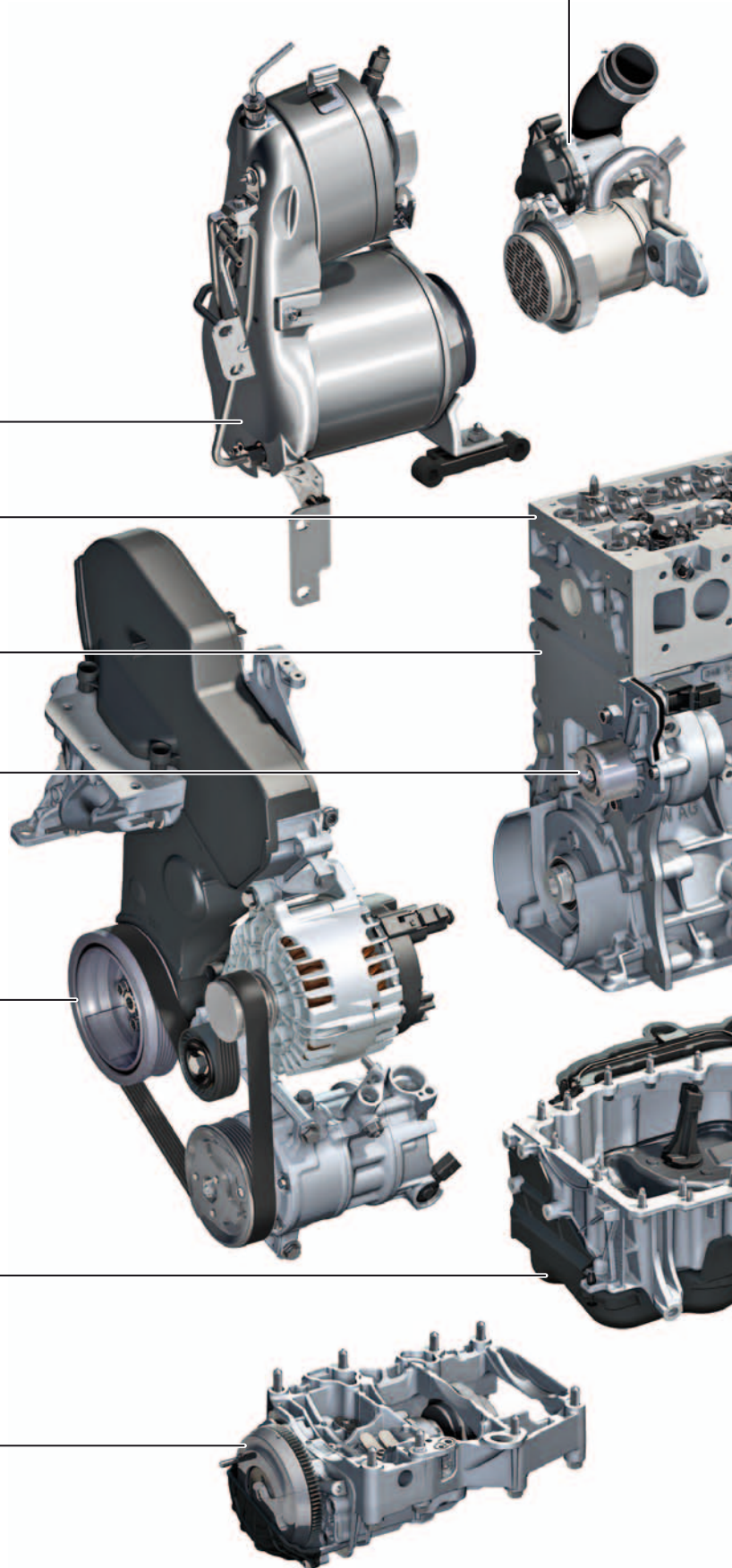
Bloque motor<sup>2)</sup>

Bomba de líquido refrigerante conmutable<sup>1)</sup>

Distribución de correa dentada y grupo auxiliar impulsado<sup>1)</sup>

Cárter de aceite<sup>1)</sup>

Módulo de equilibrado rotacional<sup>2)</sup> con bomba de aceite y depresión



### Remisión

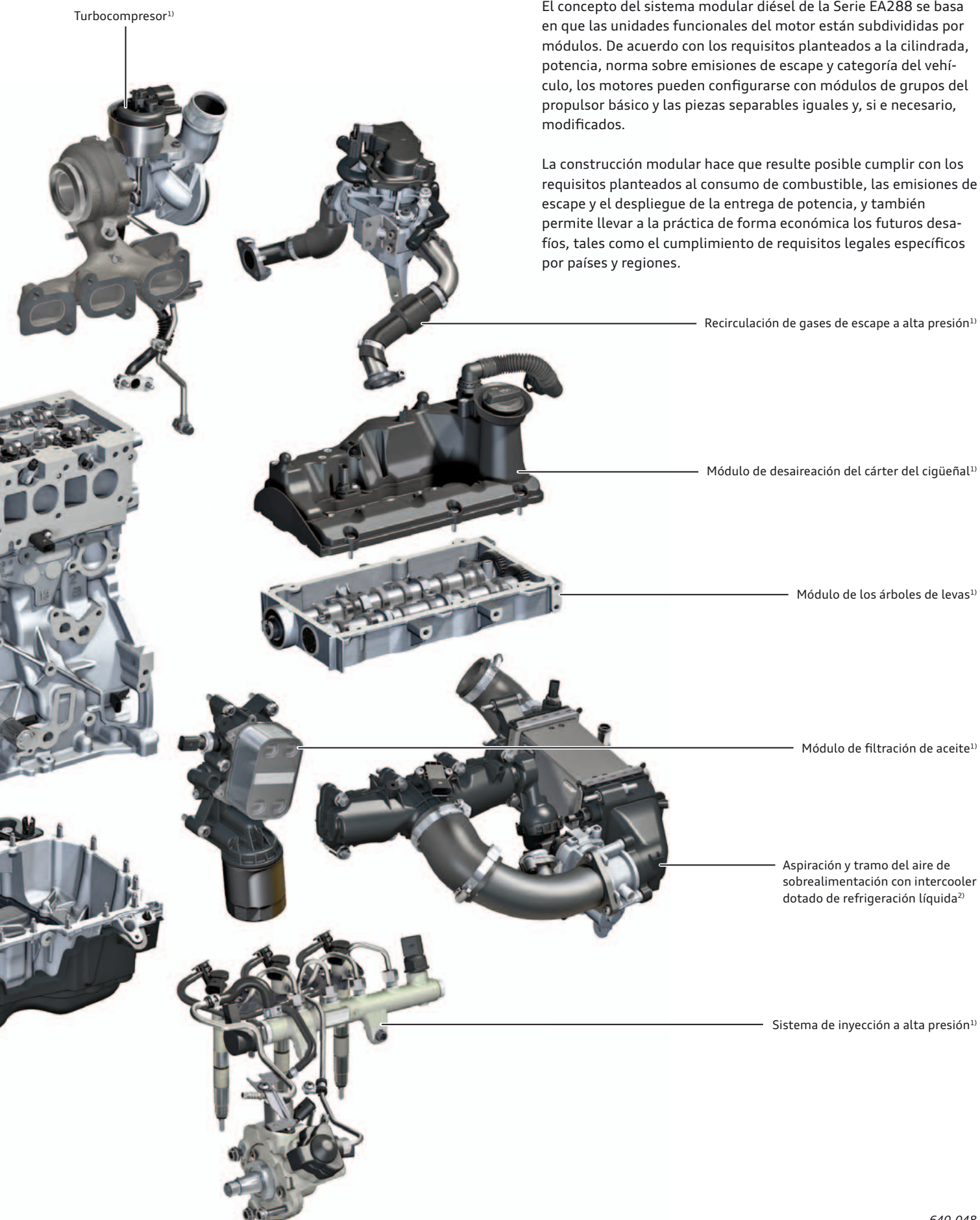
En el Programa autodidáctico 608 "Motores Audi TDI de 1.6 l / 2.0 l de 4 cilindros" se describe el diseño y funcionamiento del motor básico.



## Construcción modular

El concepto del sistema modular diésel de la Serie EA288 se basa en que las unidades funcionales del motor están subdivididas por módulos. De acuerdo con los requisitos planteados a la cilindrada, potencia, norma sobre emisiones de escape y categoría del vehículo, los motores pueden configurarse con módulos de grupos del propulsor básico y las piezas separables iguales y, si e necesario, modificados.

La construcción modular hace que resulte posible cumplir con los requisitos planteados al consumo de combustible, las emisiones de escape y el despliegue de la entrega de potencia, y también permite llevar a la práctica de forma económica los futuros desafíos, tales como el cumplimiento de requisitos legales específicos por países y regiones.



640\_048

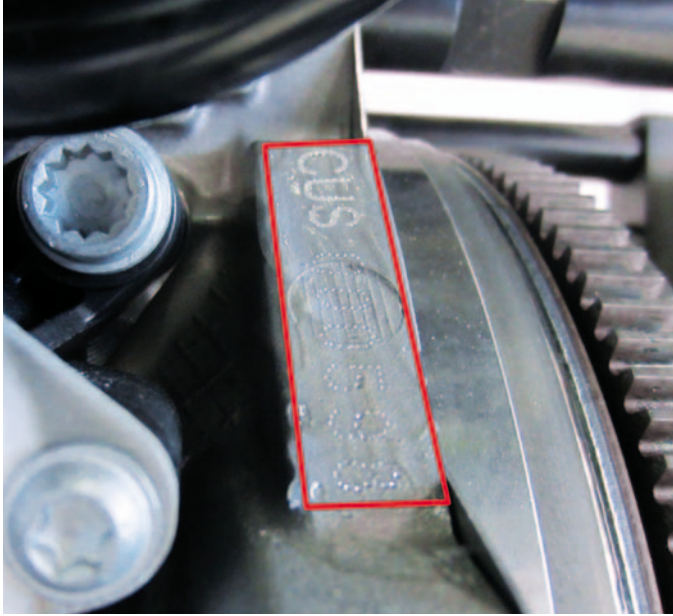
<sup>1)</sup> Módulos con efectos sinérgicos para el sistema modular diésel existente

<sup>2)</sup> Módulos de nuevo desarrollo

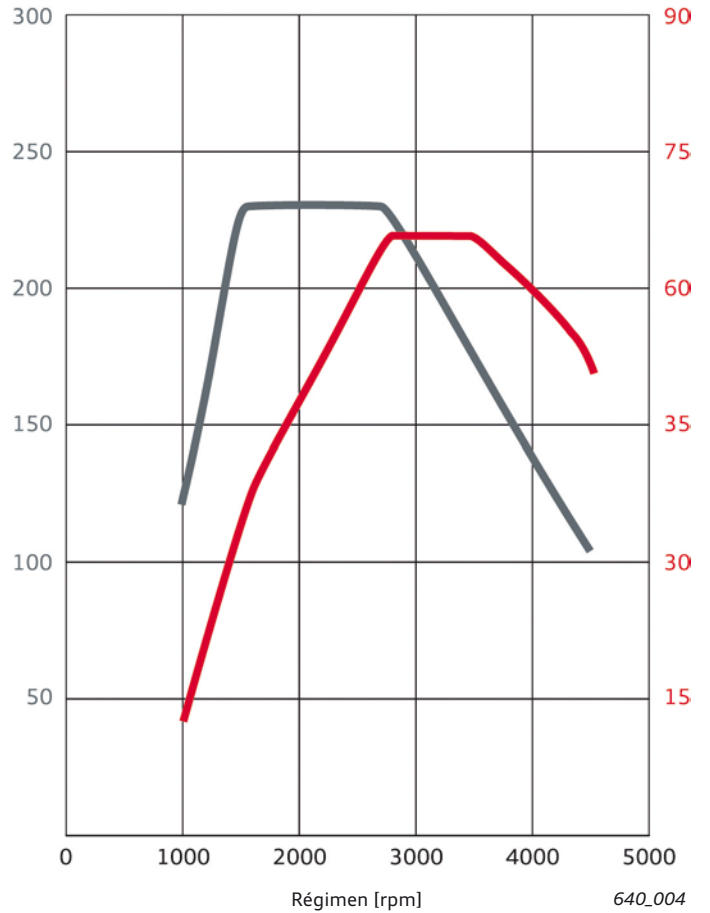
## Datos técnicos

### Curva de par y potencia

— Potencia en kW  
— Par en Nm



640\_051



640\_004

Las letras distintivas del motor van situadas delante a la izquierda, mirando en dirección de marcha, por debajo de la culata, en el borde saliente del bloque motor.

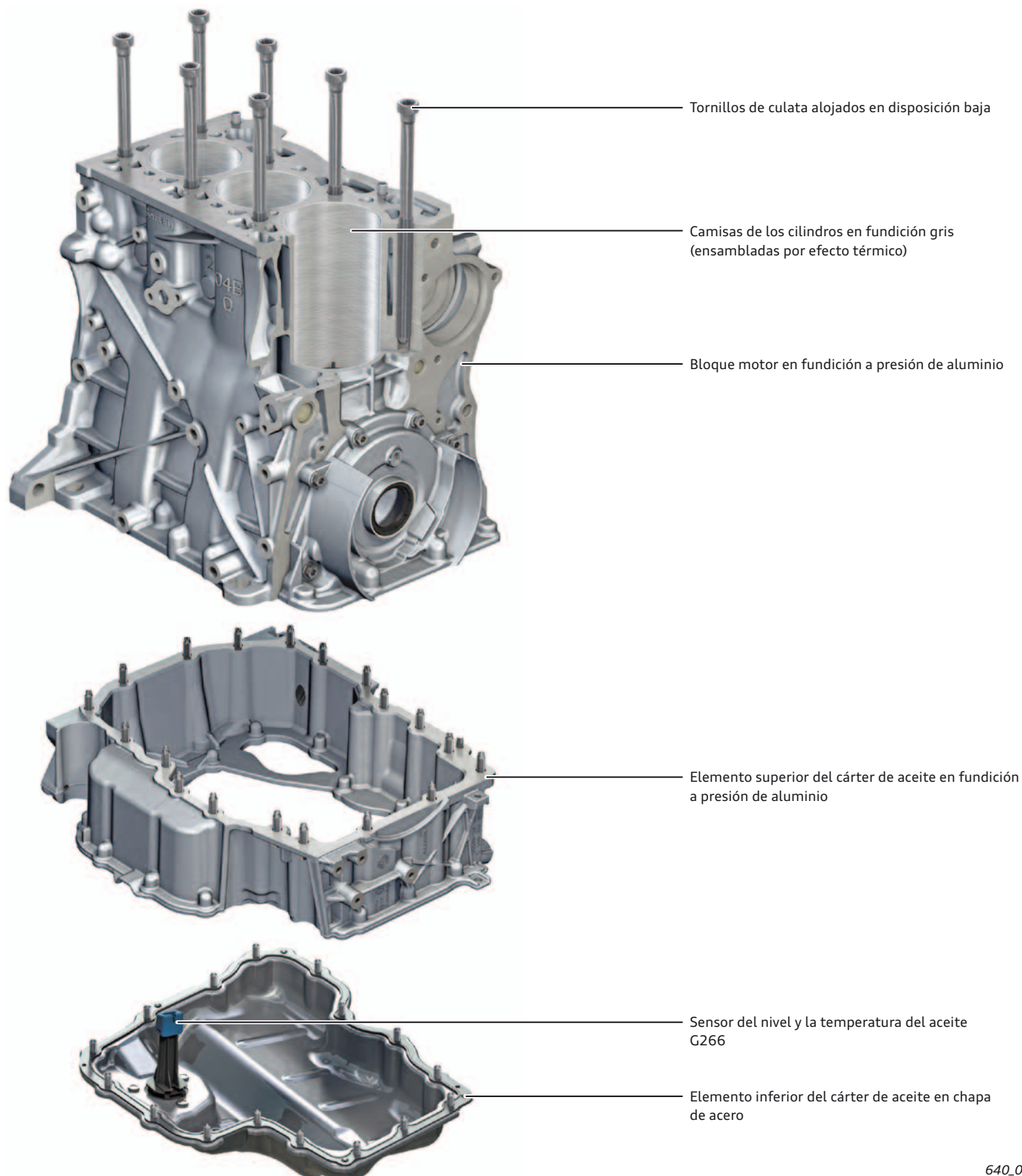
Características	Datos técnicos
Letras distintivas del motor	CUSB
Arquitectura	Motor de 3 cilindros en línea
Cilindrada en cc	1422
Carrera en mm	95,5
Diámetro de cilindros en mm	79,5
Válvulas por cilindro	4
Orden de encendido	1-2-3
Compresión	16,1 : 1
Potencia en kW a rpm	66 a 2.750 - 3.500
Par en Nm a rpm	230 a 1.500 - 2.500
Combustible	Gasoil según EN 590
Sobrealimentación	Turbocompresor de geometría variable
Depuración de los gases de escape	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Catalizador de oxidación y filtro de partículas diésel</li> <li>▶ Recirculación de gases de escape con sectores de alta y baja presiones</li> </ul>
Norma sobre emisiones de escape	EU 6
Emisiones de CO <sub>2</sub> en g/km	89 (combinado)

# Mecánica del motor

## Bloque motor

Para reducir el peso se ha fabricado el bloque motor en fundición a presión de aluminio (AlSi9Cu3). Tan sólo con el cambio del material de fundición gris a aluminio se ha logrado una reducción del peso. Las camisas de los cilindros que hallan aplicación son versiones de pared delgada en fundición gris (GJL 250) ensambladas por efecto térmico. Para ello se calienta el bloque, haciendo que se dilate. Al mismo tiempo se subenfrian intensamente las camisas de los cilindros, para que se contraigan.

Como resultado, el nuevo motor pesa 11 kg menos que un 3 cilindros comparable de fundición gris e incluso 27 kg menos que el motor TDI 1.6l de 4 cilindros. El principio de los tornillos de culata alojados en disposición baja se ha adoptado de la Serie de motores diésel EA288. Con ello mejora el reparto del flujo de las fuerzas en la estructura del bloque y el reparto de las presiones en la junta de la culata.





## Cigüeñal

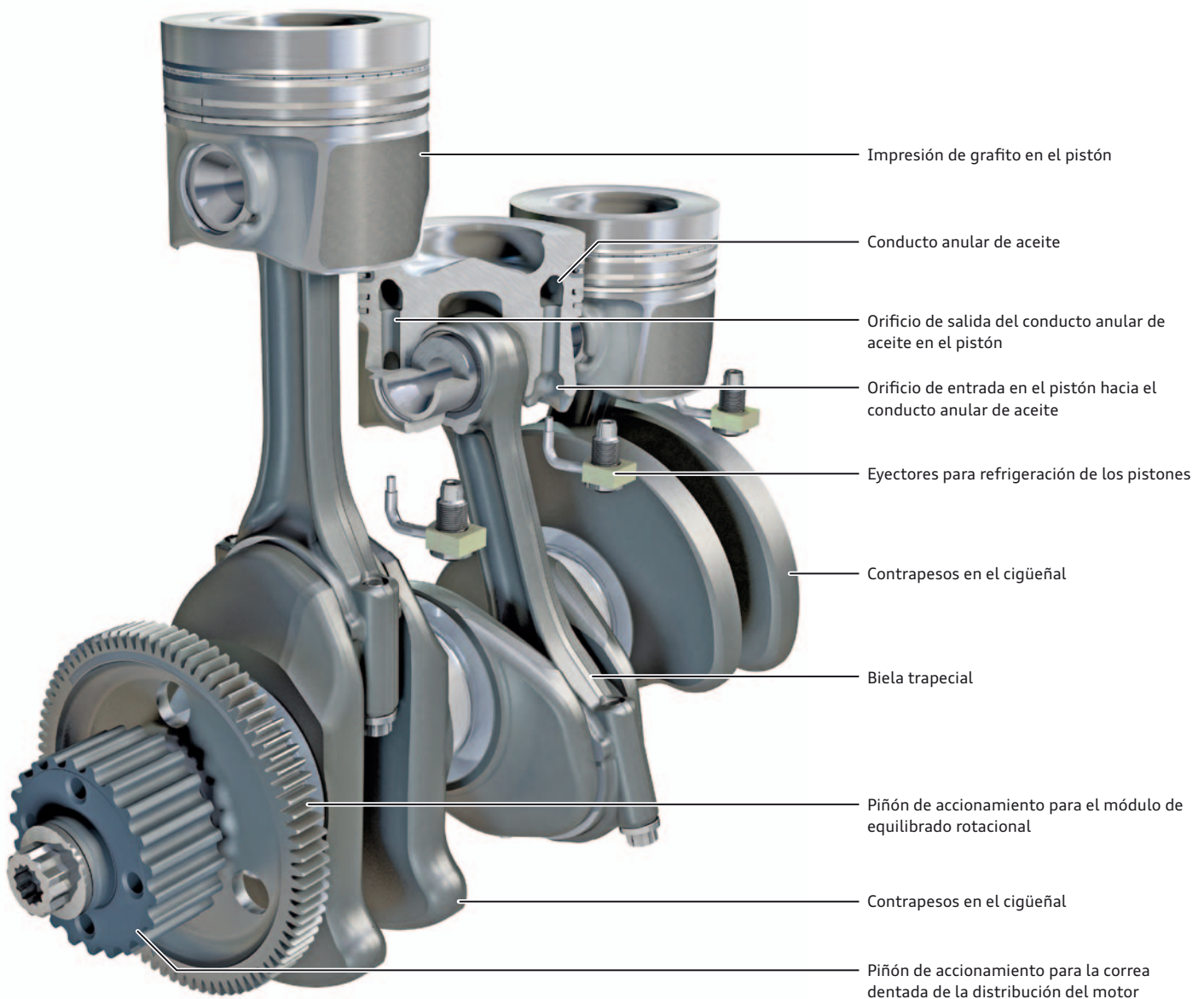
El cigüeñal fabricado en acero se apoya en 4 cojinetes y posee 2 contrapesos para compensar las inercias de las masas en rotación.

Por el lado de la correa dentada se ha empotrado adicionalmente por contracción el piñón para el accionamiento del módulo de equilibrado rotacional.

## Pistones y bielas

Los pistones utilizados son de aluminio. Poseen un conducto anular para aceite en la zona anular del alma de fuego, que está sujeta a altas cargas térmicas. Al encontrarse el pistón en la posición de PMI se inyecta directamente al interior del pistón aceite de motor fresco, refrigerado, a través de un orificio de entrada.

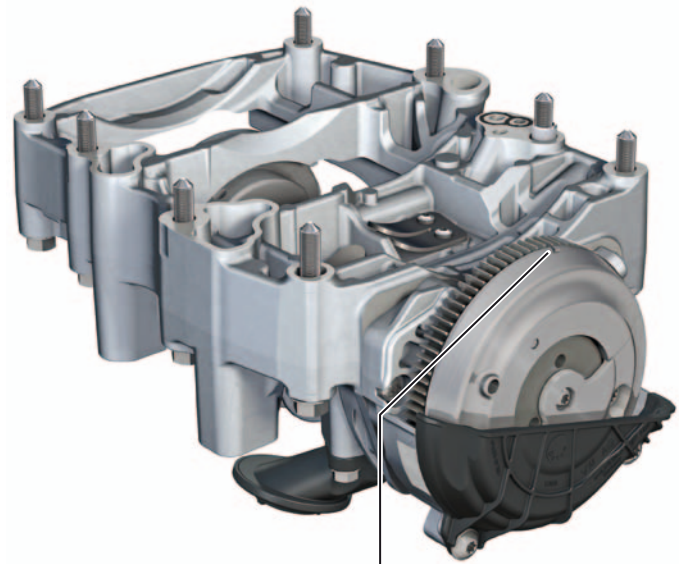
El aceite fresco desaloja al mismo tiempo al aceite que se ha calentado en el conducto anular y lo devuelve al cárter. Para reducir la fricción se imprimen los pistones con grafito por el lado situado hacia el par de basculamiento. Los pistones van comunicados con el cigüeñal a través de bielas trapeciales craqueadas.





## Módulo de equilibrado rotacional

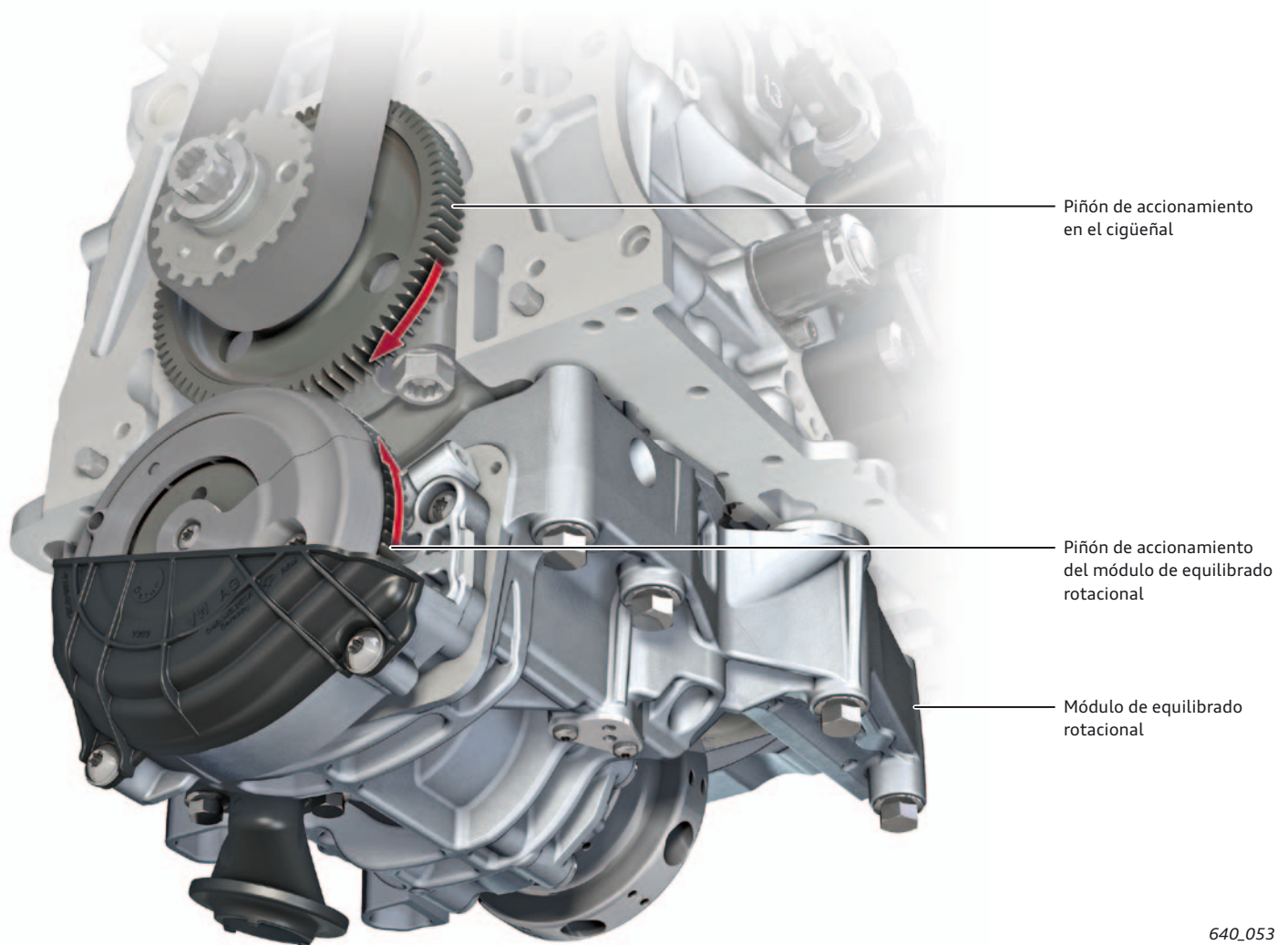
Para compensar las inercias libres se instala un árbol equilibrador que gira a régimen de motor en el sentido opuesto al del cigüeñal. El módulo de equilibrado rotacional va atornillado directamente al bloque en el baño de aceite del cárter. El accionamiento del árbol equilibrador se realiza por medio del piñón del cigüeñal.



Marca de posición respecto al cigüeñal

640\_050

## Accionamiento



Piñón de accionamiento en el cigüeñal

Piñón de accionamiento del módulo de equilibrado rotacional

Módulo de equilibrado rotacional

640\_053



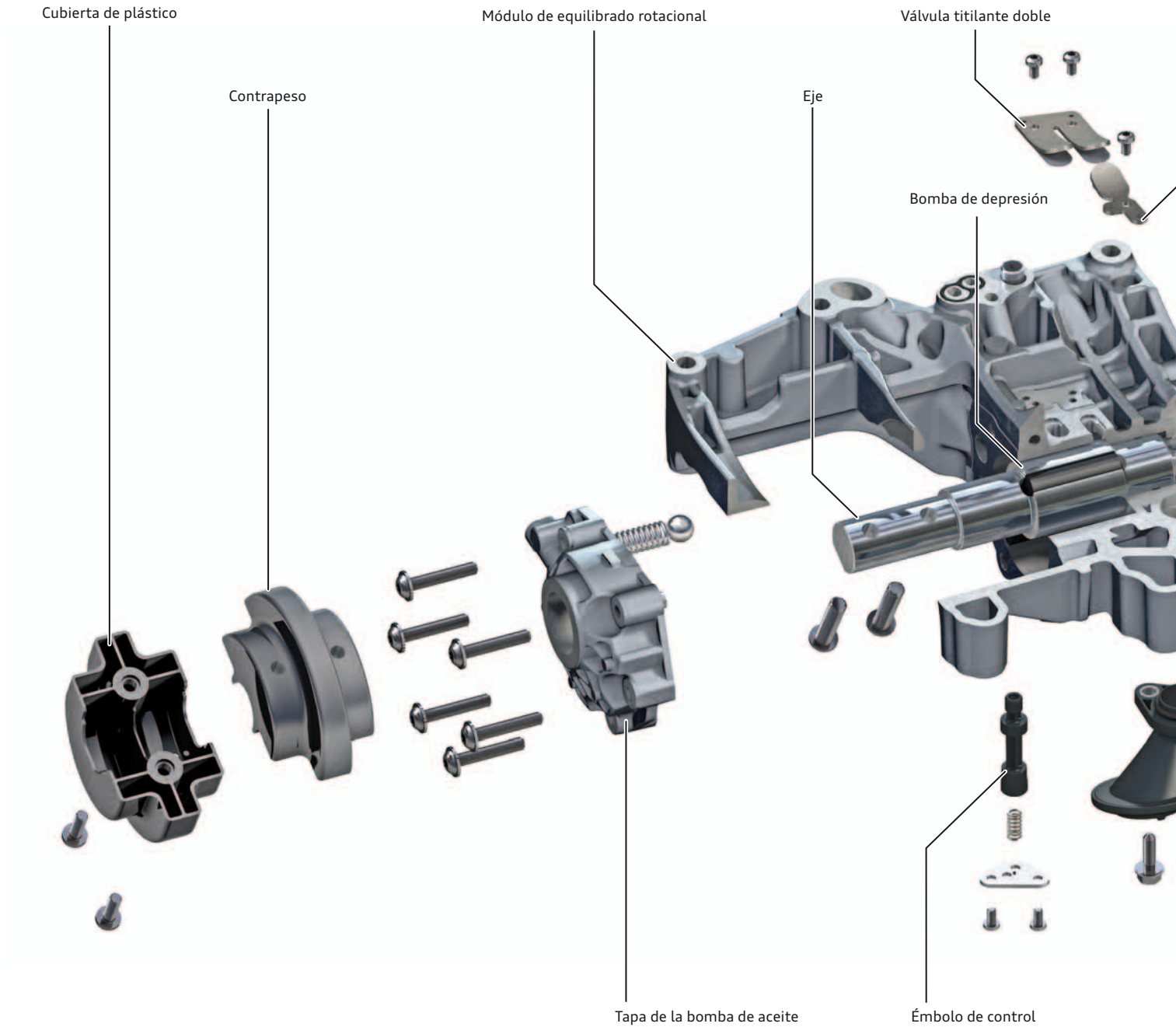
### Nota

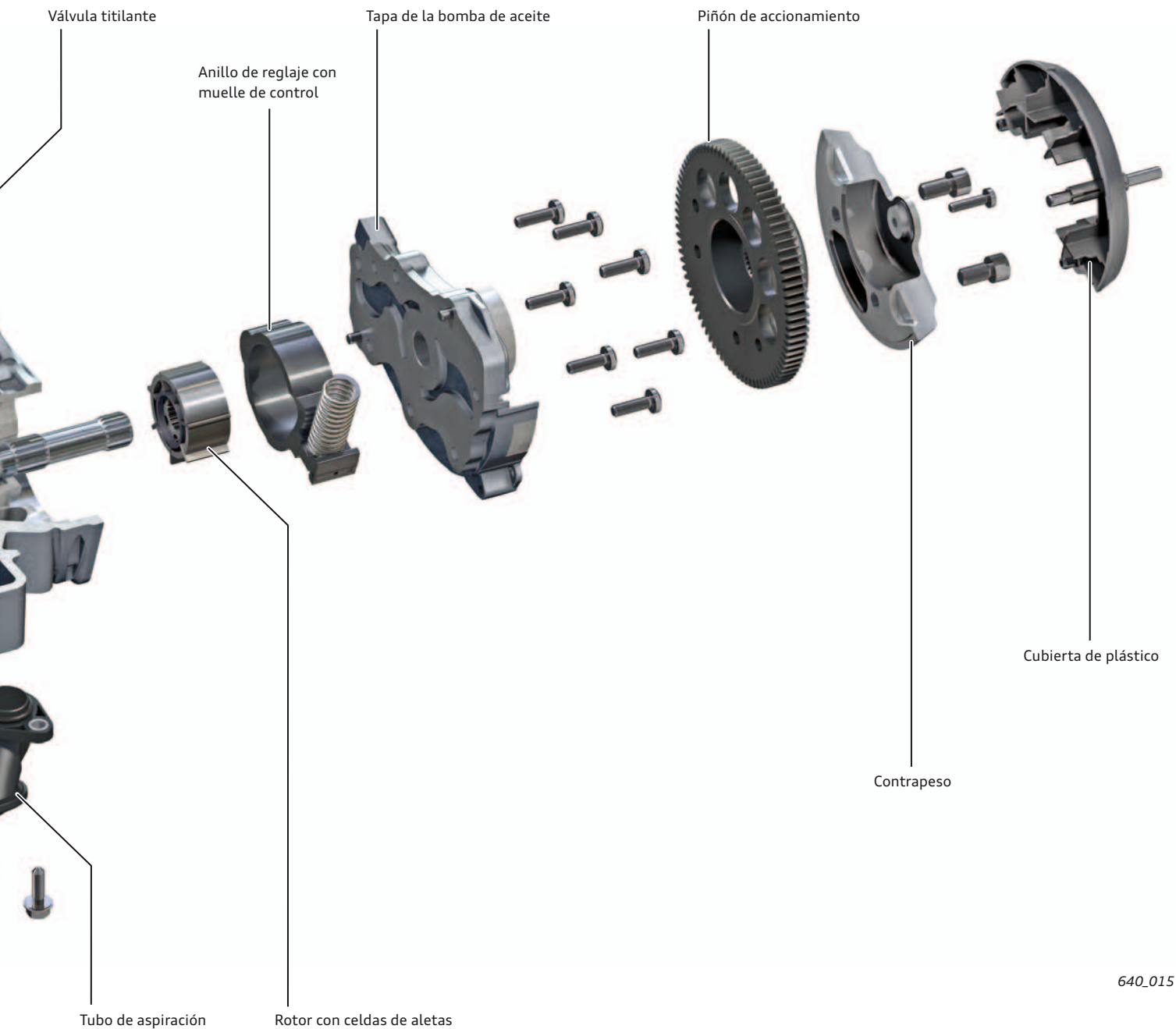
El piñón de accionamiento para el módulo de equilibrado rotacional va dotado de un recubrimiento de polímero, a través del cual se ajusta el juego entre flancos de los dientes. El recubrimiento se va desgastando a lo largo del tiempo en funcionamiento. Entonces ya no es posible ajustar el juego entre flancos de los dientes sin el recubrimiento. Por ese motivo se tiene que sustituir el módulo de equilibrado rotacional después de su desmontaje.

## Estructura

Por motivos de espacio, y para mantener reducidos los efectos de fricción, se instala un árbol equilibrador con bomba de aceite y bomba de depresión integradas.

Los contrapesos llevan una cubierta de plástico por el lado opuesto, con la que se evita la espumificación del aceite de motor.





640\_015

### Bomba de depresión

La bomba de depresión aspira el aire del servofreno a través de una tubería específica y de conductos en el bloque. El aire aspirado es conducido a través de válvulas titilantes hacia el interior del bloque y ventila su espacio interior.

Después de ello este aire es alimentado a la combustión, en forma de gas blow-by, a través de la desaireación del motor. Mediante una válvula titilante doble se implementa una gran sección de paso para expulsar el aceite en la cámara de la bomba de depresión. De esa forma, se mantienen reducidos los pares de accionamiento, incluso a bajas temperaturas.

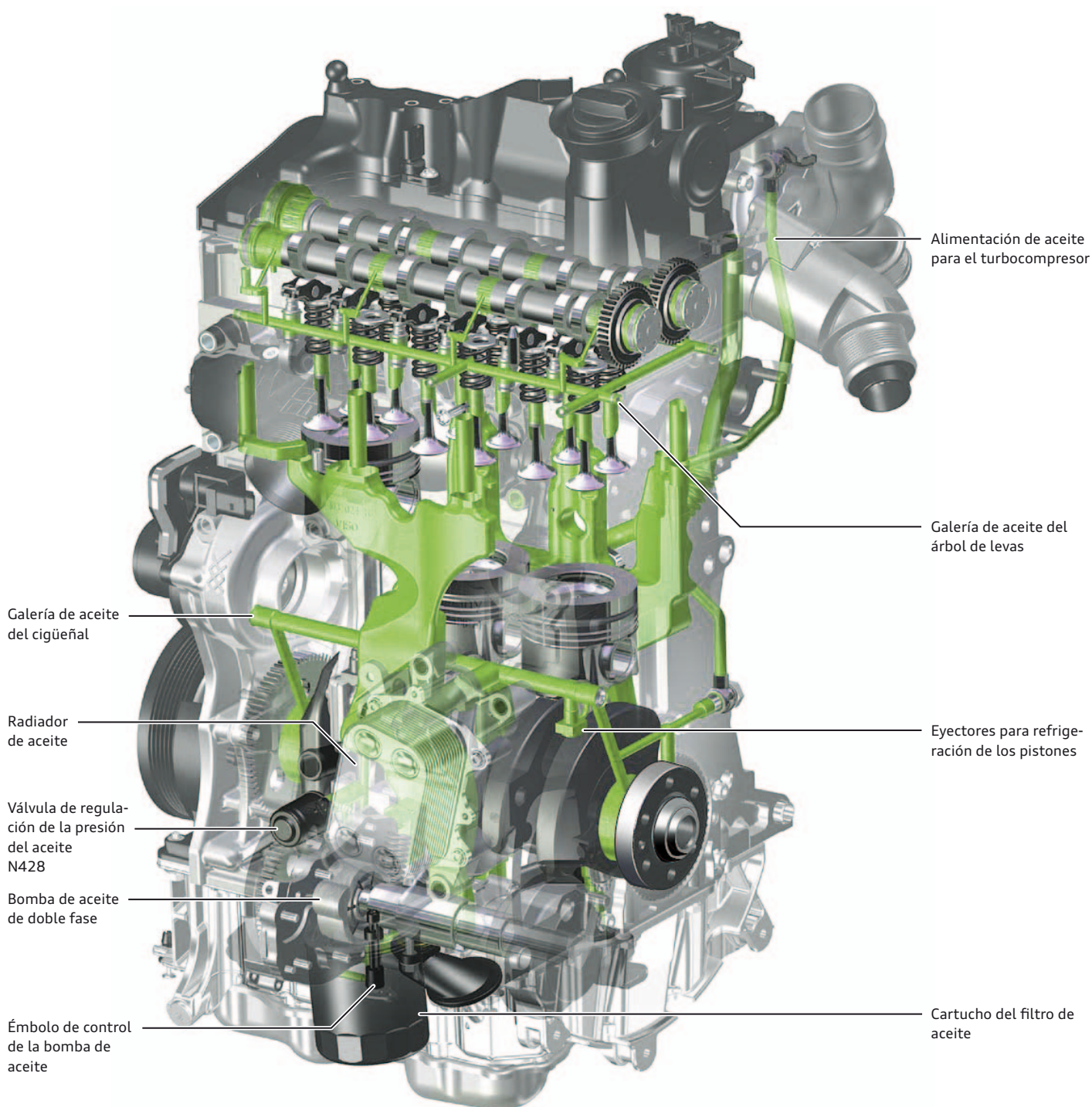


# Alimentación de aceite

## Circuito de aceite

Con la bomba de aceite integrada en el módulo de equilibrado rotacional se alimenta la cantidad de aceite correcta a la presión necesaria hacia el motor con los componentes del cigüeñal, la culata y el turbocompresor.

La bomba de aceite es una versión regulada, que trabaja a 2 fases definidas.





## Bomba de aceite

La bomba es una versión celular de aletas con el anillo de reglaje alojado excéntricamente. Para reducir la potencia necesaria para el accionamiento de la bomba de aceite, ésta dispone de una regulación del caudal volumétrico.

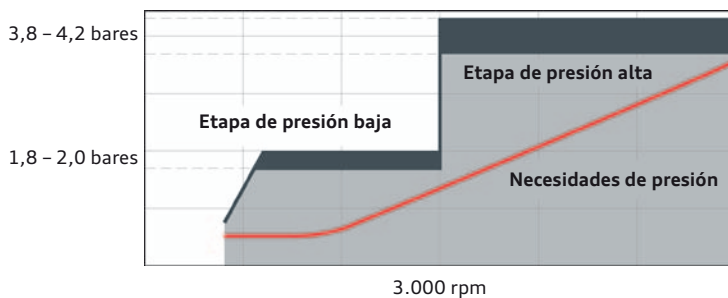
Las características de alimentación pueden ser modificadas por medio de un anillo de reglaje alojado en disposición girable.

Se le puede aplicar aceite a presión sobre una superficie de control y pivotar superando la fuerza del muelle de control. Un tubo de aspiración, de geometría especial, se encarga de que el aceite de motor sea aspirado de forma fiable desde el cárter, incluso al intervenir fuerzas intensas de aceleración transversal del vehículo.

### Regulación de la presión del aceite

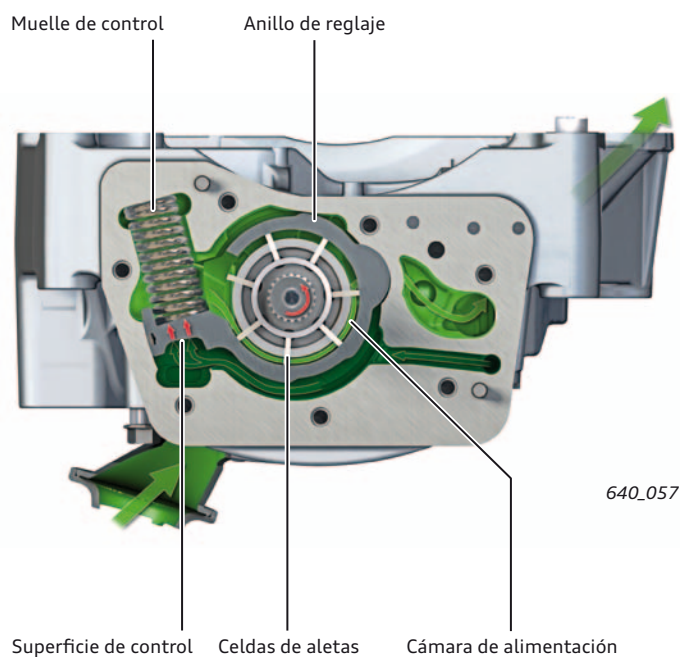
La bomba de aceite trabaja con 2 fases de presión, que se conectan en función del régimen del motor:

- ▶ **Fase de baja presión:** presión del aceite 1,8 – 2,0 bares
- ▶ **Fase de alta presión:** presión del aceite 3,8 – 4,2 bares



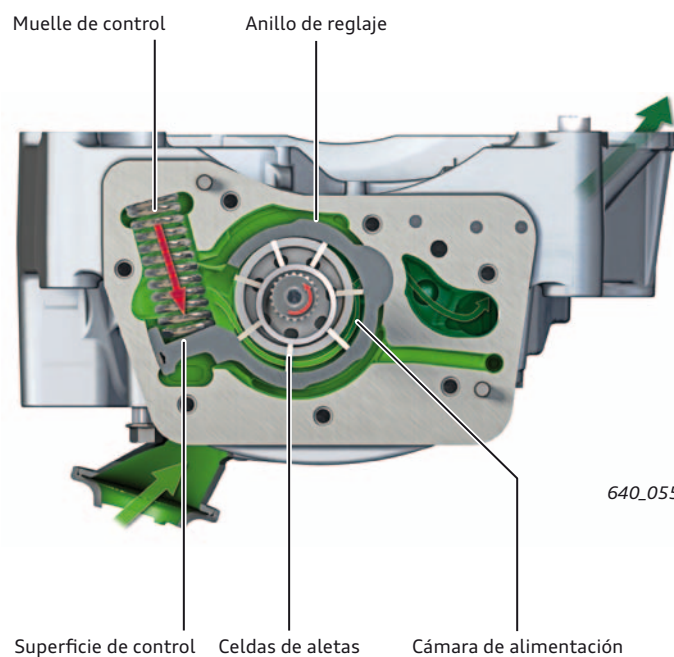
640\_019

### Baja cantidad impelida



640\_057

### Alta cantidad impelida



640\_055

En la gama de regímenes inferiores, la válvula de regulación de la presión del aceite N428, que tiene tensión aplicada (borne 15), recibe potencial de masa por parte de la unidad de control del motor y libera el conducto de aceite conmutado sobre el émbolo de control. La presión del aceite actúa sobre la superficie de control. La fuerza que de ahí resulta es superior a la del muelle de control y se encarga de pivotar el anillo de reglaje en sentido antihorario hacia el centro de la bomba celular de aletas, con lo cual se reduce la cámara de alimentación entre las celdas de aletas.

El nivel de presión inferior se pone en vigor en función de la carga y el régimen del motor, la temperatura del aceite y otros parámetros operativos, con los cuales se reduce la potencia aplicada al accionamiento de la bomba de aceite.

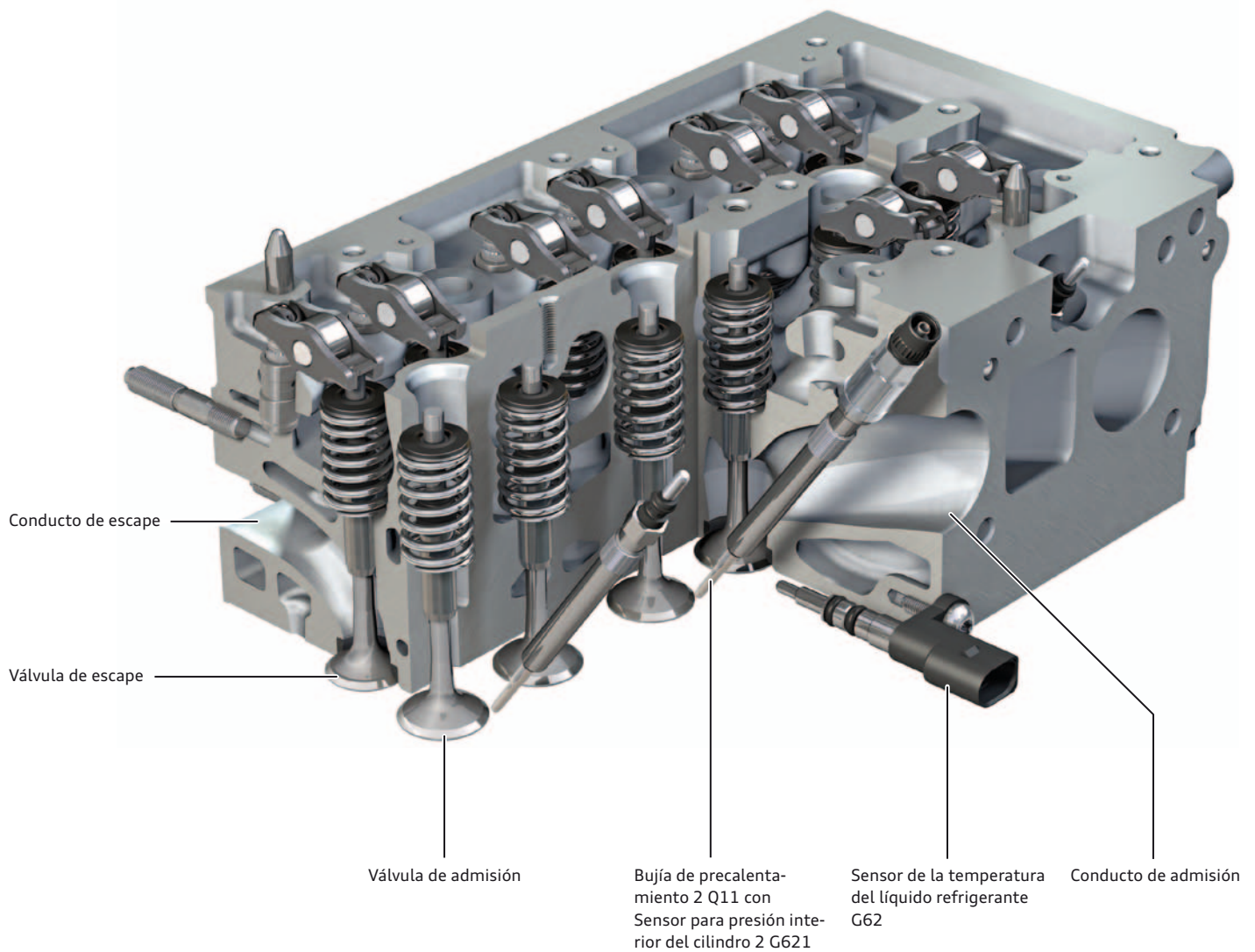
En la gama de regímenes superiores o de cargas intensas (aceleración a plena carga) la válvula de regulación de la presión del aceite N428 es separada del terminal de masa por parte de la unidad de control del motor J623, de modo que se produzca la desaireación en el conducto de aceite conmutado. El anillo de reglaje pivota ahora a partir de la posición central y amplía la cámara de alimentación entre las celdas de aletas. Con el crecimiento de las cámaras entre las celdas de aletas crece la cantidad de aceite impelida.

Los taladros de paso de aceite y el juego de los cojinetes del cigüeñal oponen una resistencia al mayor caudal del aceite y hacen que aumente la presión. De esta forma se ha podido realizar una bomba de aceite regulada por caudal volumétrico, con 2 etapas de presión.

# Culata

## Cuadro general

La culata del motor TDI de 3 cilindros se fabrica en aluminio y se basa, en sus rasgos característicos, en la de la Serie de motores EA288.

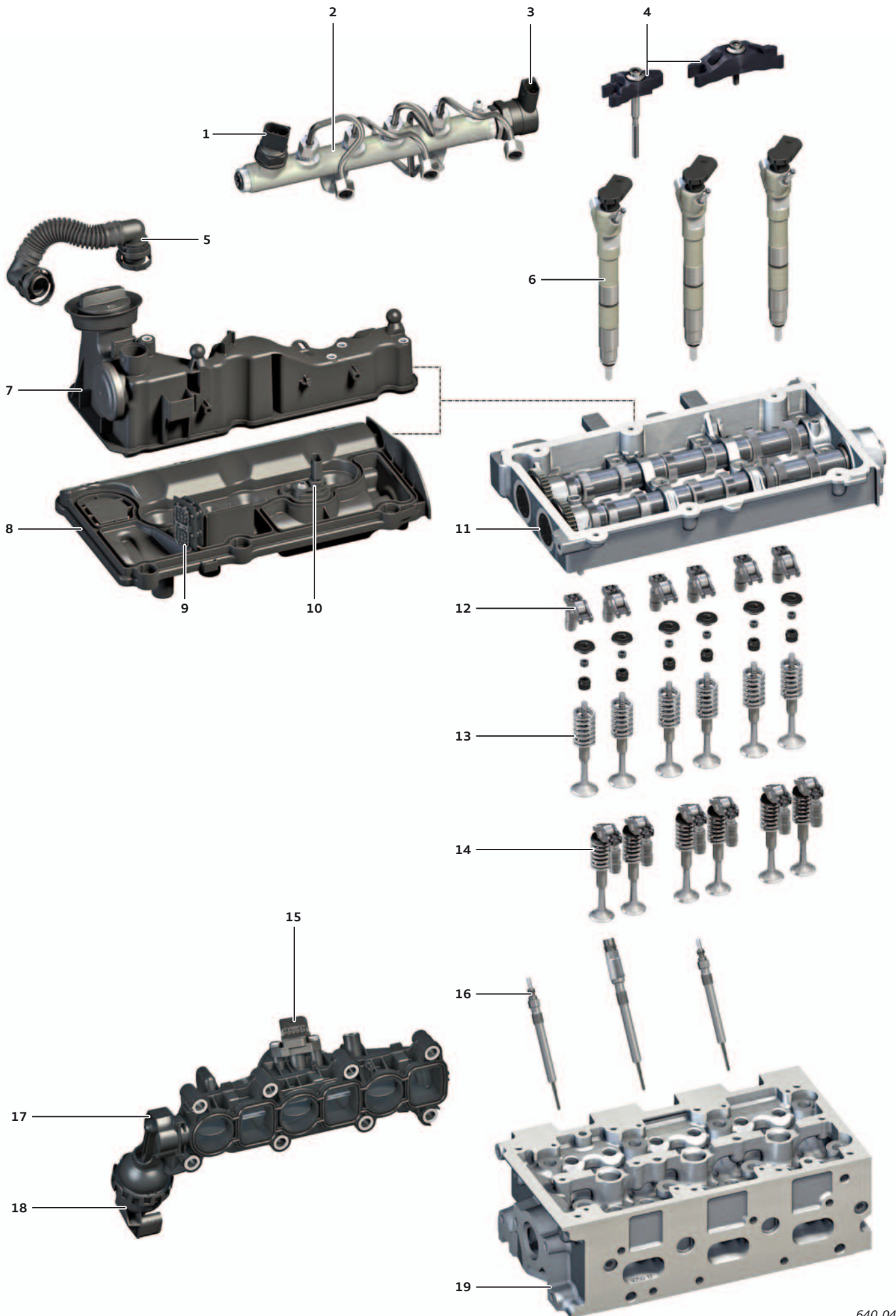


640\_014

### Legenda de la figura en la página 15:

- |    |  |    |   |
|----|--|----|---|
| 1  | Sensor de la presión del combustible G247  | 11 | Módulo de los árboles de levas                                |
| 2  | Acumulador de alta presión del combustible   | 12 | Balancín flotante de rodillo (lado admisión)                  |
| 3  | Válvula reguladora de la presión del combustible N276                                | 13 | Válvulas de admisión  |
| 4  | Mordazas de sujeción   | 14 | Válvulas de escape  |
| 5  | Tubo flexible de desaireación del cárter del cigüeñal                                | 15 | Sensor de la presión de sobrealimentación G31                 |
| 6  | Inyectores   | 16 | Bujías de precalentamiento Q10, Q11, Q12                      |
| 7  | Módulo de desaireación del cárter del cigüeñal                                       | 17 | Colector de admisión con chapaletas de turbulencia espiroidal |
| 8  | Tapa de la culata  | 18 | Sensor de posición del colector de admisión variable G513     |
| 9  | Separador de aceite nebulizado de la desaireación del cárter del cigüeñal (ciclones) | 19 | Culata  |
| 10 | Sensor Hall G40  |    |   |

# Componentes

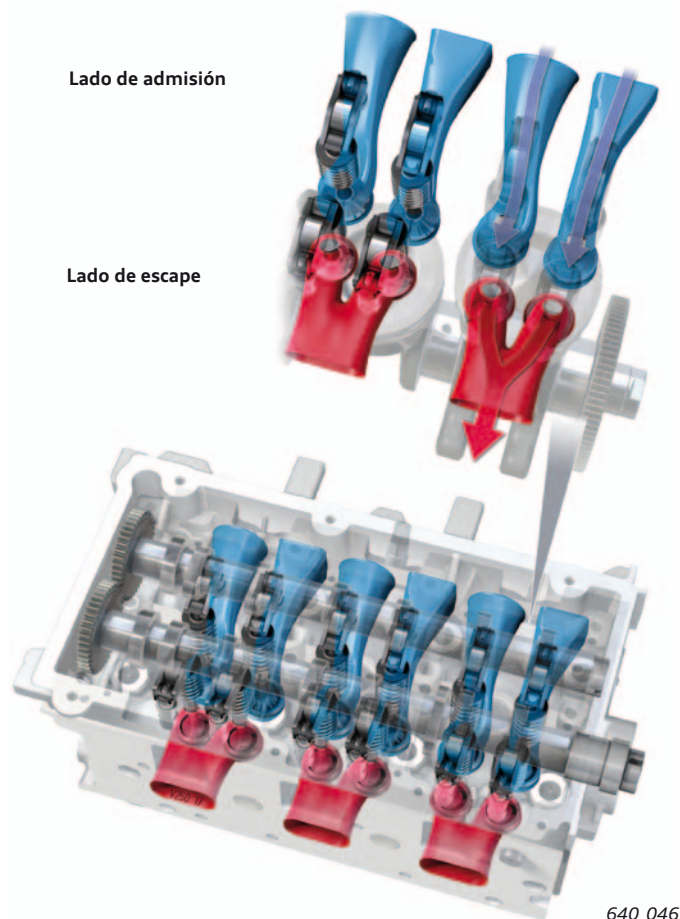




## Mando de válvulas

Los componentes del mando de válvulas se han adoptado sin modificación. En comparación con los motores de 4 cilindros de la Serie EA288 el motor TDI 1.4l de 3 cilindros, sin embargo, no lleva la estrella de implantación de válvulas en versión decalada. Aquí se aplica una estrella de implantación de válvulas con disposición simétrica, en la que las válvulas de admisión se encuentran por el lado de admisión y las válvulas de escape por el lado de escape.

Por la configuración de las válvulas dispuestas en paralelo con un conducto de admisión optimizado contra pérdidas de presión, se consigue un buen llenado de los cilindros. Por medio de un colector de admisión variable y un bisel de turbulencia para el asiento de la válvula en el conducto de admisión se ha podido obtener un efecto óptimo de la turbulencia en la cámara de combustión.

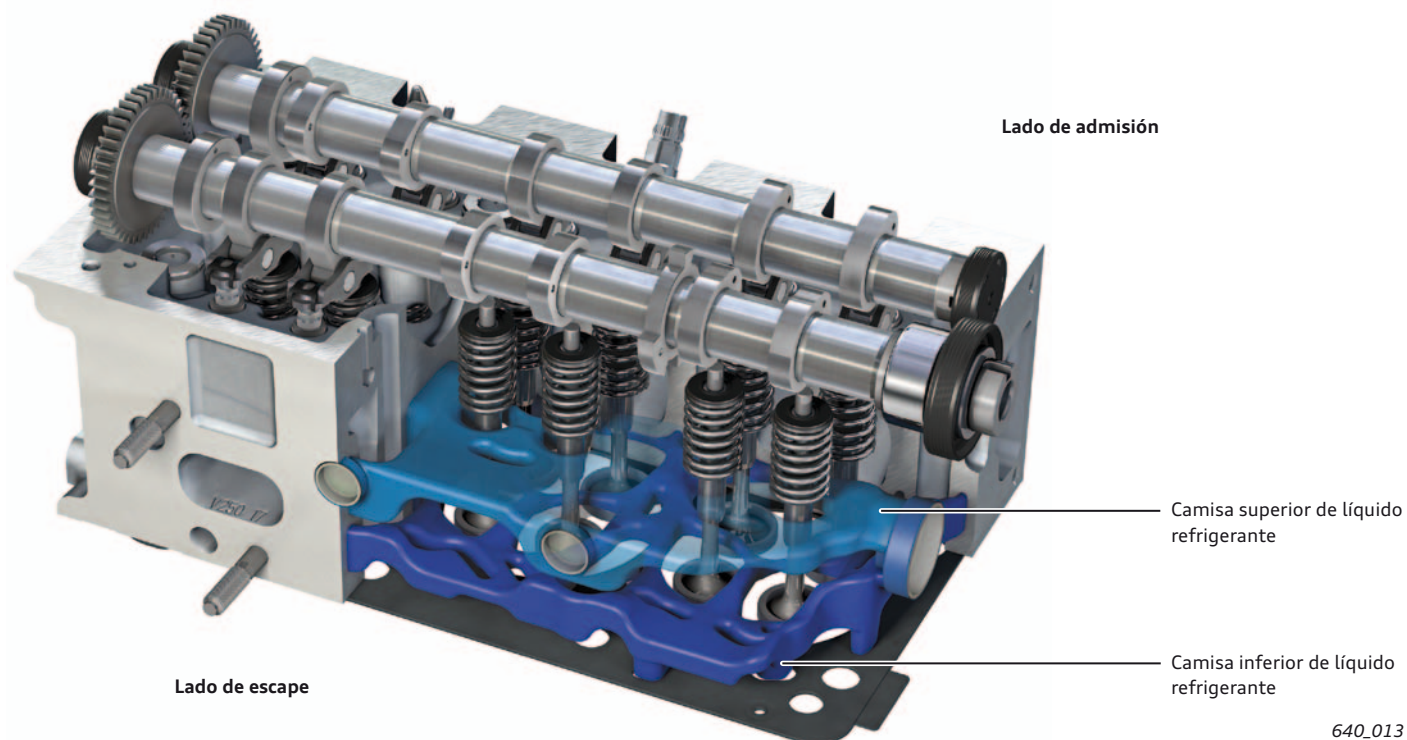


640\_046

## Conductos de líquido refrigerante

Para incrementar la disipación del calor en la zona próxima a las cámaras de combustión se ha dividido la camisa de líquido refrigerante en un macho interno superior y uno inferior para el moldeo de la camisa de líquido refrigerante. La parte inferior del conducto de líquido refrigerante se comunica con la superior a través de un paso calibrado. Esto tiene la ventaja de que el líquido refrigerante recorre más rápidamente las aletas sobre la cámara de combustión (zona de las válvulas) que la zona superior.

De ese modo se puede reducir la aportación de calor hacia la culata. La culata dispone de una refrigeración de flujo transversal. Esto significa, que el líquido refrigerante llega al lado de escape hacia arriba en la culata y recorre luego transversalmente la culata hacia el lado de admisión.



640\_013

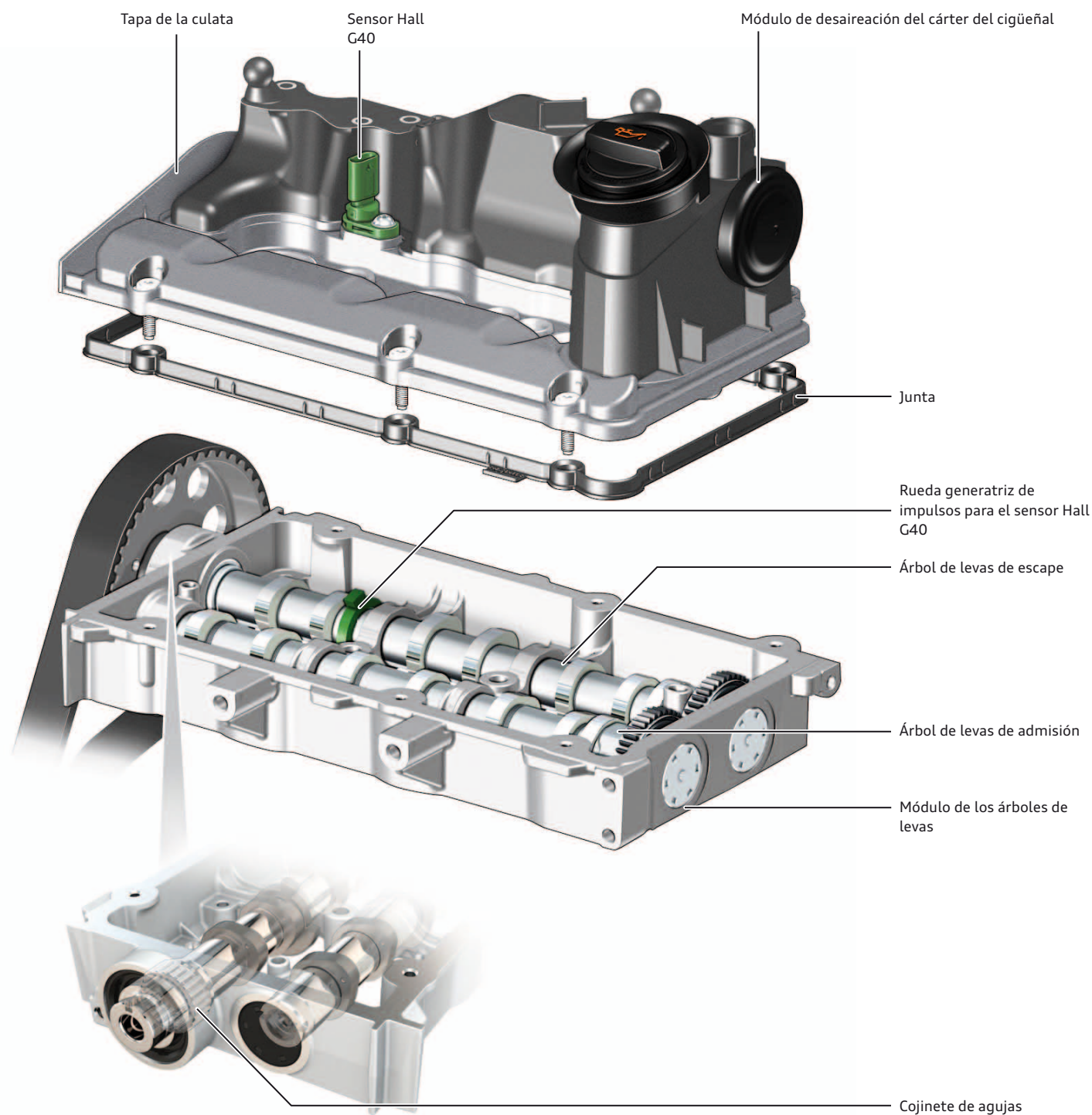


## Módulo de los árboles de levas

La culata consta de 2 componentes, el módulo portacojinetes con los árboles de levas fijamente integrados (módulo integral del mando de válvulas) y la culata con sus elementos interiores.

Los tubos de los árboles de levas se alojan en un dispositivo, y las levas ya rectificadas a medida y calentadas, así como la rueda generatriz de impulsos, se mantienen posicionados en el módulo portacojinetes por medio de una caja específica para el ensamblaje.

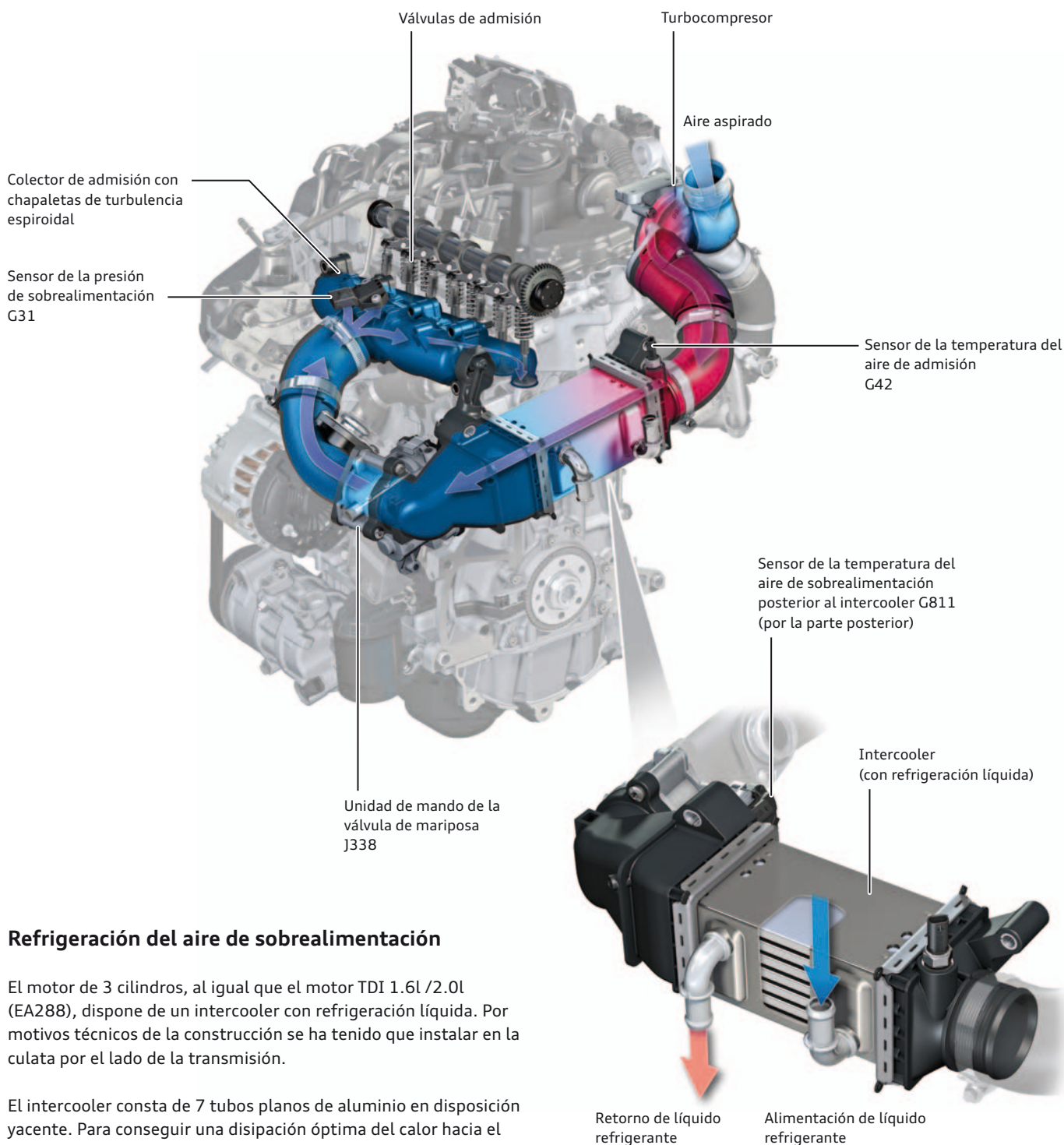
Acto seguido, los tubos de los árboles de levas, ya equipados con los elementos finales y subenfriados, son introducidos a través de los alojamientos en el módulo. Una vez compensadas las temperaturas de los componentes, ambos árboles de levas quedan montados de forma indivisible en el módulo integral del mando de válvulas. Este procedimiento permite una ejecución muy rígida de los cojinetes de los árboles de levas, asociada a un bajo peso. Como medida de optimización de las fricciones se implanta un cojinete de agujas por el lado de accionamiento del árbol de levas.



# Alimentación de aire y sobrealimentación

## Conducción del aire

El recorrido del aire de admisión pasa por el filtro en el lado del compresor del turbo, el intercooler, la unidad de mando de la válvula de mariposa, pasando por el colector de admisión con chapaletas de turbulencia espiroidal hacia los conductos de admisión con la válvulas de admisión en la cámara de combustión.



## Refrigeración del aire de sobrealimentación

El motor de 3 cilindros, al igual que el motor TDI 1.6l /2.0l (EA288), dispone de un intercooler con refrigeración líquida. Por motivos técnicos de la construcción se ha tenido que instalar en la culata por el lado de la transmisión.

El intercooler consta de 7 tubos planos de aluminio en disposición yacente. Para conseguir una disipación óptima del calor hacia el líquido refrigerante, se han instalado chapas de turbulencia y estampados específicos en los tubos planos. Con los dos sensores, el sensor de la temperatura del aire de admisión G42 y el sensor de la temperatura del aire de sobrealimentación posterior al intercooler G811, se comparan los valores teóricos y efectivos de la temperatura del aire de sobrealimentación. Si detrás del intercooler la temperatura efectiva es superior a la teórica, la unidad de control del motor hace funcionar la bomba del intercooler V188 en función de las necesidades.

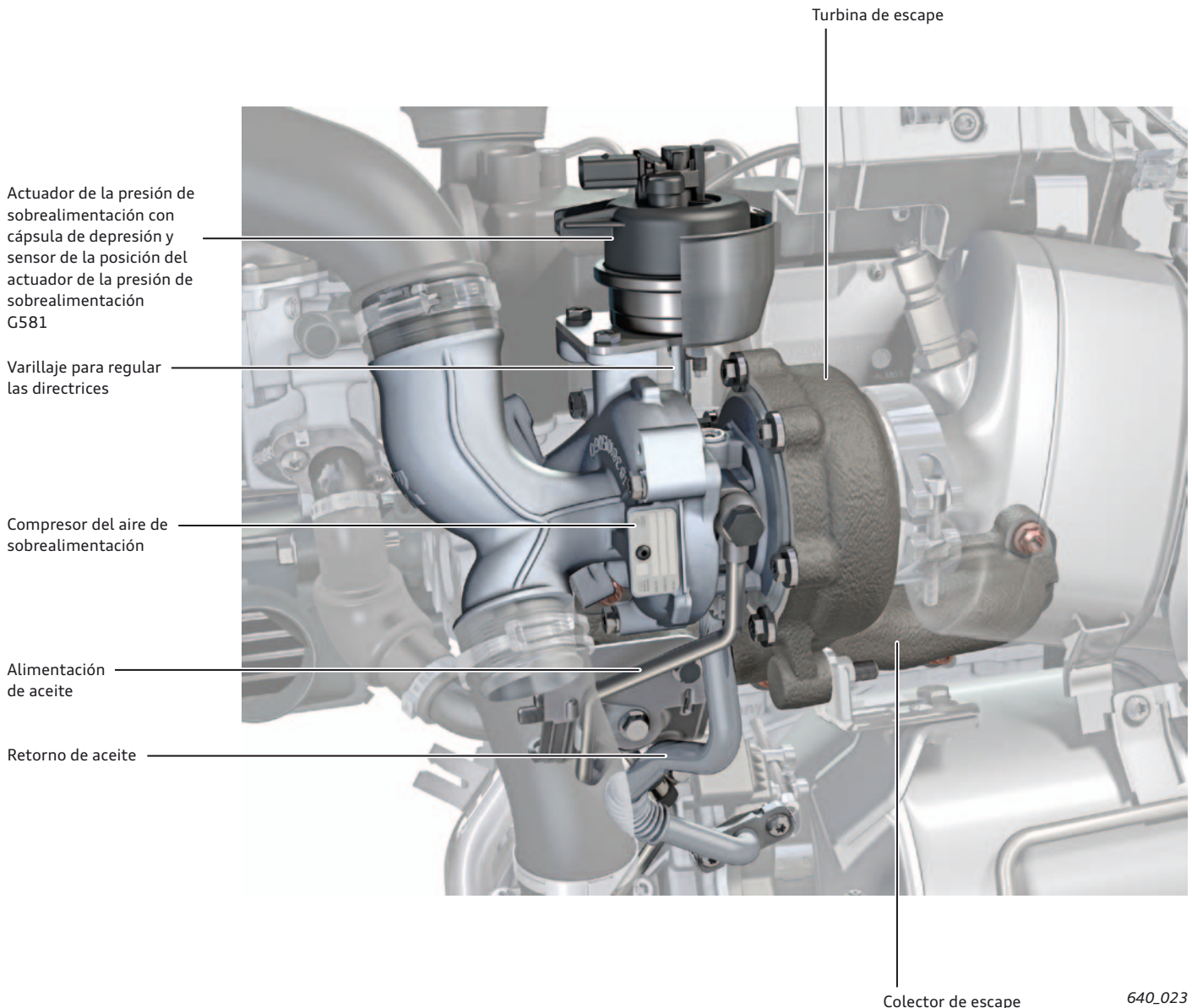
640\_022

## Sobrealimentación

El módulo colector de escape consta del colector, el turbocompresor integrado en el colector de escape, así como del paso de la recirculación de gases de escape a baja presión.

Se aplica un turbocompresor de geometría variable (VTG) con accionamiento neumático y sensor de posición. La unidad de control del motor recibe una señal de confirmación acerca de la posición de las directrices del turbocompresor a través del sensor de la posición del actuador de la presión de sobrealimentación G581 en el actuador de la presión de sobrealimentación.

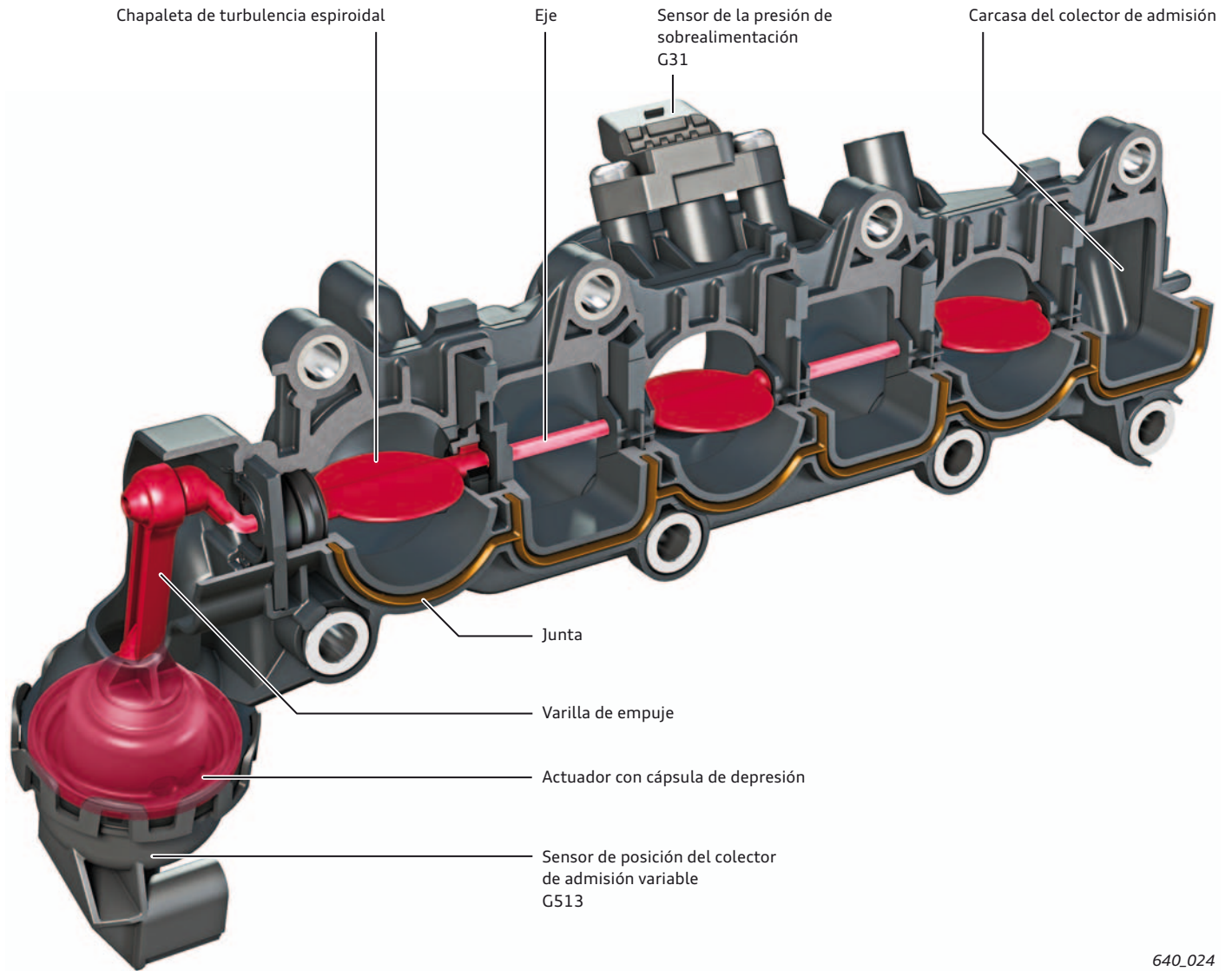
La captación de los gases de escape para la recirculación no se realiza en la carcasa de la turbina, sino a la salida del filtro de partículas diésel. Esto permite hacer funcionar el turbocompresor con un mayor rendimiento a ciertos regímenes. Sobre todo a carga parcial pueden conseguirse mayores presiones de sobrealimentación y con ello también mayores llenados de los cilindros. Una ventaja reside en el mayor rendimiento de refrigeración que tiene el sistema de recirculación de gases de escape, porque conduce a una reducción de la temperatura mixta de aire exterior y gases de escape recirculados. La lubricación y refrigeración de los cojinetes se realiza por medio del aceite de motor.





## Colector de admisión con chapaletas de turbulencia espiroidal

Con ayuda del colector de admisión variable, una geometría adaptada de la admisión y el bisel de turbulencia para los asientos en el extremo inferior de los asientos de las válvulas se ha podido conseguir un efecto de turbulencia óptimo en la cámara de combustión.



640\_024

## Conductos de admisión

Conducto tangencial  
(conducto de turbulencia espiroidal)

Conducto tangencial  
(conducto de turbulencia espiroidal)



640\_056



## Recirculación de gases de escape

### Recirculación bicircuito de los gases de escape

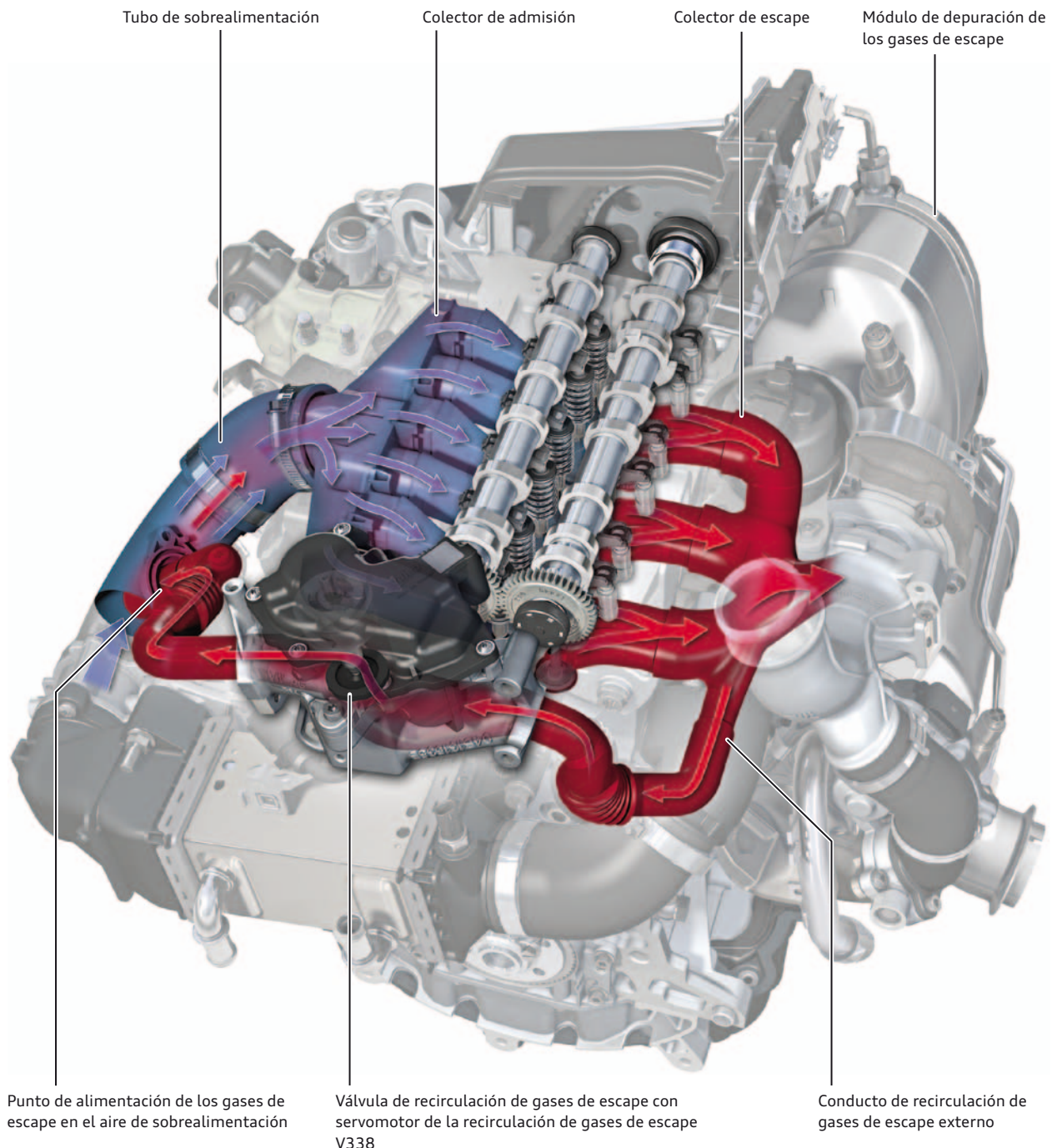
El motor TDI 1.4l de 3 cilindros posee un sistema de recirculación bicircuito de los gases de escape compuesto por recirculación a alta y a baja presiones.

### Recirculación de gases de escape a alta presión

Los gases de escape se captan a través de un conducto externo directamente en el colector de escape y por intervención del servomotor de la recirculación de gases de escape V338 se reenvían sin refrigeración hasta el tubo de sobrealimentación.

Los gases de escape calientes calefactan el aire de sobrealimentación y pasan conjuntamente con éste a través del colector de admisión hacia los cilindros.

Los gases de escape calientes realimentados hacen que el módulo de depuración de los gases de escape se caliente rápidamente y, por tanto, lo ponen más pronto en disposición funcional. La recirculación de gases de escape a alta presión se encuentra activa principalmente durante la fase de calentamiento del motor. La unidad de control del motor regula el índice de gases de escape recirculados haciendo intervenir al servomotor de la recirculación de gases de escape V338.



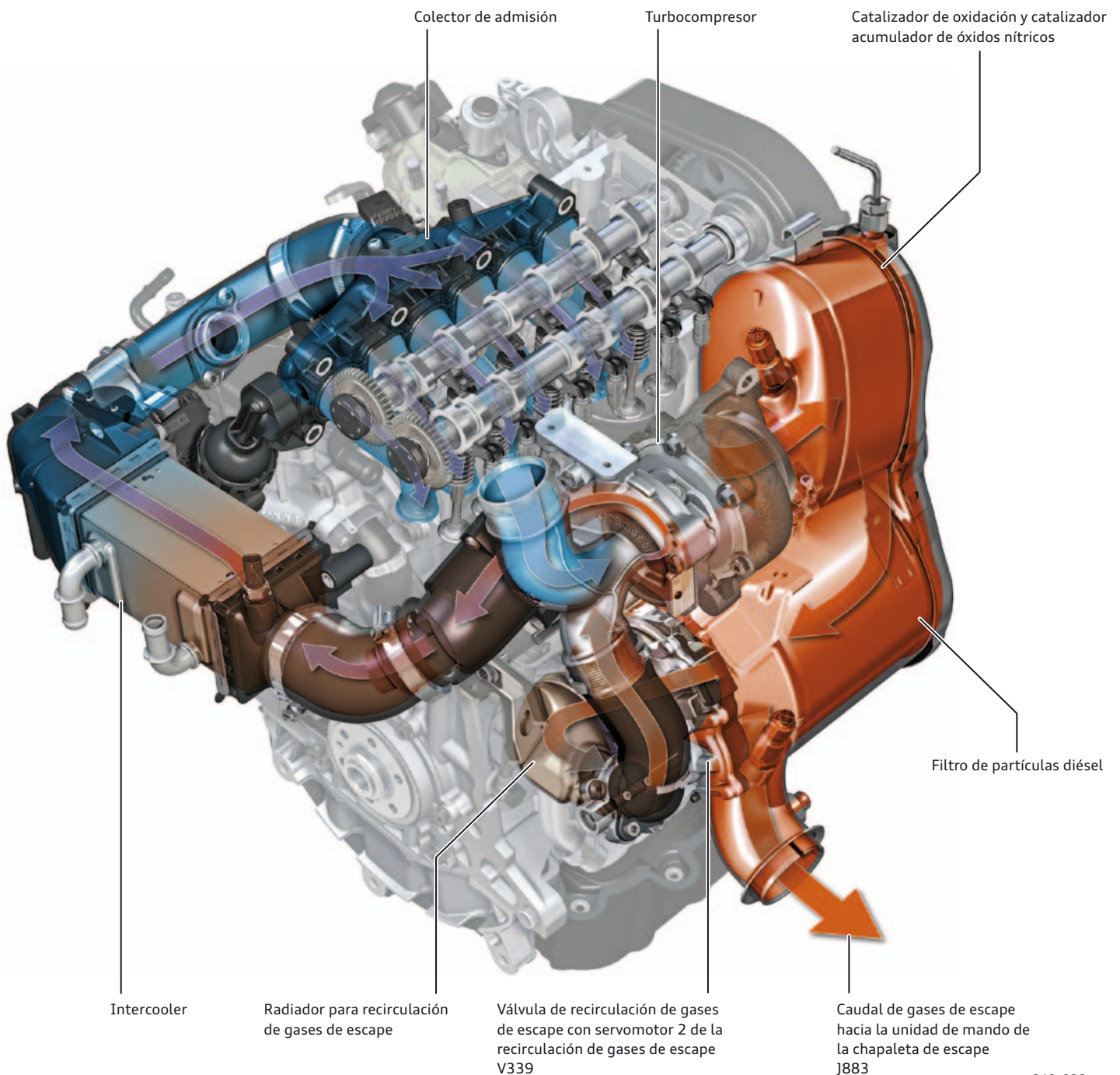
## Recirculación de gases de escape a baja presión

Los gases de escape recirculados pasan por detrás del filtro de partículas diésel, a través de un cartucho filtrante (retiene partículas de hollín), por el radiador de recirculación de gases de escape enfriado por líquido refrigerante, hacia la válvula de recirculación de gases de escape. Los gases enfriados se conducen desde allí ante el compresor del turbo, se mezclan de forma óptima con el aire de sobrealimentación y pasan por el intercooler, donde el aire de sobrealimentación comprimido desemboca en el tramo del colector de admisión.

Para poder utilizar la recirculación de gases de escape a baja presión sobre toda la gama del mapa de características, se procede a acumular de forma definida todo el caudal de los gases de escape procedentes del filtro de partículas diésel, utilizando para ello una chapaleta de escape con mando electromotriz. El índice de gases de escape recirculados depende del gradiente de presión entre el lado de los gases de escape y el lado aspirante.

Debido a que este gradiente de presión varía con el estado de carga del motor, resulta necesario regularlo. Esto sucede en acción conjunta entre la válvula de recirculación de gases de escape V339 por el lado de admisión y la unidad de mando de la chapaleta de escape J883 por el lado de los gases de escape. El gradiente de presión puede ascender o descender en ese contexto:

- ▶ El gradiente de presión aumenta si la mariposa para la válvula de recirculación de gases de escape se pone más abierta y la mariposa en la unidad de mando de la chapaleta de escape se pone más cerrada.
- ▶ El gradiente de presión cae si la mariposa en la válvula de recirculación de gases de escape se pone más cerrada y la mariposa en la unidad de mando de la chapaleta de escape se pone más abierta.



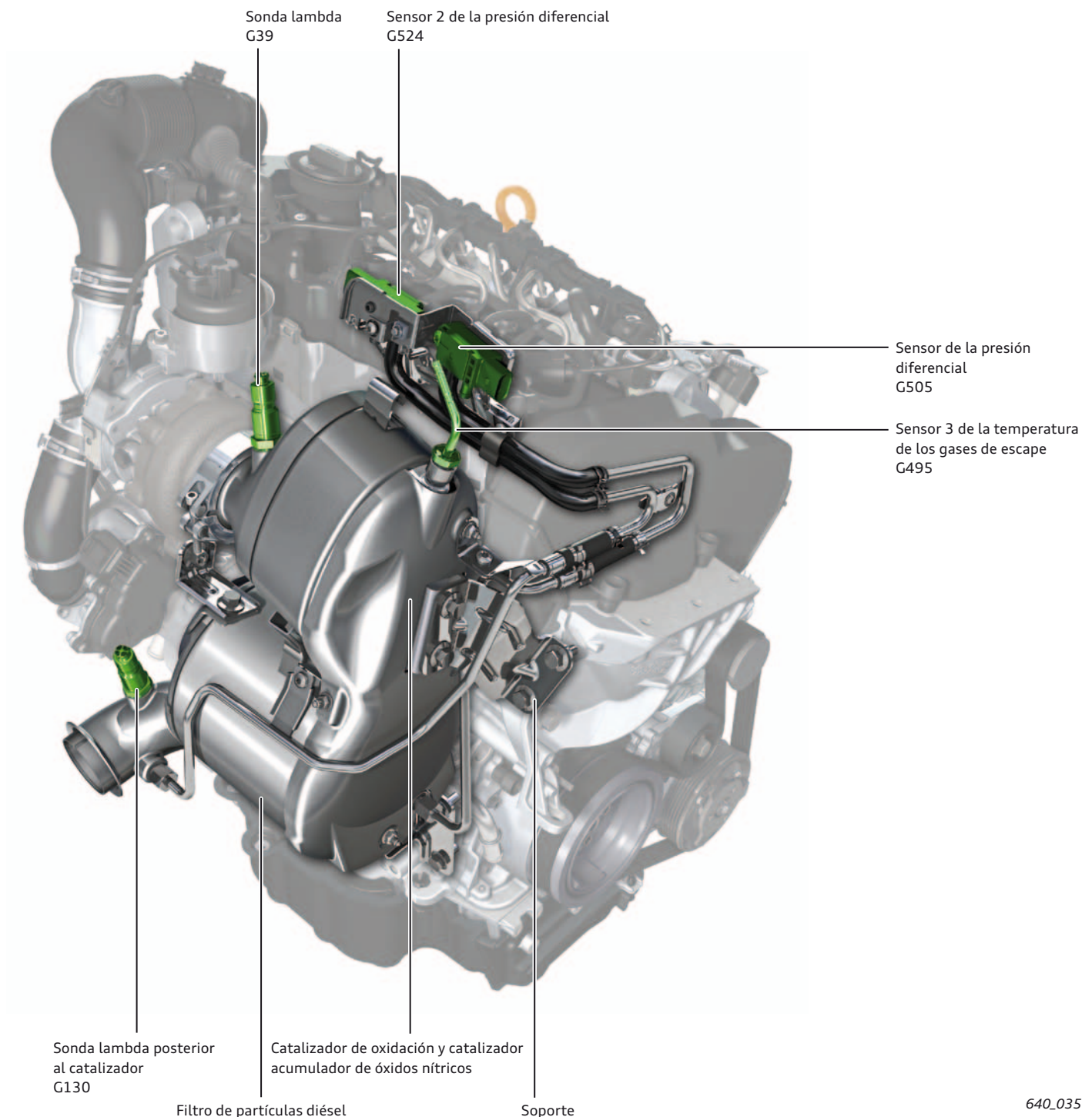


## Módulo de depuración de los gases de escape

El motor TDI 1.4l de 3 cilindros se equipa con un catalizador acumulador de óxidos nítricos (catalizador acumulador de  $\text{NO}_x$ ) para reducir las emisiones de óxidos nítricos y alcanzar así los límites de las emisiones de escape según EU6.

Para acumular los óxidos nítricos en los gases de escape, el catalizador de oxidación, aparte de tener un recubrimiento con platino, paladio y rodio, lleva adicionalmente un recubrimiento de óxido de bario que permite utilizarlo a su vez como catalizador acumulador de  $\text{NO}_x$ .

En la unidad de control del motor está programado un modelo matemático que se encarga de regular la acumulación de los óxidos nítricos y la regeneración del catalizador acumulador de  $\text{NO}_x$ . El modelo matemático utiliza para ello la información de los sensores de temperatura de los gases de escape y de las sondas lambda. El filtro de partículas diésel se utiliza adicionalmente como catalizador de reducción selectiva para ácido sulfhídrico, que se genera al desulfurar el catalizador acumulador de  $\text{NO}_x$ . El filtro de partículas diésel lleva para ello un recubrimiento de óxido metálico.



### Nota

El módulo de depuración de los gases de escape va atornillado al bloque motor y a la culata. Los soportes tienen taladros rasgados para que se pueda montar sin tensiones el módulo de depuración de los gases de escape.



## Desalojamiento de los óxidos nítricos (regeneración)

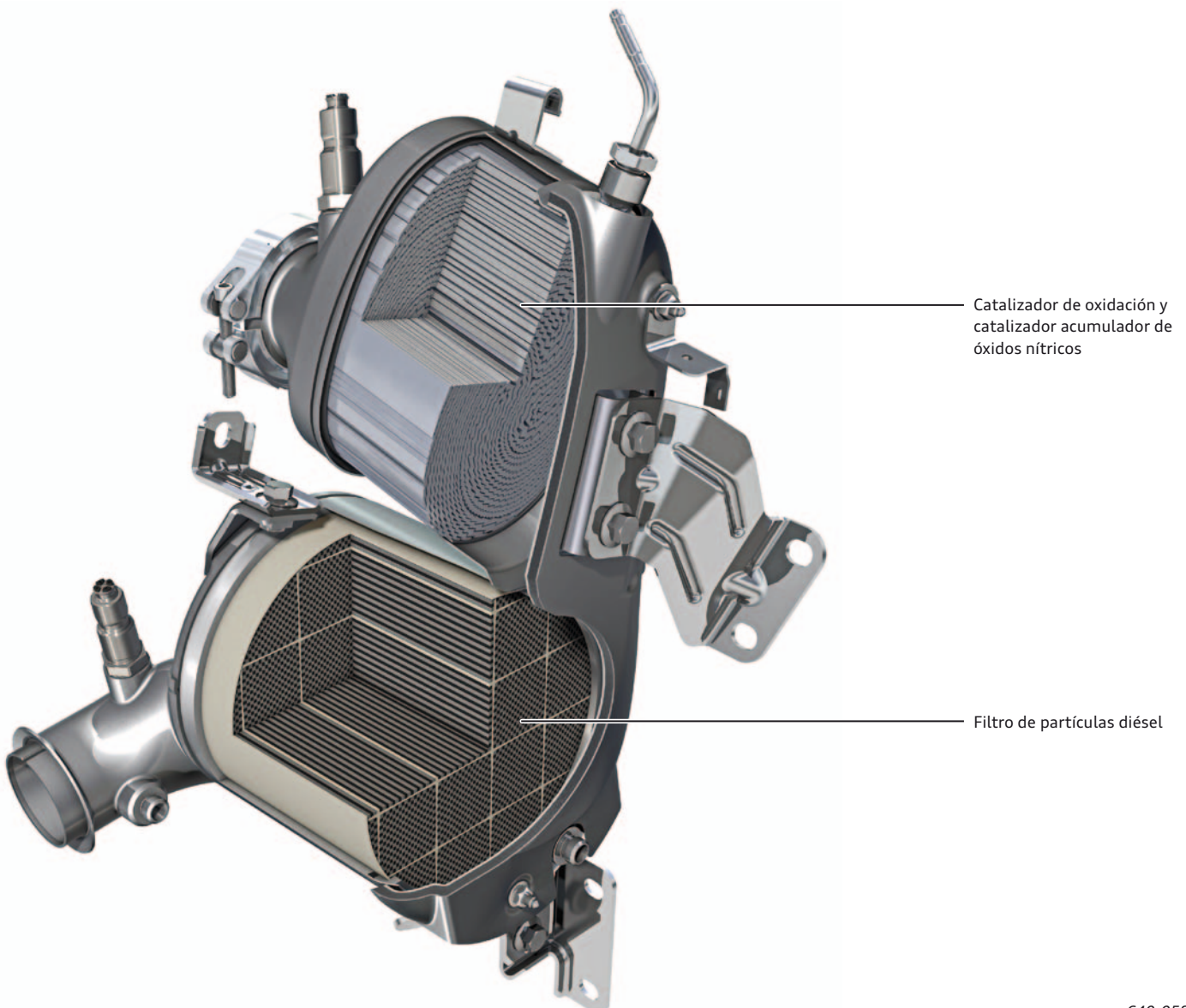
Si está agotada la capacidad de retención del catalizador acumulador de  $\text{NO}_x$ , se inicia en la gestión del motor un ciclo de regeneración. Para la regeneración del catalizador acumulador de  $\text{NO}_x$  es condición que el motor funcione con una mezcla rica ( $\lambda < 1$ ), durante lo cual los óxidos nítricos son desalojados por las moléculas de monóxido de carbono, que abundan en los gases de escape enriquecidos.

Primero se reduce el nitrato de bario, transformándose en óxido de bario por el contacto con el monóxido de carbono, lo cual libera dióxido de carbono y monóxido de nitrógeno. Con el recubrimiento de rodio y platino en el catalizador acumulador de  $\text{NO}_x$  se reducen los óxidos nítricos, transformándose en nitrógeno. El monóxido de carbono se oxida transformándose en dióxido de carbono.

## Desulfuración

La desulfuración del catalizador acumulador de  $\text{NO}_x$  presupone temperaturas de los gases de escape superiores a los  $620\text{ }^\circ\text{C}$ . Cuando se realiza un ciclo de desulfuración, en la mayoría de los casos tiene lugar a continuación un ciclo de regeneración del filtro de partículas diésel. En este contexto se utiliza la alta temperatura de los gases de escape que se genera con la regeneración del filtro de partículas, para abreviar la fase de caldeo del catalizador acumulador de  $\text{NO}_x$ . En cuanto los gases de escape han alcanzado la temperatura para la desulfuración, se hace funcionar el motor alternando mezclas ricas y pobres.

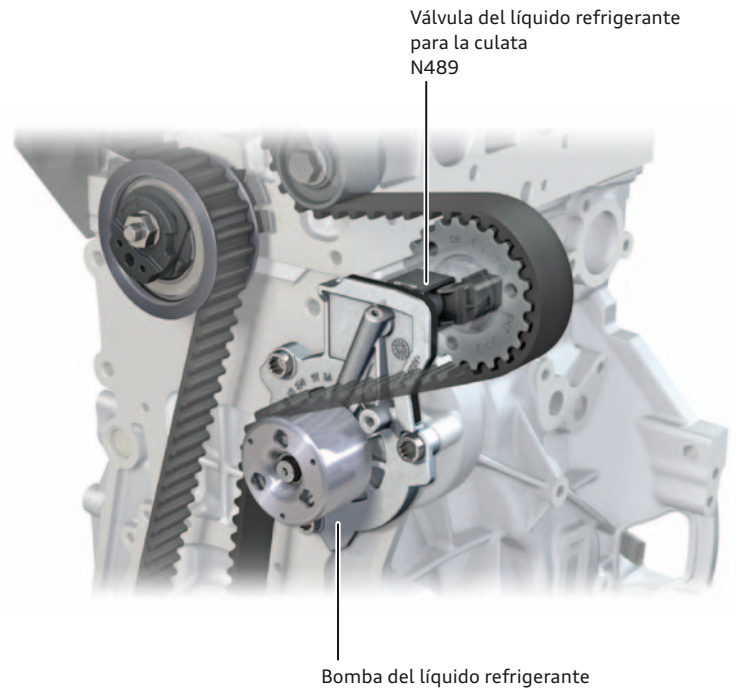
Durante la operatividad con exceso de combustible se transforma el monóxido de azufre ( $\text{SO}$ ) en dióxido de azufre ( $\text{SO}_2$ ) y se desaloja ácido sulfhídrico ( $\text{H}_2\text{S}$ ). En las fases operativas con mezcla pobre se regula la temperatura de los gases de escape en el catalizador acumulador de  $\text{NO}_x$  para evitar cargas en los componentes por excesivas temperaturas de los gases de escape. Las pequeñas cantidades de ácido sulfhídrico que se producen con la desulfuración se transforman en dióxido de azufre ( $\text{SO}_2$ ) por el recubrimiento de reducción catalítica en el filtro de partículas diésel.



# Sistema de refrigeración

## Gestión térmica

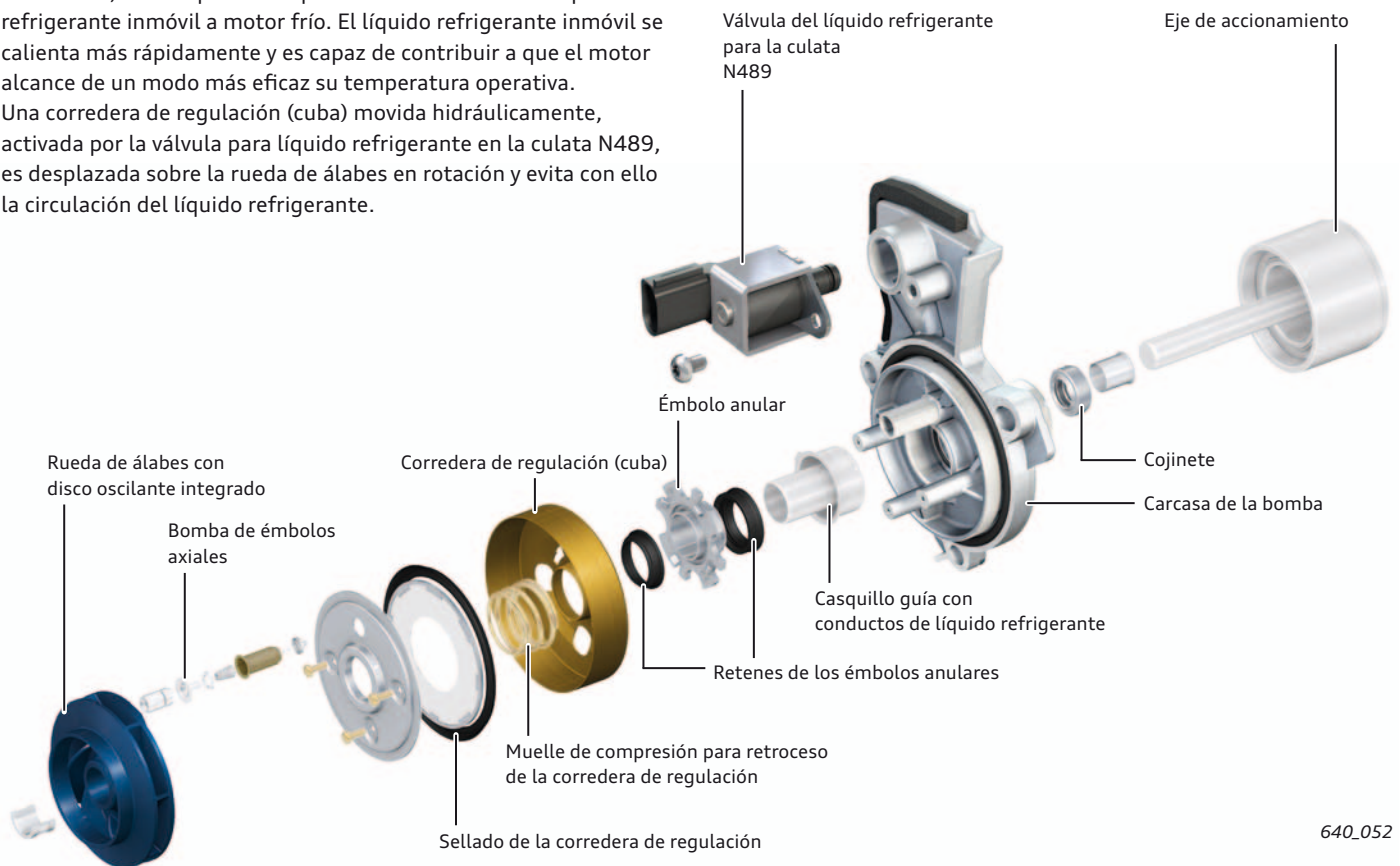
El motor TDI 1.4l de 3 cilindros dispone de una gestión térmica, que persigue los objetivos de abreviar la fase de calentamiento después del arranque en frío y conducir el calor generado por el motor hacia los puntos en los que se puede aplicar aprovechando las ventajas para incrementar la eficiencia del vehículo. La reducción de las fricciones endomotrices ocupa a este respecto el primer plano de las atenciones. Asimismo se trata de poner a disposición oportunamente unas medidas destinadas a reducir las emisiones y de reducir a su vez las medidas de caldeo que aumentan el consumo de combustible.



640\_049

## Bomba de líquido refrigerante, conmutable

Para el motor TDI 1.4l de 3 cilindros se aplica una bomba de líquido refrigerante conmutable en el contexto de la gestión térmica. Con esta bomba de líquido refrigerante, desconectable y conectable, resulta posible implementar la función del líquido refrigerante inmóvil a motor frío. El líquido refrigerante inmóvil se calienta más rápidamente y es capaz de contribuir a que el motor alcance de un modo más eficaz su temperatura operativa. Una corredera de regulación (cuba) movida hidráulicamente, activada por la válvula para líquido refrigerante en la culata N489, es desplazada sobre la rueda de álabes en rotación y evita con ello la circulación del líquido refrigerante.



640\_052



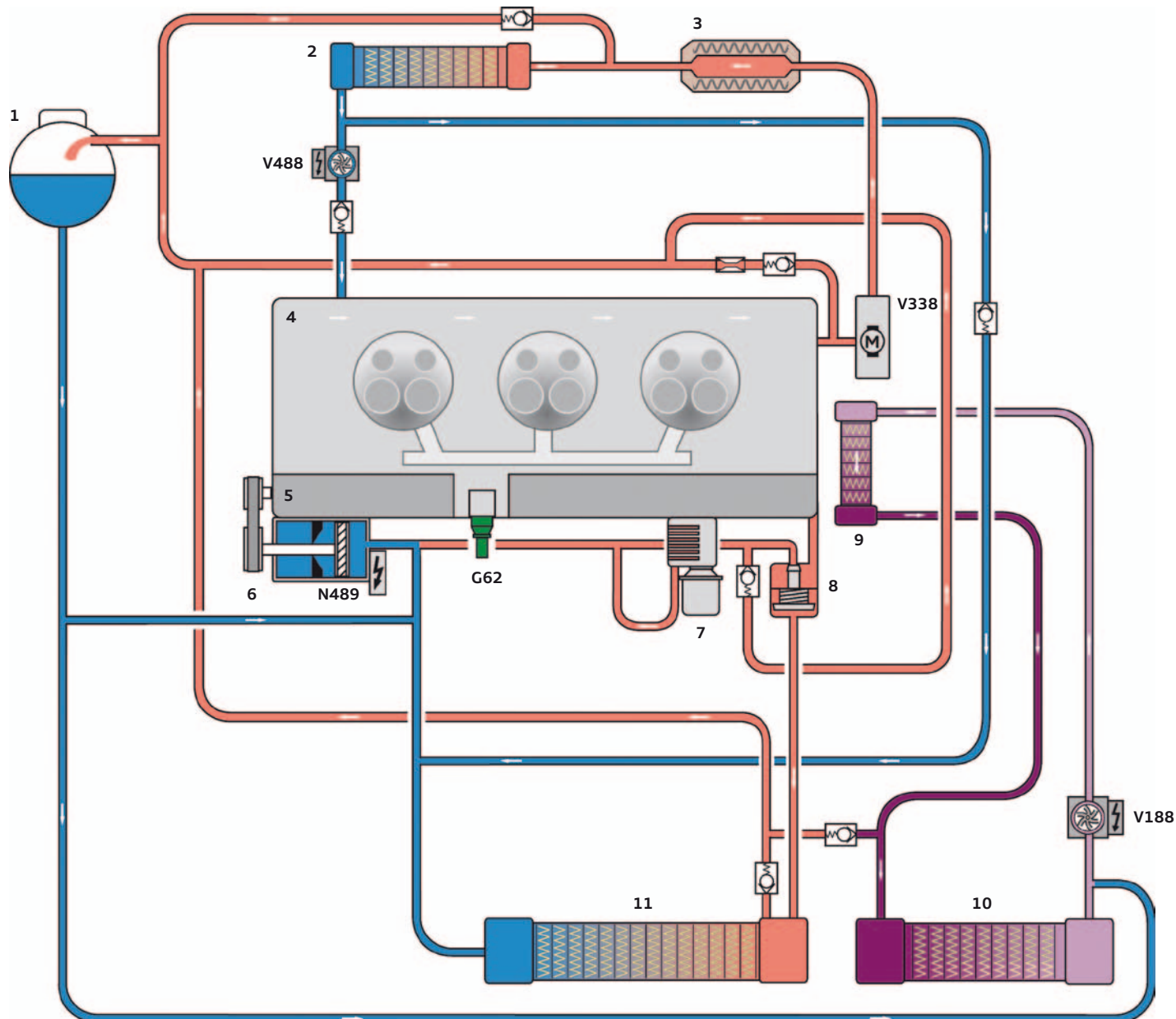
### Remisión

Hallará más información sobre la bomba de líquido refrigerante conmutable en el Programa autodidáctico (SSP) 608 "Motores Audi de 4 cilindros 1.6l / 2.0l TDI".

## Estructura del sistema

El circuito de refrigeración general se compone de 3 subcircuitos:

- ▶ Circuito de refrigeración menor (microcircuito)
- ▶ Circuito de refrigeración mayor (circuito de alta temperatura)
- ▶ Circuito de refrigeración para el aire de sobrealimentación (circuito de baja temperatura)



640\_005

### Legenda:

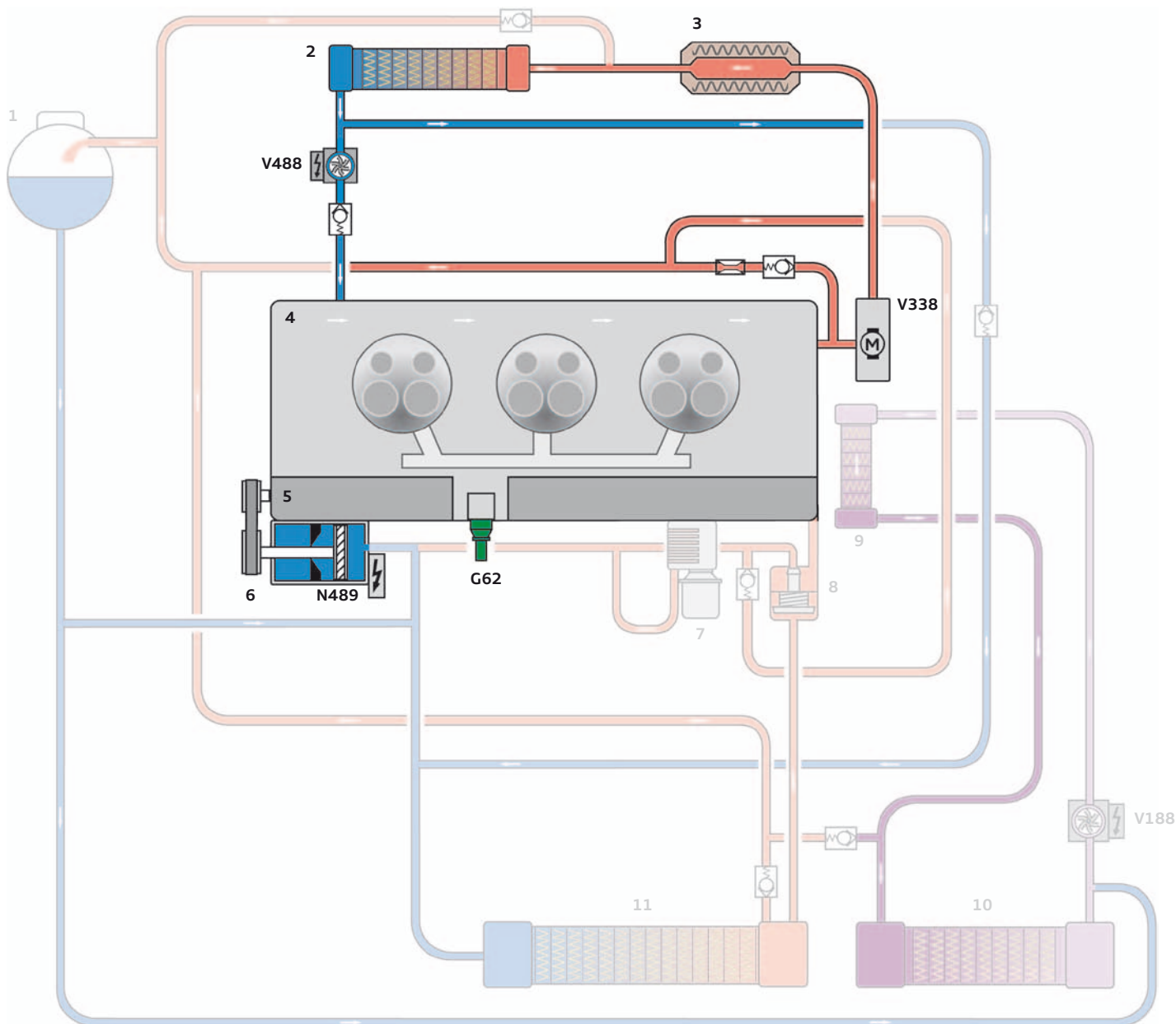
- |    |   |      |   |
|----|---|------|---|
| 1  | Depósito de expansión del líquido refrigerante                | G62  | Sensor de la temperatura del líquido refrigerante |
| 2  | Intercambiador de calor de la calefacción                     | N489 | Válvula del líquido refrigerante para la culata   |
| 3  | Radiador para recirculación de gases de escape a baja presión | V188 | Bomba del intercooler                             |
| 4  | Culata  | V338 | Servomotor de la recirculación de gases de escape |
| 5  | Bloque motor  | V488 | Bomba de respaldo para la calefacción             |
| 6  | Bomba de líquido refrigerante conmutable                      |      |   |
| 7  | Radiador de aceite del motor                                  |      |   |
| 8  | Termostato de líquido refrigerante                            |      |   |
| 9  | Intercooler   |      |   |
| 10 | Radiador del circuito de refrigeración a baja temperatura     |      |   |
| 11 | Radiador del líquido refrigerante                             |      |   |
- 
- |                                       |   |
|---------------------------------------|---|
| <span style="color: blue;">—</span>   | Líquido refrigerante enfriado               |
| <span style="color: orange;">—</span> | Líquido refrigerante caliente               |
| <span style="color: purple;">—</span> | Refrigeración del aire de sobrealimentación |



## Circuito de refrigeración menor (microcircuito, circuito de calefacción)

Si el motor está frío, la gestión térmica arranca con un circuito de refrigeración menor. Con ello se establece el caldeo rápido del motor y del habitáculo. La bomba de líquido refrigerante conmutable es activada a través de la válvula del líquido refrigerante para la culata N489. Con ello se implementa la inmovilidad del líquido refrigerante en el bloque motor.

La bomba eléctrica de respaldo para la calefacción V488 pone en movimiento el circuito de refrigeración menor, con una excitación en función de las necesidades, dependiendo de la temperatura del líquido refrigerante en la culata. La unidad de control del climatizador registra la temperatura deseada por el conductor y la considera en la excitación de la bomba de líquido refrigerante.



640\_006

### Legenda:

- 1 Depósito de expansión del líquido refrigerante
- 2 Intercambiador de calor de la calefacción
- 3 Radiador para recirculación de gases de escape a baja presión
- 4 Culata
- 5 Bloque motor
- 6 Bomba de líquido refrigerante conmutable
- 7 Radiador de aceite del motor
- 8 Termostato de líquido refrigerante
- 9 Intercooler
- 10 Radiador del circuito de refrigeración a baja temperatura
- 11 Radiador del líquido refrigerante

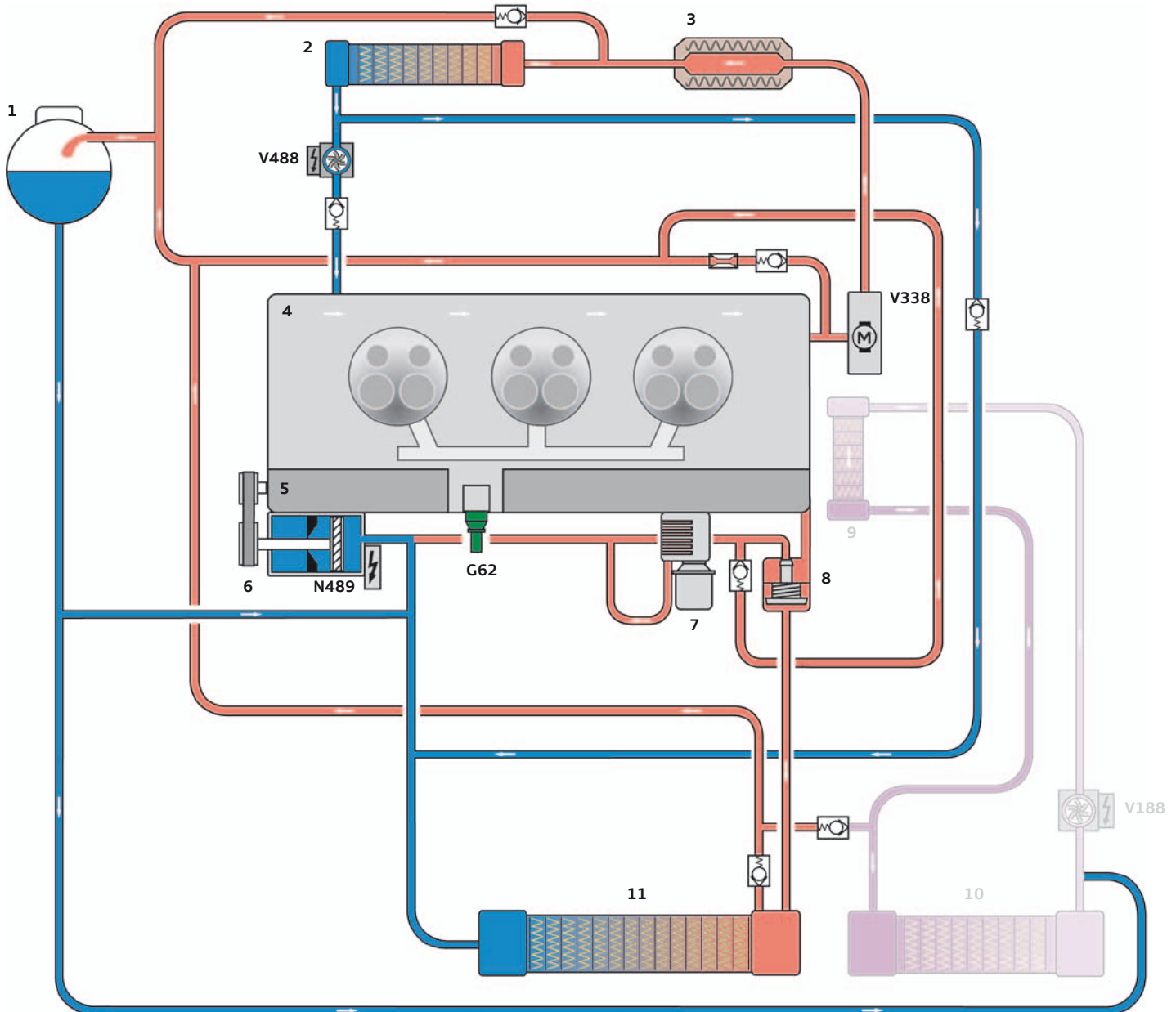
- G62 Sensor de la temperatura del líquido refrigerante
- N489 Válvula del líquido refrigerante para la culata
- V188 Bomba del intercooler
- V338 Servomotor de la recirculación de gases de escape
- V488 Bomba de respaldo para la calefacción

- Líquido refrigerante enfriado
- Líquido refrigerante caliente
- Refrigeración del aire de sobrealimentación

## Circuito de refrigeración mayor (circuito de alta temperatura) – líquido refrigerante a temperatura operativa

Si el líquido refrigerante ha alcanzado la temperatura operativa, el termostato abre y pasa al modo de regulación. El radiador de líquido refrigerante (radiador principal de líquido refrigerante) se integra como participante en el circuito de refrigeración.

El termostato regula la temperatura a la salida del motor y va situado en la zona de prealimentación para el radiador principal de líquido refrigerante.



640\_007

### Legenda:

- 1 Depósito de expansión del líquido refrigerante
- 2 Intercambiador de calor de la calefacción
- 3 Radiador para recirculación de gases de escape a baja presión
- 4 Culata
- 5 Bloque motor
- 6 Bomba de líquido refrigerante conmutable
- 7 Radiador de aceite del motor
- 8 Termostato de líquido refrigerante
- 9 Intercooler
- 10 Radiador del circuito de refrigeración a baja temperatura
- 11 Radiador del líquido refrigerante

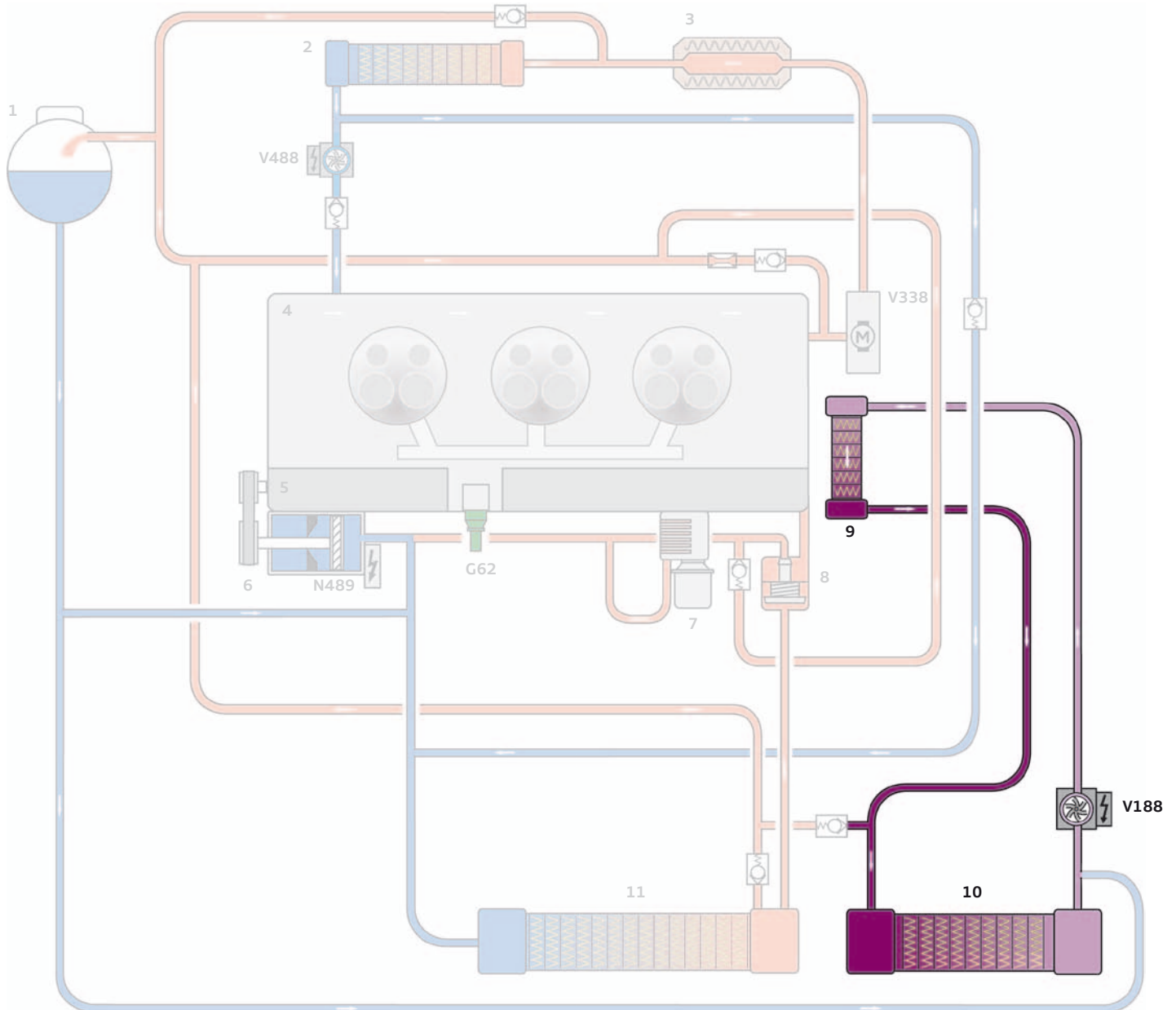
- G62 Sensor de la temperatura del líquido refrigerante
- N489 Válvula del líquido refrigerante para la culata
- V188 Bomba del intercooler
- V338 Servomotor de la recirculación de gases de escape
- V488 Bomba de respaldo para la calefacción

- Líquido refrigerante enfriado
- Líquido refrigerante caliente
- Refrigeración del aire de sobrealimentación

## Circuito de refrigeración para el aire de sobrealimentación (circuito de baja temperatura)

Para la gestión del circuito de líquido refrigerante para el aire de sobrealimentación (circuito de refrigeración a baja temperatura) se recurre a la temperatura del colector de admisión como el factor determinante.

Después de alcanzarse la temperatura prevista se procede a regular la temperatura en el colector de admisión a base de excitar la bomba del intercooler V188.



640\_008

### Legenda:

- 1 Depósito de expansión del líquido refrigerante
- 2 Intercambiador de calor de la calefacción
- 3 Radiador para recirculación de gases de escape a baja presión
- 4 Culata
- 5 Bloque motor
- 6 Bomba de líquido refrigerante conmutable
- 7 Radiador de aceite del motor
- 8 Termostato de líquido refrigerante
- 9 Intercooler
- 10 Radiador del circuito de refrigeración a baja temperatura
- 11 Radiador del líquido refrigerante

- G62 Sensor de la temperatura del líquido refrigerante
- N489 Válvula del líquido refrigerante para la culata
- V188 Bomba del intercooler
- V338 Servomotor de la recirculación de gases de escape
- V488 Bomba de respaldo para la calefacción

- Líquido refrigerante enfriado
- Líquido refrigerante caliente
- Refrigeración del aire de sobrealimentación

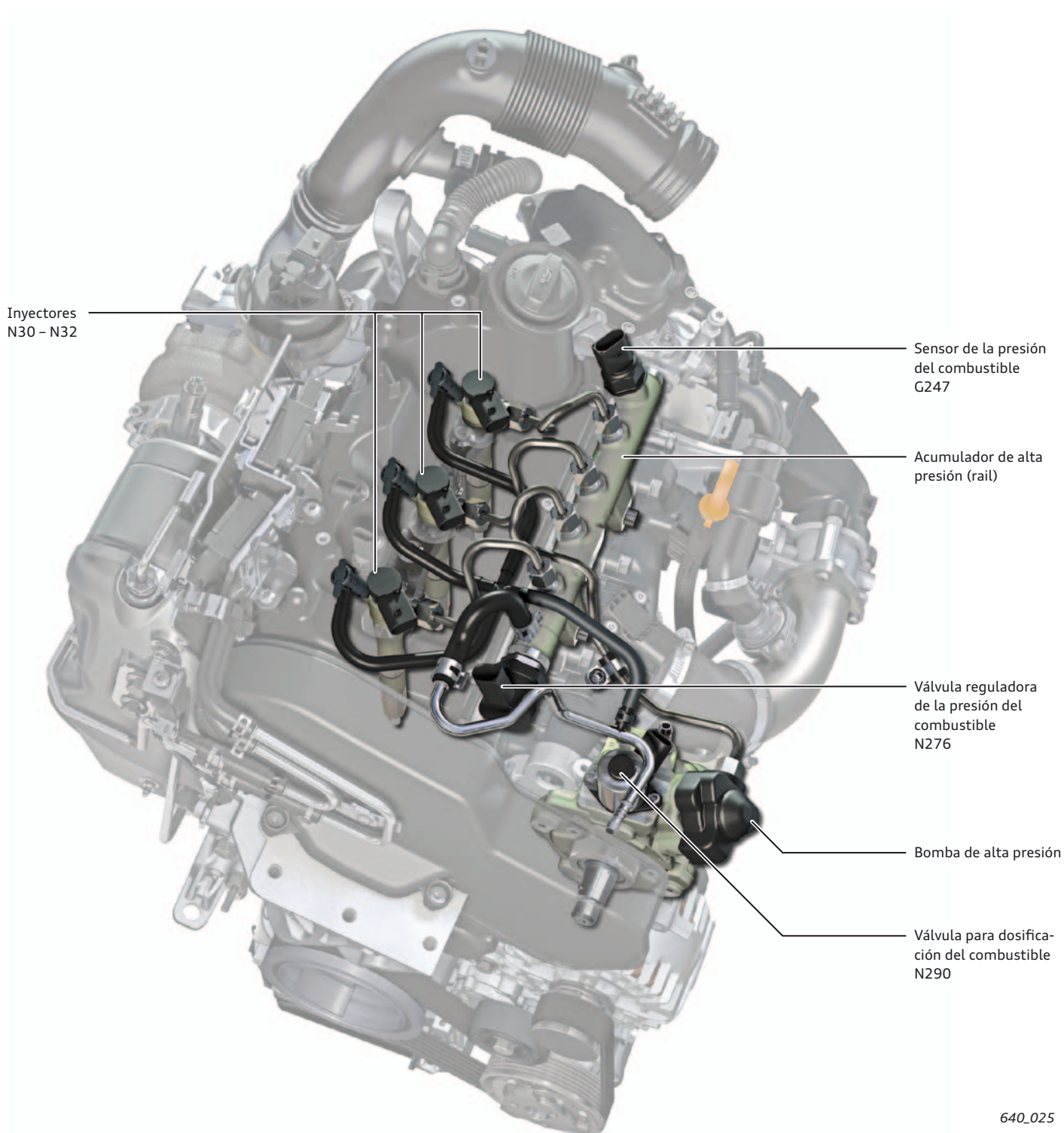


# Sistema de combustible

El motor TDI 1.4l de 3 cilindros se equipa con un sistema de inyección Common Rail de la casa Delphi. El sistema de inyección, con la bomba monoémbolo de alta presión, genera una presión máxima de 2.000 bares y alimenta con ello a los inyectores con la presión del combustible necesaria.

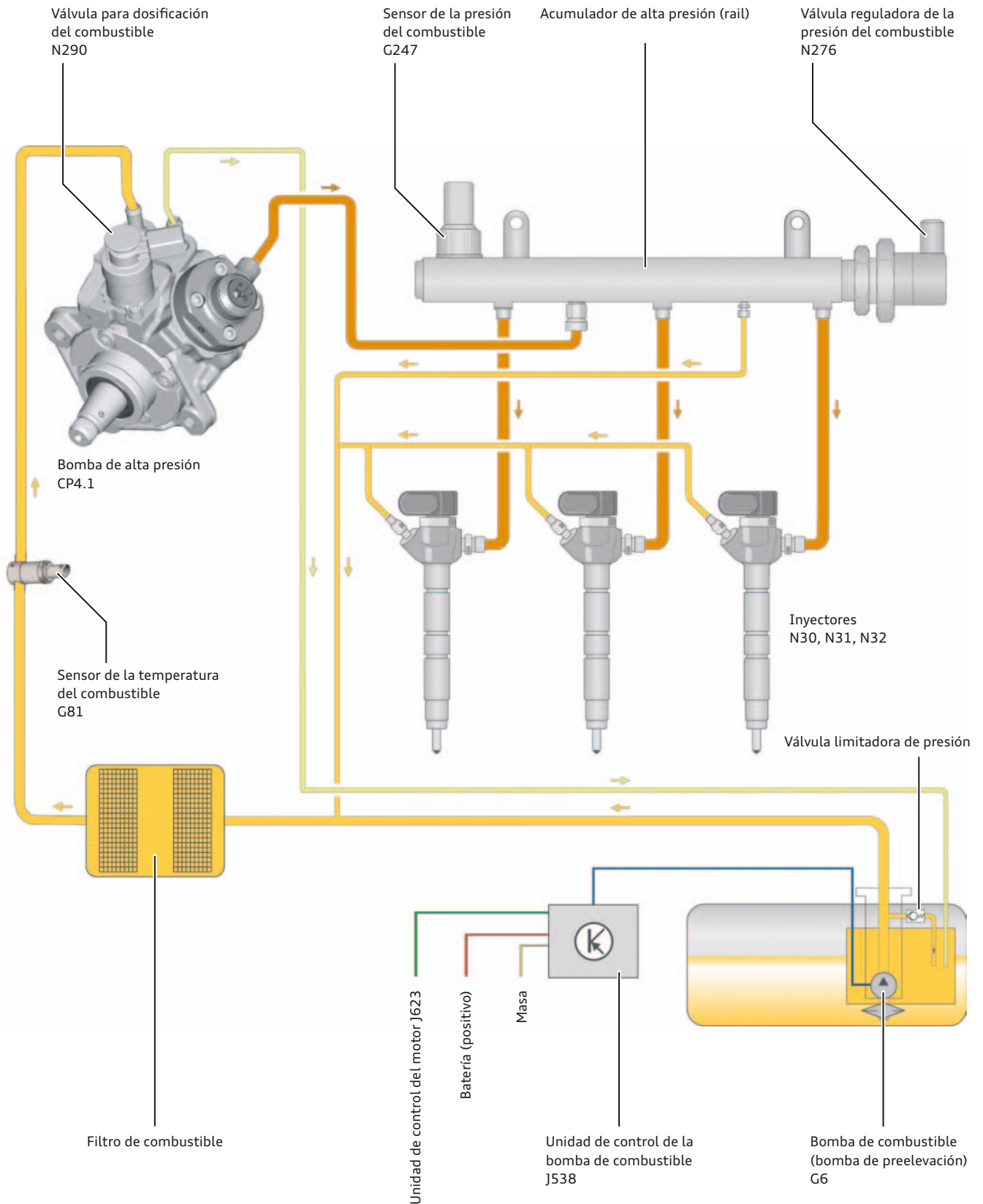
La gestión corre a cargo, igual que hasta ahora, de la unidad de control del motor, con los parámetros:

- ▶ Carga
- ▶ Régimen
- ▶ Temperatura





640\_025


## Estructura del sistema



640\_009

 Presión de prealimentación de combustible y presión de retorno de los inyectores, aprox. 5 – 6 bares

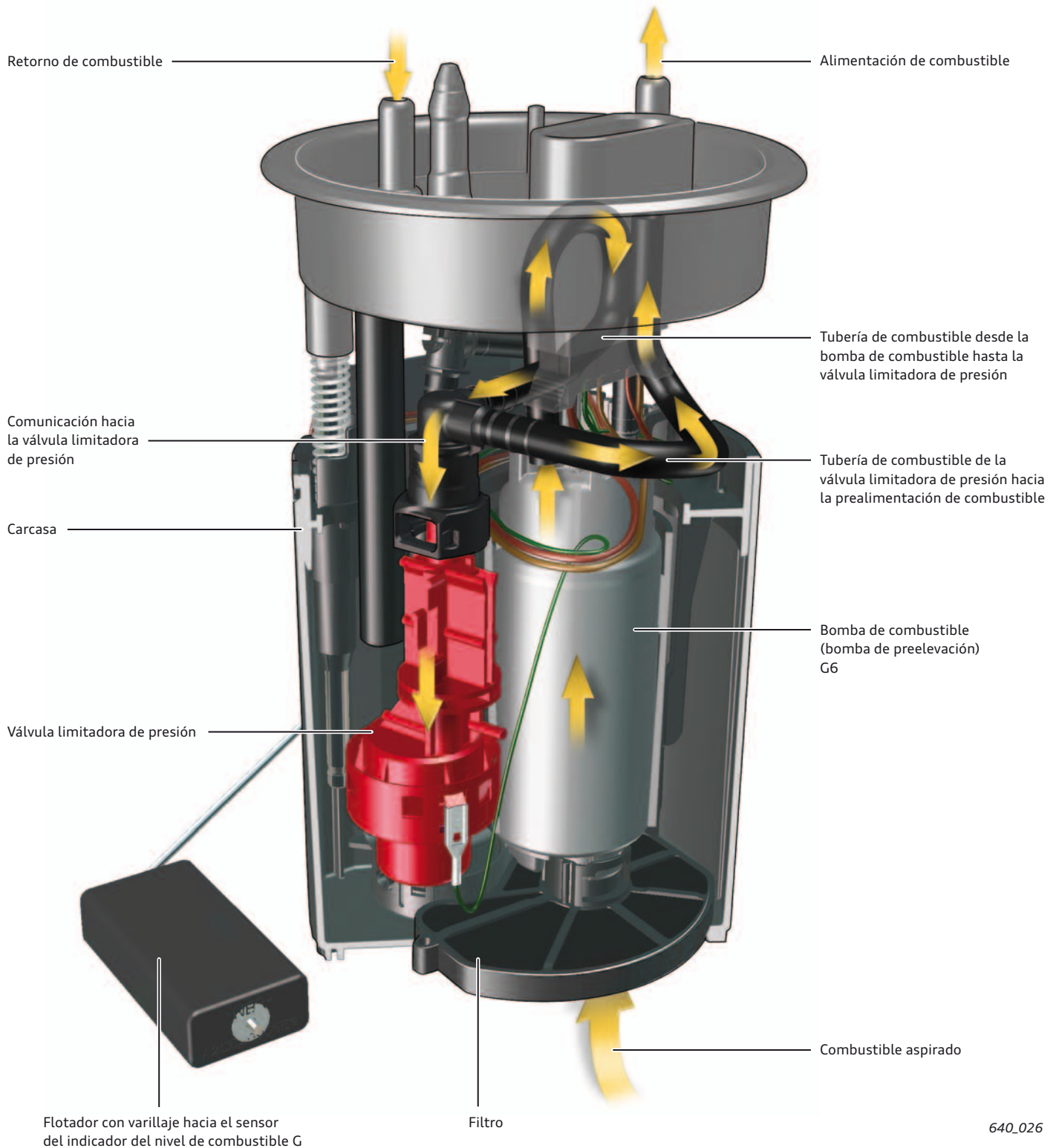
 Alta presión del combustible de aprox. 230 – 2.000 bares

 Retorno de combustible de la bomba de alta presión de aprox. 0 – 1 bares

## Unidad de alimentación de combustible

La unidad de alimentación de combustible va instalada directamente en el depósito. En la unidad de alimentación de combustible van integrados la bomba de combustible (bomba de preelevación) G6, la válvula limitadora de presión para prealimentación de combustible y el sensor del indicador del nivel de combustible G.

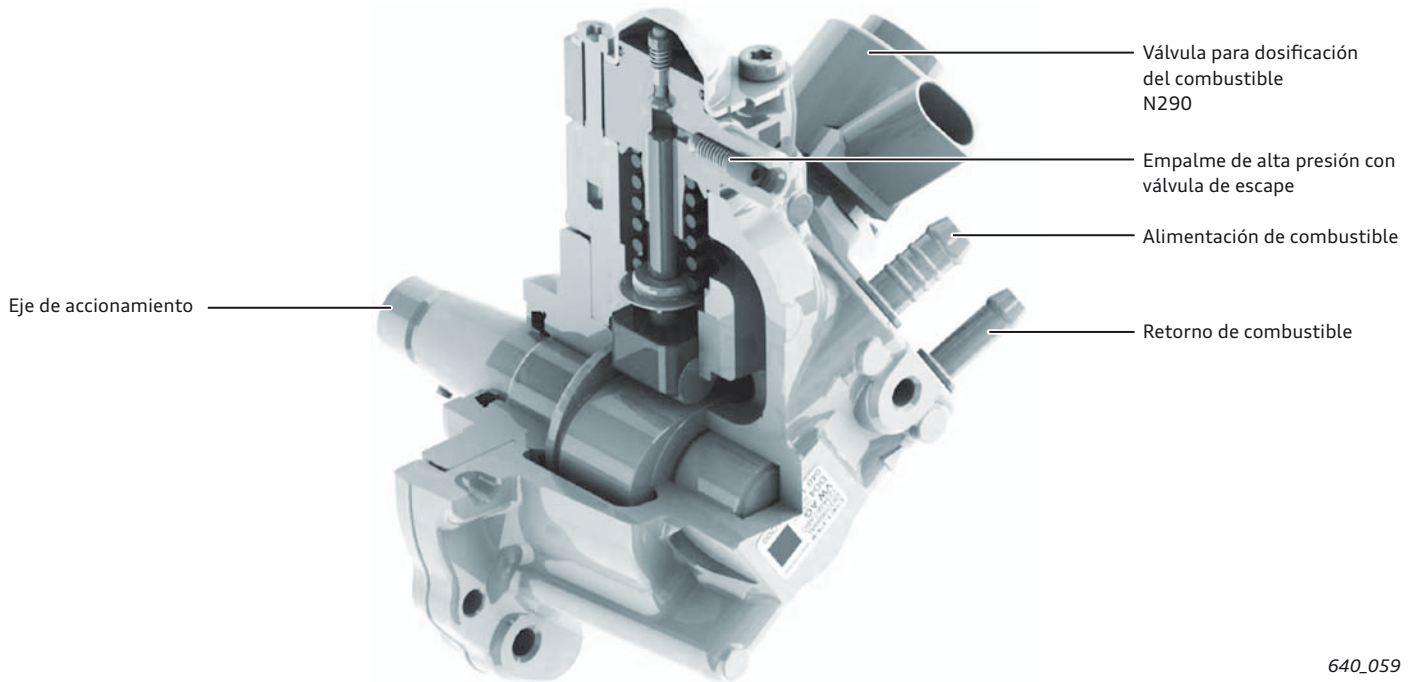
La bomba de combustible (bomba de preelevación) conduce el combustible hacia la bomba de alta presión. Es una bomba de engranajes eléctrica, no regulada. La presión de preelevación del combustible se ajusta a unos 5,8 bares por medio de una válvula limitadora de presión, mecánica.





## Bomba de alta presión

La bomba monoémbolo de alta presión de la casa Delphi corresponde a la denominación DFP 6.1E. Genera una presión de inyección máxima de 2.000 bares y se acciona a través de la distribución de correa dentada.

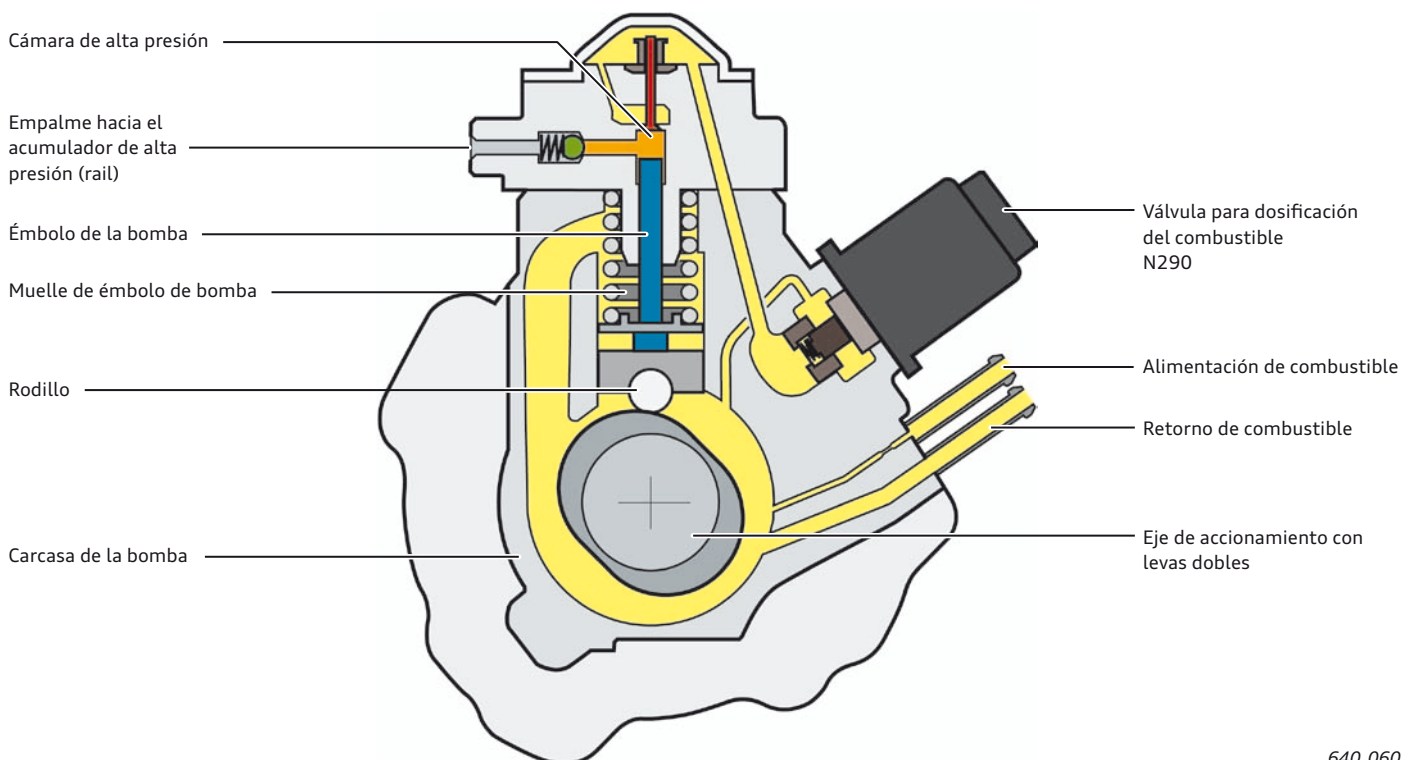


640\_059

## Estructura

La bomba de combustible (bomba de preelevación) G6 eleva el combustible del depósito hasta la carcasa de la bomba de alta presión. La válvula para dosificación del combustible N290, instalada en la bomba de alta presión, se encarga de regular la cantidad de combustible necesaria, en función de la carga y el régimen, para la zona de alta presión.

El émbolo de la bomba se acciona por medio de un eje con leva doble y un rodillo. El rodillo establece una transmisión de fuerza con fricciones mínimas.



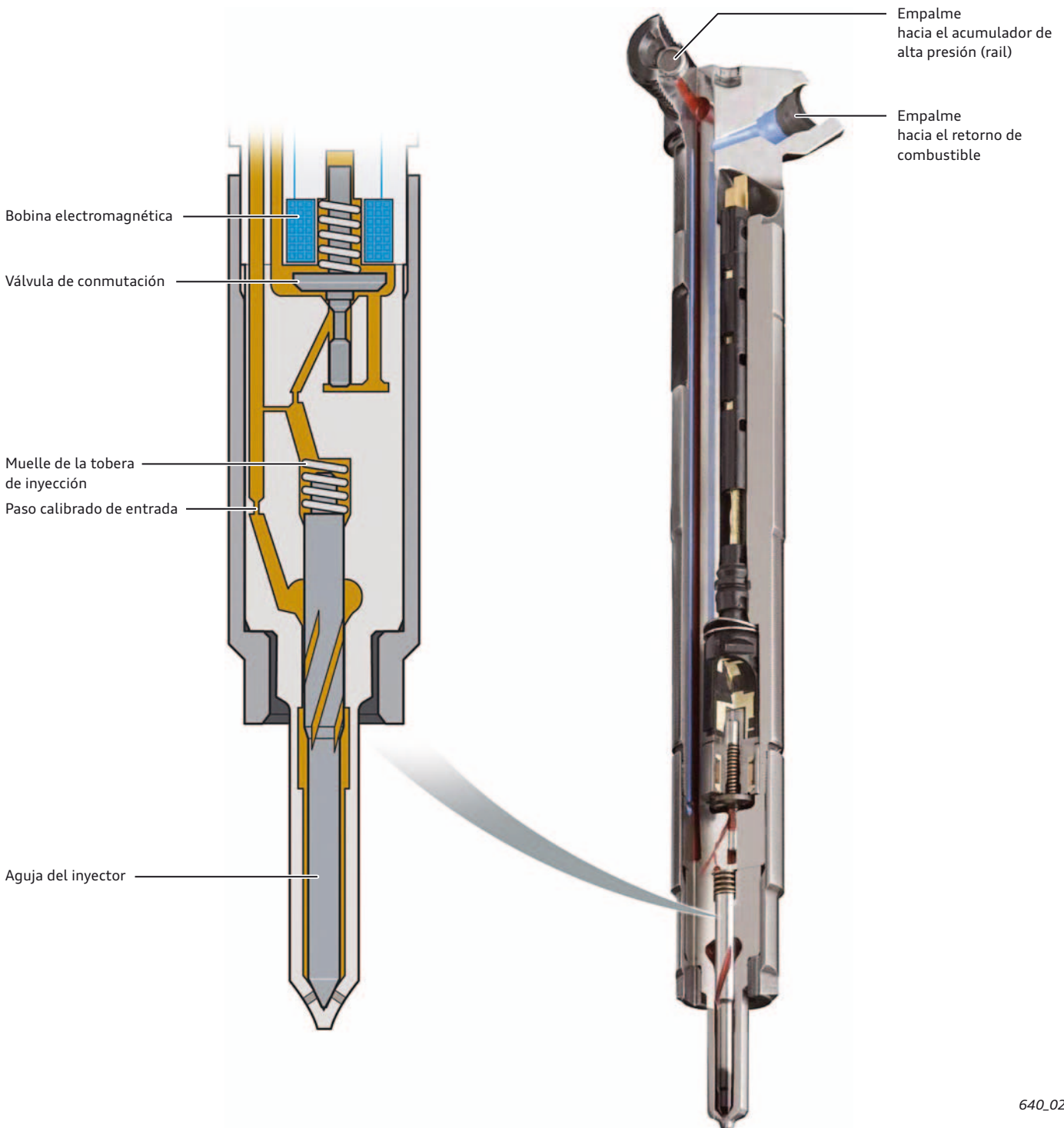
640\_060

## Inyectores

Los inyectores de 7 agujeros de la casa Delphi llevan la denominación DFI 1.20 y trabajan con una presión de inyección de hasta 2.000 bares. Para obtener un tiempo de conmutación breve del inyector se ha implantado una bobina electromagnética más potente. Con esta bobina electromagnética se tiene la seguridad de poder regular con exactitud la duración de la inyección, el comienzo de la inyección y la cantidad de ciclos de inyección.

La gestión corre a cargo de la unidad de control del motor. Las características técnicas son:

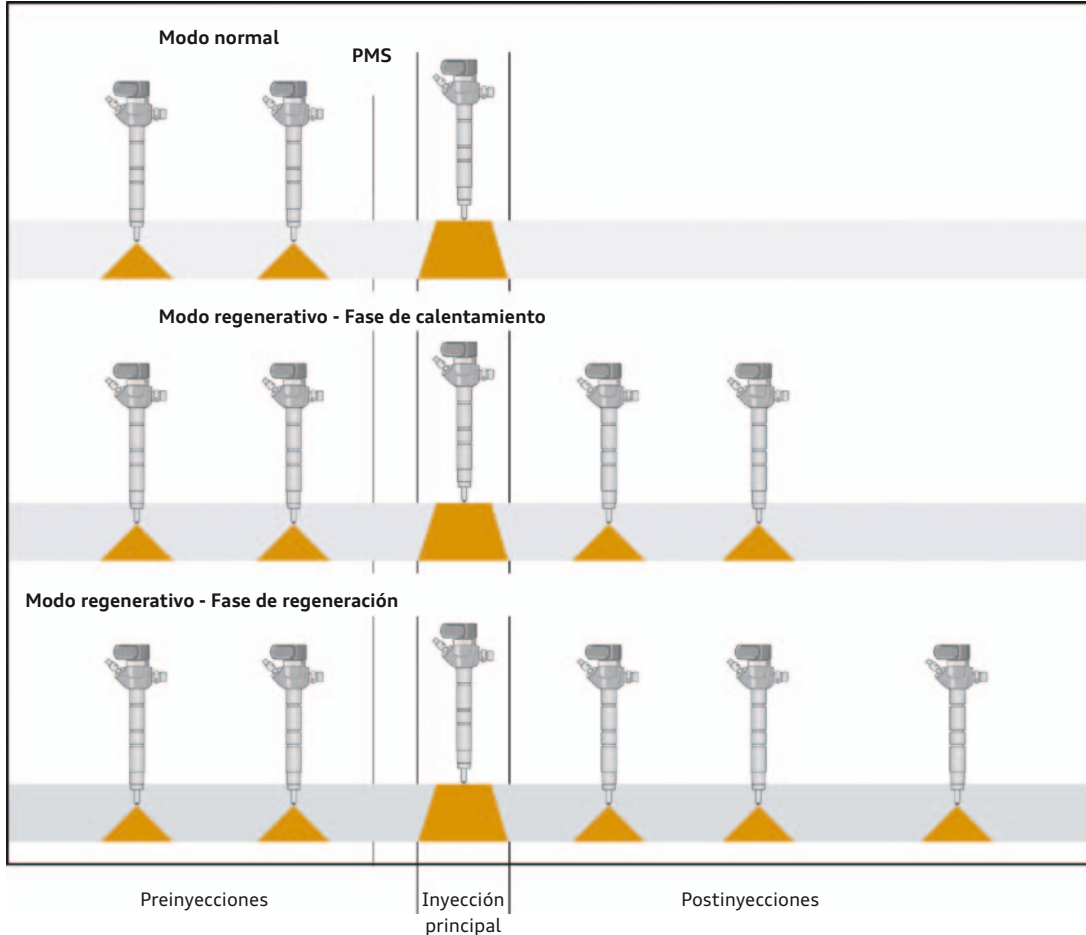
- ▶ Válvula de conmutación optimizada con bobina electromagnética más potente
- ▶ Aguja de tobera de menor diámetro
- ▶ Asiento de la aguja optimizado



## Gestión de las fases de inyección

Las fases de inyección se diferencian entre la inyección en el modo normal del motor y la inyección durante el modo de regeneración para el filtro de partículas diésel y del catalizador acumulador de óxidos nítricos.

### Fases de inyección en los modos normal y regenerativo



640\_029

#### Modo normal

En el modo normal los inyectores realizan hasta 3 inyecciones:

- ▶ 1 – 2 preinyecciones y una inyección principal.

#### Modo regenerativo

En el modo regenerativo se realizan hasta 6 inyecciones:

- ▶ En la fase de caldeo la operación de inyección consta de 2 preinyecciones, una inyección principal y 2 postinyecciones próximas a la principal.
- ▶ En la fase regenerativa la operación de inyección abarca 2 preinyecciones, una inyección principal y 2 postinyecciones próximas a la principal, así como una postinyección alejada de la principal.



#### Nota

Estas postinyecciones generan un efecto exotérmico<sup>1)</sup>, que se libera a través del catalizador de oxidación. Esto implica que durante la regeneración del filtro de partículas tengan lugar hasta 6 inyecciones parciales por ciclo de combustión en muchos sectores de la familia de características.

<sup>1)</sup> Exotermia:

Aquí sucede una reacción química en la superficie del catalizador de oxidación, que aporta calor adicional a los gases de escape.



# Gestión del motor

## Cuadro del sistema (Audi A1 año de modelos 2015)

### Sensores

Medidor de masa de aire G70

Sensor del régimen del motor G28

Sensor Hall G40

Sensor de la temperatura del líquido refrigerante G62

Sensor de la temperatura del aire de admisión G42

Sensor de la temperatura del combustible G81

Sensor del nivel y la temperatura del aceite G266

Sensor de la presión del combustible G247

Potenciometro para recirculación de gases

de escape G212

Potenciometro 2 de recirculación de los gases

de escape G466

Sensor de la posición del acelerador G79 con

sensor 2 de la posición del acelerador G185

Sensor de picado G61

Conmutador de las luces de freno F

Conmutador del pedal del freno F63

Sensor de presión de la cámara de combustión para cilindro 2 G678

Sonda lambda G39

Sonda lambda posterior al catalizador G130

Sensor de la temperatura del aire de sobrealimentación

posterior al intercooler G811

Sensor de la posición del actuador de la presión de sobrealimentación G581

Unidad de mando de la válvula de mariposa J338

Sensor de ángulo 1+2 del mando de la mariposa

(mando eléctrico del acelerador) G187, G188

Sensor de posición del colector de admisión variable G513

Manocontacto de aceite F1

Unidad de mando de la chapaleta de escape J883

Sensor de la presión de sobrealimentación G31

Sensor de posición del embrague G476

Sensor 1 de la temperatura de los gases de escape G235

Sensor 3 de la temperatura de los gases de escape G495

Sensor de la presión diferencial G505

Sensor de presión 1 de gases de escape G450

Señales suplementarias:

- ▶ Unidad de control central del sistema de confort
- ▶ Regulador de velocidad
- ▶ Unidad de control de la calefacción adicional
- ▶ Relés 1+2 del motor de arranque
- ▶ Unidad de control para autorización de acceso y arranque



Unidad de control en el cuadro de instrumentos J285 con:

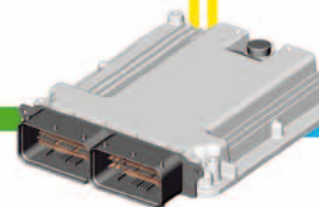
- ▶ Testigo de precalentamiento K29
- ▶ Testigo de emisiones de escape K83
- ▶ Testigo del filtro de partículas diésel K231

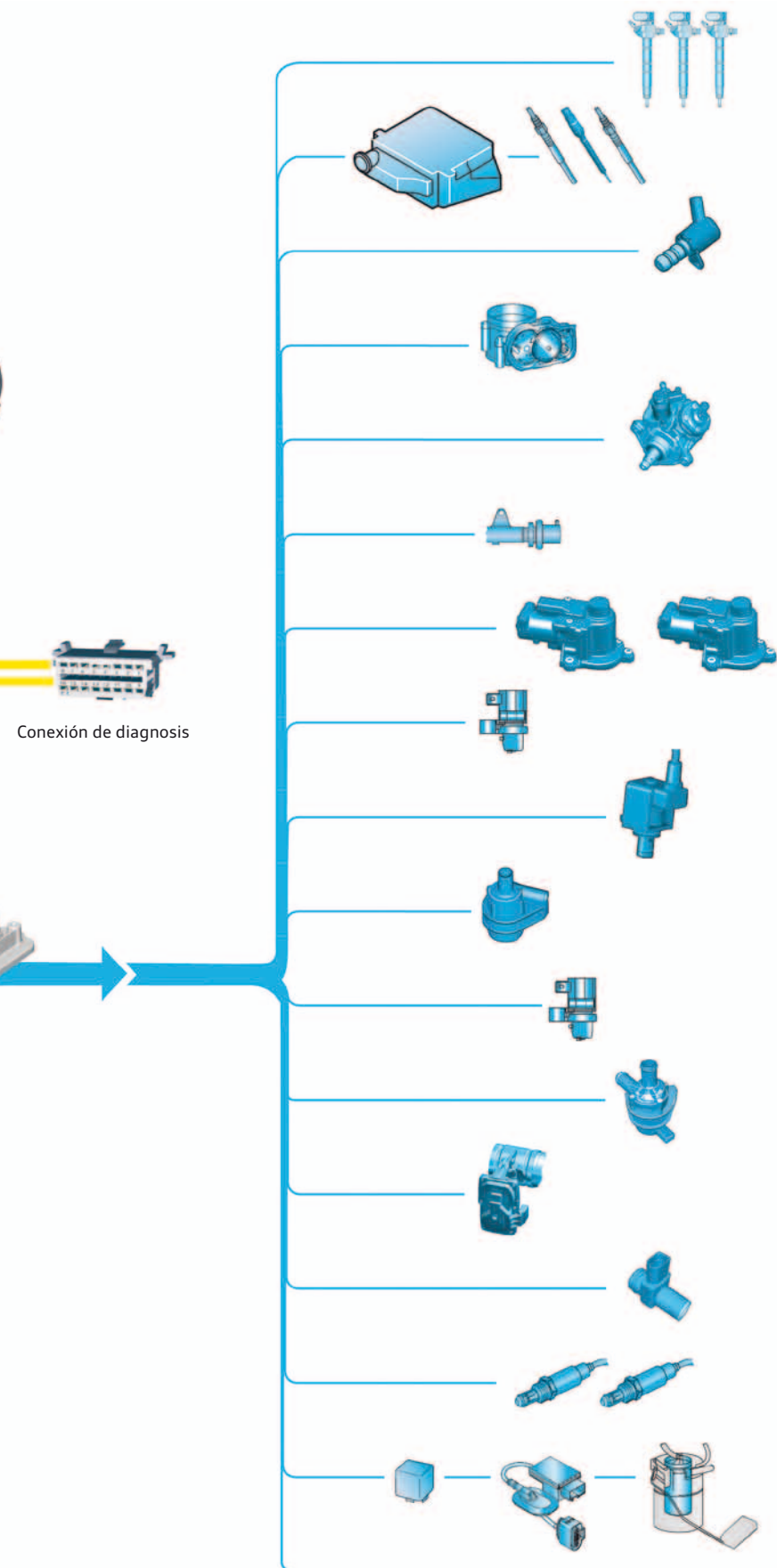


Interfaz de diagnóstico para bus de datos J533



Unidad de control del motor J623





## Actuadores

- Inyectores para cilindros 1 – 3 N30 – 32
- Unidad de control del ciclo automático de precalentamiento J179
- Bujías de precalentamiento 1 – 3 Q10 – Q12
- Válvula de regulación de la presión del aceite N428
- Unidad de mando de la válvula de mariposa J338
- Mando de la mariposa (mando eléctrico del acelerador) G186
- Válvula para dosificación del combustible N290
- Válvula reguladora de la presión del combustible N276
- Servomotor de la recirculación de gases de escape V338
- Servomotor 2 de la recirculación de gases de escape V339
- Válvula de conmutación de la mariposa del colector de admisión N239
- Válvula del líquido refrigerante para la culata N489
- Bomba del intercooler V188
- Electroválvula para limitación de la presión de sobrealimentación N75
- Bomba de respaldo para la calefacción V488
- Unidad de mando de la chapaleta de escape J883
- Resistencia de calefacción para el respiradero del cárter del cigüeñal N79
- Calefacción de la sonda lambda Z19
- Calefacción de la sonda lambda 1 posterior al catalizador Z29
- Relé de la bomba de combustible J17
- Unidad de control de la bomba de combustible J538
- Bomba de combustible (bomba de preelevación) G6

- Señales suplementarias:
- ▶ Compresor de climatización
  - ▶ Calefactor adicional líquido refrigerante
  - ▶ Escalón de velocidad del ventilador 1 + 2
  - ▶ Elemento calefactor de la calefacción adicional por aire Z35

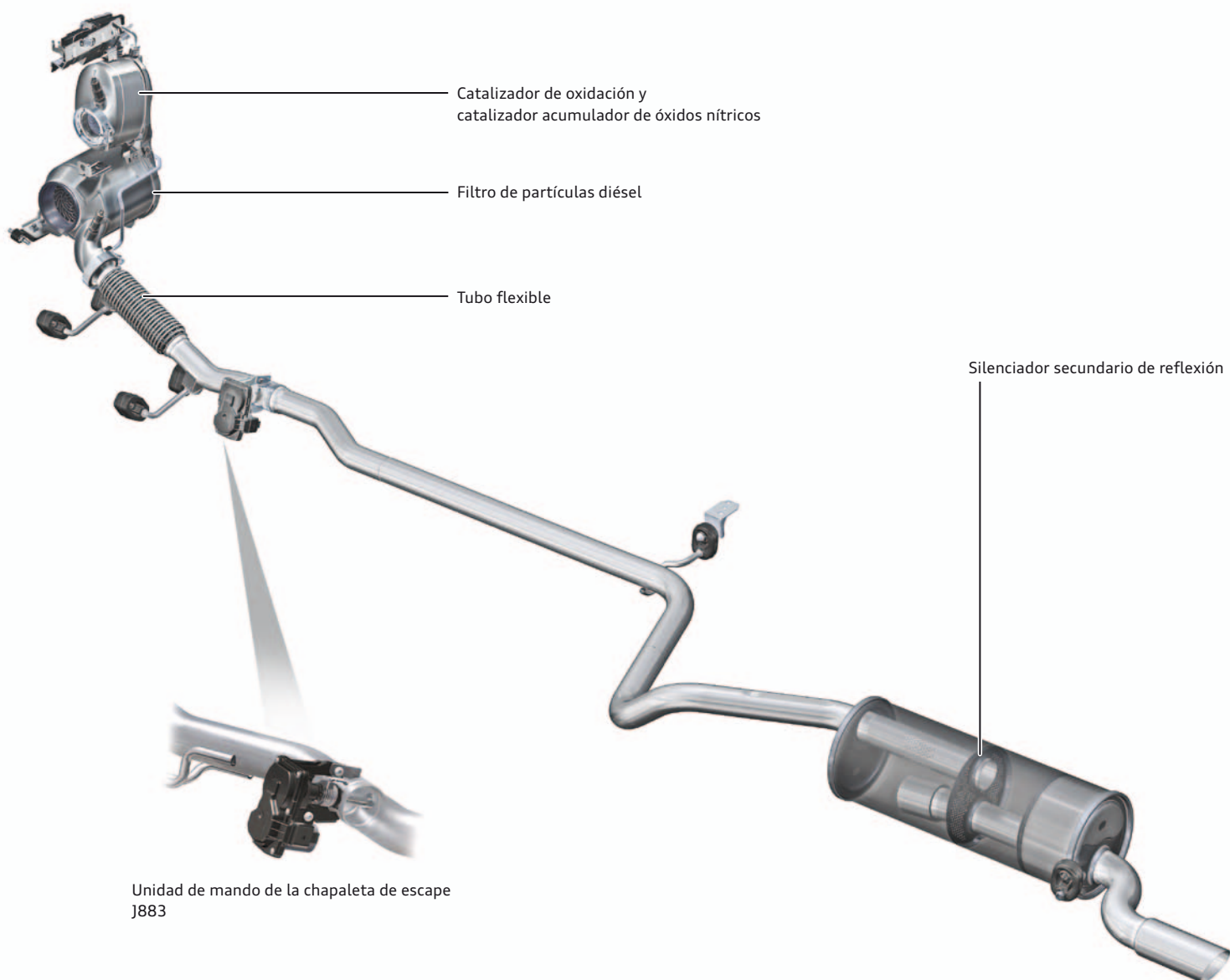
## Sistema de escape

El sistema de escape para la norma EU6 (W) consta de los componentes:

- ▶ Colector de escape con turbocompresor integrado
- ▶ Módulo de depuración de los gases de escape con catalizador de oxidación y catalizador acumulador, así como con el filtro de partículas diésel con recubrimiento
- ▶ Unidad de mando de la chapaleta de escape J883
- ▶ Silenciador de reflexión

### Cuadro general

(Audi A1 año de modelos 2015)



### Unidad de mando de la chapaleta de escape J883

Para poder utilizar la recirculación de gases de escape a baja presión sobre toda la gama del mapa de características, se procede a acumular de forma definida todo el caudal de los gases de escape procedentes del filtro de partículas diésel, utilizando para ello una chapaleta de escape con mando electromotriz. El índice de gases de escape recirculados depende del gradiente de presión entre el lado de los gases de escape y el lado aspirante.

640\_054



# Apéndice

## Programas autodidácticos (SSP)

Hallará más información sobre la técnica del motor TDI 1.4l en los siguientes Programas autodidácticos:



### SSP 477 – Audi A1

Número de referencia: A10.5S00.70.60



### SSP 608 – Motores Audi 4 cilindros 1.6l / 2.0l TDI

Número de referencia: A12.5S00.92.60



### SSP 626 – Audi Fundamentos de la técnica de motores

Número de referencia: A14.5S01.11.60

Reservados todos los derechos.  
Sujeto a modificaciones.

Copyright  
**AUDI AG**  
I/VK-35  
[service.training@audi.de](mailto:service.training@audi.de)

**AUDI AG**  
D-85045 Ingolstadt  
Estado técnico: 03/15

Printed in Germany  
A15.5S01.23.60