

# **MANUAL DE DIAGNÓSTICOS Y LOCALIZACIÓN DE FALLAS**

---

## **MANUAL DE DIAGNÓSTICOS Y LOCALIZACIÓN DE FALLAS**

**EGES-271**

**Febrero de 2006**

---

EGES-271

Antes de realizar cualquier procedimiento, lea todas las instrucciones de seguridad en la sección "Información sobre seguridad" de este manual.

Siga todas las Advertencias, Cuidados y Notas.

Derechos de autor©Febrero de 2006 International Truck and Engine Corporation



## Contenido

Prólogo.....	1
Diagnóstico de servicio.....	2
Información sobre seguridad.....	3
Sistemas del motor.....	5
Características del motor y del vehículo.....	63
Funcionamiento del software de diagnóstico.....	71
Diagnóstico de síntomas del motor.....	107
Diagnósticos para motores que no arrancan o arrancan con dificultad.....	155
Diagnósticos de rendimiento.....	225
Diagnósticos del sistema de control electrónico.....	313
Herramientas y accesorios de diagnóstico.....	621
Abreviaturas y acrónimos.....	647
Terminología.....	651
Apéndice A: Especificaciones de rendimiento del DT 466 – Año modelo 2004.....	661
Apéndice B: Especificaciones de rendimiento del DT 570 y HT 570 – Año modelo 2004.....	695
Apéndice C: Índice de códigos de falla.....	729



## Prólogo

Esta publicación proporciona procedimientos de mantenimiento generales y específicos y métodos de reparación esenciales para la operación confiable del motor y para su propia seguridad. Debido a que hay muchas variantes en procedimientos, herramientas y repuestos, no pueden darse consejos sobre todas las posibles condiciones de seguridad y peligros que pudieran presentarse.

No seguir las instrucciones de esta publicación o ignorar las advertencias y precauciones puede causar lesiones personales, accidentes fatales, daños al motor o al vehículo.

Lea las instrucciones sobre seguridad que aparecen a continuación antes de hacer cualquiera de los trabajos o procedimientos de prueba de esta publicación, ya sean para el motor o para el vehículo. Para mayor información, consulte los manuales relacionados con este motor.

Las publicaciones pueden tener revisiones periódicas. Cuando solicite publicaciones, se le suministrará la última revisión.

Las siguientes publicaciones de apoyo para motores diesel International® pueden obtenerse en:

International Order Desk  
C/O Moore Wallace North America  
1750 Wallace Avenue  
St. Charles, IL 60174  
(630) 313-7507

### Publicaciones de servicio técnico

1171810R2	<i>Manual de operación y mantenimiento para motores DT 466, DT 570 y HT 570</i>
EGES-266	<i>Manual de servicio para motores DT 466, DT 570 y HT 570</i>
EGES-271	<i>Manual de diagnósticos para motores DT 466, DT 570 y HT 570</i>
EGED-286	Formulario de diagnósticos del sistema de control electrónico para motores DT 466, DT 570 y HT 570 (bloque de 50)
EGED-291	Formulario de diagnósticos para motores DT 466, DT 570 y HT 570 (bloque de 50)

## Diagnóstico de servicio

Las tareas de diagnóstico son procedimientos sistemáticos de investigación que se realizan para localizar y corregir problemas en el motor. Primero se considera el motor como un todo y luego se localiza el problema en alguno de sus componentes o sistemas como admisión, escape, enfriamiento, lubricación o inyección. Los procedimientos de prueba le ayudarán luego a analizar el origen del problema.

### REQUISITOS PARA HACER UN DIAGNÓSTICO EFICAZ:

- Conocimiento de los principios de operación tanto del motor como de los sistemas de aplicación.
- Conocimiento para realizar y entender todos los procedimientos de las publicaciones de diagnóstico y servicio.
- Disponibilidad de medidores y otro equipo de pruebas de diagnóstico y la capacidad para usarlos.
- Disponibilidad de la información más reciente relacionada con el motor.

Aunque la causa de una falla del motor pudiera parecer evidente, con frecuencia la verdadera causa

no se encuentra hasta que se repite la misma falla. Esto puede prevenirse realizando tareas específicas de diagnóstico antes, durante y después de desarmar el motor y durante el armado.

También es muy importante realizar pruebas específicas de diagnóstico después de haber armado el motor, antes y después de ponerlo en servicio.

El reconocimiento de los síntomas que condujeron a la falla del motor es el resultado de un diagnóstico correcto. El diagnóstico eficaz requiere del uso del siguiente material de referencia:

- Manual de servicio del motor
- Diagnósticos para motores que no arrancan o arrancan con dificultad
- Diagnósticos de rendimiento
- Diagnósticos del sistema de control electrónico
- Boletines de servicio

**NOTA:** En los procedimientos de pruebas y en las referencias, los valores en el sistema métrico decimal preceden a los valores en el sistema estadounidense.

Ejemplos: 96 kPa (14 lb/pulg<sup>2</sup>), 20 °C (68 °F)

## Información sobre seguridad

Este manual proporciona procedimientos de mantenimiento generales y específicos y métodos de reparación esenciales para la operación confiable del motor y para su propia seguridad. Debido a que hay muchas variantes en procedimientos, herramientas y repuestos, no pueden darse consejos sobre todas las posibles condiciones de seguridad y peligros que pudieran presentarse.

No seguir las instrucciones de este manual o ignorar las advertencias y precauciones puede causar lesiones personales, accidentes fatales y daños al motor o al vehículo.

Lea las instrucciones sobre seguridad que aparecen a continuación antes de realizar cualquiera de los trabajos o procedimientos de prueba de este manual, ya sean para el motor o para el vehículo. Para obtener mayor información, refiérase a los manuales relacionados con este motor.

### TERMINOLOGÍA DE SEGURIDAD

En este manual se usan tres términos para hacer énfasis en su seguridad personal y en la operación segura del motor: **Advertencia**, **Precaución** y **Nota**.

**Advertencia:** Señala condiciones, peligros y prácticas inseguras que pueden causar lesiones personales o accidentes fatales.

**Precaución:** Señala condiciones y procedimientos que pueden causar daños al motor o al vehículo.

**Nota:** Señala un punto o procedimiento clave que debe seguir para que el motor funcione en forma correcta y eficiente.

### INSTRUCCIONES SOBRE SEGURIDAD

#### Vehículo

- Antes de hacer cualquier trabajo o procedimiento de diagnóstico en el motor o en el vehículo, asegúrese de que el vehículo esté en neutro, que el freno de estacionamiento esté puesto y que las ruedas estén bloqueadas.

#### Área de trabajo

- Mantenga el área de trabajo limpia, seca y organizada.
- No mantenga herramientas y piezas en el piso.

- Asegúrese de que el área de trabajo tenga buena ventilación e iluminación. No haga funcionar el motor en lugares cerrados sin la ventilación adecuada para dispersar los mortíferos gases del escape.
- Asegúrese de tener a la mano un botiquín de primeros auxilios.
- Asegúrese de que el motor se haya enfriado lo suficiente antes de intentar sacar cualquier componente.

#### Equipo de seguridad

- Use dispositivos de elevación adecuados.
- Use soportes y bloques de seguridad.

#### Medidas de protección

- Use el equipo de seguridad adecuado para cada tarea. Use protección adecuada para los oídos. Use anteojos protectores de seguridad, máscaras para la cara o gafas. Use mascarillas si fuera necesario. Use calzado de seguridad (no trabaje descalzo, con sandalias ni calzado deportivo).
- Use ropa de trabajo adecuada, no use anillos, relojes de pulsera, joyas, ropa floja o rota o elementos que cuelguen como corbatas, bufandas o chaquetas desabotonadas, desabrochadas o con el cierre abierto, ya que pueden quedar atrapados por piezas en movimiento.
- Si usa el cabello largo, recójaselo.
- Nunca intente revisar o ajustar correas de ventilador con el motor en marcha.
- A menos que sea esencial para realizar alguna prueba, nunca haga trabajos con el motor caliente. Tenga mucho cuidado y evite quemarse gravemente porque puede resultar en una fatalidad.

#### Prevención de incendios

- Asegúrese de tener extintores de incendio cargados en el área de trabajo.

**NOTA:** Revise la clasificación de cada extintor para asegurarse de que sirven para los siguientes tipos de incendios.

1. Tipo A – Para madera, papel, textiles y basura
2. Tipo B – Para líquidos inflamables

**3. Tipo C – Para equipo eléctrico****Baterías**

Las baterías producen gases muy inflamables mientras se cargan e incluso después.

- Siempre desconecte primero el cable negativo (–) principal de la batería.
- Siempre reconecte el cable negativo (–) principal de la batería al final.
- Evite inclinarse sobre las baterías.
- Protéjase los ojos.
- No exponga las baterías a llamas vivas o chispas.
- No fume.

**Aire comprimido**

- Limite la presión de las pistolas de aire comprimido del taller a 207 kPa (30 lb/pulg<sup>2</sup>).
- Use equipo aprobado.
- No dirija el aire hacia el cuerpo o la ropa.
- Use anteojos de seguridad con protección lateral.
- Use una protección adecuada para las demás personas en el área de trabajo.
- Verifique que las mangas de aire de las herramientas neumáticas no estén deterioradas ni cortadas y que no tengan indicaciones de posibles fallas.

**Herramientas**

- Asegúrese de que todas las herramientas estén en buen estado.
- Asegúrese de que todas las herramientas eléctricas tengan conexión a tierra.
- Revise que no haya cordones o cables pelados antes de usar herramientas eléctricas.

**Fluidos sometidos a presión**

- Tenga mucho cuidado al trabajar en sistemas que contengan fluidos bajo presión.
- Sólo realice procedimientos aprobados.

**Combustible**

- No exceda la capacidad del tanque de combustible. Exceder la capacidad crea riesgos de incendio.
- No fume en el área de trabajo.
- No llene el tanque de combustible con el motor en marcha.

**Aceite, combustible y refrigerante**

- Los líquidos del motor, el aceite, el combustible y el refrigerante son dañinos para el medio ambiente. Nunca deseche líquidos del motor en la basura, en la tierra, en las alcantarillas o en corrientes o cuerpos de agua.
- No permita que líquidos del motor permanezcan en contacto con su piel. Lávese las manos y las uñas con agua y jabón o con un buen producto limpiador de manos. Lave o deseche adecuadamente la ropa y los trapos que tengan líquidos del motor. Los líquidos del motor contienen ciertos elementos que pueden ser dañinos para la piel y que podrían incluso causar cáncer.

**Retiro de herramientas, repuestos y equipo**

- Despues de haber trabajado en el motor, vuelva a colocar los dispositivos de seguridad, protectores y defensas.
- Una vez que termine todo el trabajo, asegúrese de sacar del motor y del vehículo todas las herramientas, repuestos sueltos y equipo.

## Contenido

<b>Identificación del motor.....</b>	<b>7</b>
Número de serie del motor.....	7
Etiqueta de emisiones del motor.....	8
Descripción del motor.....	9
Ubicación de los componentes del motor.....	13
<b>Sistemas del motor.....</b>	<b>19</b>
Diagrama de los sistemas del motor.....	19
<b>Sistema de control y manejo del aire.....</b>	<b>20</b>
Componentes del sistema de control y manejo del aire y flujo de aire.....	20
Enfriador de aire turboalimentado (CAC).....	22
Turbo de geometría variable (VGT).....	24
Sistema de recirculación de gases de escape (sistema de EGR).....	27
Sistema de escape.....	28
<b>Sistema de control de combustible.....</b>	<b>29</b>
Componentes del sistema de control de combustible.....	29
Componentes del sistema de presión de control de inyección y flujo de aceite a alta presión.....	30
Inyectores de combustible.....	33
<b>Sistema de suministro de combustible.....</b>	<b>37</b>
Componentes del sistema de combustible y flujo de combustible.....	37
Diagrama del flujo de combustible.....	38
<b>Sistema de lubricación del motor.....</b>	<b>41</b>
Componentes del sistema de lubricación y flujo de aceite.....	41
<b>Sistema de enfriamiento.....</b>	<b>44</b>
Componentes del sistema de enfriamiento y flujo del refrigerante.....	44
<b>Sistema de control electrónico.....</b>	<b>47</b>
Componentes del sistema de control electrónico.....	47
Módulo impulsor de los inyectores (IDM).....	50
Sensores del motor y del vehículo.....	51
<b>Freno por motor Diamond Logic®.....</b>	<b>57</b>
Componentes del freno por motor.....	57
Control del freno por motor.....	58
Funcionamiento del freno por motor Diamond Logic® en modo de frenado.....	60



## Identificación del motor

### Número de serie del motor

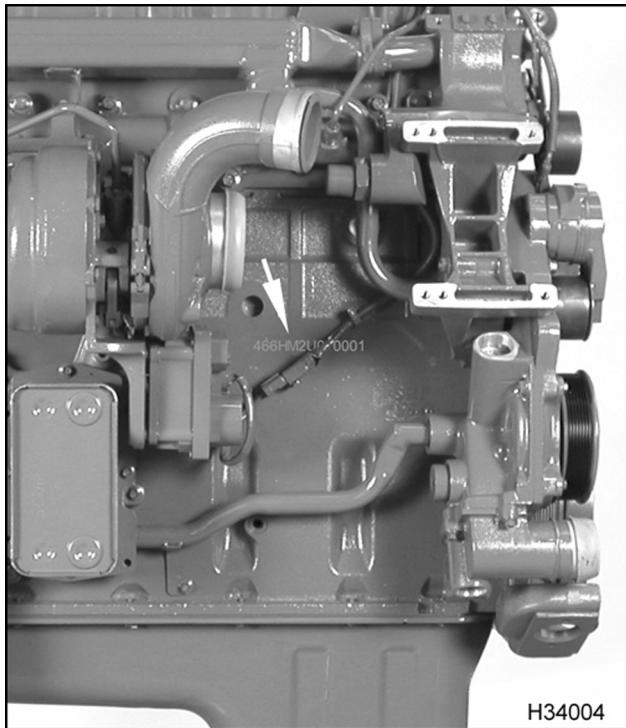


Figura 1 Número de serie del motor

El número de serie del motor está en dos lugares:

- Troquelado en un saliente en el lado derecho del bloque, debajo de la culata.
- En la etiqueta de emisiones de la tapa de válvulas.

### Ejemplos de números de serie del motor

Motor DT 466: 466HM2U2000001

Motor DT 570: 570HM2U2000001

### Códigos del número de serie del motor

**466** – Cilindrada

**570** – Cilindrada

**H** – Diesel, turboalimentado, con enfriador de aire turboalimentado (CAC) y controlado electrónicamente.

**M2** – Camión con motor

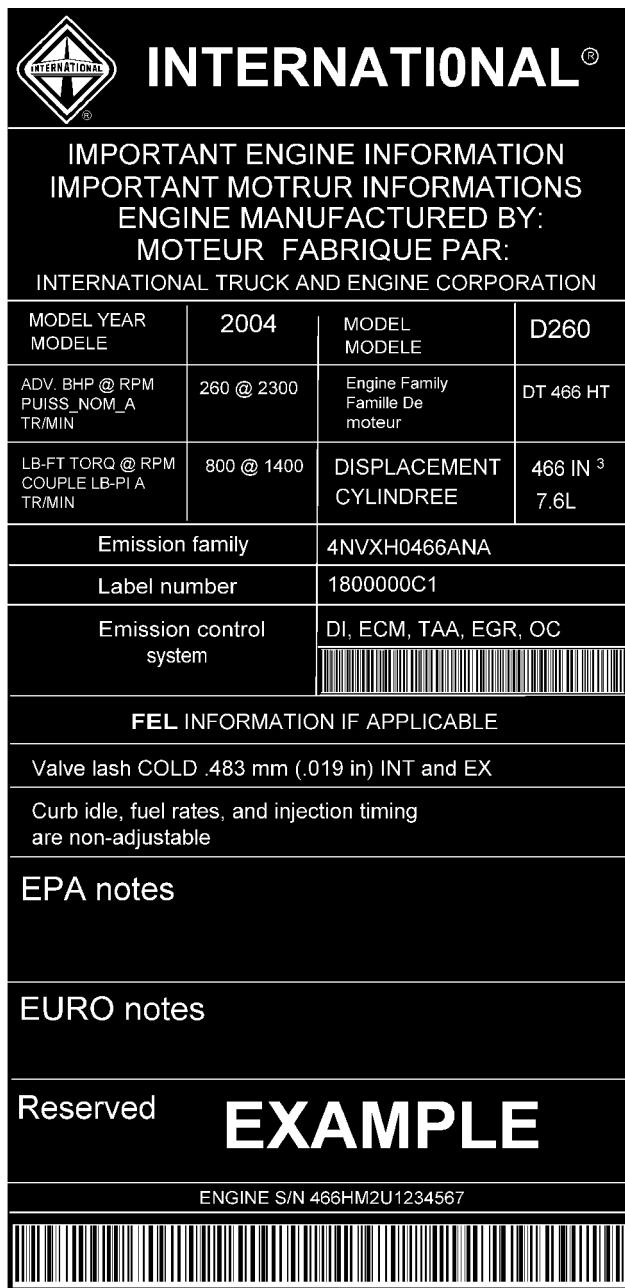
**A2** – Desconocido (motores sin accesorios y de servicio)

**U** – Estados Unidos

**Sufijo de 7 dígitos** – Número de serie, comenzando en un 2.

**Etiqueta de emisiones del motor**

Los motores diesel International® DT 466 y DT 570 tienen la misma etiqueta de emisiones.



H34005

**Figura 2 Etiqueta de emisiones del motor  
(ejemplo)**

La etiqueta de emisiones de la EPA (organismo encargado de la protección ambiental en EEUU) está en la parte superior de la tapa de válvulas. La etiqueta de emisiones incluye lo siguiente:

- Año-modelo
- Familia, modelo y cilindrada del motor
- Clasificaciones publicadas de potencia al freno y torque
- Familia de emisiones y sistema de control de emisiones
- Límites de emisión para familia de motores (FEL) de EEUU, si corresponde
- Especificaciones del juego de las válvulas
- Número de serie del motor
- EPA, EURO y áreas reservadas para usos específicos

**Accesorios del motor**

Los siguientes accesorios pueden tener etiquetas o placas de identificación del fabricante:

- Compresor de aire (para el sistema de frenos o de suspensión)
- Compresor del aire acondicionado
- Alternador
- Embrague del ventilador de enfriamiento
- Turbo controlado electrónicamente EVRT®, la versión de International del turbo de geometría variable (VGT)
- Bomba de servodirección
- Motor de arranque

Las etiquetas o placas de identificación incluyen información y especificaciones útiles para conductores y técnicos.

**Descripción del motor****Características y especificaciones de los motores International® DT 466 , DT 570 y HT 570**

Motor	Diesel de cuatro tiempos y seis cilindros en línea
Configuración	Cuatro válvulas por cada cilindro
Cilindrada	7,6 litros (466 pulg <sup>3</sup> )
Cilindrada	9,3 litros (570 pulg <sup>3</sup> )
Diámetro (de la camisa)	116,6 mm (4,59")
Carrera	
• DT 466	119 mm (4,68 pulgadas)
• DT 570 y HT 570	146 mm (5,75")
Relación de compresión	
• DT 466	16.5 : 1
• DT 570 y HT 570	17.5 : 1
Aspiración	VGT (turbo de geometría variable) y CAC (enfriador de aire turboalimentado)
Potencia nominal a RPM <sup>1</sup>	
• DT 466	210 BHP a 2600 RPM
• DT 570	285 BHP a 2200 RPM
Torque máximo a RPM <sup>1</sup>	
• DT 466	520 lbf/pie a 1400 RPM
• DT 570	800 lbf/pie a 1200 RPM
Rotación del motor (mirando el volante del motor)	Sentido inverso a las agujas del reloj
Sistema de combustión	Inyección directa turboalimentada
Sistema de combustible	Inyección electrohidráulica International® de segunda generación
Peso total del motor (seco y sin accesorios)	
• DT 466	671 kg (1.480 libras)
• DT 570 y HT 570	708 kg (1560 libras)
Capacidad del sistema de enfriamiento (sólo motor)	12,8 litros (13,5 cuartos de galón de EEUU)
Capacidad del sistema de lubricación (incluyendo filtro)	28 litros (30 cuartos de galón de EEUU)
Capacidad del sistema de lubricación (sólo reparación general, con filtro)	34 litros (36 cuartos de galón de EEUU)
Orden de encendido	1-5-3-6-2-4

<sup>1</sup> Valores y clasificaciones básicos. Refiérase al Apéndice A y al Apéndice B de este manual para encontrar información sobre otros valores y clasificaciones.

**Características del motor**

<b>Características estándar</b>	<b>Características opcionales</b>
Cuatro válvulas por cada cilindro	Compresor de aire
Sensores de doble sincronización	Bomba de servodirección
Pistones y camisas reemplazables	Acceso a la toma de fuerza desde la tapa delantera
Bomba de aceite lubricante tipo gerotor	Sensor de presión de combustible del motor (EFP)
Sistema de inyección electrohidráulica International® de segunda generación	Freno por motor Diamond Logic®
Turbo de geometría variable (VGT)	Freno por escape Diamond Logic®
Recirculación de gases de escape (EGR)	Calentador del combustible
Carcasa del suministro de refrigerante (soporte del compresor de Freon®)	Calentador del cárter
Soporte del alternador	Calentador del refrigerante
Módulos de control	
Separación de agua en el combustible	
Sensor de agua en el combustible (WIF)	
Calentamiento del aire de admisión	

**Características estándar**

Los motores DT 466, DT 570 y HT 570 son de 6 cilindros en línea (servicio mediano). La cilindrada del DT 466 es 7,6 litros (466 pulg<sup>3</sup>) y del DT 570 y el HT 570 es 9,3 litros (570 pulg<sup>3</sup>); el orden de encendido de los cilindros es 1–5–3–6–2–4.

La culata tiene cuatro válvulas por cada cilindro para lograr un mejor flujo de aire. Cada inyector está ubicado en el centro de las cuatro válvulas y dirige el combustible por encima de la concavidad del pistón para lograr un mejor rendimiento y reducir las emisiones. El tren de válvulas en la culata incluye levantaválvulas mecánicos de rodillo, varillas de empuje, ejes de balancines y válvulas dobles que se abren con un puente de válvulas.

El bloque del motor es de una sola pieza y resiste las cargas de alta presión generadas durante la operación con combustible diesel.

La parte inferior del bloque de los motores DT 570 y HT 570 (potencias superiores a 300 HP) tiene un refuerzo de acero en forma de escalera de mano, que asegura las tapas de los cojinetes de bancada, diseñado para absorber las cargas adicionales generadas por la mayor potencia. Siete cojinetes de bancada soportan el cigüeñal de los motores DT

466, DT 570 y HT 570. El empuje hacia adelante y hacia atrás está controlado por el cojinete trasero. Cuatro cojinetes de casquillo soportan el árbol de levas. El soporte del sello de aceite trasero forma parte de la carcasa del volante del motor. El conjunto abierto de respiración usa un tubo de ventilación en carretera para aliviar la presión del bloque del motor y un separador de aceite que hace regresar el aceite al bloque.

El ECM y el IDM usan el sensor de posición del cigüeñal (CKP) y el sensor de posición del árbol de levas (CMP) para calcular las RPM, la cantidad de combustible y la sincronización y duración de la inyección.

Los motores en línea usan dos diferentes tipos de pistones:

- El motor DT 466 tiene pistones de aleación de aluminio de una sola pieza.
- Los motores DT 570 y HT 570 tienen pistones articulados de dos piezas con una corona de acero.

Todos los pistones están acoplados a bielas con tapas divididas por fractura. Los pistones usan camisas de cilindro húmedas reemplazables.

Una bomba de aceite lubricante tipo gerotor, instalada en la tapa delantera, es impulsada directamente por el cigüeñal. Todos los motores tienen enfriador de aceite y filtro de aceite enroscable.

Una bomba de baja presión extrae combustible del tanque a través de un filtro formado por colador, elemento filtrante, bomba cebadora, válvulas de drenaje y sensor de agua en combustible (WIF). Luego de filtrarlo, el combustible se bombea hacia la galería de combustible en la culata.

El sistema de inyección electrohidráulica International® de segunda generación tiene un múltiple de aceite de hierro fundido, inyectores de combustible y una bomba de aceite de alta presión.

El VGT tiene aspas móviles en la carcasa de la turbina. Estas aspas modifican el flujo de los gases de escape dentro de la carcasa de la turbina. La ventaja de este sistema es la capacidad de controlar la presión reforzadora para diferentes velocidades y cargas del motor. Una ventaja adicional es la menor generación de emisiones.

Una válvula de control de EGR regula los gases de escape fríos que ingresan a la corriente del aire de admisión. Los gases de escape fríos aumentan la tolerancia del motor a la recirculación de gases de escape, mientras reducen el humo que se forma por la dilución de los gases en la mezcla. Hay tres enfriadores de gases de escape disponibles, dependiendo del uso del vehículo.

La carcasa de suministro de refrigerante, que incluye conexiones auxiliares para refrigerante, también funciona como soporte del compresor de Freon®.

Tres módulos de control monitorizan y controlan los sistemas electrónicos del motor.

- Controlador del motor Diamond Logic® – Módulo de control electrónico (ECM)
- Módulo impulsor de los inyectores (IDM)
- Módulo impulsor de EGR

La separación de agua en el combustible ocurre cuando el elemento filtrante repele las moléculas de agua y las acumula en el fondo de la cavidad del elemento, dentro de la carcasa del filtro de combustible.

El sensor de agua en el combustible (WIF) que está en la cavidad del elemento de la carcasa del

filtro de combustible, detecta la presencia de agua. Cuando se acumula suficiente agua en la cavidad del elemento, la señal que el WIF envía al ECM cambia. El ECM envía un mensaje para encender la luz ámbar *WATER IN FUEL* para alertar al conductor. La carcasa del filtro de combustible tiene una palanca que abre la válvula de drenaje para que salga el agua.

### **Características opcionales**

Hay un compresor de aire disponible para vehículos que requieren frenos neumáticos o suspensión neumática.

La bomba hidráulica de servodirección puede usarse con o sin compresor de aire.

La tapa delantera tiene una brida para instalar accesorios que usan la toma de fuerza. El tren de engranajes impulsores del compresor de aire, usado con un adaptador de estrías, suministra energía para accesorios de la toma de fuerza delantera.

Un sensor opcional de la presión de combustible del motor (EFP) detecta la baja presión causada por demasiada restricción en el filtro de combustible y envía una señal al ECM; el ECM enciende la luz ámbar *FUEL FILTER* del tablero de instrumentos.

El freno por escape Diamond Logic® usa solamente el VGT para restringir el flujo del escape y obtener mayor potencia de freno. El conductor aplica el freno por escape según las condiciones de operación.

El freno por motor Diamond Logic® es nuevo en los motores diesel para servicio mediano. Este sistema de freno por compresión usa una galería de alta presión y el VGT para obtener mayor potencia de freno. El conductor aplica el freno por motor según las condiciones de operación.

El calentador del aire de admisión (IAH) calienta el aire que ingresa a la culata.

Las opciones para vehículos y otros usos de motores en climas fríos incluyen lo siguiente:

- **Calentador del cárter**

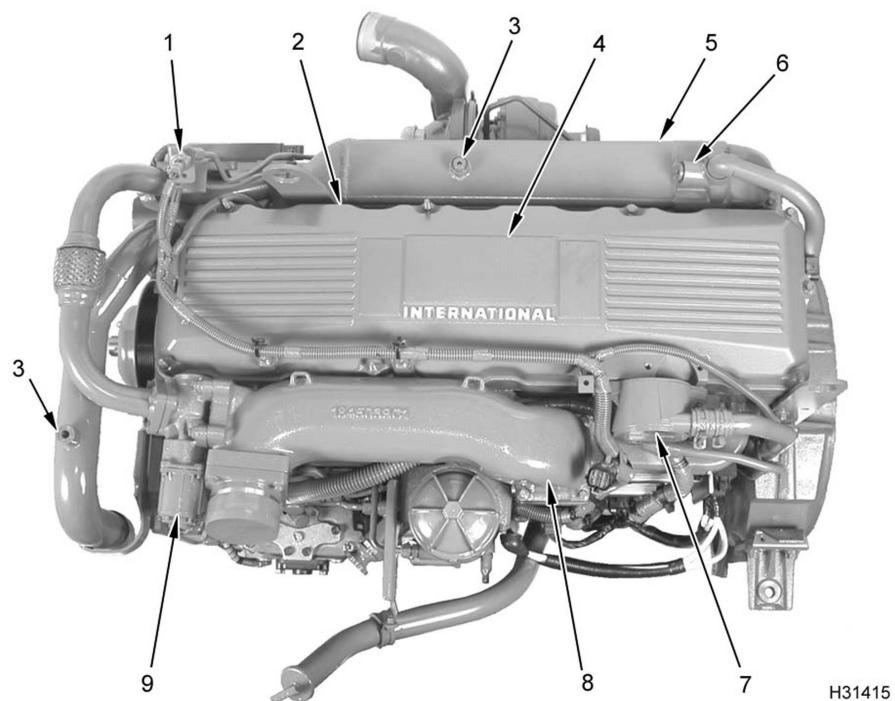
El calentador del cárter calienta el aceite del motor en el cárter y asegura el flujo hacia los inyectores.

**• Calentador del refrigerante**

El calentador del refrigerante eleva la temperatura del refrigerante alrededor de los cilindros para lograr un mejor rendimiento y menor consumo de combustible durante los arranques.

**• Calentador del combustible**

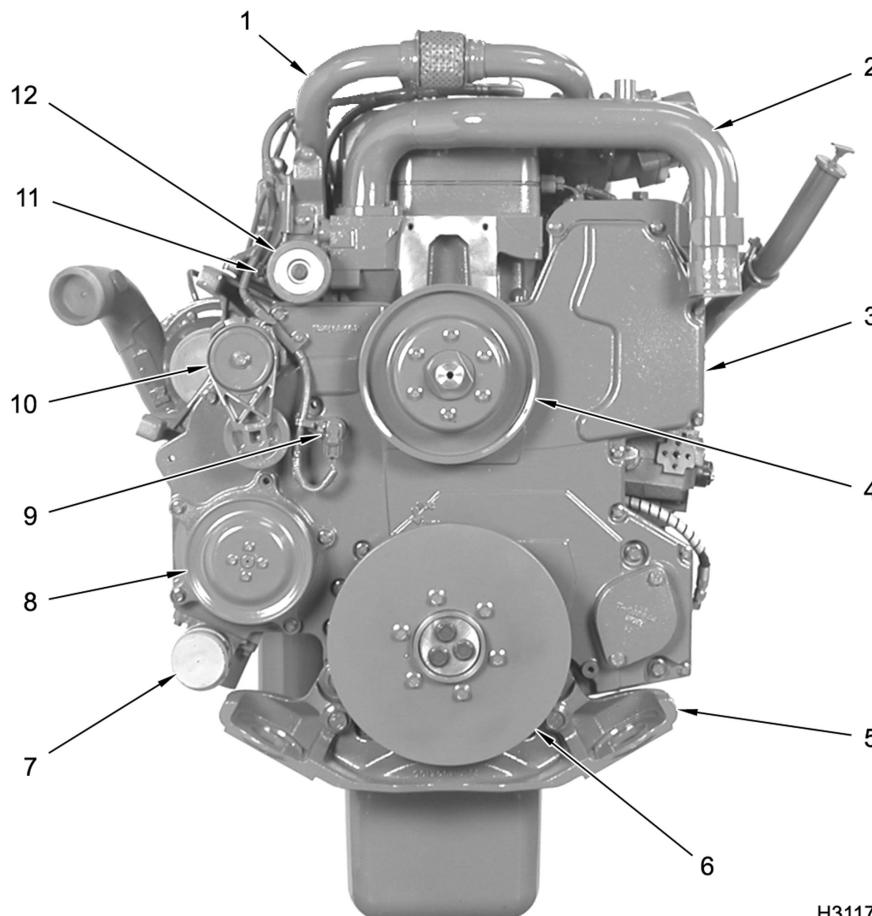
El calentador del combustible (un elemento de 300 vatios) en la base del filtro de combustible, calienta el combustible para obtener un mejor rendimiento.

**Ubicación de los componentes del motor**

H31415

**Figura 3 Ubicación de los componentes (vista desde arriba)**

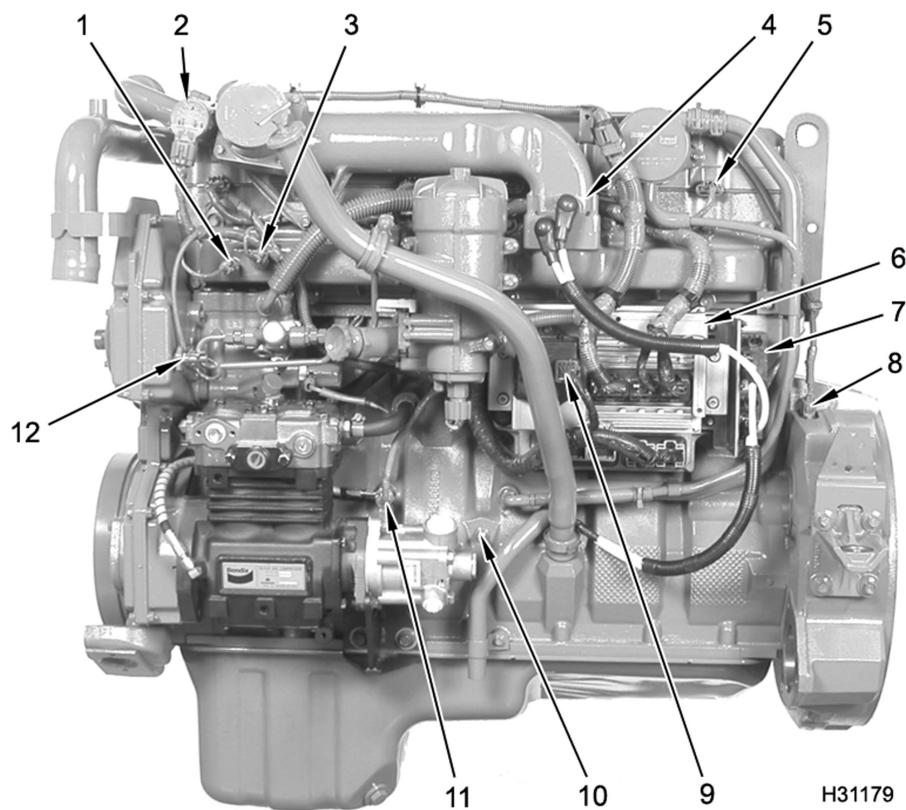
- |  |   |                              |
|--|---|------------------------------|
| 1. Sensor de contrapesión del escape (EBP)     | 5. Enfriador de EGR                             | 9. Válvula de control de EGR |
| 2. Tapa de válvulas                            | 6. Suministro secundario del calentador de aire |                              |
| 3. Orificio de desaireación                    | 7. Respirador                                   |                              |
| 4. Etiqueta de emisiones de escape (ubicación) | 8. Conducto mezclador de aire y gases de escape |                              |



H31176

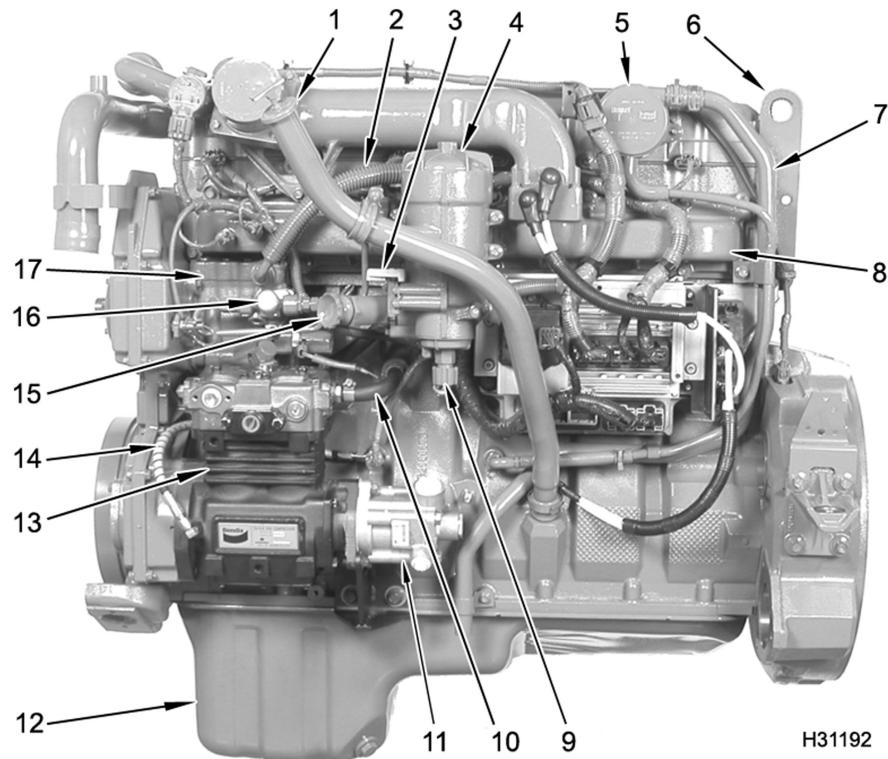
**Figura 4 Ubicación de los componentes (vista desde el frente)**

- |   |   |  |
|---|---|--|
| 1. Tubería comunicante de gases de escape (enfriador de EGR a válvula de EGR) | 5. Soporte de montaje del motor (delantero) | 9. Sensor de posición del árbol de levas (CMP)               |
| 2. Tubo de salida de refrigerante (salida del termostato)                     | 6. Amortiguador de vibraciones              | 10. Tensor automático (correa)                               |
| 3. Tapa delantera (mitad delantera)   | 7. Codo de entrada de refrigerante          | 11. Sensor de temperatura del refrigerante (ECT) (ubicación) |
| 4. Polea impulsora del ventilador   | 8. Polea de la bomba de refrigerante        | 12. Polea libre plana  |



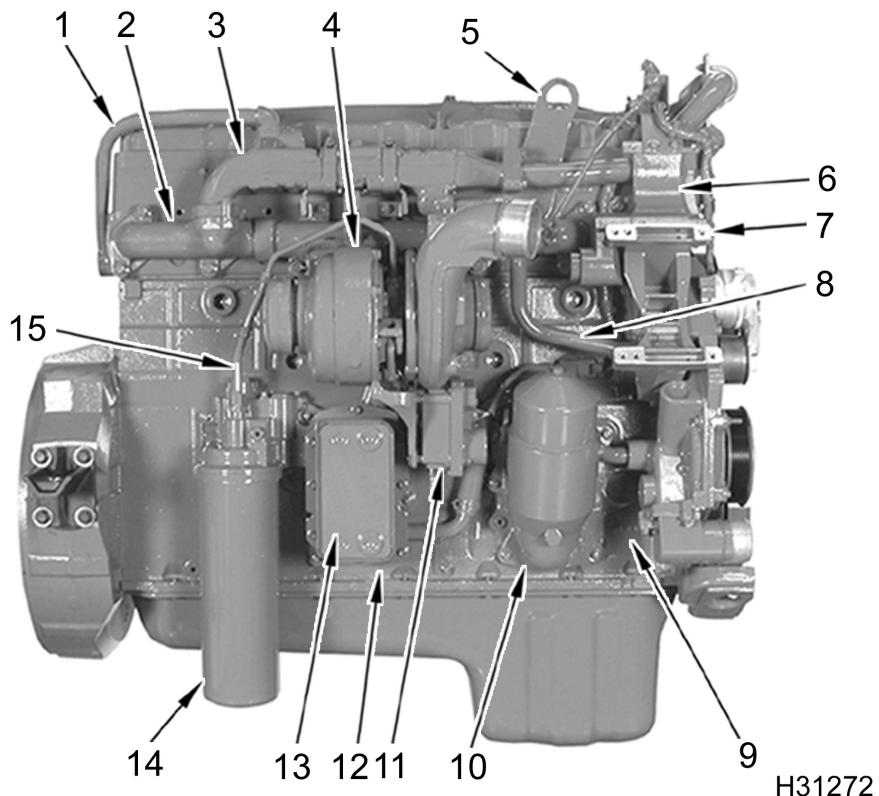
**Figura 5 Ubicación de los componentes eléctricos (vista desde la izquierda)**

- 1. Sensor de presión absoluta del múltiple (MAP)
- 2. Válvula de control de EGR
- 3. Sensor de temperatura del aire en el múltiple (MAT)
- 4. Calentador del aire de admisión (IAH)
- 5. Conector de paso directo de la empaquetadura de la tapa de válvulas
  - a. (Seis) conectores de cuatro cables para los inyectores
  - b. (Un) conector de tres cables para el ICP
  - c. Freno por motor – (Un) conector de tres cables para el BCP y (un) conector de tres cables para la válvula de cierre de freno
- 6. ECM e IDM
- 7. Relé del IAH
- 8. Sensor de posición del cigüeñal (CKP)
- 9. Módulo impulsor de EGR
- 10. Espárrago de tierra
- 11. Sensor de presión del aceite del motor (EOP)
- 12. Sensor de temperatura del aceite del motor (EOT)



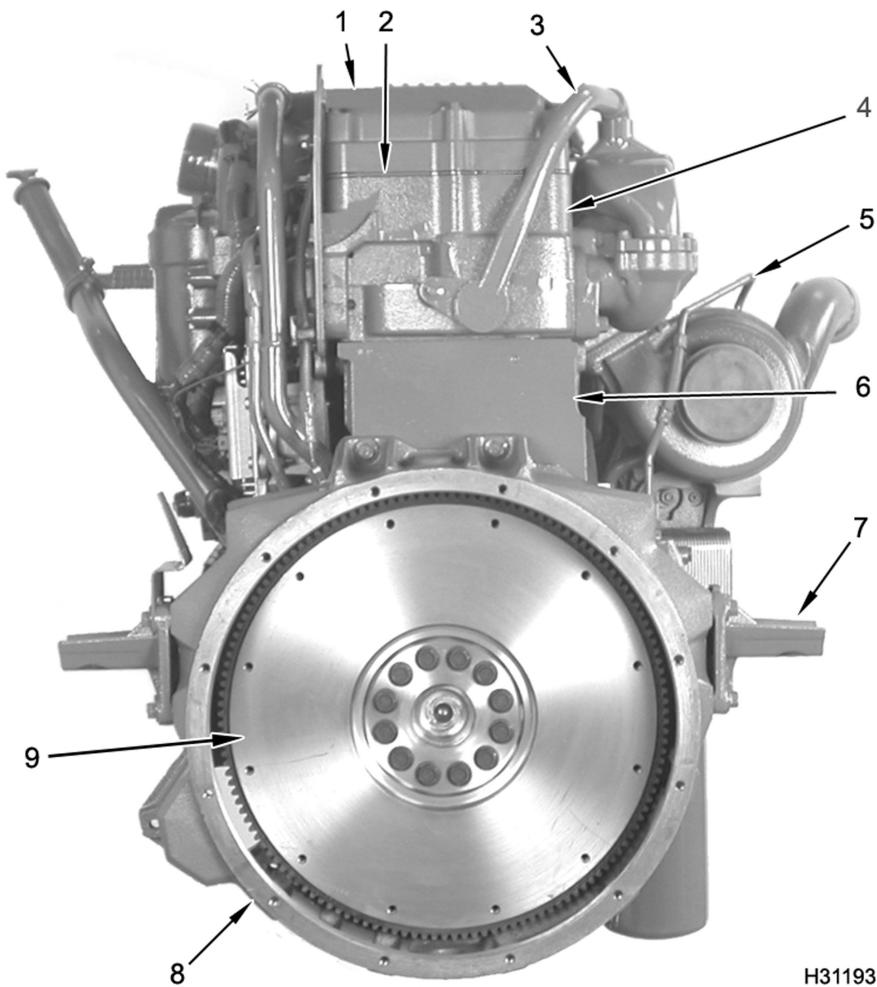
**Figura 6 Ubicación de los componentes mecánicos (vista desde la izquierda)**

- |   |  |  |
|---|--|--|
| 1. Tubo de la varilla medidora del aceite   | 6. Anillo de elevación                         | 12. Cárter   |
| 2. Manguera de aceite de alta presión       | 7. Tubo de ventilación y drenaje               | 13. Compresor de aire                                  |
| 3. Válvula de drenaje (agua en combustible) | 8. Múltiple de admisión                        | 14. Tubería de suministro de aceite                    |
| 4. Cabezal del filtro de combustible        | 9. Válvula de drenaje (colador de combustible) | 15. Bomba cebadora de combustible                      |
| 5. Respirador                               | 10. Manguera de refrigerante (suministro)      | 16. Bomba de suministro de combustible de baja presión |
|   | 11. Bomba de la servodirección                 | 17. Bomba de aceite de alta presión                    |



**Figura 7 Ubicación de los componentes (vista desde la derecha)**

- |   |  |  |
|---|--|--|
| 1. Tubo de retorno del enfriador de EGR                                     | 7. Soporte del alternador                                  | 14. Filtro de aceite                                 |
| 2. Múltiple de escape   | 8. Tubo de suministro del enfriador de EGR                 | 15. Tubo de entrada de aceite del turbo (suministro) |
| 3. Enfriador de EGR   | 9. Bloque del motor  |  |
| 4. Turbo de geometría variable (VGT)  | 10. Filtro secundario (sólo en los primeros motores)       |  |
| 5. Anillo de elevación  | 11. Módulo de control del turbo                            |  |
| 6. Carcasa del suministro de refrigerante (soporte del compresor de Freon®) | 12. Tapón de drenaje del refrigerante (ubicado por debajo) |  |
|   | 13. Enfriador de aceite                                    |  |



**Figura 8 Ubicación de los componentes (vista desde atrás)**

- |  |   |                             |
|--|---|-----------------------------|
| 1. Tapa de válvulas  | 4. Culata   | 9. Volante o plato flexible |
| 2. Empaque de la tapa de válvulas con conectores de paso directo | 5. Tubo de entrada de aceite del turbo (suministro) |                             |
| 3. Tubo de retorno del enfriador de EGR                          | 6. Bloque del motor                                 |                             |
|  | 7. Soportes traseros del motor (2)                  |                             |
|  | 8. Carcasa del volante                              |                             |

## Sistemas del motor

Diagrama de los sistemas del motor

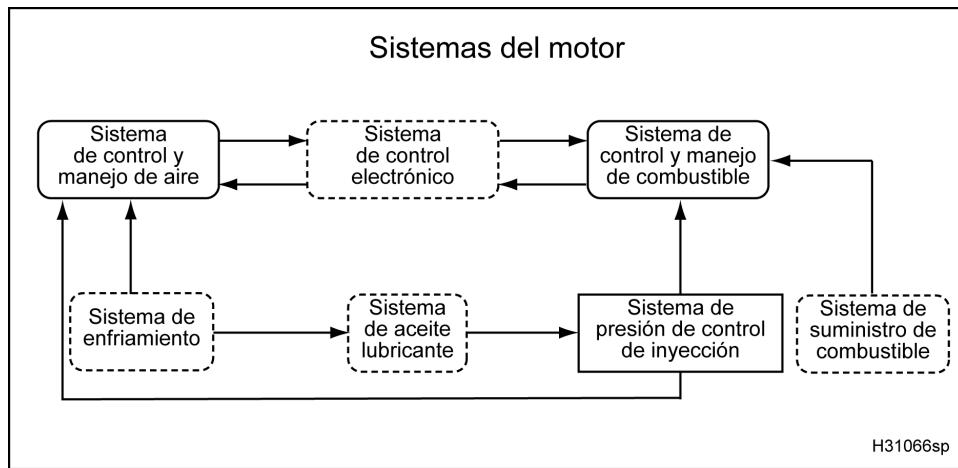


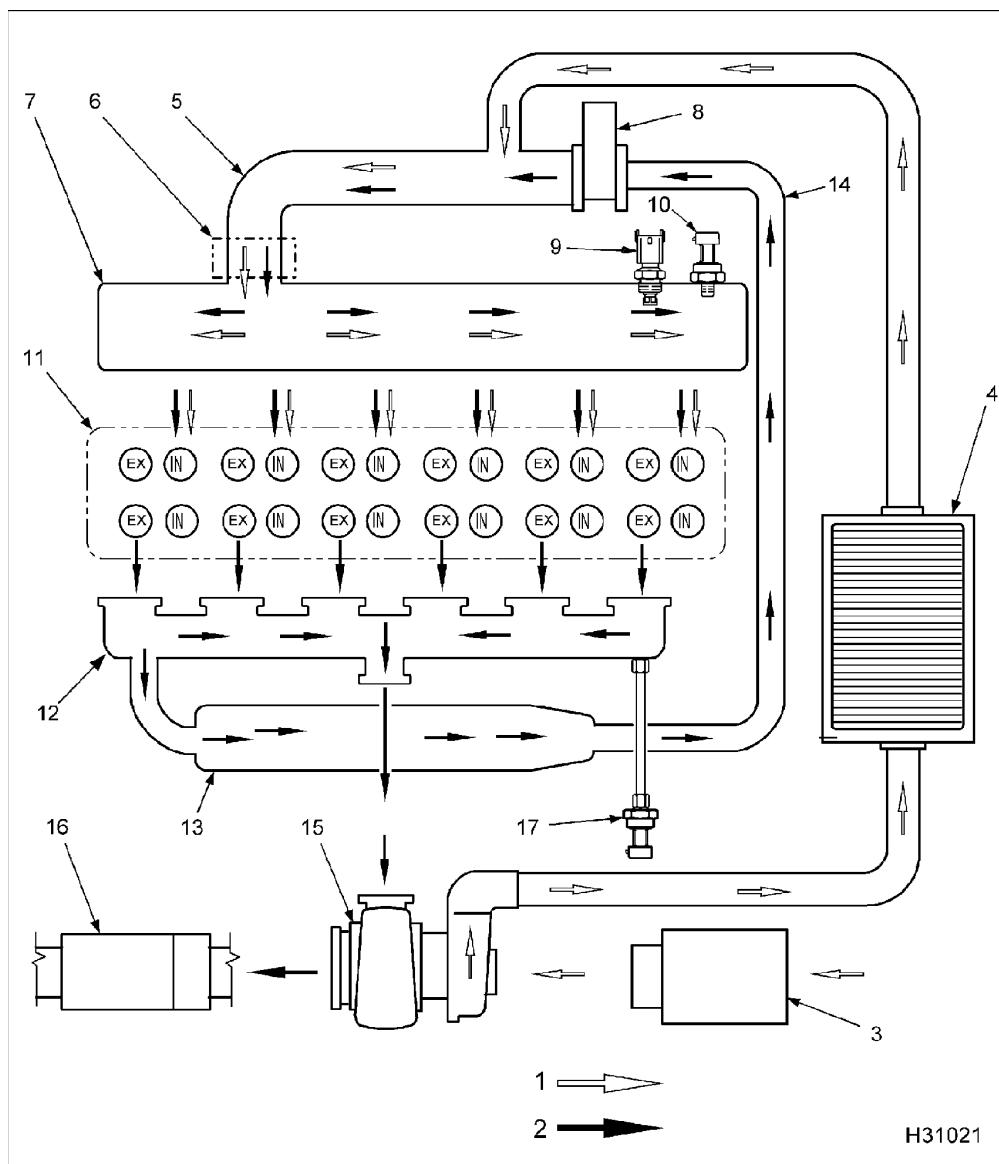
Figura 9 Sistemas del motor

Los sistemas primarios del motor son el de control y manejo del aire y el de control de combustible, que comparten algunos subsistemas o tienen un subsistema que contribuye a su funcionamiento.

- El sistema de control electrónico controla los sistemas de control y manejo del aire y de control de combustible.
- El sistema de enfriamiento proporciona transferencia de calor al bloque y a las camisas de los cilindros, a la culata, a los gases de escape para recirculación y al aceite lubricante.
- El sistema de lubricación proporciona lubricación y transferencia de calor a los componentes del motor.
- El sistema de presión de control de inyección usa aceite lubricante como fluido hidráulico para activar los inyectores de combustible y el sistema opcional de freno por motor.
- El sistema de suministro aplica presión al combustible para transferirlo a los inyectores.

**Sistema de control y manejo del aire**

**Componentes del sistema de control y manejo del aire y flujo de aire**

**Figura 10 Sistema de control y manejo del aire (AMS)**

- |   |  |  |
|---|--|--|
| 1. Aire de admisión   | 7. Múltiple de admisión                                | 14. Tubería comunicante de gases de escape   |
| 2. Gases de escape  | 8. Válvula EGR   | 15. Turbo de geometría variable (VGT)        |
| 3. Filtro de aire   | 9. Sensor de temperatura del aire en el múltiple (MAT) | 16. Silenciador                              |
| 4. Enfriador de aire turboalimentado (CAC)                  | 10. Sensor de presión absoluta del múltiple (MAP)      | 17. Sensor de contrapresión del escape (EBP) |
| 5. Conducto mezclador de aire de admisión y gases de escape | 11. Culata   |  |
| 6. Calentador de aire de admisión (IAH)                     | 12. Múltiple de escape                                 |  |
|   | 13. Enfriador de EGR                                   |  |

**El sistema de control y manejo del aire incluye lo siguiente:**

- Filtro de aire
- Enfriador de aire turboalimentado (CAC) instalado en el chasis
- Turbo de geometría variable (VGT)
- Calentador del aire de admisión (IAH)
- Múltiple de admisión
- Sistema de recirculación de gases de escape
- Sistema de escape
- Conducto mezclador de aire de admisión y gases de escape
- Freno por motor Diamond Logic®
- Convertidor catalítico – dependiendo del uso del vehículo
- Filtro catalizado de partículas diesel (CDPF) – dependiendo del uso del vehículo

**Flujo del aire**

El aire fluye a través del conjunto del filtro de aire e ingresa al turbo de geometría variable (VGT). El compresor del VGT aumenta la presión, la temperatura y la densidad del aire de admisión, antes de que entre en el enfriador de aire turboalimentado (CAC). El aire comprimido y frío fluye desde el CAC hacia el conducto mezclador de gases de escape.

- Si la válvula de control de EGR está abierta, los gases de escape se mezclarán con el aire de admisión filtrado y fluirán hacia el múltiple de admisión.
- Si la válvula de control de EGR está cerrada, sólo el aire filtrado fluirá hacia el múltiple de admisión.

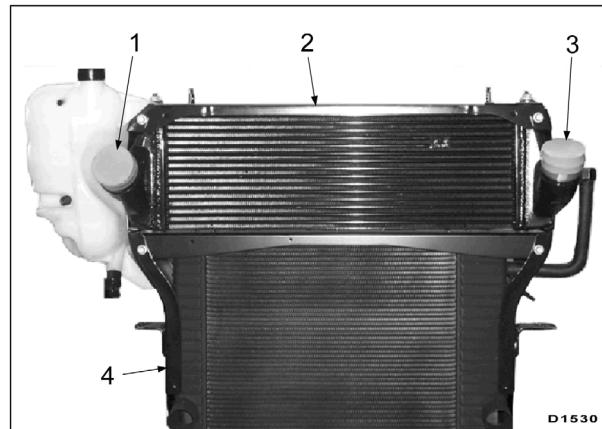
Después de la combustión, los gases de escape son forzados a través del múltiple de escape hacia el enfriador de EGR y el VGT.

- Parte de los gases de escape son enfriados en el enfriador de EGR y fluyen a través de la válvula de control de EGR hacia el conducto mezclador de gases de escape. Cuando los gases de escape se mezclan con el aire filtrado, se reducen las emisiones de óxido de nitrógeno (NO<sub>x</sub>) y el ruido.

- El resto de los gases de escape fluyen hacia el VGT, se expanden y hacen girar la turbina, variando la presión reforzadora.
- La rueda del compresor del VGT, que está en el mismo eje que la rueda de la turbina, comprime la mezcla de aire filtrado.

El VGT responde directamente a las cargas a las que es sometido el motor. Durante una carga pesada, la rueda de la turbina gira más rápidamente, impulsada por un mayor flujo de gases de escape. Esta mayor velocidad hace girar el impelente del compresor más rápidamente y proporciona más aire o mayor fuerza al múltiple de admisión. Por el contrario, cuando la carga del motor es más liviana, el flujo de los gases de escape disminuye y se dirige una menor cantidad de aire hacia el interior del múltiple de admisión.

**Enfriador de aire turboalimentado (CAC)**

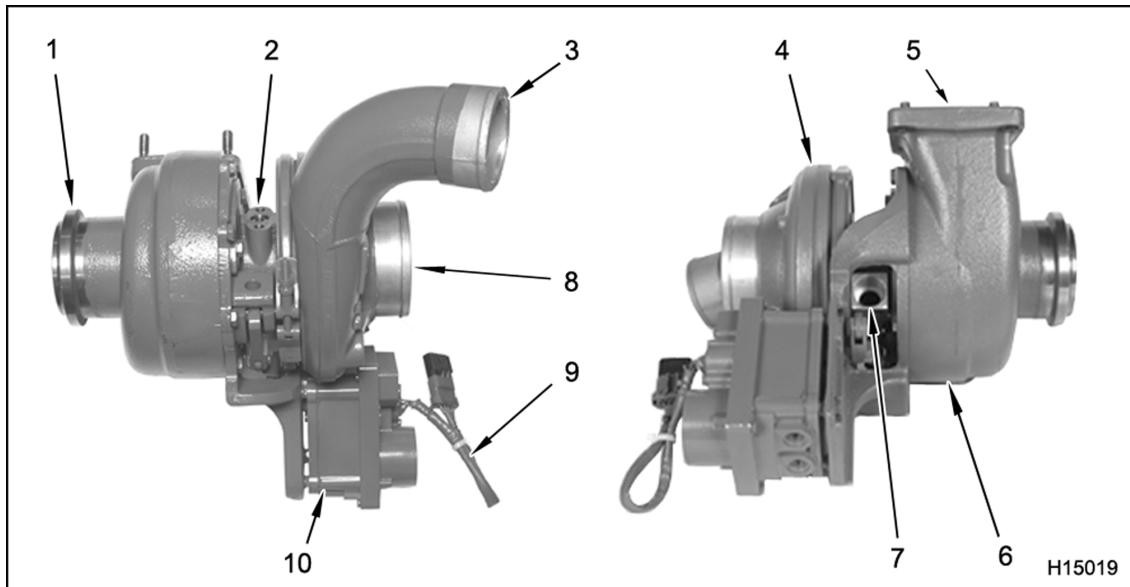


**Figura 11 Enfriador de aire turboalimentado (típico)**

1. Salida de aire
2. Enfriador de aire turboalimentado (CAC)
3. Entrada de aire
4. Radiador

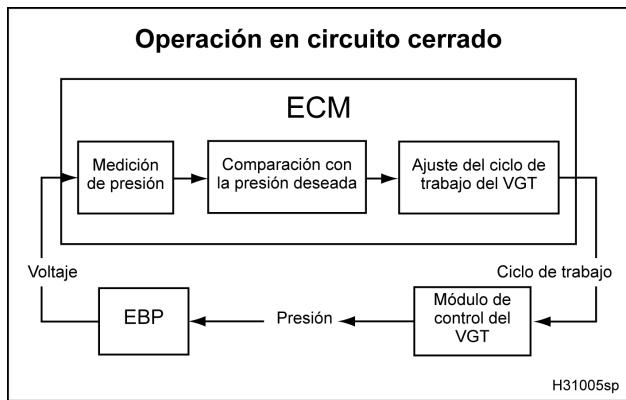
El CAC está instalado encima del radiador. El aire pasa desde el turbo a través de una red de tubos intercambiadores de calor, antes de ingresar al conducto mezclador de gases de escape. El aire del exterior que fluye sobre los tubos y aletas sirve para enfriar el aire turboalimentado. El aire turboalimentado es más frío y denso que el aire sin enfriar y por lo tanto mejora la proporción de

combustible y aire durante la combustión, lo que resulta en mejor control de las emisiones y mayor generación de potencia.

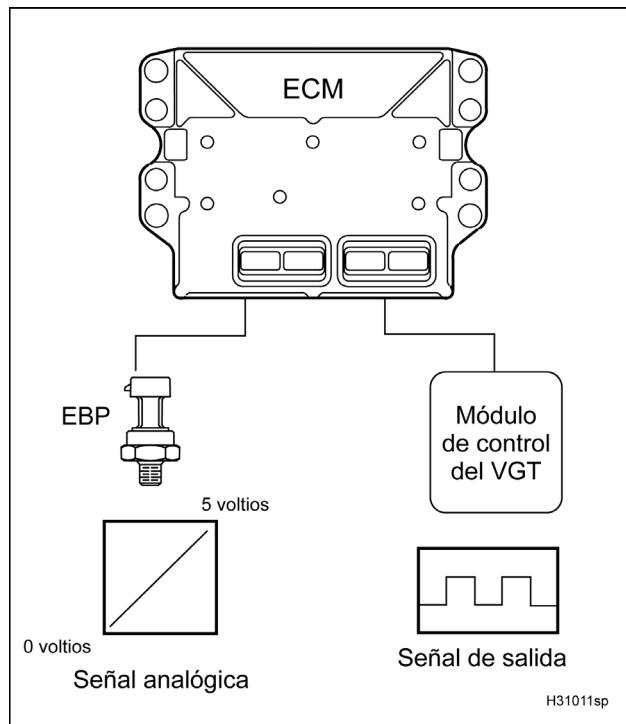
**Turbo de geometría variable (VGT)****Figura 12 Turbo de geometría variable (VGT)**

- |                                     |                                  |                                 |
|-------------------------------------|----------------------------------|---------------------------------|
| 1. Salida de la turbina             | 5. Entrada de la turbina         | 9. Conector eléctrico y cable   |
| 2. Orificio de suministro de aceite | 6. Carcasa de la turbina         | 10. Módulo de control del turbo |
| 3. Salida del compresor             | 7. Orificio de drenaje de aceite |                                 |
| 4. Carcasa del compresor            | 8. Entrada del compresor         |                                 |

El turbo de geometría variable (VGT) tiene aspas móviles en la carcasa de la turbina. Estas aspas modifican el flujo de los gases de escape dentro de la carcasa de la turbina. La ventaja de este sistema es la capacidad de controlar la presión reforzadora para diferentes velocidades y cargas del motor. Una ventaja adicional es la menor generación de emisiones.

**Sistema de circuito cerrado del VGT****Figura 13 Sistema de circuito cerrado del VGT**

El turbo de geometría variable (VGT) es un sistema de circuito cerrado que hace uso del sensor de contrapresión del escape (EBP) para proporcionar una reacción informativa hacia el ECM. El ECM usa el EBP para monitorizar constantemente la contrapresión del escape y ajustar el ciclo de trabajo del VGT para que coincida con las necesidades del motor.

**Control del VGT****Figura 14 Control del VGT**

El activador del VGT es un módulo de control que contiene un microchip y un motor de corriente continua. El activador del VGT está debajo del turbo. El microchip hace funcionar un motor de corriente continua que hace girar una palanca que controla la posición de las aspas en la carcasa de la turbina. La posición de las aspas está basada en la señal modulada por amplitud de impulsos enviada desde el ECM.

Las aspas accionadas están dispuestas alrededor de la circunferencia interior de la carcasa de la turbina. Las aspas están conectadas por un anillo sincronizador. Cuando el anillo sincronizador se mueve, todas las aspas se mueven en la misma dirección. El anillo sincronizador se mueve cuando la palanca del módulo de control se mueve.

El flujo de los gases de escape puede regularse de acuerdo con la contrapresión de escape requerida para la velocidad y la carga del motor. A medida que la demanda de contrapresión de escape aumenta, el ECM aumenta la amplitud de los impulsos que envía hacia el módulo de control del VGT. Cuando la demanda de contrapresión de escape disminuye,

el ECM disminuye el ciclo de trabajo que envía al módulo de control.

### Sistema de recirculación de gases de escape (sistema de EGR)

El sistema de recirculación de gases de escape incluye lo siguiente:

- Válvula de EGR
- Enfriador de EGR
- Múltiple de admisión de aire
- Conducto mezclador de aire de admisión y gases de escape
- Múltiple de escape
- Tubería comunicante de gases de escape

El sistema de recirculación de gases de escape (EGR) reduce las emisiones de óxido de nitrógeno (NO<sub>x</sub>).

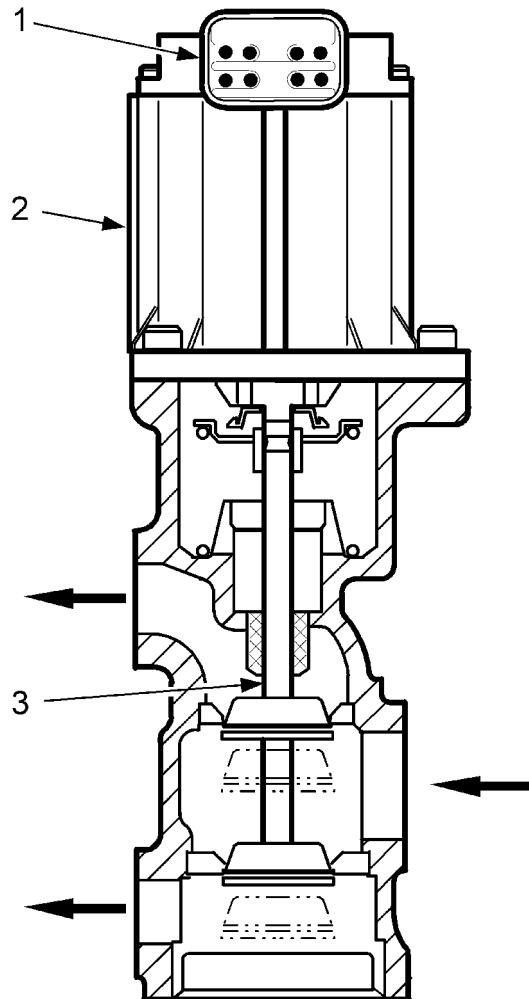
El NO<sub>x</sub> se forma durante una reacción entre el nitrógeno y el oxígeno a altas temperaturas, durante la combustión. La combustión empieza cuando se inyecta combustible dentro de un cilindro, antes o apenas después de que el pistón alcanza el punto muerto superior.

### Flujo de los gases de escape recirculados

Parte de los gases de escape fluyen desde el múltiple de escape hacia el enfriador de EGR. Los gases fluyen desde el enfriador de EGR a través de la tubería comunicante hacia la válvula de EGR.

Cuando se ordena la recirculación de los gases de escape, la válvula de control de EGR se abre para permitir el ingreso de gases de escape enfriados al conducto mezclador, para ser mezclados con aire de admisión filtrado.

### Válvula de control de EGR



H15016

**Figura 15 Válvula de control de EGR**

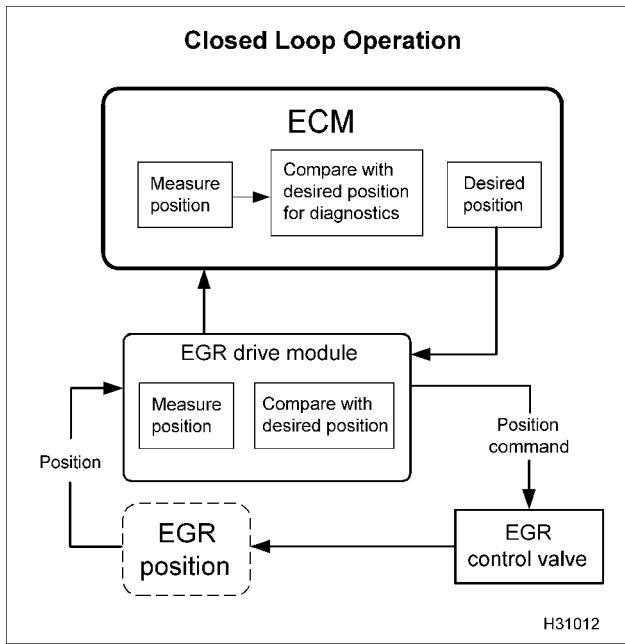
1. Conector
2. Motor de CC con sensor de posición
3. Válvula

La válvula de EGR usa un motor de corriente continua para controlar su posición. El motor empuja directamente sobre la válvula. La válvula tiene dos cabezas en un eje común.

El activador de EGR consiste en tres componentes principales, que son una válvula, un motor y un circuito integrado. El circuito integrado tiene tres sensores de efecto Hall de posición para monitorizar

el movimiento de la válvula. El activador de EGR está en el múltiple de admisión al frente del motor.

### Sistema de circuito cerrado y control de la recirculación de gases de escape

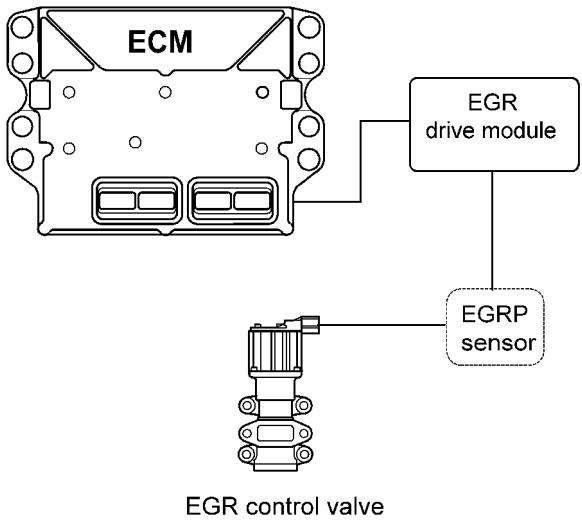


**Figura 16 Operación en circuito cerrado con control de fallas de la recirculación de gases de escape**

El módulo impulsor de la válvula de EGR controla al activador de EGR y está en el lado izquierdo del motor, en el conjunto de ECM e IDM.

El módulo impulsor de la válvula de EGR recibe la posición deseada del activador de EGR desde el ECM a través del enlace de datos CAN 2 para activar la válvula para la recirculación de los gases de escape. El módulo impulsor de EGR devuelve una señal informativa al ECM con datos sobre la posición de la válvula. El módulo impulsor de EGR interpreta la instrucción del ECM y la envía mediante tres señales moduladas por amplitud de impulsos hacia el impulsor de la válvula.

El sistema es por control en circuito cerrado y usa las señales de posición del módulo impulsor del EGR.



**Figura 17 Control de recirculación de gases de escape**

### Sistema de escape

El sistema de escape incluye lo siguiente:

- Válvulas de escape
- Múltiple de escape
- Freno por motor Diamond Logic®
- Turbo de geometría variable (VGT)
- Tubería de escape
- Silenciador y convertidor catalítico – dependiendo del uso del vehículo
- Filtro catalizado de partículas diesel (CDPF) – dependiendo del uso del vehículo

El sistema de escape elimina los gases de escape del motor. Los gases salen por las válvulas de escape a través de orificios de escape y fluyen hacia el múltiple de escape. Los gases en expansión son dirigidos a través del múltiple de escape. El múltiple de escape dirige parte de los gases hacia el interior del enfriador de recirculación de gases de escape (EGR). Los gases de escape que fluyen dentro del turbo impulsan la rueda de la turbina. Los gases de escape salen del turbo y fluyen por la tubería de escape, pasan por el silenciador y el convertidor catalítico o el CDPF, dependiendo del uso del vehículo, y salen por el tubo de escape hacia la atmósfera.

## Sistema de control de combustible

Componentes del sistema de control de combustible

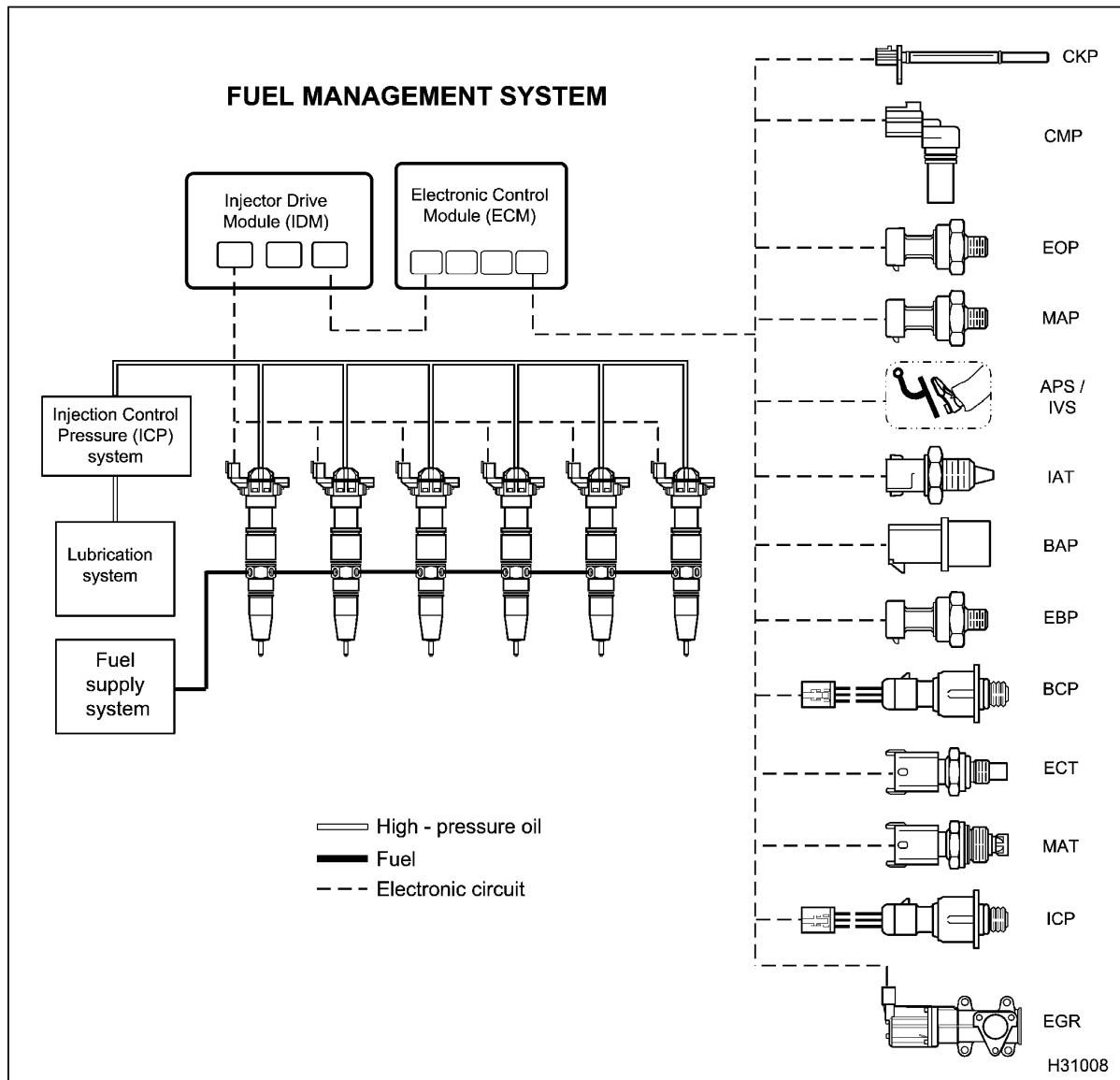


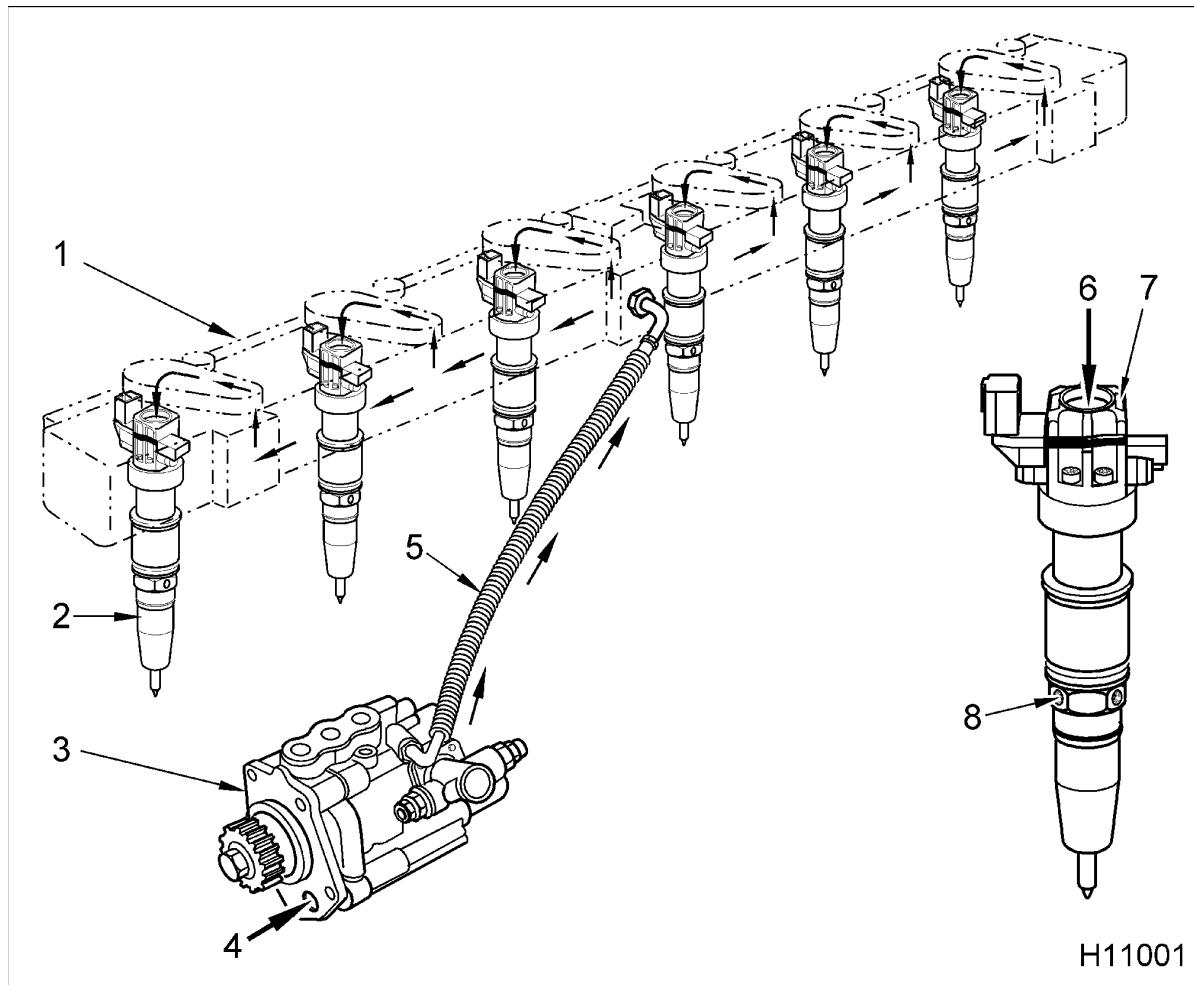
Figura 18 Sistema de control de combustible

El sistema de control de combustible incluye lo siguiente:

- Sistema de presión de control de inyección
- Sistema de suministro de combustible

- Inyectores de combustible
- Sistema de lubricación
- Sistema de control electrónico

**Componentes del sistema de presión de control de inyección y flujo de aceite a alta presión**



**Figura 19 Sistema de presión de control de inyección**

- |  |   |                               |
|--|---|-------------------------------|
| 1. Múltiple de aceite de alta presión    | 5. Manguera de aceite a alta presión            | 8. Entrada de combustible (4) |
| 2. Inyector                              | 6. Entrada de aceite de alta presión (inyector) |                               |
| 3. Bomba de alta presión                 | 7. Orificio de salida de aceite (2)             |                               |
| 4. Entrada de aceite (aceite lubricante) |   |                               |

### Flujo del aceite a alta presión

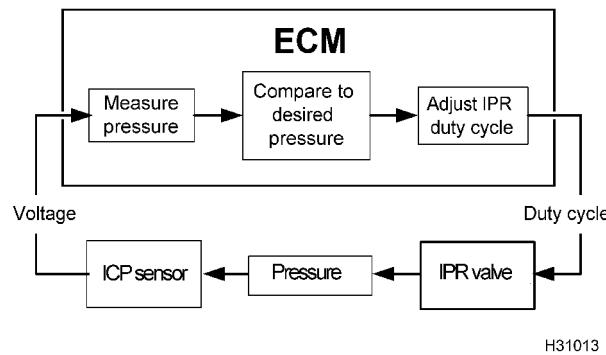
El depósito de aceite de la tapa delantera suministra constantemente aceite a una bomba de alta presión instalada en el reverso de la tapa delantera. El sistema de lubricación del motor repone constantemente el aceite suministrado desde el depósito.

La bomba de alta presión impulsada por engranajes distribuye aceite a través de una manguera de alta presión, por un conducto en la culata hasta llegar al múltiple de alta presión que está debajo de la tapa de válvulas. El múltiple lo distribuye hacia la parte superior de cada inyector de combustible.

Cuando se energiza la bobina de apertura de cada inyector, éstos usan aceite a alta presión para inyectar y atomizar combustible dentro de las cámaras de combustión. Para terminar la inyección, se energizan las bobinas de cierre. El aceite sale a través de dos orificios en la parte superior de cada inyector y regresa al cárter.

### Sistema de circuito cerrado de presión de control de inyección

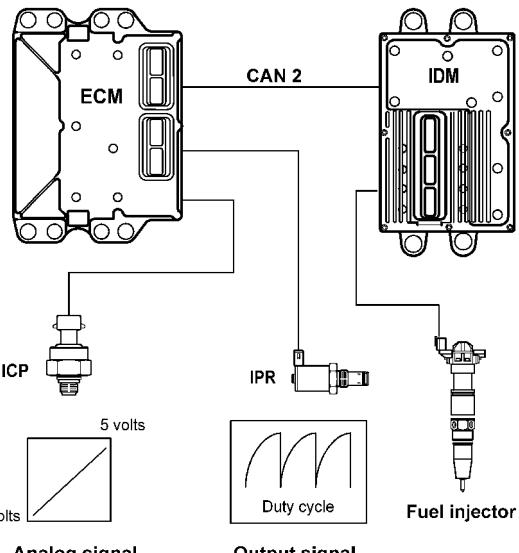
#### Closed Loop Operation



**Figura 20 Sistema de circuito cerrado de presión de control de inyección**

El sistema de la presión de control de inyección es un sistema de circuito cerrado que hace uso del sensor de presión de control de inyección (ICP) para enviar una reacción informativa al ECM. El ECM usa al ICP para monitorizar constantemente la presión de control de inyección y ajustar el ciclo de trabajo del IPR para que coincida con las necesidades del motor.

### Control del sistema de presión de control de inyección



**Figura 21 Control de la presión de control de inyección**

### Funcionamiento del sistema de presión de control de inyección

El solenoide del IPR recibe una señal modulada por amplitud de impulsos desde el ECM, que le indica el momento en que la válvula de control es energizada o desenergizada. Los impulsos que controlan la presión de control de inyección se calibra entre 5 y 28 MPa (725 y 4075 lb/pulg<sup>2</sup>). La descarga máxima de presión ocurre aproximadamente a 32 MPa (4600 lb/pulg<sup>2</sup>).

El IPR está instalado en el cuerpo de la bomba de alta presión. El IPR mantiene la presión deseada descargando el aceite sobrante de regreso al cárter.

A medida que la demanda de presión aumenta, el ECM aumenta la amplitud de los impulsos que envía hacia el solenoide del IPR. Cuando la demanda de presión disminuye, el ECM disminuye la amplitud de los impulsos que envía al solenoide, permitiendo que salga más aceite por el orificio de drenaje.

Si la señal eléctrica del ICP está fuera de los límites, el ECM establece códigos de falla (DTC). También se establecerán DTC si una señal del ICP corresponde a

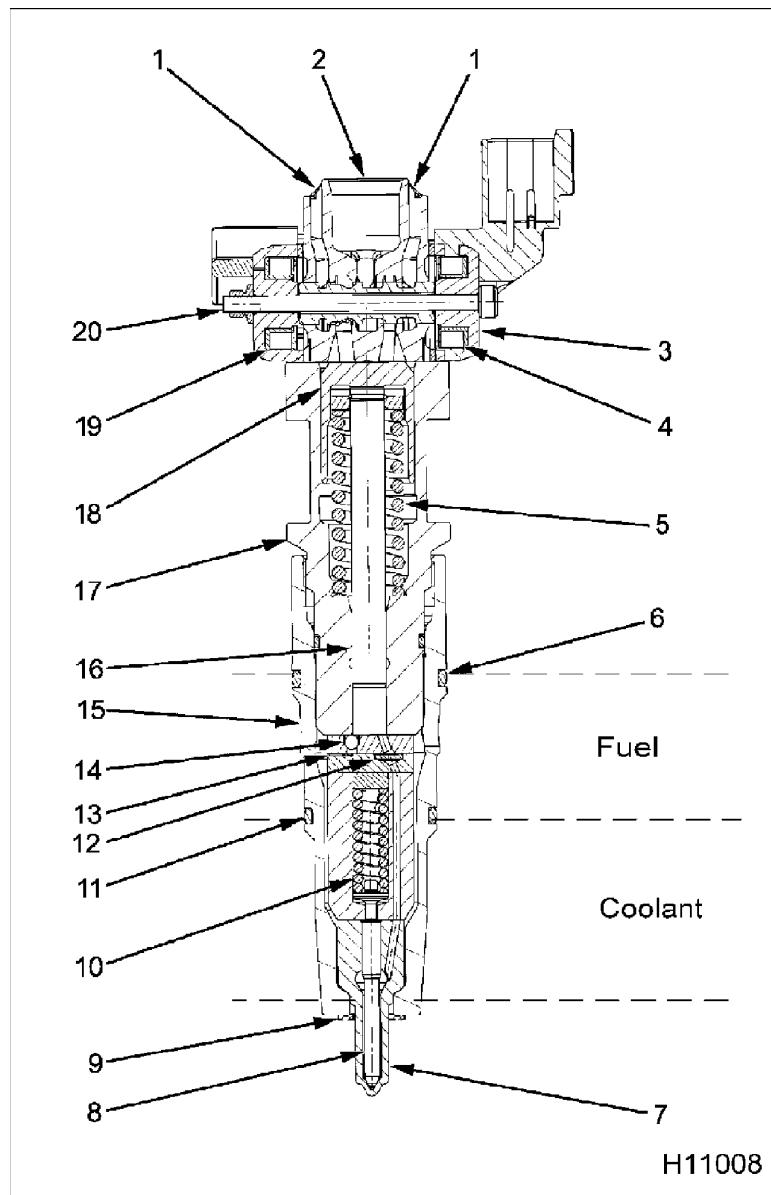
un valor fuera de los límites para la presión de control de inyección en una condición de operación dada.

El ECM ignorará las señales del ICP fuera de los límites y el IPR funcionará con valores programados

preconfigurados. Esto se llama operación en circuito abierto.

El ICP está debajo de la tapa de válvulas, adelante del inyector N° 6, en la galería de aceite de alta presión.

### Inyectores de combustible



**Figura 22 Inyector de combustible**

- |                                      |   |   |
|--------------------------------------|---|---|
| 1. Orificio de salida (aceite) (2)   | 9. Empaque de la boquilla                             | 15. Entrada de combustible (4)              |
| 2. Orificio de entrada (aceite)      | 10. Resorte a presión de apertura de la válvula (VOP) | 16. Émbolo                                  |
| 3. Cuerpo de la válvula de control   | 11. Sello anular inferior                             | 17. Cilindro                                |
| 4. Bobina de apertura                | 12. Bloqueo de flujo inverso                          | 18. Pistón intensificador                   |
| 5. Resorte del pistón intensificador | 13. Filtro de borde                                   | 19. Bobina de cierre                        |
| 6. Sello anular superior             | 14. Bola de bloqueo en la entrada de combustible      | 20. Válvula de carrete (válvula de control) |
| 7. Boquilla                          |   |   |
| 8. Aguja                             |   |   |

### Características de los inyectores de combustible

Dos bobinas de 48 V y 20 A controlan la válvula de carrete que dirige el flujo de aceite hacia adentro y hacia afuera del inyector. Las bobinas del inyector se activan por aproximadamente 800 microsegundos (o millonésimas partes de segundo). Cada inyector tiene un conector independiente de cuatro pines que se conecta con la empaquetadura de la tapa de válvulas.

### Bobinas y válvula de carrete

Una bobina de cierre y otra de apertura en el inyector mueven el carrete de un lado a otro mediante fuerza magnética. El carrete tiene dos posiciones:

- Cuando la válvula de carrete está abierta, el aceite fluye dentro del inyector desde la galería de aceite a alta presión.
- Cuando la válvula de carrete está cerrada, el aceite sale por la parte superior del inyector de regreso al bloque del motor.

### Pistón intensificador y émbolo

Cuando la válvula de carrete está abierta, el aceite a alta presión ingresa al inyector, empujando hacia abajo el pistón intensificador y el émbolo. Como la superficie del pistón intensificador es 7,1 veces mayor que la del émbolo, la presión de inyección es también 7,1 veces mayor que la presión de control en el émbolo.

### Émbolo y cilindro

La presión del combustible se forma en la base del émbolo en el cilindro. Cuando el pistón intensificador empuja el émbolo hacia abajo, el émbolo aumenta la presión de combustible en el cilindro 7,1 veces más que la presión de control de inyección. El émbolo tiene un recubrimiento similar a diamante para reducir las posibilidades de que el inyector se raye.

### Aguja del inyector

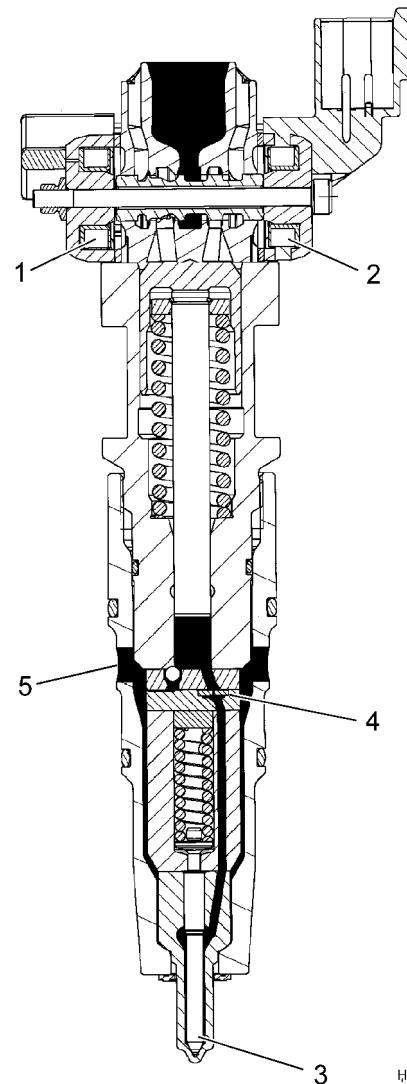
La aguja del inyector se abre hacia adentro, fuera de su asiento, cuando la presión del combustible supera la presión de apertura de la válvula (VOP) de 28 MPa (4075 lb/pulg<sup>2</sup>). El combustible es atomizado a alta presión a través de la punta de la boquilla.

### Funcionamiento del inyector de combustible

La inyección tiene tres etapas:

- Etapa de llenado
- Inyección principal
- Fin de la inyección principal

### Llenado



H11003

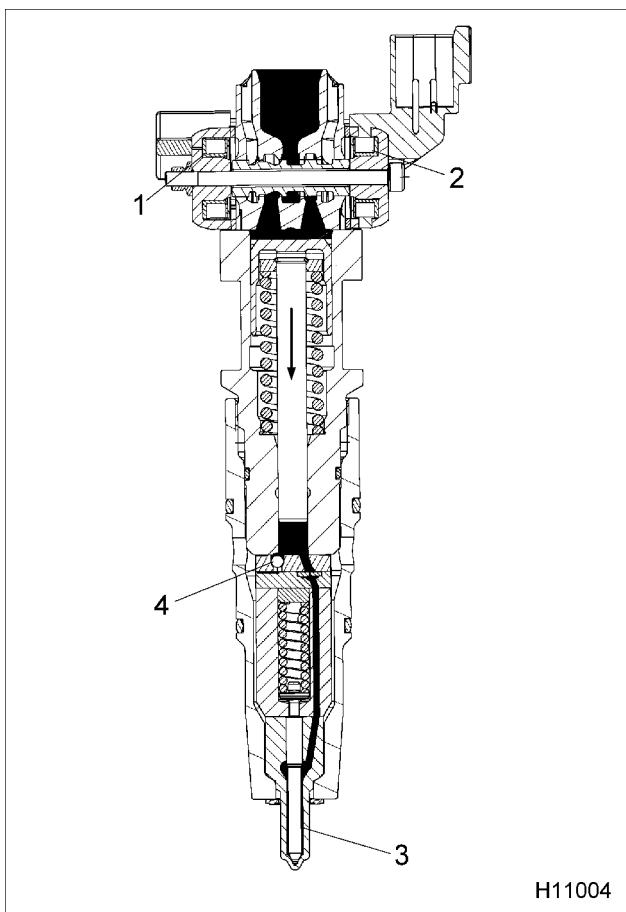
**Figura 23 Etapa de llenado**

1. Bobina de cierre (desactivada)
2. Bobina de apertura (desactivada)
3. Aguja (asentada)
4. Disco de bloqueo (asentado)
5. Entrada de combustible (4)

Durante la etapa de llenado, ambas bobinas son desactivadas y la válvula de carrete permanece cerrada. El aceite a alta presión es dirigido directamente desde la galería de aceite a alta presión hacia la válvula de carrete.

El combustible a baja presión llena los cuatro orificios e ingresa a través del filtro de borde, de paso hacia la cámara que está debajo del émbolo. El resorte que controla la aguja la mantiene en su asiento para evitar que el combustible entre a la cámara de combustión.

#### Inyección principal (paso 1)

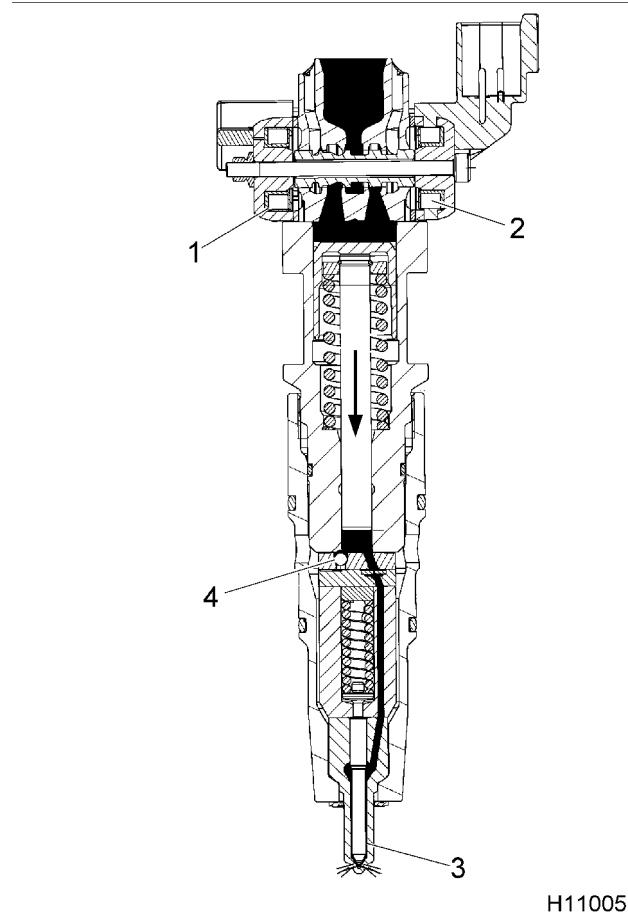


**Figura 24 Inyección principal (paso 1)**

1. Bobina de cierre (desactivada)
2. Bobina de apertura (activada)
3. Aguja (asentada)
4. Bola de bloqueo en la entrada de combustible (asentada)

Una corriente controlada por amplitud de impulso activa la bobina de apertura. La fuerza magnética mueve la válvula de carrete haciendo que se abra. El aceite a alta presión fluye a través de la válvula de carrete hacia la parte superior del pistón intensificador. La presión del aceite supera la fuerza del resorte del pistón intensificador, haciendo que el pistón comience a descender. Un aumento en la presión del combustible debajo del émbolo hace que la bola de bloqueo en la entrada de combustible se asiente y que la presión del combustible comience a formarse en la aguja.

#### Inyección principal (paso 2)

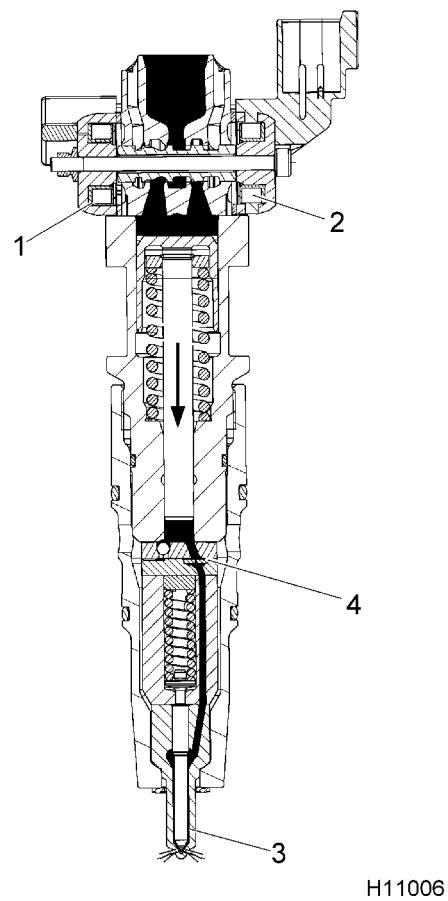


**Figura 25 Inyección principal (paso 2)**

1. Bobina de cierre (desactivada)
2. Bobina de apertura (desactivada)
3. Aguja (fuera de su asiento –VOP)
4. Bola de bloqueo en la entrada de combustible (asentada)

El impulso controlado de corriente hacia la bobina de apertura se interrumpe, pero la válvula de carrete permanece abierta. El aceite a alta presión proveniente de la galería sigue fluyendo más allá de la válvula de carrete. El pistón intensificador y el émbolo siguen moviéndose y la presión del combustible aumenta en el cilindro. Cuando la presión supera la presión de apertura de la válvula (VOP) de aproximadamente 28 MPa (4075 lb/pulg<sup>2</sup>), la aguja se levanta de su asiento y comienza la inyección.

#### Fin de la inyección principal (paso 1)

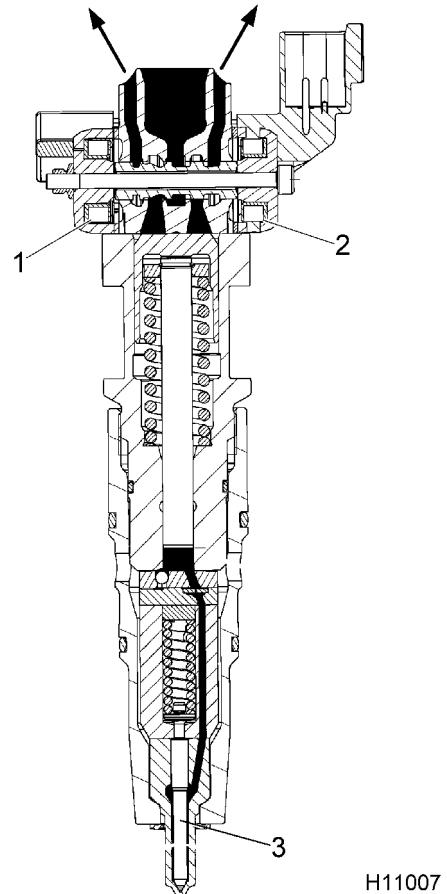


**Figura 26 Fin de la inyección principal (paso 1)**

1. Bobina de cierre (activada)
2. Bobina de apertura (desactivada)
3. Aguja (fuera de su asiento / cerrándose)
4. Disco de bloqueo (asentado)

Cuando el módulo impulsor de los inyectores (IDM) determina que el inyector permaneció activado el tiempo necesario (lo que significa que ya suministró la cantidad suficiente de combustible), envía un impulso controlado de corriente hacia la bobina de cierre del inyector. La corriente activa la bobina de cierre y la fuerza magnética cierra la válvula de carrete. El aceite a alta presión es dirigido directamente contra la válvula de carrete.

#### Fin de la inyección principal (paso 2)



**Figura 27 Fin de la inyección principal (paso 2)**

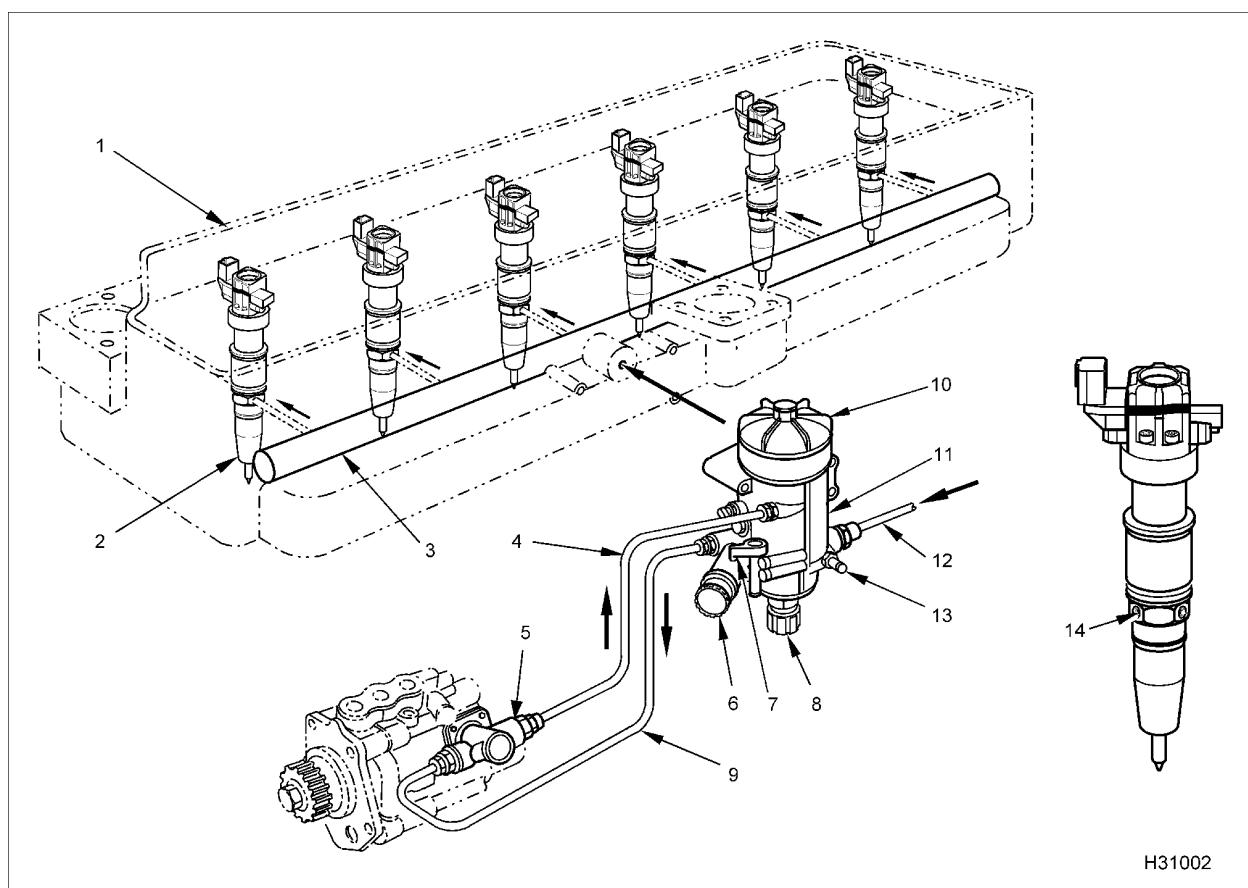
1. Bobina de cierre (desactivada)
2. Bobina de apertura (desactivada)
3. Aguja (asentada)

El impulso controlado de corriente hacia la bobina de cierre se interrumpe, pero la válvula de carrete sigue cerrada. El pistón intensificador y el émbolo vuelven

a sus posiciones iniciales. El aceite que está encima del pistón intensificador fluye pasando la válvula de carrete, a través de los orificios de salida. La presión del combustible disminuye hasta que el resorte de control hace que la aguja vuelva a su asiento.

## Sistema de suministro de combustible

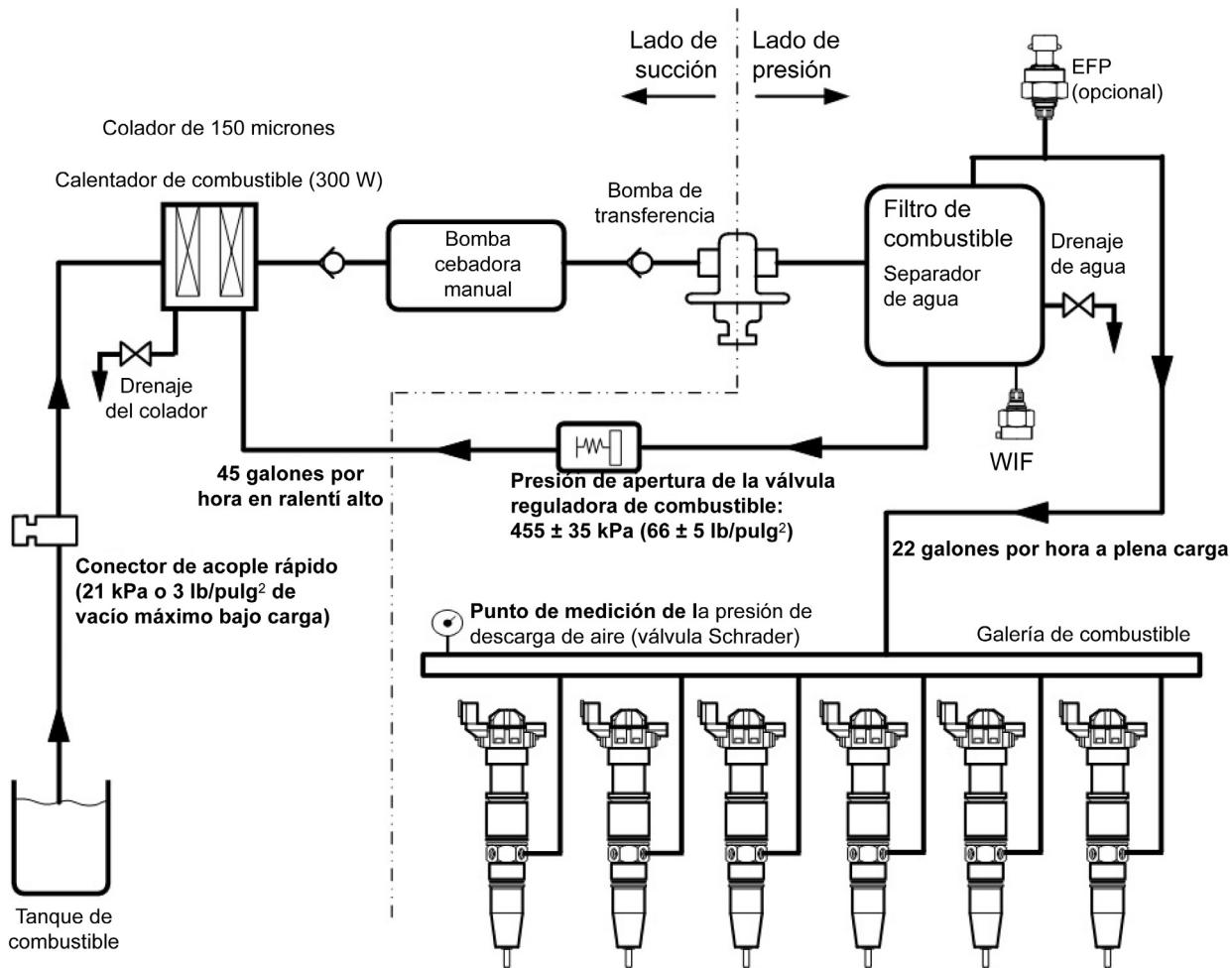
### Componentes del sistema de combustible y flujo de combustible



H31002

**Figura 28 Sistema de suministro de combustible**

- |  |   |  |
|--|---|--|
| 1. Culata                                      | 5. Bomba de combustible                         | 10. Tapa del filtro de combustible         |
| 2. Inyector de combustible                     | 6. Bomba cebadora                               | 11. Filtro de combustible                  |
| 3. Galería de combustible de baja presión      | 7. Válvula de drenaje de agua                   | 12. Tubería de combustible desde el tanque |
| 4. Tubo de salida de la bomba de transferencia | 8. Válvula de drenaje (combustible)             | 13. Adaptador para pruebas                 |
|  | 9. Tubo de entrada de la bomba de transferencia | 14. Entrada de combustible (4)             |

**Diagrama del flujo de combustible**

**Nota:** La presión de descarga de aire es 207 – 469 kPa (60 – 68 lb/pulg<sup>2</sup>) bajo carga y con el filtro limpio.

H31009sp

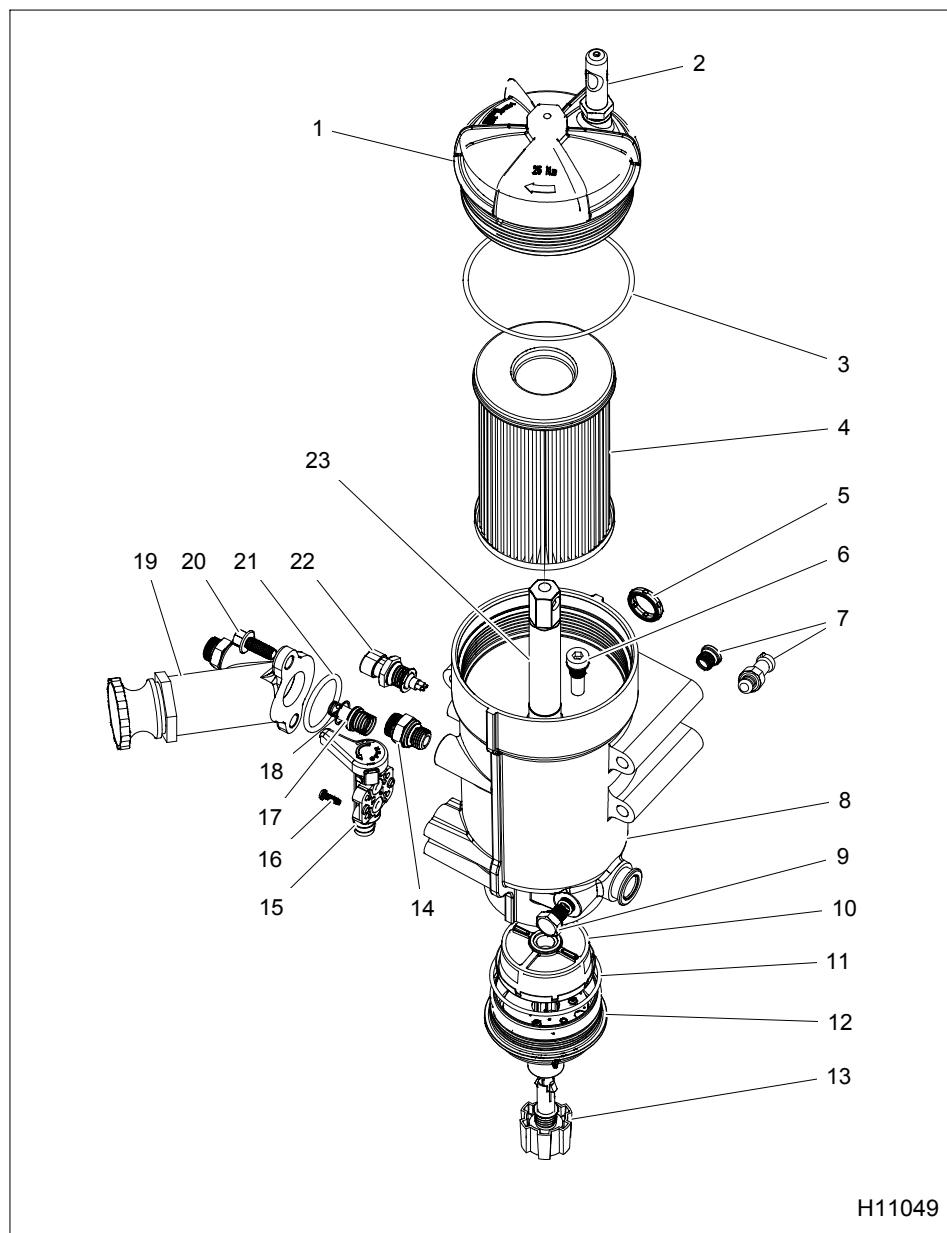
**Figura 29 Flujo de combustible**

La carcasa del filtro de combustible tiene los siguientes componentes:

- Colador de combustible de 150 micrones
- Elemento calentador de combustible de 300 W (opcional)
- Bomba cebadora
- Elemento filtrante

- Separador de agua
- Sensor de agua en el combustible (WIF)
- Válvula para drenaje de agua
- Regulador de la presión del combustible
- Sensor de presión de combustible del motor (EFP) (opcional)

### Flujo de combustible



**Figura 30 Filtro de combustible**

- |   |                                     |  |
|---|-------------------------------------|--|
| 1. Tapa de la carcasa                                 | 8. Carcasa                          | 17. Válvula de bloqueo de cartucho         |
| 2. Accesorio de orificio M12 (para uso en la fábrica) | 9. Tapón M10                        | 18. Anillo de retención                    |
| 3. Sello anular                                       | 10. Colador                         | 19. Bomba cebadora                         |
| 4. Elemento filtrante                                 | 11. Sello anular de la taza         | 20. Perno M8 x 20 (2)                      |
| 5. Sello anular                                       | 12. Taza (con opción de calentador) | 21. Sello de la bomba cebadora             |
| 6. Regulador de la presión del combustible            | 13. Válvula de drenaje              | 22. Sensor de agua en el combustible (WIF) |
| 7. Tapón o EFP (opcional)                             | 14. Conector de tubo de 3/8         | 23. Tubo vertical                          |
|   | 15. Válvula de drenaje de agua      |  |
|   | 16. Tornillo autorroscante (4)      |  |

**NOTA:** Los filtros de combustible anteriores pueden tener el ítem 2 en el lugar del ítem 9; en la fábrica se usa el ítem 2 para cargar combustible.

- Si el ítem 2 está en la tapa de la carcasa, puede usarse para medir la presión del combustible sin filtrar.
- Si el ítem 2 está en el lugar del ítem 9, puede usarse para medir la restricción en la entrada de combustible.

La bomba de baja presión extrae combustible del tanque a través de un colador de 150 micrones en el filtro de combustible.

Hay un elemento calentador eléctrico opcional en la carcasa del filtro, que calienta el combustible para evitar que se formen cristales de cera.

Si hay agua en el combustible, el elemento filtrante repele las moléculas de agua y las acumula en el fondo de la cavidad del elemento, dentro de la carcasa del filtro de combustible; un sensor de agua en el combustible (WIF) que está en la cavidad del elemento detecta la presencia de agua. Cuando se acumula suficiente agua en la cavidad del elemento, la señal que el WIF envía al ECM cambia. El ECM envía un mensaje para encender la luz ámbar *WATER IN FUEL* para alertar al conductor. La carcasa del filtro de combustible tiene una palanca que abre la válvula de drenaje para que salga cualquier contaminante (generalmente agua). En el fondo de la carcasa hay otra válvula para drenar la cavidad del colador.

Una válvula reguladora de combustible integrada, calibrada para abrirse aproximadamente a 414 a 482 kPa (60 a 70 lb/pulg<sup>2</sup>), regula y descarga la presión excesiva. Mientras el motor está en ralentí o baja carga, cuando la demanda sobre los inyectores es baja, la mayoría del combustible recircula entre la carcasa del filtro y la bomba de combustible. Cuando la carga sobre el motor aumenta, el consumo de combustible aumenta y disminuye la recirculación. Bajo cargas pesadas, el combustible fluye a través del filtro con muy poca o casi nada de recirculación.

El combustible es acondicionado a medida que fluye a través del filtro principal y el tubo vertical. El tubo vertical impide que el combustible drene desde la galería cuando realiza mantenimiento.

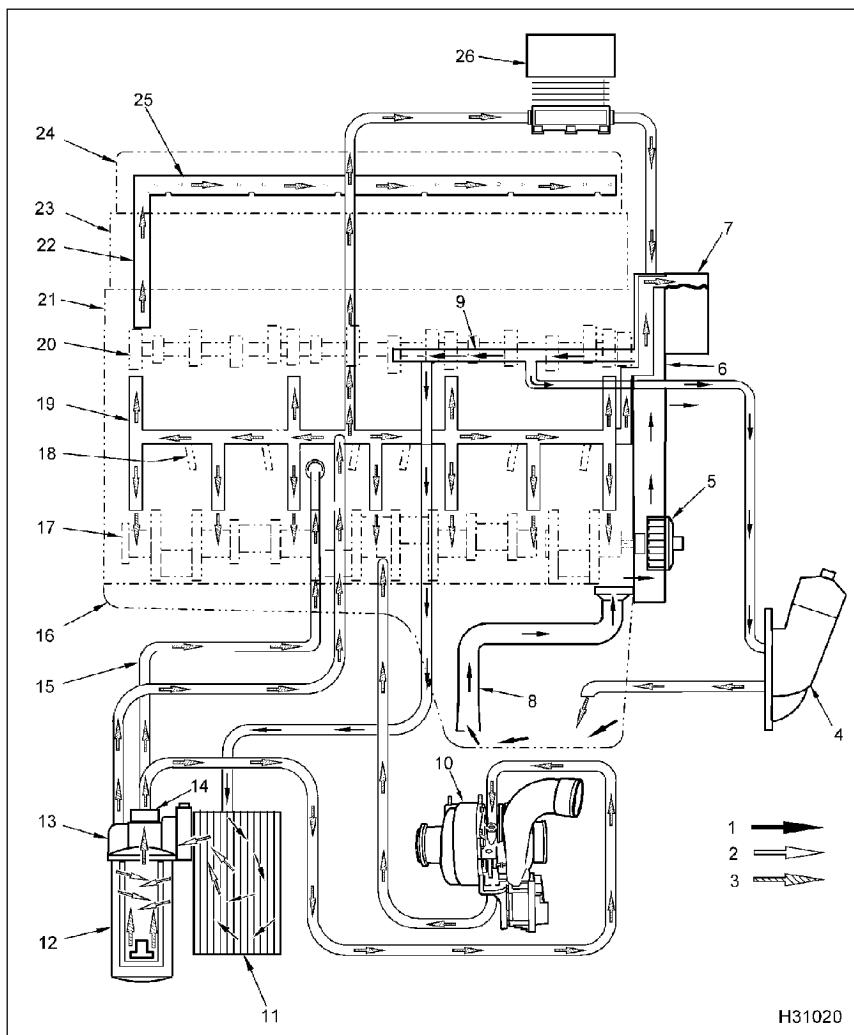
Un sensor opcional de presión de combustible del motor (EFP) detecta la baja presión causada por demasiada restricción en el filtro de combustible y envía una señal al ECM. El ECM enciende la luz ámbar *FUEL FILTER* del tablero de instrumentos.

El combustible fluye desde la carcasa del filtro hacia la galería y desde ahí hacia los inyectores a través de seis conductos independientes, uno para cada inyector.

Cuando los inyectores se activan, el combustible fluye desde la galería hacia las cuatro entradas de cada inyector.

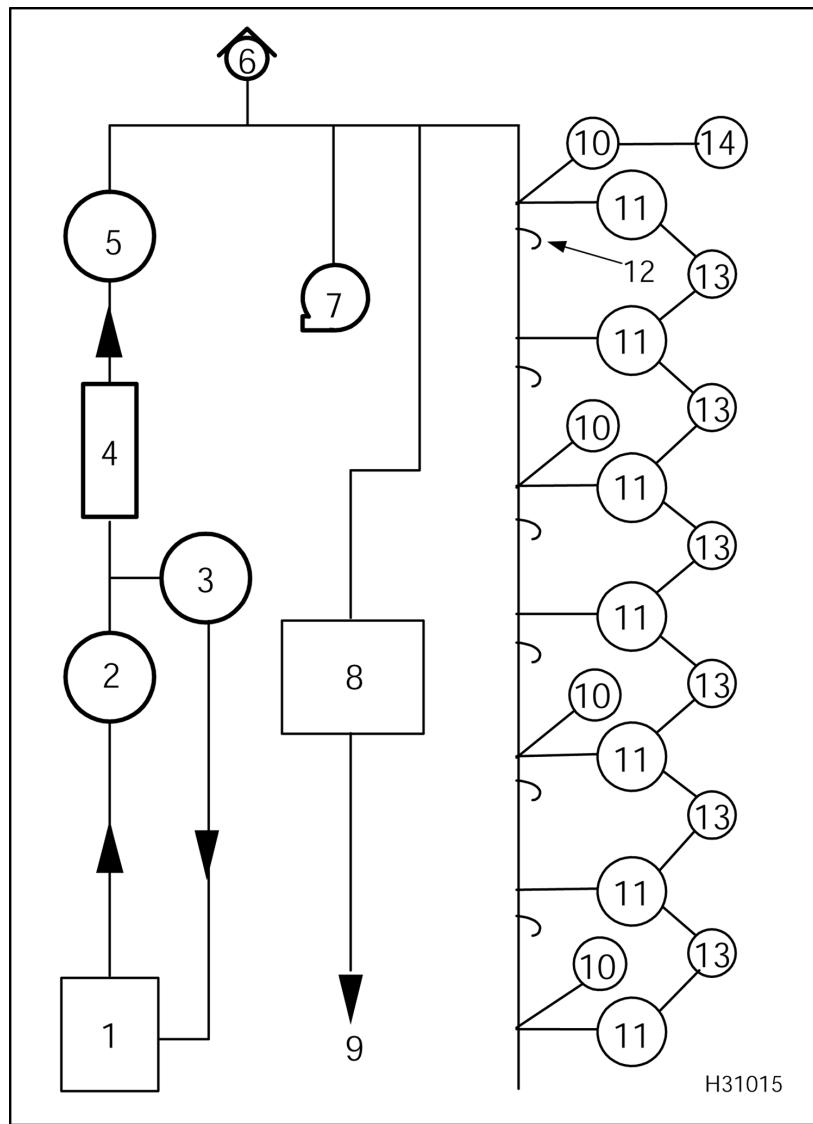
## Sistema de lubricación del motor

**Componentes del sistema de lubricación y flujo de aceite**



**Figura 31 Sistema de lubricación**

- |  |  |  |
|--|--|--|
| 1. Aceite sin filtrar                            | 10. Turbo de geometría variable (VGT)                      | 17. Cigüeñal                             |
| 2. Aceite sin filtrar enfriado                   | 11. Enfriador de aceite                                    | 18. Tubo enfriador del pistón (6)        |
| 3. Aceite filtrado                               | 12. Filtro de aceite                                       | 19. Galería principal de aceite filtrado |
| 4. Filtro secundario (opcional)                  | 13. Enfriador de aceite y cabezal del filtro               | 20. Árbol de levas                       |
| 5. Bomba de aceite tipo gerotor                  | 14. Válvula de descarga del regulador de presión de aceite | 21. Bloque del motor                     |
| 6. Tapa delantera                                | 15. Drenaje de la válvula de descarga hacia el bloque      | 22. Galería vertical                     |
| 7. Depósito de la bomba de aceite a alta presión | 16. Cárter   | 23. Culata                               |
| 8. Tubo de captación                             |  | 24. Tapa de válvulas                     |
| 9. Galería de aceite sin filtrar                 |  | 25. Eje de balancines                    |
|  |  | 26. Compresor de aire (opcional)         |

**Diagrama del flujo de aceite****Figura 32 Sistema de lubricación**

- |                      |   |                                     |
|----------------------|---|-------------------------------------|
| 1. Cárter            | 6. Válvula de descarga del regulador de presión de aceite | 9. Hacia el sistema de alta presión |
| 2. Bomba             | 7. Turbo de geometría variable (VGT)                      | 10. Cojinete del árbol de levas     |
| 3. Filtro secundario | 8. Depósito de la bomba de alta presión                   | 11. Cojinetes de bancada            |
| 4. Enfriador         |   | 12. Tubo enfriador del pistón (6)   |
| 5. Filtro            |   | 13. Bielas                          |
|                      |   | 14. Eje de balancines               |

La bomba de aceite gerotor, que es impulsada por el cigüeñal, extrae aceite sin filtrar del cárter a través de un tubo de captación y lo envía al orificio de admisión de la tapa delantera. El aceite sin filtrar (bajo presión) fluye a través del orificio de salida de la tapa delantera

hacia la galería de aceite sin filtrar en el bloque del motor.

La galería de aceite sin filtrar tiene un orificio de salida hacia el cabezal del enfriador de aceite. Luego

el aceite es desviado internamente hacia la pila de placas del enfriador de aceite o enviado directamente al módulo del enfriador y filtro.

Una válvula de control de temperatura del aceite, en el cabezal del enfriador/filtro, detecta la temperatura del aceite que entra. Durante el encendido del motor, cuando el aceite está frío, la válvula de control de temperatura permite que el aceite sin filtrar se desvíe sin tener que entrar al enfriador. Cuando el aceite sin filtrar alcanza la temperatura de operación del motor, la válvula de control de temperatura lo dirige hacia el enfriador. Cuando la válvula está parcialmente abierta, parte del aceite fluye por el enfriador y otra parte por la galería de desvío.

Cuando la válvula está completamente abierta, el aceite sin filtrar pasa por las placas del enfriador. El refrigerante del motor fluye entre las placas para enfriar el aceite circundante.

Esta porción del aceite enfriado y aún sin filtrar que sale del enfriador, se mezcla con el aceite sin filtrar y sin enfriar que pasó directamente sin entrar al enfriador. La mezcla de aceites fluye a través del filtro (del elemento exterior hacia el elemento interior). Si el elemento del filtro se tapara, la válvula de desvío que está en el cabezal garantiza un suministro constante de aceite hacia el motor. El desvío del aceite ocurre dentro del módulo cuando la presión diferencial del filtro alcanza 345 kPa (50 lb/pulg<sup>2</sup>).

El aceite enfriado y filtrado fluye a través de la válvula de descarga del regulador de presión de aceite en el módulo enfriador. La válvula reguladora de presión mantiene el aceite a la presión correcta de operación.

La válvula reguladora se abre a 379 kPa (55 lb/pulg<sup>2</sup>) y descarga el exceso de aceite en el cárter. El aceite filtrado sigue hasta la galería principal para ser distribuido en el motor.

Los cojinetes de biela son alimentados a través de conductos perforados en el cigüeñal desde los

muñones de bancada a los muñones de biela, que reciben aceite presurizado desde los cojinetes de bancada.

Los muñones del árbol de levas son alimentados a través de conductos perforados verticalmente en las nervaduras de los cojinetes de bancada. Aceite presurizado desde la galería principal, a través de tubos enfriadores, lubrica y enfriá los pistones.

Los balancines de las válvulas son lubricados a través de un anillo en el exterior del buje trasero del árbol de levas. El aceite pasa hacia arriba y a través de la galería vertical en la parte posterior del bloque del motor, a través de un conducto en la culata. El aceite sigue a través del pedestal del eje de balancines y hacia el interior del eje de balancines. El aceite sigue fluyendo a través de perforaciones en el eje de balancines hacia los balancines. El aceite luego desciende hacia el cárter a través de orificios en las varillas de empuje.

El aceite filtrado desde la galería principal fluye hacia arriba a través de un conducto en el frente del bloque del motor y de la tapa delantera hacia el depósito de aceite de la bomba de alta presión.

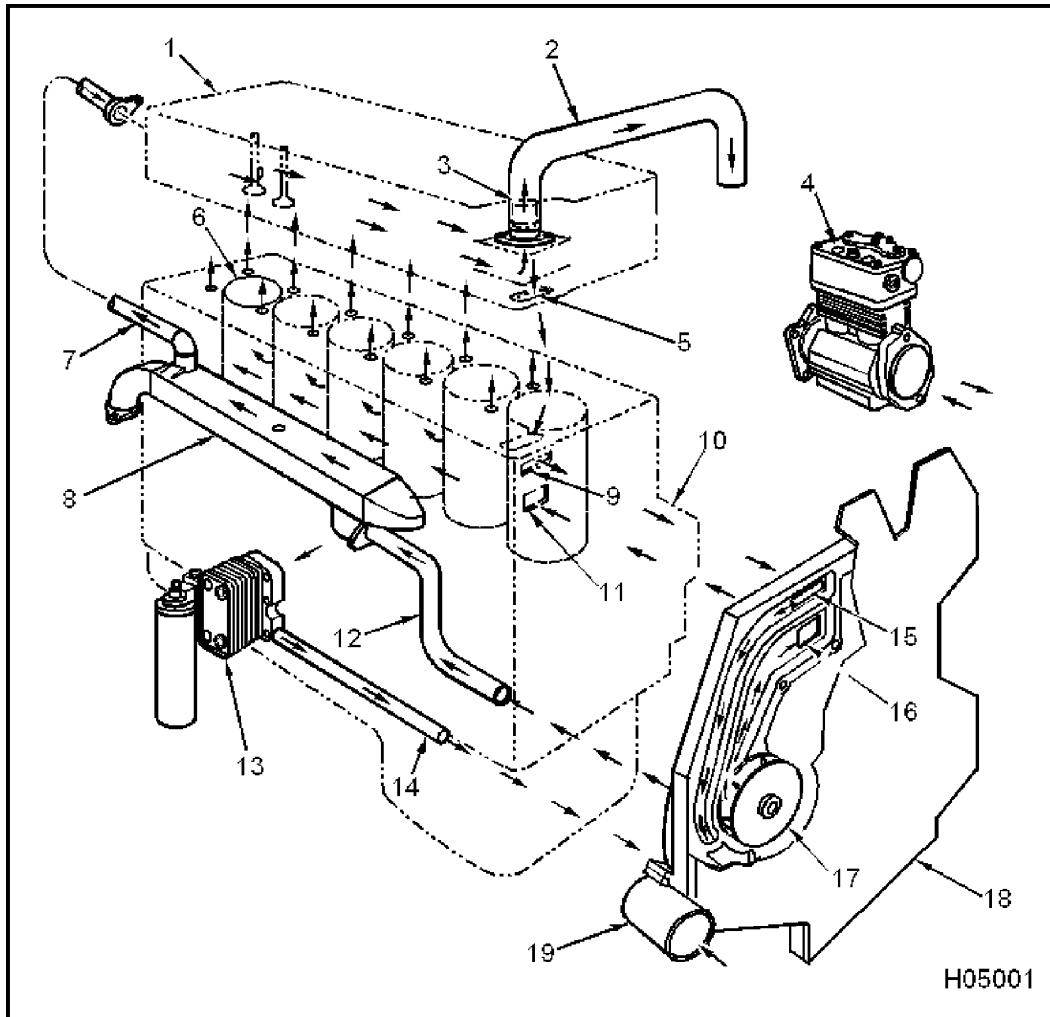
El turbo recibe aceite filtrado a través de un tubo externo conectado al cabezal del enfriador de aceite. El aceite desciende de regreso al cárter a través de un tubo conectado al bloque del motor.

El compresor de aire (si lo tiene) recibe aceite filtrado desde la galería principal a través de un tubo externo conectado al lado izquierdo del bloque del motor. El aceite pasa a la tapa delantera y regresa al cárter.

El tren de engranajes delantero se lubrica por salpicadura con aceite que desciende del depósito de alta presión y del compresor de aire (si lo tiene).

## Sistema de enfriamiento

**Componentes del sistema de enfriamiento y flujo del refrigerante**



**Figura 33 Sistema de enfriamiento del motor**

- |   |   |   |
|---|---|---|
| 1. Culata   | 8. Enfriador de EGR   | 15. Entrada de refrigerante a la tapa delantera y bomba de refrigerante |
| 2. Tubo de salida de refrigerante (salida del termostato)   | 9. Salida de refrigerante desde el bloque hacia la tapa delantera | 16. Suministro de refrigerante desde la tapa delantera hacia el bloque  |
| 3. Termostato   | 10. Bloque del motor  | 17. Impulsor de la bomba de refrigerante                                |
| 4. Compresor de aire  | 11. Entrada de refrigerante al bloque                             | 18. Tapa delantera  |
| 5. Retorno del refrigerante desde la culata hacia el bloque | 12. Tubo de suministro del enfriador de EGR                       | 19. Codo de entrada de refrigerante                                     |
| 6. Camisa de cilindro                                       | 13. Módulo del enfriador de aceite                                |   |
| 7. Tubo de retorno del enfriador de EGR                     | 14. Tubo del enfriador de aceite                                  |   |

### Flujo del sistema de enfriamiento

El sistema de enfriamiento mantiene el motor funcionando dentro de unos límites de temperatura. Los componentes principales del sistema de enfriamiento son los siguientes:

- Combinación de radiador y ventilador (componentes del chasis)
- Bomba de refrigerante
- Termostato
- Módulo del sistema de aceite
- Enfriador de EGR

En la tapa delantera hay una bomba centrífuga de refrigerante impulsada por una correa. La tapa delantera tiene tres conductos relacionados con este sistema. Un conducto canaliza el refrigerante desde la bomba hasta el bloque del motor, el segundo devuelve el refrigerante a la bomba y el tercero (un desvío) canaliza el refrigerante de regreso hacia la bomba cuando el termostato está cerrado.

El refrigerante entrante fluye desde el fondo del radiador a través de un codo de entrada hacia la tapa delantera y la bomba de refrigerante. El refrigerante es bombeado hacia el bloque del motor a través de un conducto en la tapa delantera y el bloque.

El bloque del motor tiene camisas que dirigen el refrigerante de adelante hacia atrás, distribuyéndolo uniformemente entre las secciones inferiores de las camisas de cilindro. El refrigerante es dirigido tangencialmente a cada camisa de cilindro, causando un remolino que sube hasta la culata. Este remolino aumenta la absorción de calor.

El refrigerante fluye desde el área de las camisas de cilindro en tres formas:

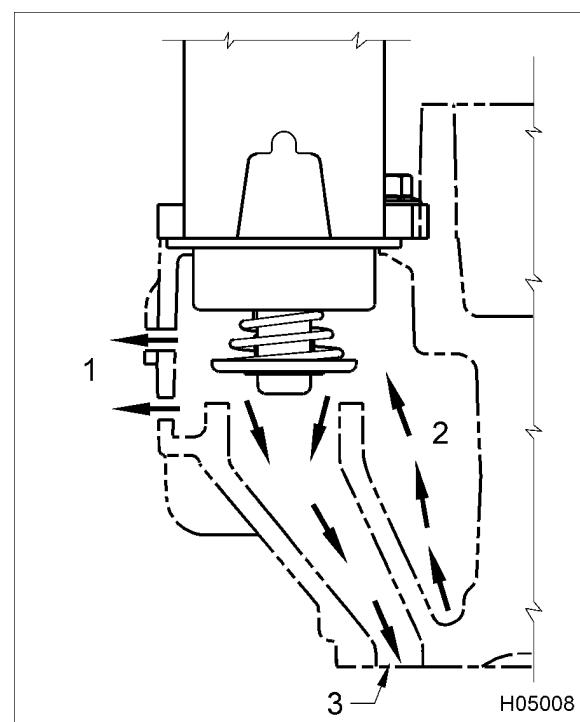
- El refrigerante fluye hacia el módulo del sistema de aceite por el lado derecho del bloque del motor, pasa por el módulo y regresa por un tubo a la tapa delantera.
- El refrigerante es encaminado a través de mangueras hacia y desde el compresor de aire en el lado izquierdo del bloque del motor.

- El refrigerante sale del bloque del motor por el extremo superior de las perforaciones de cada camisa de cilindro y es distribuido uniformemente a través de orificios dosificadores en la empaquetadura de la culata. El refrigerante luego fluye por la culata (de atrás hacia adelante) hacia el termostato.

El enfriador de EGR recibe refrigerante desde la tapa delantera. El refrigerante fluye desde el frente del enfriador y sale por atrás hacia la parte posterior de la culata. En la parte superior del enfriador de EGR hay un orificio de desaireación.

### Funcionamiento del termostato

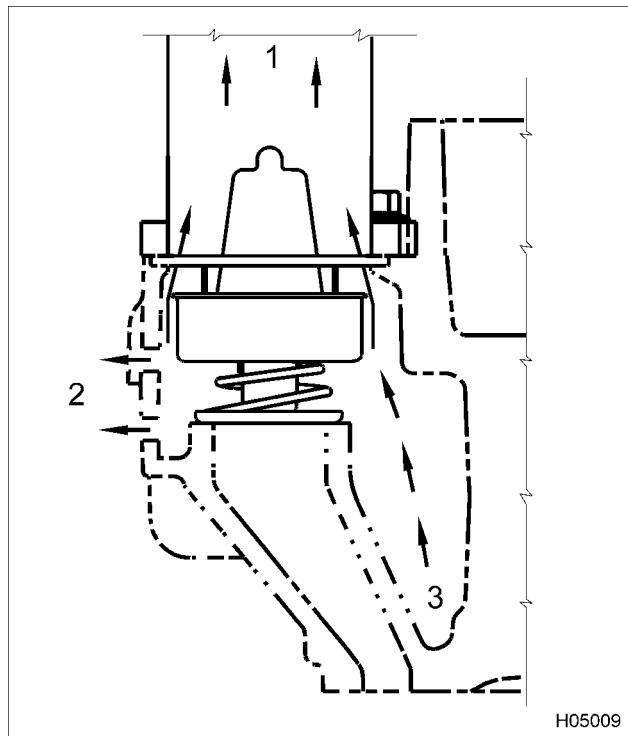
El termostato tiene dos salidas. Una dirige refrigerante hacia el radiador, cuando el motor está a temperatura de operación. La otra dirige refrigerante hacia la bomba de refrigerante, hasta que el motor alcanza temperatura de operación. El termostato comienza a abrirse a 88 °C (190 °F) y queda totalmente abierto a 96 °C (205 °F).



**Figura 34 Termostato cerrado**

1. Flujo de refrigerante hacia el orificio del calentador
2. Refrigerante entra desde el motor
3. Desvío hacia la bomba de refrigerante

Cuando el refrigerante está por debajo de 88 °C (190 °F), el termostato está cerrado, bloqueando el flujo hacia el radiador. El refrigerante es obligado a fluir a través de un orificio de desvío, de regreso a la bomba de refrigerante.



**Figura 35 Termostato abierto**

1. Refrigerante sale hacia el radiador
2. Refrigerante fluye hacia el orificio del calentador
3. Refrigerante entra desde el motor

Cuando el refrigerante alcanza la temperatura de apertura nominal de 88 °C (190 °F), el termostato se abre permitiendo que algo de refrigerante fluya hacia el radiador. Cuando el refrigerante excede 96 °C (205 °F), la válvula inferior bloquea el orificio de desvío, dirigiendo todo el refrigerante hacia el radiador.

## Sistema de control electrónico

### Componentes del sistema de control electrónico

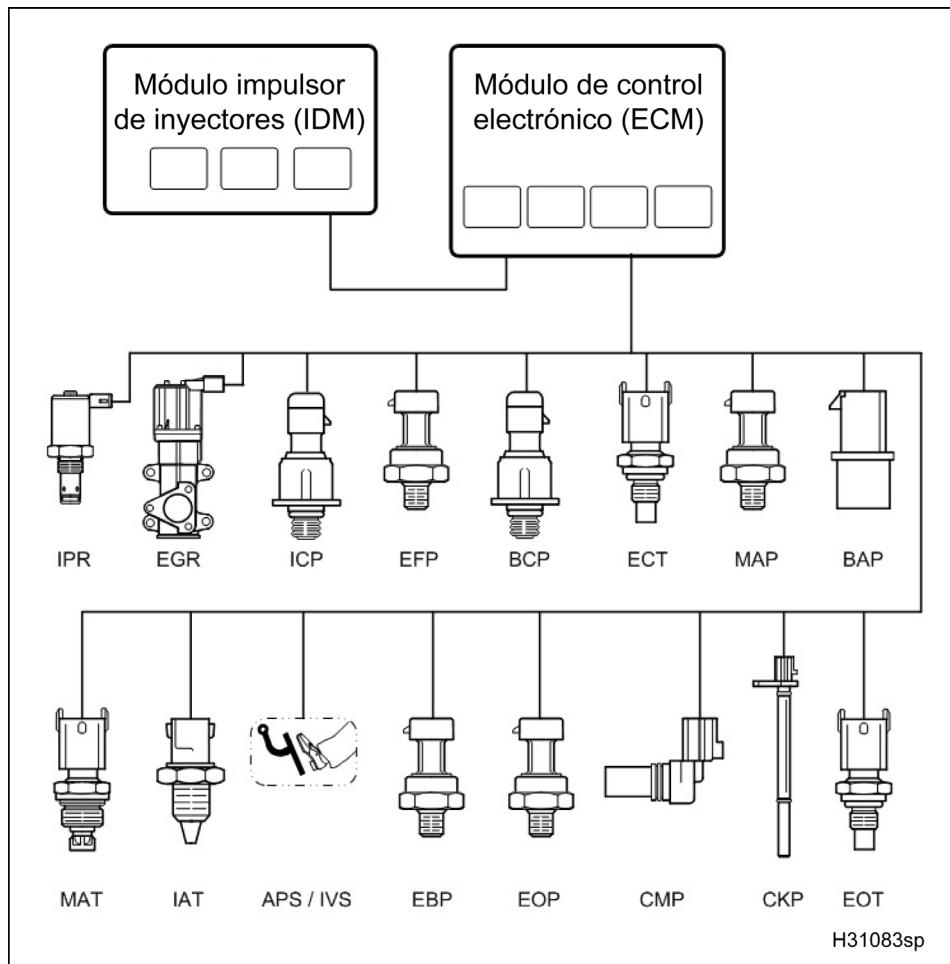


Figura 36 Sistema de control electrónico

### Funcionamiento y función

El módulo de control electrónico (ECM) monitoriza y controla el comportamiento del motor para asegurar el máximo rendimiento y el cumplimiento de las normas sobre emisiones. El ECM tiene cuatro funciones primarias:

1. Proporcionar voltaje de referencia ( $V_{REF}$ )
2. Acondicionar las señales de entrada
3. Procesar y almacenar estrategias de control
4. Controlar los activadores

#### 1. Voltaje de referencia ( $V_{REF}$ )

El ECM suministra una señal  $V_{REF}$  de 5 V hacia los sensores del sistema de control electrónico. Al comparar la señal  $V_{REF}$  de 5 V enviada a los sensores con las señales devueltas por ellos, el ECM determina presiones, posiciones y otras variables importantes para el funcionamiento del motor y del vehículo.

El ECM suministra el  $V_{REF}$  mediante dos circuitos independientes:

- El  $V_{REF}$  A suministra 5 V a los sensores del motor.
- El  $V_{REF}$  B suministra 5 V a los sensores del vehículo.

## 2. Acondicionador de señales

El acondicionador de señales en el microprocesador interno convierte señales analógicas en señales digitales, convierte ondas sinusoidales en ondas rectangulares, o amplifica señales de baja intensidad hasta un nivel que el microprocesador del ECM pueda procesar.

## 3. Microprocesador

El microprocesador del ECM almacena instrucciones de operación (estrategias de control) y tablas de valores (parámetros de calibración). El ECM compara las instrucciones y valores almacenados con los valores de entrada acondicionados, para determinar la estrategia de operación correcta para todas las operaciones del motor.

Dentro del ECM se realizan cálculos constantes a dos niveles o velocidades distintas: cálculos de primer plano y cálculos de segundo plano.

- Los cálculos de primer plano ocurren a una velocidad mucho más rápida que los cálculos de segundo plano, y normalmente representan las funciones más importantes para la operación del motor. El control de la velocidad del motor es un ejemplo.
- Los cálculos de segundo plano son normalmente variables que cambian a velocidades menores. La temperatura del motor es un ejemplo.

El microprocesador genera códigos de falla (DTC) si las señales de entrada u otras condiciones no cumplen con los valores esperados.

Las estrategias de diagnóstico también están programadas en el ECM. Algunas estrategias monitorizan las entradas en forma continua y ordenan las salidas necesarias para lograr el rendimiento correcto del motor.

### Memoria del microprocesador

El microprocesador del ECM incluye memoria de lectura solamente (ROM) y memoria de acceso directo (RAM).

#### ROM

La memoria ROM almacena en forma permanente las tablas de calibración y las estrategias de operación. La información permanente almacenada en la ROM no se puede cambiar ni se pierde al poner la llave en

*OFF* o cuando el suministro de energía hacia el ECM se interrumpe. La ROM incluye lo siguiente:

- Configuración, modos de operación y opciones del vehículo
- Código de clasificación de familia de motor (EFRC)
- Modos de advertencia y protección del motor

#### RAM

La memoria RAM almacena información temporal sobre condiciones actuales del motor. Esta información temporal almacenada en la RAM se pierde cuando se pone la llave en *OFF* o cuando se interrumpe el suministro de energía hacia el ECM. La información en RAM incluye lo siguiente:

- Temperatura del motor
- RPM del motor
- Posición del pedal del acelerador

## 4. Control de los activadores

El ECM controla los activadores aplicándoles una señal de bajo nivel (controlador del lado de tierra) o una señal de alto nivel (controlador del lado de energía). Al ser comutados, los impulsos completan un circuito a tierra o a energía de un activador.

Los activadores son controlados de tres maneras (de acuerdo al tipo de activador):

- Por un ciclo de trabajo (porcentaje de tiempo activo o inactivo)
- Por una amplitud de impulsos controlada
- Por comutación para encenderlos o apagarlos

### Control del ECM de la operación del motor

El ECM controla la operación del motor con los siguientes elementos:

- Módulo de control del turbo de geometría variable (VGT)
- Módulo impulsor y válvula de control de EGR
- Freno por motor Diamond Logic® (válvula de cierre de freno)
- IPR

- Calentador del aire de admisión (IAH)

### Módulo de control del turbo de geometría variable (VGT)

El módulo de control del VGT controla la posición de las aspas en la carcasa de la turbina. La posición de las aspas es controlada mediante una fuente de voltaje de conmutación en el ECM. El circuito a tierra es suministrado directa y constantemente desde la tierra de la batería.

El control del activador se establece con una señal modulada por amplitud de impulsos, en respuesta a la velocidad del motor, la cantidad de combustible deseada, presión reforzadora o contrapresión de escape y altitud.

### Válvula de control de recirculación de gases de escape (válvula de EGR)

La válvula de EGR controla el flujo de gases de escape que ingresan al conducto mezclador de gases de escape.

El módulo impulsor controla al activador de EGR.

El módulo impulsor de la válvula de EGR recibe la posición deseada del activador de EGR desde el ECM a través del enlace de datos CAN 2 para activar la válvula para la recirculación de los gases de escape. El módulo impulsor de EGR devuelve una señal informativa al ECM con datos sobre la posición de la válvula.

El módulo impulsor monitoriza constantemente el activador de EGR. Cuando se detecta un error en el

control de recirculación, el módulo impulsor envía un mensaje al ECM, que genera un código de falla.

### Válvula de cierre de freno

La válvula de cierre de freno controla la presión en la galería de aceite de alta presión. Cuando el freno por motor se activa, el ECM proporciona la energía para activar la válvula de cierre del freno y permitir que el aceite de la galería de aceite de los inyectores fluya hacia la galería de aceite de freno. El aceite a alta presión activa los pistones activadores de freno para abrir las válvulas de escape.

### Regulador de la presión de inyección (IPR)

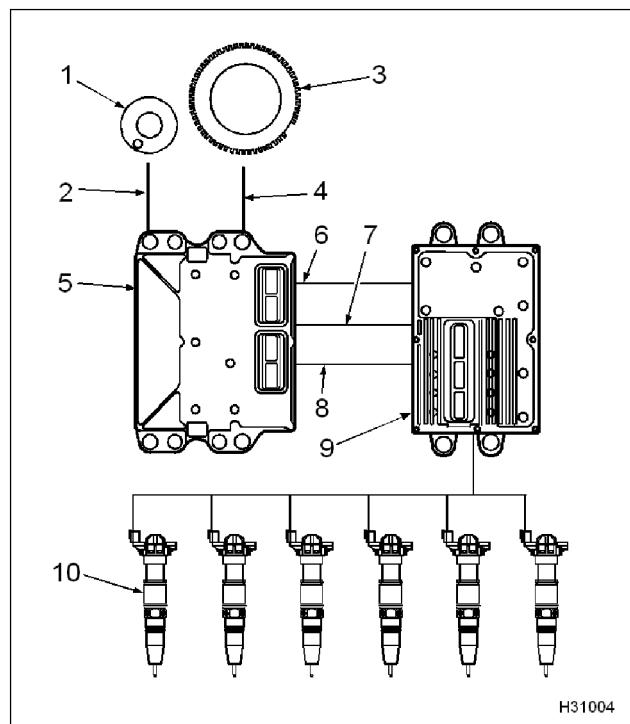
El IPR controla la presión del sistema de presión de control de inyección. El IPR es una válvula de posición variable controlada por el ECM. Esta presión regulada activa los inyectores de combustible. La posición de la válvula es controlada conmutando el circuito a tierra en el ECM. El interruptor de encendido suministra el voltaje.

### Calentador de aire de admisión (IAH)

El IAH calienta el aire entrante para facilitar los arranques en frío y reducir el humo blanco durante el calentamiento del motor.

El ECM está programado para energizar los elementos del IAH mediante relés, mientras monitoriza ciertas condiciones programadas de temperatura del refrigerante, temperatura del aceite y presión atmosférica.

### Módulo impulsor de los inyectores (IDM)



**Figura 37 Módulo impulsor de los inyectores (IDM)**

1. Árbol de levas con clavija
2. Señal de posición del árbol de levas
3. Disco de sincronización del sensor de posición del cigüeñal
4. Señal de la posición del cigüeñal
5. Módulo de control electrónico (ECM)
6. Señal de salida de la posición del árbol de levas (CMPO)
7. Señal de salida de la posición del cigüeñal (CKPO)
8. Comunicación de red de área del controlador (CAN 2)
9. Módulo impulsor de los inyectores (IDM)
10. Inyectores

El IDM tiene tres funciones:

- Distribuidor electrónico de los inyectores
- Fuente de energía de los inyectores
- Módulo impulsor y diagnóstico de los inyectores

### Distribuidor electrónico de los inyectores

El IDM distribuye corriente a los inyectores. El IDM controla el suministro de combustible al motor mediante el envío de impulsos de alto voltaje hacia las bobinas de apertura y cierre de los inyectores. El IDM usa información que le llega desde el ECM para determinar la sincronización y cantidad de combustible para cada inyector.

El ECM usa las señales recibidas desde el CMP y el CKP para calcular la velocidad y posición del motor. El ECM acondiciona ambas señales recibidas y las envía al IDM. El IDM utiliza estas señales del CMP y CKP para determinar la secuencia correcta de disparo de los inyectores.

El ECM envía información (volumen de combustible, temperatura del aceite del motor y presión de control de inyección) a través del enlace de datos CAN 2 hacia el IDM; el IDM usa esta información para calcular el ciclo de inyección.

### Fuente de energía de los inyectores

El IDM establece un suministro constante de 48 V de CC hacia los inyectores, conectando y desconectando una fuente de 12 V a través de una bobina en el IDM. Los 48 V creados en este campo colapsado son almacenados en condensadores usados por los inyectores.

El IDM controla cuándo y por cuánto tiempo cada inyector es activado. El IDM primero energiza la bobina de apertura, luego la bobina de cierre. El controlador del lado de tierra suministra un circuito de retorno hacia el IDM para cada bobina del inyector. El controlador del lado de energía controla el suministro de energía hacia el inyector. Durante cada inyección, los controladores del lado de tierra y energía son activados y desactivados para cada bobina.

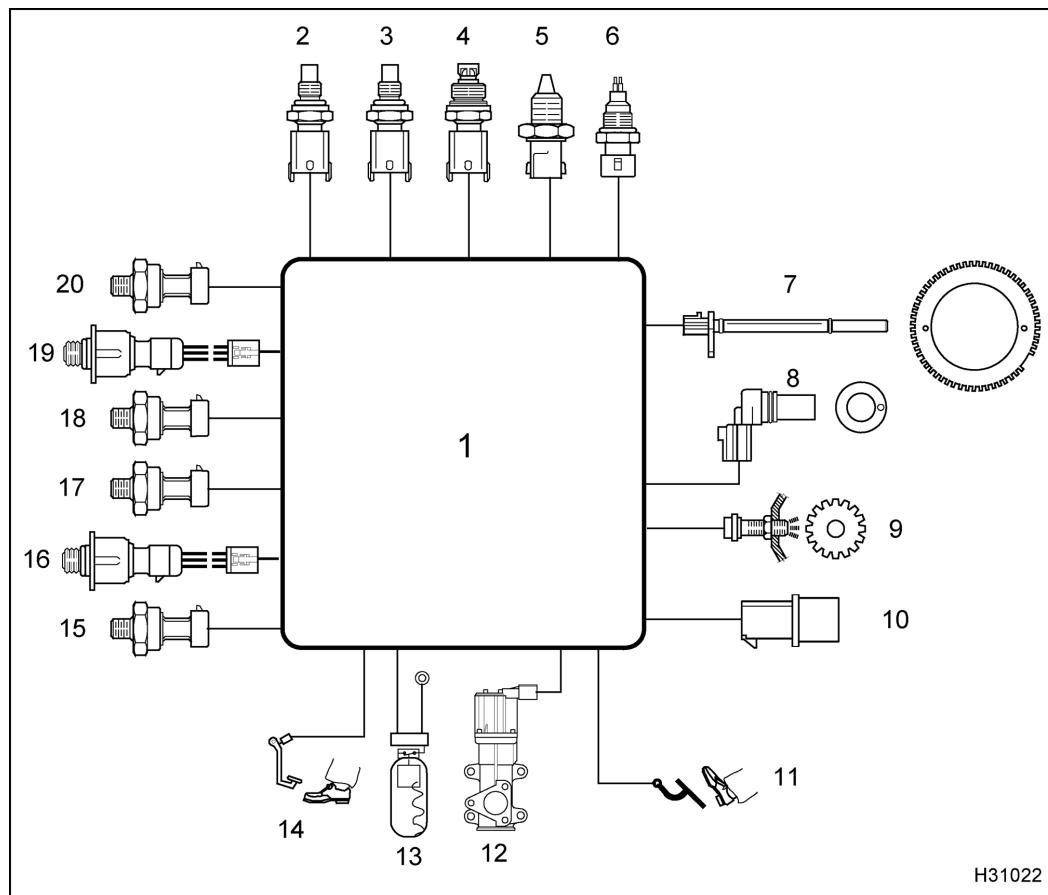
### Módulo impulsor y diagnóstico de los inyectores

El IDM determina si un inyector está recibiendo suficiente corriente. El IDM envía una señal de falla al ECM, indicando problemas potenciales en el cableado o en el inyector, y el ECM establecerá un código de falla. El IDM también realiza pruebas de autodiagnóstico y establece un código de falla para indicar fallas internas.

Pueden hacerse pruebas a solicitud usando la herramienta electrónica de servicio (EST). La EST envía una solicitud al ECM y el ECM envía una

solicitud al IDM para realizar la prueba. Algunas pruebas generan un código de falla si existe algún problema. Otras pruebas requieren que un técnico evalúe ciertos parámetros, si existe algún problema.

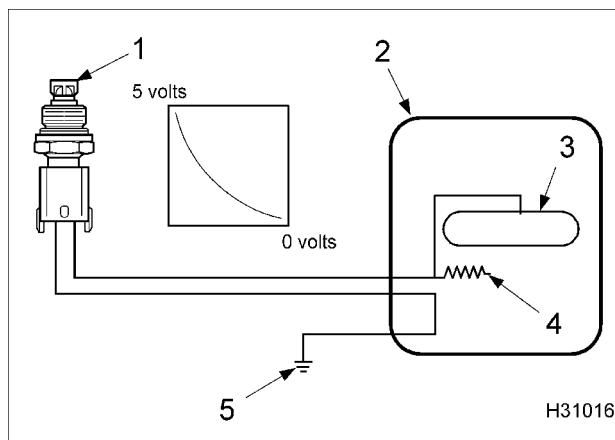
### Sensores del motor y del vehículo



H31022

**Figura 38 Sensores del motor y del vehículo**

- |  |   |   |
|--|---|---|
| 1. Módulo de control electrónico (ECM)                 | 8. Sensor de posición del árbol de levas (CMP)                                  | 14. Interruptor por desacople del tren impulsor (DDS) |
| 2. Sensor de temperatura del aceite del motor (EOT)    | 9. Sensor de velocidad del vehículo (VSS)                                       | 15. Sensor de presión absoluta del múltiple (MAP)     |
| 3. Sensor de temperatura del refrigerante (ECT)        | 10. Sensor de presión barométrica absoluta (BAP)                                | 16. Sensor de presión de control del freno (BCP)      |
| 4. Sensor de temperatura del aire en el múltiple (MAT) | 11. Sensor de posición del acelerador (APS)                                     | 17. Sensor de presión del aceite del motor (EOP)      |
| 5. Sensor de temperatura del aire de admisión (IAT)    | 12. Sensor de posición de la válvula de recirculación de gases de escape (EGRP) | 18. Sensor de presión de combustible (EFP)            |
| 6. Sensor de agua en el combustible (WIF)              | 13. Sensor de nivel del refrigerante (ECL)                                      | 19. Sensor de presión de control de inyección (ICP)   |
| 7. Sensor de posición del cigüeñal (CKP)               |   | 20. Sensor de contrapresión del escape (EBP)          |



**Figura 39 Sensor tipo termistor**

1. Sensor de temperatura
2. Módulo de control electrónico (ECM)
3. Microprocesador
4. Voltaje de referencia ( $V_{REF}$ )
5. Tierra

#### Sensores tipo termistor

- ECT
- EOT
- IAT
- MAT

Un sensor tipo termistor cambia su resistencia eléctrica cuando hay cambios de temperatura. La resistencia en un sensor tipo termistor disminuye a medida que la temperatura aumenta, y aumenta a medida que la temperatura disminuye. Los sensores tipo termistor funcionan con un resistor que limita la corriente en el ECM para formar una señal de voltaje equiparada con un valor de temperatura.

La mitad superior del divisor de voltaje es el resistor limitador de corriente dentro del ECM. Un sensor tipo termistor tiene dos conectores eléctricos, el retorno de señal y la tierra. La salida de un sensor tipo termistor es una señal analógica no lineal.

#### Sensor de temperatura del refrigerante (ECT)

El ECM monitoriza la señal del ECT y usa esta información para el medidor de temperatura del tablero de instrumentos, la compensación por la temperatura del refrigerante, el sistema de advertencia y protección del motor (EWPS) y la operación del calentador del aire de admisión. Si la señal del EOT queda fuera de los límites, el ECT funcionará como respaldo. El ECT está instalado en la carcasa de suministro de refrigerante (soporte del compresor de Freon®), a la izquierda de la polea libre plana.

#### Sensor de temperatura del aceite del motor (EOT)

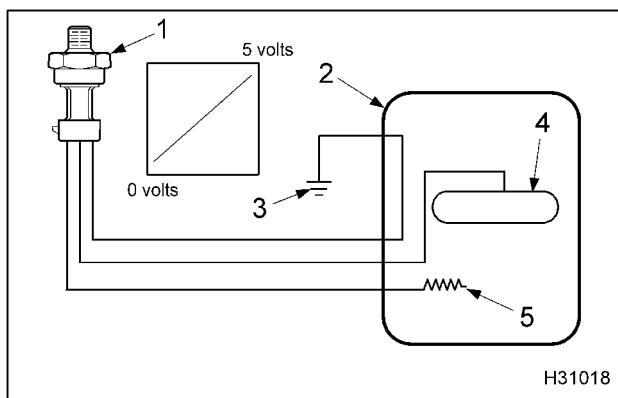
El ECM monitoriza la señal del EOT para controlar la cantidad de combustible y la sincronización durante la operación del motor. La señal del EOT permite que el ECM y el IDM compensen cualquier diferencia en la viscosidad del aceite a causa de cambios de temperatura. Esto asegura que haya potencia y torque bajo todas las condiciones de operación. El EOT está instalado en la parte posterior de la tapa delantera, a la izquierda de la bomba de aceite de alta presión.

#### Sensor de temperatura del aire de admisión (IAT)

El ECM monitoriza la señal del IAT para controlar la sincronización y el flujo de combustible durante los arranques en frío. El IAT está instalado en el chasis, en la carcasa del filtro de aire.

#### Sensor de temperatura del aire en el múltiple (MAT)

El ECM monitoriza la señal del MAT para la operación de la válvula de EGR. El MAT está instalado a la derecha del MAP en el múltiple de admisión.



**Figura 40 Sensor de capacitancia variable**

1. Sensor de presión
2. Módulo de control electrónico (ECM)
3. Tierra
4. Microprocesador
5. Voltaje de referencia ( $V_{REF}$ )

#### Sensores de capacitancia variable

- BAP
- MAP
- EBP
- EFP
- EOP

Los sensores de capacitancia variable miden presión. La presión medida es aplicada a un material cerámico. La presión empuja el material cerámico aproximándolo más a un disco de metal delgado. Este movimiento cambia la capacitancia del sensor.

El sensor está conectado al ECM por tres cables:

- $V_{REF}$
- Retorno de la señal
- Tierra de la señal

El sensor recibe el  $V_{REF}$  y devuelve una señal analógica de voltaje hacia el ECM. El ECM compara el voltaje con valores programados para determinar la presión.

Los límites operacionales de un sensor de capacitancia variable están vinculados al grosor del disco cerámico. Cuanto más grueso sea el disco cerámico, mayor será la presión que puede medir el sensor.

#### Sensor de presión barométrica absoluta (BAP)

El ECM monitoriza la señal del BAP para determinar la altitud, ajustar la sincronización, la cantidad de combustible y la operación del calentador del aire de admisión. El BAP está instalado en la cabina.

#### Sensor de presión absoluta del múltiple (MAP)

El ECM monitoriza la señal del MAP para determinar la presión (reforzadora) del múltiple de admisión. Esta información se usa para controlar el suministro de combustible y para sincronizar la inyección. El MAP está instalado a la izquierda del MAT en el múltiple de admisión.

#### Sensor de presión del aceite del motor (EOP)

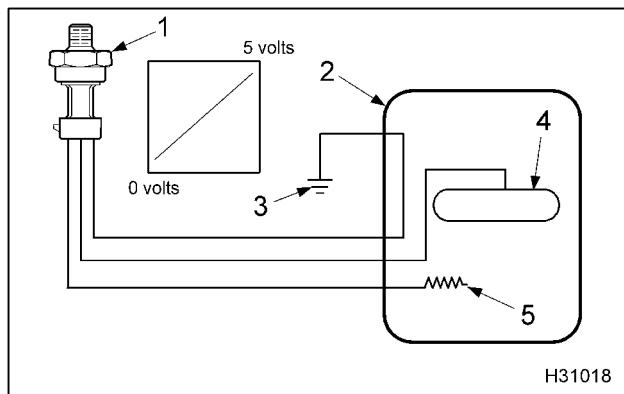
El ECM monitoriza la señal del EOP y utiliza la información para el medidor de presión del tablero de instrumentos y el EWPS. El EOP está instalado a la izquierda del bloque del motor, debajo y a la izquierda de la carcasa del filtro de combustible.

#### Sensor de contrapresión del escape (EBP)

El EBP mide la contrapresión del escape para que el ECM pueda controlar los sistemas del VGT y de EGR. El sensor proporciona una señal informativa al ECM para el control en circuito cerrado del turbo de geometría variable (VGT). El EBP está instalado en un soporte sobre la carcasa de suministro de refrigerante (soporte del compresor de Freon®).

#### Sensor de presión de combustible del motor (EFP)

El ECM usa la señal del EFP para monitorizar la presión del combustible y alertar de la necesidad de cambiar el filtro de combustible. El EFP está instalado en la parte posterior del filtro de combustible (del lado del bloque del motor).



**Figura 41 Sensor de microtensiones**

- 1. Sensor de presión
- 2. Módulo de control electrónico (ECM)
- 3. Tierra
- 4. Microprocesador
- 5. Voltaje de referencia ( $V_{REF}$ )

#### Sensor de microtensiones

- BCP
- ICP

Un sensor de microtensiones mide presión. La presión a ser medida ejerce fuerza sobre un recipiente que se estira y comprime para cambiar la resistencia de medidores de tensión pegados a su superficie. Los componentes electrónicos internos del sensor convierten los cambios de resistencia en una salida de voltaje con medidor de relación.

El sensor está conectado al ECM por tres cables:

- $V_{REF}$
- Retorno de la señal
- Tierra de la señal

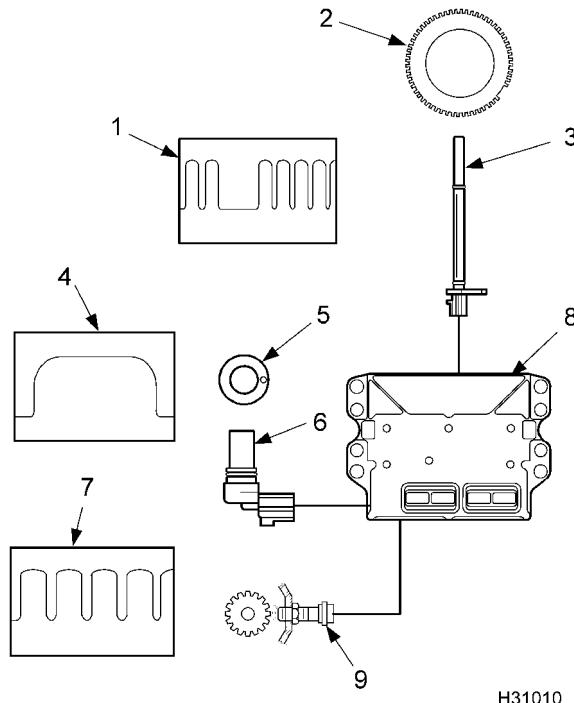
El sensor recibe el  $V_{REF}$  y devuelve una señal analógica de voltaje hacia el ECM. El ECM compara el voltaje con valores programados para determinar la presión.

#### Sensor de presión de control del freno (BCP)

El ECM monitoriza la señal del BCP para determinar la presión del aceite en la sección del freno de la galería de aceite a alta presión. El BCP está debajo de la tapa de válvulas, adelante del inyector N° 2, en la galería de aceite de alta presión.

#### Sensor de presión de control de inyección (ICP)

El ECM monitoriza la señal del ICP para determinar la presión de control de inyección para la operación del motor. La señal del ICP se usa para controlar el IPR. El ICP envía al ECM señales con información para el control en circuito cerrado del ICP. El ICP está debajo de la tapa de válvulas, adelante del inyector N° 6, en la galería de aceite de alta presión.



**Figura 42 Sensores de captación magnética**

- 1. Señal de posición del cigüeñal
- 2. Disco de sincronización del sensor de posición del cigüeñal
- 3. Sensor de posición del cigüeñal (CKP)
- 4. Señal de posición del árbol de levas
- 5. Árbol de levas con clavija
- 6. Sensor de posición del árbol de levas (CMP)
- 7. Señal de la velocidad del vehículo
- 8. Módulo de control electrónico (ECM)
- 9. Sensor de velocidad del vehículo (VSS)

#### Sensores de captación magnética

- CKP
- CMP
- VSS

Los sensores de captación magnética generan una frecuencia alterna que indica velocidad. Los sensores de captación magnética tienen una conexión de dos cables para señal y tierra. Los sensores tienen un núcleo magnético permanente rodeado por una bobina de alambre. La frecuencia de la señal es generada por la rotación de un engranaje dentado que perturba el campo magnético.

#### Sensor de posición del cigüeñal (CKP)

El CKP proporciona al ECM una señal que indica la velocidad y la posición del cigüeñal. A medida que el cigüeñal gira, el CKP detecta el movimiento de un disco de sincronización de 60 dientes en el cigüeñal. Al disco le faltan los dientes 59 y 60. Al comparar las señales del CKP y del CMP, el ECM calcula las RPM del motor y las necesidades de sincronización. El CKP está instalado en el lado superior izquierdo de la carcasa del volante.

**NOTA:** Este CKP largo de los motores diesel International® DT 466, DT 570 y HT 570, es el sensor de posición del árbol de levas (CMP) usado en otros motores diesel International®.

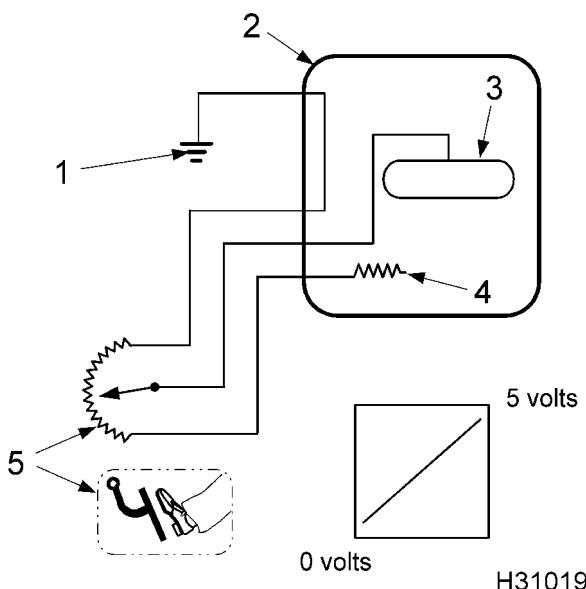
#### Sensor de posición del árbol de levas (CMP)

El CMP proporciona al ECM una señal que indica la posición del árbol de levas. A medida que el árbol de levas gira, el sensor detecta su posición localizando una clavija en el árbol de levas. El CMP está instalado en la tapa delantera, encima y a la derecha de la polea de la bomba de refrigerante.

**NOTA:** Este CMP corto de los motores diesel International® DT 466, DT 570 y HT 570, es el sensor de posición del cigüeñal (CKP) usado en otros motores diesel International®.

#### Sensor de velocidad del vehículo (VSS)

El VSS proporciona al ECM información sobre la velocidad del eje trasero, detectando la rotación de un engranaje de 16 dientes en la parte trasera de la transmisión. La señal de onda sinusoidal (de CA) recibida por el ECM se usa junto con el tamaño de los neumáticos y la relación de ejes para calcular la velocidad del vehículo. El VSS está instalado en el lado izquierdo de la transmisión.



H31019

**Figura 43 Sensor tipo potenciómetro**

1. Tierra
2. Módulo de control electrónico (ECM)
3. Microprocesador
4. Voltaje de referencia ( $V_{REF}$ )
5. Sensor de posición del acelerador (APS)

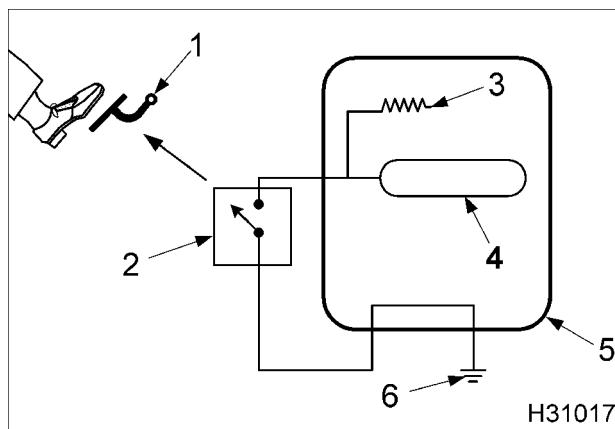
#### Sensores tipo potenciómetro

- APS

Divisor de voltaje variable que detecta la posición de un componente mecánico. Se aplica un voltaje de referencia en uno de los extremos del potenciómetro. Un movimiento mecánico rotativo o lineal desplaza el contacto deslizante a lo largo del material resistivo, cambiando el voltaje en cada punto que toca. El voltaje es proporcional a la cantidad de movimiento mecánico.

#### Sensor de posición del acelerador (APS)

El APS proporciona una señal informativa al ECM (voltaje lineal analógico) que indica la demanda de potencia del conductor. El APS está instalado en el pedal del acelerador.



**Figura 44 Sensor tipo interruptor**

1. Pedal del acelerador
2. Interruptor de confirmación de ralentí (IVS)
3. Fuente de voltaje con resistor limitador de corriente
4. Microprocesador
5. ECM
6. Tierra

#### Sensores tipo interruptor

- DDS
- ECL
- IVS
- WIF

Los sensores tipo interruptor indican posición, nivel o estado. Funcionan abiertos o cerrados, permitiendo o impidiendo el flujo de corriente. Un sensor interruptor puede ser de entrada de voltaje o de puesta a tierra. Cuando está cerrado, un interruptor de voltaje de entrada suministra voltaje al ECM. Cuando está cerrado, un interruptor de conexión a tierra pondrá el circuito a tierra, generando una señal de voltaje de cero voltios. Los interruptores de conexión a tierra

son generalmente instalados en serie con un resistor limitador de corriente.

#### Interruptor por desacople del tren propulsor (DDS)

El DDS determina si la transmisión del vehículo está engranada. En vehículos con transmisión mecánica, el interruptor del embrague funciona como DDS. En vehículos con transmisión automática, el interruptor de indicación de neutro o comunicación de enlace de datos funciona como el DDS.

#### Sensor de nivel del refrigerante (ECL)

El ECL es parte del sistema de advertencia y protección del motor (EWPS). El ECL se usa en los depósitos plásticos de desbordamiento. Cuando un interruptor magnético está abierto, el depósito está lleno.

Si hay poco refrigerante, la luz roja ENGINE del tablero de instrumentos se enciende.

#### Interruptor de confirmación de ralentí (IVS)

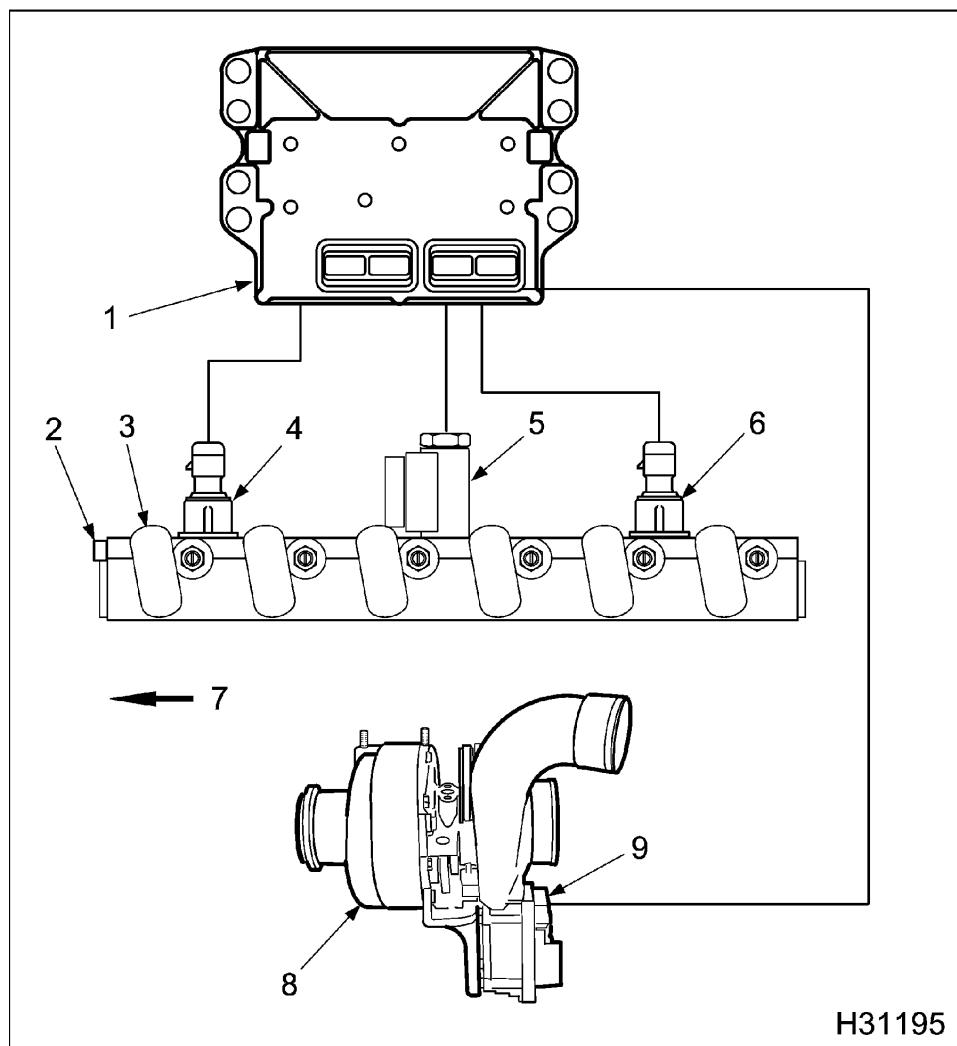
El IVS es un interruptor redundante que proporciona una señal al ECM que verifica cuándo el APS está en posición de inactividad.

#### Aqua en el combustible

El sensor de agua en el combustible (WIF) que está en la cavidad del elemento de la carcasa del filtro de combustible, detecta la presencia de agua. Cuando se acumula suficiente agua en la cavidad del elemento, la señal que el WIF envía al ECM cambia. El ECM envía un mensaje para encender la luz ámbar **WATER IN FUEL** para alertar al conductor. El WIF está instalado en la base de la carcasa del filtro de combustible.

## Freno por motor Diamond Logic®

### Componentes del freno por motor



**Figura 45 Sistema de freno por motor Diamond Logic®**

- |   |  |                              |
|---|--|------------------------------|
| 1. ECM  | 5. Válvula de cierre de freno                      | 9. Módulo de control del VGT |
| 2. Válvula de descarga de presión del freno     | 6. Sensor de presión de control de inyección (ICP) |                              |
| 3. Galería de aceite a alta presión             | 7. Frente del motor                                |                              |
| 4. Sensor de presión de control del freno (BCP) | 8. Turbo de geometría variable (VGT)               |                              |

El freno por motor Diamond Logic® es un sistema de freno por liberación de compresión que proporciona lo siguiente:

- Reducción significativa del ruido
- Mejor frenado por motor
- Mayor durabilidad
- Compatibilidad con el sistema de control de crucero
- Menor costo de operación y mayor duración de las zapatillas de freno.

El freno por motor Diamond Logic® está disponible en motores de cualquier cilindrada. El conductor puede seleccionar una de tres posiciones, dependiendo del terreno y de las condiciones de manejo. Las instrucciones completas de operación están en el «Manual del operador».

### Concepto del freno por motor

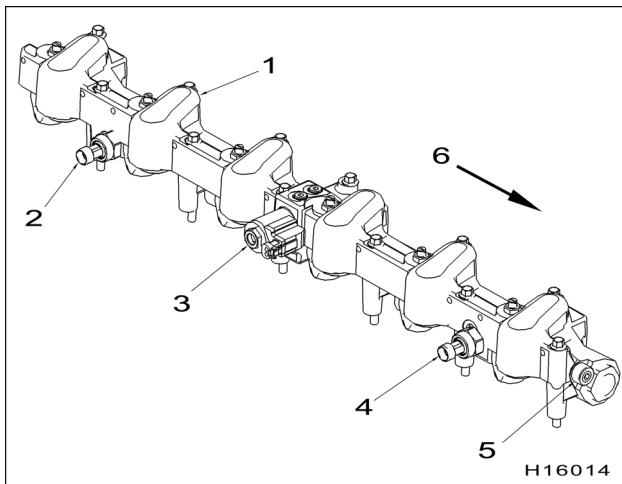
El sistema de freno por motor retarda la velocidad del vehículo durante la desaceleración o el frenado. Durante la desaceleración y el frenado, las ruedas del vehículo impulsan el motor; el motor actúa como absorbente de energía.

### Funcionamiento del freno por motor

Para absorber energía, el freno por motor Diamond Logic® combina la liberación de aire comprimido de admisión, el control de la contrapresión de escape con el VGT y el movimiento de los pistones impulsado por el vehículo.

- La energía es absorbida durante la carrera de compresión, cuando el aire de admisión es comprimido y forzado a través de una válvula de escape ligeramente abierta, proporcionando flujo de aire comprimido al VGT.
- Las aspas de la turbina del VGT crean la absorción de energía, la contrapresión y el refuerzo de admisión deseados.
- En el extremo superior de la carrera de compresión la energía se disipa, se elimina la presión para forzar el pistón hacia abajo y se absorbe energía por la inercia del vehículo que halga el pistón hacia abajo.

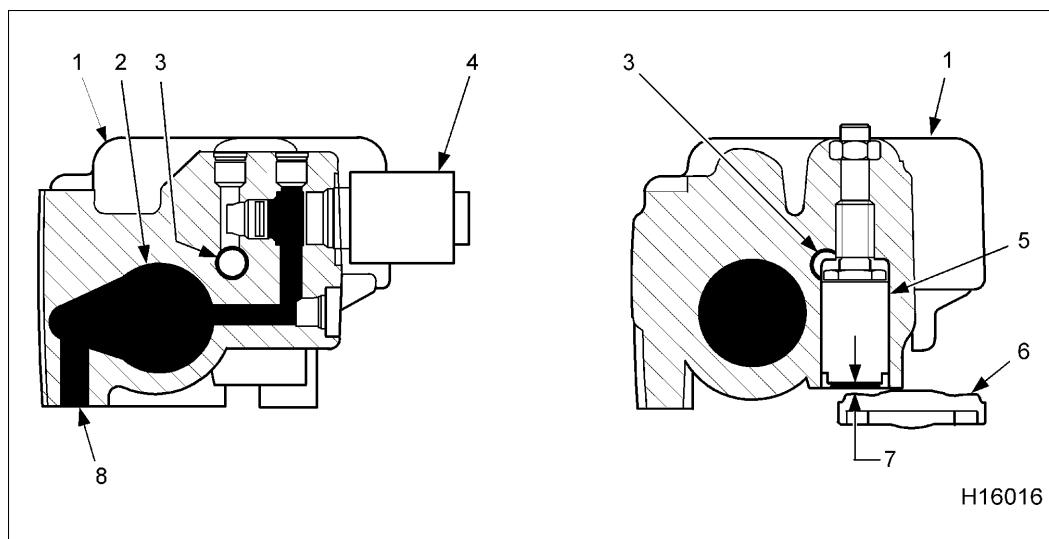
### Control del freno por motor



**Figura 46 Galería de aceite a alta presión**

1. Galería de aceite a alta presión
2. ICP
3. Válvula de cierre de freno
4. BCP
5. Válvula de descarga de la presión del freno
6. Frente del motor

La galería de aceite a alta presión usa aceite a alta presión del sistema de presión de control de inyección para abrir las válvulas de escape.



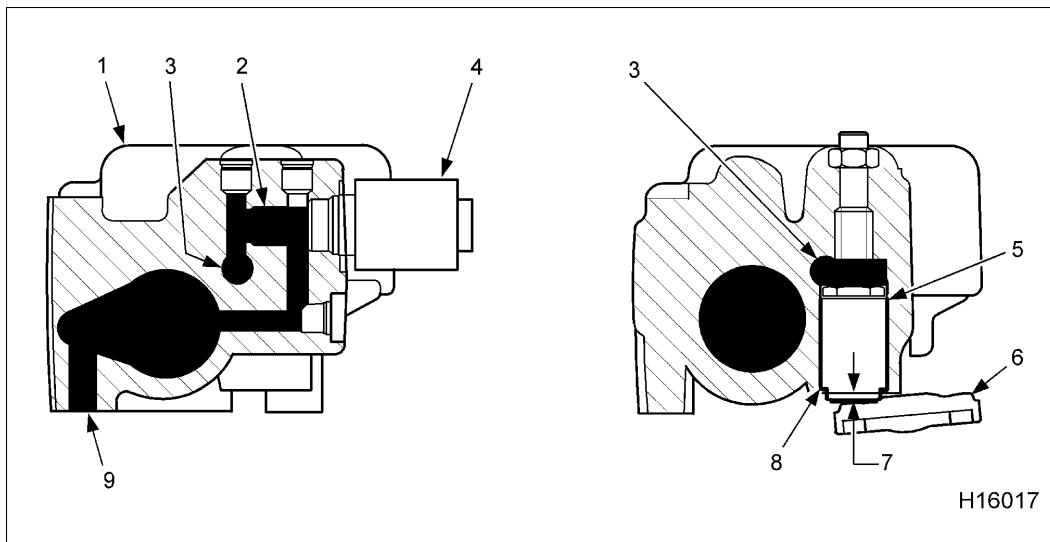
**Figura 47 Válvula de cierre y activador del freno – CERRADA**

- |                                      |                                 |   |
|--------------------------------------|---------------------------------|---|
| 1. Galería de aceite a alta presión  | 4. Válvula de cierre de freno   | 7. Juego de válvulas (activador metido) |
| 2. Galería de aceite para inyectores | 5. Pistón activador del freno   | 8. Entrada de aceite                    |
| 3. Galería de aceite del freno       | 6. Puente de válvulas de escape |   |

Durante la operación normal del motor, el aceite en la galería a alta presión va sólo a los inyectores de combustible. Una válvula de cierre del freno,

instalada en la galería de aceite a alta presión, se cierra para impedir que el aceite entre a la galería de freno.

**Funcionamiento del freno por motor Diamond Logic® en modo de frenado**



**Figura 48 Válvula de cierre y activador del freno – ABIERTA**

- |  |                                 |   |
|--|---------------------------------|---|
| 1. Galería de aceite a alta presión                                    | 3. Galería de aceite del freno  | 7. Juego de válvulas (activador salido) |
| 2. Flujo de aceite a alta presión hacia la galería de aceite del freno | 4. Válvula de cierre de freno   | 8. Fuga normal de aceite                |
|  | 5. Pistón activador del freno   | 9. Entrada de aceite                    |
|  | 6. Puente de válvulas de escape |   |

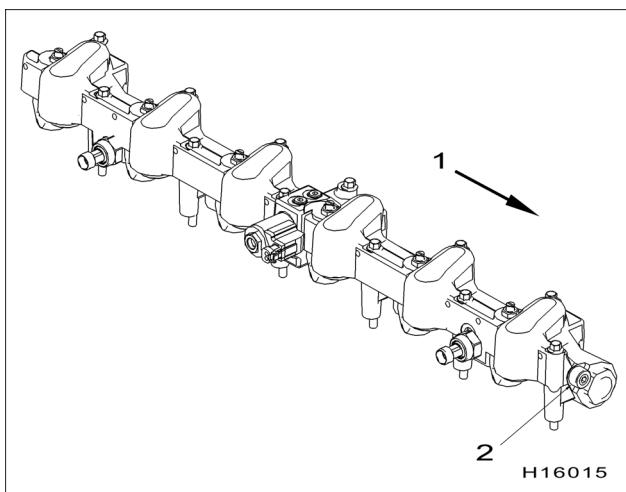
El ECM monitoriza los siguientes factores para asegurarse de que se cumplan ciertas condiciones.

- ABS (inactivo)
- RPM (superiores a 1200)
- APS (menos de 5%)
- Confirmación de ralentí
- Temperatura del aceite (mayor o igual a 60 °C o 140 °F)
- Potencia seleccionada por el conductor con los interruptores ON/OFF (potencia baja, media o alta)

Si se elige ON y se cumplen los factores anteriores, el freno por motor se activará.

Cuando el freno por motor se activa, el ECM proporciona la energía para activar la válvula de cierre del freno y permitir que el aceite de la galería de aceite de los inyectores fluya hacia la galería de aceite de freno. El aceite a alta presión activa los pistones activadores de freno para abrir las válvulas de escape.

Cuando el ABS se activa, el freno por motor se desactiva. El freno por motor se vuelve a activar una vez que el ABS deja de funcionar.



**Figura 49 Válvula de descarga de la presión del freno en la galería de aceite a alta presión**

1. Frente del motor
2. Válvula de descarga de la presión del freno

El ECM retira la energía a la válvula de cierre del freno para desactivar el freno por motor. La presión residual de la galería de freno se desahoga inicialmente desde el orificio del activador. Cuando la presión en la galería de freno desciende a 6895 kPa (1000 lb/pulg<sup>2</sup>), la válvula de descarga de presión de freno se abre y el aceite desciende de regreso al cárter.



## Contenido

<b>Características estándar.....</b>	<b>65</b>
Control mediante reguladores electrónicos.....	65
Enlace de datos de la American Trucking Association (ATA).....	65
Diagnósticos de servicio.....	65
Sistema de registro de eventos.....	65
Velocímetro y tacómetro electrónicos.....	65
Calentador de aire de admisión.....	65
Avance en ralentí alto.....	65
Protección contra clima frío (CAP).....	65
Compensación por temperatura excesiva del refrigerante (sistema de protección de recalentamiento).....	66
Sistema que impide dar arranque al motor (ECI).....	67
Mensaje de cambio de aceite del motor.....	67
<b>Características opcionales.....</b>	<b>67</b>
Limitación de la velocidad en carretera.....	67
Control de crucero.....	67
Monitorización de presión de combustible.....	67
Control de tracción.....	67
Freno por motor Diamond Logic®.....	67
Freno por escape Diamond Logic®.....	67
Sistema de advertencia y protección del motor (EWPS).....	67
Compensación por la temperatura del refrigerante y EWPS.....	68
Temporizador de apagado en ralentí (IST).....	68
Ventilador del motor (EFAN).....	68
Activación de las persianas del radiador (RSE).....	69



## Características estándar

### Control mediante reguladores electrónicos

Los motores International® están regulados electrónicamente bajo todas las condiciones de operación.

### Enlace de datos de la *American Trucking Association* (ATA)

Los vehículos están equipados con un conector de enlace de datos ATA que permite la comunicación entre el módulo de control electrónico (ECM) y la herramienta electrónica de servicio (EST).

El enlace de datos ATA sirve para lo siguiente:

- Transmisión de parámetros del motor
- Transmisión y borrado de códigos de falla (DTC)
- Diagnósticos y ubicación de fallas
- La programación de valores de parámetros de rendimiento.
- Programación de funciones del motor y del vehículo
- Programación de calibraciones y estrategias en el ECM y en el módulo impulsor de los inyectores (IDM).

Para mayor información, refiérase a «ATA (enlace de datos de la *American Trucking Association*)» en la Sección 7 (página 347).

### Diagnósticos de servicio

La EST proporciona información de diagnóstico usando el enlace de datos ATA. La EST recomendada es la EZ-Tech® con software MasterDiagnostics® suministrado por International®.

El ECM detecta fallas en sensores, activadores, componentes electrónicos y sistemas del motor y las envía a la EST en forma de códigos de falla. El diagnóstico eficaz del motor requiere y está basado en códigos de falla.

### Sistema de registro de eventos

El sistema de registro de eventos registra si el motor funcionó excediendo las RPM máximas, si se recalentó (temperatura del refrigerante), si el nivel del refrigerante estaba bajo o si hubo baja presión

de aceite. A la hora de un evento, los valores del odómetro y del medidor de horas se almacenan en la memoria del ECM y luego pueden leerse con la EST.

### Velocímetro y tacómetro electrónicos

El sistema de control del motor calibra la velocidad del vehículo hasta a 97.653 impulsos por kilómetro (157.157 impulsos por milla). Cualquier nueva información de calibración debe programarse con una EST.

El ECM genera la señal del tacómetro computando señales que recibe del CMP (sensor de posición del árbol de levas) y del CKP (sensor de posición del cigüeñal). Los cálculos para cada sensor son enviados hacia el tablero de instrumentos a través del enlace de datos del tren impulsor (CAN 1) y hacia la EST a través del enlace de datos ATA.

### Calentador de aire de admisión

El calentador de aire de admisión ayuda a arrancar el motor cuando hace frío. El ECM controla el calentador de aire de admisión y monitoriza la temperatura del motor. Cuando el motor está listo para arrancar, el ECM envía un mensaje para apagar la luz indicadora *WAIT TO START*.

Para mayor información, refiérase a «Calentador de aire de admisión (IAH)» en la Sección 7 (página 496).

### Avance en ralentí alto

El avance en ralentí alto aumenta la velocidad de ralentí del motor hasta 750 RPM para alcanzar más rápidamente la temperatura de operación. Esto ocurre porque el ECM monitoriza las señales que recibe desde el EOT y ajusta la operación de los inyectores de combustible de acuerdo con ellas.

Cuando la temperatura del aceite está entre 15 °C (59 °F) a 700 RPM y -10 °C (14 °F) a 750 RPM, el ralentí bajo aumenta proporcionalmente.

### Protección contra clima frío (CAP)

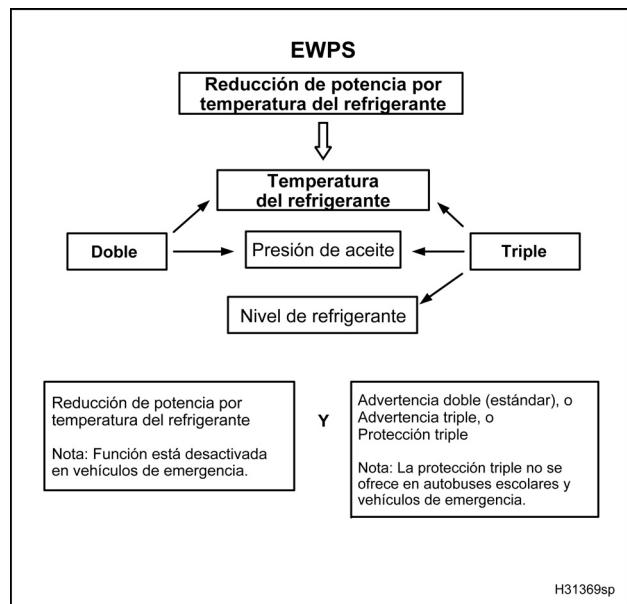
La CAP protege el motor contra el daño causado por períodos largos en ralentí sin carga en climas fríos. La CAP también mejora el calentamiento de la cabina.

La CAP mantiene la temperatura del refrigerante aumentando las RPM del motor a un nivel

programado, cuando la temperatura ambiente está a 0 °C (32 °F) o menos, la temperatura del refrigerante está por debajo de 65 °C (149 °F) y el motor ha estado en ralentí sin carga por más de 5 minutos.

La CAP es estándar en camiones que no tienen temporizador de apagado en ralentí (IST).

#### Compensación por temperatura excesiva del refrigerante (sistema de protección de recalentamiento)



**Figura 50 Compensación por la temperatura del refrigerante**

La compensación por temperatura excesiva del refrigerante reduce el suministro de combustible si la temperatura del refrigerante está por encima de las especificaciones por el sistema de enfriamiento.

Antes de que el sistema de advertencia estándar o el sistema opcional de advertencia/protección del motor se activen, la reducción en la entrega de combustible comienza cuando la temperatura del refrigerante alcanza aproximadamente 107 °C (225 °F). Cuando el refrigerante alcanza aproximadamente 110 °C (230 °F), la reducción en el suministro de combustible llega al 15%.

**NOTA:** La compensación por la temperatura del refrigerante está desactivada en vehículos de emergencia que requieren el 100% de la potencia.

### Sistema que impide dar arranque al motor (ECI)

Este sistema no permite que el motor de arranque gire si el motor está en marcha o la transmisión automática está en una marcha. El ECI es un sistema opcional para vehículos con transmisión mecánica.

Para mayor información, refiérase a «Sistema que impide dar arranque al motor (ECI)» en la Sección 7 (página 407).

### Mensaje de cambio de aceite del motor

La aparición del mensaje de cambio de aceite puede programarse con la ECT en distancia recorrida, horas transcurridas o cantidad de combustible consumido. El temporizador del mensaje de cambio de aceite puede reposicionarse con los botones *CRUISE ON* y *RESUME/ACCEL* o con la EST.

## Características opcionales

### Limitación de la velocidad en carretera

La limitación de la velocidad en carretera limita la velocidad del vehículo a un valor máximo programado por el propietario.

### Control de crucero

El ECM controla la función de control de crucero. El sistema de control de crucero de todos los motores electrónicos funciona de la misma manera. Las velocidades máximas y mínimas permitidas del control de crucero varían según el modelo. Para usar el control de crucero, refiérase al manual del operador del modelo correspondiente.

### Monitorización de presión de combustible

El EFP monitoriza la presión de combustible y avisa cuando hay que cambiar el filtro de combustible. Para mayor información, refiérase a «Sensor de presión de combustible (EFP)» en la Sección 7 (página 454).

### Control de tracción

El control de tracción es un sistema que detecta cuando una rueda está girando más rápidamente que las demás durante la aceleración.

Cuando esto sucede, el sistema envía un mensaje al ECM para que limite el suministro de combustible y así reducir el torque del motor.

La transmisión y el sistema de frenos antibloqueo (ABS) deben ser compatibles con el control de tracción.

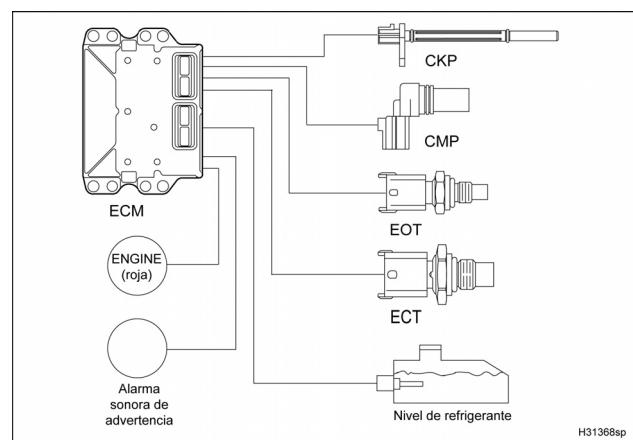
### Freno por motor Diamond Logic®

International® ahora ofrece un sistema opcional de freno por motor. Para la descripción de esta función, refiérase a «Freno por motor Diamond Logic®» en la Sección 1 (página 57).

### Freno por escape Diamond Logic®

International® ahora ofrece un sistema opcional integrado de freno por escape. Esta función usa el VGT para ayudar en el frenado.

### Sistema de advertencia y protección del motor (EWPS)



**Figura 51 Sistema de advertencia y protección del motor (EWPS)**

El EWPS protege contra condiciones de operación indeseables, para impedir daños al motor y prolongar su vida. El ECM encenderá la luz *ENGINE* roja y activará la alarma sonora de advertencia cuando detecta:

- Alta temperatura del refrigerante.
- Baja presión de aceite.

- Bajo nivel del refrigerante (sólo sistema de 3 vías).

Cuando la función de protección del motor está activada y hay un problema crítico en el motor, los componentes electrónicos incorporados apagarán el motor. Una función de registro de eventos registrará cuándo ha ocurrido el evento en horas de funcionamiento del motor y en el valor que marca el odómetro. Una vez que el motor se apaga, si es que el problema crítico sigue existiendo, puede volver a encenderlo por un período de 30 segundos.

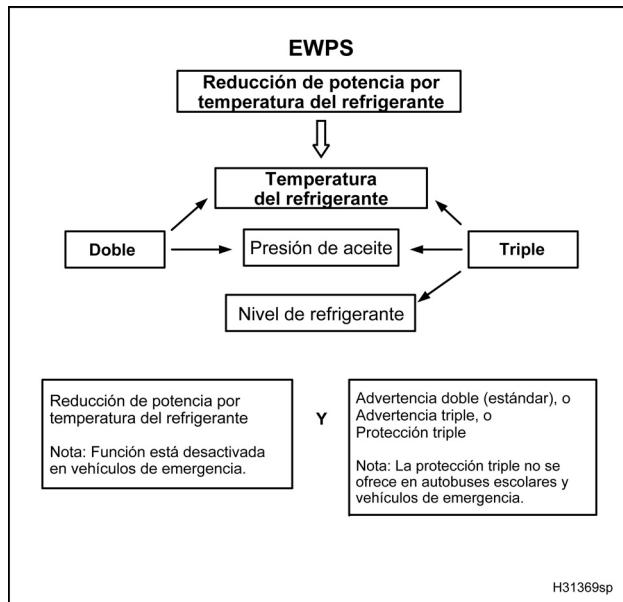


Figura 52 Diagrama de flujo del EWPS

#### Compensación por la temperatura del refrigerante y EWPS

La compensación por temperatura excesiva del refrigerante reduce el suministro de combustible cuando la temperatura del refrigerante está por encima de las especificaciones por el sistema de enfriamiento.

La reducción en la entrega de combustible comienza cuando la temperatura del refrigerante alcanza aproximadamente 107 °C (225 °F). Una reducción relativamente rápida del 15% sucederá cuando la temperatura del refrigerante alcance aproximadamente 110 °C (230 °F).

Cuando la temperatura del refrigerante **superá** 110 °C (230 °F), se enciende la luz *ENGINE* roja y se activa

una alarma sonora. Después que suena la alarma el motor se apagará.

- Cuando la temperatura del refrigerante supera 109 °C (228 °F), se enciende la luz *ENGINE* roja y se registra el DTC 321.
- Cuando la temperatura del refrigerante supera 112 °C (234 °F), la luz *ENGINE* roja destella, suena la alarma y se registra el DTC 322. Si el sistema de advertencia y protección está activado, el motor se apagará después de 30 segundos.

La reducción del suministro de combustible está calibrada a un máximo de 30% antes que se activen la advertencia estándar del motor o el EWPS opcional. Cuando se produce una advertencia o si el motor se apaga, quedará almacenado un DTC en la memoria del ECM.

**NOTA:** La compensación por temperatura del refrigerante está desactivada en vehículos de emergencia que requieren el 100% de la potencia.

#### Temporizador de apagado en ralentí (IST)

La función IST permite que el ECM apague el motor cuando ha estado funcionando demasiado tiempo en ralentí. El IST puede programarse a solicitud del propietario para apagar automáticamente el motor después de funcionar en ralentí entre 2 y 120 minutos.

Antes de que se apague el motor se encenderá la luz *ENGINE* roja. La luz destellará por 30 segundos para advertir al conductor que el motor se apagará. El tiempo en ralentí se mide desde la última vez que se pisó el embrague o el freno. Para que el IST funcione, la transmisión no debe estar en una marcha.

Para mayor información y condiciones que desactivan el temporizador de apagado en ralentí, refiérase a «Temporizador de apagado en ralentí (IST)» en la Sección 7 (página 557).

#### Ventilador del motor (EFAN)

Los componentes electrónicos del motor hacen posible el funcionamiento de un ventilador electrónico o de un solenoide de ventilador de activación neumática. Para mayor información, refiérase a «Control del ventilador del motor (EFAN)» en la Sección 7 (página 443).

### Activación de las persianas del radiador (RSE)

La RSE mantiene el motor caliente cuando hace frío. La RSE hace posible que la cabina se caliente y que el parabrisas se descongele más rápidamente.

Para mayor información, refiérase a «Activación de las persianas del radiador (RSE)» en la Sección 7 (página 575).

