



GUÍA TÉCNICA

Freno de escape y de motor del camión

Guía técnica VADEN del freno de escape/motor en camiones y autobuses: función, síntomas de avería, diagnóstico, cambio, valores de par y mantenimiento.

Todo conductor que en descensos largos quiere evitar cargar el freno de servicio confía, en realidad, en el freno motor. En un camión de carga, tratar de frenar un tren de 40 toneladas solo con discos y pastillas hace que las pastillas se sobrecalienten e invita al riesgo de fade (pérdida de eficacia por calor). Aquí es donde entra en juego el freno de escape/motor: convierte temporalmente el motor en un compresor de aire y ralentiza el vehículo sin usar los frenos. En el taller se oyen a menudo quejas como "el freno de escape no retiene", "la mariposa no cierra" o "el freno motor ha perdido fuerza"; en la mayoría de los casos la causa raíz es una fuga de presión, un eje de mariposa agarrotado o una válvula fatigada. Esta guía presenta el grupo del freno de escape (cilindro + mariposa + válvula) y explica, con lenguaje de taller, los pasos para diagnosticar la avería, sustituirlo y mantenerlo.

Este documento ha sido elaborado por el equipo técnico de VADEN recopilando la experiencia de campo y de taller sobre los sistemas de freno de escape/motor de camiones pesados. Los valores aquí indicados son **rangos de referencia típicos**; para valores exactos de par, presión y holgura, base siempre su trabajo en el manual de servicio OE del vehículo/motor. Última actualización: septiembre de 2026.

Los sistemas de freno neumático de camiones pesados se diseñan conforme al reglamento ECE R13 (frenado ONU/UE) e ISO 611.

¿Qué es el freno de escape / motor (cilindro+mariposa+válvula)? Función y principio de funcionamiento

El freno de escape/motor es un sistema de frenado auxiliar de mando neumático que, al cerrar una válvula de mariposa en la línea de escape, genera una contrapresión dentro del motor y convierte así el motor en un elemento de ralentización (retarder) sin quemar combustible adicional.

El principio de funcionamiento es sencillo pero eficaz: cuando el conductor pisa el pedal o acciona la palanca del freno de escape, la electroválvula (solenoides) entra en funcionamiento y dirige el aire comprimido procedente del sistema neumático del vehículo hacia el cilindro de freno. El pistón del cilindro, mediante un brazo articulado, gira y cierra la mariposa situada en la línea de escape. Al restringirse la salida de los gases de escape, el motor se ve obligado a realizar un trabajo extra para expulsar los gases de los cilindros; ese "trabajo" se cubre con la energía tomada de las ruedas y el vehículo se ralentiza. Al mismo tiempo, en muchos sistemas se corta el combustible, de modo que el motor se comporta por completo como una bomba de aire.

Como el freno de escape actúa de forma independiente de los frenos de rueda, protege el freno de servicio, alarga la vida de pastillas y discos, y evita el sobrecalentamiento (fade) del freno en descensos largos. En los vehículos modernos Euro 5/Euro 6, este grupo suele trabajar integrado con el EBS y la unidad de control del motor; en algunos tractocamiones pesados, junto al freno de escape se añade además un freno motor complementario (de tipo descompresión) o un **retarder hidráulico/electromagnético**.

Principales componentes que forman el sistema

- **Cilindro de freno (actuador):** cilindro neumático que convierte el aire comprimido en movimiento lineal; genera la fuerza de empuje que abre y cierra la mariposa.
- **Mariposa (throttle/flap) y cuerpo:** válvula en forma de disco que gira dentro del flujo de escape; al cerrarse crea la contrapresión.
- **Eje de la mariposa y casquillos:** eje que soporta la mariposa y trabaja a alta temperatura; la acumulación de carbono en los casquillos provoca agarrotamiento.
- **Brazo articulado / horquilla (linkage):** unión mecánica que transmite el movimiento del cilindro al eje de la mariposa.
- **Solenoide (electroválvula):** válvula de mando que abre y cierra el paso de aire con la señal de la ECU.
- **Muelle de retorno y juntas:** muelle que devuelve la mariposa a la posición abierta al soltar el freno, y elementos de estanqueidad.

¿Freno de escape o freno de compresión (motor)?

La terminología se confunde en el taller. El "freno de escape" es un sistema de estrangulamiento de tipo mariposa; es barato, resistente y aporta algo de par incluso a bajas revoluciones. El "freno motor de compresión/descompresión" (equivalente al tipo Jake), en cambio, actúa sobre la distribución de las válvulas y libera el aire comprimido en el punto muerto superior, produciendo una fuerza de frenado mucho mayor; sin embargo, es más complejo y caro. En muchos tractocamiones pesados ambos se emplean juntos de forma escalonada.

Comparativa de tipos y aplicación

Característica	Freno de escape (mariposa)	Freno motor de compresión
Método de funcionamiento	Estrangular la línea de escape / contrapresión	Liberar el aire comprimido mediante las válvulas
Fuerza de frenado	Baja-media	Alta
Dependencia del régimen	Algo eficaz también a bajas revoluciones	Muy eficaz a altas revoluciones
Complejidad / coste	Baja	Alta
Aplicación típica	Distribución, tonelaje medio, urbano	Tractocamión, larga distancia, carretera de montaña

Verificación del número de pieza: el cilindro del freno de escape, el diámetro de la mariposa y la disposición de los orificios de la brida varían según el motor y la salida del colector de escape/turbo. Antes de pedir la pieza, verifique siempre a partir del número de chasis/motor del vehículo el número de pieza OE, el diámetro de la mariposa y la brida de conexión. Una mariposa "de aspecto parecido" genera una contrapresión de diámetro distinto y deteriora el rendimiento de frenado.

¿Cómo funciona el freno motor de compresión (descompresión)?

En un diésel de cuatro tiempos, el pistón sube durante el tiempo de compresión y comprime el aire, tomando ese trabajo del cigüeñal. En un motor al que se le ha cortado el combustible, pero sin el freno motor activado, gran parte de ese trabajo se recupera, porque el aire comprimido empuja el pistón hacia abajo después del punto muerto superior y, en el tiempo de expansión, hace girar de nuevo el cigüeñal, como lo haría un resorte. El freno motor de compresión corta precisamente esa devolución. Con el freno motor activado se corta el combustible; hacia el final del tiempo de compresión se abre brevemente una válvula en el lado de escape y el aire comprimido se libera hacia el colector de escape. Como en el tiempo de expansión ya no queda presión para empujar el pistón, la energía empleada en comprimir no se recupera; esa energía procede de la energía cinética del vehículo, que se frena.

El mecanismo que abre la válvula varía según el motor. En algunos, la propia válvula de escape se abre una vez más de lo normal durante el freno motor, mediante un mecanismo adicional en el eje de levas o en el balancín; en otros, una válvula pequeña e independiente, alojada en la culata, libera parte del aire comprimido hacia el conducto de escape. La fuerza de frenado aumenta con el régimen del motor, porque a más revoluciones se libera un mayor número de compresiones por unidad de tiempo; por eso en una bajada larga conviene mantener la marcha adecuada. En muchos sistemas el frenado es escalonado: en la primera posición de la palanca de mando se activa un grupo de cilindros y en las siguientes, más cilindros, de modo que el conductor elige la fuerza de frenado según la pendiente y la carga.

Aquí está también la diferencia con el freno de escape de tipo mariposa. La mariposa estrangula la línea de escape; el pistón, en el tiempo de escape, tiene que empujar el gas hacia fuera por un conducto más estrecho, y el frenado proviene de esa contrapresión. El freno de compresión, en cambio, toma la energía en el tiempo de compresión y no la devuelve en el de expansión, por lo que genera una fuerza de frenado mayor al mismo régimen. En el mismo vehículo puede añadirse además un retardador (retarder); para su funcionamiento puede consultarse la [guía del retardador \(retarder\)](#), y para saber en qué orden conviene usar los distintos sistemas de frenado auxiliar en una bajada larga y proteger el freno de servicio, la [guía sobre el brake fading en bajadas largas](#).

Síntomas de avería y diagnóstico

Las averías del freno de escape suelen avanzar de forma solapada: el conductor dice "ya no retiene como antes" pero puede que no se encienda ningún testigo de avería claro. La siguiente tabla resume los síntomas más frecuentes, sus posibles causas y el método de verificación.

Síntoma	Posible causa	Comprobación / verificación
El freno de escape no entra en funcionamiento en absoluto	Fallo del solenoide, fusible/cable cortado, sin alimentación de aire	Mida la tensión de mando al solenoide, compruebe la presión de la línea de aire, lea el código de avería de la ECU
El freno es débil, no ralentiza suficiente el vehículo	La mariposa no cierra del todo, fuga de aire, ajuste de la articulación defectuoso	Observe visualmente la posición de la mariposa, mida el recorrido del cilindro, busque la fuga con espuma de jabón

Síntoma	Posible causa	Comprobación / verificación
La mariposa se queda abierta / abre tarde	Muelle de retorno fatigado, eje agarrotado en el casquillo, acumulación de carbono	Pruebe a mano el muelle y la libertad del eje, compruebe la holgura del casquillo
Permanece activado de forma continua, el motor se ahoga	Solenoide bloqueado, el cilindro no gira, mariposa agarrotada en cerrado	Pruebe eléctricamente el solenoide, escuche el escape del cilindro, libere la mariposa y pruebe
Chasquido / ruido metálico al activarse	Holgura del brazo articulado, casquillo desgastado, brida floja	Apriete al par los elementos de unión, compruebe las holguras, inspeccione la junta de la brida
Fuga de escape/aire en la conexión, marcas de hollín	Junta de brida quemada, retén del cilindro con fuga	Busque la marca de fuga en caliente, inspeccione visualmente la junta y el retén
El freno reacciona tarde (retardo)	Estrangulamiento en la línea de aire, congelación por humedad/agua, solenoide lento	Compruebe el secador de aire y el drenaje de la línea, mida el tiempo de respuesta

Comprobación previa visual y auditiva

Empiece el diagnóstico siempre por el método más barato: con el motor al ralentí, active el freno de escape y observe visualmente el movimiento de la mariposa/articulación. La mariposa debe cerrarse con un "clic" claro y, al soltarla, abrirse con rapidez. Un movimiento lento, dubitativo o a medias indica un problema del muelle, del casquillo o de la presión de aire. Al activarse, el sonido procedente del escape debe volverse claramente más apagado.

Verificación neumática y eléctrica

Compruebe con un manómetro la línea de aire que va al cilindro; si la presión del sistema ha caído, la mariposa no cerrará del todo. Si en el instante del mando no llega tensión de alimentación al solenoide, la avería está en el lado eléctrico: mida en orden el fusible, el relé, el cableado y la salida de la ECU. Leer con un equipo de diagnóstico los códigos de avería del actuador del freno de escape orienta la dirección antes de desmontar nada mecánicamente.

Agarrotamiento por carbono y temperatura

El freno de escape trabaja de forma continua en gases en torno a 400–600 °C. Con el tiempo se acumula carbono/hollín en el eje y el casquillo; la mariposa se "pega" medio abierta. En ese caso, aunque el lado neumático y eléctrico estén en buen estado, el freno se debilita. Que el eje no pueda girarse a mano o cueste hacerlo es la señal más clara de que se necesita una limpieza de carbono o la sustitución del grupo.

Lecturas adicionales

Para una visión técnica en lenguaje sencillo de este tema, consulte el artículo de referencia en [Wikipedia](#). Confirme siempre las cifras y los procedimientos concretos con los datos de servicio del fabricante del vehículo.

Pasos de sustitución / instalación

EPI y seguridad: el grupo del freno de escape está **muy caliente** justo después de funcionar el motor — para evitar el riesgo de quemaduras, espere a que el sistema se enfríe por completo. Use guantes resistentes al calor y gafas de protección. Antes de empezar, descargue la presión de aire del vehículo, desconecte el borne negativo de la batería y asegure el vehículo con calzos/freno de mano. Trabaje con precaución alrededor de las superficies calientes del motor y de la zona del turbo.

- 1 **Preparación y seguridad:** sitúe el vehículo en un suelo llano, ponga el freno de mano y coloque calzos en las ruedas. Descargue la presión del depósito de aire, desconecte la batería y espere a que el sistema se enfríe.
- 2 **Marque las conexiones:** antes de desmontar, fotografíe o marque el conector eléctrico del solenoide, el latiguillo de aire y la posición de ajuste de la articulación; servirá de referencia en el montaje.
- 3 **Separe el aire y la electricidad:** retire con cuidado el latiguillo de aire que va al cilindro y el conector del solenoide; tape los extremos del latiguillo para que no entre suciedad.
- 4 **Libere la articulación:** desmonte el brazo articulado/horquilla que une el cilindro con el eje de la mariposa. Si hay desgaste, renueve el pasador y la horquilla.
- 5 **Desmonte el cilindro:** afloje los tornillos de fijación del cilindro de freno y retire el actuador. Inspeccione el estado de las juntas y los retenes.
- 6 **Desmonte el grupo de la mariposa:** afloje los tornillos de la brida de la línea de escape y extraiga el cuerpo de la mariposa. Limpie la superficie de la brida de restos de junta antiguos.
- 7 **Limpie e inspeccione las superficies:** compruebe la superficie de la brida, el asiento del eje y los casquillos; busque acumulación de carbono y grietas. Una brida deformada tiene fugas.
- 8 **Coloque el grupo nuevo:** monte el cuerpo de la mariposa nuevo con **junta nueva**. Inicie los tornillos a mano y apriételos en cruz, de forma progresiva, al par OE.
- 9 **Conecte el cilindro y la articulación:** monte el cilindro y conecte el brazo articulado ajustándolo a la posición que marcó. Asegúrese de que la mariposa abre y cierra por completo.
- 10 **Conecte el aire y la electricidad:** vuelva a colocar el latiguillo de aire y el conector del solenoide. Verifique que las conexiones asientan de forma estanca.
- 11 **Prueba y control de fugas:** conecte la batería, cargue la presión de aire, active varias veces el freno de escape y compruebe el movimiento de la mariposa y las posibles fugas. Confirme el efecto de frenado con una prueba de conducción breve.

Aspectos a tener en cuenta (errores frecuentes)

No reutilice la junta antigua. La junta de la brida de escape se fatiga a alta temperatura; una junta ya desmontada tiene fugas casi siempre. Use una junta nueva en cada montaje y deje la superficie de la brida lisa y limpia.

No deje el ajuste de la articulación "a ojo". Ajustar el brazo demasiado corto impide que la mariposa cierre del todo (freno débil); ajustarlo demasiado largo impide que vuelva a la posición abierta (ahogo del motor, contrapresión excesiva). Base el ajuste en la posición OE que marcó.

- No apriete los tornillos al par completo de una sola vez; apriete en cruz y de forma progresiva, de lo contrario la brida se alabea.
- No deje el latiguillo de aire doblado/aplastado; el estrangulamiento retrasa la respuesta del freno.
- Proteja el conector del solenoide de la suciedad y la humedad; el falso contacto provoca averías intermitentes y dificulta el diagnóstico.
- No fuerce el giro del eje de la mariposa; si hay agarrotamiento, haga una limpieza de carbono y no arriesgue a romper el eje.
- No deje flojas las conexiones del turbo y del colector de escape; las fugas secundarias reducen el rendimiento.
- No monte una mariposa "parecida" de diámetro/tipo distinto; cambia la contrapresión y se altera el equilibrio del motor y del freno.

Valores técnicos y puntos de control

Los valores siguientes son **referencias típicas/generales** para los sistemas de freno de escape de camiones pesados; varían según el motor y el fabricante. Para el valor exacto, el manual de servicio OE es siempre la referencia.

Parámetro	Rango de referencia típico	Nota
Presión de aire del sistema	~7–9 bar (100–130 psi)	Común con el sistema neumático del vehículo
Contrapresión del freno de escape	~2,5–5 bar (35–72 psi)	Depende del motor y del diámetro de la mariposa
Temperatura de trabajo del gas de escape	~400–600 °C	Varía según carga y régimen
Ángulo de cierre de la mariposa	Totalmente cerrada ≈ posición perpendicular a la línea	Puede haber una pequeña holgura de by-pass
Tensión de mando del solenoide	24 V DC nominal	Estándar de camión de carga
Tiempo de respuesta del freno	Corto (~por debajo de un segundo)	Un retardo notable es señal de avería

Rangos de par típicos para los elementos de unión (solo referencia general; el manual OE es la referencia):

Punto de conexión	Rango de par típico
Tornillos de la brida de escape (M8)	~20–30 Nm
Tornillos de la brida de escape (M10)	~40–55 Nm
Tornillos de fijación del cilindro	~20–35 Nm
Tuerca de bloqueo del brazo articulado	~15–25 Nm

Al aplicar los valores de par, tenga en cuenta la clase del tornillo (8.8 / 10.9) y el entorno de alta temperatura. En los tornillos de la zona caliente, si el fabricante lo considera adecuado, use pasta de montaje/fijación para alta temperatura y respete el orden de apriete en cruz.

Lista de comprobación en campo:

- ¿La mariposa alcanza libremente las posiciones totalmente abierta y totalmente cerrada?
- ¿Al activarse hay una ralentización notable y un apagamiento del sonido del escape?
- ¿Hay fuga de aire/escape o marcas de hollín en la conexión de la brida y del cilindro?
- ¿El conector del solenoide y el latiguillo de aire están firmes y estancos?
- ¿Se percibe holgura, chasquido o aflojamiento en la articulación?

Mantenimiento y vida útil

El freno de escape/motor, usado correctamente, es un sistema que requiere poco mantenimiento; pero si se descuida debido a la alta temperatura y al hollín constantes, con el tiempo se agarrota y se debilita. En los mantenimientos periódicos, inspeccionar visualmente el grupo, probar la libertad del eje y buscar fugas alarga notablemente su vida útil.

- En el servicio periódico, compruebe que el eje de la mariposa gira libre y que el muelle de retorno está firme.
- Si ha empezado la acumulación de carbono, límpiela pronto; esperar con una mariposa "pegada" acelera el desgaste del eje y del casquillo.
- No descuide en el mantenimiento el secador del sistema de aire y el drenaje de la línea; la humedad provoca corrosión/congelación en el solenoide y el cilindro.
- Ante la más mínima fuga en la junta de la brida o en el retén del cilindro, renueve la pieza; una fuga pequeña crece rápido.
- Vigile la holgura del pasador y de la horquilla de la articulación; a medida que aumenta la holgura, el ajuste se desplaza y el efecto de frenado disminuye.
- Mantenga la conexión del conector del solenoide limpia y seca; la corrosión es la causa número uno de las averías intermitentes.

Regla general: aunque el freno de escape no se considere una "pieza de desgaste", debido al entorno exigente en el que trabaja, el casquillo, la junta, el muelle y el solenoide se fatigan con el

tiempo. El diagnóstico temprano y el uso de recambios de calidad original protegen tanto la seguridad de frenado como la vida útil del sistema de freno de servicio (pastillas/discos).

La familia de productos de freno de escape/motor de VADEN ORIGINAL cubre los cilindros de freno de escape, las mariposas de gases de escape y las válvulas de freno de escape (junto con sus kits de reparación) de los camiones pesados con un estándar de calidad compatible OE. Fabricadas con el diámetro correcto, la brida correcta y una estanqueidad duradera, las piezas de Freno de Escape / Motor (cilindro+mariposa+válvula) de VADEN están diseñadas para ofrecer un frenado seguro en descensos largos y una larga vida útil de servicio. Para verificar el número de pieza adecuado a su vehículo y ver la gama completa de productos, consulte el catálogo de productos de VADEN.

Este documento es informativo; en la práctica prevalecen el manual de servicio vigente y las instrucciones de seguridad del fabricante del vehículo. Los valores son referencias generales para sistemas de vehículos pesados habituales; utilice la documentación de servicio OE para valores específicos del modelo. © VADEN Otomotiv San. Tic. A.Ş. · vadenoriginal.com