

Componentes de motor

Daños: causas, soluciones
y prevención

Prólogo

MAHLE es uno de los socios de desarrollo y fabricantes más importantes de componentes y sistemas de motor para la industria de la automoción.

En estrecha colaboración con los fabricantes de motores y automóviles, los ingenieros de MAHLE desarrollan en todo el mundo productos de la más alta calidad.



Información en:

www.mahle-aftermarket.com

Estos mismos elevados criterios de calidad se aplican también a las piezas destinadas al mercado del recambio.

Múltiples controles durante y después de la fabricación garantizan el elevado nivel constante de calidad de los productos MAHLE. Si en la práctica se produce alguna avería inesperada, las causas suelen encontrarse en el entorno del motor. Asimismo, las averías también se pueden deber a errores de manipulación o de montaje o bien al uso de líquidos inadecuados.

En la presente guía se han recopilado los daños más comunes. Muestra sus causas y ofrece consejos para evitar dichos daños en el futuro. Así se pretende facilitar la búsqueda de las posibles causas de los daños. Estas indicaciones contribuyen a un funcionamiento duradero y fiable de nuestros productos y, en consecuencia, alargan la vida útil del motor.

Por otra parte, nuestros expertos también se enfrentan a situaciones de daños complejas cuya explicación excedería el alcance de la presente guía. En caso de daños poco claros en nuestros productos, estaremos encantados de examinarlos en nuestras instalaciones y presentarle un dictamen a cargo de nuestros expertos. Le rogamos que se ponga en contacto con su distribuidor más próximo.



1. Temas generales	
1.1	Desgaste por suciedad 06
1.2	Exceso de combustible 08
1.3	Bloqueo hidráulico 10
1.4	Consumo de aceite elevado 12
2. Pistones	
	Tipos 18
	Consejos de montaje 22
	Marcas 24
2.1	Cabeza del pistón y parte de los segmentos
2.1.1	Cabeza del pistón quemado en motores de gasolina y diésel 26
2.1.2	Fundiciones en la cabeza del pistón y en el cordón de fuego en el motor de gasolina 28
2.1.3	Fundiciones en la cabeza del pistón y en el cordón de fuego en el motor diésel 30
2.1.4	Cordones de segmento de pistón rotos 32
2.1.5	Impacto de válvulas en la cabeza del pistón e impacto del pistón en la culata 34
2.1.6	Fisuras en la cabeza del pistón 36
2.2	Falda de pistón
2.2.1	Gripado de pistón en el lado de presión y contrapresión solo en la zona de la falda de pistón 38
2.2.2	Gripado de pistón en un lado de la falda de pistón 40
2.2.3	Gripado de pistón en dirección diagonal junto al orificio 42
2.2.4	Patrón de contacto asimétrico en la falda del pistón 44
2.2.5	Gripado de pistón solo en la sección de la falda de pistón 46
2.2.6	Fuerte desgaste en la falda de pistón con superficie áspera y mate 48

2.3	Soporte: alojamiento del bulón del pistón
2.3.1	Gripado en el orificio 50
2.3.2	Pared de pistón erosionada en la zona del alojamiento del bulón 52
3. Segmentos de pistón	
	Tipos y conceptos técnicos 56
	Consejos de montaje 58
3.1	Segmentos con rastros de quemaduras y gripado en la falda de pistón 60
3.2	Daños en la parte de los segmentos por segmentos rotos 62
3.3	Fuerte desgaste de las ranuras de segmento y de los segmentos 64
3.4	Fuerte desgaste radial de los segmentos 66
3.5	Consumo de aceite elevado después de cambiar los segmentos 68
4. Camisas de cilindro	
	Tipos y conceptos técnicos 72
	Consejos de montaje para cilindros con aletas y camisas 73
	Juntas para camisa de cilindro y cilindros con aletas 76
4.1	Cicatrices en la pared exterior de las camisas (cavitación) 78
4.2	Collarín desgarrado en las camisas 80
4.3	Fisuras longitudinales en las camisas 82
4.4	Gripado en el exterior e interior de las camisas semiacabadas (WN/LS) 84

5. Válvulas	
	Tipos y conceptos técnicos 86
	Consejos de montaje 87
	Guías de válvulas 88
	Asientos de válvula 90
5.1	Gripado del vástago de válvula 92
5.2	Deformación en el vástago de válvula 94
5.3	Rotura en la ranura de la válvula 96
5.4	Rotura en la zona del platillo de válvula 98
5.5	Desgaste del asiento de válvula 100
5.6	Deformación del platillo de válvula 102
5.7	Platillo de válvula quemado 104
6. Cojinetes	
	Tipos de cojinetes 108
	Posiciones de montaje de cojinetes 109
	Tipos y materiales 110
	Consejos de montaje 113
6.1	Estrías y partículas extrañas en la superficie de rodadura de los cojinetes 114

6.2	Marcas de desgaste locales en la superficie de rodadura de los cojinetes 116
6.3	Fuertes marcas de desgaste en la zona de la junta de separación de los cojinetes 118
6.4	Puntos pulidos, marcas de rodadura o corrosión en el exterior del cojinete 120
6.5	Desgaste o daños en los bordes exteriores del cojinete 122
6.6	Fuerte desgaste en todos los semicojinetes de bancada 124
6.7	Patrón de contacto desigual en los cojinetes 126
6.8	Gripado en cojinetes 128
6.9	Desprendimiento de material de la capa de rodamiento de los cojinetes 130
6.10	Capa de rodamiento porosa en cojinetes 132

Glosario	134
Nuestra cartera de productos	138
Nuestros servicios de información	139

1.1 Desgaste por suciedad



Fig. 1 Desgaste por suciedad en el pistón: estrías pronunciadas en sentido longitudinal



Fig. 2 Desgaste axial de los segmentos de pistón

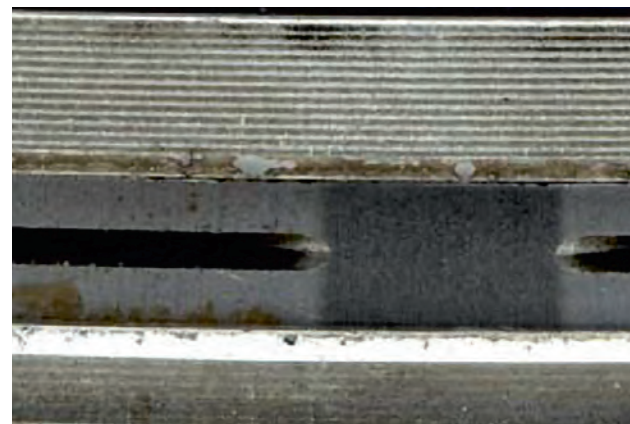


Fig. 3 Segmento de engrase extremadamente desgastado

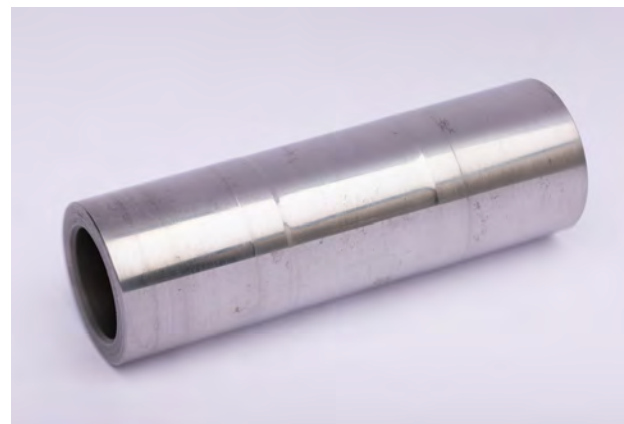


Fig. 4 Bulón de pistón desgastado

Defectos:

El desgaste por suciedad en el motor suele hacerse patente por un elevado consumo de aceite. En este sentido, el examen de los componentes muestra diferentes patrones de daños:

- La falda de pistón presenta un patrón de contacto ancho y mate en el lado de presión y contrapresión (fig. 1).
- El perfil de mecanización en la falda de pistón (fig. 2) y en la contraparte (superficie de deslizamiento del cilindro) está desgastado (fig. 3).
- La falda de pistón, los segmentos y la superficie de deslizamiento del cilindro presentan estrías estrechas en el sentido de la marcha.
- Los segmentos y los flancos de ranura presentan desgaste en altura (fig. 4).
- Los segmentos presentan una mayor holgura de corte. Los bordes de segmento pueden llegar a ser muy afilados.
- Los cordones de rodadura del segmento de engrase están desgastados (fig. 3).
- El bulón de pistón presenta estrías con perfil ondulado en sentido longitudinal (fig. 4+5).
- También se puede encontrar desgaste por suciedad en otros componentes, por ejemplo, en un vástago de válvula.

Causa(s):

Cuando se trata de daños por desgaste por suciedad, se pueden distinguir varios casos dependiendo del número de cilindros dañados y del estado de desgaste de los segmentos:

Si solo está dañado un cilindro... y el primer segmento está claramente más desgastado que el tercero, entonces la suciedad ha entrado en la cámara de combustión a través del sistema de admisión de un cilindro, es decir, desde arriba. Esto se debe a una fuga o a depósitos de suciedad que no se han eliminado antes del montaje.

Si están dañados varios cilindros o todos... y el primer segmento está claramente más desgastado que el tercero, entonces la suciedad ha entrado en la cámara de combustión a través del sistema de admisión común de todos los cilindros. Esto se debe a fugas y/o a un filtro de aire dañado o a la ausencia de este.

... y el tercer segmento está claramente más desgastado que el primero, entonces se puede suponer que el aceite del motor está sucio.

El aceite del motor se podría haber contaminado por la suciedad que queda en el motor después del montaje. Otra causa podrían ser unos intervalos excesivos entre los cambios de aceite del motor y del filtro de aceite.

Solución/Prevención:

- Se debe comprobar la estanqueidad del sistema de admisión.
- Antes del montaje, se debe limpiar la suciedad del cárter y los tubos de admisión.
- Durante el montaje, se debe prestar atención a la limpieza.
- Se debe comprobar el filtro de aire, y reemplazarlo si es necesario.

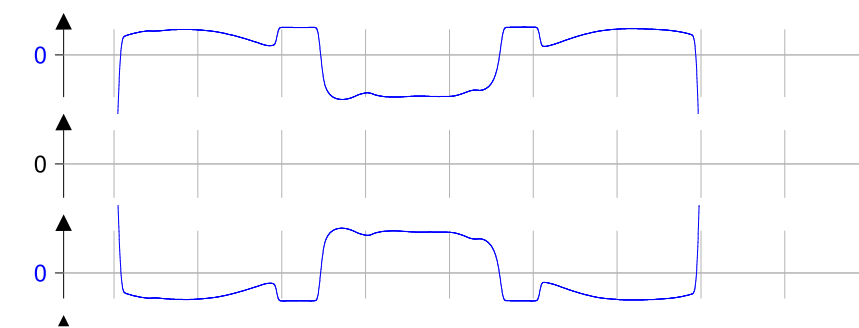


Fig. 5 Líneas superficiales en el bulón de pistón

1.2 Exceso de combustible



Fig. 1 Marcas en el orificio debido a aceite de motor diluido



Fig. 2 Vista de gripado unilateral

Defectos:

- La falda de pistón presenta un patrón de marcas mate, de color oscuro localmente, atravesado en determinados puntos con gripado y estrías (fig. 2).
- Los segmentos de pistón presentan estrías, posiblemente también puntos quemados en la superficie del segmento.
- El bruído en la camisa del cilindro o en la superficie de deslizamiento del cilindro está muy desgastado.
- En el bulón de pistón se pueden apreciar fuertes signos de desgaste. En el orificio se puede ver una formación de «pitting» o marcas (fig. 1).

Causa(s):

Una proporción demasiada elevada de combustible en el aceite diluye la película de aceite, lo cual, a su vez, reduce drásticamente su capacidad de carga, aumentando el desgaste de las piezas del motor. Un daño de este tipo puede tener las siguientes causas:

- Ajuste erróneo del sistema de inyección.
- La mezcla para el arranque en frío es demasiado rica.
- Los inyectores funcionan de forma deficiente.
- Cuando se conducen frecuentemente distancias cortas, el ciclo de regeneración del filtro de partículas diésel (DPF) se interrumpe a menudo. Esto hace que se acumule combustible no quemado en el aceite del motor.
- Debido a un espacio de combustión demasiado pequeño, el pistón impacta en la culata provocando una inyección descontrolada de combustible en los inyectores.
- La presión de compresión es demasiado baja. Esto puede tener las siguientes causas:
 - Una válvula presenta fugas.
 - La junta de la culata presenta fugas.
 - La distribución no está ajustada correctamente.
 - El espacio de combustión es demasiado grande.
 - Uno o varios segmentos de pistón están defectuosos.
 - Avería en el sistema de encendido, p. ej., una bujía defectuosa.

Solución/Prevención:

- El sistema de inyección debe ajustarse correctamente (enriquecimiento de la mezcla para el arranque en frío, etc.).
- Deben inspeccionarse los inyectores.
- Deben respetarse las medidas de montaje.
- El intervalo de cambio del filtro de combustible debe cumplirse y, si las condiciones son extremas, acortarse adecuadamente.
- Deben inspeccionarse las bujías, y reemplazarlas si es necesario.
- Especialmente con vehículos diésel, deben conducirse regularmente distancias largas para que se pueda completar la regeneración del filtro de partículas. Durante el montaje, se debe prestar atención a la limpieza.

1.3 Bloqueo hidráulico



Fig. 1 Pistón de vehículo industrial reventado por un bloqueo hidráulico



Fig. 2a Rotura por fuerza de la cabeza del pistón hasta el orificio



Fig. 2b Primer plano de una rotura por fuerza

Defectos:

Un bloqueo hidráulico genera fuerzas extremas. Estas fuerzas pueden afectar a varios componentes:

- El pistón está roto o deformado (fig. 1).
- La biela está doblada y rota (fig. 3).
- Uno o ambos alojamientos de bulón presentan una fisura o rotura que se extiende hacia arriba, en parte a través de toda la parte superior del pistón (fig. 2a+b).
- El bulón del pistón está roto.

Causa(s):

La causa de este daño se debe a que en la cámara de combustión han entrado líquidos, agua o combustible. Como ni el agua ni el combustible se pueden comprimir, el bloqueo hidráulico crea un esfuerzo brusco en el pistón, el bulón, la biela, la culata, el cárter, los cojinetes y el cigüeñal. Una cantidad excesiva de líquido puede llegar a la cámara de combustión debido a las siguientes razones:

- Ha entrado agua en la cámara de combustión a través del sistema de admisión (por ejemplo, al circular por cursos de agua).
- Debido a juntas defectuosas, el refrigerante del motor ha entrado en la cámara de combustión.
- Debido a un inyector averiado ha entrado demasiado combustible en la cámara de combustión.

Solución/Prevención:

- Durante la reparación de un motor se deben utilizar juntas impecables. Es necesario sustituir las juntas defectuosas.
- Es necesario comprobar los inyectores y sustituirlos en caso de duda.



Fig. 3 Eje de biela deformado y roto debido a un bloqueo hidráulico

1.4 Consumo de aceite elevado



Fig. 1 ¡Apagar el motor inmediatamente cuando se encienda esta luz!



Fig. 2 Segmento de engrase obstruido

Defectos:

Un cierto consumo de aceite es normal. Varía según el tipo de motor y la carga. Si se sobrepasa el consumo de aceite indicado por el fabricante, se habla de un consumo elevado, a diferencia de la pérdida de aceite que se produce, p. ej. debido a una fuga o similar.

Causa(s):

- Entrada de aceite en la cámara de combustión a través de la admisión debido, por ejemplo, a fugas en el turbocompresor por tener los cojinetes desgastados.
- El conducto de retorno del aceite en el turbocompresor está obstruido o carbonizado. Debido al consecuente aumento de la presión en el circuito de aceite, el aceite penetra desde el turbocompresor en el sistema de admisión y el sistema de escape.
- Junto con el combustible ha entrado aceite en la cámara de combustión, por ejemplo, a través de una bomba de inyección desgastada, que normalmente se lubrica a través del circuito de aceite del motor.
- Debido a un sistema de admisión no estanco, las partículas de suciedad han entrado en la cámara de combustión y aumentan el desgaste (véase también el capítulo «1.1 Desgaste por suciedad en el motor», página 6).
- En caso de un saliente de pistón incorrecto, se puede producir el impacto del pistón en la culata. Las vibraciones resultantes afectan al inyector. Posible consecuencia: el inyector deja de cerrarse completamente, con lo cual una gran cantidad de combustible llega a la cámara de combustión y se produce un rebose de combustible (véase también el capítulo «1.2 Exceso de combustible», página 8).
- El aceite del motor está defectuoso, por ejemplo, por
 - aceite viejo debido a intervalos de cambio de aceite excesivos o
 - aceites de baja calidad no aprobados.

- La consecuencia es la formación excesiva de carbonilla de aceite y hollín. Estas partículas en suspensión en el aceite pueden bloquear los segmentos y obstruir los orificios de retorno de aceite en los segmentos de engrase (fig. 2).
- Las bielas dobladas o torcidas hacen que el pistón se incline, por lo que la cámara de combustión ya no es lo suficientemente estanca (véase también el capítulo «2.2.4 Patrón de impacto asimétrico en la falda de pistón», página 44). En el peor de los casos, el pistón puede actuar como una bomba, transportando el aceite a la cámara de combustión.
- Unos segmentos rotos, atascados o montados incorrectamente pueden causar un sellado deficiente de la cámara de combustión respecto al cárter. Debido a esta falta de estanqueidad, el aceite puede llegar a la cámara de combustión.
- Los tornillos de culata están apretados incorrectamente. Esto puede provocar deformaciones y, por lo tanto, fugas en el circuito de aceite.
- Debido al desgaste de los pistones, los segmentos y las trayectorias de deslizamiento del cilindro, aumenta la cantidad de gases blow-by. Esto provoca una sobrepresión en el cárter. Si la presión es demasiado alta, la niebla de aceite puede llegar a las cámaras de combustión a través del respiradero del cárter.
- Debido a un nivel de aceite demasiado alto, el cigüeñal se sumerge en el aceite del motor en el cárter de aceite, lo que conduce a la formación de niebla de aceite. Además, también se puede formar espuma de aceite si el aceite es viejo o de baja calidad. La niebla o espuma de aceite llega entonces con los gases blow-by al sistema de admisión y, por lo tanto, a las cámaras de combustión a través de la ventilación del motor.
- Si hay anomalías en el proceso de combustión, puede producirse un rebose de combustible. Debido a la dilución del aceite con combustible, el desgaste de los pistones, los segmentos y la superficie de deslizamiento del cilindro aumenta considerablemente (véase también el capítulo «1.2 Exceso de combustible», página 8).
- Los aceites de baja calidad a menudo presentan una menor capacidad de carga y, por lo tanto, pueden causar un mayor desgaste.

- Si un cilindro se ha deformado, por ejemplo, a causa de unos tornillos de culata viejos o mal apretados, los segmentos del pistón ya no podrán mantener estanca la cámara de combustión hacia el cárter. Como resultado, puede llegar niebla de aceite a la cámara de combustión. En caso de deformación extrema, el pistón puede incluso actuar como una bomba, lo que significa que el aceite se bombea directamente a la cámara de combustión.
- Una mecanización deficiente del cilindro con una superficie de deslizamiento del cilindro mal bruñida impide una absorción de aceite suficiente. Esto provoca un gran desgaste de los componentes del motor, como los pistones, los segmentos y la superficie de deslizamiento del cilindro, y, por lo tanto, un sellado inadecuado respecto al cárter. Cuando las piedras de bruñido están obstruidas o atascadas, el bruñido no se realiza limpiamente, sino que se aplasta y se

mancha más, lo que da lugar a la llamada cubierta de chapa. Entonces, las láminas de grafito que se han cubierto de este modo ya no pueden cumplir su función. Además, los segmentos erosionan esta cubierta de chapa (escamas metálicas). Las partículas metálicas que se desprenden provocan estrías y desgaste.

- En compresores para sistemas de aire comprimido, una placa de válvula no estanca puede provocar la formación de agua de condensación en el cilindro. Esta condensación diluye el aceite lubricante, lo que provoca un mayor desgaste de los pistones, los segmentos y la superficie de deslizamiento del cilindro. El aceite también entra en el sistema de aire comprimido y causa daños en otros componentes (véase también el folleto de daños en filtros).



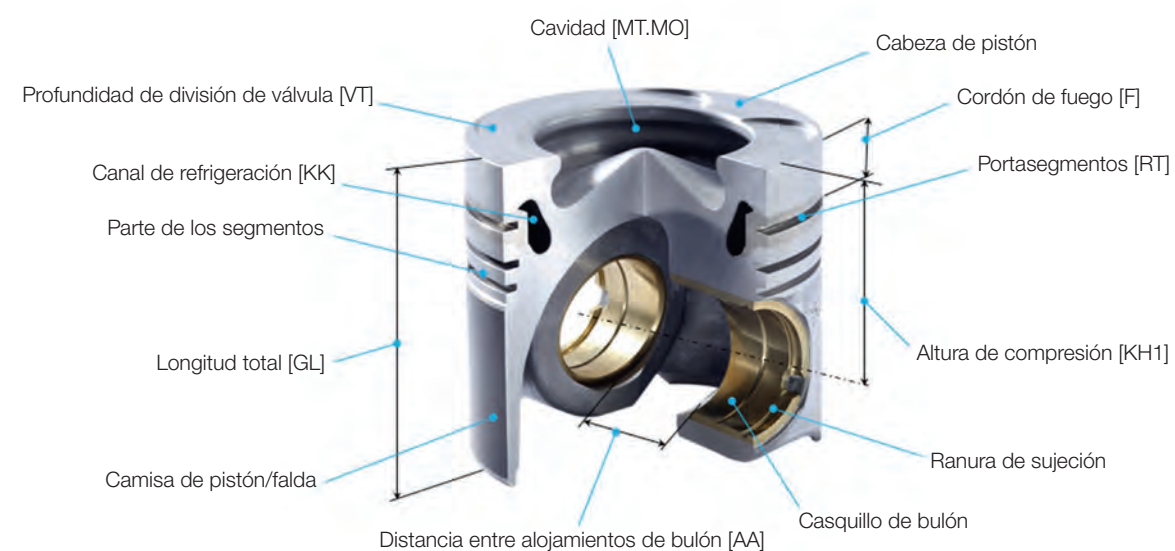
Fig. 3 Humos de escape



2. Pistones

Los pistones para recambio MAHLE Original se suministran listos para su instalación y con los segmentos montados. Las principales dimensiones y características de los pistones figuran en el catálogo. El diámetro del pistón, la holgura de montaje y, dado el caso, el sentido del montaje, están indicados en la cabeza del pistón. El diámetro del pistón que se indica sumado a la holgura de montaje correspondiente, da como resultado el diámetro del cilindro.

Durante el montaje del pistón debe tenerse en cuenta el sentido del montaje. Los cortes de cada uno de los segmentos de pistón deben estar repartidos uniformemente por toda la circunferencia. El circlip del bulón debe montarse de tal modo que el corte quede arriba o abajo. Se debe lubricar el diámetro interior o los pistones y los segmentos. Con el fin de evitar daños durante el montaje del pistón en el diámetro interior, debe emplearse una herramienta de montaje apropiada (p. ej.: manguito circular).



Tipos

Como el mayor fabricante de pistones del mundo, ofrecemos una amplia gama de variantes de productos y materiales.

Nuestra cartera de productos incluye pistones de aluminio fundidos o soldados mediante haz de electrones, así como pistones contruirdos con partes inferiores de aluminio, acero y de fundición esferoidal. Los pistones contruirdos están atornillados con las partes superiores de acero soldado, un material que ha demostrado un desempeño excelente. Los pistones de acero no solo se suministran en su versión atornillada, sino que también están disponibles con soldadura por fricción o soldadura blanda de alta temperatura. La gama de pistones de MAHLE para motores de gran tamaño abarca productos con hasta 580 mm de diámetro.

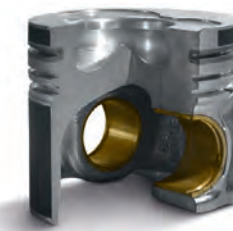
Campos de aplicación de pistones de gran tamaño

- Material rodante
- Vehículos especiales
- Ingeniería naval
- Petróleo y gas
- Motores industriales



Pistones ECOFORM® con hendiduras laterales inclinadas

Pistones de peso optimizado para motores de gasolina de turismos. Mediante una tecnología de fundición especial, estos pistones poseen un peso reducido y, al mismo tiempo, una alta resistencia estructural.



Pistones con portasegmentos y casquillos de bulón

Estos pistones para motores diésel cuentan con un portasegmentos de hierro fundido especial unido metálicamente al material del pistón para aumentar la resistencia al desgaste, especialmente en la primera ranura de los motores diésel. Mediante casquillos de bulón fabricados en un material especial, se aumenta la capacidad de carga del casquillo.



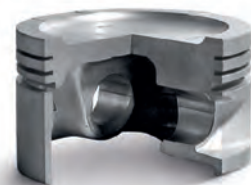
Pistones MONOTHERM®

El pistón acero fundido en una sola pieza para turismos y vehículos industriales, con una resistencia estructural extremadamente alta, fue desarrollado para las cámaras de combustión modernas con presiones a partir de 220 bares. En la variante de falda abierta y combinado con un bulón de pistón corto, su peso es comparable al de un pistón de aluminio.



Pistones con portasegmentos, canal de refrigeración y refuerzo de cabeza

Estos pistones se emplean en motores diésel sujetos a elevadas cargas. A modo de protección adicional y para evitar grietas tanto en el borde de la cavidad en la base, estos pistones cuentan con una capa especial de anodización dura (capa HA) en la cabeza del pistón.



Pistones AUTOTHERMATIK®/HYDROTHERMATIK®

Estos pistones se utilizan preferentemente en motores de gasolina y diésel para turismos sujetos a elevadas cargas. Cuentan con bandas de acero fundidas, pero no están ranuradas. De esta manera, forman un cuerpo uniforme con una mayor resistencia.



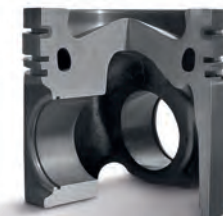
Pistones AUTOTHERMIK®/HYDROTHERMIK®

Estos pistones, especialmente silenciosos, se montan preferentemente en motores para turismos. Cuentan con bandas de acero fundidas y están ranuradas en la transición de la parte de los segmentos a la parte de la falda.



Pistones con portasegmentos refrigerado

En estos pistones, el portasegmentos y el canal de refrigeración se han combinado en un proceso de fabricación especial para formar un único sistema. De este modo, estos pistones disponen de una evacuación del calor significativamente mejorada, especialmente en la primera ranura del segmento.



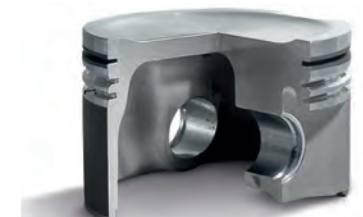
Pistón con portasegmentos y canal de refrigeración

Los pistones con portasegmentos y canal de refrigeración se utilizan allí donde las temperaturas de servicio son especialmente elevadas. Con el fin de contrarrestar las elevadas temperaturas en la cabeza del pistón y en la parte de los segmentos, se lleva a cabo una refrigeración intensiva mediante el aceite que circula en el canal de refrigeración.



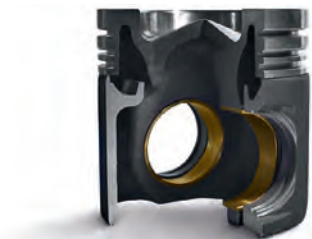
Pistón con falda completa de fundición

La cabeza del pistón, la zona del segmento y la falda forman una unidad robusta. Los pistones con falda completa de fundición tienen una larga vida útil y trabajan en motores de gasolina y diésel. Su campo de aplicación va desde los motores para modelismo hasta los motores de gran tamaño.



Pistón con falda completa de forja

Estos pistones se encuentran principalmente en motores de serie o de competición sujetos a elevadas cargas. Gracias al proceso de fabricación, disponen de una elevada resistencia y esto permite pequeñas secciones de pared y un bajo peso de los pistones.



Pistones FERROTHERM®

Estos pistones están compuestos de una cabeza de pistón de acero y una falda de aluminio, que se encuentran unidas en forma articulada por medio del bulón. Debido a la elevada resistencia y a los bajos valores de desgaste es posible mantener un valor más bajo de las emisiones de gases de escape especialmente en motores diésel sometidos a elevadas cargas.



Pistones para motores de dos tiempos

Pistones fabricados en aleaciones especiales de aluminio capaces de hacer frente a las elevadas cargas mecánicas y térmicas de los motores de dos tiempos.



Pistones MonoWeld® para vehículos industriales

Este pistón de acero soldado por fricción destaca por su elevada capacidad de carga térmica y permite presiones de encendido por encima de 230 bares. La estructura rígida cerrada posibilita una mejor refrigeración del borde de la cavidad, ya que se pueden realizar grosores de pared más finos. La falda unida asegura un mejor guiado lateral y por tanto también una menor tendencia a la cavitación.

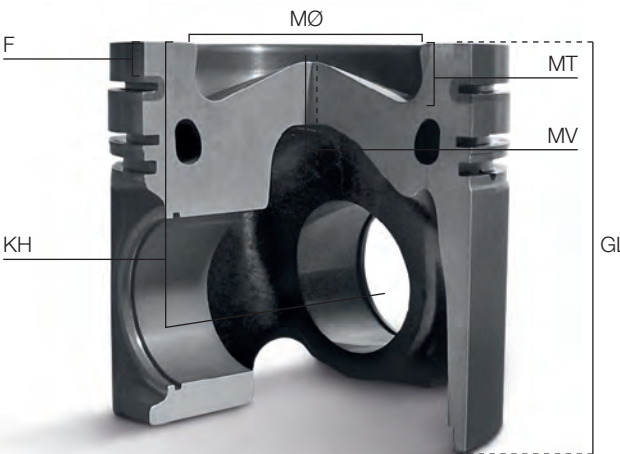
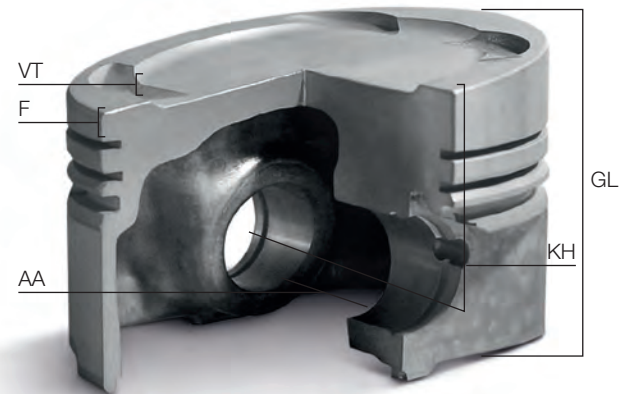
Conceptos técnicos

Tipos de piezas en bruto

- F = Pistones de forja líquida
- KB = Pistones FERROTHERM®
- L = Pistones de falda completa
- MT = Pistones MONOTHERM®
- P = Pistones forjados
- V = Pistones AUTO/HYDROTHERMIK®/Pistones AUTO/HYDROTHERMATIK®

- AK = Escotadura para boquilla de refrigeración
- DRT = Portasegmentos doble
- KK = Canal de refrigeración
- RT = Portasegmentos
- GRT = Portasegmentos refrigerado
- Fe = Recubierto de acero
- HA = Anodización dura
- C = Recubierto con grafito

Conceptos técnicos



Pistones (medidas)

- AA = Distancia entre alojamientos de bulón
- F = Altura del cordón de fuego
- GL = Longitud total
- KH = Altura de compresión
- MØ = Diámetro de la cavidad
- MT = Profundidad de la cavidad
- MV = Desplazamiento de la cavidad
- ÜH = Deflector
- VT = Profundidad de la división de válvula

Bulones de pistón

Dimensiones del bulón:
Diámetro exterior del bulón x longitud total

- FB = Bulón moldeado
- NB = Casquillo de bulón
- S = Biela embutida/fija
- T = Biela trapezoidal
- ST = Biela escalonada

Consejos de montaje

Los pistones para recambio MAHLE se suministran listos para su instalación y con los segmentos montados. El diámetro del pistón, la holgura de montaje y el sentido de montaje están indicados en la cabeza del pistón. El diámetro del pistón que se indica sumado a la holgura de montaje correspondiente, da como resultado el diámetro del cilindro. Para obtener el diámetro nominal del pistón estampado, en el caso de pistones con cuerpo grafitado deben restarse 0,015 a 0,020 mm de espesor de capa al diámetro del pistón que se ha medido.

Ejemplo

Diámetro medido con capa de grafito	90,00 mm
Diámetro marcado en la cabeza del pistón	– 89,96 mm
Espeor de la capa de grafito	0,04 mm

Los segmentos se han colocado con sumo cuidado. Todo montaje o desmontaje innecesario con excesiva abertura ocasiona una deformación permanente y perjudica el buen funcionamiento. Los bulones están embalados para protegerlos contra la corrosión y se adjuntan al pistón, al igual que los circlips de bulón (en caso necesario). Los bulones han sido elegidos con el ajuste adecuado para poder ser montados indistintamente en un mismo tipo de pistón. Sin embargo, algunas veces los pistones y bulones se identifican con marcas de color. En este caso, no se pueden cambiar por piezas que lleven distintos colores.

Montaje de pistones y bielas

Antes del montaje, debe comprobarse el paralelismo de los ejes de las bielas (flexión o torsión) con respecto a sus orificios y realizar su sustitución en caso necesario. Durante el montaje se debe prestar atención a que todos los componentes estén bien lubricados. En principio, los pistones y las bielas deben montarse conforme al sentido de montaje prescrito.



Ajuste embutido

El montaje de pistones y bulones en la biela con ajuste embutido en caliente requiere de sumo cuidado. Es de especial importancia el libre juego entre los pistones y los bulones después del montaje.

Bulón flotante

En el caso de pistones con bulones flotantes, los circlips incluidos sirven para fijar el pistón dentro del agujero de bulón.

Los circlips deben montarse con las herramientas apropiadas. Hay que prestar atención a que estos circlips encajen perfectamente en la ranura prevista y que el corte se encuentre siempre en la dirección ascendente del pistón. No emplee circlips usados y evite una presión excesiva, ya que de lo contrario pueden ocasionarse deformaciones permanentes.

Montaje del pistón

Durante el montaje del pistón debe tenerse en cuenta el sentido del montaje. Los cortes de cada uno de los segmentos de pistón deben estar repartidos uniformemente por toda la circunferencia. El circlip del bulón debe montarse de tal modo que el corte quede arriba o abajo. Se debe lubricar el diámetro interior o los pistones y los segmentos.

Con el fin de evitar daños durante el montaje del pistón en el diámetro interior, debe emplearse una herramienta de montaje apropiada (p. ej.: manguito circular).

En el caso de motores diésel debe medirse el tamaño de la hendidura y deben respetarse las indicaciones del fabricante del motor.

En el caso de pistones con cabeza del pistón de anodizado duro, no debe desenroscarse la cabeza.

Se debe prestar atención a que solo se utilicen juntas de culata y filtros de aire, combustible y aceite aprobados por los fabricantes de los motores.

Antes del montaje, los componentes (bloque de cilindros, cigüeñal, biela y cárter de aceite) deberán ser limpiados cuidadosamente de restos de mecanizado y sedimentos.



Marcas

Información en la cabeza del pistón

- 1

1

Símbolo de la empresa/marca. Estos símbolos garantizan la calidad MAHLE.
- 2

2

Se deberá tener en cuenta el sentido de montaje marcado en la cabeza del pistón de acuerdo con el fabricante del motor respectivo. Se utilizan, entre otros, el símbolo de cigüeñal, una muesca de fundición o indicaciones como «vorn» (delante), «Front» (frente) o «Abluft» (aire de escape). Puede ser necesario respetar el sentido de montaje debido a una forma asimétrica de la cabeza o también a un agujero de bulón desplazado del bulón del pistón por razones de ruido. En el caso de pistones para motores con medidas del cilindro en pulgadas se encuentran también para el diámetro máximo del pistón, las indicaciones «Std.» o para las sobremedidas, por ejemplo, «.020».
- 3

3

La holgura de montaje en milímetros corresponde a la diferencia de diámetro necesaria entre el diámetro interior y la falda de pistón.

- 4

4

El diámetro máximo del pistón se indica en milímetros. En pistones pequeños, normalmente, solo está estampado el grupo de medida y el diámetro nominal. En el embalaje pueden estar indicados otros datos sobre los diámetros y la holgura de montaje.

Otros símbolos adicionales en la cabeza del pistón pueden ser, por p. ej.:

- A = Salida
- E = Entrada
- 1 = Cilindro 1
- 1/2 = Cilindro 1 y 2

Cálculo de la medida nominal para el diámetro interior del cilindro en el ejemplo del pistón representado:

Diámetro del pistón (4)	83,93 mm
Holgura (3)	+ 0,07 mm
-----	-----
Diámetro del cilindro	84,00 mm



2.1.1 Cabeza de pistón quemada

En motores de gasolina y diésel



Fig. 1 Agujero en la cabeza del pistón causado por el uso de bujías con un grado térmico incorrecto

Defectos:

- Hay un agujero en la cabeza del pistón (fig. 1).
- La superficie que rodea el agujero está cubierta con material de pistón fundido.
- El cordón de fuego está fundido (fig. 2).
- La cabeza del pistón está fundida y la parte de los segmentos está parcialmente quemada (fig. 3+4).

Causa(s):

La causa del daño es un sobrecalentamiento local. En este caso, se debe hacer una distinción entre el motor de gasolina y el motor diésel.

Motor de gasolina:

- La bujía presenta un grado térmico demasiado bajo.

- Se han producido igniciones procedentes de una bujía sobrecalentada (véase también el capítulo 2.1.2, página 28).

Motor diésel:

El cielo del pistón está sobrecalentado, pero la cavidad de combustión no está dañada. Se aprecia un buen patrón de chorro en la cabeza del pistón. El nivel de temperatura demasiado alto del cielo del pistón puede tener las siguientes causas:

- La boquilla de refrigeración está deformada, arrancada o no se ha montado (fallo de montaje).
- Se ha sobrepasado el intervalo de cambio de aceite. En este caso, existe un riesgo de polimerización del aceite del motor, especialmente en el caso de los biocombustibles como la colza y los aceites de soja, que pueden obstruir las boquillas de refrigeración.
- Las partículas extrañas, como los restos de juntas o similares, impiden la circulación necesaria en el circuito de aceite (véase también el capítulo 2.1.3, página 30).

Solución/Prevención:

Motor de gasolina:

- Solo se debe utilizar combustible con el octanaje prescrito.
- El sistema de inyección, el carburador y el encendido deben ajustarse correctamente.
- Se deberán utilizar exclusivamente bujías de acuerdo con las instrucciones del fabricante.
- Se debe comprobar la estanqueidad del sistema de admisión.

Motor diésel:

- La cantidad y el momento de la inyección deben ajustarse de acuerdo con las instrucciones del fabricante.
- Se debe comprobar la estanqueidad, la presión de inyección y el patrón de chorro de los inyectores.
- En el montaje de las boquillas de refrigeración se deberá prestar atención a la correcta alineación.

- Cuando el motor funciona con biocombustibles, los intervalos de cambio de aceite deben acortarse drásticamente.
- Los canales de aceite en el bloque motor, el cigüeñal y la culata se deben limpiar con sumo cuidado.
- Se debe comprobar el correcto funcionamiento de la válvula reguladora de presión.



Fig. 2 Cordón de fuego fundido en el pistón de gasolina



Fig. 3 Pistón de diésel quemado



Fig. 4 Cordón de fuego fundido en el pistón de diésel

2.1.2 Fundiciones en la cabeza del pistón y el cordón de fuego

En el motor de gasolina



Fig. 1 Rastros de erosión en el pistón de gasolina



Fig. 2 Picado

Defectos:

El daño descrito aquí incluye varias etapas, desde las fundiciones hasta el orificio en la cabeza del pistón:

- En la cabeza del pistón y/o en el cordón de fuego, la superficie presenta erosiones locales (fig. 1).
- El cordón del segmento del pistón está roto (fig. 3).
- En el cielo del pistón se pueden apreciar fundiciones (fig. 2) que se extienden hasta la cabeza del pistón completamente derretida, incl. la rotura del cordón de segmento (fig. 3).
- El pistón presenta un agujero.

Causa(s):

Este daño puede atribuirse a un fallo en el proceso de combustión. Este puede tener varias causas:

- La combustión se realiza con una mezcla de combustible y aire demasiado pobre, lo que puede tener las siguientes razones:
 - Se aspira el aire secundario.

- Hay un problema con la gestión del motor, por ejemplo, con el caudal de combustible.
- El ajuste del carburador es incorrecto.
- Un sensor está defectuoso (caudalímetro, sonda lambda, transmisor PMS, etc.).
- Se ha utilizado combustible incorrecto (demasiado bajo octanaje, diésel en lugar de gasolina).
- La bujía presenta un grado térmico demasiado bajo.
- El tiempo de encendido está ajustado incorrectamente.
- La presión de sobrealimentación es demasiado alta (por ejemplo, debido al tuning).
- Los componentes individuales o todo el motor están sobrecalentados. Los causantes son, por ejemplo:
 - Un juego de válvulas demasiado pequeño y, como resultado, el platillo de válvula se sobrecalienta.
 - Una temperatura del aire de admisión demasiado alta.
 - Un fallo en el circuito de refrigerante, como la falta de agua, una correa trapezoidal suelta o un termostato defectuoso.

Solución/Prevención:

- Solo se puede repostar combustible con el octanaje prescrito.
- El sistema de inyección, el carburador y el encendido deben ajustarse correctamente.
- Se deberán utilizar exclusivamente bujías de acuerdo con las instrucciones del fabricante.
- Se debe comprobar la estanqueidad del sistema de admisión.
- En el caso de una culata reparada, se debe instalar una junta más gruesa y, en el caso de pistones de tamaño apropiado, se debe prestar atención a una altura de compresión más reducida.
- Con el motor sobrealimentado, se debe prestar atención a la correcta presión de sobrealimentación.



Fig. 3 Rotura del cordón de segmento

2.1.3 Fundiciones en la cabeza del pistón y el cordón de fuego

En el motor diésel



Fig. 1 Corona del pistón derretida en el pistón de diésel



Fig. 2 Fundición en el cordón de fuego y gripado en la falda



Fig. 3 Decoloración por sobrecalentamiento en el pistón FERROTHERM®



Fig. 4 Boquilla de refrigeración rota

Defectos:

El daño descrito aquí incluye varias etapas, desde los daños leves en el pistón hasta daños extremadamente graves en el motor:

- El cielo del pistón presenta marcas de erosión.
- En el cielo del pistón se pueden apreciar fundiciones que se extienden hasta la cabeza del pistón completamente fundida (fig. 1).
- En casos extremos, el pistón presenta gripado en toda su longitud y circunferencia.
- La cabeza del pistón presenta un agujero.

Causa(s):

Este daño se debe a una sobrecarga térmica del pistón. Hay dos causas posibles, que también difieren en el patrón de daños:

1. Fallo en el proceso de combustión:

Este fallo se diagnostica por:

- El borde de la cavidad está desgastado, se aprecian fundiciones locales de material.
- Los inyectores presentan un patrón de chorro deficiente.
- Ajuste incorrecto de la presión y caudal de los inyectores.
- Un fallo en el proceso de combustión puede tener varias causas:
 - El suministro de aire disminuido, p. ej., filtro de aire obstruido.
 - El caudal de combustible está ajustado incorrectamente.
 - Ajuste incorrecto del inicio de transporte de combustible.

- La aguja del inyector se atasca o no funciona suavemente.
- El sistema de escape está obstruido.

- Se producen un retraso en la ignición y fallos en la ignición, que pueden tener las siguientes causas:

- Se ha repostado combustible incorrecto o combustible con un índice de cetano demasiado bajo, o hay gasolina en el diésel.
- Pérdidas de compresión por válvulas no estancas.
- Compresión insuficiente por espacio de compresión excesivo.
- El precalentamiento del aire es defectuoso (especialmente a temperaturas exteriores muy bajas).

2. Sobrecalentamiento del cielo del pistón:

Esto se puede ver por los siguientes detalles:

- La cavidad de combustión no está dañada.
- Se aprecia un buen patrón de chorro en la cabeza del pistón (fig. 2). En caso de pistones de acero: decoloración en la parte interior en dirección a la cabeza del pistón (fig. 3).

El nivel de temperatura demasiado alto del cielo del pistón puede tener las siguientes causas:

- La boquilla de refrigeración está deformada, arrancada o no se ha montado (fallo de montaje, fig. 4).
- Se ha sobrepasado el intervalo de cambio de aceite. En este caso, existe un riesgo de polimerización del aceite del motor, especialmente en el caso de los biocombustibles como la colza y los aceites de soja, que pueden obstruir las boquillas de refrigeración.
- Las partículas extrañas, como los restos de juntas o similares, impiden la circulación necesaria en el circuito de aceite.

Solución/Prevención:

- La cantidad y el momento de la inyección deben ajustarse de acuerdo con las instrucciones del fabricante.
- Se debe comprobar la estanqueidad, la presión de inyección y el patrón de chorro de los inyectores.
- En el montaje de las boquillas de refrigeración se deberá prestar atención a la correcta alineación.
- Es aconsejable desmontar las boquillas de refrigeración antes de desmontar los pistones. Esto evita que la biela doble la boquilla de refrigeración durante la tracción de los pistones.
- Los canales de aceite en el bloque motor, el cigüeñal y la culata se deben limpiar con sumo cuidado.
- Se debe comprobar el correcto funcionamiento de la válvula reguladora de presión.
- En caso de que el motor funcione con biocombustibles, se debe prestar atención a un aceite de motor adecuado y a los intervalos de cambio de aceite prescritos especialmente para ello.

2.1.4 Cordones de segmento rotos



Fig. 1 Cordones de segmento rotos debido a un fallo en el proceso de combustión



Fig. 2 Rotura por la fuerza del cordón de fuego



Fig. 3 Progresión de la rotura de abajo hacia arriba

Defectos:

- En el caso de cordones de segmento rotos se distinguen dos progresiones de rotura: de arriba hacia abajo (fig. 1) o de abajo hacia arriba (fig. 2+3).
- En la cabeza del pistón, en el cordón de fuego y en los flancos de las ranuras generalmente se pueden ver marcas de erosión.

Causa(s):

La causa de estos daños son las sobrecargas mecánicas de los cordones de segmento, ya sea debido a un fallo en el proceso de combustión o a un error de montaje.

1. Fallo en el proceso de combustión:

Después de iniciar el encendido a través de la chispa, se produce una combustión espontánea en otros lugares de la cámara de combustión, lo que aumenta la velocidad de combustión en aproximadamente 10 veces. Esto conduce a un aumento de presión demasiado pronunciado de hasta 300 bar por grado de ángulo de cigüeñal (valor normal de 3–5 bar por grado de ángulo de cigüeñal) y a vibraciones similares a las de los ultrasonidos, así como al sobrecalentamiento debido al progreso irregular de la combustión. Las consecuencias son fisuras o roturas de los cordones de segmento y de la falda de pistón con un progreso de rotura de arriba hacia abajo. Este fallo en el proceso de combustión también se conoce como «picado».

Las causas del picado pueden ser, entre otras:

Motor de gasolina:

- El tiempo de encendido es incorrecto (encendido prematuro).

- La mezcla de combustible y aire es demasiado pobre.
- Se ha repostado diésel en lugar de gasolina (incluso pequeñas cantidades en la gasolina son críticas).
- El aire de admisión está demasiado caliente.
- La relación de compresión es demasiado alta.

Motor diésel:

Al igual que en el picado de motores de gasolina, un retardo excesivo del encendido provoca una combustión incontrolada con picos de presión elevados y una sobrecarga mecánica de los cordones de segmento. Las causas pueden ser:

- La presión de compresión es demasiado baja.
- La presión de pulverización de los inyectores es demasiado baja.
- Los dispositivos auxiliares de arranque como p. ej. el aerosol de arranque, se han utilizado incorrectamente.
- Los inyectores no son estancos.
- Se inyecta una cantidad de combustible demasiado grande.
- Se ha repostado gasolina en lugar de diésel.

2. Errores de montaje:

- Si los segmentos de pistón se han montado sin cinta tensora, a menudo no se alojan completamente en la ranura. Al golpear después el pistón, los segmentos sobresalen parcialmente y se bloquean en el lado frontal del orificio. Se produce la rotura típica de los cordones de segmento de abajo hacia arriba (fig. 2+3).
- En cambio, en caso de error de montaje en el motor de dos tiempos, la rotura se produce de arriba hacia abajo, ya que el pistón se inserta en el cilindro desde la parte inferior.

Solución/Prevención:

- Solo se debe utilizar combustible con el octanaje prescrito.
- El sistema de inyección, el carburador y el encendido deben ajustarse correctamente.
- Se deberán utilizar exclusivamente bujías de acuerdo con las instrucciones del fabricante.
- Se debe comprobar la estanqueidad del sistema de admisión.
- En el caso de una culata reparada, se debe instalar una junta más gruesa y, en el caso de pistones de tamaño apropiado, se debe prestar atención a una altura de compresión más reducida.
- Con el motor sobrealimentado, se debe prestar atención a la correcta presión de sobrealimentación.
- Durante la reparación de un motor se debe prestar atención a juntas impecables y se deben reemplazar las juntas relevantes.
- Es necesario comprobar los inyectores y sustituirlos en caso de duda.

2.1.5 Impacto de válvulas en la cabeza del pistón e impacto del pistón en la culata



Fig. 1 Cabeza de pistón con impacto de válvula



Fig. 2 Pistón impactado contra la culata



Fig. 3 Pistón roto transversalmente a la altura del eje del bulón de pistón

Defectos:

- En la cabeza del pistón se aprecian impactos de válvula o marcas de contacto por colisión con la culata (fig. 1+2).
- El pistón está desgarrado transversalmente respecto al orificio (fig. 3), en combinación con impactos extremos en la cabeza del pistón.

Causa(s):

El daño descrito se basa en daños por colisión del pistón. Los posibles componentes implicados en la colisión son:

Una o varias válvulas:

Las causas de la colisión pueden ser:

- Debido al número excesivo de revoluciones, los muelles de válvula no pueden recuperar la válvula a tiempo y el pistón colisiona con la(s) válvula(s).
- Las fases de distribución se han desajustado debido a un ajuste erróneo tras el montaje del motor, o debido a tensores de cadena no funcionales, por ejemplo, debido a una distribución ajustada incorrectamente o a una tensión insuficiente de la correa dentada/de la cadena de distribución.
- Se ha roto una válvula.
- Cadena de distribución extendida (consecuencia de intervalos de cambio de aceite sobrepasados).
- La cadena de distribución ha saltado (rotación inversa del motor).

Solución/Prevención:

- Durante el montaje, las fases de distribución deben ajustarse correctamente.
- Durante el montaje de los cojinetes de biela, comprobar la holgura entre la muñequilla y la cabeza de biela.
- Montar los tornillos de los cojinetes de biela según las indicaciones del fabricante del vehículo (renovar, prescripción de apriete).
- Durante el montaje, se debe comprobar la dimensión del espacio de combustión en todos los cilindros.
- En caso de ruidos de marcha fuertes, se debe apagar el motor y buscar la causa para evitar daños consecuentes.

2.1.6 Fisuras en la cabeza del pistón



Fig. 1 Fisuras en el borde de la cavidad



Fig. 2 Pistón roto hasta el orificio



Fig. 3a Fisuras en el borde de la cavidad



Fig. 3b Primer plano

Defectos:

- Hay fisuras en la cabeza del pistón (fig. 1).
- El pistón está roto en la dirección del perno del pistón (fig. 2).
- Hay fisuras en el borde de la cavidad (fig. 3a+b).

Causa(s):

Estas fisuras se deben a una sobrecarga mecánica o térmica del pistón.

Sobrecarga mecánica:

La sobrecarga mecánica del pistón a menudo se debe al tuning.

- El aumento excesivo de la potencia (tuning) del motor da lugar a una sobrecarga del pistón, sobre todo en la dirección del bulón de pistón. Las consecuencias son una fisura inicial en el agujero de bulón o una rotura en forma de hendidura longitudinal a través del pistón en la dirección del bulón.
- Debido a presiones de encendido significativamente incrementadas por el tuning del motor o a una mecanización posterior de la geometría del bulón de pistón (ahorro de peso), el bulón puede estar expuesto a una sobrecarga mecánica. Esto hace que se adquiera una forma oval bajo el efecto de la presión de encendido, lo que puede provocar grandes tensiones en el orificio y que el pistón se agriete en la dirección del bulón.
- A causa de la reducción de peso del pistón, ya no se pueden absorber las fuerzas generadas, con lo cual se forman fisuras en el material.

Sobrecarga térmica:

Debido a un funcionamiento incorrecto del sistema de inyección, un aumento de potencia (tuning) o la ayuda de arranque en los motores diésel, hay una cantidad de combustible excesiva en la cámara de combustión, lo que a su vez provoca cargas térmicas extremadamente variables en el pistón. Esto tiene como consecuencia la formación de fisuras en el borde de la cavidad, especialmente en los motores diésel (fig. 3a+b).

Solución/Prevención:

- Solo el propio fabricante del motor o talleres de tuning muy experimentados deben llevar a cabo el aumento de potencia y las modificaciones necesarias en el motor que ello conlleva.
- El sistema de inyección se ajustará de acuerdo con las especificaciones del fabricante.

2.2.1 Gripado de pistón en el lado de presión y contrapresión del pistón

Solo en la zona de la falda de pistón



Fig. 1 Gripado en pistones FERROTHERM®, decoloración térmica en la camisa de cilindro



Fig. 2 Gripado en la falda de pistón, causado por la falta de holgura

Defectos:

- La falda de pistón presenta tanto en el lado de presión como en el de contrapresión marcas con estrías de gripado (fig. 1).
- Los puntos gripados son parcialmente brillantes, como pulidos (fig. 2).
- El gripado se concentra hacia el final de la falda.
- Los segmentos y la parte de los segmentos están en buenas condiciones.
- En pistones de dos piezas (FERROTHERM®): fuerte gripado en todo la falda de pistón. Gripado leve en la zona de segmentos de la parte superior de acero.

Causa(s):

La causa del daño es un sobrecalentamiento local. Puesto que la corona y la cabeza del pistón no presentan daños, en este caso se debe descartar un fallo en el proceso de combustión. Quedan dos posibles causas:

Gripado por falta de holgura (sobrecalentamiento):

El motor puede sobrecalentarse debido a las siguientes razones:

- El nivel de refrigerante es demasiado bajo.
- La circulación del refrigerante de motor es deficiente, por ejemplo, debido a una bomba de refrigerante defectuosa, una correa trapezoidal suelta o rota, un termostato averiado, un embrague Visco® o un ventilador defectuosos.
- La purga de aire del motor no es correcta.
- Debido al uso de sellantes en el radiador, las secciones transversales en el radiador se han estrechado.

Puesto que el aluminio del pistón se dilata el doble que la fundición gris del cilindro, puede producirse un gripado del pistón a causa de una carga térmica elevada (motor frío, pistón caliente).

Gripado por falta de holgura (fallo de mecanización):

El diámetro interior del cilindro no se ha mecanizado a la medida correcta (diámetro del pistón más holgura de montaje). El daño se produce inmediatamente después de la primera puesta en marcha, tan pronto como el motor alcanza la temperatura de servicio.

Solución/Prevención:

- Es imprescindible respetar las dimensiones correctas del cilindro. Estas se pueden determinar mediante los valores indicados en el pistón (diámetro del pistón más holgura de montaje).
- Se debe comprobar el circuito de refrigerante, en particular:
 - Nivel de refrigerante del motor
 - Bomba de refrigerante (correa trapezoidal)
 - Termostato
 - Ventilador
- Se debe purgar el sistema de refrigeración. Esto también incluye el circuito de calefacción, el radiador RGE, el radiador de la transmisión y el radiador de aceite.
- Para purgar el sistema de refrigeración se recomienda utilizar un dispositivo de purgado al vacío.

2.2.2 Gripado de pistón en un lado de la falda de pistón

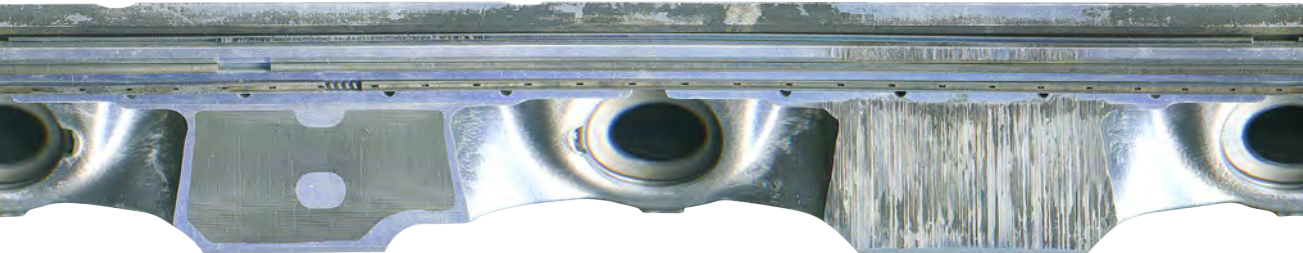


Fig. 1 Gripado unilateral



Fig. 2 Segmentos con estrías y puntos quemados

Defectos:

- El gripado solo existe en el lado de presión de la falda de pistón (fig. 1).
- En el lado de contrapresión, el patrón de contacto es poco visible.
- Los segmentos están parcialmente quemados (fig. 2).

Causa(s):

Dado que el lado de presión del pistón se carga mucho más durante el ciclo de trabajo que el lado de contrapresión, la falta de lubricación se hace patente primero en el lado de presión. Son posibles las siguientes causas:

Alto contenido de combustible en el aceite:

- Sistema de inyección ajustado incorrectamente
- Mezcla para el arranque en frío demasiado rica
- Inyectores defectuosos
- Trayectos cortos frecuentes

Falta de aceite en la pared del cilindro:

- Nivel de aceite insuficiente
- Orificio para aceite obstruido en la biela
- Boquilla de refrigeración defectuosa
- Rodaje inadecuado tras la reparación del motor
- Aceite con una capacidad de carga demasiado baja
- Aceite diluido con combustible o condensación de agua (véase también el capítulo «1.2 Exceso de combustible», página 8)

Solución/Prevención:

- Se debe asegurar el suministro de aceite y comprobar que los orificios para la lubricación en la biela no estén obstruidos.
- Solo se deben utilizar aceites autorizados por el fabricante del motor.
- El motor se debe hacer funcionar a un régimen intermedio y a media carga inmediatamente después de una reparación.
- Es imprescindible llevar un control periódico del nivel de aceite; si fuera necesario, se debe añadir aceite.
- Se debe controlar la presión del aceite. Una presión de aceite demasiado baja puede deberse a una bomba de aceite desgastada, a suciedad en el filtro, a una válvula de sobrepresión defectuosa en la bomba de aceite o a aceite diluido.
- Se debe comprobar el sistema de refrigeración. La presencia de refrigerante del motor en el aceite y de aceite en el refrigerante se debe a la aparición de fugas en el radiador de aceite.

2.2.3 Gripado de pistón en dirección diagonal junto al orificio

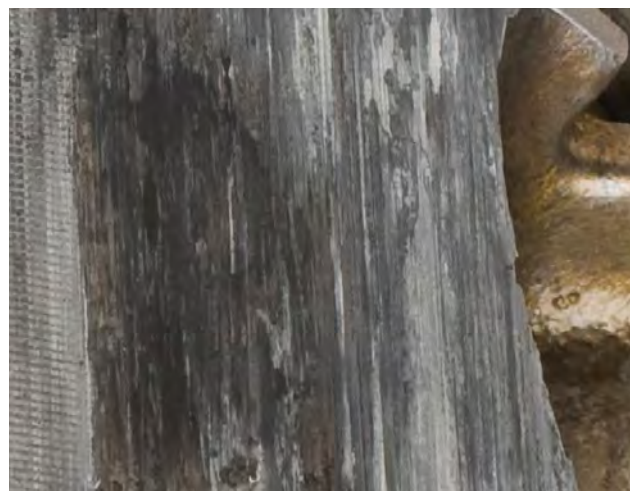


Fig. 1 Marcas de gripado en dirección diagonal junto al orificio



Fig. 2 Gripado lateral del pistón junto al orificio



Fig. 3 Orificio con marcas de gripado

Defectos:

- Las marcas de gripado solo se aprecian en dirección diagonal junto al orificio (fig. 1).
- La falda de pistón no suele presentar gripado en la dirección de presión y contrapresión (fig. 2).
- Al lado del gripado hay superficies muy pulidas.
- La biela es difícil de mover alrededor del eje del bulón de pistón.
- En el orificio hay marcas de gripado (fig. 3).

Causa(s):

El daño aparece cuando la capacidad de lubricación de la película de aceite entre la falda de pistón y la superficie de deslizamiento en la zona diagonal junto a los agujeros de bulón no resulta suficiente.

Esto hace que se expulse parte de la película lubricante. El contacto local resultante entre la falda de pistón y la superficie de deslizamiento del cilindro provoca gripados localizados.

Las causas pueden ser:

- La biela fija se ha montado incorrectamente, p. ej. si el pistón y el eje de biela se han movido inmediatamente después de la embutición. Debido a la compensación de temperatura, el bulón del pistón aún puede calentarse mucho, dilatarse y gripar el orificio.
- Las deformaciones del cilindro limitan considerablemente la holgura del pistón. Puesto que la zona en torno al alojamiento del bulón es la más rígida, el pistón solo puede ceder un poco.
- Si no se ha lubricado suficientemente el bulón del pistón antes del ensamble del motor, puede producirse una lubricación insuficiente entre el bulón y el pistón a la hora de poner en marcha el motor reparado. La consecuencia es un gripado en el alojamiento del bulón derivado de un nivel de temperatura demasiado elevado en la zona del orificio.
- La fase de calentamiento a un régimen de revoluciones demasiado bajas ha sido excesivamente larga. Los deflectores de aire o las aletas de refrigeración sucias se sobrecalientan localmente.

Solución/Prevención:

- Justo antes del ensamble del motor, las bielas, el bulón del pistón y el alojamiento del bulón deben lubricarse lo suficiente y comprobar su libre movilidad.
- Se recomienda llenar el motor reparado con una parte del aceite de motor nuevo mediante bombeo, p. ej. a través de la conexión del presostato de aceite. De este modo, en la primera puesta en marcha del sistema ya hay aceite de motor en el alojamiento del filtro de aceite y en el radiador de aceite, así como en los canales de aceite, las tuberías de aceite y los cojinetes.
- Después del montaje, se debe hacer funcionar de inmediato el motor a un régimen intermedio y a media carga.

2.2.4 Patrón de contacto asimétrico en la falda de pistón



Fig. 1 Patrón de contacto asimétrico (inclinado) en la falda de pistón

Defectos:

- La falda de pistón muestra un patrón de contacto asimétrico (fig. 1).
- El cordón de fuego está pulido en un lado en la dirección del eje del bulón y ennegrecido por los depósitos de combustión en el lado opuesto.

Causa(s):

Debido a las desviaciones geométricas en la guía del pistón, el pistón se desalinea dentro del cilindro. Así, el pistón entra en contacto con un lado del cilindro, mientras que en el lado opuesto se crea un gran espacio a través del cual pasan los gases de escape calientes (gases blow-by) y queman la película de aceite. Los segmentos de pistón también vibran porque también trabajan desalineados y provocan un movimiento de bombeo que conduce a un mayor consumo de aceite (véase también el capítulo «1.4 Consumo de aceite elevado», página 12). Esta desalineación puede tener las siguientes causas:

- Los orificios en la cabeza y el pie de biela no son paralelos. Se producen desviaciones de alineación,
 - porque la biela está doblada o torcida o
 - porque la cabeza o el pie de biela están perforados oblicuamente.
- El alojamiento del cojinete de bancada está descentrado, lo que puede estar causado por semicojinetes desgastados.
- Los tornillos de la culata están apretados incorrectamente (orden incorrecto o par de apriete incorrecto). Atención: los cilindros con aletas refrigerados por aire son especialmente susceptibles.
- En la base del cilindro con aletas hay suciedad. Esto hace que el cilindro con aletas se asiente oblicuamente en el cárter, por lo que el pistón entra inclinado en el diámetro interior (movimiento descentrado).

Solución/Prevención:

- Alinear a ras (concéntricos) el alojamiento del cojinete de bancada, el cigüeñal y el eje de biela durante la mecanización e instalación.
- Se debe prestar atención a la perpendicularidad de los ejes de biela.
- Los tornillos de culata deben apretarse de acuerdo con las especificaciones del fabricante.
- Durante el montaje del motor se debe garantizar una limpieza absoluta, por ejemplo, se deben eliminar cuidadosamente los restos de juntas.

2.2.5 Gripado de pistón solo en la sección inferior de la falda de pistón



Fig. 1 Gripado en la falda inferior del pistón debido al estrangulamiento de la camisa

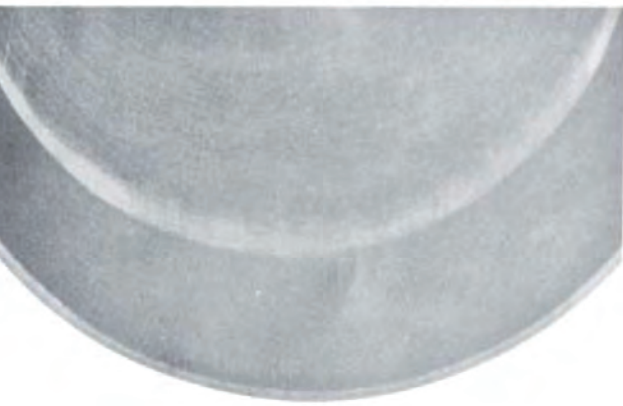


Fig. 2 Línea perimetral brillante en el diámetro interior del cilindro

Defectos:

- En la zona inferior de la falda de pistón se puede ver un gripado claramente separado (fig. 1).
- En el diámetro interior se puede ver un borde perimetral brillante (fig. 2).

Causa(s):

Estas marcas son causadas por una falta de holgura localizada entre el pistón y el diámetro interior del cilindro, que a su vez puede tener las siguientes causas:

Si el espacio en la ranura de la junta no es suficiente, la camisa del cilindro se estrecha en esta zona. Esto puede estar causado por:

- El uso de una junta incorrecta (demasiado gruesa).
- El empleo de sellantes adicionales.
- Una junta descentrada.
- Restos no eliminados de la junta antigua.

Si el par de apriete de los tornillos de culata es incorrecto o desigual, especialmente en el caso de los cilindros con aletas, existe un mayor riesgo de deformación del cilindro.

Una rectificadora mal ajustada, por ejemplo, con unas barras de bruñir que no sobresalen lo suficiente, puede provocar que el diámetro interior del orificio en el extremo del cilindro sea demasiado pequeño.

Solución/Prevención:

- Los tornillos de culata deben apretarse de acuerdo con las normas de apriete.
- Solo se deben utilizar la juntas suministradas.
- La rectificadora debe ajustarse correctamente. Durante y después del bruñido, los diámetros interiores deben medirse en varios niveles y posiciones.
- Para evitar una falta de holgura o una deformación del cilindro, las camisas de cilindro húmedas se deben montar primero sin juntas. De este modo se puede detectar a tiempo una falta de holgura. Solo entonces se debe montar la camisa de cilindro completamente con las juntas.
- Se debe prestar atención a que las juntas se coloquen correctamente en las ranuras previstas para ello.

2.2.6 Fuerte desgaste en la falda de pistón con superficie áspera y mate



Fig. 1 Desgaste por suciedad en la falda de pistón

Defectos:

- El motor presenta un elevado consumo de aceite (véase también el capítulo «1.4 Consumo de aceite elevado», página 12).
- Elevada fuga de gas (blow-by), comportamiento deficiente en el arranque, especialmente a bajas temperaturas exteriores.
- Ambos lados de la falda de pistón presentan un patrón de contacto ancho mate (fig. 1).
- El perfil de mecanización está parcialmente desgastado.
- La falda de pistón presenta varias estrías estrechas.
- Los segmentos de pistón tienen una gran holgura de corte y están desgastados radialmente.
- En el segmento de engrase, los cordones de rodadura están fuertemente desgastados.
- Los flancos de las ranuras presentan desgaste axial.

Causa(s):

Este tipo de daños se produce por el desgaste por suciedad. Se pueden distinguir varios casos, dependiendo del número de cilindros dañados y del estado de desgaste de los segmentos de pistón:

Si solo está dañado un cilindro

... y el primer segmento está mucho más desgastado que el tercero, significa que la suciedad ha entrado en la cámara de combustión a través del sistema de admisión de un cilindro, es decir, desde arriba. Esto se debe a una fuga o a depósitos de suciedad que no se han eliminado antes del montaje.

Si están dañados varios o todos los cilindros

... y el primer segmento está claramente más desgastado que el tercero, significa que la suciedad ha entrado en la cámara de combustión a través del sistema de admisión común de todos los cilindros. Esto se debe a fugas y/o a un filtro de aire destruido o que ya no existe.

... y el tercer segmento está claramente más desgastado que el primero, entonces se puede suponer que el aceite del motor está sucio. El aceite del motor ya podría haberse contaminado con suciedad durante el llenado.

Suciedad residual en el cárter después del montaje.

Solución/Prevención:

- Se debe comprobar la estanqueidad del sistema de admisión.
- Se debe comprobar el filtro de aire, y reemplazarlo si es necesario.
- Antes del montaje, se debe limpiar la suciedad del cárter y los tubos de admisión.
- Durante el montaje, se debe prestar atención a la limpieza.
- Guarde los vasos medidores y las tolvas para aceite de motor en el taller de manera que no se ensucien.

2.3.1 Gripado en el orificio



Fig. 1 Gripado en el orificio

Defectos:

- El pistón presenta gripado en el orificio, sobre todo en la parte superior (fig. 1).

Causa(s):

- El bulón de pistón no se ha engrasado lo suficiente antes del montaje (véase también el capítulo «2.2.3 Gripado de pistón en dirección diagonal junto al orificio», página 42).
- La capacidad de carga de la película de aceite se reduce considerablemente debido al combustible diluido (véase también el capítulo «1.2 Exceso de combustible», página 8).
- El casquillo de biela no se ha mecanizado a la medida especificada y el diámetro es demasiado pequeño. Como resultado, el bulón de pistón solo puede moverse libremente en el pistón.
- El suministro de aceite se ve obstaculizado debido a la inserción incorrecta de los cojinetes (cojinete de bancada/cojinete de biela/casquillo de biela), (véase también el capítulo «6.8 Gripado en los cojinetes», página 128).
- Se ha utilizado aceite de baja calidad que no cumple los requisitos exigidos.
- Debido a las fuerzas, el calor y la abrasión que se producen en caso de gripado, la película de aceite en el orificio se ha destruido.
- Estos daños son una etapa previa a los daños descritos en el capítulo 2.2.3 «Gripado de pistón en dirección diagonal junto al orificio» (página 42).

Solución/Prevención:

- En caso del montaje, se debe prestar atención a una holgura suficiente entre el bulón del pistón y el casquillo de biela.
- El bulón de pistón se debe engrasar lo suficiente antes del montaje del motor.
- Solo se debe utilizar aceite de motor autorizado por el fabricante del motor.
- Se debe respetar la dirección de montaje de los cojinetes (orificio para aceite, ranuras de aceite).

2.3.2 Pared de pistón erosionada en la zona del alojamiento del bulón



Fig. 1a Pared del pistón erosionada debido a un circlip de bulón suelto o partículas extrañas en el orificio del bulón de pistón



Fig. 1b Primer plano de las superficies de material de pistón más blando y material de segmento más duro, desgastado en la misma medida

Defectos:

- El pistón está erosionado en la zona alrededor de los alojamientos del bulón (fig. 1a).
- Los daños se extienden hasta la parte de los segmentos.
- La superficie está limpia y lisa (fig. 1b).
- Los segmentos del pistón también pueden estar dañados.
- Las erosiones están presentes a ambos lados del pistón.

Causa(s):

Este tipo de daño es causado por piezas sueltas en el pistón en la zona del orificio, por ejemplo, por partículas extrañas o un circlip que ha saltado por un número excesivo de revoluciones o un error de montaje.

Las partículas extrañas y los fragmentos también pueden migrar al otro lado del pistón a través del orificio en el bulón de pistón. Por eso, generalmente hay erosiones en ambos lados del pistón, incluso si el circlip solo ha saltado por un lado.

Número excesivo de revoluciones:

Un número excesivos de revoluciones puede causar vibraciones en ambos extremos de los circlips, saliéndose estos de sus ranuras.

Errores de montaje:

- Las partículas extrañas migran al otro lado a través del orificio en el bulón de pistón. Por eso, a menudo hay erosiones en ambos lados, aunque el causante (p. ej. un circlip que ha saltado) solo estaba en un lado.
- Un circlip se ha montado torcido.
- Un circlip no se encuentra en la ranura o está roto.
- Se han utilizado circlips viejos y usados.
- Durante el montaje del bulón del pistón, se ha producido una rotura por fuerza en la zona de la ranura de sujeción.
- La biela está inclinada (véase también el capítulo «2.2.4 Patrón de impacto asimétrico en la falda de pistón», página 44).

Solución/Prevención:

- Durante el montaje de los circlips se debe observar que el corte de estos se encuentre en las «6 horas» o las «12 horas».
- En general, se deben utilizar circlips nuevos y no deformados.
- El bulón de pistón no debe montarse por la fuerza, p. ej. con golpes de martillo.
- Antes de montar la biela, se debe comprobar el paralelismo de los orificios (perpendicularidad de la biela).

3. Segmentos de pistón

El juego de segmentos «N» de MAHLE corresponde a los segmentos utilizados en el equipo original. Este juego de segmentos puede emplearse tanto para pistones nuevos como para pistones ya rodados.

Los juegos de segmentos MAHLE «V» y «G» ofrecen, para pistones ya rodados, una solución económica para normalizar el consumo de aceite y para reducir la pérdida de compresión.



Los segmentos deben montarse de tal manera que las marcas (por ejemplo, «Top» o «) estén orientadas hacia arriba (en dirección a la cabeza del pistón).



Tipos y conceptos técnicos

Los segmentos se han colocado con sumo cuidado. Todo montaje o desmontaje innecesario con excesiva abertura ocasiona una deformación permanente y perjudica el buen funcionamiento.

Modelos

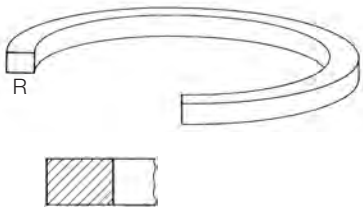
- Cr = Cromo
- CrC = Cromo multicapa
- CrK = Cromo-cerámica
- Fe = Óxido de hierro
- Mo = Molibdeno
- P = Fosfato
- N = Nitrurado
- PVD = Recubierto de plasma
- IF = Chaflán interior (superior)
- IFU = Chaflán interior (inferior)
- IW = Escalón interior (superior)
- IWU = Escalón interior (inferior)

Tabla de conversión de milímetros a pulgadas

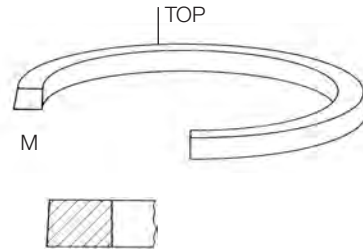
mm	Pulgadas
1,600	1/16
1,990	5/64
2,385	3/32
3,160	1/8
3,947	5/32
4,747	3/16
6,335	1/4

Segmentos de compresión

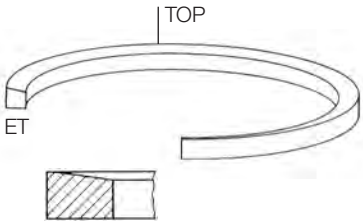
Segmento rectangular



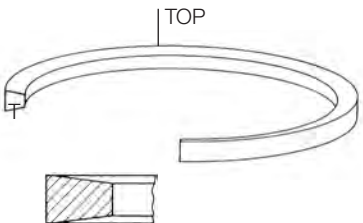
Segmento con perfil cónico



Segmento semi-trapecial (una cara)

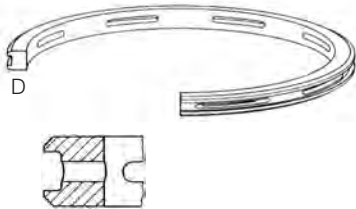


Segmento doble-trapecial (dos caras)

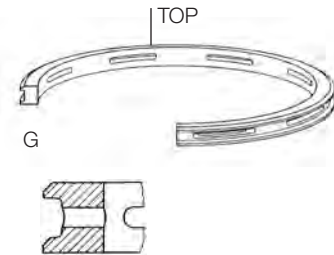


Segmentos de engrase

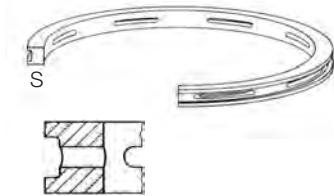
Segmento de engrase de patines biselados simétricos



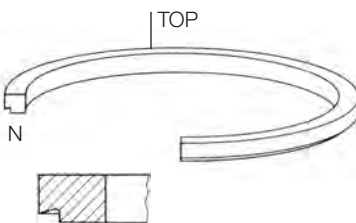
Segmento de engrase de patines biselados asimétricos



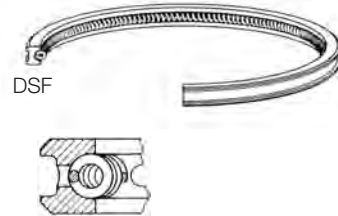
Segmento de engrase de patín recto



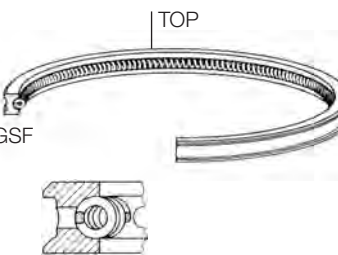
Segmento rascador



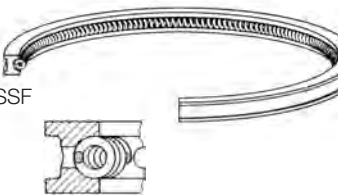
Segmento de engrase de patines simétricos con expansor helicoidal



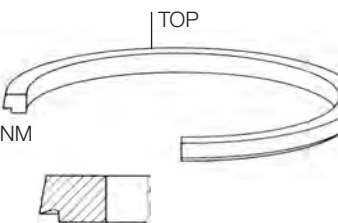
Segmento de engrase de patines asimétricos con expansor helicoidal



Segmento de engrase de patín recto con expansor helicoidal



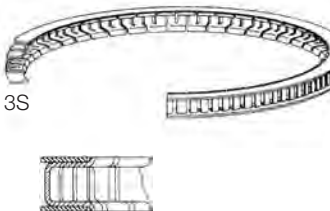
Segmento rascador con perfil cónico



Segmento U-Flex (de varias piezas)



Segmento de engrase (de varias piezas)



Consejos de montaje

Antes del montaje, deben limpiarse cuidadosamente las ranuras de los segmentos. Se debe prestar atención a no dañar los flancos ni los radios del fondo de la ranura.

El montaje de los segmentos se realiza con una tenaza adecuada para segmentos de pistón, empezando por el segmento inferior. Se ha de evitar abrirlos excesivamente, ya que los segmentos podrían deformarse y dejarían de sellar de forma correcta.

Es imprescindible tener en cuenta la identificación TOP. En el caso de segmentos que presenten la marca TOP, estos deben montarse con la marca hacia arriba en dirección a la cabeza del pistón.

En el caso de segmentos con expansor helicoidal, el corte del expansor (final del corte con fiador de unión) debe colocarse desplazado 180° respecto al corte de segmento. Si el expansor helicoidal está recubierto con un tubo de teflón, se debe prestar atención a que este se coloque en el corte de segmento.

Los segmentos de acero con laminillas (segmentos 3S) requieren un cuidado especial en el montaje. Después de colocar el expansor, las laminillas deben montarse de modo que el corte de las mismas se encuentre en dirección al agujero de bulón. Al montar la laminilla superior, los extremos del muelle deben mantenerse juntos para evitar un solapamiento (prestar atención a la marca de color). A continuación, se debe montar la laminilla inferior.



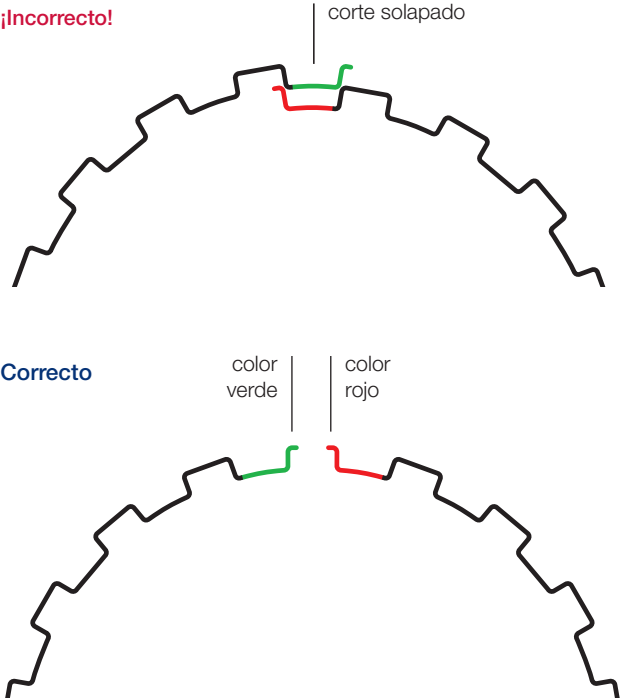
En pistones con protección contra la torsión en las ranuras de segmento, se debe prestar atención a que los cortes de los segmentos se encuentren en los pasadores de seguridad.

Tras el montaje de los segmento, los cortes de segmento deben distribuirse uniformemente por toda la circunferencia (por ejemplo, cada 120° en un pistón de 3 segmentos).

Una vez efectuado el montaje, debe comprobarse la holgura de los flancos. Una holgura de hasta 0,100 mm no afecta a la seguridad. Si el valor fuera superior, entonces debe sustituirse el pistón.

Los juegos de segmentos tienen en cuenta cierto desgaste de la superficie de deslizamiento del cilindro. Este desgaste no debe superar un valor de aprox. 0,100 mm (referido al diámetro del cilindro). En caso de un desgaste superior, se debe emplear una camisa de cilindro nueva o rectificar el diámetro y equiparlo con un pistón del tamaño apropiado.

No deben emplearse segmentos de pistón cromados con superficies de deslizamiento de cilindro cromadas.



3.1 Segmentos con rastros de quemaduras y gripado en la falda de pistón

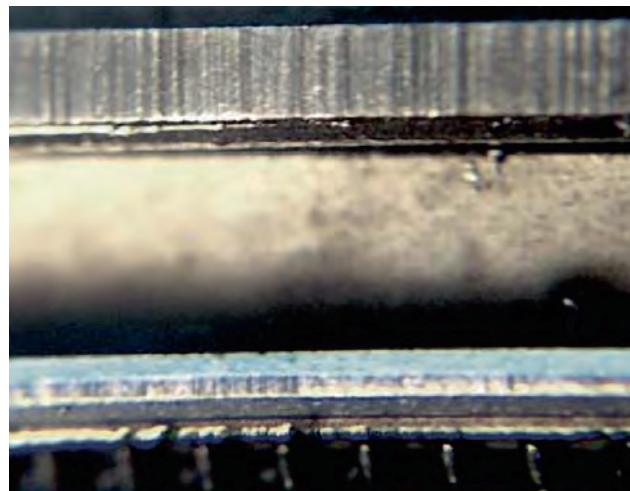


Fig. 1 Segmentos con estrías y puntos quemados

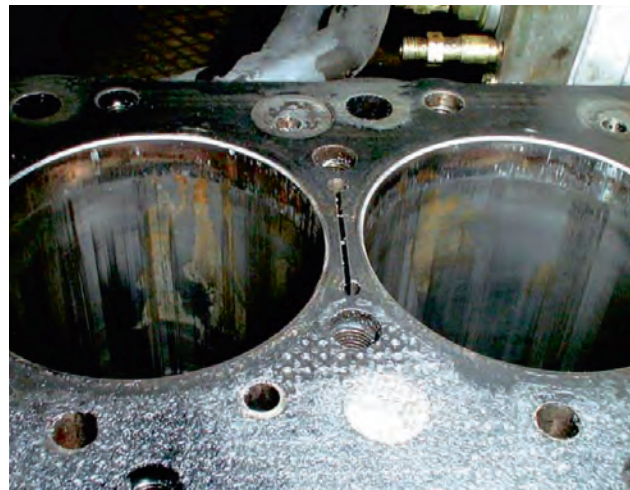


Fig. 2 Diámetro interior de cilindro con estrías longitudinales

Defectos:

- Toda la circunferencia de los segmentos presenta estrías de gripado y puntos quemados (fig. 1).
- En la falda de pistón se aprecia gripado.
- En el diámetro interior se pueden apreciar estrías longitudinales (fig. 2).

Causa(s):

Los segmentos quemados son daños que generalmente aparecen en combinación con otros daños en el pistón o el cilindro. La causa de los segmentos quemados es una lubricación deficiente, provocada por las siguientes circunstancias:

- En la fase de rodaje, el motor se ha sometido a una gran carga. Puesto que en esta fase los segmentos aún no han alcanzado su efecto de sellado completo, los gases de combustión calientes pueden pasar de largo por el pistón (blow-by) y quemar la película de aceite lubricante. Otra consecuencia, además del gripado de los segmentos, también puede ser el gripado del pistón.

Solución/Prevención:

- En la fase de rodaje del motor se deben evitar las revoluciones elevadas o las cargas pesadas a revoluciones bajas.

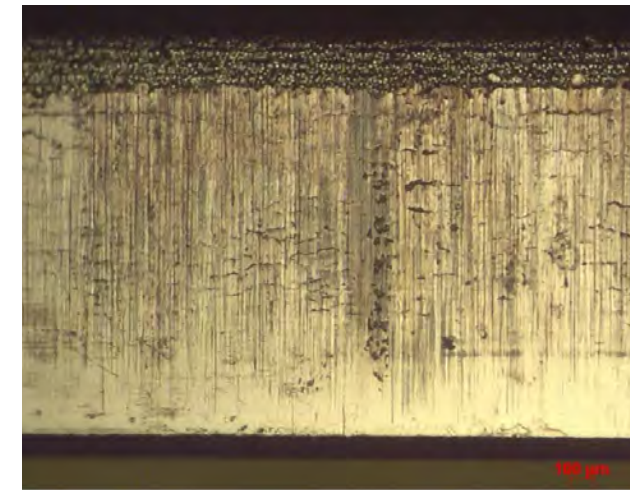


Fig. 3 Segmentos con marcas de gripado en la dirección ascendente

3.2 Daños en la parte de los segmentos por segmentos rotos



Fig. 1 Daños en la cabeza del pistón causados por fragmentos individuales del portasegmentos



Fig. 2a Rotura del segmento causada por el picado

Defectos:

- Los cordones de segmento y/o el cordón de fuego están erosionados en forma de cavidad (fig. 1).
- Las superficies de la erosión están limpias y lisas.
- Se aprecian más daños por impactos de fragmentos de segmento sobre la cabeza del pistón.
- El segmento de la ranura erosionada está roto.

Causa(s):

El daño es causado por una rotura de un segmento o por la vibración de un segmento. Las posibles razones son:

Errores de montaje:

El segmento no se ha presionado completamente en la ranura de segmento durante el montaje y se ha roto al introducirse en el cilindro.

Picado:

Los picos de presión que se producen por el picado en la combustión han provocado la rotura del segmento (fig. 2a+b).

Holgura vertical del segmento:

- Las ranuras de los segmentos de pistón están desgastadas.
- El segmento está desgastado.
- La sobrecarga térmica del motor reduce la resistencia del material y las ranuras se deforman.

Solución/Prevención:

- Durante el montaje se debe utilizar una cinta de sujeción para segmentos de pistón.
- Es necesario comprobar el desgaste de las ranuras de segmento antes del montaje. En caso de desgaste excesivo de las ranuras se debe utilizar un pistón nuevo.



Fig. 2b Primer plano de una rotura de segmento

3.3 Fuerte desgaste de las ranuras de segmento y de los segmentos

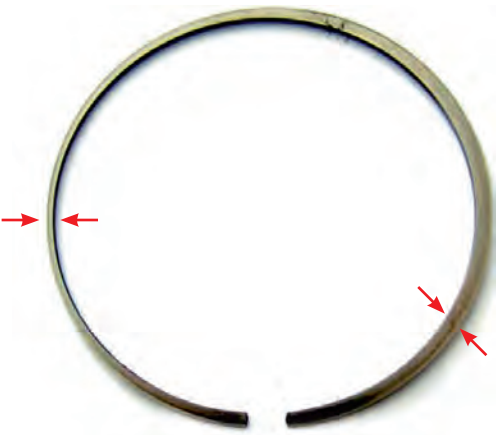


Fig. 1 Segmento con desgaste radial extremo



Fig. 2 Fuerte desgaste axial, especialmente en el primer segmento

Defectos:

- Los segmentos presentan un fuerte desgaste radial (fig. 1). Esto permite que la holgura de corte crezca varios milímetros.
- En los segmentos y flancos de ranura se puede ver un fuerte desgaste axial (fig. 2+3).
- El motor presenta un elevado consumo de aceite (véase también el capítulo «1.4 Consumo de aceite elevado», página 12) en combinación con una pérdida de potencia.

Causa(s):

Este tipo de daños se produce por el desgaste por suciedad. Se pueden distinguir varios casos, dependiendo del número de cilindros dañados y del estado de desgaste de los segmentos de pistón:

Si solo está dañado un cilindro

... y el primer segmento está mucho más desgastado que el tercero, significa que la suciedad ha entrado en la cámara de combustión a través del sistema de admisión de un cilindro, es decir, desde arriba. Esto se debe a una fuga o a depósitos de suciedad que no se han eliminado antes del montaje.

Si están dañados varios o todos los cilindros

... y el primer segmento está claramente más desgastado que el tercero, significa que la suciedad ha entrado en la cámara de combustión a través del sistema de admisión común de todos los cilindros. Esto se debe a fugas y/o a un filtro de aire destruido o que ya no existe.

... y el tercer segmento está claramente más desgastado que el primero, entonces se puede suponer que el aceite del motor está sucio. El aceite está contaminado por un cárter no limpiado y/o por un separador de niebla de aceite sucio.

Solución/Prevención:

- Se debe comprobar la estanqueidad del sistema de admisión.
- Se debe comprobar el filtro de aire, y reemplazarlo si es necesario.
- Antes del montaje, se debe limpiar la suciedad del cárter y los tubos de admisión.
- Durante el montaje, se debe prestar atención a la limpieza.
- Comprobar, limpiar o sustituir el separador de niebla de aceite.

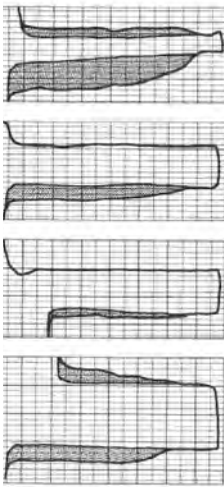
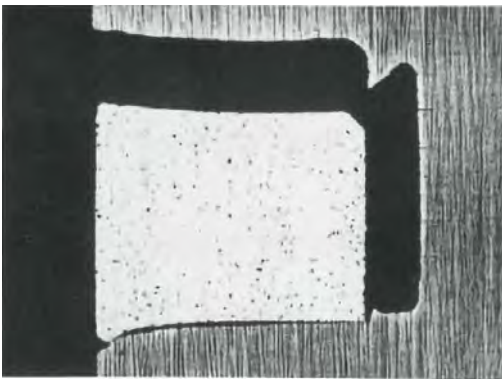


Fig. 3 Desgaste de ranuras



3.4 Fuerte desgaste radial de los segmentos

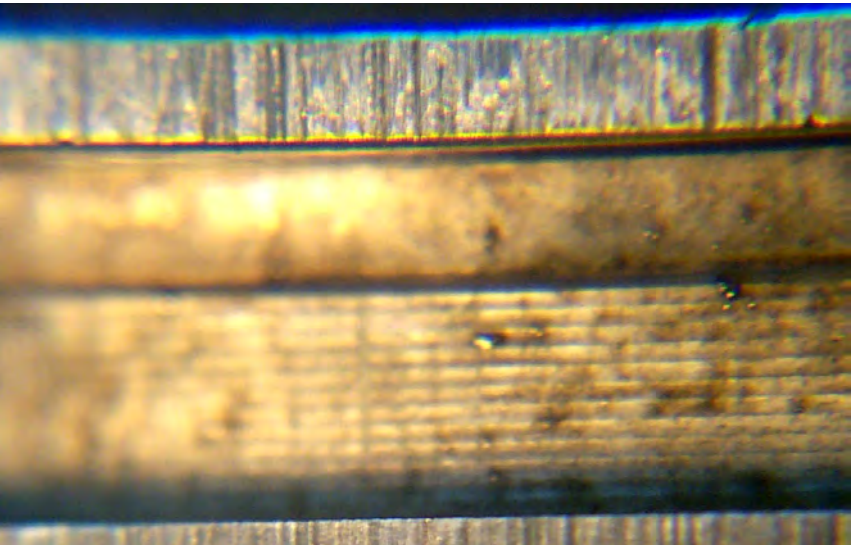


Fig. 1 Fuerte desgaste radial con un desgaste axial relativamente bajo



Fig. 2 Estrías y puntos quemados en los segmentos

Defectos:

- Los segmentos presentan un fuerte desgaste radial (fig. 1).
- Las superficies de rodadura de los segmentos presentan estrías en toda la circunferencia en el sentido de la marcha.
- Las superficies de rodadura de los segmentos están parcialmente quemadas (fig. 2).
- El desgaste axial de los segmentos es mínimo.
- El desgaste axial de los flancos de las ranuras también es mínimo.
- Los cordones de rodadura del segmento de engrase podrían estar desgastados (fig. 2).
- En la falda de pistón hay fuertes estrías, posiblemente combinadas con marcas de fricción o de gripado.

Causa(s):

Una proporción demasiado elevada de combustible en el aceite diluye la película de aceite, lo cual, a su vez, reduce drásticamente su capacidad de carga, aumentando el desgaste de las piezas del motor. Un daño de este tipo puede tener las siguientes causas:

- Ajuste erróneo del sistema de inyección.
- La mezcla para el arranque en frío es demasiado rica.
- Los inyectores funcionan de forma deficiente.
- Debido a un espacio de combustión demasiado pequeño, el pistón impacta en la culata provocando una inyección descontrolada de los inyectores.
- La presión de compresión es demasiado baja, lo que puede provocar fallos de encendido. Esto puede tener las siguientes causas:
 - Una válvula presenta fugas.
 - La junta de la culata presenta fugas.
 - La distribución no está ajustada correctamente.
 - El espacio de combustión es demasiado grande.
 - Uno o varios segmentos de pistón están defectuosos.
 - Avería en el sistema de encendido, p. ej., una bujía defectuosa.

Solución/Prevención:

- El sistema de inyección debe ajustarse correctamente (enriquecimiento de la mezcla para el arranque en frío, etc.).
- Deben inspeccionarse los inyectores.
- Deben respetarse las medidas de montaje.
- Deben inspeccionarse las bujías, y reemplazarlas si es necesario. Se deben tener en cuenta las especificaciones del fabricante.

3.5 Consumo de aceite elevado después de cambiar los segmentos

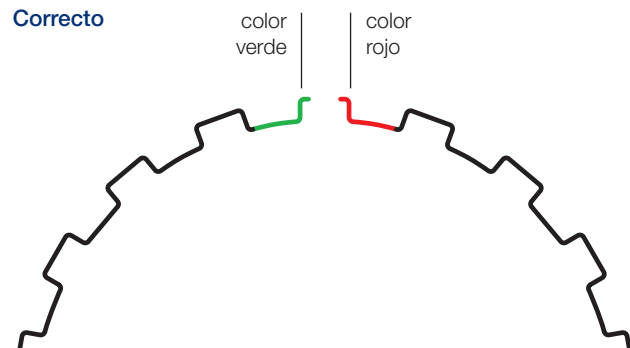


Fig. 1 Muelle expansor correctamente insertado (ambas marcas de color visibles)

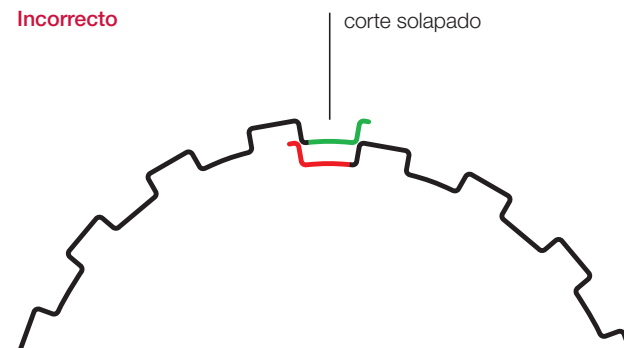


Fig. 2 Retorno de aceite

Correcto



Incorrecto



Defectos:

- Después del montaje de nuevos juegos de segmentos con segmento de engrase de tres piezas (tipo 3S), el motor emite humo azul y presenta un mayor consumo de aceite.
- A menudo, el mayor consumo de aceite solo se produce en algunos pistones del motor.
- La bujía y la cámara de combustión del cilindro afectado están engrasadas y/o cubiertas de hollín.

Causa(s):

Durante el montaje del segmento de engrase de tres piezas, se insertó el muelle expansor de forma solapada. Como resultado, la presión de contacto del muelle sobre las dos láminas de acero (rails) es demasiado baja.

Al manipular el pistón, por ejemplo, durante el montaje de la biela, ha saltado el muelle expansor, de modo que los dos extremos del corte se solapan.

El corte de la lámina del segmento 3S está montado en una posición incorrecta (en la zona de retorno de aceite).

Solución/Prevención:

- Insertar el muelle expansor de manera que los extremos de corte no se solapen.
- Las láminas inferior y superior (rail) deben insertarse 120° a la izquierda o a la derecha del corte del muelle expansor.
- El corte de la lámina no debe estar en la zona de retorno de aceite.
- Antes de montar el pistón en el diámetro interior, comprobar de nuevo el corte del muelle expansor. Deben estar visibles las dos marcas de color de los extremos de corte (fig. 1). Si solo se puede ver una marca de color, el segmento de engrase debe desmontarse y volver a colocarse correctamente.
- El corte de la lámina no debe estar en la zona de retorno de aceite (figura 2). De lo contrario, existe el riesgo de que la lámina se salga de la ranura.
- Comprobar, limpiar o sustituir el separador de niebla de aceite.



Calidad que se impone:
con precisión y durabilidad

4. Camisas de cilindro

Las camisas de cilindro MAHLE (WN/LW + WT/LD) y los cilindros con aletas (WR/LF) presentan conforme al diseño del fabricante del motor un diámetro interior acabado (bruñido) o pretorneado (WW/LP). Las principales dimensiones y características de los cilindros figuran en el catálogo.



Camisa húmeda (WN/LW)

Los orificios para su alojamiento y, sobre todo, las superficies de asiento en el bloque de cilindros deberán haberse limpiado cuidadosamente y no deberán estar dañados. Las superficies corroidas deberán ser repasadas (utilizar camisas de sobremedida respecto al diámetro exterior y de collarín). Prestar atención al correcto asiento (el resalte de la camisa debe corresponder a las indicaciones del fabricante del motor). Después del montaje de la camisa con las juntas correspondientes (utilizar lubricantes), deberá controlarse el diámetro del cilindro, sobre todo en la zona de las juntas, para evitar estrechamientos por juntas aprisionadas. Unas juntas erróneas (por diámetro y material) pueden conducir a una contracción del diámetro del cilindro y, en consecuencia, a daños en el motor. Por lo tanto, recomendamos el uso de cilindros MAHLE con los juegos de juntas MAHLE adecuados.

Camisa seca (WT/LD)

Antes del montaje de la camisa, debe limpiarse cuidadosamente el alojamiento en el bloque de cilindros y comprobar sus dimensiones para determinar posibles deformaciones. Es importante que el orificio del alojamiento sea circular y cilíndrico, ya que este determina la forma interior geométrica de la camisa de pared delgada que se inserta.

Al insertar las camisas, no deberá utilizarse ningún tipo de aceite o grasa, ya que estos se carbonizan e impiden la evacuación térmica. Es mejor usar lubricantes especiales como el disulfuro de molibdeno.

Camisa semiacabada (WW/LP)

La superficie de apoyo del collarín debe ser perpendicular al alojamiento, plana y suficientemente biselada. Un apoyo irregular del collarín de la camisa puede provocar su rotura.

En este cilindro, el orificio solo está semiacabado. Después de insertar el cilindro, el diámetro interior se mandrina con precisión y se bruña a la medida nominal.

La superficie frontal de la camisa debe ser plana con respecto a la superficie de sellado del bloque de cilindros; si es necesario, la superficie del bloque y la camisa del cilindro deben ser rectificadas.

Cilindro con aletas (WR/LF)

De conformidad con los modelos de los fabricantes de motores, se emplean cilindros de fundición gris o de aleación ligera.

Los cilindros de aleación ligera (p. ej. con superficies de deslizamiento de NIKASIL®, SILUMAL®, Cromal®) se subdividen en varias familias debido a las pequeñas holguras de montaje en algunos tipos de cilindros. Aquí se debe utilizar el pistón que se adapte a la familia de medidas. Se recomienda usar un conjunto completo (cilindro+pistón). Estos se emparejan entre sí en la planta de MAHLE.

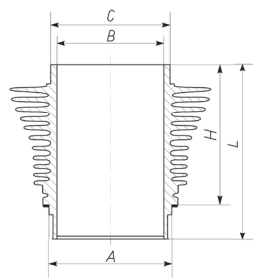
Tipos y conceptos técnicos

Dimensiones principales

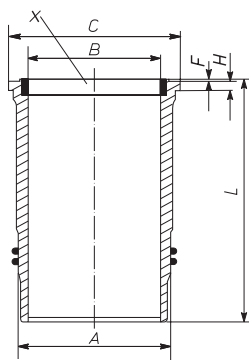
- A = Diámetro de centrado
- B = Diámetro de acabado máximo admisible para camisas semiacabadas
- C = Diámetro del collarín
- F = Altura del borde cortafuegos
- H = Altura del collarín
- L = Longitud total
- R = Altura de la rotación libre
- X = Rebaje para el cordón de fuego

Los cilindros y camisas MAHLE están diseñados para un óptimo deslizamiento entre los segmentos y los pistones.

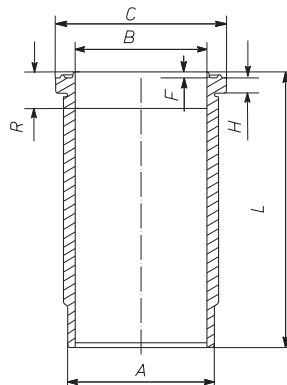
Cilindro con aletas



Camisa húmeda



Camisa seca



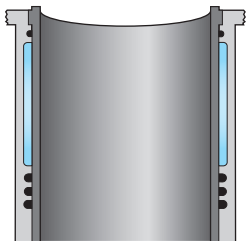
Consejos de montaje para cilindros con aletas y camisas de cilindro

Los cilindros con aletas y las camisas de cilindro MAHLE tienen, conforme al diseño del fabricante del motor, un diámetro interior acabado (bruñido) o semiacabado.

En caso de que el fabricante de motores haya prescrito subdivisiones en familias de medidas (p. ej.: identificación por colores o letras), MAHLE también mantiene esta identificación mediante una indicación equivalente en los conjuntos.

Camisa húmeda (WN/LW)

Los orificios para su alojamiento y, sobre todo, las superficies de asiento en el bloque de cilindros deberán haberse limpiado cuidadosamente y no deberán estar dañados. Las superficies corroídas deberán ser repasadas (utilizar camisas de sobremedida respecto al diámetro exterior y de collarín). Se deberá prestar atención a la suavidad de movimiento y al correcto asiento (el resalte de la camisa debe corresponder a las indicaciones del fabricante del motor). Después del montaje de la camisa con las juntas correspondientes (utilizar lubricantes), deberá controlarse el diámetro del cilindro, sobre todo en la zona de las juntas, para evitar estrechamientos por juntas aprisionadas. Unas juntas erróneas (por diámetro y material) pueden conducir a una contracción del diámetro del cilindro y, en consecuencia, a daños en el motor. Después del montaje de las camisas, deberá efectuarse la prueba hidráulica del sistema de refrigeración para poder controlar una posible falta de estanqueidad antes del arranque del motor.



Camisa seca

Antes del montaje de la camisa, debe limpiarse cuidadosamente el alojamiento en el bloque de cilindros y comprobar sus dimensiones para determinar posibles deformaciones.

Los alojamientos no redondos o dañados pueden ser repasados para el montaje de camisas de sobremedida. Es importante que el orificio del alojamiento sea circular y cilíndrico, ya que este determina la forma interior geométrica de las camisas de pared delgada que se introducen con apriete.

Camisa semiacabada (WV/LP)

La superficie de apoyo del collarín debe ser perpendicular al alojamiento, plana y suficientemente biselada. Un apoyo irregular del collarín de la camisa puede provocar su rotura.

Después de montar la camisa con su diámetro interior semiacabado, este diámetro interior deberá mandrinarse y bruñirse hasta el diámetro nominal. En caso de camisas con diámetro interior mandrinado con precisión, solo deberá realizarse el acabado por bruñido (tolerancia según la norma DIN/ISO H5).

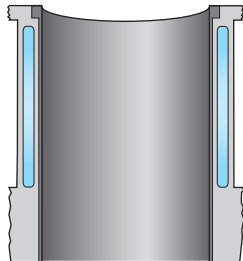
La superficie frontal de la camisa debe ser plana con respecto a la superficie de sellado del bloque de cilindros; si es necesario, la superficie del bloque y la camisa del cilindro deben ser rectificadas.

Camisa acabada (WT/LD)

Estas camisas son de ajuste deslizante o de pequeño solapamiento en su asiento en el bloque de cilindros. El diámetro del alojamiento en el bloque del motor deberá ser medido con precisión antes del montaje de la camisa.

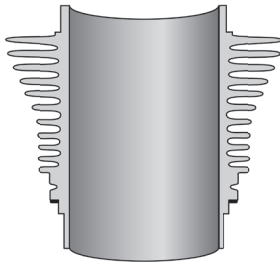
Al insertar a presión las camisas, no deberá utilizarse ningún tipo de aceite o grasa, ya que estos se carbonizan e impiden la evacuación térmica. Es mejor usar lubricantes especiales como el disulfuro de molibdeno.

Después del montaje a presión de la camisa, se deberá medir en cruz el diámetro del cilindro en varios planos (como mínimo, arriba y abajo).



Cilindro con aletas (WR/LF)

De conformidad con los modelos de los fabricantes de motores, se emplean cilindros de fundición gris o de aleación ligera. Los cilindros de aleación ligera (p. ej. con superficies de deslizamiento de NIKASIL®, SILUMAL®, Cromal®) se subdividen en varias familias debido a las pequeñas holguras de montaje en la medida cilíndrica estándar.



El siguiente ejemplo de tres familias explica la clasificación para una única medida estándar del cilindro.

Pistones	Cilindros	Conjunto
503 81 00	503 WR 27	503 81 92
Distribución de familias de diámetro		Combinaciones de pistones/cilindros
A 94,919–94,923	A 95,000	A–A
AB 94,923–94,933		AB–A y AB–B
B 94,933–94,937	B 95,013	B–B

Juntas para camisa de cilindro y cilindros con aletas

Juegos de juntas (SK)

Para nuestros cilindros con aletas y camisas más habituales existen juegos de juntas apropiados que pueden solicitarse mediante las referencias independientes (fig. 1).

Materiales de las juntas

- Ke = Keltan/EPDM
- Pa = Junta de papel
- Pe = Perbunan/NBR
- Si = Silicona/VMQ/MVQ
- T = Anillo Tombak
- Vi = Viton/FKM/FPM
- We = Junta de hierro dulce/arandela compensadora

Propiedades del material de las juntas

Para motores sometidos a grandes cargas, ofrecemos juntas que corresponden a las especificaciones de OE (equipos originales) en material reticulado por peróxido. Estas juntas se indican en el catálogo con «perox».

perox= Material reticulado por peróxido



Fig. 1 Juego de juntas para camisa de cilindro húmeda



4.1 Cicatrices en la pared exterior de las camisas (cavitación)



Fig. 1a Camisa de cilindro con daños por cavitación

Defectos:

En el caso de camisas húmedas, la parte externa en contacto con el agua presenta erosiones profundas o agujeros (cavitación, fig. 1a+b). Por lo general, estos agujeros solo se ven en el lado de presión y/o contrapresión en la zona del punto muerto superior o inferior del pistón.

Causa(s):

Los daños por cavitación se forman debido a las vibraciones de la camisa. Estas vibraciones pueden aparecer debido al cambio de contacto del pistón en el punto muerto superior e inferior junto a la pared de la camisa, transfiriéndose a la camisa en contacto con el agua. Cuando la pared del cilindro retrocede durante una fase de vibración, se crea un breve vacío, lo que conduce a la formación de burbujas de vapor en el agua. Cuando el agua retrocede, las burbujas de vapor implosionan y el agua que golpea la camisa del cilindro provoca la erosión del material. La cavitación se ve favorecida por los siguientes puntos:

- No hay suficiente anticongelante en el refrigerante que reduzca la formación de burbujas.
- El sistema de refrigeración, p. ej. la tapa del radiador, no es estanco. Esto significa que no se puede generar presión en el sistema de refrigeración, lo que favorece la formación de burbujas.
- La camisa presenta una holgura demasiado grande en el cárter. Como resultado, las vibraciones causadas por el cambio de contacto del pistón ya no se absorben lo suficiente.
- Se ha utilizado un refrigerante incorrecto (como agua ácida, etc.).
- El motor presenta un nivel de temperatura demasiado bajo. Esto hace que el nivel de presión del refrigerante sea demasiado bajo, lo que favorece la formación de burbujas. El pistón tampoco alcanza su temperatura de servicio, presenta una holgura más grande y un cambio de contacto que se ejecuta con demasiada fuerza. El nivel de temperatura demasiado bajo puede tener las siguientes causas:
 - El termostato o el conmutador térmico están defectuosos.
 - El embrague Visco® de la rueda del ventilador está defectuoso, lo que significa que la rueda del ventilador se acciona permanentemente.

Solución/Prevención:

- Se debe comprobar la estanqueidad del sistema de refrigeración (tapa del radiador, mangueras, abrazaderas).
- Comprobar la presión de apertura de la válvula en la tapa del radiador/tapa del depósito de compensación. Si es necesario, sustituir la tapa.
- Se debe rellenar suficiente anticongelante con protección anticorrosiva.
- Se debe comprobar el funcionamiento del sistema de refrigeración (termostato, ventilador, conmutador térmico).



Fig. 1b Primer plano de la camisa de cilindro con bordes afilados y agujeros que se agrandan hacia adentro

4.2 Collarín desgarrado en las camisas



Fig. 1 Collarín de camisa de cilindro roto

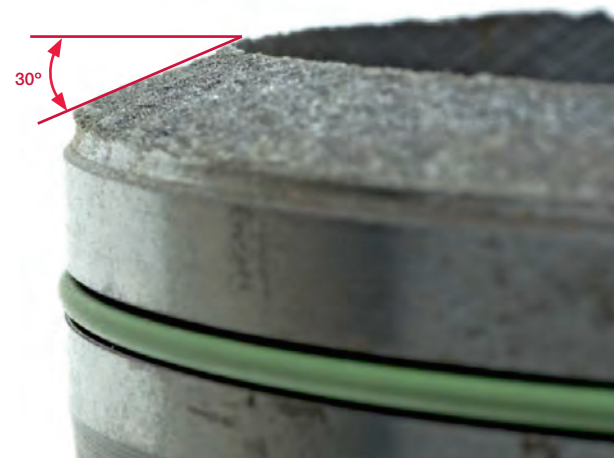


Fig. 2 Rotura con estructura basta y un ángulo de trayectoria de aprox. 30°

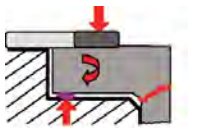
Defectos:

- La camisa está rota debajo del collarín (fig. 1).
- El ángulo de rotura es de aproximadamente 30° (fig. 2).
- Se puede apreciar una estructura de rotura basta (fig. 2).

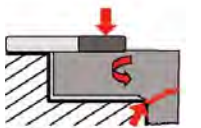
Causa(s):

El desencadenante de esta rotura por fuerza es un par de flexión en la superficie de contacto del collarín. El par de flexión puede tener las siguientes causas:

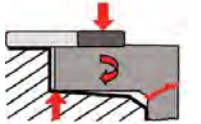
Hay partículas extrañas (p. ej. suciedad, residuos de juntas, virutas) entre la camisa y el apoyo del collarín.



El asiento del apoyo del collarín no está biselado.



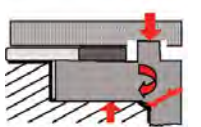
El apoyo del collarín se ha mecanizado de forma oblicua.



Se ha utilizado una junta de culata incorrecta en la que el diámetro del marco de la cámara de combustión es demasiado pequeño.



El asiento del borde cortafuegos en la culata no se ha limpiado o no se ha repasado después del rectificado plano de la culata.



Un retraso demasiado grande de la camisa hace que esta baile en su asiento, lo cual tiene como consecuencia unos fuertes impulsos de impacto.

Solución/Prevención:

- Es necesario prestar atención a una mecanización limpia del apoyo del collarín en el bloque motor.
- Se debe comprobar que el asiento de la camisa en el bloque motor sea plano y rectangular.
- Solo se deben utilizar las juntas de la culata previstas para este motor.
- Una vez mecanizado el collarín, se debe practicar un bisel.

4.3 Fisuras longitudinales en las camisas



Fig. 1 Fisura longitudinal en la camisa de cilindro



Fig. 2 Extremo inferior de la camisa de cilindro con rotura longitudinal

Defectos:

La camisa de cilindro presenta una fisura longitudinal (fig. 1+2).

Solución/Prevención:

- Las camisas deben transportarse con cuidado y exclusivamente en posición vertical.
- Antes de montar una camisa, se debe realizar una prueba de sonido. Además, se debe realizar una inspección óptica de la superficie de la camisa.

Causa(s):

Fisura longitudinal que se extiende desde el extremo superior al inferior de la camisa:

La camisa de cilindro presenta un daño de manipulación o transporte que puede haber sido causado, por ejemplo, por un fuerte impacto axial, por ejemplo, una caída sobre un suelo duro. Las tensiones causadas en el material de la camisa de cilindro pueden provocar el tipo de daño mencionado anteriormente.

Fisura longitudinal en la zona de deslizamiento del pistón:

Debido a un bloqueo hidráulico (véase también el capítulo «1.3 Bloqueo hidráulico», página 10), se producen fuerzas muy elevadas en la cámara de combustión. Puesto que el agua no se puede comprimir, las partes adyacentes, incluida la camisa del cilindro, deben absorber las fuerzas que se producen. Por este motivo, la camisa de cilindro puede reventar literalmente.

4.4 Gripado en el exterior e interior de la camisa semiacabada (WN/LS)



Fig. 1 Gripado en la falda de pistón



Fig. 2a+b Gripado en el exterior de la camisa (en toda la circunferencia)



Defectos:

- Gripado aprox. 1000 km después de una reparación del motor (fig. 1).
- Fuerte gripado en el diámetro interior en toda la circunferencia.
- La camisa presenta fuertes estrías longitudinales en el exterior y material desmontado en toda la circunferencia (fig. 2a+b).
- Todos los cilindros del motor muestran un patrón de daños similar.

Causa(s):

Los orificios de alojamiento para las camisas de cilindro semiacabadas en el bloque motor se perforaron demasiado pequeños. Por esta razón, el solapamiento entre la camisa y el bloque motor era demasiado grande. Durante la introducción a presión se han generado las estrías en el exterior de la camisa, así como fuertes tensiones en esta. Incluso después de la mecanización mediante mandrilado y ruido de la superficie de deslizamiento del cilindro a la medida prevista, las tensiones seguían presentes. Debido a las temperaturas de servicio durante los primeros aproximadamente 1000 km, las tensiones en la camisa se redujeron lentamente, lo que ha provocado una deformación ondulatoria de la camisa del cilindro en estado montado. Debido a la deformación ondulada, la holgura entre el diámetro interior del cilindro y el pistón se ha consumido continuamente, lo que ha provocado el gripado de los pistones.

Solución/Prevención:

Introducir a presión las camisas de cilindro pretorneadas con el solapamiento prescrito por el fabricante del motor. Este suele ser de 0,04–0,06 mm para los motores de turismos (valores de referencia para el bloque de fundición gris y los cilindros de fundición gris). Por lo general, se requieren fuerzas de 5000–15 000 N (equivalente a 500–1500 kg) para la introducción a presión.

Si se necesitan 40 000–50 000 N (equivalente a 4–5 t) para introducir el cilindro, se hace patente que el solapamiento es demasiado grande. Tan pronto como aparezcan fuerzas tan altas en la prensa, el proceso debe interrumpirse y el orificio de alojamiento debe medirse y rectificarse.

5. Válvulas

Tipos y conceptos técnicos

Válvulas monometal

Estas se fabrican eficazmente mediante proceso de extrusión en caliente o proceso de recalcado.

Válvulas bimetal

Las válvulas bimetal hacen posible la combinación ideal de materiales tanto para el vástago como para la cabeza.

Válvulas huecas

Estas sirven, por un lado, para reducir el peso y, por otro, para reducir la temperatura. Rellenas de sodio (punto de fusión 97,5 °C), puede transportar calor desde la cabeza de la válvula hasta el vástago, a través del efecto agitador del sodio líquido, y lograr una disminución de la temperatura entre 80° y 150 °C.

Materiales

- S

= Acero de CrSi de alta aleación para válvulas de admisión sometidas a importantes esfuerzos y para válvulas de escape sometidas a bajo esfuerzo. También como material del vástago para válvulas bimetal.
- X

= Acero CrMoV con gran resistencia al desgaste y buena propiedad de deslizamiento para válvulas de admisión sometidas a mayor esfuerzo.
- T

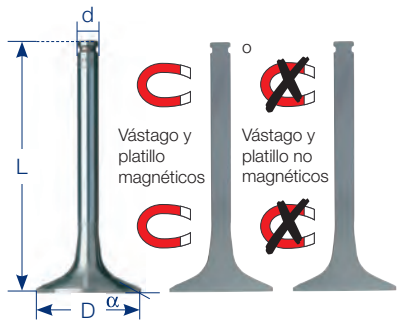
= Acero de CrMnNi austenítico con adición de nitrógeno para válvulas de admisión y de escape que soportan los más elevados esfuerzos mecánicos y térmicos en motores de gasolina y diésel. Asimismo, se emplean como material para la cabeza de válvulas bimetal.
- PT

= Acero austenítico CrMnNiNb con excelente resistencia al calor y al desgaste. Válvula estándar para camiones con y sin blindaje del asiento. Empleo también en turismos turbodiésel.
- I2

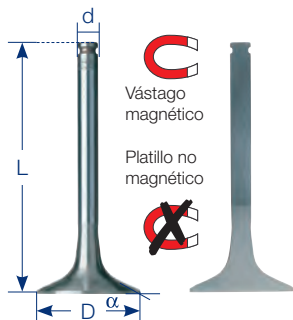
= Aleación baja en hierro-níquel con buena resistencia a la corrosión y alta resistencia al calor. Se emplea como material para la cabeza de válvulas bimetal para vehículos industriales, principalmente.
- I

= Superalación de níquel (Nimonic 80A®) para válvulas de escape sometidas al máximo esfuerzo.

Válvula monometal



Válvula bimetal



Válvula hueca rellena de sodio



Consejos de montaje

Las válvulas forman parte de los componentes de motor sometidos a las mayores cargas térmicas y mecánicas. Su vida útil –y con ella la del motor– depende en gran medida del montaje correcto y profesional.

Las válvulas MAHLE se suministran listas para el montaje y empaquetadas individualmente.

Antes del montaje, compruebe que no existan eventuales daños en las válvulas (p. ej.: por caída, etc.). Nunca lleve a cabo el montaje de válvulas dañadas o torcidas. Asegúrese de que las válvulas son las apropiadas para su motor.

Las válvulas MAHLE han sido concebidas únicamente para la aplicación correspondiente y no está permitido en ningún caso adaptarlas o modificarlas mecánicamente.

Antes del montaje de la válvula, compruebe que no haya desgaste o daños en el cono interior de la tapa del resorte de la válvula. Asimismo, compruebe si la fuerza del resorte de la válvula se encuentra dentro de los valores indicados por el fabricante del motor.

En el montaje es imprescindible emplear conos de válvula y juntas para los vástagos de las válvulas que sean nuevos.

Antes de su introducción en la guía de la válvula, el vástago debe lubricarse de forma suficiente con aceite nuevo de motor.

Es imprescindible tener en cuenta los datos e instrucciones de montaje del fabricante del motor.

Después de insertar las válvulas, el manguito de montaje para las juntas de vástago debe deslizarse sobre la base de la válvula. Esto evita que los labios de sellado de la junta del vástago de la válvula sean dañados por las ranuras de la válvula.

Materiales

Aceros austeníticos
Aceros martensíticos

Diseño

Válvulas monometal
Válvulas bimetal

Ejecución del asiento

Blindaje en polvo
por plasma
Temple por inducción

Temple inductivo de la base

Temple del contorno
Temple completo
Temple superficial

Válvulas huecas

Diámetro del vástago:
>6 mm

Cierre del orificio:

- Soldadura láser
- Soldadura por fricción
- Lleno de sodio

Perfil de cuello

Torcido, rectificado
Contorno forjado

Fondo de platillo

Mecanizado
Forjado
Con o sin calota

Geometría del pie

Ejecución especial
1–3 ranuras

Longitud de válvula

80–210 mm

Diámetro de platillo

18–65 mm

Diámetro de vástago

5–12 mm

Tratamiento superficial

Nitrurado en baño de sal,
cromado duro (espesores
de capa: 3–35 µm)

Para soportar cargas mecánicas, químicas y térmicas extremas y para disipar el calor de la mejor manera posible, nuestras válvulas están optimizadas para una amplia gama de aplicaciones.

Guías de válvula

Conceptos técnicos

Las guías de válvula centran la válvula en el asiento y compensan las fuerzas laterales que actúan sobre el vástago de la válvula. Las guías también se encargan de disipar el calor de la cabeza de la válvula a través del vástago, hacia la culata. Por lo general, se diferencia entre las guías de válvula que sirven solo para entrada o para salida y aquellas guías que se pueden utilizar tanto por el lado de entrada como por el lado de salida.

Materiales

Las guías de la válvula se fabrican de materiales de fundición gris, latón y metal sinterizado. Gracias a componentes de aleación especiales se logra optimizar las propiedades de deslizamiento, desgaste y conducción del calor. Aquí se emplean los siguientes materiales:

- B

= Aleación CuZnAl con buena resistencia al desgaste, así como buena resistencia a la fatiga y a la corrosión. Para uso en entornos de esfuerzo moderado.
- B1

= Aleación CuSn con fósforo añadido para una mayor resistencia al desgaste. Apropiado para uso en entornos expuestos a grandes esfuerzos.
- G1

= Aleación de hierro fundido gris con estructura perlítica con buena resistencia al desgaste. Para entornos expuestos a esfuerzos normales.
- G2

= Aleación de hierro fundido gris con estructura perlítica y un mayor contenido de fósforo. La formación reticular dentro de la matriz crea una resistencia elevada al desgaste así como mejores cualidades de funcionamiento de emergencia. Apropiado para entornos expuestos a grandes esfuerzos.
- CN

= Aleación de CuNi con dureza y conductibilidad térmica elevadas, así como con una alta resistencia al desgaste y a la abrasión. Para una gran resistencia, incluso en condiciones de uso extremas.
- SM

= Aleación de metal sinterizado con una gran resistencia mecánica que no disminuye aunque se exponga a temperaturas extremadamente altas. Desarrollado para motores sujetos a grandes esfuerzos.

Consejos de montaje

Después del montaje de las guías de válvula (embutición/prensado), las guías de válvula deben rectificarse en el interior a la medida especificada. Esto se aplica tanto a las guías de semiválvula como a las guías de válvula que ya están mecanizadas a la medida nominal.

Esto se debe a las deformaciones de las nuevas guías de válvula que pueden producirse durante el montaje en la culata.

Para el rectificado recomendamos un escariador manual y un poco de aceite de corte para roscar.

La holgura prescrita por el fabricante automovilístico solo se obtiene mediante el diámetro del vástago de la válvula más la guía de válvula rectificada.

Antes del montaje, todas las piezas deben limpiarse y engrasarse bien.

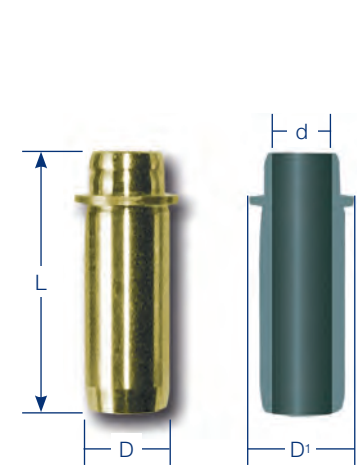
Las nuevas juntas de vástago de válvula siempre se deben instalar con una ayuda de montaje para evitar daños en los labios de sellado.

Valores indicativos para el escariado de las guías de válvula

Diámetro del vástago de la válvula		Válvula de admisión	Válvula de escape
6–7 mm		10–40 µm	25–55 µm
8–9 mm		20–50 µm	35–65 µm
10–12 mm 10–12 mm		40–70 µm	55–85 µm

Valores indicativos para la holgura entre el vástago y la guía de válvula.

Guía de la válvula hecha de metal no ferroso



Guía de la válvula hecha de fundición gris



Guía de la válvula hecha de cobre



Asientos de válvula

Conceptos técnicos

En el concepto general del accionamiento de la válvula en las culatas de aluminio, los asientos de la válvula desempeñan una función central: su tarea principal es, junto con las válvulas, sellar la cámara de combustión y derivar el calor generado a la culata. Debido a que las propiedades de material de la culata de aluminio y sus aleaciones no son suficientes para las tareas de un asiento de válvula, los anillos de asiento, altamente resistentes, impiden el golpe de las válvulas en el blando material de las culatas.

Los asientos de válvula están adaptados perfectamente a sus esfuerzos y cumplen sus funciones tanto por el material como también por su capacidad de mecanización por arranque de viruta.

Materiales

Para satisfacer los elevados requisitos de los motores modernos, MAHLE ofrece también, junto con diferentes tipos de fundición gris y acero fundido, metales sinterizados con elevada capacidad de carga.

ST = Material a base de cobalto con alto contenido de cromo y tungsteno. Los asientos de válvula de estas aleaciones, extremadamente resistentes al desgaste y a la corrosión, se emplean mayormente en motores que son propulsados por combustibles alternativos, como GNC, biogás y gas procedente de basura.

GG1 = Aleación de fundición gris de buen mecanizado por arranque de viruta con elevada proporción de carbono, que se caracteriza por una elevada resistencia a la compresión y al desgaste y se emplea en la zona de admisión de motores Otto y turbodiésel.

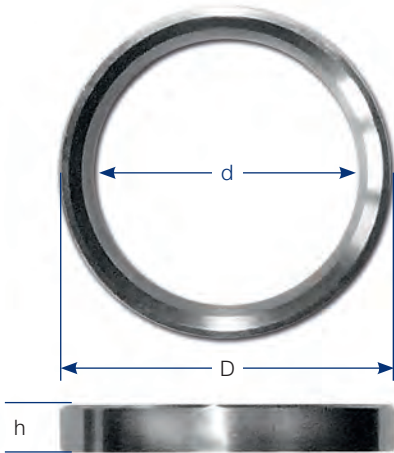
SG1 = Acero fundido resistente a altas temperaturas con una elevada proporción de cromo (> 10 %) y molibdeno. Además de por la resistencia al calor, estos asientos de válvula se caracterizan por una buena resistencia a la fluencia y una muy buena resistencia a la corrosión. Aplicación: se emplean en motores de gasolina y diésel.

SG2 = Acero fundido de altas prestaciones con elevado porcentaje de cromo (>30 %) que, en combinación con el molibdeno, presenta una resistencia a la corrosión y al calor extremadamente elevada. Se emplea principalmente en motores de gasolina y diésel.

SG3 = Material de acero fundido de alta aleación con elevada proporción de molibdeno y vanadio, que se emplea para asientos de válvula altamente resistentes al desgaste en motores de gasolina y diésel sobrealimentados, así como en combinación con combustibles alternativos, como GNC y LPG.

SM1 = Material sinterizado de alta calidad, con capacidad de altas prestaciones para asientos de válvulas de admisión y de escape y con gran resistencia al desgaste, desarrollado para motores atmosféricos y turboalimentados de altas prestaciones en servicio de gasolina, diésel y gas.

Asiento de válvula



Dimensiones principales de un asiento de válvula

- D = Diámetro exterior
- d = Diámetro interior
- h = Altura

Consejos de montaje

Los asientos de válvula MAHLE están listos para ser montados, esto significa que no es necesario ningún repaso para el ajuste.

Para fijar el asiento de válvula en la culata, debe existir un correcto solapamiento entre el anillo de asiento y el asiento en la culata. Si el solapamiento es demasiado grande, la intensa deformación del aluminio por la presión del asiento de válvula puede provocar una deformación plástica en la culata. También se pueden producir fisuras por tensiones en la zona media, entre los asientos de válvula.

La tabla de solapamiento indica la medida correcta para el orificio de alojamiento en la culata.

Los asientos de válvula MAHLE de metal sinterizado se presan a temperatura ambiente en una culata con un solapamiento adecuado, tras el engrase del orificio de alojamiento con un aceite resistente a la presión (aceite de transmisión).

Al montar los asientos de válvula fundidos se pueden aplicar los siguientes métodos:

- El asiento se introduce a presión en el orificio de alojamiento de la culata a temperatura ambiente.
- En la culata previamente calentada se introduce a presión un asiento de válvula a temperatura ambiente.
- El segmento se enfría en nitrógeno líquido y, a continuación, se coloca en la culata a temperatura ambiente.
- La culata se calienta y el asiento de válvula se enfría: el método óptimo para un ensamble casi exento de fuerza.

Valores orientativos para el orificio de alojamiento

Diámetro exterior del anillo de asiento	Solapamiento en la culata de fundición gris	Solapamiento en la culata de aluminio
20–30 mm	0,050–0,090 mm	0,040–0,080 mm
30–40 mm	0,060–0,100 mm	0,050–0,090 mm
40–50 mm	0,070–0,110 mm	0,060–0,100 mm
50–60 mm	0,080–0,120 mm	0,070–0,110 mm
60–70 mm	0,090–0,130 mm	0,080–0,120 mm

5.1 Gripado en el vástago de válvula



Fig. 1a El vástago de la válvula está gripado en la guía



Fig. 1b Gripado y estrías en el vástago de válvula

Defectos:

El vástago de válvula presenta marcas de gripado o fricción (fig. 1a+b).

Causa(s):

En este caso se pueden distinguir generalmente dos causas:

Desviaciones geométricas:

- La guía y el asiento de válvula no están alineados. Esto puede deberse a una mecanización deficiente o a suciedad en la guía de la válvula y/o en el asiento.
- La válvula está descentrada o doblada, lo que puede estar causado, por ejemplo, por un impacto de la válvula. Incluso una deformación apenas perceptible puede ocasionar una desviación de la concentricidad de la válvula.

- Un asiento de válvula suelto provoca una desalineación respecto a la guía.
- El diámetro interior de la guía es demasiado grande o pequeño, lo que provoca una holgura demasiado grande o pequeña entre la válvula y la guía.
- Se han utilizado chavetas de válvula viejas o desgastadas.
- Debido a deformaciones de la culata pueden producirse desviaciones de forma del orificio de alojamiento para la guía de válvula. Estas se transmiten a la guía de válvula.

Número excesivo de revoluciones:

- Un número excesivo de revoluciones puede provocar un colapso del sistema tribológico. La película de aceite lubricante entre la guía y la válvula ya no resiste el rápido movimiento y se produce un contacto metálico entre la válvula y la guía.
- Se producen impactos de válvula debido a un número excesivo de revoluciones (véase más arriba «Desviaciones geométricas»).

Solución/Prevención:

- La guía de válvula y el asiento deben estar alineados.
- Al volver a mecanizar válvulas usadas se debe prestar mucha atención a que el vástago esté perfectamente recto.
- Los asientos de válvula solo se deben montar de acuerdo con las especificaciones del fabricante.
- En general, se deben utilizar chavetas de válvula nuevas. En la mayoría de los casos, las chavetas viejas se han desgastado de forma desigual, de modo que las válvulas ya no pueden girar libremente.
- Las guías de válvula (tanto las «semi» como las «acabadas») deben mecanizarse después de la introducción en la culata a la medida y geometría correctas, básicamente mediante escariado. Se deberán seguir las instrucciones del fabricante.
- Después de que el motor haya sido sometido a un número excesivo de revoluciones, se recomienda comprobar que el sistema de accionamiento de las válvulas y la cabeza del pistón no estén dañados.

5.2 Deformación en el vástago de válvula



Fig. 1 Vástago de válvula deformado



Fig. 2a Platillo de válvula roto



Fig. 2b Rotura por vibraciones con superficie rota en el vástago de válvula

Defectos:

- El vástago de la válvula presenta una ligera curvatura o está doblado (fig. 1).
- El platillo de válvula está roto (fig. 2a+b).

Causa(s):

Una deformación en el vástago de válvula se debe a una sobrecarga mecánica. Esto puede tener las siguientes causas:

- Un ajuste incorrecto de la válvula puede provocar impactos de la válvula en el pistón.
- En caso de un número excesivo de revoluciones en el motor, la velocidad de recuperación de los muelles de válvula ya no basta y el pistón y la válvula colisionan.
- Las fases de distribución están mal ajustadas, es decir, no se han respetado las marcas, con lo cual el accionamiento de las válvulas y los movimientos del pistón ya no están sincronizados, provocando impactos entre ambos.
- La correa o la cadena de distribución han saltado debido a un tensor defectuoso.
- La cadena ha saltado por la rotación inversa del motor.
- La correa o la cadena están rotas.
- El retraso de válvula es insuficiente.

Solución/Prevención:

- Debe ajustarse correctamente la holgura de las válvulas.
- Se debe evitar conducir con el motor sobrerrevolucionado.
- Las fases de la distribución se deben ajustar con exactitud.
- Nunca girar el motor en sentido inverso.
- Al sustituir la correa o la cadena de distribución, deben cambiarse los tensores.
- Después de mecanizar la culata, se debe comprobar el retraso de válvula.
- Estacionar los vehículos con transmisión manual siempre con freno de mano.

5.3 Rotura en la ranura de la válvula



Fig. 1 Válvula extremadamente deformada



Fig. 2 Pie de válvula roto en la ranura (rotura por fuerza/esfuerzo de flexión)

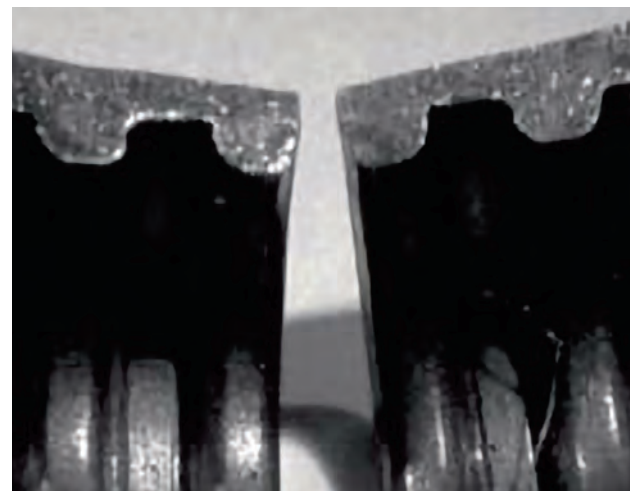


Fig. 3 Deformaciones de las chavetas de válvula en los talones

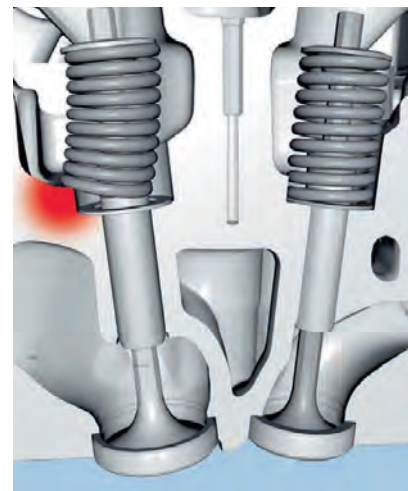


Fig. 4 Muelle insertado de modo descentrado formando un bloque en un lado

Defectos:

- La válvula está rota o se ha desprendido en una ranura (fig. 1+2). Las chavetas de válvula están deformadas (fig. 3).

Causa(s):

Este tipo de daños solo puede deberse a una sobrecarga mecánica de la válvula. Esto puede deberse a dos razones:

Estructura de rotura basta – Error de montaje:

- Se produce una rotura por fuerza, que se caracteriza por una estructura de rotura basta. Esta se basa en un error de montaje y se produce poco después de la reparación del motor. Si el muelle de válvula se coloca descentrado, forma un bloque en un lado cuando se comprime. Esto crea un elevado par de flexión sobre el platillo del muelle de la válvula. Este par de flexión puede provocar la rotura o el desprendimiento de la válvula (fig. 4+5).

Solución/Prevención:

- El muelle de válvula debe estar correctamente asentado durante el montaje.
- Se debe comprobar el sistema de accionamiento de válvulas.
- En general, se deben utilizar chavetas de válvula nuevas. En la mayoría de los casos, las chavetas viejas se han desgastado de forma desigual, de modo que las válvulas ya no pueden girar libremente y se pueden formar tensiones de flexión en el vástago de válvula.



Fig. 5 Marcas en la culata, provocadas por un muelle de válvula insertado de forma descentrada

5.4 Rotura en la zona del platillo de válvula



Fig. 1 Platillo de válvula roto y empotrado en el pistón



Fig. 2 Impactos de válvula en la cabeza del pistón

Defectos:

- La válvula está rota y/o doblada en la zona del platillo (fig. 1).

Causa(s):

Este tipo de daños es causado por una sobrecarga mecánica de la válvula. En este caso se pueden distinguir tres tipos diferentes de sobrecarga:

Estructura de rotura basta – Rotura por fuerza:

- Esta se produce debido a un pico de fuerza muy elevado, breve y rápido, como el impacto de la válvula sobre el pistón (véase también el capítulo «2.1.5 Impacto de válvulas en la cabeza del pistón e impacto del pistón en la culata», página 34). Esto se debe a unas fases de la distribución ajustadas erróneamente, un retraso de válvula erróneo o a un funcionamiento del motor con un número excesivo de revoluciones.

Estructura de rotura fina – Rotura por fatiga:

- Debido a una leve deformación de la válvula en la zona de transición del platillo de válvula al vástago, la válvula se dobla en cada proceso de cierre. Esto causa la fatiga del material y, por lo tanto, a la rotura del platillo de válvula.

Sobrecarga térmica:

- Especialmente en el caso de aceros de válvula de alta aleación, la sobrecarga térmica puede provocar daños en el material de la rejilla metálica (corrosión por gas caliente). Estos desperfectos muy finos en forma de cuña no son visibles desde el exterior.

Solución/Prevención:

- Las fases de distribución se deben ajustar con exactitud durante el montaje.
- En el caso de una reparación de la culata, se debe comprobar con precisión el retraso de la válvula.
- Se debe evitar el funcionamiento con un número excesivo de revoluciones.
- Al reutilizar válvulas, se debe comprobar la exactitud de sus dimensiones.
- El asiento de válvula se debe mecanizar con meticulosidad, de manera que la guía de válvula y el asiento estén alineados.
- El taller es responsable y decide si merece la pena reacondicionar las válvulas viejas o si es mejor instalar válvulas nuevas.
- En el caso de las válvulas hechas de aceros de alta aleación, es muy recomendable instalar válvulas nuevas, ya que el daño del material debido a la corrosión por gas caliente solo se puede determinar después de que se haya roto la válvula.

5.5 Desgaste del asiento de válvula

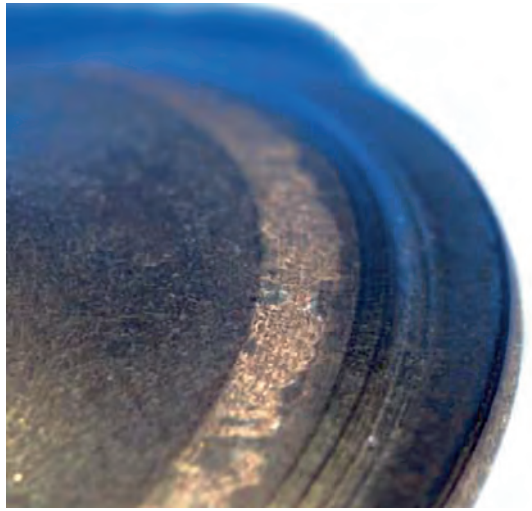


Fig. 1 Fuerte desgaste en la superficie de sellado

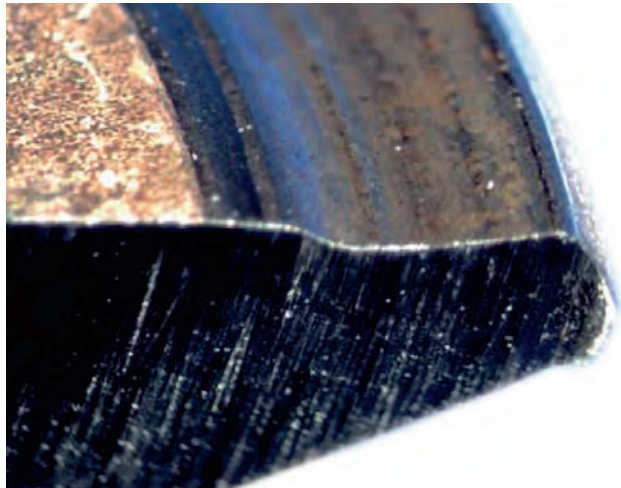


Fig. 2 Vista detallada de la superficie de sellado



Fig. 3 Superficie de sellado extremadamente desgastada (blindaje de estelita)

Defectos:

- La superficie de sellado en el platillo de válvula está muy desgastada (fig. 1–3).
- Las chavetas de válvula están deformadas.

Causa(s):

El asiento de la válvula se desgasta debido a una carga muy elevada. Esta carga puede deberse a lo siguiente:

- La guía y el asiento de la válvula presentan una desviación geométrica, es decir, no están alineados.
- Predomina un nivel de temperatura demasiado elevado, por ejemplo, debido a:
 - Ajuste de mezcla erróneo
 - Anomalías en el proceso de combustión
 - Holgura de válvulas demasiado pequeño
 - Picado o tuning.
- El asiento de válvula está expuesto a cargas mecánicas demasiado elevadas, como por ejemplo muelles de válvula reforzados o árboles de levas afilados.
- Debido a la transformación del motor para su uso con gas, lo que conlleva la desaparición de la refrigeración por evaporación o la falta del efecto de lubricación del combustible, la válvula se calienta más y está expuesta a mayores cargas.

Solución/Prevención:

- La guía y el asiento de válvula deben estar alineados.
- Solo se deben utilizar piezas especificadas por el fabricante (muelles, árboles de levas, etc.).
- Las válvulas y los asientos de válvula deben ser adecuados para el funcionamiento con gas.
- Debe ajustarse la holgura de las válvulas de acuerdo con las especificaciones.

5.6 Deformación del platillo de válvula



Fig. 1 Platillo de válvula deformado (forma de tulipán)



Fig. 2 A modo de comparación: platillo de válvula sin deformaciones



Fig. 3 Marcas de contacto lineales en el platillo de válvula deformado

Defectos:

- El platillo de la válvula está deformado y/o roto (fig. 1).
- Debido a la deformación del platillo de válvula, solo hay contacto lineal con la superficie de sellado (fig. 3).

Causa(s):

El platillo de la válvula se deforma por una sobrecarga térmica o mecánica. Estas sobrecargas pueden tener las siguientes causas:

Sobrecarga térmica:

- La holgura de las válvulas es demasiado pequeña.
- Se han producido anomalías en el proceso de combustión.
- Se han llevado a cabo modificaciones tipo tuning.

Sobrecarga mecánica:

- Entre la válvula y el asiento de válvula ha quedado atrapado un cuerpo extraño.

Solución/Prevención:

- Debe ajustarse correctamente la holgura de las válvulas.
- Se debe comprobar el sistema de inyección.
- Durante el montaje del motor se deben limpiar todos los restos que hayan podido quedarse en la cámara de combustión o en el sistema de admisión.

5.7 Platillo de válvula quemado



Fig. 1 Válvula quemada



Fig. 2 Fisuras y fundiciones en diferentes etapas

Defectos:

- En el platillo de válvula se ha fundido una zona en forma de cuña (fig. 1).
- Fisuras o fundiciones en el platillo de válvula (fig. 2).

Solución/Prevención:

- Al repasar el asiento de válvula se debe tener en cuenta que la guía y el asiento de válvula estén en ángulo recto entre sí.
- En general, se deben utilizar chavetas de válvula nuevas. En la mayoría de los casos, las chavetas viejas se han desgastado de forma desigual, de modo que las válvulas ya no pueden girar libremente.

Causa(s):

Válvula no estanca:

Debido a un asiento de válvula repasado de forma deficiente, a una holgura de válvulas ajustada incorrectamente, a una pequeña fisura en el platillo de válvula u otros errores de geometría, la válvula ya no sella con precisión. La falta de holgura entre la guía y el vástago de válvula también puede obstaculizar la rotación de la válvula. Después de un daño mecánico del turbocompresor, se reemplazó este, pero no se limpió el tramo de admisión ni se reemplazó el intercooler. Las partículas extrañas del daño previo penetran en las cámaras de combustión y se depositan en parte en los platillos de válvula. Debido al contacto demasiado breve entre el platillo de válvula y el asiento en la culata o incluso a la ausencia de este contacto, la válvula ya no puede disipar el calor y se produce una acumulación de calor en el platillo, provocando que este se funda durante un funcionamiento prolongado.

La rotación de la válvula está limitada:

Las válvulas de 3 ranuras dependen de la rotación. Si durante el montaje se reutilizan las chavetas de válvula viejas, existe el riesgo de que las válvulas ya no puedan girar. Esto puede causar una acumulación de calor que provoca que la válvula se queme durante un funcionamiento prolongado.

- En general, la guía de válvula debe rectificarse a la medida especificada con un escariador.
- Después de un daño mecánico del turbocompresor, limpiar cuidadosamente el tramo de admisión de aire (incl. la carcasa del filtro de aire) y reemplazar el intercooler.



Duraderos y resistentes:
para todo tipo de motores

6. Cojinetes

Consejos de montaje

Durante el desmontaje del motor, deberán marcarse las piezas que van aparejadas. Son ejemplos de ello la biela y el sombrerete de la cabeza de biela. Las piezas desmontadas deberán limpiarse cuidadosamente.

Antes del montaje de los cojinetes, se deben verificar las dimensiones y geometrías de los orificios de alojamiento y las muñequillas.

Los cojinetes deben montarse bien engrasados. En algunos semicojinetes debe tenerse en cuenta el sentido de montaje. Los dorsos de estos cojinetes están marcados con «upper» (arriba) o «lower» (abajo).

La mayoría de los tornillos de biela y los tornillos para las tapas de bancada son tornillos de expansión que solo se pueden utilizar una vez. Deben sustituirse.

Durante el montaje, compruebe si el cigüeñal se puede girar fácilmente y sin movimientos bruscos.

Básicamente, deberán tenerse siempre en cuenta las prescripciones vigentes y los datos del fabricante del motor.



Además de todas las tecnologías clásicas, MAHLE también suministra diversos cojinetes recubiertos de polímero y arandelas de empuje recubiertas de polímero.

Tipos de cojinetes

Semicojinetes

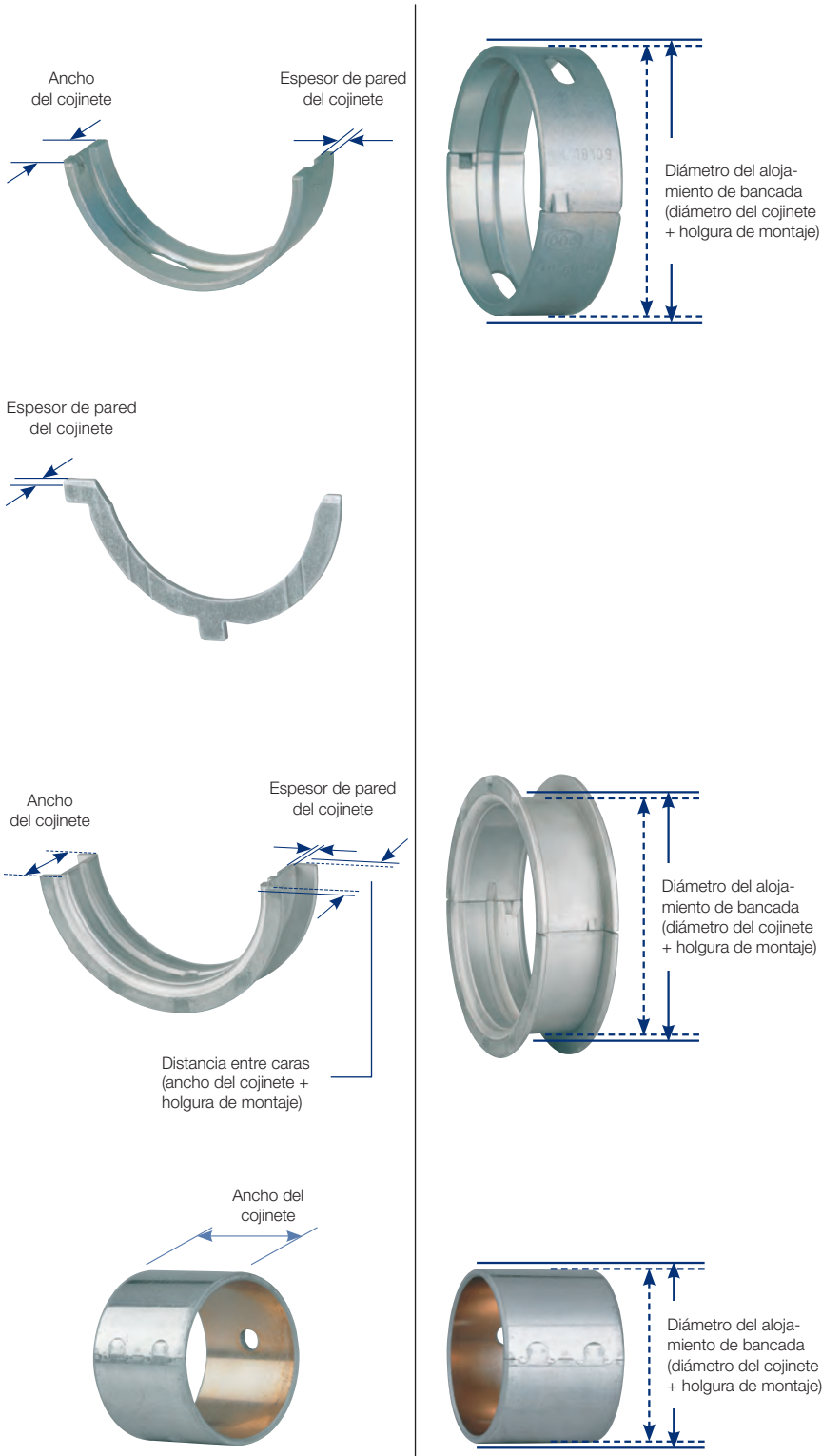
- HL Cojinete de bancada
- PL Cojinete de cabeza de biela

- AL Arandela de empuje

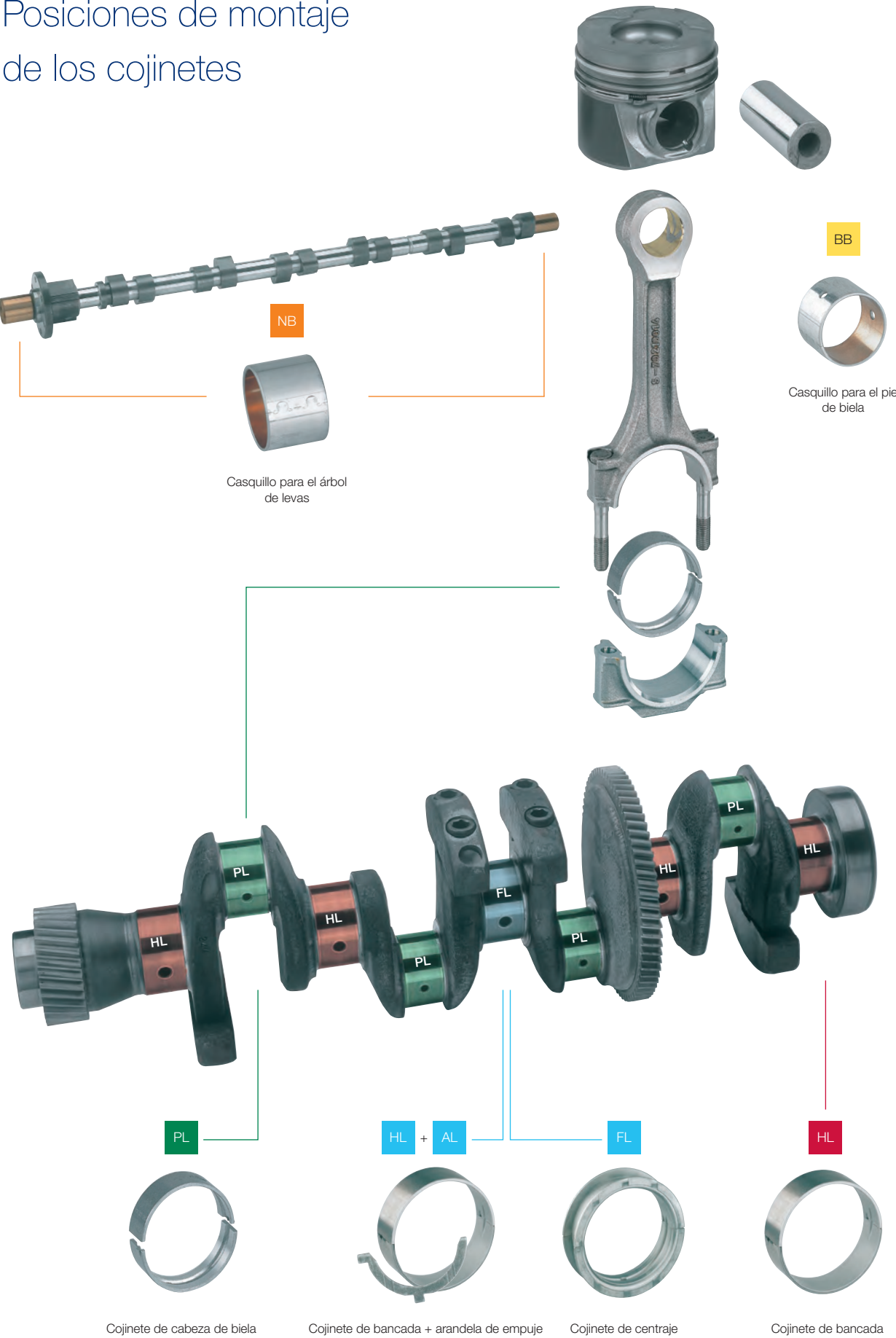
- FL Cojinete de centraje

Casquillos de cojinetes

- BB Casquillo para el pie de biela
- KB Casquillo para balancín
- LB Casquillo de cojinete
- NB Casquillo para el árbol de levas



Posiciones de montaje de los cojinetes



Tipos y materiales

Tipos

Los **cojinetes macizos** están compuestos en su totalidad por metal antifricción. A menudo se emplean aleaciones especiales de bronce. La mayoría de los cojinetes macizos son casquillos.

Los **cojinetes de dos componentes** poseen una estructura de acero, una capa intermedia y una capa de metal antifricción. Como metal para cojinetes se utilizan principalmente aleaciones de aluminio. Los cojinetes de dos componentes se emplean en motores de gasolina y diésel aspirados, sometidos a cargas que oscilan de bajas hasta medias, en el rango de turismos.

Los **cojinetes de tres componentes** están compuestos por la estructura de acero, una capa de rodamiento, una capa barrera y la capa de deslizamiento. En los motores sometidos a altas cargas se utilizan principalmente cojinetes de tres componentes.

El **cojinete tipo Sputter** es también un cojinete de tres componentes. Gracias al proceso especial de fabricación (bombardeo iónico), estos cojinetes presentan una dureza y resistencia al desgaste claramente superiores. Por este motivo, dichos cojinetes están especialmente indicados para su empleo en motores de alta carga con refrigeración por aire de sobrealimentación. Los cojinetes Sputter se utilizan en los motores para vehículos industriales y también, cada vez más, en motores diésel para turismos.

En la mayoría de los casos, todos los tipos de cojinetes se protegen adicionalmente contra la corrosión mediante una capa de estaño aplicada por galvanizado.

Cojinetes macizos



Cojinetes de dos componentes



Cojinetes de tres componentes



Materiales

Los cojinetes MAHLE están compuestos, según su aplicación, por una estructura de acero altamente resistente, revestida por varias capas de distintos metales antifricción. Los materiales de los cojinetes se seleccionan de forma que las propiedades positivas de los diferentes materiales se complementen y sean óptimos para cada caso concreto de aplicación.

El desarrollo del material juega un papel clave en la consecución de las exigencias actuales y futuras. Gracias a su larga experiencia y sus actividades de desarrollo, MAHLE dispone de multitud de aleaciones de alta calidad para cojinetes como las de aluminio y bronce, entre otras.

Metales en %								
Material	Cu	Al	Si	Pb	Sn	Sb	Otros	Capa de deslizamiento
M1	3				89	8		
M5	80			10	10			
M7	73			23	4			
M10	88			1	10		1	
M11	0,5			74	10	15	0,5	
M23			1	82	1	15	1	
M30	70			30				
M31	70			30				P 77
M83	1	91	1	1			6	P 77
M100	80			10	10			
M114	78			20	2			P 77, P 80, P 94
M157	1	79			20			
M172	2	81			17			
M183	2	91	2				5	P 77, P 80
M215	2	83	4		11			
M218	2	83	4		11			
M221	85			2	11,5		1,5	
M222	83			7	7		3	

Tipos y materiales

Metales en %								
Material	Cu	Al	Si	Pb	Sn	Sb	Otros	Capa de deslizamiento
M250	73			23	4			
M330	78			20	2			Sputter AlSn
M331	75			23	2			Sputter AlSn 40Cu
M770	74			25	1			
M780	78			20	2			P 77
M790	72			23	3,5		1,5	
M800	74			20	2		4	P 77
M810	0,8	87	3		9		0,2	
M817	1	80,3		1,7	17			
M900	75			23	2			Q1
M901	75			23	2			P 77, P 78, P 80
M902				83	6	10	1	
M916	1	78,7			20		0,3	
M920	1	90	2		6		1	

Consejos de montaje

1.

Durante el desmontaje del motor, deberán marcarse las piezas que van aparejadas.

Durante el desmontaje del cigüeñal no deberá dañarse ninguna pieza. Las piezas deberán limpiarse cuidadosamente. Las impurezas y residuos son la razón más frecuente de daños en los cojinetes. Por lo tanto, deben limpiarse cuidadosamente todas las piezas del circuito de aceite, especialmente los canales de aceite del bloque motor y del cigüeñal.
3.

Se deben inspeccionar las piezas. Se deberán controlar las medidas, la redondez, la dureza, la rugosidad y la cilindridad de los alojamientos básicos y la muñequilla del cigüeñal (superficie, radios y agujeros de salida de aceite). También deberá ponerse atención para detectar posibles daños.

Compruebe si las bielas presentan flexión o torsión.

Básicamente deberán tenerse siempre en cuenta las prescripciones y los datos del fabricante del motor.
4.

La forma del alojamiento influye en gran medida en la vida útil de los cojinetes. Por eso, el rectificado de su alojamiento solo podrá llevarse a cabo después de haber apretado los pernos o tuercas de sujeción, de acuerdo con las prescripciones de apriete del fabricante del motor.

Antes del montaje definitivo –efectuar primero un montaje de control– deben limpiarse los asientos y eliminar el conservante de los nuevos cojinetes. Con el fin de evitar daños como consecuencia de un rodaje en seco, durante el montaje de los cojinetes deben lubricarse las superficies de deslizamiento con aceite de motor limpio.

En caso de pares de cojinetes que estén compuestos de diferentes materiales, se deberá prestar atención a un montaje correcto. Dichos cojinetes están marcados en el dorso con las indicaciones «upper» (arriba) o «lower» (abajo). Esto significa que el semicojinete marcado con «upper» deberá montarse arriba en la bancada y el indicado con«lower», abajo en la tapa.

Después de un posicionamiento correcto de los cojinetes, los tornillos de la tapa deberán apretarse según las prescripciones. A continuación, deberá medirse el diámetro interior del cojinete en tres planos de la biela, una medición en la dirección de la solicitud.

5.

Antes del montaje del cojinete de centrado, deberá medirse la diferencia entre las caras laterales de las muñequillas del cigüeñal y el ancho total del cojinete de centrado.

Durante el montaje, compruebe si el cigüeñal gira libremente y sin movimientos bruscos, controlando al mismo tiempo el juego axial del mismo.

Durante la comprobación del juego axial de la biela, preste atención a la fácil desplazabilidad de la misma.

Básicamente, deberán tenerse siempre en cuenta las prescripciones vigentes y los datos del fabricante del motor.

6.1 Estrías y partículas extrañas en la superficie de rodadura de los cojinetes

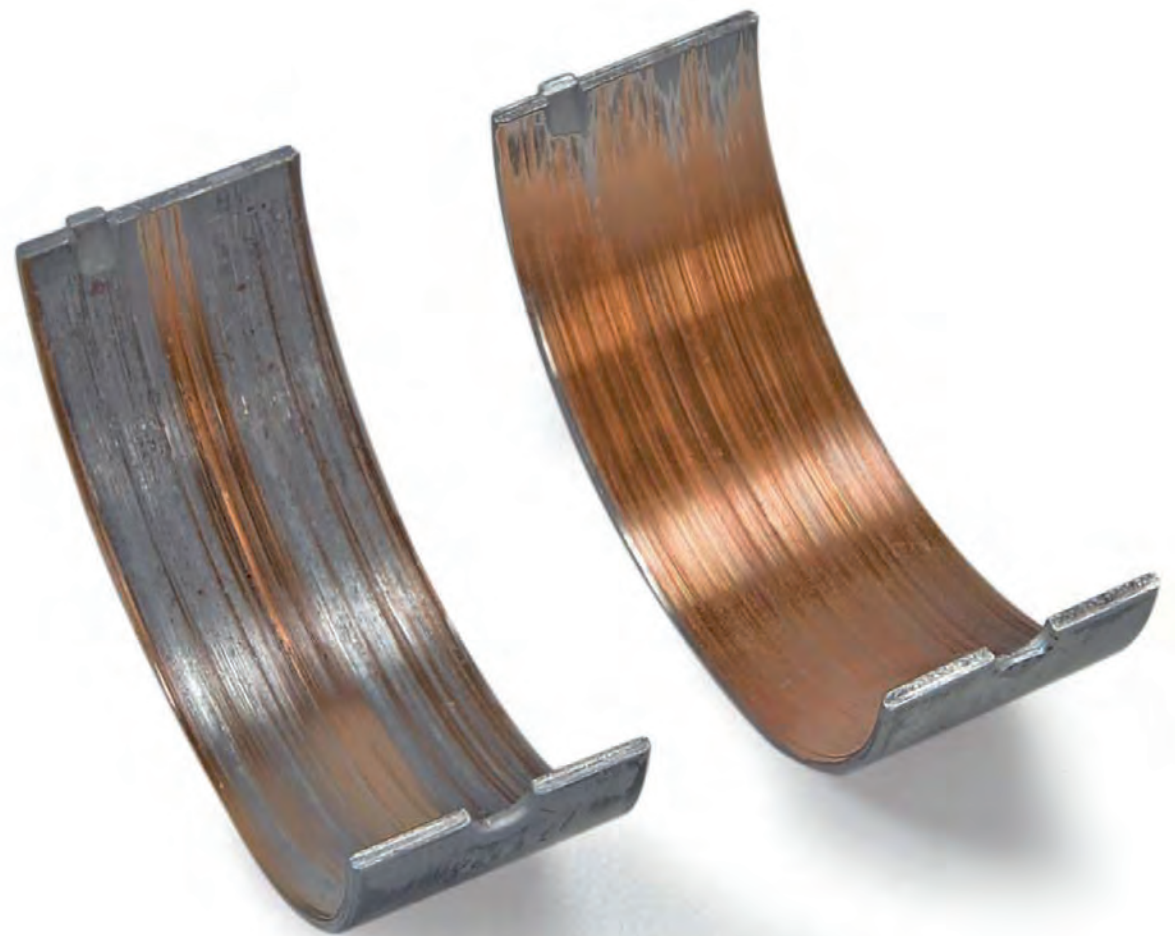


Fig. 1 Estrías muy marcadas en la dirección circunferencial

Defectos:

La superficie de rodadura de los cojinetes presenta estrías en la dirección circunferencial y hay partículas extrañas incrustadas en el material del cojinete (fig. 1).

Causa(s):

La causa de este tipo de daños son partículas extrañas en el aceite. Estas pueden haber entrado en el circuito de aceite debido a las siguientes razones:

- Durante los trabajos en el vehículo han entrado partículas extrañas en el motor.
- Han entrado impurezas a través del sistema de admisión o de la ventilación del cárter.
- Otros componentes del motor han generado abrasión o virutas.
- El vehículo ha sido sometido a un mantenimiento deficiente debido al uso de filtros y/o de aceite de mala calidad o a intervalos de inspección excesivos.
- Cuando se conducen frecuentemente distancias cortas, el ciclo de regeneración del filtro de partículas diésel (DPF) se interrumpe a menudo. Esto hace que se acumule combustible no quemado en el aceite del motor. El combustible diluye el aceite y reduce la capacidad de carga y lubricación.

Solución/Prevención:

- Durante las reparaciones o el montaje del motor, es imprescindible prestar atención a la limpieza.
- Se deberán utilizar exclusivamente filtros de calidad.
- El separador de niebla de aceite debe limpiarse y/o sustituirse.
- El mantenimiento del vehículo debe realizarse regularmente y de acuerdo con las especificaciones del fabricante.
- Especialmente con vehículos diésel, deben conducirse regularmente distancias largas para que se pueda completar la regeneración del filtro de partículas.

6.2 Marcas de desgaste locales en la superficie de rodadura de los cojinetes



Fig. 1 Marcas de desgaste en el centro del cojinete



Fig. 2 Impresión de partículas extrañas en el exterior del cojinete

Defectos:

- Hay marcas de desgaste localizadas en la superficie de rodadura del cojinete (fig. 1).
- También pueden aparecer impresiones en el exterior del cojinete (fig. 2).

Causa(s):

- Entre el cojinete y el alojamiento hay partículas extrañas o suciedad.
- El mecanizado es defectuoso o los orificios de aceite en el cigüeñal están mal desbarbados.

Solución/Prevención:

- Durante el montaje de los cojinetes es imprescindible prestar atención a la limpieza. Los cojinetes deben limpiarse con una gamuza antes del montaje.
- Después de lijar las muñequillas de cigüeñal, los orificios de aceite siempre deben desbarbarse cuidadosamente.

6.3 Fuertes marcas de desgaste en la zona de la junta de separación de los cojinetes



Fig. 1a Desgaste en la superficie de rodadura cerca de la junta de separación del cojinete

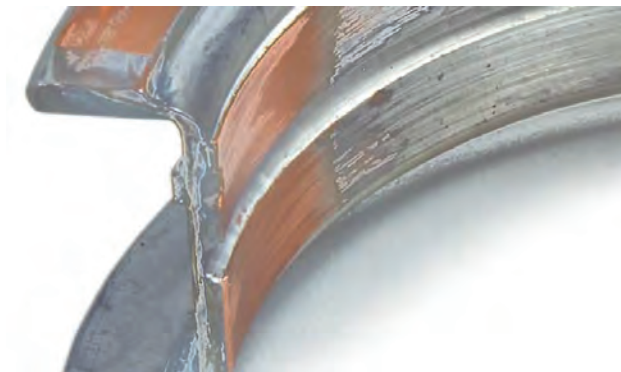


Fig. 1b Primer plano

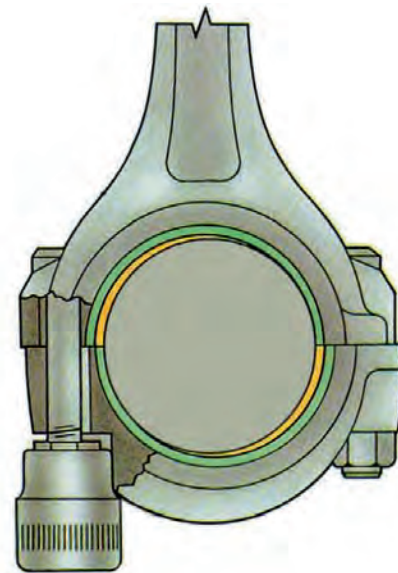


Fig. 2 Sombbrero desplazado

Defectos:

Hay fuertes marcas de desgaste en la zona de la junta de separación del cojinete (fig. 1a+b).

Causa(s):

Los siguientes errores de montaje son responsables del desgaste presente:

- El sombrero está desplazado (fig. 2). Esto puede ocurrir p. ej. cuando se utiliza una herramienta inadecuada con tuercas demasiado grandes para el apriete. También es probable que se hayan utilizado casquillos o espigas de ajuste erróneas, o se hayan apretado los tornillos del cojinete con un par de apriete erróneo o bien los tornillos se han dilatado en exceso.
- El sombrero se ha intercambiado o está mal orientado, quizás no se haya tenido en cuenta la asignación de la sombrero y el cilindro.
- Al rectificar los sombreros se han practicado unos diámetros de orificio demasiado pequeños.
- Se ha montado una biela usada con la cabeza ovalada, sin que se haya realizado el repaso necesario en la cabeza de la biela.

Solución/Prevención:

- Los tornillos solo deben apretarse con la herramienta adecuada. Un vaso con un diámetro exterior demasiado grande empuja el sombrero hacia un lado. Esto hace que el orificio de alojamiento para el cojinete no sea redondo.
- Deben tenerse en cuenta los pares de apriete de los tornillos de cojinete.
- Los tornillos de expansión deben sustituirse de acuerdo con las especificaciones del fabricante.
- Es necesario comprobar la asignación del sombrero respecto al cilindro.
- Es necesario comprobar el alojamiento del cojinete y, en su caso, rectificarlo.

6.4 Puntos pulidos, marcas de rodadura o corrosión en el exterior del cojinete



Fig. 1 Puntos pulidos en la parte exterior de los cojinetes

Defectos:

- En el exterior del cojinete hay puntos pulidos y/o marcas de rodadura en sentido circunferencial y/o rastros de corrosión (fig. 1).

Causa(s):

- En la junta de separación del alojamiento hay suciedad incrustada, con lo cual los semicojinetes tienen una holgura excesiva.
- Los tornillos de los sombreretes no están suficientemente apretados.

Solución/Prevención:

- Durante el montaje de los cojinetes se debe prestar atención a la limpieza. Los cojinetes y la junta de separación del alojamiento del cojinete deben limpiarse con una gamuza antes del montaje.
- Los tornillos de los sombreretes deben comprobarse de acuerdo con las instrucciones del fabricante y, en su caso, sustituirse.
- Los tornillos de los sombreretes deben apretarse de acuerdo con las instrucciones del fabricante (par de apriete, ángulo de giro).
- En el caso de biela rota y tapa de bancada rota, las superficies de rotura deben limpiarse bien antes del ensamblaje. Si hay partículas extrañas o aceite en la estructura de rotura, el sombrerete no se puede apretar correctamente.

6.5 Desgaste o daños en los bordes exteriores de cojinete



Fig. 1 Bordes exteriores de cojinete desgastados

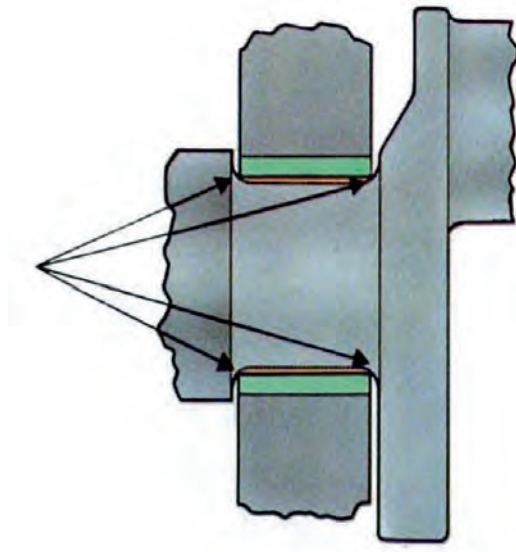


Fig. 2 Radio demasiado grande en las muñequillas de cojinete

Defectos:

Los bordes exteriores de los cojinetes están muy desgastados (fig. 1).

Causa(s):

Este tipo de daño es causado por un error de mecanizado del cigüeñal. Las muñequillas de cojinete en el cigüeñal presentan un radio angular demasiado grande. Los bordes exteriores del semicojinete se desgastan por este radio (fig. 2).

Solución/Prevención:

- Las muñequillas de cojinete deben rectificarse a la medida conforme a las especificaciones del fabricante.
- Durante el montaje se debe prestar atención al asiento adecuado de los semicojinetes.
- Para lijar las muñequillas, el disco abrasivo de la rectificadora de cigüeñales debe afilarse a intervalos regulares con una herramienta de diamante.

6.6 Fuerte desgaste en todos los semicojinetes de bancada

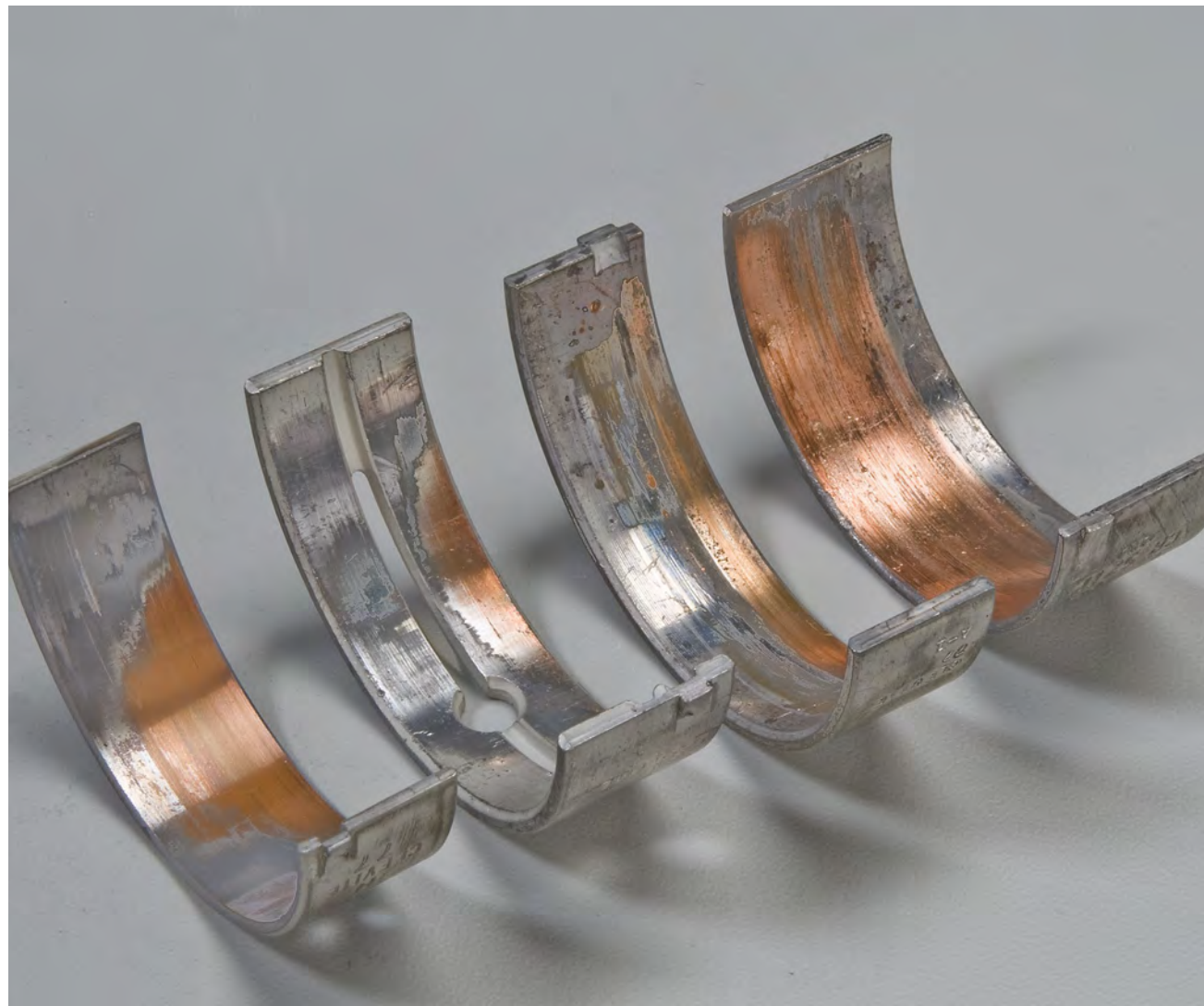


Fig. 1 Estrías muy marcadas en la dirección circunferencial

Defectos:

Todos los cojinetes de bancada presentan signos evidentes de desgaste (fig. 1).

Causa(s):

La causa de este tipo de daños es un error de geometría que proviene del alojamiento del cojinete de bancada o de un cigüeñal doblado. Debido a estas divergencias de geometría se transmiten fuerzas a los cojinetes, que no están diseñados para soportarlas. El resultado es un elevado desgaste en todos los semicojinetes de bancada. Las divergencias geométricas pueden tener las siguientes causas:

Error de geometría en el alojamiento de los cojinetes de bancada:

- Debido a un nivel de temperatura excesivo del motor, por falta de refrigerante, por ejemplo, pueden producirse deformaciones permanentes en el cárter del cigüeñal y, en consecuencia, deformaciones en el alojamiento de los cojinetes de bancada (véase también el capítulo «2.2.1 Gripado en el lado de presión y contrapresión del pistón», página 38).
- Las deformaciones también pueden deberse a un par de apriete incorrecto de los tornillos de culata o de los tornillos de cojinete.

Cigüeñal doblado:

- El cigüeñal no se ha alineado correctamente antes de volver a montarlo.
- Se ha producido una sobrecarga mecánica, p. ej. un gripado de pistón anterior.
- El requisito de par impuesto al cigüeñal era excesivo.

Solución/Prevención:

- Es necesario garantizar una refrigeración adecuada del motor (refrigerante, aceite, boquillas de refrigeración, termostato, ventilador).
- Los tornillos deben comprobarse/renovarse de acuerdo con las especificaciones del fabricante.
- Todos los tornillos deben apretarse de acuerdo con las especificaciones del fabricante. Para ello también se debe seguir el orden prescrito.
- El cigüeñal debe estar perfectamente alineado o ser sustituido antes del montaje.

6.7 Patrón de contacto desigual en los cojinetes



Fig. 1 Desgaste desigual en los semicojinetes, capa de rodamiento parcialmente desgastada

Fig. 2 Desgaste desigual en los semicojinetes



Fig. 3 Biela doblada

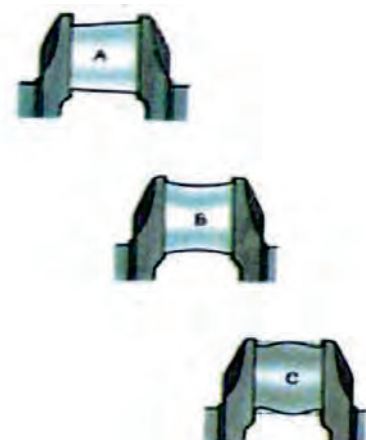


Fig. 4 Divergencias de forma en las muñequillas

Defectos:

En uno o varios cojinetes se pueden apreciar patrones de contacto desiguales, bien solo en el borde o bien solo en el centro del semicojinete (Fig. 1+2).

Causa(s):

Este tipo de daños se produce por desviaciones geométricas de la biela y/o de las muñequillas de cigüeñal. Debido a estas divergencias se generan unas elevadas presiones superficiales, bien en el centro del cojinete o bien en los bordes exteriores, lo cual provoca un patrón de contacto asimétricos en los semicojinetes. Son posibles las siguientes causas:

- Debido a un bloqueo hidráulico, la biela se ha doblado (fig. 3; véase también el capítulo «1.3 Bloqueo hidráulico», página 10).
- La biela no se ha alineado antes del montaje.
- Las muñequillas de los cojinetes no se han rectificado correctamente, es decir, la superficie está abombada, es cónica o cóncava (fig. 4).

Solución/Prevención:

- Antes del montaje, siempre se debe comprobar el ángulo correcto de las bielas y, en caso necesario, alinear.
- Las muñequillas de los cojinetes deben rectificarse de forma cilíndrica.

6.8 Gripado en cojinetes



Fig. 1 Puntos brillantes en las superficies de rodadura de los semicojinetes



Fig. 2 Cojinete muy desgastado



Fig. 3 Cojinetes soldados al cigüeñal



Fig. 4 Cojinete montado al revés, por el lado exterior: impresiones en los orificios para aceite

Defectos:

En estos daños de cojinetes se distinguen diferentes etapas:

- Los primeros indicios son unos puntos brillantes en el cojinete (fig. 1).
- En caso de funcionamiento continuo con lubricación insuficiente, los cojinetes empiezan a adquirir un tono azulado pasando luego al negro (fig. 2).
- En casos extremos, la capa deslizante puede llegar a fundirse (fig. 3), así como a soldarse el cojinete con la muñequilla.

Causa(s):

Los daños aquí descritos en los cojinetes se deben a una lubricación insuficiente. En este tipo de daños, es importante distinguir si solo hay un cojinete dañado o lo están todos.

Hay un cojinete dañado:

- Un semicojinete está provisto con orificios para el aceite, el otro no. Si estos semicojinetes se montan de forma errónea, el orificio para el aceite (fig.4) en el alojamiento del cojinete quedará cerrado y no podrá pasar el aceite al cojinete.

Solución/Prevención:

- Los cojinetes se deben montar de acuerdo con las especificaciones. En este caso se debe prestar atención a la alineación de los orificios para el aceite del cojinete y de los orificios para el aceite en el motor.
- El aceite y el filtro deben cambiarse regularmente de acuerdo con las especificaciones del fabricante, sobre todo al utilizar biocombustibles, ya que los intervalos se reducen considerablemente.
- Se debe comprobar el nivel de aceite y añadir aceite si fuera necesario.

- Si el cojinete de bancada se coloca al revés, primero se produce una lubricación deficiente en el cojinete de biela, que debe ser abastecido de aceite por este cojinete de biela.
- Los orificios de aceite obstruidos provocan una lubricación deficiente. Especialmente cuando se utilizan biocombustibles existe el riesgo de que el aceite se vuelva viscoso y, por lo tanto, se obstruyan los orificios para aceite.
- En un punto del cojinete no se han apretado correctamente (lo suficiente) los tornillos. El aumento de la holgura resultante provoca una sobrecarga de la película de aceite.

Todos los cojinetes están dañados:

- Si se han gripado todos los cojinetes, debe tratarse de una falta de aceite general (véase también el capítulo «1.4 Consumo de aceite elevado», página 12). A este respecto existen numerosas posibilidades como, por ejemplo:
 - Una bomba de aceite defectuosa o no estanca, o una avería en la válvula limitadora de presión
 - Una fuga en el sistema de tuberías de aceite
 - Un nivel de aceite insuficiente
 - Una inclinación excesiva del vehículo o
 - Una dilución del aceite con combustible o refrigerante.

6.9 Desprendimiento de material de la capa de rodamiento de los cojinetes



Fig. 1 Desprendimiento de material causado por sobrecarga mecánica o capacidad de carga insuficiente de la película de aceite

Defectos:

En la capa de rodamiento del cojinete se aprecia un desprendimiento parcial de material (fig. 1).

Causa(s):

Estos desprendimientos se producen debido a la fatiga del material del cojinete, que a su vez puede estar causada por los siguientes factores:

- La biela no se ha alineado antes del montaje.
- Las muñequillas de los cojinetes no se han rectificado correctamente, es decir, la superficie está abombada, es cónica o cóncava.
- El cojinete se ha sobrecargado por el tuning.
- Capacidad de lubricación reducida del aceite de motor debido a la entrada de combustible o refrigerante (véase también el capítulo «2.2.2 Gripado en un lado del pistón», página 40).
- Aceite de motor de baja calidad o con una viscosidad demasiado baja.

Solución/Prevención:

- Antes del montaje, siempre se debe comprobar el ángulo correcto de las bielas y, en caso necesario, alinear.
- Las muñequillas de los cojinetes deben rectificarse de forma cilíndrica.
- En caso de dilución del aceite, realizar inmediatamente un cambio de aceite y localizar y solucionar la causa.
- Utilizar aceites de motor aprobados por el fabricante del vehículo.

6.10 Capa de rodamiento porosa en cojinetes

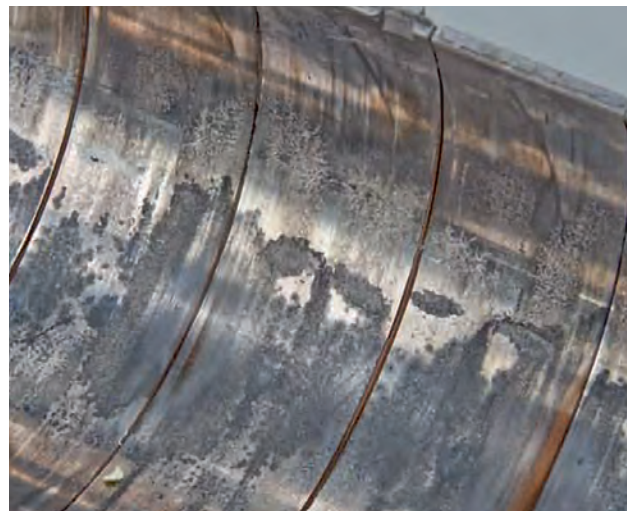


Fig. 1a Abrasión de la capa de rodamiento por sustancias químicamente agresivas en el aceite



Fig. 1b Se puede apreciar claramente en el primer plano: el material del cojinete está corroído



Fig. 2 Casquillo de biela dañado

Defectos:

La capa de rodamiento del cojinete presenta una coloración oscura y zonas porosas (fig. 1+2).

Causa(s):

El daño descrito aquí se debe a quemaduras químicas. Estas se pueden producir debido a las siguientes circunstancias:

- A partir de una determinada concentración, los componentes químicos en el aceite de motor, por ejemplo, el azufre de combustibles de baja calidad, tienen un efecto agresivo.
- El aceite del motor está acidificado por el funcionamiento con gas.
- Se han rebasado los intervalos de cambio de aceite.
- Hay residuos de refrigerante en el aceite del motor.

Solución/Prevención:

- El cambio de aceite debe realizarse siempre de acuerdo con las instrucciones del fabricante.
- Se debe comprobar periódicamente que el sistema de refrigeración no tenga fugas ni pérdidas de refrigerante.
- Si se detecta a tiempo una entrada de refrigerante en el aceite del motor, debe corregirse la causa (por ejemplo, un radiador de aceite con fugas). A continuación, realizar varias veces un cambio de aceite con filtro en un breve intervalo de tiempo para eliminar todo el refrigerante del circuito de aceite.
- En el caso de los motores de gas es especialmente importante: tener en cuenta los intervalos de cambio de aceite y la calidad del aceite.

Glosario

Término	Explicación
Aire secundario	Aire que entra en el sistema a través de una fuga.
Ángulo de giro	Ángulo con el que se aprietan los tornillos de expansión además de un par de apriete determinado.
Anticongelante	Aditivo para el refrigerante de motor. Influye en las propiedades físicas del agua. De este modo se evita la congelación del refrigerante y se eleva el punto de ebullición. Además, sirve para lubricar los cojinetes de la bomba de refrigerante y como protección anticorrosiva en el motor.
Biela de sujeción	Biela con la que se sujeta el bulón de pistón en el pie de biela. Así no se requieren circlips para fijar el bulón en el pistón.
Biocombustibles	Combustible producido a partir de biomasa.
Biodiésel	El biodiésel no se obtiene del petróleo crudo, como el combustible diésel convencional, sino de aceites vegetales o grasas animales.
Boquilla de refrigeración	Tubito curvado que, mediante la inyección selectiva del interior del pistón con aceite de motor del circuito de aceite, garantiza que se mantenga el nivel de temperatura permitido. En los pistones con canal de refrigeración, el aceite del motor se inyecta en el canal anular, lo que mejora la refrigeración del pistón.
Bruñido	Mecanizado con arranque de viruta de cilindros por superposición del movimiento de rotación y elevación de una herramienta de rectificado. Este rectificado en cruz resultante mejora las propiedades tribológicas de la superficie del cilindro.
Cambio de contacto del pistón	Cambio del pistón en el punto muerto superior e inferior del lado de presión al lado de contrapresión y del lado de contrapresión al lado de presión.
Capacidad de carga	Estabilidad de la película de aceite.
Caudal de aire	La cantidad de aire (unidad de medida: litros/hora) que fluye a través de un medio (filtros o conductos).
Caudal de combustible	Cantidad de combustible inyectado en los motores diésel.
Caudalímetro de aire	Sensor en la entrada de aire para medir el aire de admisión que es necesario para ajustar la mezcla óptima de combustible y aire.
Chaveta de válvula	Chaveta que es necesaria para la fijación de válvulas.
Circlip	Anillos de acero para muelles que fijan el bulón de pistón en el orificio.
Combustible con contenido de azufre	Combustible diésel que contiene más del 0,5 % de azufre. La combustión del azufre crea compuestos agresivos que se acumulan en el aceite del motor y provocan daños en los componentes. Por esta razón se deben acortar los intervalos de cambio de aceite en consecuencia.
Compresor de aire comprimido	Compresor accionado por motor que genera aire comprimido para sistemas neumáticos en vehículos industriales.
Cubierta de chapa	Aplastamientos de material que se producen durante el bruñido debido a listones de bruñido desgastados u obstruidos y que pueden conducir a un mayor consumo de aceite.
Embrague Visco®	El embrague Visco® regula la refrigeración del motor a través de la velocidad del ventilador. La velocidad del ventilador depende de la carga del motor.
Erosión	Daños en las superficies de los componentes por líquidos o gases calientes.
Espacio de combustión	Medida entre la cabeza del pistón (pistón en el punto muerto superior) y la culata.
Espesamiento (aceite de motor)	Reticulación de cadenas moleculares que hacen que el aceite del motor se vuelva bruscamente viscoso. Esto puede ocurrir durante el funcionamiento de motores diésel con aceites vegetales si no se ajustan los intervalos de cambio de aceite.

Glosario

Término	Explicación
Fase de regeneración	La fase en la que el granulado se deshumidifica en el secador de aire mediante el soplado del aire seco desde el tanque de aire comprimido en la dirección opuesta al secador de aire. La fase de regeneración se inicia mediante válvulas reguladoras.
Fases de distribución	La sincronización entre el accionamiento de las válvulas y la posición del cigüeñal.
Fatiga del material	Daños en el material debido a una sobrecarga mecánica prolongada.
Filtro Spin-on	Filtro atornillable.
Formación de pitting	Partículas desprendidas del material del pistón que se vuelven a adherir al pistón en otro lugar.
Funcionamiento con gas	Motor de combustión interna que funciona con gas como principal combustible (generalmente autogás, gas natural o gas de fermentación).
Gas Blow-by	Gas de combustión que se filtran a través del pistón y penetran en el cárter.
Grado térmico	El grado térmico indica la capacidad de carga térmica de la bujía.
Granulado	Pequeñas esferas higroscópicas en el secador de aire que eliminan la humedad del aire.
Gripado	Daño que se produce cuando dos piezas móviles de metal friccionan entre sí durante demasiado tiempo sin lubricación o con demasiada presión de contacto.
Gripado de pistón	Daño que se produce cuando el pistón y el cilindro friccionan durante demasiado tiempo sin lubricación o cuando la presión de contacto es demasiado alta.
Herramienta de desmontaje	Herramienta para desenroscar un filtro atornillado o tapa del filtro de aceite. Referencia en MAHLE: OCS. Esta herramienta solo se debe utilizar para aflojar, no para atornillar un filtro (riesgo de dañar la protección anticorrosiva).
Holgura de corte	Espacio entre los extremos de un segmento de pistón cuando está montado.
Holgura de montaje	Diferencia dimensional entre el diámetro máximo del pistón y el diámetro del cilindro a 20 °C. No se tiene en cuenta el recubrimiento de grafito en el pistón.
Índice de cetano	Indicador de la inflamabilidad de los combustibles diésel. La inflamabilidad se incrementa con el aumento del índice de cetano.
Inicio del transporte de combustible	Comienzo de la inyección de combustible con un ángulo de cigüeñal determinado antes del punto muerto superior del pistón en los motores diésel.
Lado de contrapresión	Lado del pistón menos sometido a carga durante el ciclo de trabajo.
Lado de presión	Lado de apoyo del pistón durante el ciclo de trabajo.
Listones de bruñido	Herramienta de rectificado (tiras de rectificado), que realiza el trabajo de mecanizado por arranque de viruta durante el bruñido.
Mezcla para el arranque en frío	Enriquecimiento de la mezcla de combustible y aire con combustible. Los motores fríos necesitan una mezcla de combustible y aire más rica para una concentricidad óptima.
Norma de apriete	Para los tornillos de expansión, los fabricantes de motores especifican en qué orden, con qué par y con qué ángulo de giro se deben apretar los tornillos.
Número excesivo de revoluciones	Revoluciones por encima del rango de revoluciones permitido. El número excesivo de revoluciones puede producirse, por ejemplo, al embragar después de cambiar a una marcha demasiado baja.
Octanaje	Indicador de la resistencia a los golpes (tendencia a la autoignición) de un combustible de gasolina. En este caso se aplica: cuanto mayor sea el octanaje, más resistente a los golpes será la gasolina.
Perfil de mecanización	Perfil de giro definido con precisión en la falda de pistón para optimizar las condiciones tribológicas.

Glosario

Término	Explicación
Polimerización	Reticulación de cadenas moleculares que hacen que el aceite del motor se vuelva bruscamente viscoso.
Presión de sobrealimentación	Presión después del compresor (turbocompresor/compresor). Con el aumento de la presión de sobrealimentación, se incrementa la masa de aire suministrada al motor y, por lo tanto, el par del motor o la potencia del motor, con la misma mezcla de combustible y aire.
Punto muerto	Posición del pistón en el cilindro: posición más alta = punto muerto superior, posición más baja = punto muerto inferior.
Retraso de válvula	Distancia entre la superficie plana de la culata y las válvulas.
Rotura por fatiga	Rotura de un componente debida a esfuerzos por cargas alternas.
Rotura por fuerza	Rotura de un componente que se produce por una única sobrecarga muy fuerte.
Saliente/retraso de pistón	Indica la posición del pistón con respecto a la superficie de sellado del bloque de cilindros en el punto muerto superior. Si el pistón sobresale de la superficie de sellado del bloque, se habla de un saliente. Si el pistón se encuentra retraído con respecto a la superficie de sellado del bloque, se habla de un retraso.
Sistema tribológico	Relación de fricción y lubricación en el motor.
Sonda lambda	Sensor en el sistema de escape de motores de combustión interna con catalizador, que se utiliza para detectar el contenido de oxígeno residual en el gas de escape y determinar así si la mezcla de combustible y aire se quema por completo
Termostato	Válvula reguladora en el circuito de refrigerante. Durante la fase de calentamiento, el refrigerante solo circula en el motor. Con el motor caliente, todo el refrigerante se conduce a través del radiador.
Tiempo de encendido	Posición del cigüeñal en la que la mezcla de combustible y aire se enciende por la bujía en motores de gasolina.
Transmisor PMS	Sensor para determinar la posición del pistón en el motor. Los datos de este sensor son necesarios para el control del motor.
Tuning	Medida para aumentar la potencia del motor.
Válvula limitadora de presión (bomba de aceite)	Válvula que evita picos de presión o una sobrepresión general en el circuito de aceite al devolver el aceite de la bomba de aceite directamente al cárter de aceite.
Ventilador	Hélice que inyecta aire fresco en el radiador. El ventilador es accionado mecánicamente por el motor a través de un embrague Visco® o por un motor eléctrico separado.



Nuestra cartera de productos

Componentes de motor	Calidad que se impone: con precisión y durabilidad
	- Pistones - Segmentos de pistón - Camisas de cilindro - Cojinetes - Componentes para accionamiento de válvulas - Conjuntos - Turbocompresores - Bomba de aceite regulada - Módulos de admisión con control por trampilla - Separadores de niebla de aceite
Juntas	Oferta de juntas en todo el mundo: para más de un millón de aplicaciones
	- Juntas de aceite - Tornillos de cabeza - Sellantes
Filtros	Nuestra gama de filtros: lo atrapan todo
	- Filtros de aire - Filtros de aceite - Módulos de filtro de aceite - Filtros de combustible - Filtros de habitáculo - Cartuchos de secador de aire - Filtros de aceite de transmisión - Filtros de urea - Filtros CleanLine
Refrigeración de motor y climatización	Confort perceptible: para hoy y mañana
	- Radiadores de refrigerante, intercoolers - Ventiladores y embragues, ventiladores de condensador/radiador de refrigerante - Depósitos de compensación, intercambiadores de calor de habitáculo - Radiadores de recuperación de los gases de escape, radiadores de aceite - Bombas de refrigerante eléctricas - Termostatos, conmutadores térmicos - Compresores de A/C, aceites para compresores de A/C - Condensadores de A/C, filtros deshidratadores y acumuladores - Evaporadores, válvulas de expansión y termostática - Ventiladores del habitáculo, interruptores de A/C - Reguladores de soplador de A/C y resistencias, elementos accionadores eléctricos para trampillas de mezcla - Sensores
Motores de arranque y alternadores	Potentes y eficientes: para un arranque óptimo
	- Motores de arranque - Alternadores
Movilidad eléctrica y electrónica	Soluciones innovadoras: para la movilidad del futuro
	- Actuadores e interruptores - Electrónica de alto rendimiento - Sensores diversos - Sistemas de accionamiento eléctrico
Equipamiento del taller y diagnóstico	Soluciones eficientes: para el mantenimiento y la asistencia
	- Diagnóstico TechPRO® TechPRO® Digital ADAS - Mantenimiento de sistemas de climatización ArcticPRO® - Equipo de lavado para transmisiones automáticas FluidPRO® - Inflado de neumáticos con nitrógeno NitroPRO® - Equipo de análisis de gases de escape EmissionPRO® - Herramienta de software LogiqPRO® - Sistema de limpieza OzonePRO® - Diagnóstico remoto RemotePRO® - Diagnóstico de baterías de vehículos eléctricos BatteryPRO®

Nuestros servicios de información

- Technical Messenger:**
información técnica interesante y consejos actuales en torno al mantenimiento y la reparación de todos los productos de MAHLE (véase «Servicios» en nuestra página web)
- Pósteres técnicos**
- Folletos de daños**
- Animaciones y vídeos de montaje**
- Manual de cantidades de llenado de aceite y refrigerante**
mahle-aftermarket.com/filling-quantities
- Portal de formación**
training.mahle.com
- TechTool**
techtool.mahle.com
- Boletín informativo MAHLE Insider**
mahle-aftermarket.com/mahle-insider
- Catálogo online de Aftermarket**
catalog.mahle-aftermarket.com



¿Tiene alguna pregunta técnica?
Estaremos encantados de ayudarle:

Línea de asistencia técnica: +49 1806 115599*
Correo electrónico: product.support@mahle.com
De lunes a viernes de 8:00 a 12:30h y de 13:00 a 17:00h
*0,20 €/conexión desde teléfono fijo; máx. 0,60 €/conexión desde móvil (válido para Alemania; difiere en el extranjero)



- Portal CustomerCare**
customer.mahle-aftermarket.com
- Página web**
mahle-aftermarket.com
- Catálogo online**
catalog.mahle-aftermarket.com
- Tienda electrónica de MAHLE**
eshop.mahle-aftermarket.com
- Revista digital para clientes**
mpulse.mahle.com
- mahlempulse en Instagram** 
- Canal de MAHLE en YouTube** 
- Página de MAHLE en Facebook** 



MAHLE Insider

MAHLE Aftermarket GmbH
Pragstraße 26–46
70376 Stuttgart/Alemania
Teléfono: +49 711 501-0

www.mahle-aftermarket.com
www.mpulse.mahle.com