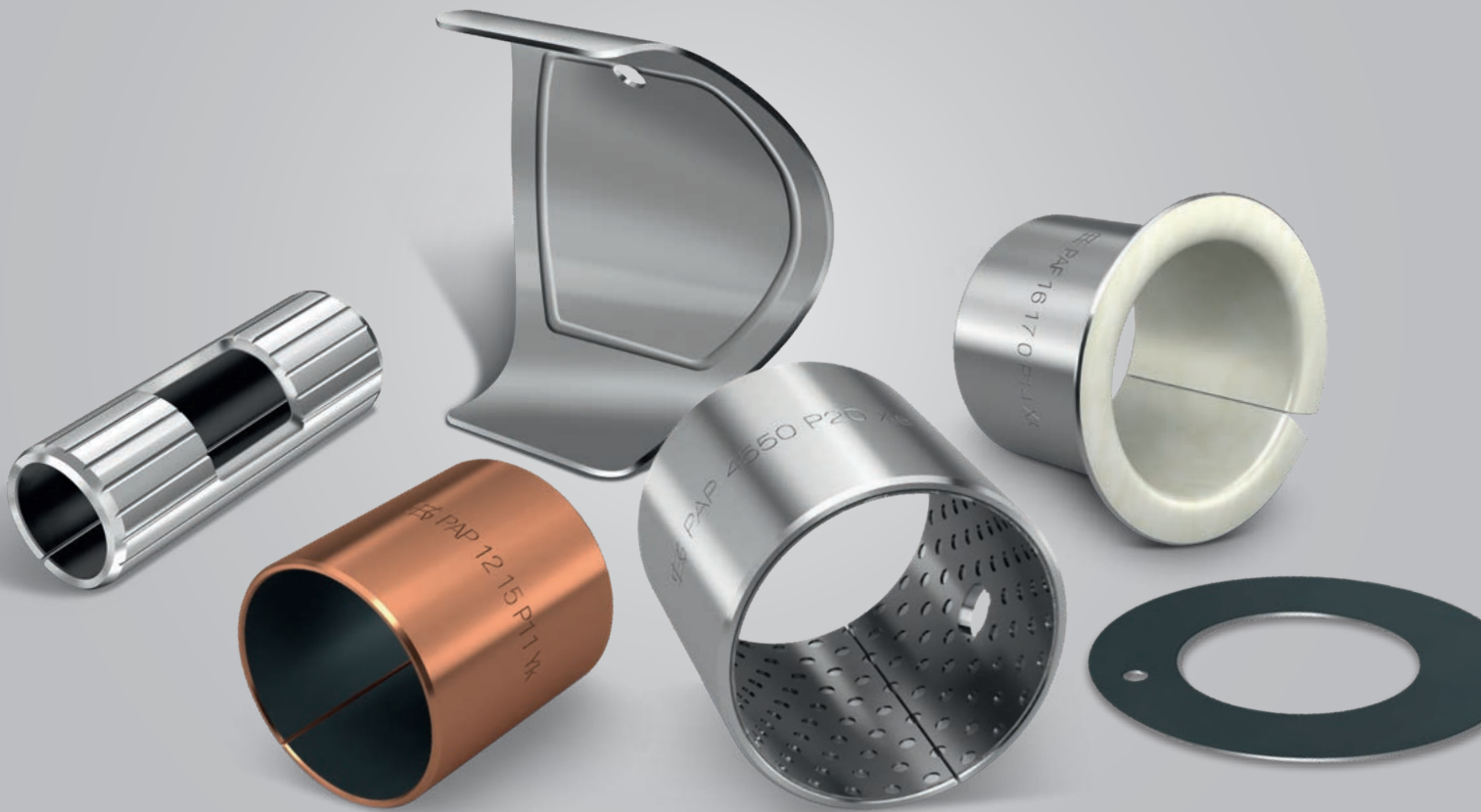




PERFECT **RUNNING**

COJINETES PERMAGLIDE®

CATÁLOGO: MATERIALES, TIPOS DE CONSTRUCCIÓN,
TABLAS DE DIMENSIONES

INDICACIONES IMPORTANTES

Los datos recogidos en este catálogo no son vinculantes. No podemos asumir la responsabilidad por su corrección e integridad. Cualquier notificación sobre posibles errores en el catálogo será bienvenida, corrigiéndose estos en ediciones posteriores.

Nos reservamos expresamente el derecho a modificar en cualquier momento las especificaciones de producto, los materiales, la apariencia y el volumen suministrado de nuestros productos, por lo que las figuras mostradas en el catálogo tampoco son vinculantes.

Antes del montaje siempre debe comprobarse que el producto adquirido sea adecuado para la finalidad de uso prevista. Tenga en cuenta que los productos ofrecidos en este catálogo no están pensados para su uso en vehículos aeronáuticos ni espaciales.

Por la presente informamos de que el montaje siempre debe efectuarlo personal especializado instruido para ello. Las figuras, los dibujos esquemáticos y otros datos se entienden a modo de explicación y representación y, por tanto, no pueden usarse como fundamento para el montaje.

La copia, el plagio y la reproducción total o parcial de este catálogo requieren nuestro consentimiento previo por escrito, asimismo deberá indicarse la fuente de origen.

La presente versión de este catálogo sustituye y anula las versiones anteriores.

CERTIFICACIONES

Motorservice dispone de un sistema de gestión de la calidad certificado según la norma ISO 9001 y un sistema de gestión medioambiental certificado por la norma ISO 14001.



DISCLAIMER

Los nombres, las descripciones, los números de motores, vehículos, productos o fabricantes, entre otros, se indican solo a modo de comparación. Las piezas incluidas en el catálogo son repuestos para las aplicaciones mencionadas.



LOS CONTENIDOS DEL CATÁLOGO TAMBIÉN SE RECOGEN EN NUESTRO CATÁLOGO ONLINE.

Más información:
shop.permaglidle.com



CONTENIDO	PÁGINA
1 PROVEEDOR PREMIUM MOTORSERVICE	5
2 VISTA DE CONJUNTO DE LOS MATERIALES	6
3 DESIGNACIONES Y UNIDADES	10
4 COJINETES DE FRICCIÓN PERMAGLIDE®	12
4.1 Introducción al material P1	12
4.2 Introducción al material P2	17
5 SELECCIÓN DE MATERIALES, INFORMACIÓN SOBRE EL MATERIAL	21
5.1 Cojinetes de fricción P1	22
5.2 Cojinetes de fricción P2	32
6 CÁLCULO DE LA VIDA ÚTIL NOMINAL	36
6.1 Fórmulas para el cálculo de la vida útil	36
7 DAÑOS TÍPICOS DE COJINETES DE FRICCIÓN	44
8 DISEÑO CONSTRUCTIVO DE LA POSICIÓN DEL COJINETE	47
8.1 Cáster	47
8.2 Diseño de la parte deslizante	49
8.3 Holgura de cojinetes, ajuste perfecto	52
9 MONTAJE DE COJINETES DE FRICCIÓN	56
10 TIPOS DE CONSTRUCCIÓN Y TABLAS DE DIMENSIONES	60
10.1 Camisas Permaglide®, sin mantenimiento	62
10.2 Camisas con collarín Permaglide®, sin mantenimiento	68
10.3 Arandelas de tope Permaglide®, sin mantenimiento	70
10.4 Tiras Permaglide®, sin mantenimiento	71
10.5 Camisas Permaglide®, poco mantenimiento	72
10.6 Arandelas de tope Permaglide®, poco mantenimiento	74
10.7 Tiras Permaglide®, poco mantenimiento	75
10.8 Fabricaciones especiales Permaglide®	76
11 MÉTODOS DE COMPROBACIÓN	77
11.1 Comprobación de camisas laminadas	77
11.2 Mecanizado de la capa de deslizamiento	78
Condiciones generales de venta y entrega	79

GRUPO MOTORSERVICE

CALIDAD Y SERVICIOS DE UN SOLO PROVEEDOR

El Grupo Motorservice es la organización de ventas y distribución para las actividades del servicio posventa de Rheinmetall en todo el mundo. Se trata de uno de los principales proveedores de componentes del motor en el mercado libre de piezas de repuesto. Gracias a sus marcas de primera calidad Kolbenschmidt, Pierburg y TRW Engine Components, así como a la marca BF, Motorservice ofrece a sus clientes un amplio y completo surtido de máxima calidad, todo de un solo proveedor. Además, Motorservice es distribuidor de cojinetes de fricción Permaglide® sin y de bajo mantenimiento, así como de otros componentes para la industria y el comercio técnico.

KS GLEITLAGER

KS Gleitlager GmbH es el especialista de Rheinmetall para elementos deslizantes de alta precisión. La introducción de nuevas tecnologías en la producción y el tratamiento de superficies, los desarrollos innovadores y una clara orientación al cliente, han convertido a KS Gleitlager en un proveedor líder de cojinetes de fricción para motores y cojinetes de marcha en seco (Permaglide®).

RHEINMETALL

TECNOLOGÍAS PARA LA MOVILIDAD DEL FUTURO

Como proveedor automotriz internacional, Rheinmetall está a la cabeza en los mercados correspondientes gracias a su gran competencia en los sectores de alimentación de aire, reducción de contaminantes y bombas, así como en el desarrollo, producción y suministro de repuestos de pistones, bloques de motor y cojinetes de fricción. El desarrollo de productos se efectúa en estrecha colaboración con fabricantes de automóviles de renombre.



1 MOTORSERVICE – SU PROVEEDOR PREMIUM

ASISTENCIA DE VENTAS Y SERVICIO TÉCNICO AL CLIENTE

- Asesoría competente durante la tramitación de pedidos y de suministros
- Catálogo online con herramienta de cálculo, dibujos CAD y vistas en 3D
- Catálogos de productos e información sobre productos; si lo desea como versión única con su dirección y su logotipo
- Promoción de ventas: presentaciones en ferias, muestras de productos, artículos de publicidad y pequeños artículos de promoción
- Con las newsletter y la página web estará siempre al día: www.permaglide.com
- Asesoría individual, cálculos y diseño de los cojinetes
- Tipos de construcción especiales según sus requisitos

APROVECHE NUESTRA EXPERIENCIA

- Más de 30 años de experiencia en la fabricación de cojinetes Permaglide®
- Los más altos estándares de calidad de la industria automotriz alemana
- Bancos de pruebas adaptados a la práctica según sus requisitos
- Desarrollo de materiales y de procesos

EFICIENCIA LOGÍSTICA

- Gran disponibilidad y almacenamiento de existencias
- Tramitación y preparación rápida del pedido

GRAN CALIDAD CONSTANTE

AMPLIO SERVICIO TÉCNICO

GRAN DISPONIBILIDAD Y ALMACENAMIENTO DE EXISTENCIAS

**COJINETES PERMAGLIDE® –
PARA QUE TODO RUEDE SIN
PROBLEMAS.**



2 VISTA DE CONJUNTO DE LOS MATERIALES

COJINETES DE FRICCIÓN P1 PERMAGLIDE®

- Sin mantenimiento
- Apropriados para marcha en seco

Curvas características Propiedades	Unidad	P180	P14**	P147*	P10, P11
Sin plomo	–	Sí	Sí	Sí	No
$p v_{\text{máx.}}$	MPa · m/s	2,2	1,6	1,4	1,8
$p_{\text{máx.estát.}}$	MPa	250	250	250	250
$p_{\text{máx.din.}}$	MPa	56 con $v = 0,035$ m/s	56 con $v \leq 0,029$ m/s	56 con $v = 0,025$ m/s	56 con $v \leq 0,032$ m/s
$v_{\text{máx.}}$	m/s	2 con $p \leq 1,10$ MPa	1 con $p \leq 1,60$ MPa	0,8 con $p \leq 1,75$ MPa	2 con $p \leq 0,90$ MPa
T	°C	–200 a +280	–200 a +280	–200 a +280	–200 a +280

MATERIALES PERMAGLIDE® P1



NOVEDAD Material estándar P180

- Sin plomo
- Cumple la directiva 2011/65/UE (RoHS II)
- Efecto stick-slip muy reducido
- Máxima resistencia, especialmente en caso de sobrecarga en cantos
- Coeficiente de fricción bajo y constante
- Muy buena resistencia al desgaste tanto en marcha en seco como en húmedo
- Aplicación universal: apropiado para aplicaciones rotativas, oscilantes y axiales
- Excelente resistencia química
- Gran resistencia a la erosión
- Alta resistencia al hinchamiento
- Compatible con todos los árboles de acero habituales en marcha en seco



Material estándar P14**

- Sin plomo
- Cumple la directiva 2011/65/UE (RoHS II)
- Efecto stick-slip muy reducido
- Desgaste reducido
- Bajo coeficiente de fricción
- Sin tendencia a la soldadura con metales
- Alta resistencia al hinchamiento



Material especial P147*

- Sin plomo
- Cumple la directiva 2011/65/UE (RoHS II)
- Muy buena resistencia a la corrosión
- Todas las demás propiedades parecidas a P14

Material estándar P10

- Con plomo
- Efecto stick-slip muy reducido
- Desgaste reducido
- Buena resistencia química
- Bajo coeficiente de fricción
- Sin tendencia a la soldadura con metales
- Alta resistencia al hinchamiento
- No absorbe agua

Material estándar P11

- Con plomo
- Resistencia a la corrosión mejorada
- Muy buena conductividad térmica y, por tanto, una mayor seguridad de funcionamiento
- Antimagnético
- Todas las demás propiedades de P10

* Previa consulta

** Salida

TIPOS DE CONSTRUCCIÓN PERMAGLIDE® P1

Camisas PAP



PAP P180



PAP P14**, PAP P147*



PAP P10



PAP P11

Camisas con collarín PAF



PAF P180



PAF P14**, PAF P147*



PAF P10



PAF P11

Arandelas de tope PAW



PAW P180



PAW P14**, PAW P147*

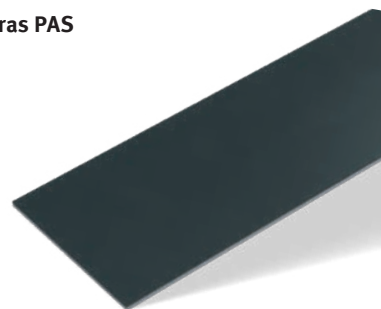


PAW P10



PAW P11

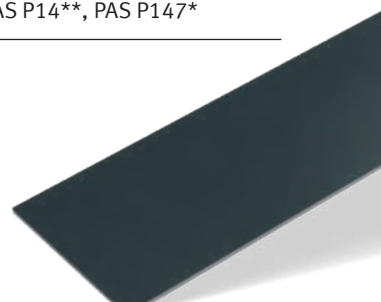
Tiras PAS



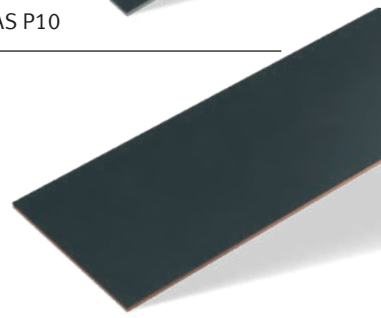
PAS P180



PAS P14**, PAS P147*



PAS P10



PAS P11

* Previa consulta
** Salida

COJINETES DE FRICCIÓN P2 PERMAGLIDE®

- De bajo mantenimiento
- Para aplicaciones lubricadas con grasa o líquido

Curvas características Propiedades	Unidad	P200, P202*, P203*	P20**, P22*, P23*
Sin plomo	–	Sí	No
p_v máx.	MPa · m/s	3.3	3
p máx.estát.	MPa	250	250
p máx.dín.	MPa	70 con v ≤ 0,047 m/s	70 con v ≤ 0,042 m/s
v máx.	m/s	3,3 con p ≤ 1,00 MPa	3 con p ≤ 1,00 MPa
T	°C	–40 a +110	–40 a +110

MATERIALES PERMAGLIDE® P2



Material estándar P200

- Sin plomo
- Cumple la directiva 2011/65/UE (RoHS II)
- Con bolsas de lubricante, listo para el montaje
- Lubricación de por vida
- Desgaste reducido
- Muy buenas propiedades de rodaje de emergencia
- Insensible contra la carga de impacto y en los bordes
- Buena capacidad de amortiguación
- Buena resistencia química



Material especial P202*

- Sin plomo
- Cumple la directiva 2011/65/UE (RoHS II)
- Superficie de deslizamiento lisa, con sobreespesor de mecanización
- Todas las demás propiedades parecidas a P200



Material especial P203*

- Sin plomo
- Cumple la directiva 2011/65/UE (RoHS II)
- Superficie de deslizamiento lisa, listo para el montaje
- Todas las demás propiedades parecidas a P200

Material estándar P20**

- Con plomo
- Con bolsas de lubricante, listo para el montaje
- Lubricación de por vida
- Desgaste reducido
- Menos sensible a la carga en los bordes
- Buena capacidad de amortiguación
- Insensible a la carga de impacto
- Buena resistencia química

Material especial P22*

- Con plomo
- Superficie de deslizamiento lisa, con sobreespesor de mecanización
- Todas las demás propiedades de P20

Material especial P23*

- Con plomo
- Superficie de deslizamiento lisa, listo para el montaje
- Todas las demás propiedades de P20

* Previa consulta
** Salida

TIPOS DE CONSTRUCCIÓN PERMAGLIDE® P2

Camisas PAP



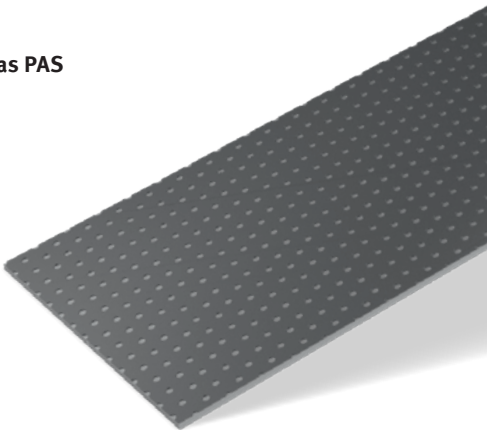
PAP P200, PAP P202*, PAP P203*
PAP P20**, PAP P22*, PAP P23*

Arandelas de tope PAW



PAW P200, PAW P202*, PAW P203*
PAW P20**, PAW P22*, PAW P23*

Tiras PAS



PAS P200, PAS P202*, PAS P203*
PAS P20**, PAS P22*, PAS P23*

* Previa consulta
** Salida

3 DESIGNACIONES Y UNIDADES

Mientras en el texto no se diga expresamente otra cosa, las dimensiones utilizadas en este catálogo tienen las siguientes designaciones, unidades y significados.

Símbolo	Unidad	Designación
B	mm	Anchura de buje, anchura total de la tira
B ₁	mm	Anchura útil de la tira
C _i	mm	Bisel interior de la camisa (arista achaflanada)
C _o	mm	Bisel exterior de la camisa
D _{FL}	mm	Diámetro del collarín
D _i	mm	Diámetro interior de la camisa Diámetro interior de la arandela de tope
D _{IE}	mm	Diámetro interior de la camisa en estado insertado a presión
D _o	mm	Diámetro exterior de la camisa Diámetro exterior de la arandela de tope
d _{ch}	mm	Diámetro de la carcasa de comprobación (mandril de ajuste)
d _G	mm	Diámetro del orificio del cuerpo
d _H	mm	Anillo auxiliar – Diámetro interior
d _K	mm	Diámetro del mandril de calibrado
d _L	mm	Diámetro del agujero de engrase
d _w	mm	Diámetro de eje
d ₁	mm	Diámetro del orificio de fijación en la arandela de tope
d _{Ga}	mm	Diámetro de la escotadura de la carcasa para la arandela de tope
F	N	Carga del cojinete, fuerza de inserción a presión
F _{ch}	N	Fuerza de comprobación
F _E	N	Fuerza de inserción a presión por mm de anchura de buje
F _{Tot}	N	Fuerza total de presión
f _G	mm	Ancho de bisel en la carcasa
f _A	–	Factor de corrección de tipo de carga
f _L	–	Factor de corrección de movimiento lineal
f _p	–	Factor de corrección de la carga
f _R	–	Factor de corrección de la profundidad de la rugosidad
f _T	–	Factor de corrección de la temperatura
f _v	–	Factor de corrección de la velocidad de deslizamiento
f _w	–	Factor de corrección del material

Símbolo	Unidad	Designación
H	mm	Carrera del movimiento lineal
J	mm	Diámetro parcial de la arandela de tope
L	mm	Longitud de tira
L _N	h	Vida útil nominal
m	g	Masa
n	min ⁻¹	Número de revoluciones por minuto
n _{osc}	min ⁻¹	Frecuencia de oscilación del movimiento oscilante
p	MPa	Carga específica de cojinete
p _v	MPa · m/s	Valor p _v , producto de la carga específica de cojinete y la velocidad de deslizamiento
R, r	mm	Radio
R _z , R _a	μm	Profundidad de la rugosidad
s ₁	mm	Espesor del acero o del dorsal de bronce
s ₃	mm	Espesor de pared de la camisa
s _{FL}	mm	Espesor del collarín
T	°C	Temperatura
t _{Ga}	mm	Profundidad de la escotadura de la carcasa
v	m/s	Velocidad de deslizamiento
x	mm	Distancia de las líneas de medición
z	mm	Distancia de las mitades de la carcasa de comprobación
α _{Bc}	K ⁻¹	Coefficiente de dilatación térmica del bronce
α _{Ac}	K ⁻¹	Coefficiente de dilatación térmica del acero
Δs	mm	Holgura teórica de cojinetes
Δz	mm	Valor de medición en la carcasa de comprobación
λ _{Bc}	W(mK) ⁻¹	Coefficiente de conductividad térmica del bronce
λ _{Ac}	W(mK) ⁻¹	Coefficiente de conductividad térmica del acero
μ	–	Coefficiente de fricción
τ _S	N/mm ²	Resistencia al cizallamiento
φ	°	Ángulo de giro

Los cojinetes sirven para la absorción y transmisión de fuerzas entre componentes que se mueven relativamente entre sí. Se determina la posición de los componentes móviles entre sí y se garantiza la precisión de guía en el movimiento. Los cojinetes deben cumplir numerosos requisitos. Deben absorber cargas mecánicas lo más altas posible y, al mismo tiempo, presentar solo un desgaste mínimo dentro de su vida útil. Así como también deben resistir velocidades de deslizamiento elevadas y, simultáneamente, ser insensibles a las fallas del entorno del cojinete. La Fig. 1 muestra lo complejo que puede llegar a ser un sistema tribológico, en cuyo centro funciona un cojinete.

Con respecto al tipo de servicio se distinguen tres sistemas funcionales:

- cojinetes sin mantenimiento para marcha en seco
- cojinetes de bajo mantenimiento lubricados con grasa
- cojinetes de accionamiento hidrodinámico

Los cojinetes de funcionamiento hidrodinámico pueden cumplir relativamente bien los distintos requisitos. Esto permite, con ayuda de modernos procedimientos de cálculo, diseñar cojinetes lubricados con aceite de modo óptimo y seguro para el funcionamiento.

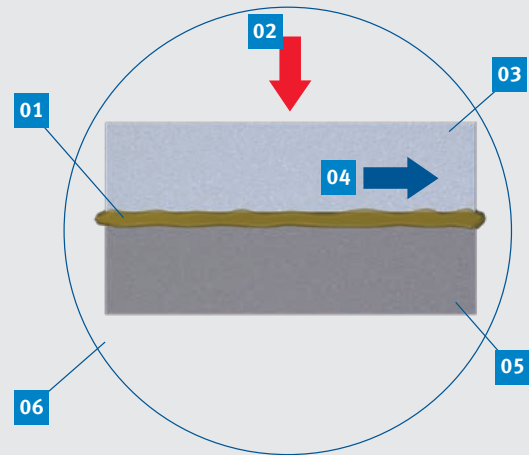
Los cojinetes de bajo mantenimiento en general están engrasados. Normalmente la cantidad de grasa introducida durante el montaje es suficiente para toda la vida útil del cojinete.

Si un cojinete engrasado se utiliza en condiciones más difíciles, es conveniente una relubricación. Los intervalos de relubricación establecidos correctamente pueden prolongar considerablemente la vida útil.

No obstante, el cálculo de la vida útil esperada en cojinetes engrasados debido a los numerosos factores de influencia es incierto y solo debe considerarse como un valor de orientación. A menudo, sin embargo, la lubricación con aceite o grasa no es posible o no está permitida. En tales casos se utilizan cojinetes sin mantenimiento para marcha en seco. El cálculo de la vida útil tampoco es suficientemente exacto en este caso. La práctica, muy extendida, de calcular la vida útil con ayuda de métodos sencillos teniendo en cuenta los factores de influencia (p. ej., carga específica, velocidad de deslizamiento, temperatura, etc.) solo puede proporcionar valores de orientación aproximados. Por este motivo, se recomienda realizar pruebas en condiciones similares a las de la aplicación, tanto para el diseño de cojinetes sin mantenimiento para marcha en seco como para el diseño de cojinetes de bajo mantenimiento.

Los siguientes apartados tratan los modelos funcionales especiales de cojinetes sin mantenimiento y de bajo mantenimiento.

Influencias en un sistema tribológico



- | | |
|------------------------|----------------------------|
| 01 Material intermedio | 04 Movimiento relativo |
| 02 Carga | 05 Cuerpo principal |
| 03 Cuerpo opuesto | 06 Condiciones ambientales |

Condiciones ambientales

- Temperatura, medio, suciedad

Carga

- Cantidad de carga, tipo de carga (estática, dinámica)
- Tiempo de carga (continua, con intervalos), carga circunferencial, carga puntual

Cuerpo opuesto

- Material, dureza, rugosidad superficial, conductividad térmica

Movimiento relativo

- Rotando, oscilando, lineal
- Velocidad de deslizamiento, duración del movimiento

Material intermedio

- Lubricante sólido, grasa, líquido, viscosidad
- Resistencia al envejecimiento

Cuerpo principal

- Material, dureza, rugosidad superficial, resistencia al desgaste, capacidad de funcionamiento de emergencia
- resistencia química

Fig. 1: Sistema tribológico

4 COJINETES PERMAGLIDE®

4.1 INTRODUCCIÓN AL MATERIAL P1

4.1.1 GENERALIDADES

El grupo de materiales P1 comprende los materiales P10, P11, P14, P147 y P180. P10 y P11 contienen plomo tanto en la capa de deslizamiento de bronce como en la masa de lubricante. P14, P147 y P180 no contienen plomo.

4.1.2 ESTRUCTURA DEL MATERIAL

Los materiales del grupo P1 se componen de un dorsal de acero o un dorsal de bronce, una capa de deslizamiento sinterizada de bronce especial, con un espesor de la capa de 0,2 mm hasta 0,35 mm, y de una masa de lubricante sólido. La capa de bronce está sinterizada de forma que se genera un volumen de porosidad de aprox. un 30 %. En los espacios intermedios de la capa de deslizamiento porosa de bronce se lamina una mezcla de lubricante sólido, generalmente PTFE con materiales de relleno, y se sinteriza. La mezcla de lubricante sólido rellena completamente las cavidades y forma una capa de rodamiento de hasta 0,03 mm de espesor por encima de la capa de deslizamiento de bronce (Fig. 2).

4.1.3 DESCRIPCIÓN FUNCIONAL

Los cojinetes P1 libres de mantenimiento y de marcha en seco atraviesan cuatro fases a lo largo de su tiempo total de servicio (Fig. 3).

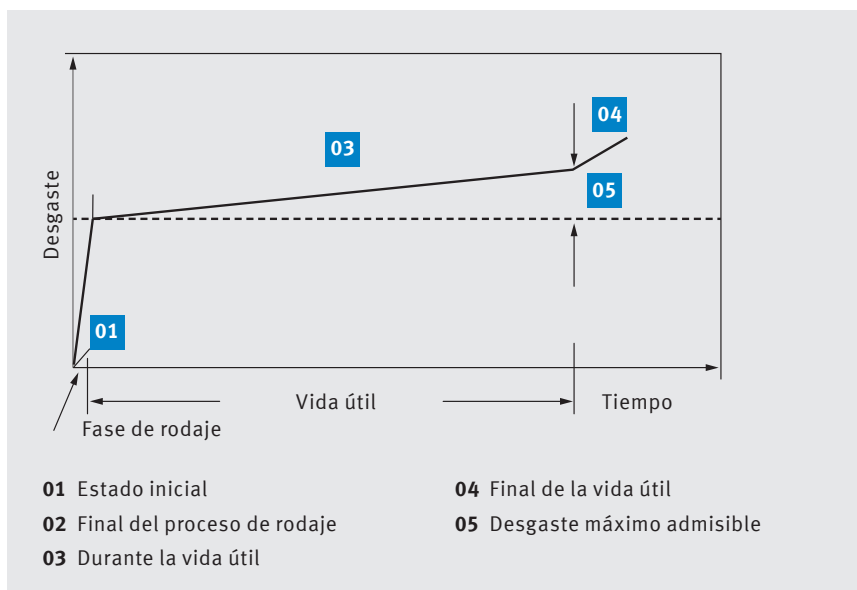


Fig. 3: Curva de desgaste de cojinetes P1 (esquemática) /1/

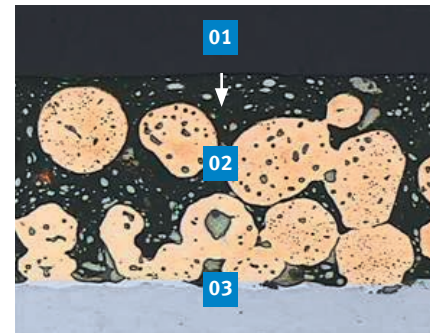


Fig. 2: Sistema de capas P1

- 01 Lubricante sólido
- 02 Capa de deslizamiento de bronce
- 03 Dorso del cojinete

Estado inicial

Las cavidades de la capa de deslizamiento de bronce están completamente llenas de lubricante sólido y la capa de rodamiento por encima de la capa de deslizamiento de bronce aún está completa (Fig. 4).

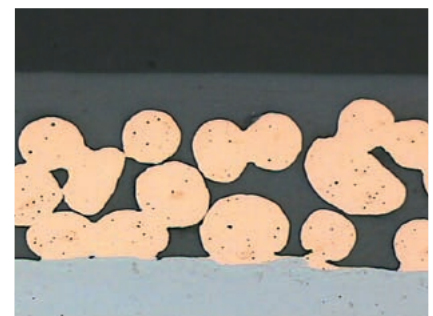


Fig. 4: Estado de la superficie de deslizamiento en el estado inicial

Proceso de rodaje

Al iniciarse el movimiento de deslizamiento, hay partes de la capa de rodamiento que se transfieren a la contraparte de deslizamiento (Fig. 6). Aquí se forma una película de lubricante sólido sobre la contraparte de deslizamiento, que reduce considerablemente la fricción. Debido al proceso de rodaje se produce un rebajamiento de material en la capa de deslizamiento del cojinete, que generalmente es de entre 0,005 mm y 0,030 mm. El estado de la superficie de deslizamiento al final del tiempo de rodaje se representa en la Fig. 5.

Funcionamiento continuo

ando ha finalizado el proceso de rodaje, comienza la vida útil real del cojinete. Se determina por medio del espectro de cargas, las condiciones ambientales, pero también por las proporciones del volumen de la capa de deslizamiento de bronce/volumen del lubricante sólido. Durante el tiempo de funcionamiento entra continuamente lubricante sólido nuevo en la zona de contacto y sustituye las partes de lubricante sólido usado. Este proceso se inicia, sobre todo, por las diferentes coeficientes de dilatación de la capa de deslizamiento de bronce y del lubricante sólido (proporción aprox. 1:5,5). Si la zona de contacto de la capa de deslizamiento se calienta por la fricción, la parte de lubricante sólido se dilata más y lubrica la contraparte de deslizamiento. De esta forma se reducen el coeficiente de fricción y la temperatura del cojinete. Cuando el lubricante se ha gastado, comienza el nuevo ciclo. La Fig. 7 muestra una curva típica de recorrido. La Fig. 8 muestra las características de la superficie de deslizamiento durante la vida útil.

Final de la vida útil

El lubricante sólido del sistema de cojinetes solamente está disponible de forma limitada (se determina mediante el volumen de los poros de la capa de deslizamiento de bronce sinterizada de forma porosa). Si debido a un tiempo de funcionamiento prolongado se ha agotado el volumen de lubricante, aumenta el coeficiente de fricción y aumenta la intensidad de desgaste. La mayoría de las veces también se sobrepasa el límite de desgaste permitido. En casos normales, en los cojinetes P1, el total es > 0,05 mm. Especialmente a grandes velocidades de deslizamiento, el cojinete puede sobrecalentarse y se puede gripar el eje. La Fig. 9 muestra el estado de la superficie de deslizamiento al final de la vida útil.

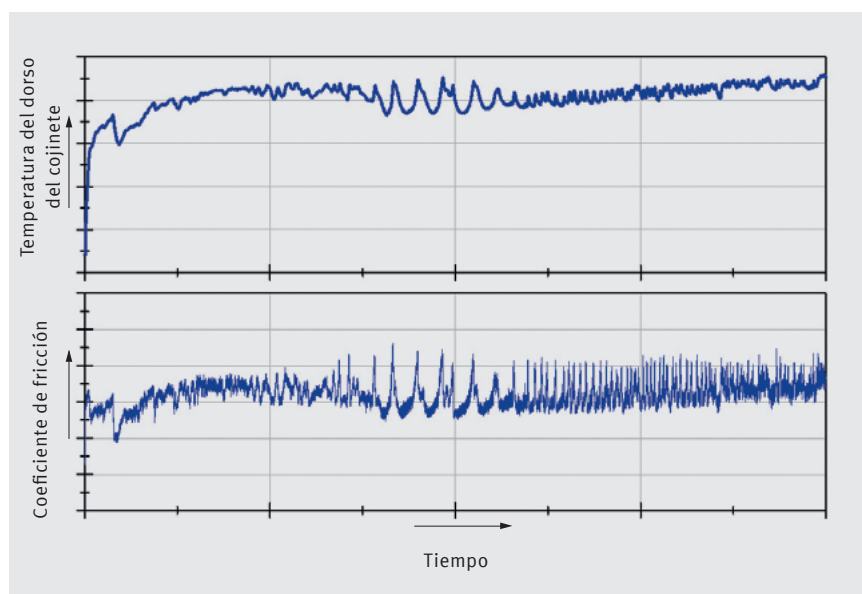


Fig. 7: Comportamiento de oscilación del coeficiente de fricción y la temperatura



Fig. 5: Características de la superficie de deslizamiento al final del proceso de rodaje

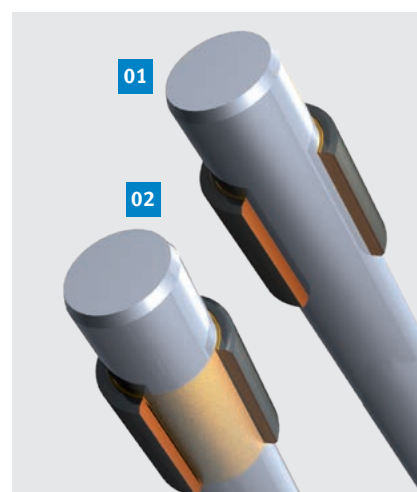


Fig. 6: Transferencia de material

01 Estado inicial

02 Final del proceso de rodaje

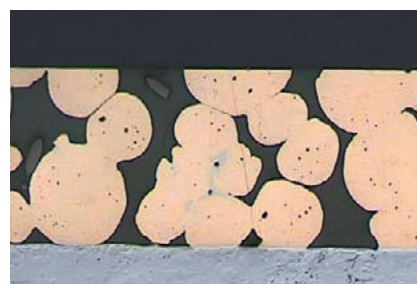


Fig. 8: Características de la superficie de deslizamiento durante la vida útil

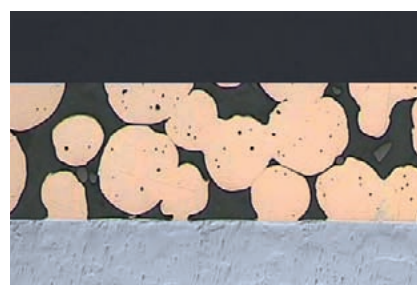


Fig. 9: Características de la superficie de deslizamiento al final de la vida útil

4.1.4 VALORES LÍMITE Y FACTORES DE INFLUENCIA

La vida útil y la seguridad de funcionamiento se determinan por una gran cantidad de influencias, que además interaccionan entre sí. A continuación se comentan los factores de influencia y los valores límite más importantes.

Valor máximo pv admisible

El valor pv es el producto de una carga específica de cojinete p [MPa] y de una velocidad de deslizamiento v [m/s].

Ambos factores de influencia interaccionan entre sí. En la Fig. 10 se representa, en forma de curva límite, el valor pv máximo admisible para cojinetes P1. Si la carga específica de cojinete y la velocidad de deslizamiento se encuentran dentro de esta curva, hay que partir de la base de que se pueden utilizar cojinetes P1.

Hay que entender la curva límite de forma que, durante el funcionamiento, la correspondiente carga específica de cojinete $p_{m\acute{a}x}$ [MPa] y la correspondiente velocidad de deslizamiento v [m/s] se ajustan a un estado de equilibrio térmico, es decir, el sistema de cojinetes funciona de forma segura para el funcionamiento. Si la carga o la velocidad de deslizamiento aumentan por encima de la curva límite, no se ajusta ningún equilibrio térmico. La intensidad de desgaste y la temperatura aumentan. El cojinete puede fallar en poco tiempo.

P10, P11
0,03 m/s < v ≤ 2 m/s
0,1 MPa < p ≤ 56 MPa
P14
0,03 m/s < v ≤ 1 m/s
0,1 MPa < p ≤ 56 MPa
P147
0,03 m/s < v ≤ 0,8 m/s
0,1 MPa < p ≤ 56 MPa
P180
0,03 m/s < v ≤ 2 m/s
0,1 MPa < p ≤ 56 MPa

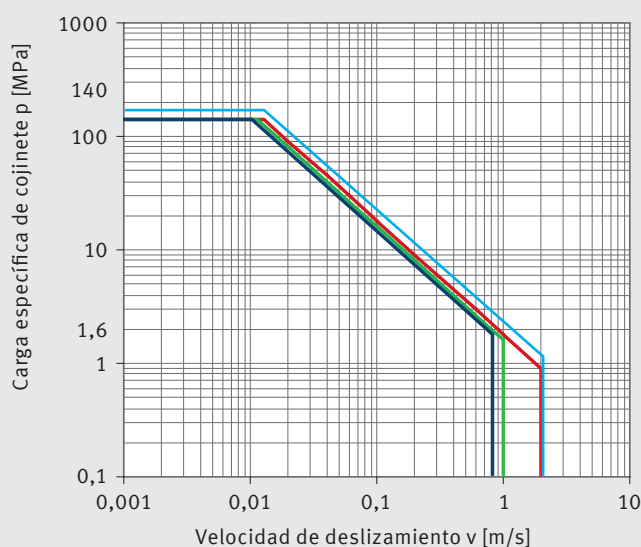


Fig. 10: Valor pv [MPa · m/s], curva límite (valores válidos a temperatura ambiente)

Carga específica de cojinete

Para la carga máxima específica de cojinete permitida y la respectiva velocidad máxima de deslizamiento permitida rigen los siguientes valores de referencia para un cojinete P1 sin mantenimiento y de marcha en seco:

Carga máxima específica de cojinete p [MPa]	Velocidad de deslizamiento v [m/s]			
	P10, P11	P14	P147	P180
Estática	250 MPa	–	–	–
Carga puntual estática, movimiento homogéneo	140 MPa 160 MPa	≤ 0,013 m/s	≤ 0,011 m/s	≤ 0,010 m/s ≤ 0,013 m/s
Carga puntual estática, rotatoria, oscilante	56 MPa	≤ 0,032 m/s	≤ 0,029 m/s	≤ 0,025 m/s ≤ 0,035 m/s
Carga puntual, carga circunferencial, pulsátil, rotatoria, oscilante	28 MPa	≤ 0,064 m/s	≤ 0,057 m/s	≤ 0,050 m/s ≤ 0,070 m/s

Tab. 1: Valores de referencia de la carga específica de cojinete

Velocidad de deslizamiento

Para cojinetes P1 sin mantenimiento y con plomo la velocidad de deslizamiento v en marcha en seco está limitada a un máx. de 2 m/s. Para los cojinetes de fricción P1 sin plomo, la velocidad máxima de deslizamiento $v_{\text{máx.}}$ es de 1 m/s para P14, de 0,8 m/s para P147 y de 2 m/s para P180. Cuando se utiliza un cojinete, la velocidad de deslizamiento se entiende como velocidad relativa expresada en m/s entre el cojinete y el eje. En un sistema tribológico se le da una importancia extraordinaria y, junto con la carga específica de cojinete, es determinante para

el campo de aplicación de un cojinete. Véase también la Fig. 10: curva límite del valor p_v . La elevada velocidad de deslizamiento influye, sobre todo, en el desgaste del cojinete. Debido al gran camino de deslizamiento dentro del tiempo de funcionamiento, se genera de forma correspondiente un elevado desgaste. Pero la temperatura del cojinete también es una magnitud dependiente de la velocidad de deslizamiento. Si el sistema tribológico no tiene un equilibrio térmico debido a una velocidad de deslizamiento demasiado elevada, se ha sobrepasado el límite de la carga permitida.

Fricción, carga de cojinete, velocidad de deslizamiento

Estos tres factores de influencia interaccionan entre sí. Tiende a existir la siguiente relación:

Carga específica de cojinete p [MPa]			Velocidad de deslizamiento v [m/s]		Coeficiente de fricción μ [1]		
140	hasta 250	alto	hasta 0,001	bajo	0,03		bajo
140	hasta 60	↑	0,001	hasta 0,005	0,04	hasta 0,07	↓
60	hasta 10		0,005	hasta 0,05	0,07	hasta 0,1	
10	hasta 1		0,050	hasta 0,5	0,10	hasta 0,15	
	hasta 1		0,500	hasta 2	0,15	hasta 0,25	
		bajo		alto			alto

Tab. 2: Coeficiente de fricción (todos los valores rigen para 20 °C, superficie de contracara de acero, profundidad de la rugosidad R_z 0,8 hasta R_z 1,5)

Fricción y partes deslizantes (material y superficie)

La seguridad del funcionamiento y la vida útil de una posición del cojinete sin mantenimiento, no dependen únicamente del espectro de esfuerzos, sino que también dependen del material de las partes deslizantes y de su superficie. Los materiales de las partes deslizantes influyen en parte en el desgaste y en la vida útil de un cojinete P1 sin mantenimiento y de marcha en seco. Básicamente, es una ventaja para la vida útil utilizar una superficie de deslizamiento endurecida o con revestimiento especial en las partes deslizantes. Esto es especialmente importante cuando existen cargas elevadas o mayores velocidades de deslizamiento.

La rugosidad superficial de las partes deslizantes es de mayor importancia en cuanto a la seguridad del funcionamiento y la vida útil de un emparejamiento de partes deslizantes. Las condiciones óptimas de fricción de los cojinetes se consiguen con una rugosidad superficial de R_z 0,8 a R_z 1,5. En el caso de una superficie demasiado lisa, el lubricante sólido no puede adherirse suficientemente a la parte deslizante. Durante el movimiento de deslizamiento se producen de vez en cuando procesos de adhesión y, como consecuencia, efectos stick-slip, ruidos de chillidos y perturbaciones del funcionamiento.

Si la superficie de la parte deslizante es demasiado rugosa, el lubricante sólido disponible en el cojinete ya no es suficiente para generar una película lubricante en la parte deslizante. Se produce abrasión con una elevada fricción, un aumento de la temperatura y un gran desgaste.

Fricción y temperatura (temperatura medioambiental)

Para la seguridad del funcionamiento y la vida útil es importante saber en qué margen de temperatura de servicio debe funcionar un sistema de cojinetes sin mantenimiento. Esto es especialmente necesario, porque las propiedades mecánicas del lubricante sólido, importante para el rendimiento de un cojinete, se modifican con la temperatura. En el caso de una temperatura de servicio de hasta aprox. 100 °C, el coeficiente de fricción es ligeramente menor que la temperatura ambiente. Si la temperatura de servicio aumenta considerablemente por encima de los 100 °C, este efecto se invierte. El coeficiente de fricción aumenta entonces y puede encontrarse un 50 % por encima del valor con temperatura ambiente. De esta forma se modifica, además, la temperatura del cojinete y, como consecuencia, se modifica también la propiedad mecánica del lubricante sólido. La parte del lubricante sólido determinante para la fricción es el polímero PTFE. La resistencia al cizallamiento del PTFE es responsable, sobre todo, de la formación y el mantenimiento de la película lubricante sobre la parte deslizante. Pero ahora, el nivel de resistencia al cizallamiento del PTFE depende de la temperatura (Fig. 11). Si aumenta la temperatura de servicio, se reduce la correspondientemente la resistencia al cizallamiento. /2/

Si la tensión de cizallamiento en la zona de contacto, generada por el proceso de fricción, es mayor que la resistencia al cizallamiento del PTFE, se corta la película lubricante en la zona de contacto y puede producirse un fallo en breve.

Movimiento de deslizamiento y tipo de carga

En combinación con un movimiento giratorio u oscilante, son importantes el tipo de carga, la carga puntual o la carga circunferencial. Carga puntual significa eje en movimiento y la carcasa estática con casquillo de cojinete. En el caso de carga circunferencial, se mueve la carcasa con el casquillo de cojinete alrededor del eje. Los movimientos giratorios u oscilantes con carga homogénea generan un desgaste, aunque la tasa de desgaste para posiciones de cojinete con carga circunferencial puede ser bastante menor que para las posiciones de cojinetes con carga puntual. Si la posición del cojinete recibe cambios de carga de alta frecuencia o vibraciones, también se puede producir una fatiga del material.

En el caso de movimientos lineales, el cojinete cubre generalmente una área mayor de la parte deslizante. Así se conduce más calor de fricción sobre la parte deslizante. Por eso son posibles mayores velocidades de deslizamiento frente a movimientos giratorios u oscilantes.

Funcionamiento hidrodinámico

Básicamente, los cojinetes P1 también se pueden utilizar bajo condiciones hidrodinámicas. Motorservice ofrece el cálculo como prestación de servicio.

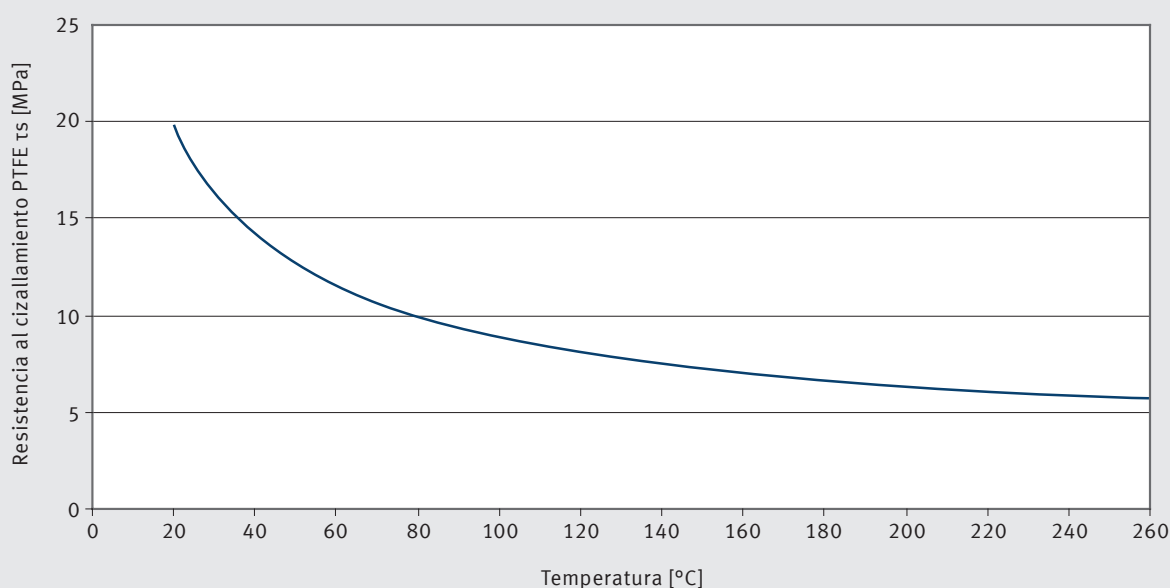


Fig. 11: Resistencia al cizallamiento PTFE τ_s superior a la temperatura

4.2 INTRODUCCIÓN AL MATERIAL P2

4.2.1 ESTRUCTURA DEL MATERIAL

El material para cojinetes P2 se compone de un dorsal de acero, una capa de unión de bronce con un espesor de 0,2 mm hasta 0,35 mm y un plástico termoplástico con materiales de relleno como capa de deslizamiento. La capa de deslizamiento de plástico está fijada en las cavidades (volumen de los poros ~ 50%) de la capa de unión de bronce y, en función del uso previsto, forma una superficie de deslizamiento por encima de la capa de unión de 0,08 mm a 0,2 mm de espesor. Dentro del grupo de materia-

les P2 existen dos composiciones diferentes de la capa de deslizamiento:

- P20, P22, P23 con plomo
- P200, P202, P203 sin plomo

También varían el espesor y la perfilación de la capa de deslizamiento. En el catálogo podrá encontrar particularidades sobre esto en las fichas técnicas de los materiales.

4.2.2 DESCRIPCIÓN FUNCIONAL

Los cojinetes P2 de bajo mantenimiento se usan generalmente con lubricación de por vida. Para ello, las bolsas de lubricante disponibles en la superficie de deslizamiento se rellenan completamente con lubricante (grasa) durante el montaje.

Proceso de rodaje

Al iniciarse el movimiento de deslizamiento, la grasa presente en la superficie de deslizamiento se reparte sobre la contraparte de deslizamiento (eje). De esta forma, ambas superficies de deslizamiento están separadas por una delgada capa de lubricante. En el movimiento de deslizamiento se reduce el coeficiente de fricción y es capaz de admitir valores de 0,02 a 0,15. Al mismo tiempo, las superficies de deslizamiento del cojinete y de la parte deslizante se adaptan, es decir, los desniveles del material se desgastan. La carbonilla se aloja mayormente en las bolsas de lubricante y, en principio, ya no es

relevante para el desgaste.

Funcionamiento continuo

Determinado por el diseño de la bolsa de lubricante (según DIN ISO 3547), hay disponible suficiente lubricante para el tiempo de funcionamiento esperado. El coeficiente de fricción y la temperatura permanecen casi constantes durante un tiempo prolongado. La tasa de desgaste es baja. Esto rige para esfuerzos reducidos hasta medios. En caso de cargas mayores o de condiciones de aplicación difíciles, es recomendable relubricar las posiciones de los cojinetes regularmente. Los intervalos correctos de relubricación reducen la tasa de desgaste. De forma correspondiente, aumentan la seguridad del funcionamiento y la vida útil.

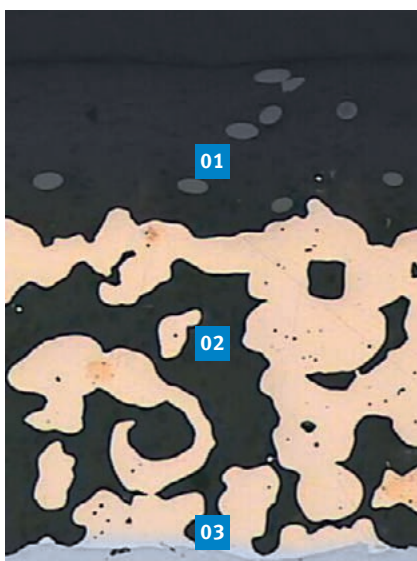


Fig. 12: Sistema de capas P2

01 Capa de deslizamiento

02 Capa de unión

03 Dorso del cojinete

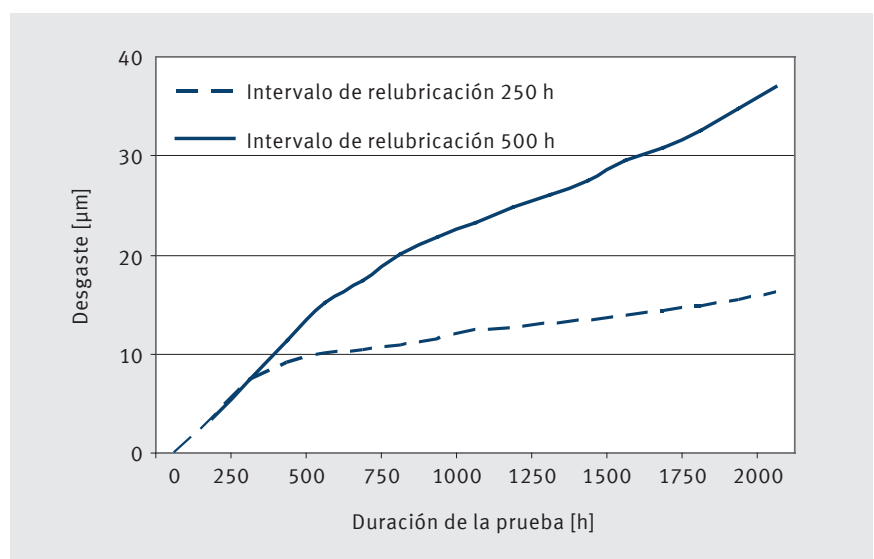


Fig. 13: Curva de desgaste de cojinetes P2 (esquemática)

Final de la vida útil

Después de un mayor tiempo de funcionamiento y la correspondiente profundidad de desgaste, en las aplicaciones de cojinetes con lubricación de por vida (lubricación única), el lubricante se ha gastado. En función del tipo de lubricante y de las condiciones ambientales, se ha reducido el rendimiento del lubricante (envejecimiento). Esto significa que el coeficiente de fricción, la temperatura del cojinete y el desgaste aumentan de forma desproporcionada. El cojinete se calienta y falla. En las posiciones de cojinete con relubricación básicamente cabe esperar

un comportamiento parecido. Aunque la relubricación de la posición del cojinete aumenta considerablemente la vida útil, debido a la profundidad de desgaste, el volumen de las bolsas de lubricante se reduce bastante. Ya no se deposita suficiente lubricante. Además, hay que añadir el material desgastado que se aloja en las bolsas de lubricante y que limita considerablemente el volumen. Aparecerán fallos parecidos a los de los cojinetes con lubricación de por vida.

4.2.3 VALORES LÍMITE Y FACTORES DE INFLUENCIA

La vida útil y la seguridad del funcionamiento de los cojinetes de bajo mantenimiento no solamente se ven influenciadas por las condiciones de funcionamiento y las condiciones ambientales, sino también por las condiciones de lubricación (grasa, aceite). Por regla general, aparecen varios factores de influencia al mismo tiempo, que además mantienen una relación de reciprocidad. A continuación se comentan los factores de influencia y los valores límite más importantes.

Valor máximo pv admisible

El valor pv es el producto de una carga específica de cojinete p [MPa] y de la velocidad de deslizamiento v [m/s]. Ambos factores de influencia interaccionan entre sí. En la Fig. 14 se representa, en forma de curva límite, el valor pv máximo admisible para cojinetes P2 engrasados. Si la carga específica de cojinete y la velocidad asociada de deslizamiento se encuentran dentro de esta curva, hay que partir de la base de que se pueden utilizar cojinetes P2 engrasados.

Hay que entender la curva límite de forma que, durante el funcionamiento, la correspondiente carga específica de cojinete p [MPa] y la correspondiente velocidad de deslizamiento v [m/s] se ajustan a un estado de equilibrio térmico, es decir, el sistema de cojinetes funciona de forma segura para el funcionamiento. Si la carga o la velocidad de deslizamiento aumentan por encima de la curva límite, no se puede ajustar ningún equilibrio térmico. La intensidad de desgaste y la temperatura aumentan. El cojinete falla en poco tiempo. Los cojinetes P2 se tienen que lubricar. En función del lubricante se puede aumentar la vida útil. La curva límite representada es válida para grasa saponizada de litio basada en aceite mineral y a una temperatura de 20 °C.

Rango de validez para cálculo de la vida útil:

P20
0,04 m/s < v ≤ 3 m/s
0,1 MPa < p ≤ 70 MPa
P200
0,04 m/s < v ≤ 3,3 m/s
0,1 MPa < p ≤ 70 MPa

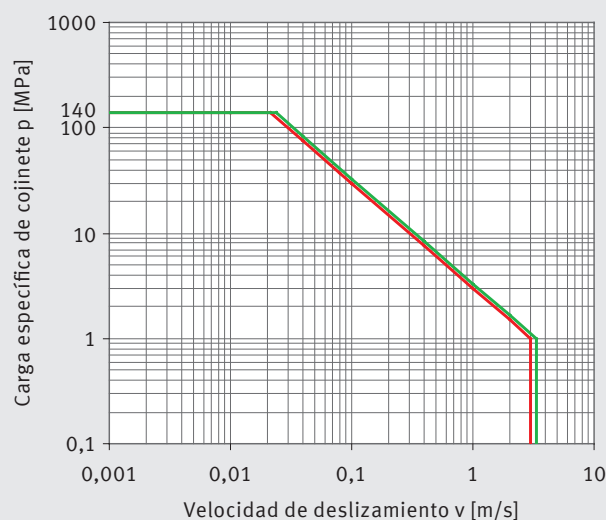


Fig. 14: Valores pv, curvas límite P20, P200 engrasadas a 20 °C

Carga específica de cojinete

Para la carga máxima específica de cojinete permitida y la respectiva velocidad máxima de deslizamiento permitida rigen los siguientes valores de referencia para un cojinete P2 de poco mantenimiento:

Carga máxima específica de cojinete p [MPa]	Velocidad de deslizamiento v [m/s]	
	P20, P22*, P23*	P200, P202*, P203*
Estática	250 MPa –	–
Carga puntual estática, movimiento homogéneo	140 MPa $\leq 0,021$ m/s	$\leq 0,024$ m/s
Carga puntual estática, rotatoria, oscilante	70 MPa $\leq 0,043$ m/s	$\leq 0,047$ m/s
Carga puntual, carga circunferencial, pulsátil, rotatoria, oscilante	35 MPa $\leq 0,086$ m/s	$\leq 0,094$ m/s
Carga crítica (Fig. 14)	1,0 MPa máx. 3,0 m/s	máx. 3,3 m/s

Tab. 3: Valores de referencia de la carga específica de cojinete

Velocidad de deslizamiento

Para cojinetes P2 de bajo mantenimiento con plomo la velocidad máxima de deslizamiento permitida v con engrasado está limitada a un máx. de 3,0 m/s. Para los cojinetes P2 de bajo mantenimiento y sin plomo la velocidad máxima de deslizamiento permitida es de 3,3 m/s. La velocidad de deslizamiento se entiende aquí como velocidad relativa entre el cojinete y la parte deslizante. En un sistema tribológico se le da una importancia extraordinaria y, junto con la carga específica de cojinete, es determinante para el campo de aplicación de un cojinete. La elevada velocidad de deslizamiento influye, sobre todo, en el desgaste del cojinete. Debido al gran camino de deslizamiento dentro del tiempo de funcionamiento, se genera de forma correspondiente un elevado desgaste. Si la velocidad de deslizamiento aumenta por encima del valor permitido, el sistema de cojinetes ya no se encuentra en equilibrio térmico. Pueden aparecer desde perturbaciones de funcionamiento hasta un fallo.

Engrasado

La vida útil de un cojinete P2 también está influida por la grasa lubricante utilizada. En especial, el coeficiente de fricción, la capacidad de carga y la temperatura de servicio permitida dependen de la grasa lubricante. La resistencia al envejecimiento también es de suma importancia para una función perfecta. Las grasas adecuadas son básicamente:

- Grasas saponificadas de litio (resistente al envejecimiento)
- Grasas saponificadas de bario (buena adhesión)
- Grasas saponificadas de aluminio (buena humectabilidad)

Los intervalos de relubricación establecidos correctamente prolongan considerablemente la vida útil y la seguridad del funcionamiento (Fig. 13).

Fricción y partes deslizantes (material y superficie)

La seguridad del funcionamiento y la vida útil de una posición del cojinete con bajo mantenimiento, no dependen únicamente del espectro de esfuerzos y del lubricante, sino que también dependen del material de las partes deslizantes y de su superficie. Los materiales de las partes deslizantes tienen en parte una influencia considerable en la vida útil (véase la Tab. 27). La rugosidad superficial de las partes deslizantes es de mayor importancia en cuanto a la seguridad del funcionamiento y la vida útil de un emparejamiento de partes deslizantes. Las mejores condiciones las forman las profundidades de la rugosidad de R_z 0,8 a R_z 1,5. En el caso de grandes profundidades de la rugosidad, a pesar de la presencia de la grasa como lubricante, se producen procesos de abrasión con un elevado desgaste.

Temperatura

Los cojinetes P2 son bastante insensibles hasta una temperatura de servicio de aprox. 70 °C. Si aumentan las temperaturas considerablemente sobre este valor, caen rápidamente las capacidades de esfuerzo del cojinete. El límite práctico de uso se ha alcanzado con una temperatura de 110 °C. Aunque es posible una temperatura de funcionamiento de 140 °C durante un breve período de tiempo, sin embargo, con una carga del cojinete muy reducida. También hay que tener en cuenta la resistencia térmica del lubricante utilizado (p. ej., el tipo de grasa).

Movimiento de deslizamiento y carga

En combinación con un movimiento giratorio u oscilante, son importantes el tipo de carga, la carga puntual o la carga circunferencial. Carga puntual significa eje en movimiento y la carcasa estática con casquillo de cojinete. En el caso de carga circunferencial, se mueve la carcasa con el casquillo de cojinete alrededor del eje. Los movimientos giratorios u oscilantes con carga homogénea generan un desgaste. Si la posición del cojinete recibe cambios de carga de alta frecuencia o vibraciones, también se puede producir una fatiga del material.

En el caso de movimientos lineales, el cojinete cubre generalmente una área mayor de la parte deslizante. Así se conduce más calor de fricción sobre la parte deslizante. Por eso son posibles mayores velocidades de deslizamiento frente a movimientos giratorios u oscilantes.

Funcionamiento hidrodinámico

Los cojinetes P2 también se pueden utilizar bajo condiciones hidrodinámicas. Para ello es necesaria una capa de deslizamiento sin bolsas de lubricante. Los cojinetes sin bolsas de lubricante se pueden fabricar listos para el montaje o previa consulta remecanizables en el diámetro interior del cojinete. Debido a la compleja tarea, Motorservice ofrece como prestación de servicio el cálculo de cojinetes de funcionamiento hidrodinámico.



5 SELECCIÓN DE MATERIALES, INFORMACIÓN SOBRE EL MATERIAL

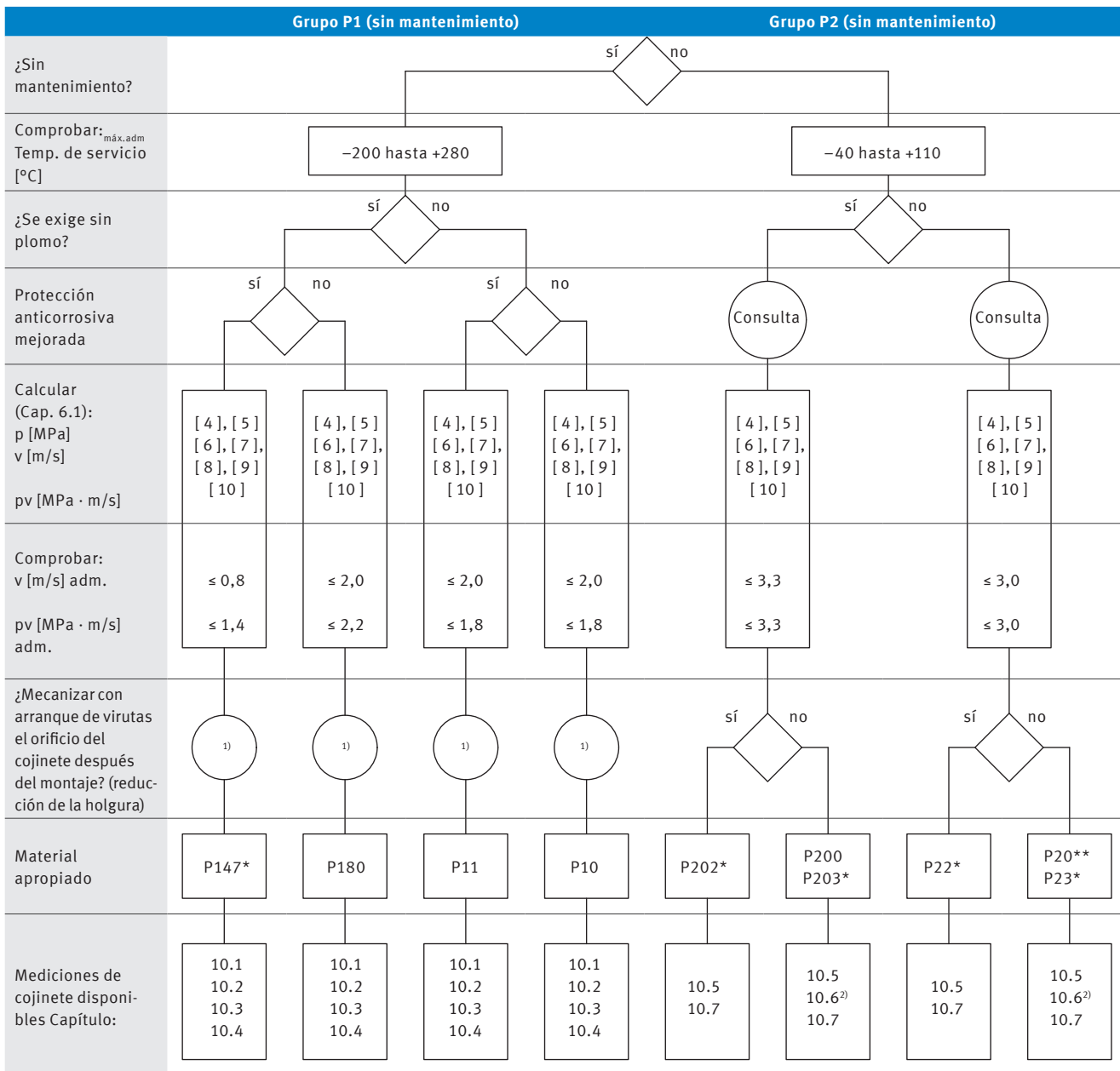
Esquema para la selección del material

Válido para cojinetes de fricción de marcha en seco o engrasados. Para el funcionamiento hidrodinámico, Motorservice ofrece como prestación de servicio el cálculo y la selección de materiales.

Magnitudes de entrada

Estas magnitudes de entrada, por lo general, están especificadas en el pliego de condiciones o se calculan (eje). En un primer acercamiento, en este esquema se tiene que determinar de forma provisional la anchura del cojinete en función del eje.

- Carga de cojinete [MPa]
- Diámetro de eje [mm]
- Número de revoluciones por minuto [min^{-1}]
- Ángulo de giro [$^{\circ}$]
- Frecuencia de oscilación [min^{-1}]
- Anchura del cojinete [mm]



¹⁾ Las camisas del grupo P1 no se pueden mecanizar con arranque de virutas. Es posible calibrar sin arranque de virutas, sin embargo, reduce la durabilidad (Tab. 37)

²⁾ Sólo válido para material P20/P200

* Previa consulta

** Salida

5.1 COJINETES DE FRICCIÓN P1

NOVEDAD

5.1.1 P180 ... CON MÁXIMA CAPACIDAD DE CARGA Y RESISTENTE: EL MATERIAL P1 DEL FUTURO SOSTENIBLE Y SIN PLOMO

Descripción breve

P180 es un material altamente deslizante sin plomo con un excelente rendimiento tribológico. Está concebido para aplicaciones sin mantenimiento y de marcha en seco. Además, puede utilizarse en sistemas lubricados tanto con grasa como con líquido. P180 es un perfeccionamiento del material probado P14 con mejor capacidad de carga y resistencia al desgaste en aplicaciones en seco y lubricadas. El material también puede utilizarse en sistemas tribológicos que hasta ahora solo funcionaban con materiales que contenían plomo como, p. ej., P10.

Producción del material

La masa de lubricante sólido se produce en un proceso de mezcla especialmente adaptado. Paralelo a ello, en un proceso de sinterización continuo se sinteriza polvo de bronce como capa de deslizamiento en el dorsal de acero. Esto resulta en una capa de deslizamiento de 0,2 mm a 0,35 mm de espesor con un volumen de los poros de aprox. 30 %. Seguidamente se efectúa el llenado de las cavidades con el lubricante sólido mediante rodillos de impregnación. Este paso del proceso es controlado de tal modo que se produce una capa de rodamiento de lubricante sólido sobre la capa de deslizamiento con un espesor de hasta 0,03 mm como máximo. En otros pasos del proceso térmico se ajustan las propiedades características del sistema de materiales y posteriormente se genera la precisión de grosor necesaria del material compuesto mediante parejas de rodillos controlados.

Fabricación de cojinetes de fricción

Del material P180 se fabrican los elementos deslizantes de las formas más diversas mediante operaciones de corte, estampado y conformado. Los tipos de construcción estándar son:

- Camisas cilíndricas
- Camisas con collarín
- Arandelas de tope
- Tiras

Los cojinetes de fricción fabricados de P180 reciben al final un tratamiento de protección anticorrosiva para el dorso del cojinete, las caras frontales y las superficies de tope.

Versión estándar: estaño

Espesor de la capa: aprox. 0,002 mm

Propiedades de P180

- Sin plomo
- Cumple la directiva 2011/65/UE (RoHS II)
- Efecto stick-slip muy reducido
- Máxima resistencia, especialmente en caso de sobrecarga en cantos
- Coeficiente de fricción bajo y constante
- Muy buena resistencia al desgaste tanto en marcha en seco como en húmedo
- Aplicación universal: adecuado para aplicaciones rotativas, oscilantes y axiales
- Excelente resistencia química
- Gran resistencia a la erosión
- Alta resistencia al hinchamiento
- Compatible con todos los árboles de acero habituales en marcha en seco

Campos de aplicación preferentes

- Utilización en condiciones de deslizamiento secas y lubricadas donde se requiere un material sin plomo
- Movimientos rotatorios u oscilantes hasta una velocidad de 2 m/s
- Movimientos lineales
- Margen de temperatura de -200 °C a 280 °C

Funcionamiento hidrodinámico

El empleo en condiciones hidrodinámicas con una velocidad de deslizamiento de hasta 10 m/s no constituye ningún problema. El material presenta una elevada resistencia a la erosión y la cavitación. Motorservice ofrece el cálculo de los estados de funcionamiento hidrodinámicos como prestación de servicio.



NOTA

El estaño sirve como protección anticorrosiva de corta duración y como asistencia de montaje.



El material P180 es adecuado como sustituto de materiales que contienen plomo y, en algunos casos, puede superara sus limitaciones de rendimiento.



Estructura del material P180

01 Capa de rodamiento	
Matriz de PTFE con material de relleno ¹⁾	
Espesor de la capa [mm]:	máx. 0,03
02 Capa de deslizamiento	
Estaño-bronce	
Espesor de la capa [mm]:	0,11–0,26
Volumen de los poros [%]:	aprox. 30
03 Dorso del cojinete	
Acero	
Espesor del acero [mm]:	variable
Dureza del acero [HB]:	100–180

Tab. 4: estructura del sistema

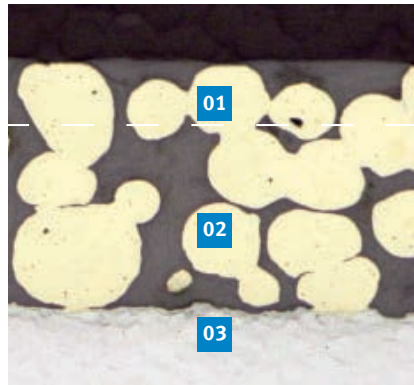


Fig. 15: sistema de capas

Capa de rodamiento	
Componentes	% de peso
PTFE	60
BaSO ₄	16
Otros materiales de relleno	24
Capa de deslizamiento	
Componentes	% de peso
Sn	9 a 11
Cu	resto
Dorso del cojinete	
Material	Información del material
Acero	DC04
	DIN EN 10130
	DIN EN 10139

Tab. 5: composición química

Valores característicos, carga crítica	Símbolo	Unidad	Valor
Valor pv admisible	$p_{v\text{adm.}}$	MPa · m/s	2,2
Carga admisible específica de cojinete			
• estática	$p_{\text{adm.}}$	MPa	250
• carga puntual, carga circunferencial con velocidad de deslizamiento $\leq 0,013$ m/s	$p_{\text{adm.}}$	MPa	160
• carga puntual, carga circunferencial con velocidad de deslizamiento $\leq 0,035$ m/s	$p_{\text{adm.}}$	MPa	56
• carga puntual, carga circunferencial, pulsátil con velocidad de deslizamiento $\leq 0,070$ m/s	$p_{\text{adm.}}$	MPa	28
Velocidad de deslizamiento admisible			
• marcha en seco con $p \leq 1,60$ MPa	$v_{\text{adm.}}$	m/s	2
• funcionamiento hidrodinámico	$v_{\text{adm.}}$	m/s	10
Temperatura admisible	$T_{\text{adm.}}$	°C	–200 a +280
Coeficiente de dilatación térmica			
• dorsal de acero	α_{Ac}	K ⁻¹	$11 \cdot 10^{-6}$
Coeficiente de conductividad térmica			
• dorsal de acero	λ_{Ac}	W(mK) ⁻¹	40

Tab. 6: valores característicos del material P180

SOSTENIBILIDAD¹⁾ Con esta masa de lubricante se rellenan los poros de la capa de deslizamiento.

5.1.2 P14 ... SIN MANTENIMIENTO Y ECOLÓGICO

Descripción breve

P14 es un material deslizante estándar sin plomo con un alto rendimiento tribológico. Está concebido para aplicaciones sin mantenimiento y de marcha en seco. Sin embargo, también se puede emplear en sistemas lubricados por líquido. El uso de grasa como lubricante en contacto con P14 solo es posible de forma limitada y no se recomienda.

Producción del material

La masa de lubricante sólido se produce en un proceso de mezcla especialmente adaptado. Paralelo a ello, en un proceso de sinterización continuo se sinteriza polvo de bronce como capa de deslizamiento en el dorsal de acero. Esto resulta en una capa de deslizamiento de 0,2 mm a 0,35 mm de espesor con un volumen de los poros de aprox. 30 %. Seguidamente se efectúa el llenado de las cavidades con el lubricante sólido mediante rodillos de impregnación. Este paso del proceso es controlado de tal modo que se produce una capa de rodamiento de lubricante sólido sobre la capa de deslizamiento con un espesor de hasta 0,03 mm como máximo. En otros pasos del proceso térmico se ajustan las propiedades características del sistema de materiales y posteriormente se genera la precisión de grosor necesaria del material compuesto mediante parejas de rodillos controlados.

Fabricación de cojinetes

Los cojinetes fabricados de P14 reciben al final un tratamiento de protección anticorrosiva para el dorso del cojinete, las caras frontales y las superficies de tope.

- Casquillos cilíndricos
- Camisas con collarín
- Arandelas de tope
- Tiras

Los cojinetes fabricados de P14 reciben al final un tratamiento de protección anticorrosiva para el dorso del cojinete, las caras frontales y las superficies de tope.

Versión estándar: estaño

Espesor de la capa: aprox. 0,002 mm

Propiedades de P14

- sin plomo
- cumple la directiva 2011/65/EU (RoHS II)
- efecto stick-slip muy reducido
- desgaste reducido
- bajo coeficiente de fricción
- ninguna tendencia a la soldadura con metales
- muy baja tendencia al hinchamiento

Campos de aplicación preferentes

- servicio sin mantenimiento en condiciones de marcha en seco, allí donde se exige un material sin plomo
- movimientos rotatorios u oscilatorios hasta una velocidad de 1 m/s
- movimientos lineales
- margen de temperatura de -200 °C a 280 °C

Funcionamiento hidrodinámico

El empleo en condiciones hidrodinámicas con una velocidad de deslizamiento de hasta 3 m/s no constituye ningún problema. En servicio continuo y con una velocidad mayor de 3 m/s existe el peligro de erosión por flujo o cavitación. Motorservice ofrece el cálculo de los estados de funcionamiento hidrodinámicos como prestación de servicio.



NOTA

El estaño sirve como protección anticorrosiva de corta duración y como asistencia de montaje.



P14 no puede utilizarse en agua
(alternativa: P10, P11, P147, P180)



NOTA

El material P180 se ha probado en aplicaciones similares.



Estructura del material P14

01 Capa de rodamiento	
Matriz de PTFE con material de relleno ¹⁾	
Espesor de la capa [mm]:	máx. 0,03
02 Capa de deslizamiento	
Estaño-bronce	
Espesor de la capa [mm]:	0,20–0,35
Volumen de los poros [%]:	aprox. 30
03 Dorso del cojinete	
Acero	
Stahldicke [mm]:	variable
Stahlhärte [HB]:	100–180

Tab. 7: Estructura del sistema

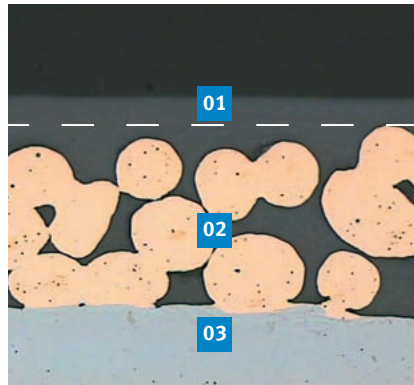


Fig. 16: Sistema de capas

Capa de rodamiento	
Componentes	% de peso
PTFE	62
ZnS	38
Capa de deslizamiento	
Componentes	% de peso
Sn	9 hasta 11
Cu	resto
Dorso del cojinete	
Material	información del material
Acero	DC04
	DIN EN 10130
	DIN EN 10139

Tab. 8: Composición química

Valores característicos, carga crítica	Símbolo	Unidad	Valor
Valor pv admisible	$p_{v\text{adm.}}$	MPa · m/s	1,6
Carga admisible específica de cojinete			
• estática	$p_{\text{adm.}}$	MPa	250
• carga puntual, carga circunferencial con velocidad de deslizamiento $\leq 0,011$ m/s	$p_{\text{adm.}}$	MPa	140
• carga puntual, carga circunferencial con velocidad de deslizamiento $\leq 0,029$ m/s	$p_{\text{adm.}}$	MPa	56
• carga puntual, carga circunferencial, pulsátil con velocidad de deslizamiento $\leq 0,057$ m/s	$p_{\text{adm.}}$	MPa	28
Velocidad de deslizamiento admisible			
• marcha en seco con $p \leq 1,60$ MPa	$v_{\text{adm.}}$	m/s	1
• funcionamiento hidrodinámico	$v_{\text{adm.}}$	m/s	3
Temperatura admisible	$T_{\text{adm.}}$	°C	–200 hasta +280
Coeficiente de dilatación térmica			
• dorsal de acero	α_{Ac}	K ⁻¹	$11 \cdot 10^{-6}$
Coeficiente de conductividad térmica			
• dorsal de acero	λ_{Ac}	W(mK) ⁻¹	40

Tab. 9: Valor característico del material P14

SOSTENIBILIDAD¹⁾ Con esta masa de lubricante se rellenan los poros de la capa de deslizamiento.

5.1.3 P147 ... SIN MANTENIMIENTO Y RESISTENTE A LA CORROSIÓN

Descripción breve

P147 es un material deslizante especial sin plomo con alto rendimiento tribológico. Está concebido para aplicaciones sin mantenimiento y de marcha en seco, especialmente en áreas con una gran carga de corrosión. También es posible su uso en sistemas lubricados por líquido. El uso de grasa como lubricante en contacto con P147 solo es posible de forma limitada y no se recomienda.

Producción del material

La masa de lubricante sólido se produce en un proceso de mezcla especialmente adaptado. Paralelo a ello, en un proceso de sinterización continuo se sinteriza polvo de bronce como capa de deslizamiento en el dorsal de acero. Esto resulta en una capa de deslizamiento de 0,2 mm a 0,35 mm de espesor con un volumen de los poros de aprox. 30 %. Seguidamente se efectúa el llenado de las cavidades con el lubricante sólido mediante rodillos de impregnación. Este paso del proceso es controlado de tal modo que se produce una capa de rodamiento de lubricante sólido sobre la capa de deslizamiento con un espesor de hasta 0,03 mm como máximo. En otros pasos del proceso térmico se ajustan las propiedades características del sistema de materiales y posteriormente se genera la precisión de grosor necesaria del material compuesto mediante parejas de rodillos controlados.

Fabricación de cojinetes

Del material P147 se fabrican los elementos deslizantes de las formas más diversas a través de operaciones de corte, estampado y conformado. Los tipos de construcción estándar son:

- Casquillos cilíndricos
- Camisas con collarín
- Arandelas de tope
- Tiras

Los cojinetes fabricados de P147 reciben al final un tratamiento de protección especial anticorrosiva para el dorso del cojinete, las caras frontales y las superficies de tope.

Versión estándar: estaño

Espesor de la capa: aprox. 0,002 mm

- Mayores requisitos de protección anticorrosiva (previa consulta)
- Versión: cinc, transparente pasivado
- Espesor de la capa: 0,008 mm a 0,012 mm
- Mayor espesor de la capa previa consulta

Propiedades de P147

- sin plomo
- cumple la directiva 2011/65/EU (RoHS II)
- efecto stick-slip muy reducido
- desgaste reducido
- buena resistencia química
- bajo coeficiente de fricción
- ninguna tendencia a la soldadura con metales
- muy baja tendencia al hinchamiento
- no absorbe agua
- buena resistencia a la corrosión

Campos de aplicación preferentes

- en medio agresivos¹⁾
- en el área exterior de máquinas e instalaciones¹⁾
- servicio sin mantenimiento en condiciones de marcha en seco, allí donde se exige un material sin plomo
- movimientos rotatorios u oscilatorios hasta una velocidad de 0,8 m/s
- movimientos lineales
- margen de temperatura de -200 °C a 280 °C

Funcionamiento hidrodinámico

El empleo en condiciones hidrodinámicas con una velocidad de deslizamiento de hasta 3 m/s no constituye ningún problema. En servicio continuo y con una velocidad mayor de 3 m/s existe el peligro de erosión por flujo o cavitación. Motorservice ofrece el cálculo de los estados de funcionamiento hidrodinámicos como prestación de servicio.



NOTA

Cinc, transparente pasivado es una protección anticorrosiva especialmente efectiva. Durante el montaje de los casquillos de cojinete (proceso de inserción a presión) se tiene que lubricar la diagonal de la camisa. De lo contrario existe el peligro de daños en la capa de zinc.



NOTA

El material P147 se puede suministrar previa consulta.



¹⁾ P147 cumple los requisitos del ensayo de niebla salina conforme a la norma DIN 50021

Estructura del material P147

01 Capa de rodamiento	
Matriz de PTFE con material de relleno ¹⁾	
Espesor de la capa [mm]:	máx. 0,03
02 Capa de deslizamiento	
Estaño-bronce	
Espesor de la capa [mm]:	0,20–0,35
Volumen de los poros [%]:	aprox. 30
03 Dorso del cojinete	
Acero	
Espesor del acero [mm]:	variable
Dureza del acero [HB]:	100–180

Tab. 10: Estructura del sistema

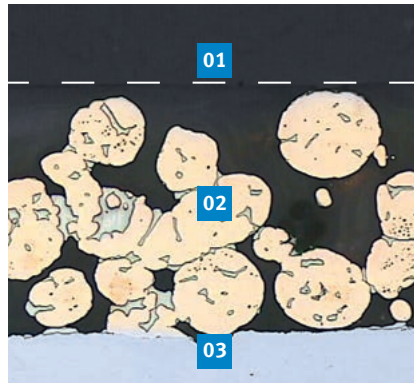


Fig. 17: Sistema de capas

Capa de rodamiento	
Componentes	% de peso
PTFE	82
BaSO ₄	18
Capa de deslizamiento	
Componentes	% de peso
Sn	9 hasta 11
Cu	resto
Dorso del cojinete	
Material	información del material
Acero	DC04
	DIN EN 10130
	DIN EN 10139

Tab. 11: Composición química

Valores característicos, carga crítica	Símbolo	Unidad	Valor
Valor pv admisible	$p_{v\text{adm.}}$	MPa · m/s	1,4
Carga admisible específica de cojinete			
• estática	$p_{\text{adm.}}$	MPa	250
• carga puntual, carga circunferencial con velocidad de deslizamiento $\leq 0,010$ m/s	$p_{\text{adm.}}$	MPa	140
• carga puntual, carga circunferencial con velocidad de deslizamiento $\leq 0,025$ m/s	$p_{\text{adm.}}$	MPa	56
• carga puntual, carga circunferencial, pulsátil con velocidad de deslizamiento $\leq 0,050$ m/s	$p_{\text{adm.}}$	MPa	28
Velocidad de deslizamiento admisible			
• marcha en seco con $p \leq 1,75$ MPa	$v_{\text{adm.}}$	m/s	0,8
Temperatura admisible	$T_{\text{adm.}}$	°C	–200 hasta +280
Coeficiente de dilatación térmica			
• dorsal de acero	α_{Ac}	K ⁻¹	$11 \cdot 10^{-6}$
Coeficiente de conductividad térmica			
• dorsal de acero	λ_{Ac}	W(mK) ⁻¹	40

Tab. 12: Valores característicos del material P147

SOSTENIBILIDAD¹⁾ Con esta masa de lubricante se rellenan los poros de la capa de deslizamiento.

5.1.4 P10 ... SIN MANTENIMIENTO Y ROBUSTO

Descripción breve

P10 es un material de cojinete de fricción robusto que contiene plomo y muestra un alto rendimiento tribológico. Está concebido para aplicaciones sin mantenimiento y de marcha en seco, pero también se puede emplear en sistemas lubricados por líquido. El uso de grasa como lubricante en contacto con P10 solo es posible de forma limitada y no se recomienda.

Producción del material

La masa de lubricante sólido se produce en un proceso de mezcla especialmente adaptado. Paralelo a ello, en un proceso de sinterización continuo se sinteriza polvo de bronce como capa de deslizamiento en el dorsal de acero o de bronce. Esto resulta en una capa de deslizamiento de 0,2 mm a 0,35 mm de espesor con un volumen de los poros de aprox. 30 %. Seguidamente se efectúa el llenado de las cavidades con el lubricante sólido mediante rodillos de impregnación. Este paso del proceso es controlado de tal modo que se produce una capa de rodamiento de lubricante sólido sobre la capa de deslizamiento con un espesor de hasta 0,03 mm como máximo. En otros pasos del proceso térmico se ajustan las propiedades características del sistema de materiales y posteriormente se genera la precisión de grosor necesaria del material compuesto mediante parejas de rodillos controlados.

Fabricación de cojinetes de fricción

Del material P10 se fabrican los elementos deslizantes de las formas más diversas mediante operaciones de corte, estampado y conformado.

Los tipos de construcción estándar son:

- Camisas cilíndricas
- Camisas con collarín
- Arandelas de tope
- Tiras

Los cojinetes de fricción fabricados de P10 reciben al final un tratamiento de protección anticorrosiva para el dorso del cojinete, las caras frontales y las superficies de tope.

Versión estándar: estaño

Espesor de la capa: aprox. 0,002 mm

Adicionalmente, se pueden suministrar previa consulta cojinetes de fricción P10 con revestimiento mejorado de protección anticorrosiva "cinc, pasivado transparente".



NOTA

El estaño sirve como protección anticorrosiva de corta duración y como asistencia de montaje.

Propiedades de P10

- Efecto stick-slip muy reducido
- Desgaste reducido
- Buena resistencia química
- Bajo coeficiente de fricción
- Sin tendencia a la soldadura con metales
- Alta resistencia al hinchamiento
- No absorbe agua

Campos de aplicación preferentes

- Servicio sin mantenimiento en condiciones de marcha en seco
- Movimientos rotatorios u oscilantes hasta una velocidad de 2 m/s
- Movimientos lineales
- Margen de temperatura de -200 °C a 280 °C

Funcionamiento hidrodinámico

El empleo en condiciones hidrodinámicas con una velocidad de deslizamiento de hasta 3 m/s no constituye ningún problema. En servicio continuo y con una velocidad superior a 3 m/s existe el peligro de erosión por flujo o cavitación. Motorservice ofrece el cálculo de los estados de funcionamiento hidrodinámicos como prestación de servicio.



El material P10 contiene plomo y por ello no debe utilizarse en el ámbito de productos alimenticios.



Estructura del material P10

01 Capa de rodamiento		
Matriz de PTFE con material de relleno ¹⁾	máx. 0,03	
Espesor de la capa [mm]:		
02 Capa de deslizamiento		
Estaño-plomo-bronce		
Espesor de la capa [mm]:	0,20–0,35	
Volumen de los poros [%]:	aprox. 30	
03 Dorso del cojinete		
Acero		
Espesor del acero [mm]:	variable	
Dureza del acero [HB]:	100–180	

Tab. 13: Estructura del sistema P10

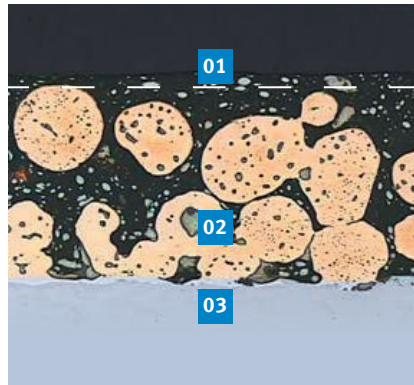


Fig. 18: Sistema de capas P10

Capa de rodamiento	
Componentes	% de peso
PTFE	44
Pb	56
Capa de deslizamiento	
Componentes	% de peso
Sn	9 hasta 11
Pb	9 hasta 11
Cu	resto
Dorso del cojinete	
Material	información del material
Acero	DC04
	DIN EN 10130
	DIN EN 10139

Tab. 14: Composición química P10

Valores característicos, carga crítica	Símbolo	Unidad	Valor
Valor pv admisible	$p_{v\text{adm.}}$	MPa · m/s	1,8
Carga admisible específica de cojinete			
• estática	$p_{\text{adm.}}$	MPa	250
• carga puntual, carga circunferencial con velocidad de deslizamiento $\leq 0,013$ m/s	$p_{\text{adm.}}$	MPa	140
• carga puntual, carga circunferencial con velocidad de deslizamiento $\leq 0,032$ m/s	$p_{\text{adm.}}$	MPa	56
• carga puntual, carga circunferencial, pulsátil con velocidad de deslizamiento $\leq 0,064$ m/s	$p_{\text{adm.}}$	MPa	28
Velocidad de deslizamiento admisible			
• marcha en seco con $p \leq 0,90$ MPa	$v_{\text{adm.}}$	m/s	2
• funcionamiento hidrodinámico	$v_{\text{adm.}}$	m/s	3
Temperatura admisible	$T_{\text{adm.}}$	°C	–200 hasta +280
Coeficiente de dilatación térmica			
• dorsal de acero	α_{Ac}	K ⁻¹	$11 \cdot 10^{-6}$
Coeficiente de conductividad térmica			
• dorsal de acero	λ_{Ac}	W(mK) ⁻¹	40

Tab. 15: Valor característico del material P10

¹⁾ Con esta masa de lubricante se rellenan los poros de la capa de deslizamiento.

5.1.5 P11 ... SIN MANTENIMIENTO Y ROBUSTO

Descripción breve

P11 es un material de cojinete de fricción robusto que contiene plomo y muestra un alto rendimiento tribológico. Está concebido para aplicaciones sin mantenimiento y de marcha en seco, pero también se puede emplear en sistemas lubricados por líquido. El uso de grasa como lubricante en contacto con P11 solo es posible de forma limitada y no se recomienda.

Producción del material

La masa de lubricante sólido se produce en un proceso de mezcla especialmente adaptado. Paralelo a ello, en un proceso de sinterización continuo se sinteriza polvo de bronce como capa de deslizamiento en el dorsal de acero o de bronce. Esto resulta en una capa de deslizamiento de 0,2 mm a 0,35 mm de espesor con un volumen de los poros de aprox. 30 %. Seguidamente se efectúa el llenado de las cavidades con el lubricante sólido mediante rodillos de impregnación. Este paso del proceso es controlado de tal modo que se produce una capa de rodamiento de lubricante sólido sobre la capa de deslizamiento con un espesor de hasta 0,03 mm como máximo. En otros pasos del proceso térmico se ajustan las propiedades características del sistema de materiales y posteriormente se genera la precisión de grosor necesaria del material compuesto mediante parejas de rodillos controlados.

Fabricación de cojinetes de fricción

Del material P11 se fabrican los elementos deslizantes de las formas más diversas mediante operaciones de corte, estampado y conformado.

Los tipos de construcción estándar son:

- Camisas cilíndricas
- Camisas con collarín
- Arandelas de tope
- Tiras



NOTA

P11 no necesita de una protección anticorrosiva adicional.

Campos de aplicación preferentes

- Servicio sin mantenimiento en condiciones de marcha en seco
- Movimientos rotatorios u oscilantes hasta una velocidad de 2 m/s
- Movimientos lineales
- Margen de temperatura de -200 °C a 280 °C

Propiedades de P11

Para requisitos más estrictos relativos a la resistencia a la corrosión o para aplicaciones en medios agresivos se recomienda el material P11. En comparación con P10, posee aún más ventajas:

- Muy buena conductividad térmica y, por tanto, una mayor seguridad de funcionamiento
- Antimagnético

Funcionamiento hidrodinámico

El empleo en condiciones hidrodinámicas con una velocidad de deslizamiento de hasta 3 m/s no constituye ningún problema. En servicio continuo y con una velocidad superior a 3 m/s existe el peligro de erosión por flujo o cavitación. Motorservice ofrece el cálculo de los estados de funcionamiento hidrodinámicos como prestación de servicio.



El material P11 contiene plomo y por ello no debe utilizarse en el ámbito de productos alimenticios.



Estructura del material P11

01 Capa de rodamiento	
Matriz de PTFE con material de relleno ¹⁾	
Espesor de la capa [mm]:	máx. 0,03
02 Capa de deslizamiento	
Estaño-bronce	
Espesor de la capa [mm]:	0,20–0,35
Volumen de los poros [%]:	aprox. 30
03 Dorso del cojinete	
Bronce	
Espesor del bronce [mm]:	variable
Dureza del bronce [HB]:	80–160

Tab. 16: Estructura del sistema P11

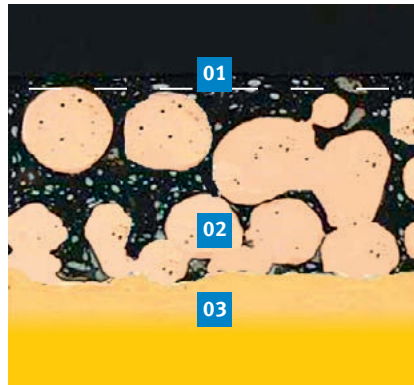


Fig. 19: Sistema de capas P11

Capa de rodamiento	
Componentes	% de peso
PTFE	44
Pb	56
Capa de deslizamiento	
Componentes	% de peso
Sn	9 hasta 11
Cu	resto
Dorso del cojinete	
Material	información del material
Bronce	CuSn 6
	DIN 17662

Tab. 17: Composición química P11

Valores característicos, carga crítica	Símbolo	Unidad	Valor
Valor pv admisible	$p_{v\,adm.}$	MPa · m/s	1,8
Carga admisible específica de cojinete			
• estática	$p_{adm.}$	MPa	250
• dinámica	$p_{adm.}$	MPa	140
• carga puntual, carga circunferencial con velocidad de deslizamiento $\leq 0,013$ m/s	$p_{adm.}$	MPa	140
• carga puntual, carga circunferencial con velocidad de deslizamiento $\leq 0,032$ m/s	$p_{adm.}$	MPa	56
• carga puntual, carga circunferencial, pulsátil con velocidad de deslizamiento $\leq 0,064$ m/s	$p_{adm.}$	MPa	28
Velocidad admisible			
• marcha en seco con $p \leq 0,90$ MPa	$v_{adm.}$	m/s	2
• funcionamiento hidrodinámico	$v_{adm.}$	m/s	3
Temperatura admisible	$T_{adm.}$	°C	–200 hasta +280
Coeficiente de dilatación térmica			
• dorsal de bronce	α_{Bc}	K ⁻¹	$17 \cdot 10^{-6}$
Coeficiente de conductividad térmica			
• dorsal de bronce	λ_{Bc}	W(mK) ⁻¹	≤ 70

Tab. 18: Valor característico del material P11

¹⁾ Con esta masa de lubricante se rellenan los poros de la capa de deslizamiento.

5.2 COJINETES P2

5.2.1 P200, P202, P203 ... DE POCO MANTENIMIENTO, UNIVERSAL

Descripción breve

P200, P202 y P203 son materiales deslizantes, ecológicos, de alto rendimiento y sin plomo. Gracias a la combinación especial de materiales de relleno se alcanza una elevada resistencia al desgaste y simultáneamente muy buenas propiedades de rodaje de emergencia. Por tanto estos materiales son idóneos para aplicaciones de bajo mantenimiento, lubricadas con grasa o líquido y con altos grados de exigencia. La versión estándar P200 posee bolsas de lubricante según DIN ISO 3547 en la superficie de deslizamiento y un espesor de pared listo para el montaje. Previa consulta se pueden suministrar las versiones P202 (superficie de deslizamiento lisa, remecanizable) y P203 (superficie de deslizamiento lisa, lista para el montaje).

Producción del material

En un proceso de sinterización continuo se sinteriza la capa de unión de bronce sobre una superficie de acero preparada (fleje) de modo que resulta un volumen de los poros de aprox. el 50 % con un espesor de la capa de aprox. 0,3 mm. Seguidamente, la capa de deslizamiento se aplica en forma de polvo y, bajo efecto de la temperatura, se compacta con rodillos en las cavidades de la capa de unión. Según el uso previsto, sobre la capa de unión se forma un espesor de la capa de deslizamiento de aprox. 0,08 mm o de aprox. 0,2 mm. Al mismo tiempo se incorporan las bolsas de lubricante si es necesario. En un proceso de calibrado posterior del laminado se efectúa el ajuste de la precisión de grosor necesaria del material compuesto.

Material	Versiones		
	Listo para el montaje	Bolsas de lubricante	Sobreespesor de mecanización
P200	•	•	
P202			•
P203	•		

Tab. 19: Los materiales P202 y P203 se suministran previa consulta

Fabricación de cojinetes

Del material compuesto se fabrican elementos deslizantes mediante operaciones de corte, estampado y conformado. Los tipos de construcción estándar son:

- Casquillos cilíndricos
- Arandelas de tope
- Tiras

Los cojinetes fabricados de P200, P202 o P203 reciben un tratamiento de protección anticorrosiva para el dorso del cojinete, las caras frontales y las superficies de tope.

Versión estándar: estaño

Espesor de la capa [mm]: aprox. 0,002

Adicionalmente se pueden suministrar previa consulta cojinetes con la protección anticorrosiva mejorada “cinc, pasivado transparente”.



NOTA

El estaño sirve como protección anticorrosiva de corta duración y como asistencia de montaje.

Propiedades

- lubricación de por vida
- desgaste reducido
- muy buenas propiedades de rodaje de emergencia
- insensible contra la carga de impacto y en los bordes
- buena capacidad de amortiguación
- buena resistencia química
- sin plomo
- cumple la directiva 2011/65/EU (RoHS II)

Campos de aplicación preferentes

- ámbito de productos alimenticios
- requerimientos especiales relativos al medio ambiente
- servicio de bajo mantenimiento en condiciones de lubricación con altos grados de exigencia
- movimientos rotatorios y oscilatorios hasta una velocidad de deslizamiento de 3,3 m/s
- movimientos lineales de hasta 6 m/s
- margen de temperatura de -40 °C hasta 110 °C



Fig. 20: Cojinetes P200 con bolsas de lubricante y agujero de engrase

P202 y P203 poseen superficies de deslizamiento lisas y se pueden emplear en condiciones hidrodinámicas. P202 se puede reparar. Motorservice ofrece el cálculo de los estados de funcionamiento hidrodinámicos como prestación de servicio.



NOTA

Los materiales P202 y P203 se suministran previa consulta.

Estructura del material P200, P202, P203

01 Capa de deslizamiento	
Matriz de PVDF con materiales de relleno ¹⁾	
Espesor de la capa [mm]:	0,08–0,20
02 Capa intermedia	
Estaño-bronce	
Espesor de la capa [mm]:	0,20–0,35
Volumen de los poros [%]:	aprox. 50
03 Dorso del cojinete	
Acero	
Espesor del acero [mm]:	variable
Dureza del acero [HB]:	100–180

Tab. 20: Estructura del sistema



Fig. 21: Sistema de capas

Capa de deslizamiento	
Componentes	% de peso
PTFE	9 hasta 12
Materiales de relleno reductores de fricción y desgaste	22 hasta 26
PVDF	resto
Capa intermedia	
Componentes	% de peso
Sn	9 hasta 11
P	máx. 0,05
otros	máx. 0,05
Cu	resto
Dorso del cojinete	
Material	información del material
Acero	DC04
	DIN EN 10130
	DIN EN 10139

Tab. 21: Composición química

Valores característicos, carga crítica	Símbolo	Unidad	Valor
Valor pv admisible	$p_{v\text{ adm.}}$	MPa · m/s	3,3
Carga admisible específica de cojinete			
• estática	$p_{\text{ adm.}}$	MPa	250
• carga puntual, carga circunferencial con velocidad de deslizamiento $\leq 0,024$ m/s	$p_{\text{ adm.}}$	MPa	140
• carga puntual, carga circunferencial con velocidad de deslizamiento $\leq 0,047$ m/s	$p_{\text{ adm.}}$	MPa	70
• carga puntual, carga circunferencial, pulsátil con velocidad de deslizamiento $\leq 0,094$ m/s	$p_{\text{ adm.}}$	MPa	35
Velocidad de deslizamiento admisible			
• engrasado, rotatorio, oscilante	$v_{\text{ adm.}}$	m/s	3,3
• engrasado, lineal	$v_{\text{ adm.}}$	m/s	6
• funcionamiento hidrodinámico	$v_{\text{ adm.}}$	m/s	6
Temperatura admisible	$T_{\text{ adm.}}$	°C	–40 hasta +110
Coeficiente de dilatación térmica			
• dorsal de acero	$\alpha_{\text{ Ac}}$	K ⁻¹	$11 \cdot 10^{-6}$
Coeficiente de conductividad térmica			
• dorsal de acero	$\lambda_{\text{ Ac}}$	W(mK) ⁻¹	40

Tab. 22: Estructura de los materiales P200, P202, P203

SOSTENIBILIDAD¹⁾ Con esta masa se rellenan las cavidades de la capa intermedia.

5.2.2 P20, P22, P23 ... SOLUCIONES ESTÁNDAR DE BAJO MANTENIMIENTO

Descripción breve

P20, P22 y P23 son materiales deslizantes estándar de alto rendimiento y contienen plomo. Son de bajo mantenimiento y están concebidos para aplicaciones lubricadas con grasa o líquido. La versión estándar P20 posee bolsas de lubricante según DIN ISO 3547 en la superficie de deslizamiento y un espesor de pared listo para el montaje. Previa consulta se pueden suministrar las versiones P22 (superficie de deslizamiento lisa, remecanizable) y P23 (superficie de deslizamiento lisa, lista para el montaje).

Producción del material

En un proceso de sinterización continuo se sinteriza la capa de unión de bronce sobre una superficie de acero preparada (fleje), de modo que resulta un volumen de los poros de aprox. el 50 % con un espesor de la capa de aprox. 0,3 mm. Seguidamente, la capa de deslizamiento se aplica en forma de polvo y, bajo efecto de la temperatura, se compacta con rodillos en las cavidades de la capa de unión. Según el uso previsto, sobre la capa de unión se forma un espesor de la capa de deslizamiento de aprox. 0,08 mm o de aprox. 0,2 mm. Al mismo tiempo se incorporan las bolsas de lubricante si es necesario. En un proceso de calibrado posterior del laminado se efectúa el ajuste de la precisión de grosor necesaria del material compuesto.

Material	Versiones		
	Listo para el montaje	Bolsas de lubricante	Sobreespesor de mecanización
P20	•	•	
P22			•
P23	•		

Tab. 23: Los materiales P22 y P23 se suministran previa consulta

Fabricación de cojinetes

Del material compuesto se fabrican elementos deslizantes mediante operaciones de corte, estampado y conformado.

Los tipos de construcción estándar son:

- Casquillos cilíndricos
- Arandelas de tope
- Tiras

Los cojinetes fabricados de P20, P22 o P23 reciben un tratamiento de protección anticorrosiva para el dorso del cojinete, las caras frontales y las superficies de tope.

Versión estándar: estaño

Espesor de la capa [mm]: aprox. 0,002



NOTA

El estaño sirve como protección anticorrosiva de corta duración y como asistencia de montaje.

Propiedades

- lubricación de por vida posible
- desgaste reducido
- menos sensible a la carga en los bordes
- buena capacidad de amortiguación
- insensible a la carga de impacto
- buena resistencia química

Campos de aplicación preferentes

- funcionamiento de bajo mantenimiento en condiciones de lubricación
- movimientos rotatorios u oscilatorios hasta una velocidad de 3 m/s
- movimientos lineales de hasta 6 m/s
- margen de temperatura de -40 °C hasta 110 °C



Los materiales P20 y P22 y P23 contienen plomo y, por tanto, no deben emplearse para el ámbito de productos alimenticios.

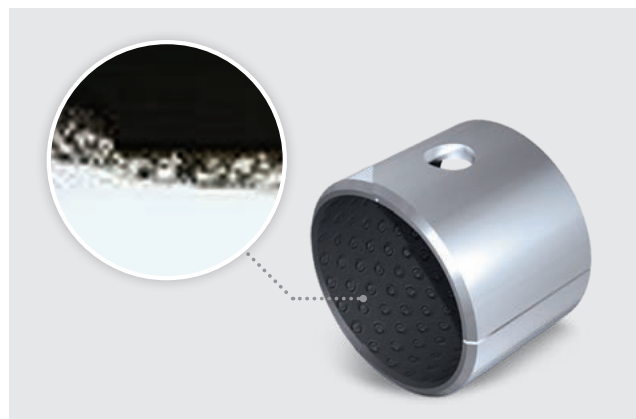


Fig. 22: Cojinetes P20 con bolsas de lubricante y agujero de engrase

P22 y P23 poseen superficies de deslizamiento lisas y se pueden emplear en condiciones hidrodinámicas. P22 se puede reparar en el orificio del cojinete. Motorservice ofrece el cálculo de los estados de funcionamiento hidrodinámicos como prestación de servicio.



NOTA

Los materiales P22 y P23 se suministran previa consulta.



NOTA

El material P200 se ha probado en aplicaciones similares.

Estructura del material P20, P22, P23

01 Capa de deslizamiento
Matriz de PVDF con materiales de relleno ¹⁾
Espesor de la capa [mm]: 0,08–0,20
02 Capa intermedia
Estaño-bronce
Espesor de la capa [mm]: 0,20–0,35
Volumen de los poros [%]: aprox. 50
03 Dorso del cojinete
Acero
Espesor del acero [mm]: variable
Dureza del acero [HB]: 100–180

Tab. 24: Estructura del sistema

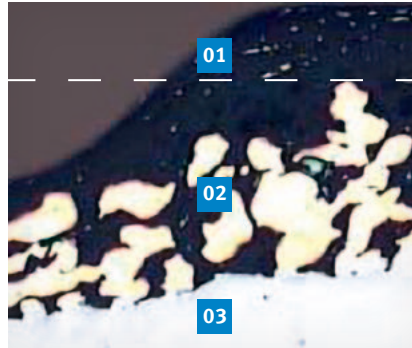


Fig. 23: Sistema de capas

Capa de deslizamiento	
Componentes	% de peso
PVDF	51
PTFE	8
Pb	41
Capa intermedia	
Componentes	% de peso
Sn	9 hasta 11
Cu	resto
Dorso del cojinete	
Material	información del material
Acero	DC04
	DIN EN 10130
	DIN EN 10139

Tab. 25: Composición química

Valores característicos, carga crítica	Símbolo	Unidad	Valor
Valor p_v admisible	$p_{v\text{adm.}}$	MPa · m/s	3
Carga admisible específica de cojinete			
estática	$p_{\text{adm.}}$	MPa	250
• carga puntual, carga circunferencial con velocidad de deslizamiento $\leq 0,021$ m/s	$p_{\text{adm.}}$	MPa	140
• carga puntual, carga circunferencial con velocidad de deslizamiento $\leq 0,043$ m/s	$p_{\text{adm.}}$	MPa	70
• carga puntual, carga circunferencial, pulsátil con velocidad de deslizamiento $\leq 0,086$ m/s	$p_{\text{adm.}}$	MPa	35
Velocidad de deslizamiento admisible			
• engrasado, rotatorio, oscilante	$v_{\text{adm.}}$	m/s	3
• engrasado, lineal	$v_{\text{adm.}}$	m/s	6
• funcionamiento hidrodinámico	$v_{\text{adm.}}$	m/s	6
Temperatura admisible	$T_{\text{adm.}}$	°C	–40 hasta +110
Coeficiente de dilatación térmica			
• dorsal de acero	α_{Ac}	K ^{–1}	$11 \cdot 10^{-6}$
Coeficiente de conductividad térmica			
• dorsal de acero	λ_{Ac}	W(mK) ^{–1}	40

Tab. 26: Estructura del sistema P20, P22, P23

¹⁾ Con esta masa se rellenan las cavidades de la capa intermedia.

6 CÁLCULO DE LA VIDA ÚTIL NOMINAL

6.1 FÓRMULAS PARA EL CÁLCULO DE LA VIDA ÚTIL

A partir de las especificaciones que hay hasta ahora sobre las influencias en la vida útil y la seguridad del funcionamiento de los cojinetes Permaglide®, se ha realizado una estimación aproximada de la vida útil esperada.

Vida útil nominal L_N para cojinetes P1 sin mantenimiento

[1] Movimiento: rotatorio, oscilante	$L_N = \frac{400}{(pv)^{1,2}} \cdot f_A \cdot f_p \cdot f_v \cdot f_T \cdot f_w \cdot f_R \quad [h]$
[2] Movimiento: lineal	$L_N = \frac{400}{(pv)^{1,2}} \cdot f_A \cdot f_p \cdot f_v \cdot f_T \cdot f_w \cdot f_R \cdot f_L \quad [h]$

Vida útil nominal L_N para cojinetes P2 de bajo mantenimiento, engrasados

[3] Movimiento: rotatorio, oscilante	$L_N = \frac{2000}{(pv)^{1,5}} \cdot f_A \cdot f_p \cdot f_v \cdot f_T \cdot f_w \cdot f_R \quad [h]$
--	---

Movimiento: lineal

El cálculo de la vida útil nominal con movimiento lineal y engrasado es poco conveniente debido a influencias que no se pueden registrar con precisión (p. ej., suciedad, envejecimiento del lubricante, etc.). Motorservice ofrece asesoría basada en su experiencia práctica como prestación de servicio.

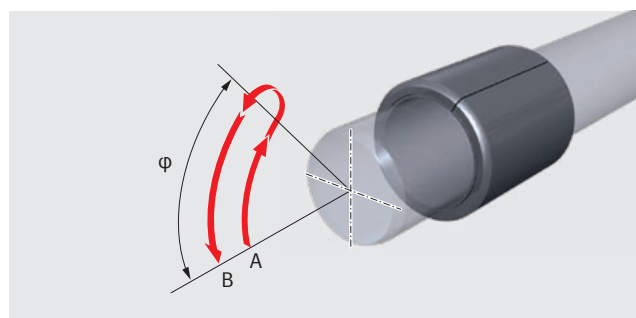
[4] Carga específica de cojinete, camisa	$p = \frac{F}{D_i \cdot B} \quad [MPa]$
[5] Carga específica de cojinete, arandela de tope	$p = \frac{4 \cdot F}{(D_o^2 - D_i^2) \cdot \pi} \quad [MPa]$
[6] Velocidad de deslizamiento, camisa rotatoria	$v = \frac{D_i \cdot \pi \cdot n}{60 \cdot 10^3} \quad [m/s]$
[7] Velocidad de deslizamiento, arandela de tope, rotatoria	$v = \frac{D_o \cdot \pi \cdot n}{60 \cdot 10^3} \quad [m/s]$

[8] Velocidad de deslizamiento, camisa, oscilante

$$v = \frac{D_i \cdot \pi}{60 \cdot 10^3} \cdot \frac{2\phi \cdot n_{osc}}{360^\circ} \text{ [m/s]}$$

[9] Velocidad de deslizamiento, arandela de tope, oscilante

$$v = \frac{D_o \cdot \pi}{60 \cdot 10^3} \cdot \frac{2\phi \cdot n_{osc}}{360^\circ} \text{ [m/s]}$$

Fig. 24: ángulo de giro ϕ

La frecuencia de oscilación n_{osc} es la cantidad de movimientos de A a B por minuto.

[10] Cálculo del valor pv

$$pv = p \text{ [MPa]} \cdot v \text{ [m/s]} \quad \text{[MPa} \cdot \text{m/s]}$$

pv _{adm.} para	P10, P11	 ≤ 1,8 MPa · m/s
	P14	 ≤ 1,6 MPa · m/s
	P147	 ≤ 1,4 MPa · m/s
	P180	 ≤ 2,2 MPa · m/s
	P20	 ≤ 3,0 MPa · m/s
	P200	 ≤ 3,3 MPa · m/s

Medidas correctoras	P1	P2
f_p = Carga específica de cojinete	Fig. 25	Fig. 29
f_t = Temperatura	Fig. 26	Fig. 30
f_v = Velocidad de deslizamiento	Fig. 27	Fig. 31
f_R = Profundidad de la rugosidad	Fig. 28	Fig. 32
f_A = Tipo de carga	Fig. 33	Fig. 33
f_w = Material	Tab. 27	Tab. 27
f_L = Movimiento lineal, [11]	Fig. 34	–

Factores de corrección para P10, P11, P14**, P147* y P180

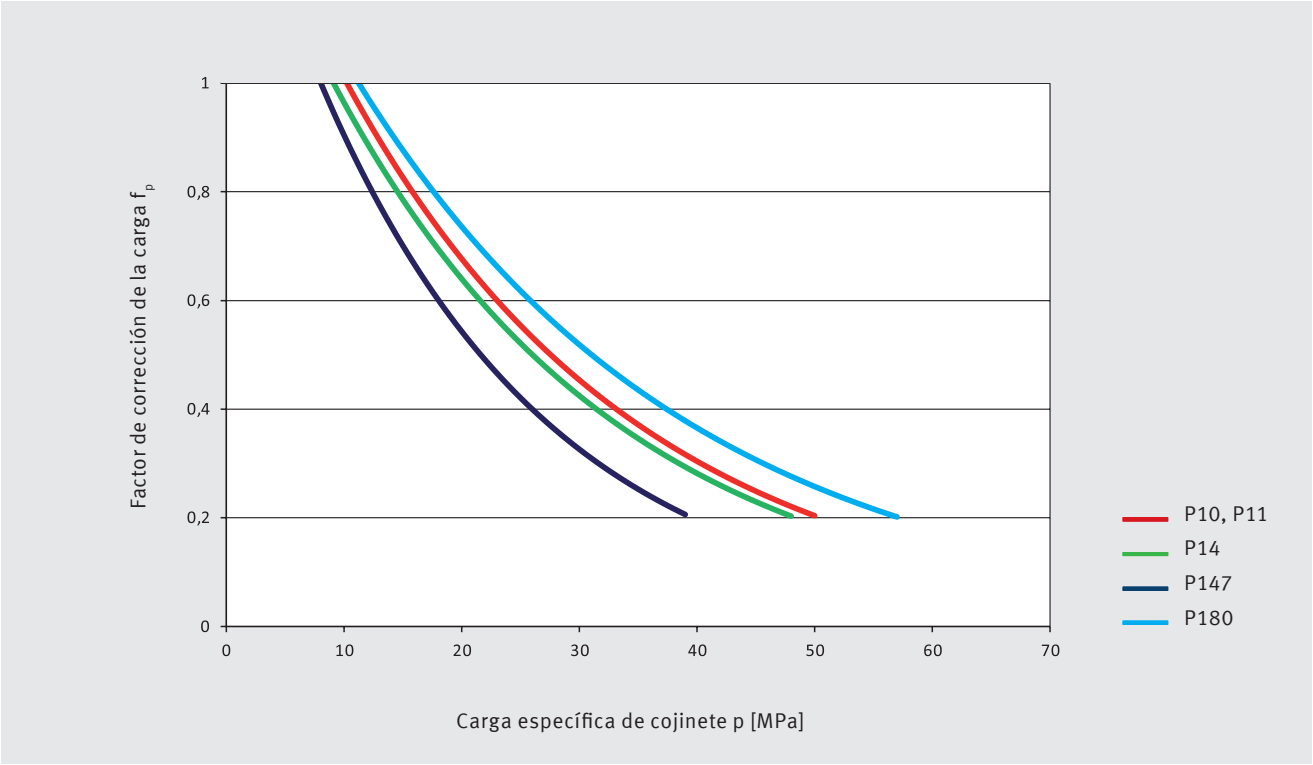


Fig. 25: Factor de corrección de la carga f_p

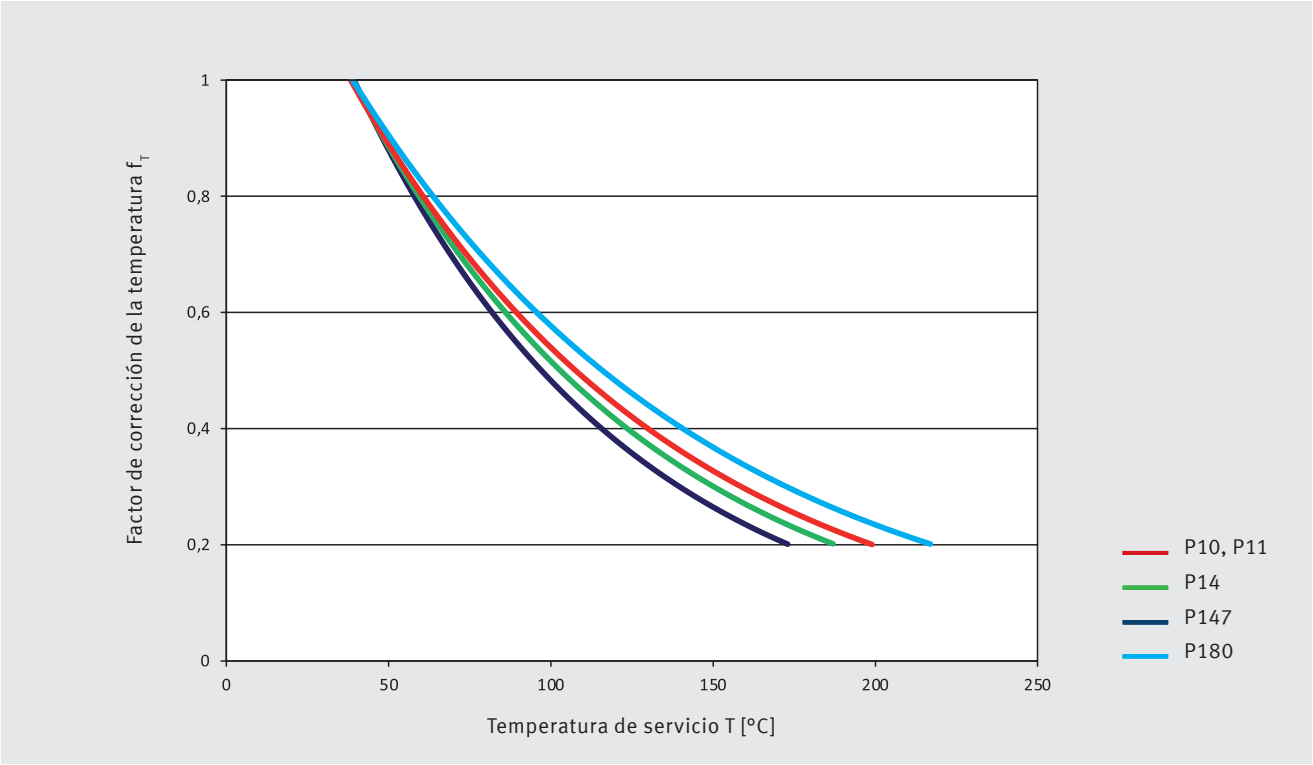
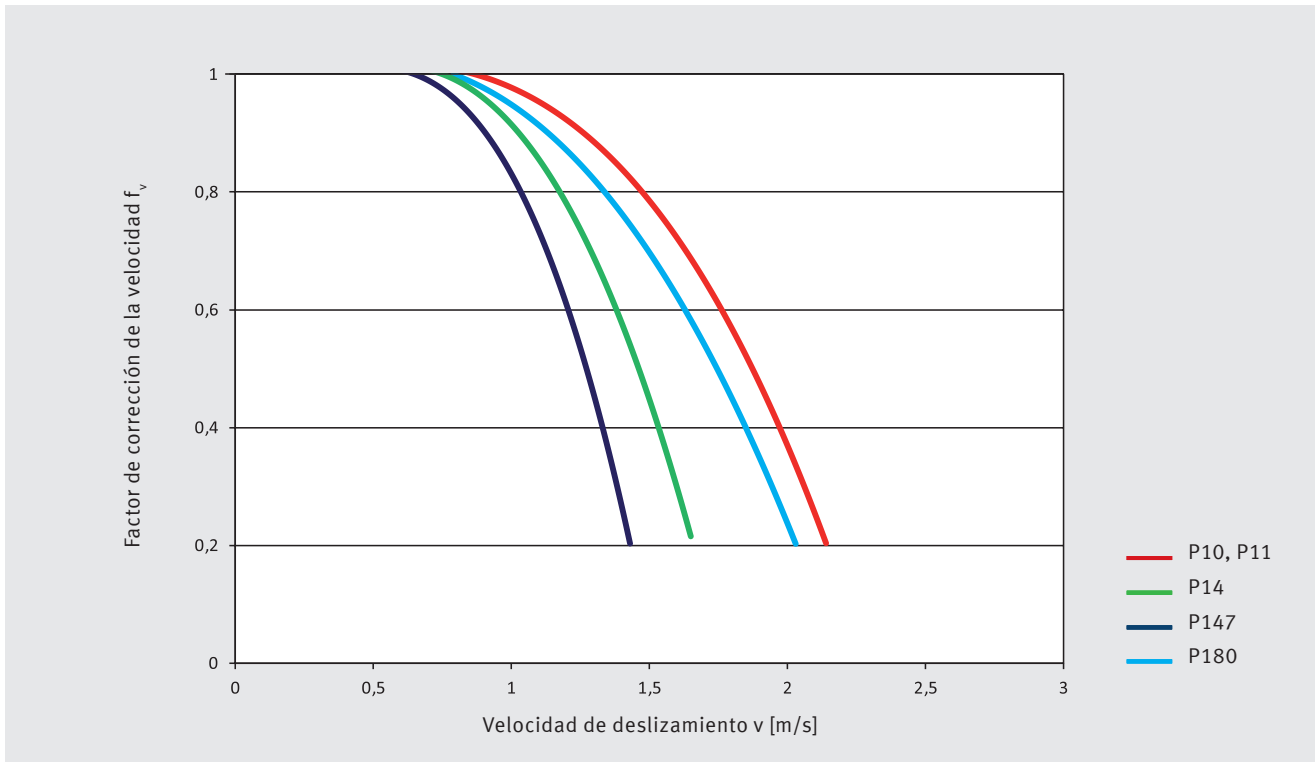
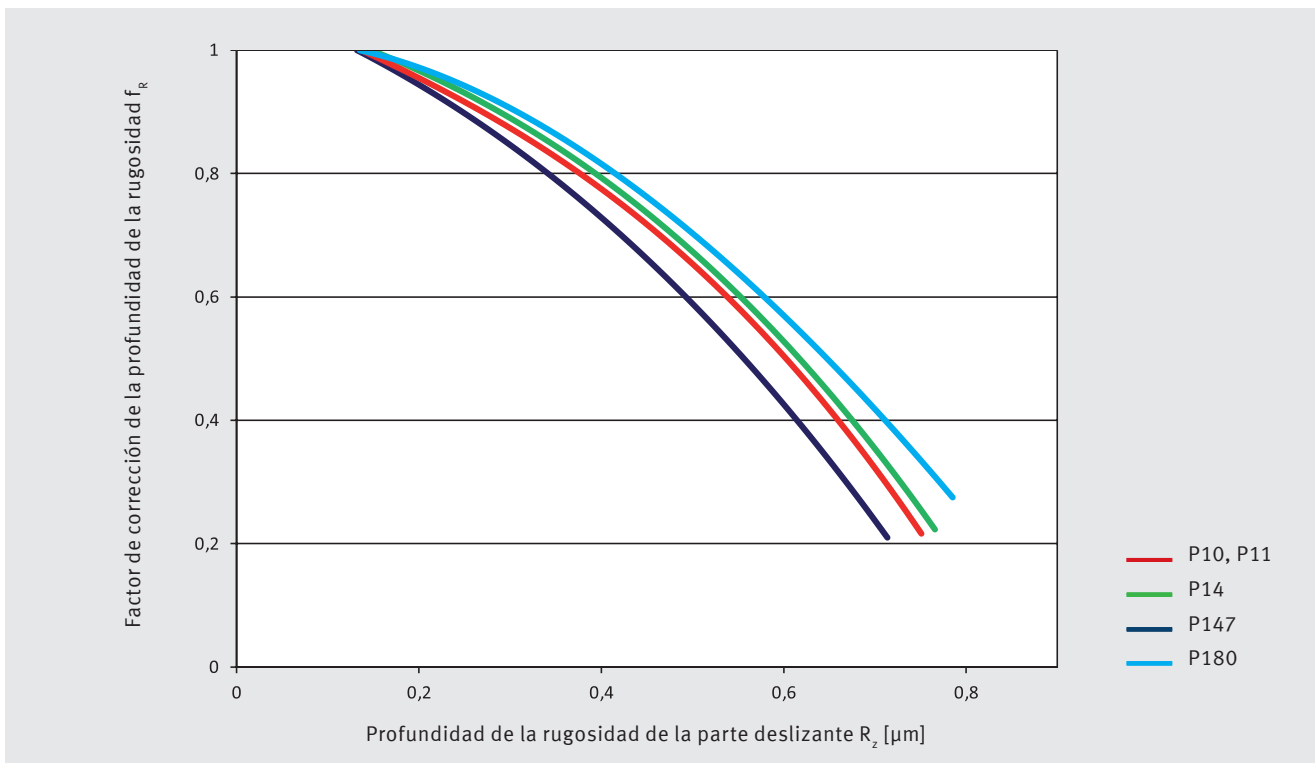


Fig. 26: Factor de corrección de la temperatura f_T

* Previa consulta
** Salida

Factores de corrección para P10, P11, P14**, P147* y P180

Fig. 27: Factor de corrección de la velocidad de deslizamiento f_v Fig. 28: Factor de corrección de la profundidad de la rugosidad f_R

* Previa consulta
 ** Salida

Factores de corrección para P20, P22*, P23* y P200, P202*, P203***

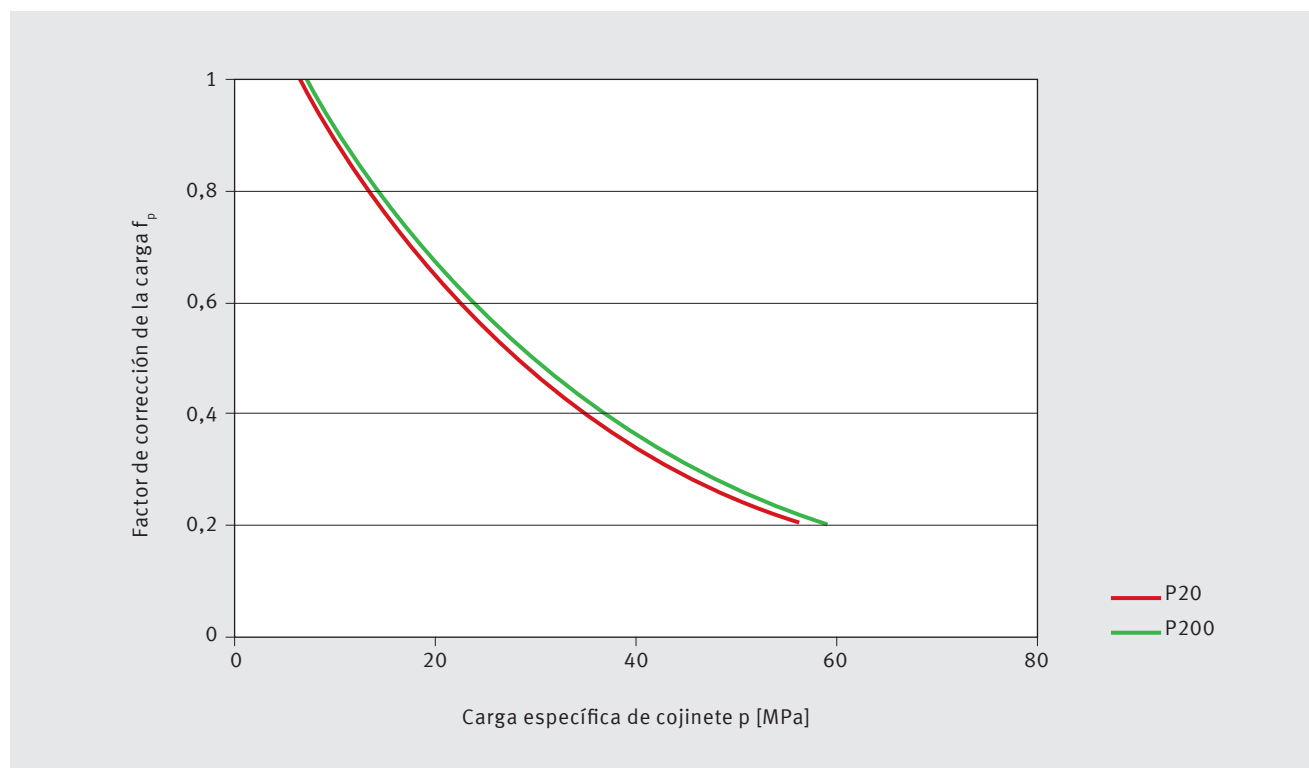


Fig. 29: Factor de corrección de la carga f_p

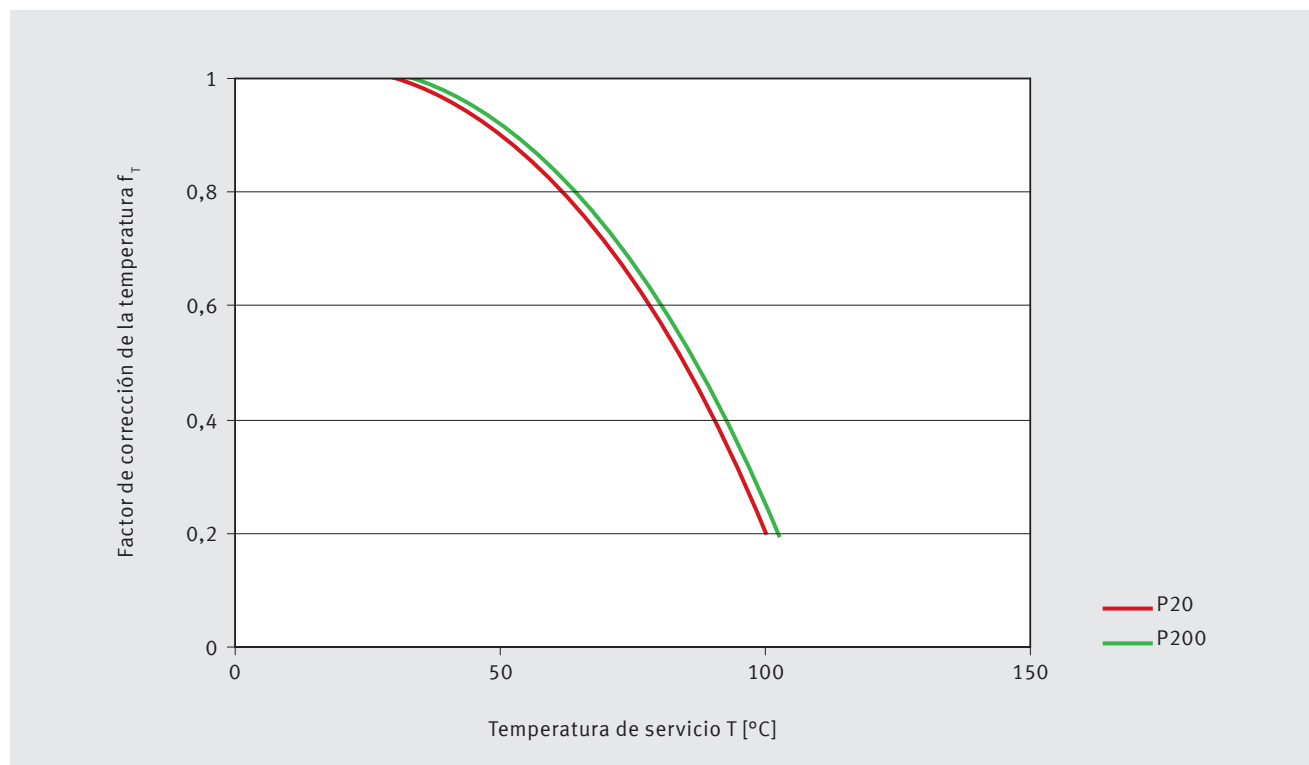
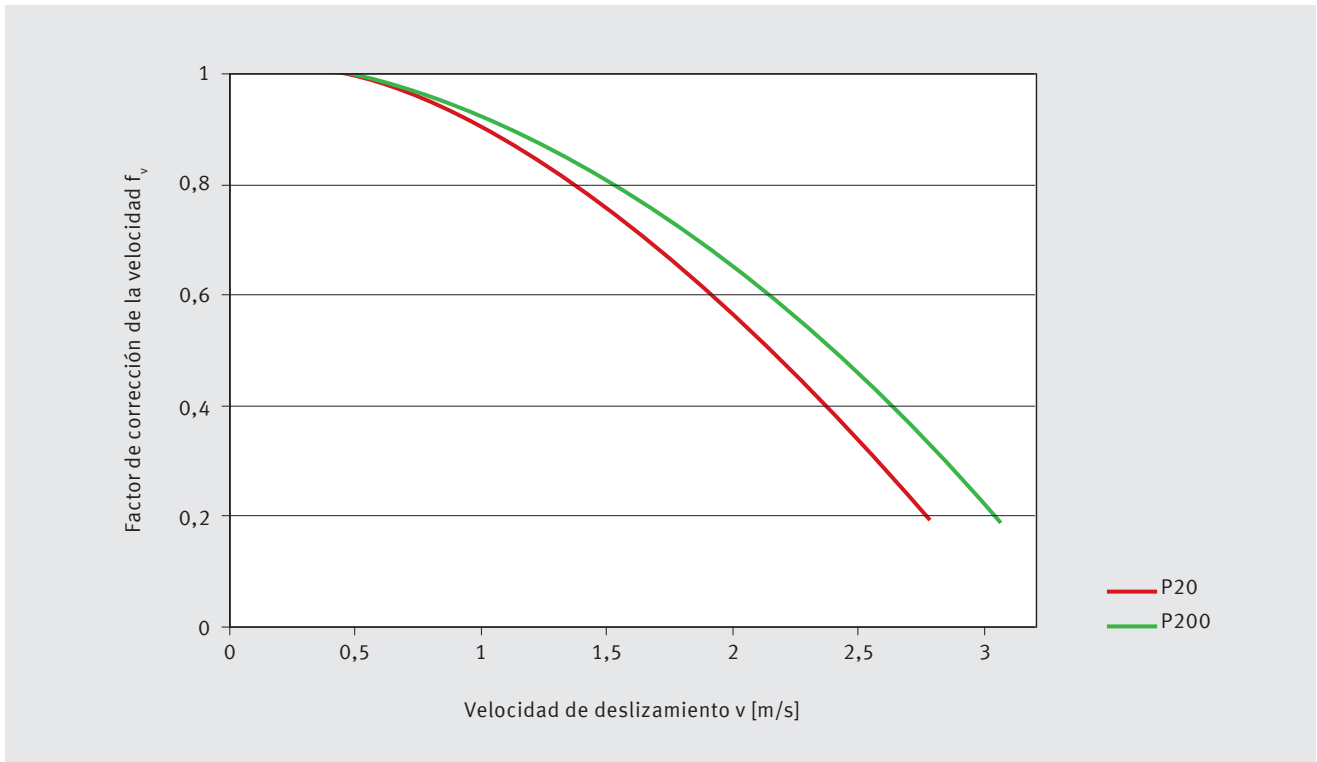
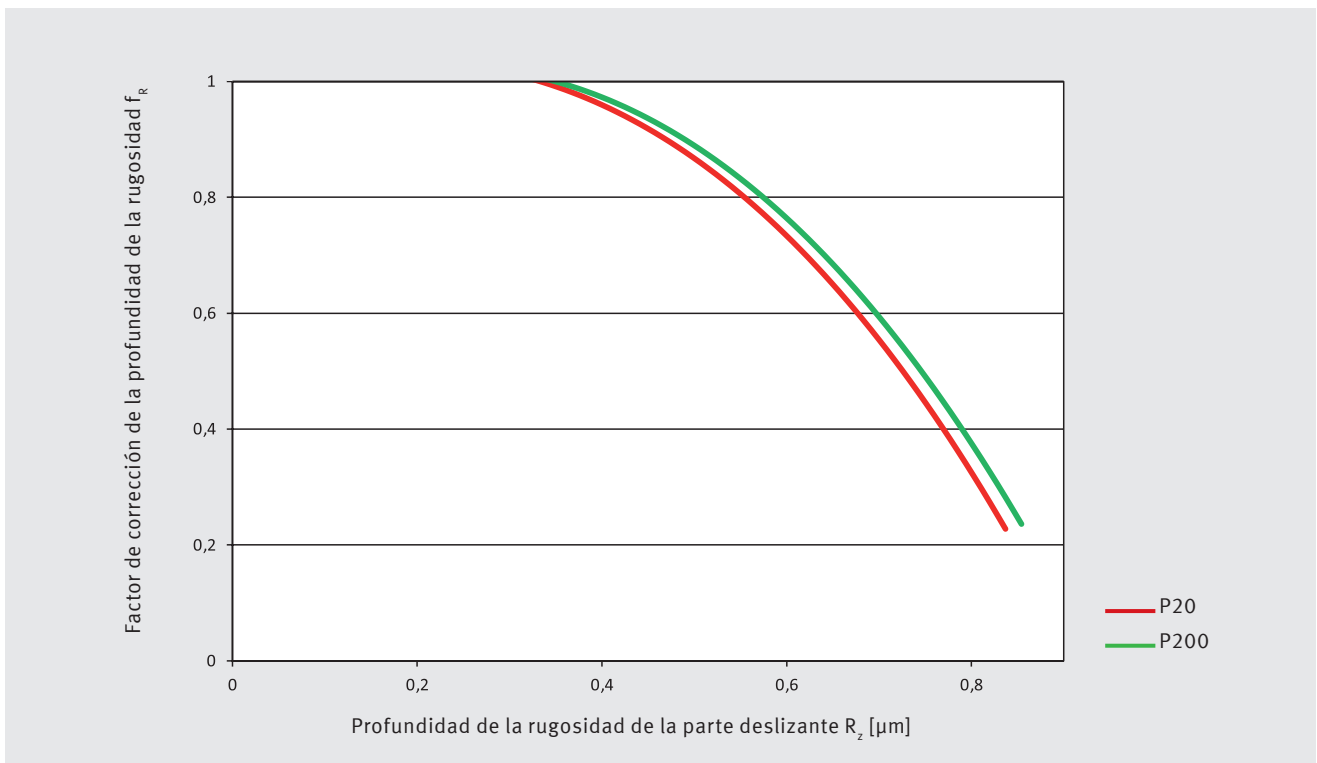


Fig. 30: Factor de corrección de la temperatura f_T

* Previa consulta
 ** Salida

Factores de corrección para P20**, P22*, P23* y P200, P202*, P203*

Fig. 31: Factor de corrección de la velocidad de deslizamiento f_v Fig. 32: Factor de corrección de la profundidad de la rugosidad f_R

* Previa consulta
 ** Salida

Factor de corrección de tipo de carga

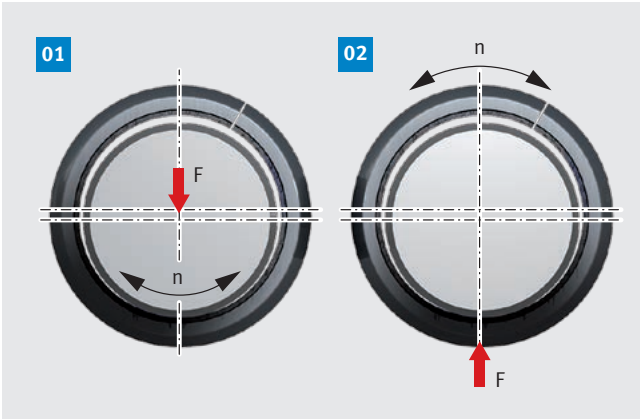


Fig. 33: Factor de corrección de la carga f_A

N.º (véase la Fig. 32)	Tipo de carga	f_A
01	Carga puntual	1
02	Carga circunferencial	2
–	Carga axial	1
–	Movimiento lineal	1

Factor de corrección de movimiento lineal

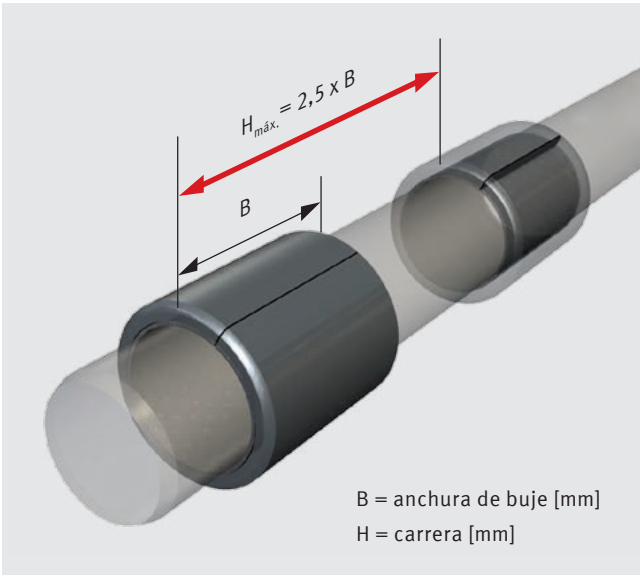


Fig. 34: Movimiento lineal, carrera $H_{máx.}$

Factor de corrección del material de las partes deslizantes

Material de la superficie de contracara	f_w
Acero	1
Acero nitrado	1
Acero de baja corrosión	2
Acero con cromado duro (espesor de la capa mín. 0,013 mm)	2
Acero galvanizado (espesor de la capa mín. 0,013 mm)	0,2
Acero fosfatado (espesor de la capa mín. 0,013 mm)	0,2
Fundición gris R ₂ 2	1
Aluminio anodizado	0,4
aluminio con anodizado duro (dureza 450 +50 HV; 0,025 mm de espesor)	2
Aleaciones a base de cobre	0,1 hasta 0,4
Níquel	0,2

Tab. 27: Factor de corrección del material f_w (con profundidad de la rugosidad R₂ 0,8 a R₂ 1,5)

[11] Cálculo del factor de corrección del movimiento lineal f_L :

$$f_L = 0,65 \frac{B}{H + B} \quad [1]$$

Condiciones de funcionamiento especiales

Las condiciones de funcionamiento especiales pueden alargar o acortar la vida útil calculada. A menudo, estas influencias no se pueden calcular de forma exacta. La Tab. tabla 25 muestra algunos valores típicos basados en la experiencia.

Evaluación de la vida útil calculada

Como ya se expuso en el capítulo Fundamentos, el cálculo de la vida útil de los cojinetes P1/P2 aún es incierto. Por una parte, esto depende de muchos factores de influencia y sus interacciones, por la otra, la influencia de la corrosión, el envejecimiento del lubricante, la influencia química y a suciedad sobre la vida útil esperada no pueden determinarse matemáticamente con exactitud.



NOTA

La vida útil calculada solo representa, por lo tanto, un valor de orientación. Se recomienda asegurar el uso de cojinetes Permaglide® por medio de pruebas similares a las de la aplicación.

Condiciones de servicio	Influencia sobre la vida útil	Motivo
Marcha en seco; temporalmente intermitente	Actúa prolongando la vida útil	La posición del cojinete siempre puede volver a enfriarse. Esto tiene un efecto favorable sobre la vida útil.
Alternativamente con marcha en seco o funcionamiento en agua	Actúa acortando la vida útil	Las condiciones hidrodinámicas en el agua solamente se consiguen de forma limitada. Esto y el cambio a la marcha en seco aumentan el desgaste.
Funcionamiento continuo en lubricantes líquidos	Gran efecto prolongando la vida útil	Aquí existen estados de fricción mixta o hidrodinámicos. El calor de fricción se disipa de la zona de contacto mediante el lubricante. En estado hidrodinámico, el cojinete funciona prácticamente sin desgaste.
Funcionamiento continuo con grasas lubricantes (materiales Permaglide® P1)	Actúa reduciendo o prolongando la vida útil	Los aditivos sólidos como MoS ₂ o ZnS aceleran la formación de una pasta y pueden reducir la vida útil. Por medio de medidas constructivas (taladro/ranuras en la zona de descarga) y gracias a la relubricación regular, se puede prolongar la vida útil nominal (capítulo 7, "Lubricación").

Tab. 28: Condiciones de funcionamiento especiales

7 DAÑOS TÍPICOS DE COJINETES

Además de los factores de desgaste de la carga de cojinete, la velocidad de deslizamiento, la temperatura, el material del eje y la superficie del eje, los cojinetes están sometidos a esfuerzos adicionales debido a las condiciones de funcionamiento, lo que tiene unas consecuencias considerables sobre la seguridad del funcionamiento y la vida útil.

Reacción triboquímica, corrosión

Los cojinetes Permaglide® son básicamente resistentes al agua (excepto P14), a los alcoholes, a los glicoles y a muchos aceites minerales. Sin embargo, algunos medios actúan de forma considerable sobre los componentes del material, en especial sobre las piezas de bronce. La mayoría de las veces, el peligro aparece con una temperatura de servicio superior a los 100 °C. Esto puede producir una limitación del funcionamiento.

El grupo de materiales P1 no es resistente a medios ácidos ($\text{pH} < 3$) ni a medios alcalinos ($\text{pH} > 12$). Los ácidos oxidados y los gases como los halógenos libres, el amoníaco o el sulfuro de hidrógeno dañan el dorsal de bronce de P11.

Si existe el peligro de corrosión de la superficie de deslizamiento de la parte deslizante (eje), es conveniente utilizar los siguientes materiales:

- aceros de baja corrosión
- aceros con cromado duro
- aluminio con anodizado duro

Estos materiales resistentes a la corrosión también reducen la tasa de desgaste.

Tendencia al hinchamiento

En caso de presencia de determinados medios y con temperaturas de servicio > 100 °C, la capa de rodamiento (lubricante sólido) puede hincharse en los materiales del grupo P1 que contienen plomo. El espesor de pared del cojinete puede aumentar, en función del medio, hasta 0,03 mm.

Ayuda:

- aumentar la holgura del cojinete
- Utilizar cojinetes de fricción sin plomo de P14/P147/P180. En este caso, la tendencia al hinchamiento con $< 0,01$ mm es considerablemente menor.

Por favor, tenga en cuenta que P14 solamente se debería utilizar para una velocidad de deslizamiento de 1 m/s y P147, hasta una velocidad de deslizamiento de 0,8 m/s.

Corrosión electroquímica de contacto

Bajo condiciones desfavorables se pueden formar elementos locales y disminuir la seguridad del funcionamiento.

Ayuda:

Elegir el emparejamiento de materiales en consecuencia.

Micromovimientos de deslizamiento

Si durante los movimientos oscilantes o los movimientos lineales aparecen por cada ciclo pequeños caminos de deslizamiento, en los cojinetes P1 no se puede formar una película lubricante. Esto significa que después del proceso de rodaje entre la capa de deslizamiento de bronce y la superficie del eje se generan zonas metálicas de contacto. De esta forma aparece un mayor desgaste. Existe el peligro de gripado del eje.

Ayuda:

lubricar la posición del cojinete. Por favor, tenga en cuenta el apartado “Lubricación”.

Lubricación

En determinados casos de aplicación puede ser necesario revestir la superficie de contacto entre el cojinete P1 y la parte deslizante con grasa o lubricación de aceite. Esto puede producir divergencias considerables de la vida útil esperada. La aplicación de grasa o aceite puede tener un efecto tanto reductor como prolongador (Tab. 28: condiciones de funcionamiento especiales). El acortamiento de la vida útil, por un lado, puede ser efecto de la disminución de la transmisión de lubricante sólido durante el proceso de rodaje. Por otro, la presencia de grasa o de aceite promueve la formación de una pasta. La formación de pasta se entiende como la mezcla de grasa o pequeñas cantidades de aceite con el material desgastado de la zona de contacto. La pasta se asienta en la zona de descarga, en el sentido de giro, e impide la disipación térmica aprox. Algunas partes de la pasta se vuelven a arrastrar a la zona de contacto y pueden acelerar el desgaste. Los lubricantes sólidos con aditivos y sulfuro de cinc o disulfuro de molibdeno refuerzan la tendencia a formarse la pasta. Si no se puede evitar el engrasado de los cojinetes P1, puede contrarrestarse la formación de pasta con las siguientes medidas:

- relubricar regularmente (p. ej., grasa saponificada de litio)
- realizar taladros o ranuras la zona de descarga, para que la pasta no pueda asentarse.

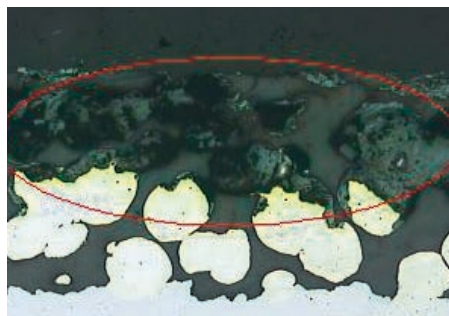


Fig. 35: Daños por influencia química

ATENCIÓN

Los taladros o las ranuras reducen la superficie transversal de la pared de la camisa. Si la cantidad es $>10\%$, se tiene que tener en cuenta esto a la hora de realizar el cálculo (asiento fijo, solape).

Los cojinetes P2 necesitan lubricación. Véanse los tipos de grasa apropiados en el capítulo 4.2 “Cojinetes P2 Permaglide® de bajo mantenimiento®”, “Engrasado”.

Cavitación, erosión

Los cojinetes Permaglide® se pueden usar en condiciones hidrodinámicas.

Ventaja:

- son posibles mayores velocidades de deslizamiento que con la marcha en seco o el engrasado.
- funcionamiento casi libre de desgaste, ya que, por encima de las revoluciones de transición, ambas superficies deslizantes están separadas por el líquido lubricante. Solamente existe fricción de líquido.
- efecto autolubricante de los cojinetes con fricción mixta (por debajo de las revoluciones de transición).

Sin embargo, en condiciones hidrodinámicas pueden aparecer averías especiales en la superficie de deslizamiento del cojinete, especialmente daños por cavitación y daños por erosión.

La cavitación y la erosión aparecen mayormente juntas. Especialmente a grandes velocidades de deslizamiento es cuando hay que tener en cuenta la manifestación de la avería.

Ayuda:

- reducir la velocidad de deslizamiento (cuando sea posible).
- utilizar otro lubricante (viscosidad, capacidad de carga por encima de la temperatura).
- evitar perturbaciones de flujo en la ranura de lubricación originadas, por ejemplo, por ranuras de aceite, taladros de aceite, bolsas de aceite, etc.).

MotorService ofrece el cálculo de cojinetes Permaglide® de funcionamiento hidrodinámico como prestación de servicio.

Daños por cavitación

Bajo daños por cavitación se entiende la destrucción local de la superficie de deslizamiento por el efecto de la presión. En los cojinetes hidrodinámicos pueden generarse burbujas de vapor en la película lubricante que se mueve rápidamente como consecuencia de la caída de presión. Cuando aumenta la presión del líquido, se rompen las burbujas de vapor. La energía liberada actúa mecánicamente sobre la superficie de deslizamiento y aumenta localmente el material de cojinete de deslizamiento.



Fig. 36: Averías locales por cavitación

Daños por erosión

La erosión es un daño mecánico de la superficie de deslizamiento debido al efecto de lavado de un líquido que también puede contener partículas sólidas. La distribución de la presión en la película lubricante de un cojinete hidrodinámico se ve perturbada por el estrangulamiento transversal y la turbulencia y se producen daños mecánicos en la superficie de deslizamiento.

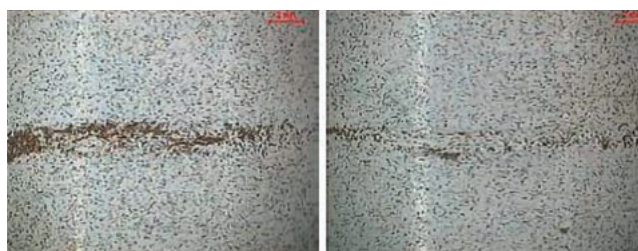


Fig. 37: Avería por erosión en la capa de rodamiento de los cojinetes P1

Averías por suciedad

Si las partículas de suciedad entra en contacto entre el cojinete y el eje, la superficie de deslizamiento del cojinete se daña por abrasión con formación de estrías. Esto tiene efectos negativos sobre la vida útil y la seguridad del funcionamiento.

Ayuda:

- sellar el cojinete
- en caso de lubricación con líquido, anteponer un filtro

Ayuda:

- dispositivo de inserción a presión con precentrado (anillo auxiliar)
- solape optimizado entre el orificio del cuerpo y el diámetro exterior del cojinete
- evitar la suciedad
- evitar la posición oblicua de la camisa al inserta a presión
- usar un lubricante apropiado

Averías por montaje incorrecto

Al insertar a presión un casquillo de cojinete pueden producirse daños en la superficie de deslizamiento. A menudo aparecen gripados entre la superficie lateral del cojinete y el orificio del cuerpo. Esto provoca la formación local de bultos en la superficie de deslizamiento del cojinete. Ambas averías pueden reducir considerablemente la vida útil.



Fig. 38: Cojinete P2, estrías en la superficie de deslizamiento

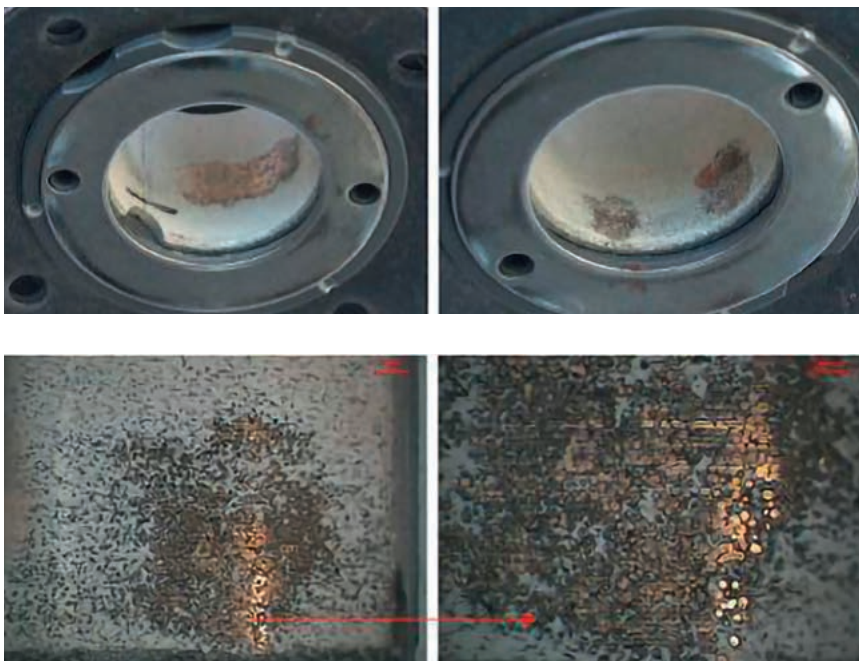


Fig. 39: Fuerte desgaste local por montaje incorrecto

8 DISEÑO CONSTRUCTIVO DE LA POSICIÓN DEL COJINETE

8.1 CARCASA

Camisas

Las camisas Permaglide® se insertan a presión en la carcasa, y de esta forma quedan fijadas de forma radial y axial. No son necesarias otras medidas. Para el orificio del cuerpo se recomienda:

- Profundidad de la rugosidad $R_z 10$
- Bisel $f_g 20^\circ \pm 5^\circ$
Este bisel facilita la inserción a presión.

Diámetro del taladro d_g	Ancho de bisel f_g
$d_g \leq 30$	$0,8 \pm 0,3$
$30 < d_g \leq 80$	$1,2 \pm 0,4$
$80 < d_g \leq 180$	$1,8 \pm 0,8$
$180 < d_g$	$2,5 \pm 1,0$

Tab. 29: Ancho de bisel f_g en el orificio del cuerpo para camisas (Fig. 40)

Camisas con collarín

En el caso de camisas con collarín, se tiene que tener en cuenta el radio en el paso de la parte radial a la parte axial.

- Las camisas con collarín no deben hacer contacto con la zona del radio.
- El collarín debe tener suficiente apoyo para las cargas axiales.

Diámetro del taladro d_g	Ancho de bisel f_g
$d_g \leq 10$	$1,2 \pm 0,2$
$10 < d_g$	$1,7 \pm 0,2$

Tab. 30: Ancho de bisel f_g en el orificio del cuerpo para camisas con collarín (Fig. 41)

Fijar las arandelas tope

Recomendación:

- El asiento concéntrico se fija con la escotadura en la carcasa (Fig. 42)
 - diámetro y profundidades de los cortes no guiados, ver la tabla de medidas (capítulo 10)
- El giro no deseado se evita gracias a pasadores de ajuste o tornillos de cabeza avellanada (Fig. 42 y 43)
 - la cabeza del tornillo o el pasador de ajuste se tiene que haber reajustado frente a la superficie de deslizamiento como mínimo 0,25 mm (Fig. 42 y 43)
 - tamaño y disposición de los orificios, ver la tabla de medidas (capítulo 10)

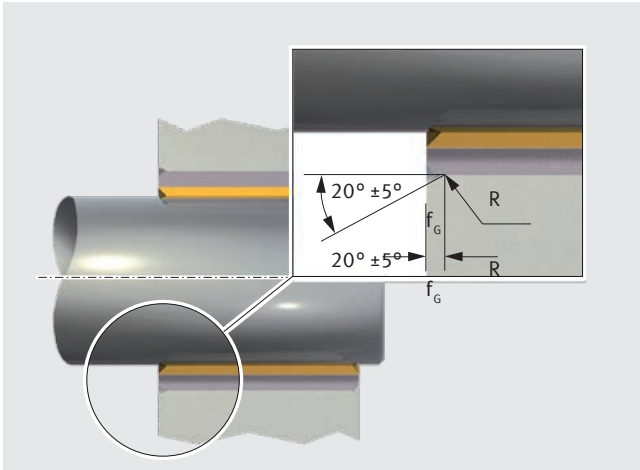


Fig. 40: Bisel en la carcasa para camisa PAP

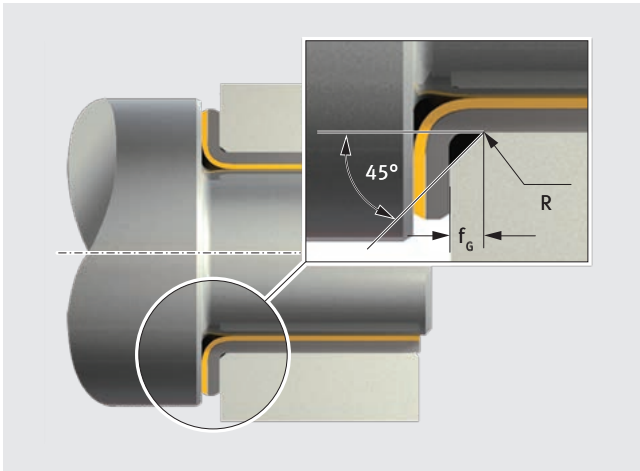


Fig. 41: Bisel en la carcasa para camisa PAF

- Si no es posible la escotadura en la carcasa,
 - fijar con varios pasadores de ajuste o tornillos (Fig. 42)
 - utilizar otras técnicas para la unión.

No siempre es necesario un bloqueo contra el giro. En diferentes casos, el rozamiento en reposo entre la parte posterior de la arandela y la carcasa es suficiente.

Otras técnicas de unión

Si el ajuste perfecto de la camisa no fuera suficiente o si la colocación de pasadores o tornillos no fuera rentable, de forma alternativa se pueden usar técnicas de unión más económicas:

- soldadura láser
- soldadura con estaño
- pegado, por favor, observar la siguiente indicación



ATENCIÓN

La temperatura de la capa de rodamiento o de la capa de deslizamiento no debe ser superior a +280 °C, en los Permaglide® P1 y de +140 °C en los Permaglide® P2. El pegamento no puede penetrar en la capa de rodamiento ni en la capa de deslizamiento. Recomendación: consultar a los fabricantes de pegamentos, especialmente sobre la elección del pegamento, la preparación de la superficie, el endurecimiento, la resistencia, el margen de temperaturas y el comportamiento de dilatación.

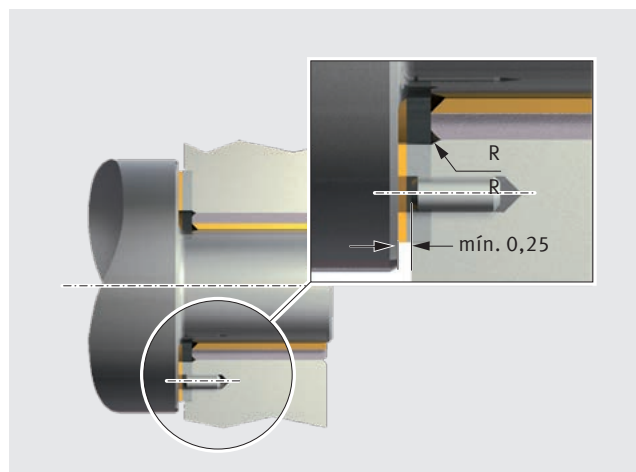


Fig. 42: Fijación de una arandela de tope PAW en una escotadura de la carcasa

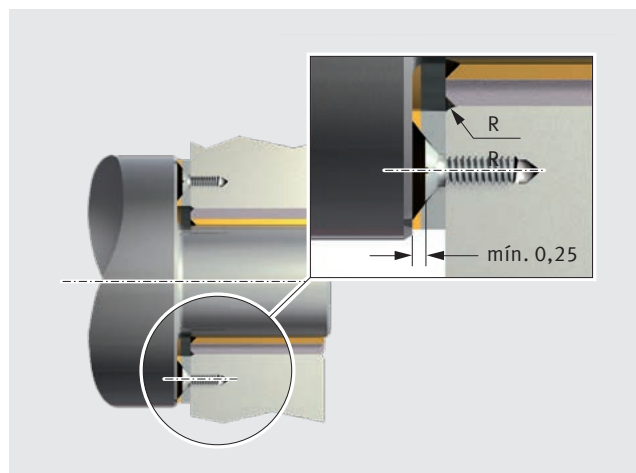


Fig. 43: Fijación de una arandela de tope PAW sin escotadura de la carcasa

8.2 DISEÑO DE LA PARTE DESLIZANTE

En general, en un sistema tribológico, en el caso de un cojinete radial, el eje, en el caso de un cojinete axial, el reborde de presión, deberían sobresalir de la superficie de deslizamiento, para conseguir el máximo porcentaje de área de contacto y evitar el rodaje con cantos en la capa de deslizamiento.

Eje

Los ejes deberían estar achaflanados y todos los bordes afilados redondeados, de esta forma:

- se facilita el montaje
- no se daña la capa de deslizamiento de la camisa

Los ejes no pueden tener ranuras ni escotaduras en el área de deslizamiento.

Superficie de contracara

Duración óptima de uso de los cojinetes gracias a la profundidad correcta de la rugosidad

- La duración óptima de uso de los cojinetes se consigue con una profundidad de la rugosidad de la superficie de contracara R_z 0,8 a R_z 1,5:
 - en caso de marcha en seco de Permaglide® P1
 - en caso de lubricación de Permaglide® P2.



ATENCIÓN

Las profundidades menores de la rugosidad no aumentan la duración de uso de los cojinetes e incluso pueden producir desgaste de la adherencia. Las profundidades mayores de la rugosidad se reducen considerablemente.

- la corrosión de la superficie de contracara de Permaglide® P1 y P2 se evita por medio de:
 - selladura,
 - utilización de acero resistente a la corrosión,
 - tratamiento adecuado de la superficie.

En el caso de Permaglide® P2, el lubricante actúa de forma adicional contra la corrosión.

Acabado superficial

- Es preferible el uso de superficies esmeriladas o rayadas.
- Las superficies torneadas con precisión o torneadas con rodillos también con R_z 0,8 a R_z 1,5, pueden producir un mayor desgaste (durante el torneado con precisión se producen estrías helicoidales).
- La fundición nodular (GGG) tiene un acabado superficial abierto y por eso se tiene que rectificar R_z 2 o mejor. La Fig. 44 muestra el sentido de giro de los ejes de fundición durante la aplicación. Este debería corresponder con el sentido de giro de la rueda de rectificar, ya que en el sentido de giro contrario se produce un mayor desgaste.

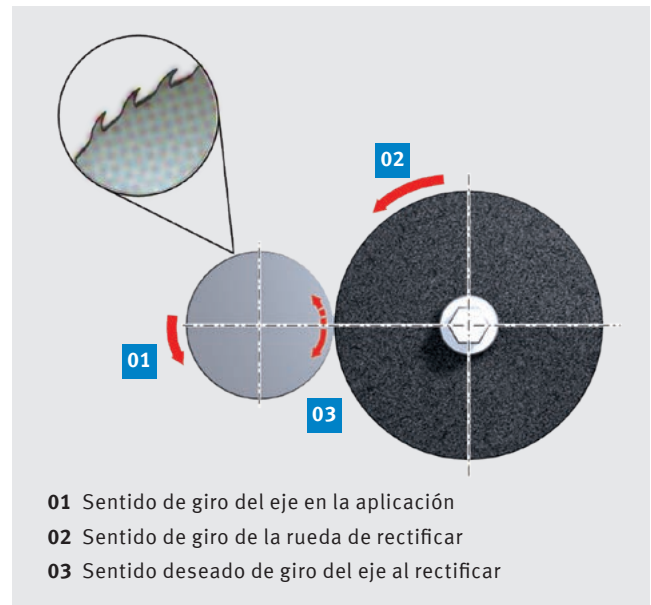


Fig. 44: Rectificado de un eje de fundición

Funcionamiento hidrodinámico

Para el funcionamiento hidrodinámico, la profundidad de la rugosidad R_z de la superficie de contracara debería ser menor que el espesor mínimo de película lubricante. Motorservice ofrece el cálculo hidrodinámico como prestación de servicio.

Juntas

En caso de mucha suciedad o de un entorno agresivo, se recomienda proteger la posición del cojinete. La Fig. 45 muestra tipos recomendados de juntas:

- **01** la construcción del entorno
- **02** una obturación por intersticio
- **03** un retén de eje
- una corona de grasa

Disipación térmica

Hay que tener en cuenta una buena disipación térmica aprox.

- Durante el funcionamiento hidrodinámico, el líquido lubricante transporta la mayor parte del calor.
- En el caso de cojinetes secos y lubricados con grasa, el calor también se disipa a través de la carcasa y del eje.

Mecanización de los elementos del cojinete

- Los cojinetes Permaglide® se pueden mecanizar tanto con arranque de virutas como sin virutas (p. ej., acortar, doblar o perforar).
 - Los cojinetes Permaglide® se tienen que separar preferentemente del lado del PTFE. La rebaba que se produce durante la separación estorba en la superficie de deslizamiento.
 - Después deben limpiarse los elementos del cojinete.
 - Las superficies brillantes de acero (bordes del corte) se tienen que proteger contra la corrosión con:
 - aceite o
 - capas galvanizadas de protección
- En el caso de densidades de corriente mayores o de tiempos de revestimiento más prolongados, hay que cubrir las capas de deslizamiento, para evitar sedimentos.

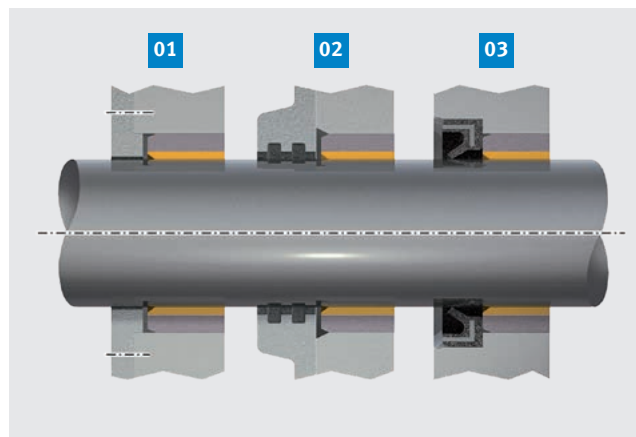


Fig. 45: Juntas



ATENCIÓN

Las temperaturas de mecanizado que sobrepasen los siguientes valores límite, ponen en peligro la salud:

+280 °C en el caso de Permaglide® P1

+140 °C en el caso de Permaglide® P2

Las virutas pueden contener plomo.

Orientación axial (alineación exacta)

La alineación exacta es importante para los cojinetes radiales y axiales. Esto rige especialmente para cojinetes de marcha en seco en los que la carga no se puede distribuir mediante la película lubricante. El error de alineación a lo largo de toda la anchura de buje no puede ser superior a 0,02 mm (Fig. 46). Este valor también es válido a lo largo de todo el ancho de camisas alineadas en pares y para las arandelas de tope. En el caso de camisas alineadas en fila, puede ser conveniente que tengan el mismo ancho. Durante el montaje, las juntas de tope deben estar alineadas.

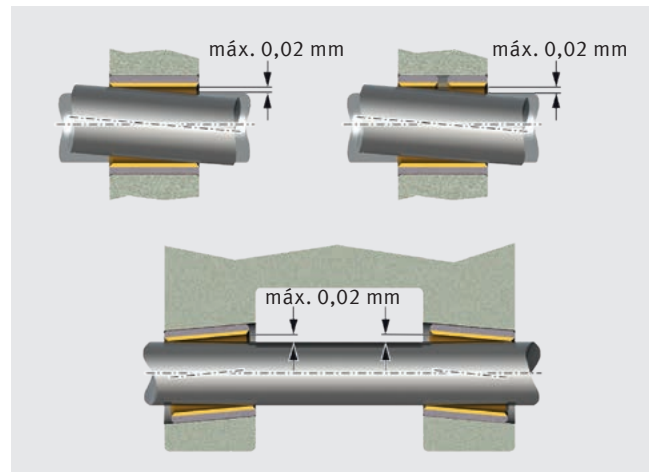


Fig. 46: Error de alineación admisible

Carga en los bordes del cojinete montado

Debido a imprecisiones geométricas o en el caso de condiciones de funcionamiento especiales, pueden producirse elevadas cargas inadmisibles en el área del borde de un cojinete. Este tipo de «presión en los bordes» puede producir un atascamiento del alojamiento. Estas cargas se pueden reducir por medio de medidas constructivas (Fig. 47).

- Biseles mayores en la carcasa.
- Mayor diámetro del taladro en la zona del borde del orificio del cuerpo.
- Dejar que la anchura de buje sobresalga de la anchura de la carcasa.

De forma adicional, también es posible la descarga de los bordes por el diseño elástico de la carcasa.

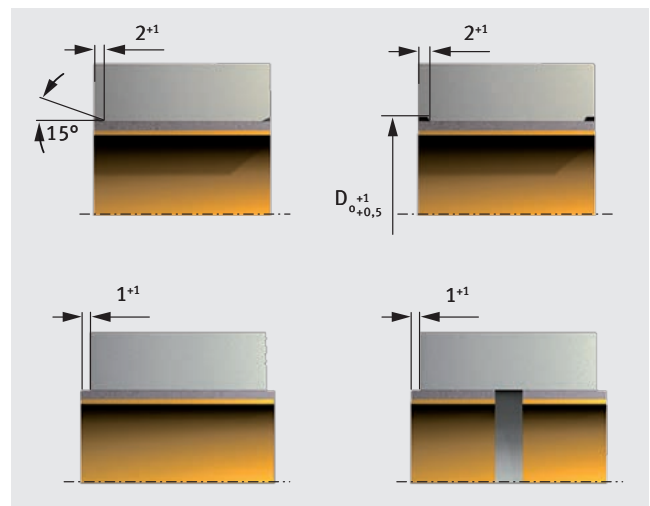


Fig. 47: Reducción de picos de voltaje en los bordes

8.3 HOLGURA DE COJINETES, AJUSTE PERFECTO

Holgura teórica de cojinetes

Las camisas de Permaglide® P1 y P2 se insertan a presión en la carcasa y de esta forma se fijan de forma radial y axial. No son necesarias otras medidas. Con las tolerancias de montaje de la Tab. 31 se deducen, para las carcassas y ejes rígidos:

- el ajuste perfecto
- la holgura de cojinetes según la Tab. 37

La holgura teórica del cojinete se calcula de la siguiente forma:

[12]

$$\Delta s_{\text{máx.}} = d_{\text{Gmáx.}} - 2 \cdot s_{3\text{mín.}} - d_{\text{Wmín.}}$$

[13]

$$\Delta s_{\text{mín.}} = d_{\text{Gmín.}} - 2 \cdot s_{3\text{máx.}} - d_{\text{Wmáx.}}$$

$\Delta s_{\text{máx.}}$	[mm]	Holgura máxima del cojinete
$\Delta s_{\text{mín.}}$	[mm]	Holgura mínima del cojinete
$d_{\text{Gmáx.}}$	[mm]	Diámetro máximo del orificio del cuerpo
$d_{\text{Gmín.}}$	[mm]	Diámetro mínimo del orificio del cuerpo
$d_{\text{Wmáx.}}$	[mm]	Diámetro máximo del eje
$d_{\text{Wmín.}}$	[mm]	Diámetro mínimo del eje
$s_{3\text{máx.}}$	[mm]	Espesor máximo de la pared
$s_{3\text{mín.}}$	[mm]	Espesor mínimo de la pared (Tab. 35)

Ajuste perfecto y holgura del cojinete

La holgura del cojinete y el ajuste perfecto pueden verse influidos por las medidas de la Tab. 38:

- en caso de elevadas temperaturas medioambientales
- en función del material de la carcasa
- en función del espesor de la pared de la carcasa

Las tolerancias de juego menores presuponen tolerancias más pequeñas para el eje y los taladros.

⚠️ ATENCIÓN

En caso de utilizar ejes con posición de tolerancia h, hay que comprobar la holgura del cojinete para $5 \leq d_w < 80$ (P10, P14, P147, P180) y $d_w < 80$ (P11) según las ecuaciones [12] para $\Delta s_{\text{máx.}}$ y [13] para $\Delta s_{\text{mín.}}$.

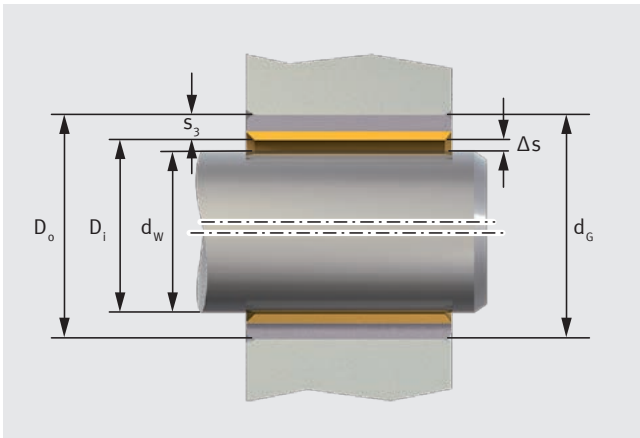


Fig. 48: Holgura teórica del cojinete Δs

Margen de diámetro	Permaglide®		
	P10, P14, P147*, P180	P11	P20, P200
Eje			
$d_w < 5$	h6	f7	h8
$5 \leq d_w < 80$	f7	f7	h8
$80 \leq d_w$	h8	h8	h8
Orificio del cuerpo			
$d_g \leq 5,5$	H6	—	—
$5,5 < d_g$	H7	H7	H7

Tab. 31: Tolerancias de montaje recomendadas

⚠️ ATENCIÓN

El ensanchamiento del orificio del cuerpo no se ha tenido en cuenta a la hora de calcular la holgura del cojinete.

Para calcular el solape U, las tolerancias del orificio del cuerpo se indican en la Tab. 31 y las medidas del diámetro exterior de la camisa D_o , en la Tab. 32.

Diámetro exterior de la camisa D_o	Medidas (comprobación A según DIN ISO 3547-2)			
	P10, P14, P147*, P180, P20, P200		P11	
	superior	inferior	superior	inferior
$D_o \leq 10$	+0,055	+0,025	+0,075	+0,045
$10 < D_o \leq 18$	+0,065	+0,030	+0,080	+0,050
$18 < D_o \leq 30$	+0,075	+0,035	+0,095	+0,055
$30 < D_o \leq 50$	+0,085	+0,045	+0,110	+0,065
$50 < D_o \leq 80$	+0,100	+0,055	+0,125	+0,075
$80 < D_o \leq 120$	+0,120	+0,070	+0,140	+0,090
$120 < D_o \leq 180$	+0,170	+0,100	+0,190	+0,120
$180 < D_o \leq 250$	+0,210	+0,130	+0,230	+0,150
$250 < D_o \leq 305$	+0,260	+0,170	+0,280	+0,190

Tab. 32: Medidas para el diámetro exterior D_o .

Diámetro interior de la camisa D_i	Espesor de pared s_3	Medidas según DIN ISO 3547-1, tabla 3, fila B			
		P10, P14, P147*, P180		P11	
		superior	inferior	superior	inferior
$D_i < 5$	0,75	0	-0,020	-	-
	1	-	-	+0,005	-0,020
$5 \leq D_i < 20$	1	+0,005	-0,020	+0,005	-0,020
$20 \leq D_i < 28$	1,5	+0,005	-0,025	+0,005	-0,025
$28 \leq D_i < 45$	2	+0,005	-0,030	+0,005	-0,030
$45 \leq D_i < 80$	2,5	+0,005	-0,040	+0,005	-0,040
$80 \leq D_i < 120$	2,5	-0,010	-0,060	-0,010	-0,060
$120 \leq D_i$	2,5	-0,035	-0,085	-0,035	-0,085

Tab. 33: Espesor de pared s_3 para camisas y camisas con collarín P1

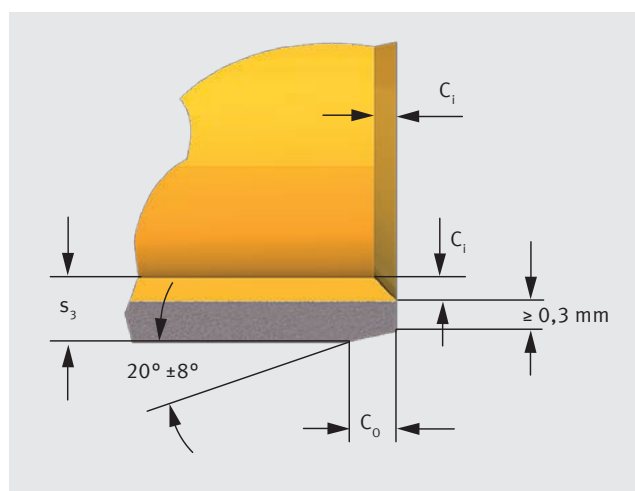
Rugosidad superficial	R_a (μm)	R_z (μm)
Orificio del cojinete D_i	6,3	25,0
Dorso del cojinete D_o	1,6	6,3
Otras superficies	25,0	100,0

Tab. 34: Rugosidad superficial, profundidad de la rugosidad R_a y R_z

Diámetro interior D_i	Espesor de pared s_3	Medidas según DIN ISO 3547-1, tabla 3, fila D, P20, P200	
		superior	inferior
8	$\leq D_i < 20$	-0,020	-0,045
20	$\leq D_i < 28$	-0,025	-0,055
28	$\leq D_i < 45$	-0,030	-0,065
45	$\leq D_i < 80$	-0,040	-0,085
80	$\leq D_i$	-0,050	-0,115

Tab. 35: Espesor de pared s_3 para camisas de Permaglide® P20/P200

Espesor de pared s_3	Bisel exterior, sin virutas C_o	Arista achaflanada interior C_i	
		mín.	máx.
0,75	$0,5 \pm 0,3$	0,1	0,4
1	$0,6 \pm 0,4$	0,1	0,6
1,5	$0,6 \pm 0,4$	0,1	0,7
2	$1,0 \pm 0,4$	0,1	0,7
2,5	$1,2 \pm 0,4$	0,2	1,0

Tab. 36: Bisel exterior C_o y arista achaflanada interior C_i (Fig. 49) para camisas con dimensiones métricas, según DIN ISO 3547-1, tabla 2Fig. 49: Bisel exterior C_o y arista achaflanada interior C_i en caso de dimensiones métricas

Holgura teórica de cojinetes

Diámetro de la camisa		Holgura del cojinete Δs			
D_i (mm)	D_o (mm)	P10, P11, P14, P147*, P180		P20, P200	
		$\Delta s_{\min.}$ (mm)	$\Delta s_{\max.}$ (mm)	$\Delta s_{\min.}$ (mm)	$\Delta s_{\max.}$ (mm)
2	3,5	0	0,054	–	–
3	4,5	0	0,054	–	–
4	5,5	0	0,056	–	–
5	7	0	0,077	–	–
6	8	0	0,077	–	–
7	9	0,003	0,083	–	–
8	10	0,003	0,083	0,040	0,127
10	12	0,003	0,086	0,040	0,130
12	14	0,006	0,092	0,040	0,135
13	15	0,006	0,092	–	–
14	16	0,006	0,092	0,040	0,135
15	17	0,006	0,092	0,040	0,135
16	18	0,006	0,092	0,040	0,135
18	20	0,006	0,095	0,040	0,138
20	23	0,010	0,112	0,050	0,164
22	25	0,010	0,112	0,050	0,164
24	27	0,010	0,112	0,050	0,164
25	28	0,010	0,112	0,050	0,164
28	32	0,010	0,126	0,060	0,188
30	34	0,010	0,126	0,060	0,188
32	36	0,015	0,135	0,060	0,194
35	39	0,015	0,135	0,060	0,194
40	44	0,015	0,135	0,060	0,194
45	50	0,015	0,155	0,080	0,234
50	55	0,015	0,160	0,080	0,239
55	60	0,020	0,170	0,080	0,246
60	65	0,020	0,170	0,080	0,246
65	70	0,020	0,170	–	–
70	75	0,020	0,170	0,080	0,246
75	80	0,020	0,170	0,080	0,246
80	85	0,020	0,201	0,100	0,311
85	90	0,020	0,209	–	–
90	95	0,020	0,209	0,100	0,319
95	100	0,020	0,209	–	–
100	105	0,020	0,209	0,100	0,319
105	110	0,020	0,209	–	–

Diámetro de la camisa		Holgura del cojinete Δs			
D_i (mm)	D_o (mm)	P10, P11, P14, P147*, P180		P20, P200	
		$\Delta s_{\min.}$ (mm)	$\Delta s_{\max.}$ (mm)	$\Delta s_{\min.}$ (mm)	$\Delta s_{\max.}$ (mm)
110	115	0,020	0,209	–	–
115	120	0,020	0,209	–	–
120	125	0,070	0,264	–	–
125	130	0,070	0,273	–	–
130	135	0,070	0,273	–	–
135	140	0,070	0,273	–	–
140	145	0,070	0,273	–	–
150	155	0,070	0,273	–	–
160	165	0,070	0,273	–	–
180	185	0,070	0,279	–	–
200	205	0,070	0,288	–	–
220	225	0,070	0,288	–	–
250	255	0,070	0,294	–	–
300	305	0,070	0,303	–	–

Tab. 37: Holgura teórica del cojinete después de insertar a presión las camisas o las camisas con collarín con dimensiones métricas, sin tener en cuenta el posible ensanchamiento del taladro

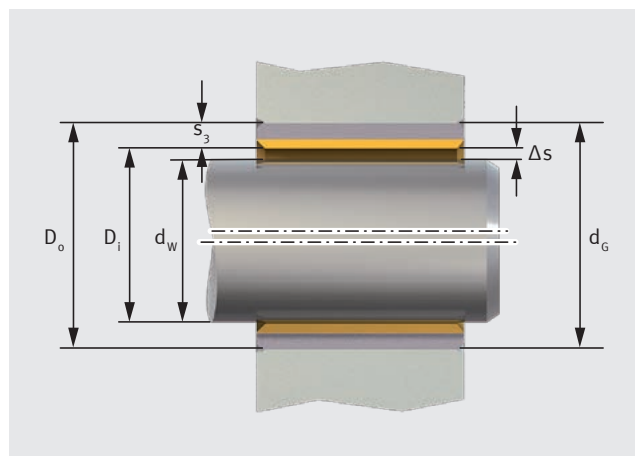


Fig. 50: Holgura teórica del cojinete Δs

Ajuste perfecto y holgura del cojinete

Construcción e influencias ambientales	Consecuencia	Medida	Tener en cuenta
Carcasa de metal ligero o de pared delgada	ensanchamiento elevado demasiada holgura	reducir el orificio del cuerpo d_g	La carcasa está sometida a grandes cargas; la tensión admisible de la carcasa no se puede sobrepasar.
Las carcasas de acero o de hierro fundido en caso de elevadas temperaturas ambientales	poca holgura	diámetro de eje d_w cada 100 °C por encima de la temperatura ambiente para reducir 0,008 mm	
Carcasa de bronce o aleaciones de cobre en caso de temperaturas medioambientales elevadas	mal ajuste perfecto	reducir el orificio del cuerpo d_g , modificación recomendada del diámetro cada 100 °C por encima de la temperatura ambiente: $d_g - 0,05 \%$	Reducir el diámetro del eje d_w en el mismo valor, para mantener la holgura del cojinete.
Carcasa de aleación de aluminio en caso de temperaturas medioambientales elevadas	mal ajuste perfecto	reducir el orificio del cuerpo d_g , modificación recomendada del diámetro cada 100 °C por encima de la temperatura ambiente: $d_g - 0,1 \%$	Reducir el diámetro de eje d_w en el mismo valor, para mantener la holgura del cojinete. A temperaturas por debajo de los 0 °C, la carcasa está sometida a grandes cargas; la tensión admisible de la carcasa no se puede sobrepasar.
Camisas con una mayor capa de protección anticorrosiva	diámetro exterior D_o demasiado grande holgura demasiado pequeña	aumentar el orificio del cuerpo d_g , ejemplo: espesor de la capa $0,015 \pm 0,003$ mm de ahí resulta $d_g + 0,03$ mm	Si las medidas correspondientes, la camisa y la carcasa están sometidas a grandes cargas.

Tab. 38: Averías, consecuencias y medidas para el ajuste perfecto y la holgura de cojinetes en caso de elevadas temperaturas medioambientales, materiales o espesores especiales de la carcasa

9 MONTAJE DE COJINETES

Las camisas Permaglide® son fáciles de insertar a presión en el orificio del cuerpo. La ligera lubricación del dorso de la camisa o del orificio del cuerpo, facilitan la inserción a presión.

Métodos de inserción a presión recomendados

Para un diámetro exterior D_o hasta unos 55 mm:

- inserción a ras con mandril y sin anillo auxiliar, según la Fig. 52
- inserción encastrada con mandril y sin anillo auxiliar, según la Fig. 53

Para un diámetro exterior D_o desde unos 55 mm:

- inserción a presión con mandril y anillo auxiliar según la Fig. 54.

Evitar la posición oblicua y el desajuste axial

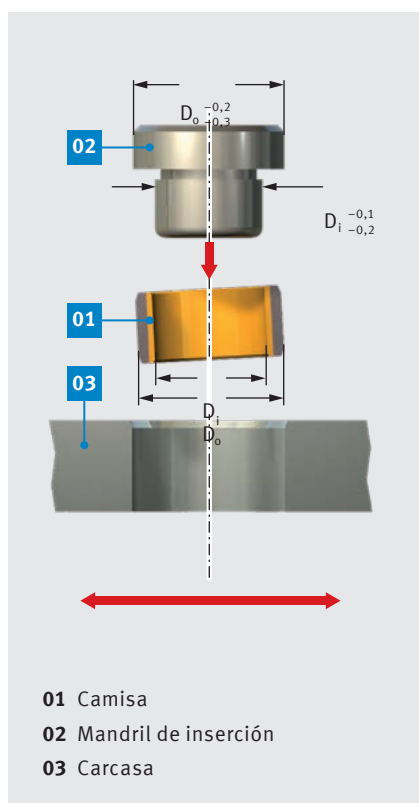


Fig. 51: Inserción a presión con carcasa móvil

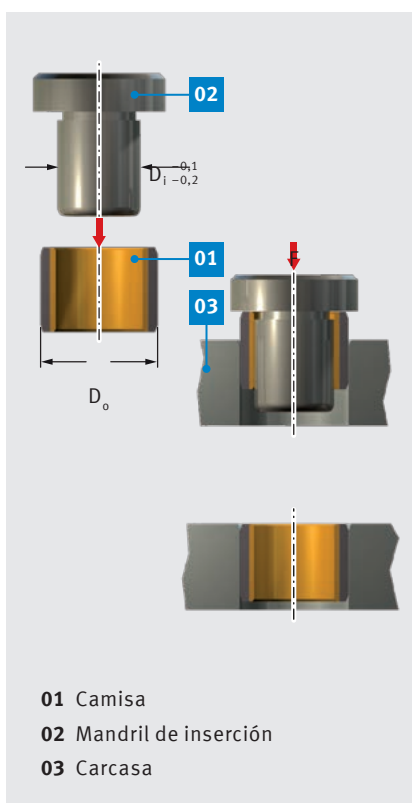


Fig. 52: Inserción a ras $D_o \leq 55$ mm

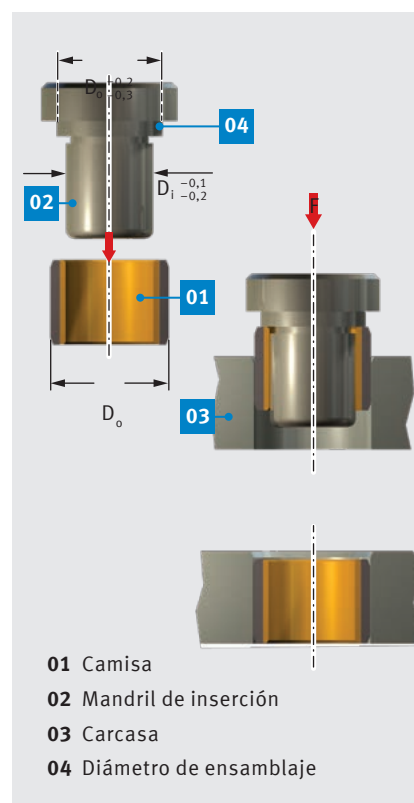


Fig. 53: Inserción encastrada $D_o \leq 55$ mm

⚠ ATENCIÓN

Durante el montaje hay que tener en cuenta que esté limpio. La suciedad acorta la duración de uso del alojamiento. No dañar la capa de deslizamiento. Observar la posición de montaje, siempre que esté prescrita. No colocar las juntas de tope en la zona de carga principal.

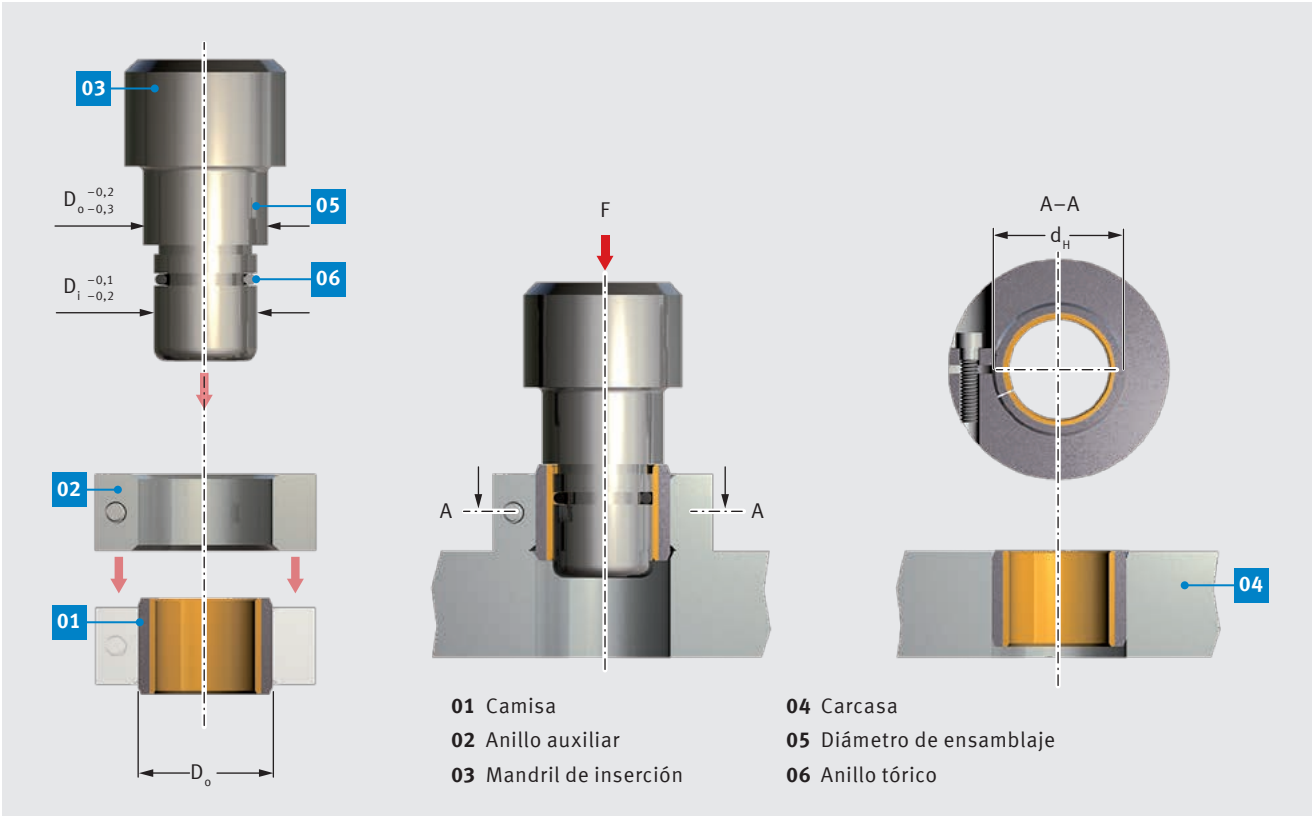


Fig. 54: Inserción a presión de camisas, $D_o \geq 55$ mm, con anillo auxiliar

La Tab. 39 sirve para determinar el diámetro interior necesario d_H del anillo auxiliar partiendo del diámetro exterior dado D_o de la camisa.

D_o (mm)	d_H (mm)
$55 \leq D_o \leq 100$	$D_o \begin{smallmatrix} +0,28 \\ +0,25 \end{smallmatrix}$
$100 < D_o \leq 200$	$D_o \begin{smallmatrix} +0,40 \\ +0,36 \end{smallmatrix}$
$200 < D_o \leq 305$	$D_o \begin{smallmatrix} +0,50 \\ +0,46 \end{smallmatrix}$

Tab. 39: Diámetro interior d_H del anillo auxiliar

Calibrado del orificio del cojinete después del montaje
(solamente válido para cojinetes P1)

Calibrado

Los cojinetes Permaglide® están listos para el montaje después de su entrega y solamente deberían calibrarse si no hay otra forma de conseguir una pequeña tolerancia de la holgura del cojinete.

ATENCIÓN

El calibrado acorta considerablemente la vida útil de las camisas P1 Permaglide® (Tab. 40).

La Fig. 55 muestra el calibrado por medio de un mandril. La Tab. 40 contiene valores de orientación para el diámetro del mandril de calibrado d_k . Los valores exactos solamente se pueden determinar mediante ensayos.

Mejores posibilidades

La tolerancia de la holgura del cojinete se puede reducir por medio de las siguientes medidas, que no afectan a la vida útil:

- menores tolerancias del orificio del cuerpo
- menores tolerancias del eje.

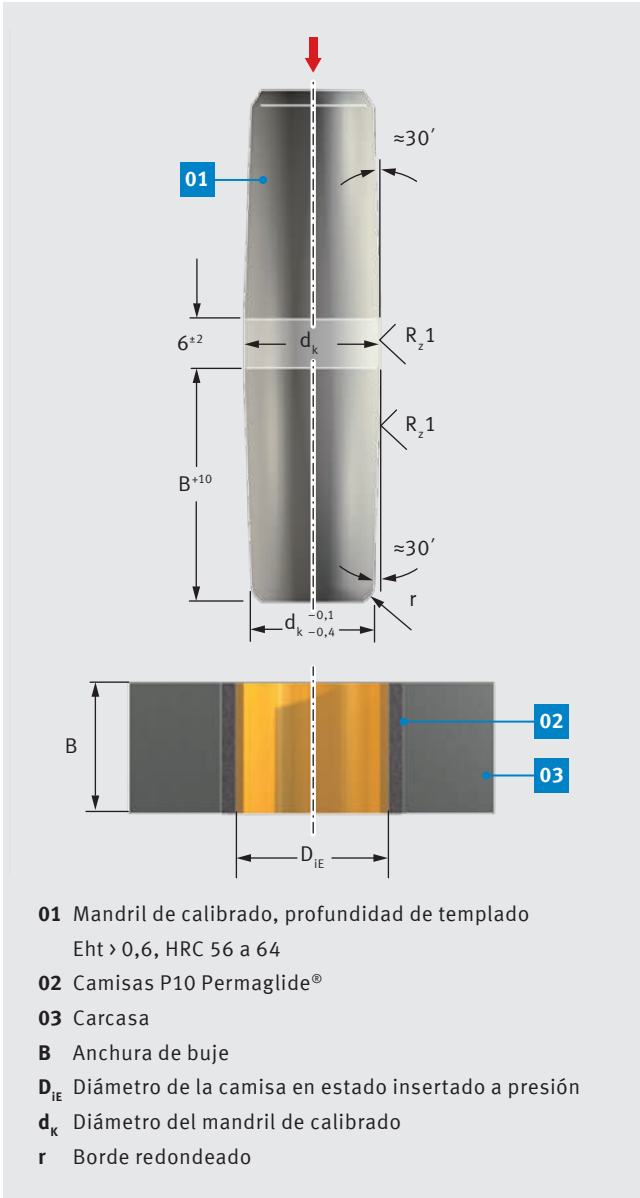


Fig. 55: calibrado

Diámetro interior deseado de la camisa	Diámetro del mandril de calibrado ¹⁾ d_k	Vida útil ²⁾
D_{IE}	—	100 % L_N
$D_{IE} + 0,02$	$D_{IE} + 0,06$	80 % L_N
$D_{IE} + 0,03$	$D_{IE} + 0,08$	60 % L_N
$D_{IE} + 0,04$	$D_{IE} + 0,10$	30 % L_N

Tab. 40: Valores de orientación para el diámetro del mandril de calibrado y la reducción de la vida útil

D_{IE} Diámetro interior de la camisa en estado insertado a presión.

¹⁾ Valor de orientación, respecto a la carcasa de acero.

²⁾ Valor de orientación para la marcha en seco.

Fuerza de inserción a presión y presión de juntas

La fuerza de inserción a presión y la presión de juntas mantienen una relación de reciprocidad. La presión de juntas se genera entre el orificio del cuerpo y la superficie del revestimiento de la camisa. Se puede entender como la medida del asiento fijo de la camisa en la carcasa. La presión de juntas determina la cantidad de fuerza de inserción a presión, junto con otros factores de influencia.

Cálculo de la fuerza de inserción a presión

La fuerza de inserción a presión depende de muchos factores que son difíciles de registrar con exactitud, por ejemplo:

- solape exacto
- coeficiente de fricción
- formación de estrías
- velocidad de inserción a presión

Motorservice ofrece el cálculo de la fuerza de inserción a presión como prestación de servicio. En la mayoría de los casos basta con determinar la fuerza de inserción a presión al tanteo según la Fig. 56.

Determinar la fuerza de inserción a presión de las camisas

La siguiente Fig. 56 muestra la fuerza máxima de inserción necesaria por cada mm de anchura de buje. El diámetro exterior de la camisa D_o y el espesor de la pared de la camisa s_3 se han asignado a cada una de las curvas, según DIN ISO 3547. La base del cálculo es una carcasa de acero, cuyo diámetro D_G se ha adaptado en relación al diámetro exterior de la camisa D_o . Se ha seleccionado la relación $D_G : D_o \approx 1,5 \dots 2$.

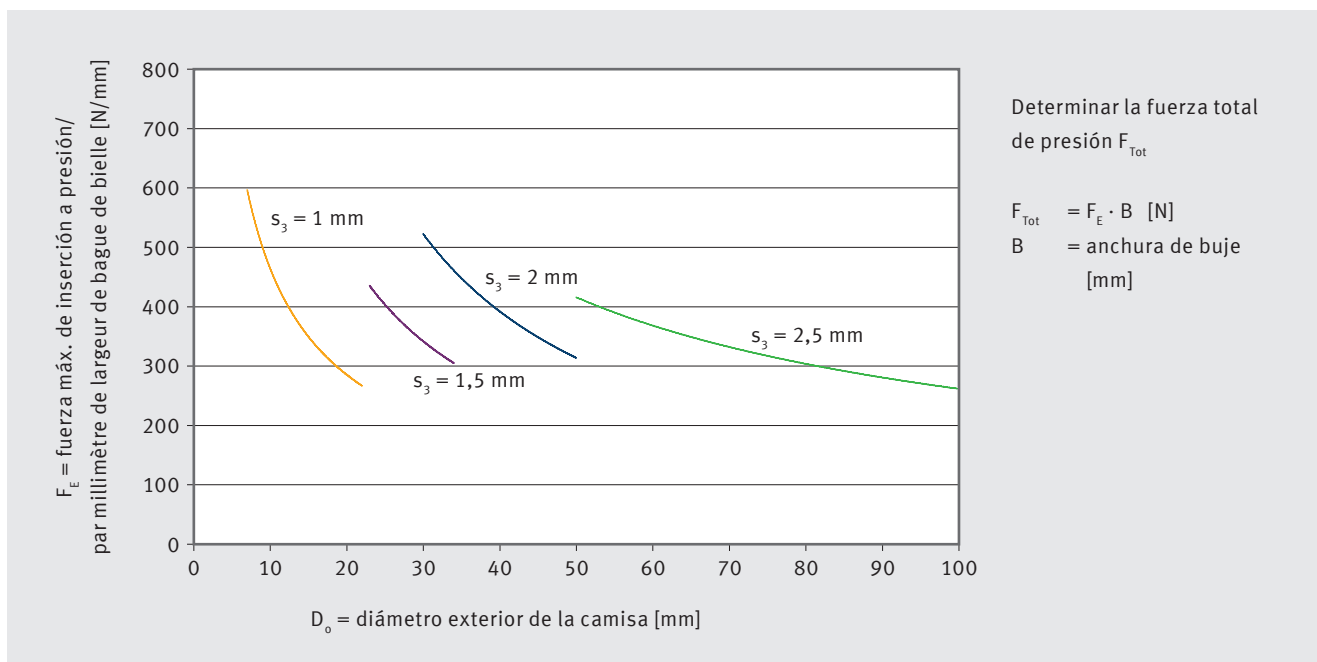


Fig. 56: Fuerza de inserción a presión F_E

Ejemplo para determinar de forma aproximada la fuerza de inserción a presión F_{Tot}

Dado:	Camisa	PAP 4030 P14
	Diámetro exterior de la camisa	$D_o = 44 \text{ mm}$
	Anchura de buje	$B = 30 \text{ mm}$
	Espesor de la pared de la camisa	$s_3 = 2 \text{ mm}$

[14]	$F_{Tot} =$	$F_E \cdot B$	$= 340 \text{ N/mm} \cdot 30 \text{ mm}$	$= 10200 \text{ N}$
--------	-------------	---------------	--	---------------------

$F_E = 340 \text{ N/mm}$ (de la Fig. 56, $D_o = 44 \text{ mm}$, $s_3 = 2 \text{ mm}$)

10 TIPOS DE CONSTRUCCIÓN Y TABLAS DE DIMENSIONES

Camisas



Fig. 57: Camisas

P10, P14**, P147*, P180

- para ejes de 2 mm hasta 300 mm

P11

- para ejes de 4 mm hasta 100 mm

P20**, P22*, P23*, P200, P202*, P203*

- para ejes de 8 mm a 100 mm

Cojinetes Permaglide® P10, P11, P14**, P147*, P180 sin mantenimiento

Datos técnicos		P10, P11	P14	P147*	P180
Símbolo	Unidad				
$p_{v\text{máx.}}$	[MPa · m/s]	1,8	1,6	1,4	2,2
$p_{\text{estát.}}$	[MPa]	250	250	250	250
$p_{\text{din.}}$	[MPa]	56	56	56	56
$v_{\text{máx.}}$	[m/s]	2	1	0,8	2
T	[°C]	-200 hasta +280	-200 hasta +280	-200 hasta +280	-200 hasta +280

Permaglide® P10 con dorsal de acero, Permaglide® P11 con dorsal de bronce

Cojinetes Permaglide® P20**, P22*, P23*, P200, P202*, P203*

Datos técnicos		P20, P22*, P23*	P200, P202*, P203*
Símbolo	Unidad		
$p_{v\text{máx.}}$	[MPa · m/s]	3	3,3
$p_{\text{estát.}}$	[MPa]	250	250
$p_{\text{din.}}$	[MPa]	70	70
$v_{\text{máx.}}$	[m/s]	3	3,3
T	[°C]	-40 hasta +110	-40 hasta +110

Camisas con collarín



Fig. 58: Camisas con collarín

P10, P11, P14**, P147*, P180

- para ejes de 6 mm a 40 mm

Arandelas de tope



Fig. 59: Arandelas de tope

P10, P11, P14**, P147*, P180

- con diámetro interior de 10 mm a 62 mm

P20**, P22*, P23*, P200, P202*, P203*

- con diámetro interior de 12 mm a 52 mm

Tiras

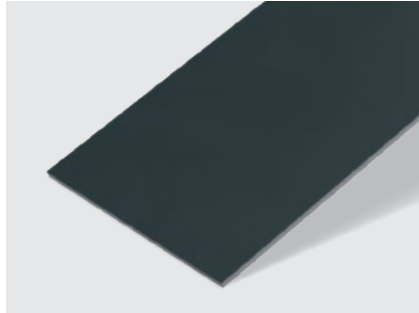


Fig. 60: Tiras

P10, P11, P14**, P147*, P180

- longitud de 500 mm
- anchos, ver tablas de dimensiones
- espesores de pared, ver tablas de dimensiones

P20**, P22*, P23*, P200, P202*, P203*

- longitud de 500 mm
- ancho de 250 mm
- espesores de pared, ver tablas de dimensiones

* Previa consulta
** Salida

Ejemplo de pedido y designación de pedido

Camisa de Permaglide® P10 con dorsal de acero:

Diámetro interior (D_i)	16 mm
Ancho (B)	25 mm
Designación de pedido:	PAP 1625 P10



Fig. 61: Ejemplo de pedido, camisa P10

Tiras de Permaglide® P20:

Ancho (B)	180 mm
Espesor de pared (s_3)	1 mm
(Recepción de pedido: $s_3 \cdot 10$)	
Designación de pedido:	PAS 10180 P20

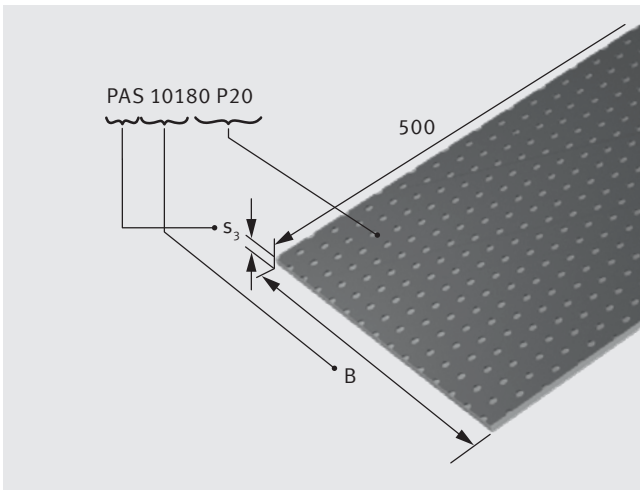


Fig. 62: Ejemplo de pedido, tiras P20

Camisas con collarín de Permaglide® P10:

Diámetro interior (D_i)	25 mm
Ancho (B)	21,5 mm
Designación de pedido:	PAF 25215 P10

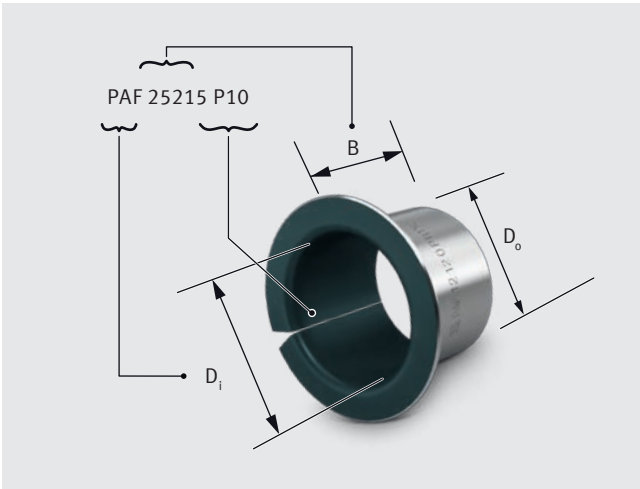


Fig. 63: Ejemplo de pedido, camisa con collarín P10

Arandelas de tope de Permaglide® P20:

Diámetro interior (D_i)	12 mm
Designación de pedido:	PAW 12 P20

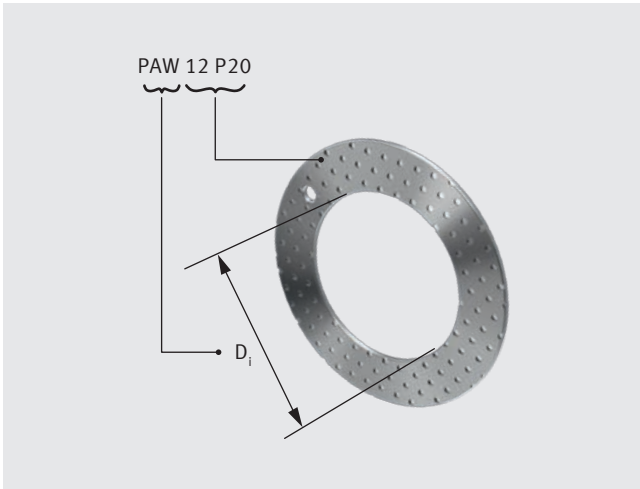


Fig. 64: Ejemplo de pedido, arandela de tope P20

10.1 CAMISAS PERMAGLIDE®, SIN MANTENIMIENTO

10.1.1 SERIE P10, P14**, P147*, P180 CON DORSAL DE ACERO

Tolerancia de montaje recomendada:

Eje	Orificio del cuerpo
$d_w < 5$ h6	$d_g \leq 5,5$ H6
$5 \leq d_w < 80$ f7	$5,5 < d_g$ H7
$80 \leq d_w$ h8	

Holguras de cojinetes, espesores de pared y tolerancias de bisel, véase el capítulo 8 “Diseño constructivo de la posición del cojinete”, apartado “Holgura teórica del cojinete”.
Camisas con medidas especiales previa consulta (capítulo 10.8).

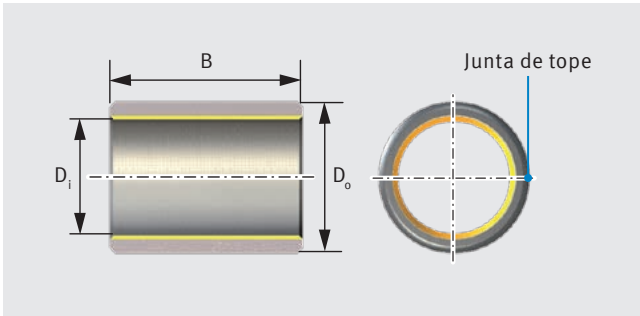


Tabla de dimensiones (dimensiones en mm)						
Diámetro de eje	Designación de pedido P10, P14**, P147*, P180	Masa g	Dimensiones			
			D_i	D_o	$B \pm 0,25$	
2	PAP 0203 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	0,15	2	3,5	3	
	PAP 0205 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	0,25	2	3,5	5	
3	PAP 0303 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	0,2	3	4,5	3	
	PAP 0304 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	0,26	3	4,5	4	
	PAP 0305 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	0,33	3	4,5	5	
	PAP 0306 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	0,4	3	4,5	6	
4	PAP 0403 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	0,25	4	5,5	3	
	PAP 0404 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	0,33	4	5,5	4	
	PAP 0406 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	0,5	4	5,5	6	
	PAP 0410 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	0,84	4	5,5	10	
5	PAP 0505 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	0,72	5	7	5	
	PAP 0508 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	1,1	5	7	8	
	PAP 0510 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	1,4	5	7	10	
6	PAP 0606 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	1	6	8	6	
	PAP 0608 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	1,3	6	8	8	
	PAP 0610 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	1,7	6	8	10	
7	PAP 0710 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	1,9	7	9	10	
8	PAP 0808 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	1,7	8	10	8	
	PAP 0810 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	2,1	8	10	10	
	PAP 0812 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	2,6	8	10	12	
10	PAP 1008 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	2,1	10	12	8	
	PAP 1010 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	2,6	10	12	10	
	PAP 1012 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	3,1	10	12	12	
	PAP 1015 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	3,9	10	12	15	
	PAP 1020 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	5,3	10	12	20	
12	PAP 1208 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	2,5	12	14	8	
	PAP 1210 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	3,1	12	14	10	
	PAP 1212 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	3,7	12	14	12	
	PAP 1215 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	4,7	12	14	15	
	PAP 1220 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	6,2	12	14	20	
	PAP 1225 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	7,8	12	14	25	
13	PAP 1310 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	3,3	13	15	10	

* Previa consulta
** Salida

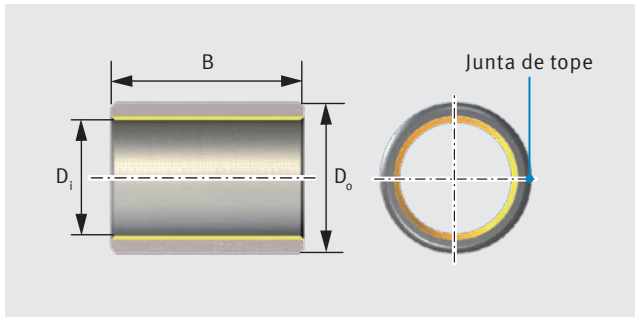


Tabla de dimensiones - continuación (dimensiones en mm)						
Diámetro de eje	Designación de pedido P10, P14**, P147*, P180	Masa g	Dimensiones			B ±0,25
			Di	Do		
14	PAP 1410 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	3,6	14	16		10
	PAP 1412 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	4,3	14	16		12
	PAP 1415 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	5,4	14	16		15
	PAP 1420 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	7,1	14	16		20
	PAP 1425 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	9	14	16		25
15	PAP 1510 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	3,8	15	17		10
	PAP 1512 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	4,6	15	17		12
	PAP 1515 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	5,7	15	17		15
	PAP 1520 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	7,6	15	17		20
	PAP 1525 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	9,5	15	17		25
16	PAP 1610 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	4	16	18		10
	PAP 1612 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	4,9	16	18		12
	PAP 1615 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	6,1	16	18		15
	PAP 1620 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	8,1	16	18		20
	PAP 1625 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	10,1	16	18		25
18	PAP 1810 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	4,5	18	20		10
	PAP 1815 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	6,8	18	20		15
	PAP 1820 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	9,1	18	20		20
	PAP 1825 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	11,3	18	20		25
	PAP 2010 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	7,8	20	23		10
20	PAP 2015 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	11,7	20	23		15
	PAP 2020 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	15,6	20	23		20
	PAP 2025 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	19,5	20	23		25
	PAP 2030 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	23,4	20	23		30
	PAP 2215 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	12,7	22	25		15
22	PAP 2220 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	17	22	25		20
	PAP 2225 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	21,3	22	25		25
	PAP 2230 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	25,5	22	25		30
	PAP 2415 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	13,8	24	27		15
	PAP 2420 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	18,5	24	27		20
24	PAP 2425 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	23,1	24	27		25
	PAP 2430 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	27,7	24	27		30
	PAP 2510 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	9,6	25	28		10
	PAP 2515 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	14,4	25	28		15
	PAP 2520 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	19,2	25	28		20
25	PAP 2525 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	24	25	28		25
	PAP 2530 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	28,8	25	28		30
	PAP 2540 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	38,4	25	28		40
	PAP 2550 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	48	25	28		50
	PAP 2820 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	29,1	28	32		20
28	PAP 2830 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	43,7	28	32		30

* Previa consulta

** Salida

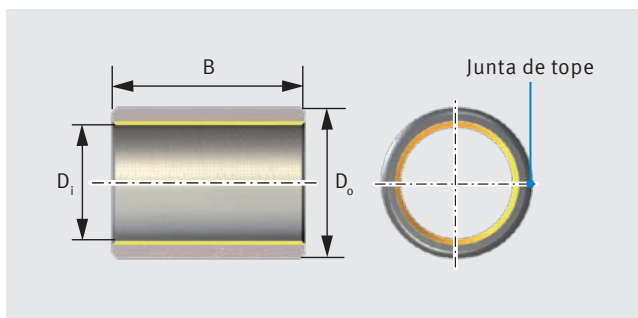


Tabla de dimensiones - continuación (dimensiones en mm)						
Diámetro de eje	Designación de pedido P10, P14**, P147*, P180	Masa g	Dimensiones			B ±0,25
			D _i	D _o		
30	PAP 3015 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	23,3	30	34		15
	PAP 3020 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	31,1	30	34		20
	PAP 3025 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	38,8	30	34		25
	PAP 3030 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	46,6	30	34		30
	PAP 3040 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	62,1	30	34		40
32	PAP 3230 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	49,5	32	36		30
	PAP 3240 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	66	32	36		40
35	PAP 3520 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	35,9	35	39		20
	PAP 3530 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	53,9	35	39		30
	PAP 3540 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	71,8	35	39		40
	PAP 3550 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	89,8	35	39		50
40	PAP 4020 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	40,8	40	44		20
	PAP 4030 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	61,2	40	44		30
	PAP 4040 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	81,5	40	44		40
	PAP 4050 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	102	40	44		50
45	PAP 4530 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	87	45	50		30
	PAP 4540 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	116	45	50		40
	PAP 4550 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	145	45	50		50
50	PAP 5020 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	64	50	55		20
	PAP 5030 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	96	50	55		30
	PAP 5040 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	128	50	55		40
	PAP 5060 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	192	50	55		60
55	PAP 5540 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	140	55	60		40
	PAP 5560 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	210	55	60		60
60	PAP 6030 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	114	60	65		30
	PAP 6040 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	152	60	65		40
	PAP 6060 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	228	60	65		60
	PAP 6070 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	266	60	65		70
65	PAP 6530 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	123	65	70		30
	PAP 6540 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	164	65	70		40
	PAP 6550 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	205	65	70		50
	PAP 6560 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	246	65	70		60
	PAP 6570 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	288	65	70		70
70	PAP 7040 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	176	70	75		40
	PAP 7050 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	221	70	75		50
	PAP 7070 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	309	70	75		70
75	PAP 7540 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	189	75	80		40
	PAP 7550 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	236	75	80		50
	PAP 7560 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	283	75	80		60
	PAP 7580 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	377	75	80		80

* Previa consulta

** Salida

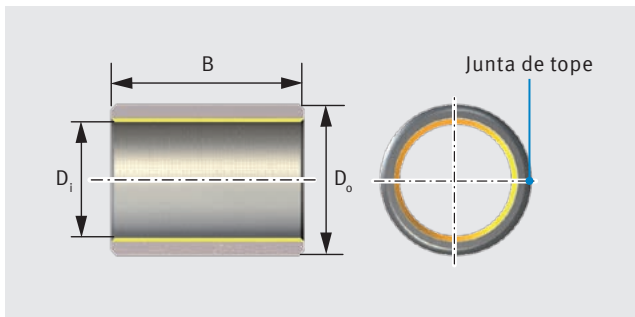


Tabla de dimensiones - continuación (dimensiones en mm)						
Diámetro de eje	Designación de pedido P10, P14**, P147*, P180	Masa g	Dimensiones			B ±0,25
			D _i	D _o		
80	PAP 8040 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	201	80	85		40
	PAP 8060 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	301	80	85		60
	PAP 8080 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	402	80	85		80
	PAP 80100 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	502	80	85		100
85	PAP 8560 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	319	85	90		60
	PAP 85100 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	532	85	90		100
90	PAP 9050 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	281	90	95		50
	PAP 9060 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	338	90	95		60
	PAP 90100 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	563	90	95		100
95	PAP 9560 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	356	95	100		60
	PAP 95100 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	593	95	100		100
100	PAP 10050 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	312	100	105		50
	PAP 10060 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	374	100	105		60
	PAP 100115 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	717	100	105		115
105	PAP 10560 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	392	105	110		60
	PAP 105115 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	752	105	110		115
110	PAP 11060 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	411	110	115		60
	PAP 110115 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	787	110	115		115
115	PAP 11550 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	357	115	120		50
	PAP 11560 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	429	115	120		60
	PAP 11570 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	500	115	120		70
120	PAP 12060 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	447	120	125		60
	PAP 120100 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	745	120	125		100
125	PAP 125100 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	776	125	130		100
130	PAP 13060 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	484	130	135		60
	PAP 130100 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	806	130	135		100
135	PAP 13560 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	502	135	140		60
	PAP 13580 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	669	135	140		80
140	PAP 14060 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	520	140	145		60
	PAP 140100 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	867	140	145		100
150	PAP 15060 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	557	150	155		60
	PAP 15080 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	742	150	155		80
	PAP 150100 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	928	150	155		100
160	PAP 16080 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	791	160	165		80
	PAP 160100 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	989	160	165		100
P180	PAP 180100 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	1110	P180	185		100
200	PAP 200100 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	1232	200	205		100
220	PAP 220100 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	1354	220	225		100
250	PAP 250100 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	1536	250	255		100
300	PAP 300100 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	1840	300	305		100

* Previa consulta

** Salida

10.1.2 SERIE P11 CON DORSAL DE BRONCE

Tolerancia de montaje recomendada:

Eje	Orificio del cuerpo
$5 \leq d_w < 80$ f7	H7
$80 \leq d_w$ h8	

Holguras de cojinetes, espesores de pared y tolerancias de bisel, véase el capítulo 8 “Diseño constructivo de la posición del cojinete”, apartado “Holgura teórica del cojinete”.

Camisas con medidas especiales previa consulta (capítulo 10.8).

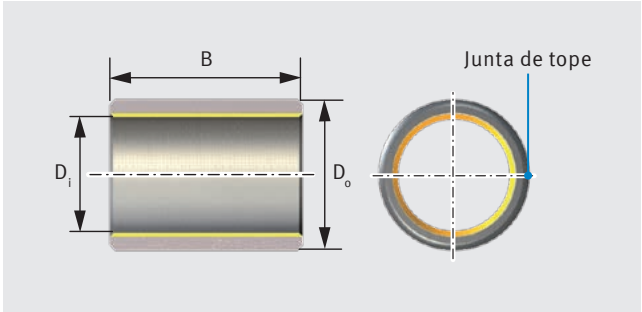


Tabla de dimensiones (dimensiones en mm)					
Diámetro de eje	Designación de pedido P11	Masa g	Dimensiones		
			D _i	D _o	B ±0,25
4	PAP 0406 P11	0,8	4	6	6
5	PAP 0505 P11	0,8	5	7	5
6	PAP 0606 P11	1,1	6	8	6
	PAP 0610 P11	1,8	6	8	10
8	PAP 0808 P11	1,9	8	10	8
	PAP 0810 P11	2,3	8	10	10
	PAP 0812 P11	2,8	8	10	12
10	PAP 1005 P11	1,4	10	12	5
	PAP 1010 P11	2,8	10	12	10
	PAP 1015 P11	4,2	10	12	15
	PAP 1020 P11	5,7	10	12	20
12	PAP 1210 P11	3,3	12	14	10
	PAP 1212 P11	4	12	14	12
	PAP 1215 P11	5,1	12	14	15
	PAP 1220 P11	6,7	12	14	20
	PAP 1225 P11	8,4	12	14	25
14	PAP 1415 P11	5,8	14	16	15
15	PAP 1515 P11	6,2	15	17	15
	PAP 1525 P11	10,3	15	17	25
16	PAP 1615 P11	6,6	16	18	15
	PAP 1625 P11	11	16	18	25
18	PAP 1815 P11	7,4	18	20	15
	PAP 1825 P11	12,3	18	20	25
20	PAP 2015 P11	12,8	20	23	15
	PAP 2020 P11	17	20	23	20
	PAP 2025 P11	21,3	20	23	25
	PAP 2030 P11	25,5	20	23	30
22	PAP 2215 P11	14	22	25	15
	PAP 2220 P11	18,6	22	25	20
	PAP 2225 P11	23,3	22	25	25
24	PAP2430 P11	30,3	24	27	30
25	PAP 2525 P11	26,2	25	28	25
	PAP 2530 P11	31,5	25	28	30
28	PAP 2830 P11	47,9	28	32	30

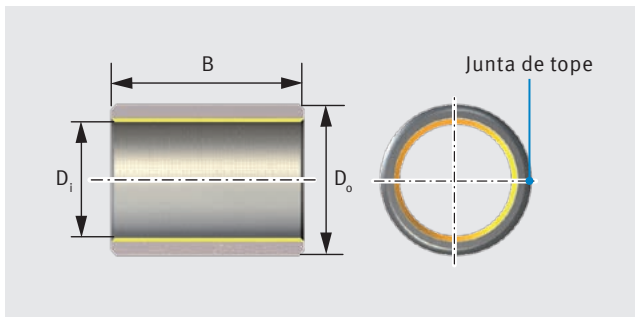
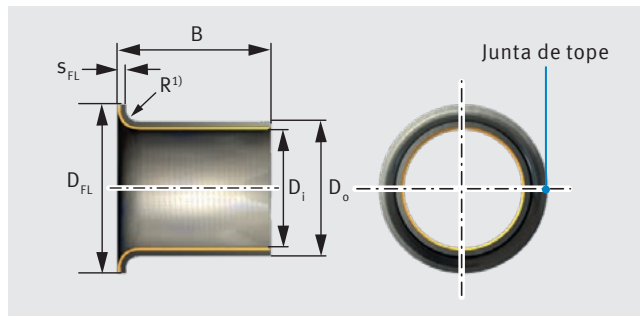


Tabla de dimensiones - continuación (dimensiones en mm)					
Diámetro de eje	Designación de pedido P11	Masa g	Dimensiones		B ±0,25
			D _i	D _o	
30	PAP 3020 P11	34,1	30	34	20
	PAP 3030 P11	51,1	30	34	30
	PAP 3040 P11	68,2	30	34	40
35	PAP 3520 P11	39,4	35	39	20
	PAP 3530 P11	59,1	35	39	30
40	PAP 4050 P11	112	40	44	50
45	PAP 4550 P11	159	45	50	50
50	PAP 5030 P11	105	50	55	30
	PAP 5040 P11	140	50	55	40
	PAP 5060 P11	211	50	55	60
55	PAP 5540 P11	154	55	60	40
60	PAP 6040 P11	167	60	65	40
	PAP 6050 P11	209	60	65	50
	PAP 6060 P11	251	60	65	60
	PAP 6070 P11	293	60	65	70
70	PAP 7050 P11	242	70	75	50
	PAP 7070 P11	339	70	75	70
80	PAP 8060 P11	331	80	85	60
	PAP 80100 P11	552	80	85	100
90	PAP 9060 P11	371	90	95	60
	PAP 90100 P11	619	90	95	100
100	PAP 10060 P11	411	100	105	60
	PAP 100115 P11	788	100	105	115

10.2 COLLARINES DE LA CAMISA PERMAGLIDE®, SIN MANTENIMIENTO

10.2.1 SERIE P10, P14**, P147*, P180 CON DORSAL DE ACERO



1) Diámetro interior D_i	Radio R
≤ 8 mm	-0,5 mm
> 8 mm	$\pm 0,5$ mm
	$R = s_3$

Camisas con collarín con medidas especiales disponibles previa consulta (capítulo 10.8).

Tabla de dimensiones (dimensiones en mm)								
Diámetro de eje	Designación de pedido P10, P14**, P147*, P180	Masa g	Dimensiones			$D_{FL} \pm 0,5$	$B \pm 0,25$	$s_{FL} - 0,2$
			D_i	D_o				
6	PAF 06040 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	0,9	6	8		12	4	1
	PAF 06070 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	1,4	6	8		12	7	1
	PAF 06080 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	1,6	6	8		12	8	1
8	PAF 08055 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	1,7	8	10		15	5,5	1
	PAF 08075 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	2,1	8	10		15	7,5	1
	PAF 08095 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	2,5	8	10		15	9,5	1
10	PAF 10070 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	2,5	10	12		18	7	1
	PAF 10090 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	3	10	12		18	9	1
	PAF 10120 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	3,8	10	12		18	12	1
	PAF 10170 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	5	10	12		18	17	1
12	PAF 12070 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	3	12	14		20	7	1
	PAF 12090 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	3,6	12	14		20	9	1
	PAF 12120 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	4,5	12	14		20	12	1
	PAF 12170 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	5,9	12	14		20	17	1
14	PAF 14120 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	5,1	14	16		22	12	1
	PAF 14170 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	6,9	14	16		22	17	1
15	PAF 15090 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	4,4	15	17		23	9	1
	PAF 15120 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	5,5	15	17		23	12	1
	PAF 15170 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	7,3	15	17		23	17	1
16	PAF 16120 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	5,8	16	18		24	12	1
	PAF 16170 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	7,8	16	18		24	17	1
18	PAF 18120 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	6,5	18	20		26	12	1
	PAF 18170 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	8,7	18	20		26	17	1
	PAF 18220 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	10,9	18	20		26	22	1
20	PAF 20115 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	11,4	20	23		30	11,5	1,5
	PAF 20165 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	15,1	20	23		30	16,5	1,5
	PAF 20215 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	18,9	20	23		30	21,5	1,5
25	PAF 25115 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	14	25	28		35	11,5	1,5
	PAF 25165 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	18,6	25	28		35	16,5	1,5
	PAF 25215 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	23,5	25	28		35	21,5	1,5
30	PAF 30160 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	30,5	30	34		42	16	2
	PAF 30260 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	45,5	30	34		42	26	2
35	PAF 35160 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	35	35	39		47	16	2
	PAF 35260 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	53	35	39		47	26	2
40	PAF 40260 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	61	40	44		53	26	2

* Previa consulta

** Salida

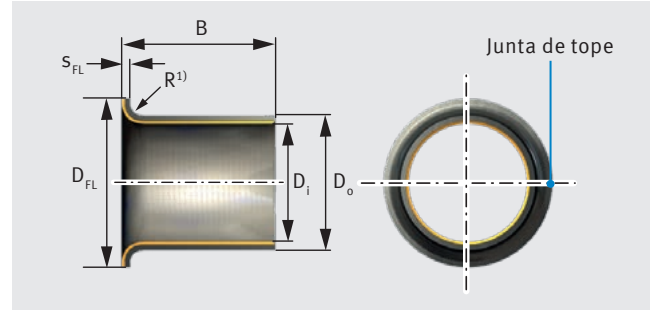
10.2.2 SERIE P11 CON DORSAL DE BRONCE

Tolerancia de montaje recomendada:

Eje	Orificio del cuerpo
f7	H7

Holguras de cojinetes, espesores de pared y tolerancias de bisel, véase el capítulo 8 “Diseño constructivo de la posición del cojinete”, apartado “Holgura teórica del cojinete”.

Camisas con collarín con medidas especiales disponibles previa consulta (cap. 10.8).



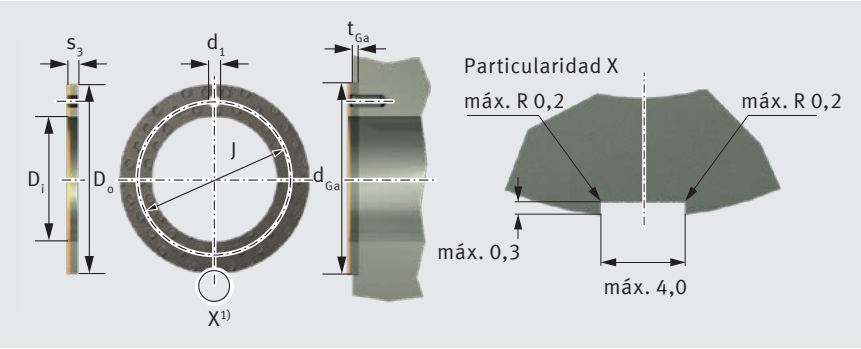
¹⁾ Diámetro interior D_i	Radio R
$\leq 8 \text{ mm}$	$-0,5 \text{ mm}$
$> 8 \text{ mm}$	$\pm 0,5 \text{ mm}$
	$R = s_3$

Tabla de dimensiones (dimensiones en mm)							
Diámetro de eje	Designación de pedido P11	Masa g	Dimensiones				
			D_i	D_o	$D_{FL} \pm 0,5$	$B \pm 0,25$	$s_{FL} -0,2$
6	PAF 06080 P11	1,8	6	8	12	8	1
8	PAF 08055 P11	1,8	8	10	15	5,5	1
	PAF 08095 P11	2,7	8	10	15	9,5	1
10	PAF 10070 P11	2,7	10	12	18	7	1
	PAF 10120 P11	4,1	10	12	18	12	1
	PAF 10170 P11	5,5	10	12	18	17	1
12	PAF 12070 P11	3,2	12	14	20	7	1
	PAF 12090 P11	3,9	12	14	20	9	1
	PAF 12120 P11	4,9	12	14	20	12	1
15	PAF 15120 P11	6	15	17	23	12	1
	PAF 15170 P11	8	15	17	23	17	1
16	PAF 16120 P11	6,3	16	18	24	12	1
18	PAF 18100 P11	6,1	18	20	26	10	1
	PAF 18220 P11	11,8	18	20	26	22	1
20	PAF 20115 P11	12,4	20	23	30	11,5	1,5
	PAF 20165 P11	16,6	20	23	30	16,5	1,5
25	PAF 25215 P11	25,5	25	28	35	21,5	1,5
30	PAF 30160 P11	33,5	30	34	42	16	2
	PAF 30260 P11	50	30	34	42	26	2
35	PAF 35260 P11	58	35	39	47	26	2
40	PAF 40260 P11	67	40	44	53	26	2

10.3 ARANDELAS DE TOPE PERMAGLIDE®, SIN MANTENIMIENTO

10.3.1 SERIE P10, P14**, P147*, P180 CON DORSAL DE ACERO Y SERIE P11 CON DORSAL DE BRONCE

Arandelas de tope con medidas especiales previa consulta (capítulo 10.8).



¹⁾ Un máximo de 4 cortes sin guías en el diámetro exterior, posición indiferente

Tabla de dimensiones (dimensiones en mm)									
Designación de pedido P10, P11, P14**, P147*, P180	Masa g	Dimensiones					Medidas de conexión		
		$D_i +0,25$	$D_o -0,25$	$s_3 -0,05$	$J \pm 0,12$	$d_1 +0,4 +0,1$	$t_{Ga} \pm 0,2$	$d_{Ga} +0,12$	
PAW 10 ... P10/... P11/... P14**/... P147*/... P180	2,7	10	20	1,5	15	1,5	1	20	
PAW 12 ... P10/... P11/... P14**/... P147*/... P180	3,9	12	24	1,5	18	1,5	1	24	
PAW 14 ... P10/... P11/... P14**/... P147*/... P180	4,3	14	26	1,5	20	2	1	26	
PAW 16 ... P10/... P11/... P14**/... P147*/... P180	5,8	16	30	1,5	22	2	1	30	
PAW 18 ... P10/... P11/... P14**/... P147*/... P180	6,3	18	32	1,5	25	2	1	32	
PAW 20 ... P10/... P11/... P14**/... P147*/... P180	8,1	20	36	1,5	28	3	1	36	
PAW 22 ... P10/... P11/... P14**/... P147*/... P180	8,7	22	38	1,5	30	3	1	38	
PAW 26 ... P10/... P11/... P14**/... P147*/... P180	11,4	26	44	1,5	35	3	1	44	
PAW 28 ... P10/... P11/... P14**/... P147*/... P180	13,7	28	48	1,5	38	4	1	48	
PAW 32 ... P10/... P11/... P14**/... P147*/... P180	17,1	32	54	1,5	43	4	1	54	
PAW 38 ... P10/... P11/... P14**/... P147*/... P180	21,5	38	62	1,5	50	4	1	62	
PAW 42 ... P10/... P11/... P14**/... P147*/... P180	23,5	42	66	1,5	54	4	1	66	
PAW 48 ... P10/... P11/... P14**/... P147*/... P180	38,5	48	74	2	61	4	1,5	74	
PAW 52 ... P10/... P11/... P14**/... P147*/... P180	41	52	78	2	65	4	1,5	78	
PAW 62 ... P10/... P11/... P14**/... P147*/... P180	52	62	90	2	76	4	1,5	90	

* Previa consulta
** Salida

10.4 TIRAS PERMAGLIDE®, SIN MANTENIMIENTO

10.4.1 SERIE P10, P14**, P147*, P180 CON DORSAL DE ACERO – SERIE P11 CON DORSAL DE BRONCE

Tiras con medidas especiales previa consulta (capítulo 10.8).

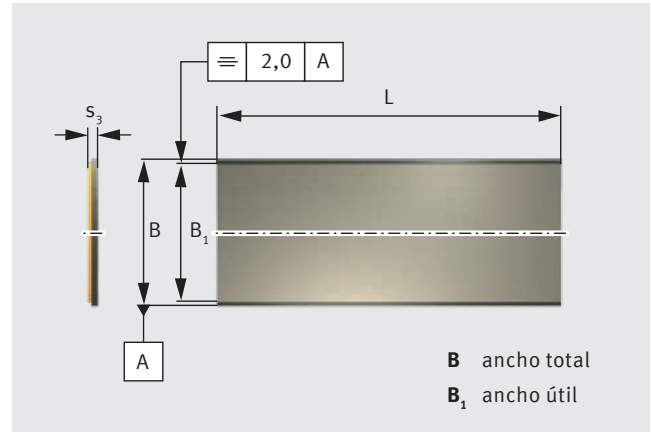


Tabla de dimensiones (dimensiones en mm)						
Designación de pedido P10, P14**, P147*, P180	Masa g	Dimensiones s ₃ -0,04	B +1,5	B ₁	L +3	
PAS 05180 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	330	0,5	P180	168	500	
PAS 07250 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	703	0,75	250	238	500	
PAS 10250 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	948	1	250	238	500	
PAS 15250 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	1439	1,5	250	238	500	
PAS 20250 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	1930	2	250	238	500	
PAS 25250 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	2420	2,5	250	238	500	
PAS 30250 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	2970	3,06	250	238	500	

Tabla de dimensiones (dimensiones en mm)						
Designación de pedido P11	Masa g	Dimensiones s ₃ -0,04	B +1,5	B ₁	L +3	
PAS 10160 P11	658	1	160	148	500	
PAS 15180 P11	1132	1,5	P180	168	500	
PAS 20180 P11	1523	2	P180	168	500	
PAS 25180 P11	1915	2,5	P180	168	500	

* Previa consulta

** Salida

10.5 CAMISAS PERMAGLIDE®, DE BAJO MANTENIMIENTO

10.5.1 SERIE P20**, P200

Tolerancia de montaje recomendada:

Eje	Orificio del cuerpo
h8	H7

Holguras de cojinetes, espesores de pared y tolerancias de bisel, véase el capítulo 8 “Diseño constructivo de la posición del cojinete”, apartado “Holgura teórica del cojinete”.

Deformación del orificio de engrase por la flexión circular permitida.

Camisas P22, P23, P202 y P203 previa consulta. Camisas con medidas especiales previa consulta (capítulo 10.8).

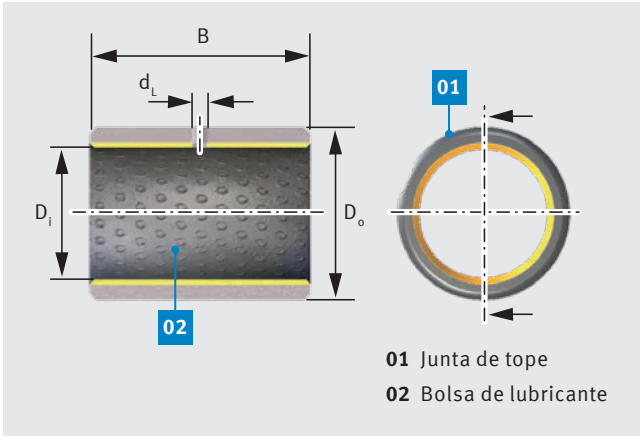


Tabla de dimensiones (dimensiones en mm)						
Diámetro de eje	Designación de pedido P20**, P200	Masa g	Dimensiones			
			D _i	D _o	B ±0,25	d _L
8	PAP 0808 ... P20**/... P200	1,6	8	10	8	— ¹⁾
	PAP 0810 ... P20**/... P200	2	8	10	10	— ¹⁾
	PAP 0812 ... P20**/... P200	2,4	8	10	12	— ¹⁾
10	PAP 1008 ... P20**/... P200	2	10	12	8	— ¹⁾
	PAP 1010 ... P20**/... P200	2,4	10	12	10	3
	PAP 1015 ... P20**/... P200	3,7	10	12	15	3
12	PAP 1210 ... P20**/... P200	2,9	12	14	10	3
	PAP 1212 ... P20**/... P200	3,5	12	14	12	3
	PAP 1215 ... P20**/... P200	4,4	12	14	15	3
	PAP 1220 ... P20**/... P200	5,9	12	14	20	3
14	PAP 1420 ... P20**/... P200	6,8	14	16	20	3
15	PAP 1510 ... P20**/... P200	3,6	15	17	10	3
	PAP 1515 ... P20**/... P200	5,4	15	17	15	3
	PAP 1525 ... P20**/... P200	9	15	17	25	3
16	PAP 1612 ... P20**/... P200	4,6	16	18	12	3
	PAP 1615 ... P20**/... P200	5,7	16	18	15	3
	PAP 1620 ... P20**/... P200	7,7	16	18	20	3
18	PAP 1815 ... P20**/... P200	6,4	18	20	15	3
	PAP 1820 ... P20**/... P200	8,6	18	20	20	3
20	PAP 2015 ... P20**/... P200	11,2	20	23	15	3
	PAP 2020 ... P20**/... P200	15	20	23	20	3
	PAP 2025 ... P20**/... P200	18,8	20	23	25	3
	PAP 2030 ... P20**/... P200	23,1	20	23	30	3
22	PAP 2220 ... P20**/... P200	16,4	22	25	20	3

¹⁾ Sin agujero de engrase
** Salida

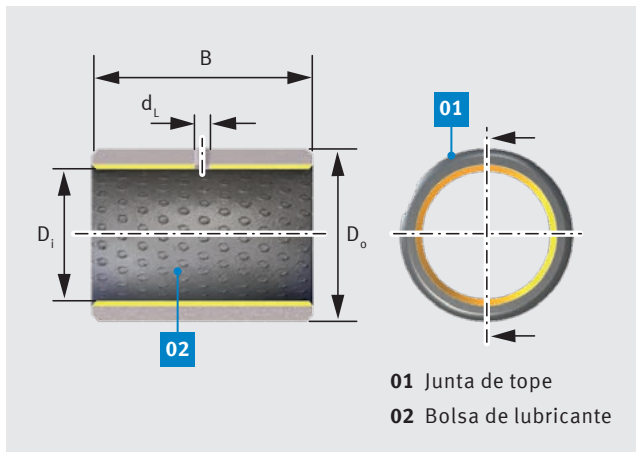


Tabla de dimensiones · continuación (dimensiones en mm)						
Diámetro de eje	Designación de pedido P20**, P200	Masa g	Dimensiones			
			D _i	D _o	B ±0,25	d _L
25	PAP 2515 ... P20**/... P200	13,9	25	28	15	4
	PAP 2520 ... P20**/... P200	18,5	25	28	20	4
	PAP 2525 ... P20**/... P200	23,1	25	28	25	4
	PAP 2530 ... P20**/... P200	27,8	25	28	30	4
28	PAP 2830 ... P20**/... P200	42,6	28	32	30	4
30	PAP 3020 ... P20**/... P200	30,3	30	34	20	4
	PAP 3025 ... P20**/... P200	37,8	30	34	25	4
	PAP 3030 ... P20**/... P200	45,4	30	34	30	4
	PAP 3040 ... P20**/... P200	60,6	30	34	40	4
32	PAP 3230 ... P20**/... P200	48,2	32	36	30	4
35	PAP 3520 ... P20**/... P200	35	35	39	20	4
	PAP 3530 ... P20**/... P200	52,5	35	39	30	4
	PAP 3550 ... P20**/... P200	87,5	35	39	50	4
40	PAP 4020 ... P20**/... P200	39,7	40	44	20	4
	PAP 4030 ... P20**/... P200	59,6	40	44	30	4
	PAP 4040 ... P20**/... P200	79,5	40	44	40	4
	PAP 4050 ... P20**/... P200	99,3	40	44	50	4
45	PAP 4540 ... P20**/... P200	113	45	50	40	5
	PAP 4550 ... P20**/... P200	142	45	50	50	5
50	PAP 5025 ... P20**/... P200	78	50	55	25	5
	PAP 5040 ... P20**/... P200	125	50	55	40	5
	PAP 5060 ... P20**/... P200	188	50	55	60	5
55	PAP 5540 ... P20**/... P200	137	55	60	40	5
60	PAP 6030 ... P20**/... P200	112	60	65	30	6
	PAP 6040 ... P20**/... P200	142	60	65	40	6
	PAP 6060 ... P20**/... P200	224	60	65	60	6
	PAP 6070 ... P20**/... P200	254	60	65	70	6
70	PAP 7040 ... P20**/... P200	173	70	75	40	6
	PAP 7050 ... P20**/... P200	216	70	75	50	6
	PAP 7070 ... P20**/... P200	303	70	75	70	6
75	PAP 7540 ... P20**/... P200	185	75	80	40	6
	PAP 7580 ... P20**/... P200	370	75	80	80	6
80	PAP 8040 ... P20**/... P200	197	80	85	40	6
	PAP 8055 ... P20**/... P200	271	80	85	55	6
	PAP 8060 ... P20**/... P200	295	80	85	60	6
	PAP 8080 ... P20**/... P200	394	80	85	80	6
90	PAP 9060 ... P20**/... P200	331	90	95	60	6
100	PAP 10050 ... P20**/... P200	305	100	105	50	8
	PAP 10060 ... P20**/... P200	366	100	105	60	8

10.6 ARANDELAS DE TOPE PERMAGLIDE®, DE BAJO MANTENIMIENTO

10.6.1 SERIE P20**, P200

Arandelas de tope de P22, P23, P202 y P203 previa consulta.
Arandelas de tope con medidas especiales disponibles previa consulta (capítulo 10.8).

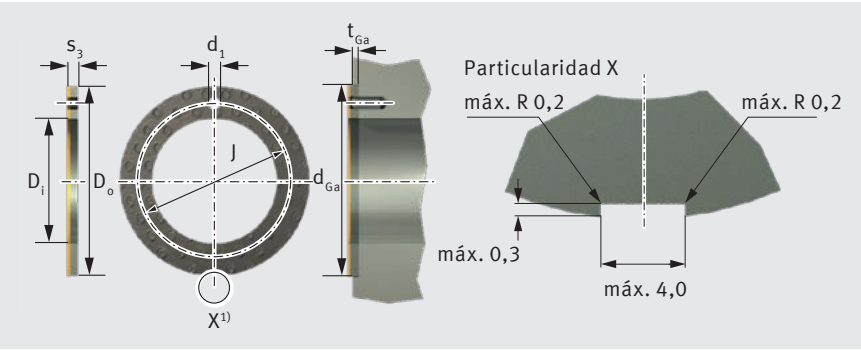


Tabla de dimensiones (dimensiones en mm)									
Designación de pedido P20**, P200	Masa g	Dimensiones					Medidas de conexión		
		Di +0,25	Do -0,25	s3 -0,05	J ±0,12	d1 +0,4 +0,1	tGa ±0,2	dGa +0,12	
PAW 12 ... P20**/... P200	3,8	12	24	1,5	18	1,5	1	24	
PAW 14 ... P20**/... P200	4,2	14	26	1,5	20	2	1	26	
PAW 18 ... P20**/... P200	6,1	18	32	1,5	25	2	1	32	
PAW 20 ... P20**/... P200	7,8	20	36	1,5	28	3	1	36	
PAW 22 ... P20**/... P200	8,4	22	38	1,5	30	3	1	38	
PAW 26 ... P20**/... P200	11	26	44	1,5	35	3	1	44	
PAW 28 ... P20**/... P200	13,3	28	48	1,5	38	4	1	48	
PAW 32 ... P20**/... P200	16,5	32	54	1,5	43	4	1	54	
PAW 38 ... P20**/... P200	21	38	62	1,5	50	4	1	62	
PAW 42 ... P20**/... P200	22,5	42	66	1,5	54	4	1	66	
PAW 48 ... P20**/... P200	37,5	48	74	2	61	4	1,5	74	
PAW 52 ... P20**/... P200	40	52	78	2	65	4	1,5	78	

¹⁾ Un máximo de 4 cortes sin guías en el diámetro exterior, posición indiferente
** Salida

10.7 TIRAS PERMAGLIDE®, DE BAJO MANTENIMIENTO

10.7.1 SERIE P20**, P200

- P20 on bolsa de lubricante, listo para el montaje
 P22 sin bolsa de lubricante, con sobreespesor de mecanización¹⁾
 P23 sin bolsa de lubricante, listo para el montaje
 P200 con bolsa de lubricante, listo para el montaje
 P202 sin bolsa de lubricante, con sobreespesor de mecanización¹⁾
 P203 sin bolsa de lubricante, listo para el montaje

Tiras P22, P23, P200, P202 y P203 previa consulta.

Tiras con medidas especiales previa consulta (capítulo 10.8).

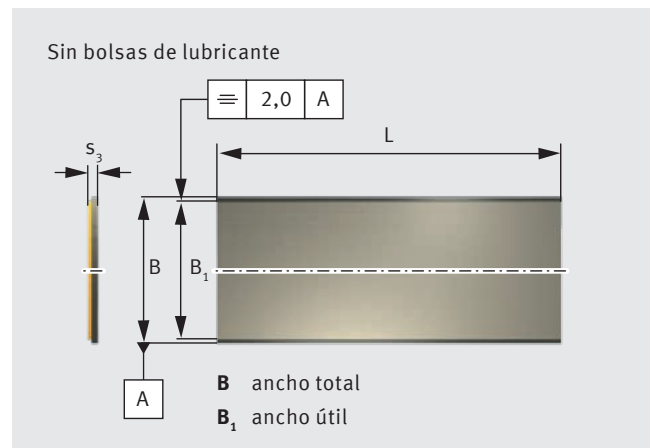
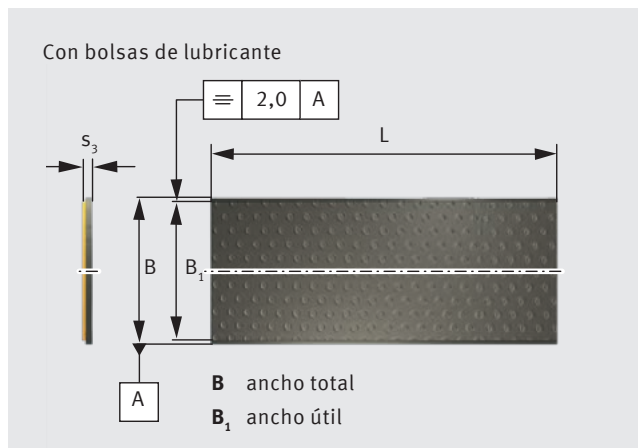


Tabla de dimensiones (dimensiones en mm)						
Designación de pedido	Masa	Dimensiones				
P20**, P200, P23, P203	g	s_3	B	B_1	L	
		-0,04	+1,5			+3
PAS 10180 ... P20/... P200/... P23/... P203	640	0,99	180	168	500	
PAS 15180 ... P20/... P200/... P23/... P203	986	1,48	180	168	500	
PAS 20180 ... P20/... P200/... P23/... P203	1332	1,97	180	168	500	
PAS 25180 ... P20/... P200/... P23/... P203	1678	2,46	180	168	500	

Tabla de dimensiones (dimensiones en mm)						
Designación de pedido	Masa	Dimensiones				
P22, P202	g	s_3	B	B_1	L	
		-0,04	+1,5			+3
PAS 10180 ... P22/... P202	988	1,11	180	168	500	
PAS 15180 ... P22/... P202	1375	1,61	180	168	500	
PAS 20180 ... P22/... P202	1833	2,11	180	168	500	
PAS 25180 ... P22/... P202	2279	2,63	180	168	500	

Entrega previa consulta.

¹⁾ Sobreespesor de mecanización: 0,15 mm.

** Salida

10.8 COJINETES PERMAGLIDE®, FABRICACIÓN ESPECIAL SEGÚN LA ESPECIFICACIÓN DEL CLIENTE

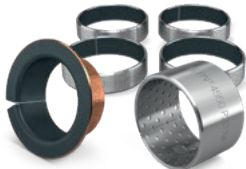
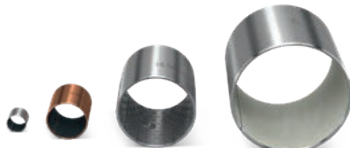
Motorservice fabrica cojinetes Permaglide® con ancho o diámetro individual, así como adaptaciones especiales, como orificios de engrase o ranuras internas.

- Las fabricaciones especiales están disponibles en todos los materiales estándar: P10/P11/P14/P147/P180, P20/P22/P23/P200/P202/P203
- Materiales especiales previa solicitud
- El acabado se realiza según los más altos estándares de calidad, con tolerancias según DIN ISO 3547.

- Aproveche nuestra larga experiencia en materiales y métodos de producción de cojinetes de fricción Permaglide®.



Nuestro equipo de ventas y distribución estará encantado de asesorarle sobre fabricaciones especiales y soluciones individuales para sus aplicaciones.

Posibles especificaciones	Cojinetes de fabricación especial	Mecanización
	Ancho individual, diámetro de 8 a 160 mm.	Acortamiento o partición de cojinetes estándar (casquillos de cojinete y camisas con collarín)
	Diámetro individual, dimensiones intermedias de 80 a 650 mm de diámetro.	Chapas de cojinetes torneadas con rodillos.
	Cojinetes con escotaduras, como por ejemplo • taladros de orificio redondo • taladros de orificio longitudinal • taladros de lubricación • ranuras internas • etc.	Fresado de cojinetes estándar o fabricaciones especiales, acabado según sus dibujos.
	Medida de collarín y espesores de pared individualizados, formas especiales. En función de las necesidades también pueden emplearse diferentes materiales para el collarín y la parte cilíndrica de los casquillos con collarín.	Casquillos con collarín soldados.
	Formas y medidas individualizadas, contorno de filigrana, piezas de flexión, semicojinetes, elementos deslizantes esféricos, componentes específicos del cliente.	Corte de precisión y mecanizado de chapa.
	Formas especiales con orificios de fijación, escotaduras, elementos de forma y deslizamiento individualizados.	Realización de recortes, taladrado y rebajado, contorno y punzonado de piezas moldeadas, conformación por flexión, canteo y embutición profunda.

11 MÉTODOS DE COMPROBACIÓN

11.1 COMPROBACIÓN DE CAMISAS LAMINADAS

Al contrario que con una sección de tubo cilíndrica, una camisa laminada se fabrica remoldeando un segmento de material plano. Por eso contiene una junta de tope que, en estado libre, puede estar abierta. La camisa laminada consigue una junta de tope cerrada, así como la exactitud de medida y de forma después de insertarse a presión en la carcasa del cojinete. Antes del montaje, el diámetro exterior D_o y el diámetro interior D_i de las camisas laminadas solamente se pueden determinar con métodos de comprobación y dispositivos de comprobación especiales.

Diámetro exterior de la camisa D_o

Comprobación A, DIN ISO 3547 parte 2

Aquí se inserta la camisa laminada con la junta de tope hacia arriba en una carcasa de comprobación de dos piezas con un diámetro de medición definido d_{ch} . La carcasa de comprobación está sometida a una carga de la fuerza de comprobación F_{ch} . La distancia z entre las mitades de la matriz se modifica debido a la fuerza de comprobación. A partir del valor de medición Δz se calcula entonces el diámetro de la camisa D_o .

Comprobación D, DIN ISO 3547 parte 2

Las camisas laminadas con un diámetro exterior $D_o > 180$ mm se comprueban con una cinta métrica de precisión. La cinta métrica se coloca alrededor del centro de la camisa y se aplica la tensión necesaria hasta que se cierre la junta de tope. El valor de medición del perímetro Δz muestra la diferencia entre el mandril de ajuste y la camisa. A partir de dicho valor se calcula el diámetro exterior de la camisa D_o .

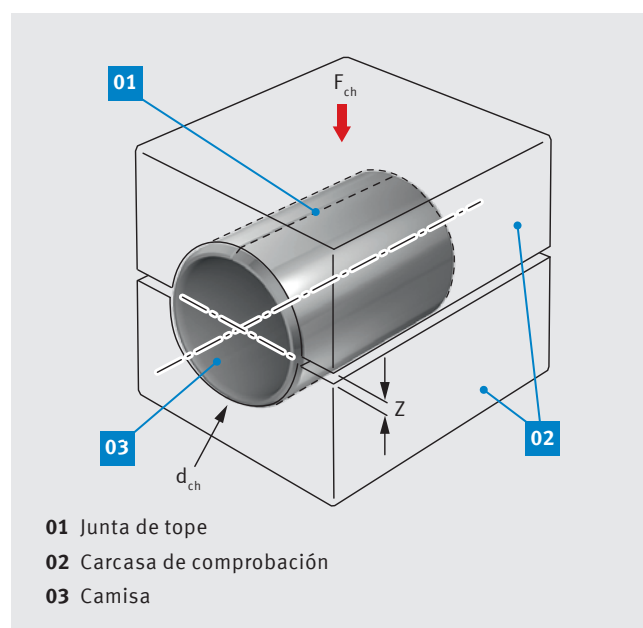


Fig. 65: Comprobación del diámetro exterior de la camisa D_o

Diámetro interior de la camisa D_i

Comprobación C calibrada, DIN ISO 3547 parte 2

La camisa laminada se inserta a presión un anillo calibrador cuyo diámetro de comprobación se determina según DIN ISO 3547 parte 1, Tab. 14. El diámetro interior de la camisa D_i se comprueba mediante un calibre macho “no pasa” o una sonda de 3 puntos.

Comprobación del espesor de la pared en las camisas laminadas (según convenio)

La comprobación del espesor de la pared está determinada en la norma DIN ISO 12036. El espesor de la pared de la camisa s_3 se comprueba, en función de la anchura de buje B , en una, dos o tres líneas de medición. Según convenio se puede llevar a cabo la comprobación según la norma:

⚠ ATENCIÓN

El espesor de pared s_3 y el diámetro interior de la camisa no pueden indicarse simultáneamente como medida de comprobación.

👉 NOTA

Los datos de la comprobación de camisas laminadas describen de forma general los procesos más importantes. Sirven únicamente a título informativo. El procedimiento exacto se determina en las normas actuales correspondientes. Estas normas se deben aplicar exclusivamente para determinar la calidad dimensional y funcional de las camisas laminadas.

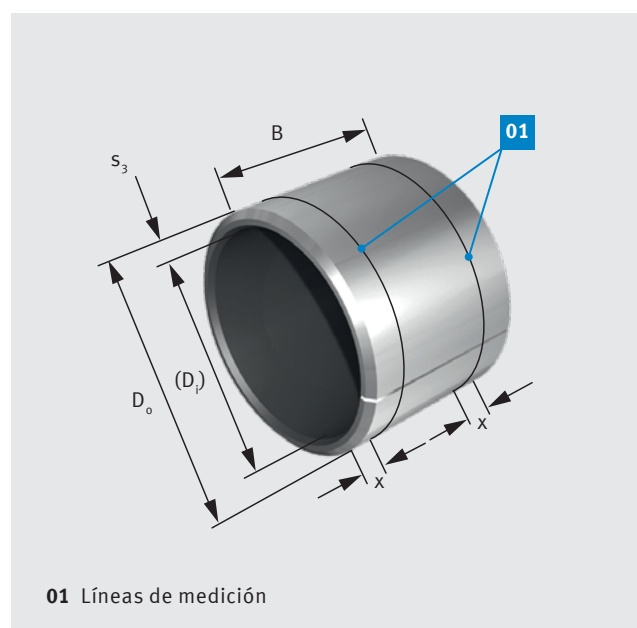


Fig. 66: Líneas de medición para la comprobación del espesor de la pared (ejemplo)

11.2 MECANIZAR LA CAPA DE DESLIZAMIENTO

La capa de deslizamiento de Permaglide® P22 y P202 tienen un sobreespesor de mecanización de aprox. 0,15 mm. Se puede mecanizar girando, taladrando o por fricción, para:

- alcanzar menores tolerancias de holgura
- igualar errores de alineación

Se ha probado la eficacia del giro y el taladrado con:

- corte en seco
- velocidades de corte entre 100 y 150 m/min
- avance de 0,05 mm/U
- espesor máximo de viruta 0,1 mm
- herramienta de metal duro (Fig. 67)

ATENCIÓN

- En caso de temperaturas de mecanizado superiores a los 140 °C existe riesgo para la salud.
- Las virutas P22 contienen plomo. El plomo es nocivo.
- Pueden aparecer modificaciones del color de la capa de deslizamiento de polímero debido a una radiación de mucha energía, p. ej., luz ultravioleta. Para proteger las superficies, debe evitarse la exposición a una irradiación solar directa.
- Un mayor desgaste reduce la vida útil.
- La mecanización inapropiada tiene una influencia negativa sobre la vida útil y la capacidad de carga.
- Después de la mecanización se tienen que limpiar las piezas.

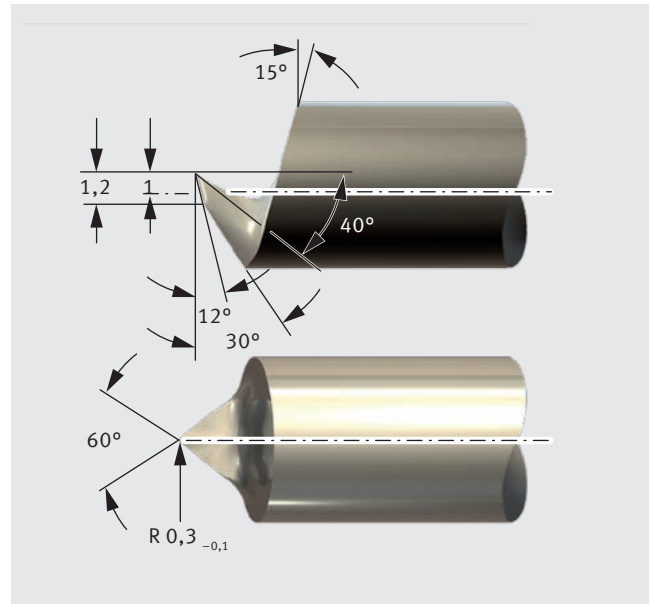


Fig. 67: Herramienta de corte para Permaglide® P22 y P202

CUESTIONES MEDIOAMBIENTALES, SEGURIDAD LABORAL, BIBLIOGRAFÍA

ESTADO A LA ENTREGA, ALMACENAJE

Estado a la entrega

- embalado en una bolsa en un cartón o
- embalado en cartón.

Conservación

Los cojinetes Permaglide® se deberían almacenar:

- en un lugar limpio y seco
- a una temperatura lo más constante posible
- con humedad relativa del aire máxima de 65 %.

ATENCIÓN

Mantener cerrados los embalajes. Los cojinetes Permaglide® se deben dejar en el embalaje original hasta inmediatamente antes del montaje.

CUESTIONES MEDIOAMBIENTALES, SEGURIDAD LABORAL

Por propio interés, se deberían tener en cuenta las disposiciones legales y los reglamentos vigentes

- sobre el medio ambiente
- sobre seguridad laboral y similares.

BIBLIOGRAFÍA

- /1/ Damm, Höne, Reinicke, Skiadas: Gleitlager im Automobil (Cojinetes en el automóvil). Editorial Moderne Industrie, volumen 322, 2009
- /2/ Berger: Untersuchungen an wartungsfreien Verbundgleitlagern (Pruebas en cojinetes multicapa sin mantenimiento). Editorial Shaker, Aquisgrán, 2000

Más literatura:

- Broichhausen: Schadenskunde, Analyse und Vermeidung von Schäden (Conocimientos sobre averías, análisis y prevención de averías). Editorial Hanser, Múnich, Viena, 1985
- Stork: Lebensdauervorhersage wartungsfreier, dynamisch belasteter Verbundgleitlager mit Hilfe neuronaler Netze (Predicción de la vida útil de cojinetes multicapa sin mantenimiento con carga dinámica, con ayuda de redes neuronales) Editorial Shaker, Aquisgrán, 2003

1. Ámbito de validez

1.1 Se aplicarán exclusivamente las condiciones de venta y entrega de MS Motorservice Deutschland GmbH (en adelante, «vendedor»). Las condiciones contrarias o que difieran de las presentes condiciones de venta y entrega del comprador se rechazarán, salvo que el vendedor haya aceptado expresamente por escrito la validez de las condiciones divergentes. Estas condiciones de venta y entrega también se aplicarán si el vendedor realiza la entrega al comprador sin reservas teniendo conocimiento de condiciones contrarias del comprador o que diverjan de las condiciones de venta y entrega propias.

1.2 Las condiciones de venta y entrega también se aplicarán a las operaciones futuras con el comprador. El comprador aceptará estas condiciones de venta y entrega con la realización del pedido, no obstante, a más tardar, con la aceptación de la mercancía.

1.3 Estas condiciones de venta y entrega se aplicarán exclusivamente a empresas.

2. Oferta y confirmación del pedido

2.1 Las ofertas del vendedor no serán vinculantes. Un pedido efectuado por el comprador, que legalmente se califica como oferta, se considerará aceptado solo cuando el vendedor lo confirme por escrito en un plazo de cuatro semanas. A más tardar, el contrato se celebrará con el envío de la mercancía pedida, en el caso de entregas parciales, con el envío de la primera entrega.

2.2 Las modificaciones y otros acuerdos solo serán vinculantes cuando el vendedor los confirme por escrito.

2.3 Si el comprador solicita presupuestos individuales, estos deberán remunerarse. Si se extingue la eficacia del contrato celebrado debido a cualquier fundamento legal, la obligación de remuneración del presupuesto seguirá vigente.

2.4 Los documentos, los planos, las indicaciones de peso y dimensiones, las muestras, etc., incluidos en las ofertas son solo datos aproximados y no constituyen ninguna característica. El vendedor tiene derecho a divergir de las descripciones de la oferta en tanto dichas divergencias no sean de carácter básico o fundamental, y no limiten en lo esencial la finalidad del contrato.

2.5 Siempre que las mercancías se fabriquen según los planos del comprador, serán determinantes los planos creados por el comprador y autorizados por el vendedor. Las divergencias de los planos autorizados deben acordarse por separado y cualquier coste añadido al respecto deberá remunerarse al vendedor.

3. Derechos protegidos

3.1 El vendedor se reserva los derechos de propiedad y de autor de todas las ilustraciones, los planos, los cálculos y demás documentación. No podrán utilizarse con otros fines distintos a los estipulados por el vendedor ni facilitarse su acceso a terceros sin el consentimiento previo por escrito del vendedor. Esto se aplicará especialmente a la documentación escrita designada como «confidencial», «secreta» o de forma similar.

3.2 Si se efectúan entregas según los planos u otros datos del comprador y esto ocasiona la violación de derechos protegidos de terceros, el comprador eximirá al vendedor de cualquier reclamación en las relaciones internas.

3.3 El vendedor será responsable de las reclamaciones que resulten de la infracción de derechos protegidos y de solicitudes de los derechos protegidos (derechos protegidos) durante el uso conforme al contrato de las mercancías, de los que, como mínimo, uno de la familia de los derechos protegidos figurará publicado en la Oficina Europea de Patentes o en uno de los Estados federados de la República Federal de Alemania, Francia, Reino Unido, Austria, China, Japón o EE. UU.

4. Recomendaciones, información y declaraciones

Las recomendaciones, la información y las declaraciones no son vinculantes, siempre que no se refieran a la mercancía misma. Quedan excluidos los derechos a indemnización sin importar el fundamento legal, salvo que se deriven de una actuación dolosa o negligencia grave del vendedor.

5. Precios

5.1 Todos los precios son netos y se aplicarán «franco fábrica» (Incoterms 2010, «EXW»), excepto al embalaje. Se añadirá el impuesto legal sobre el valor añadido por el importe correspondiente.

5.2 El vendedor podrá facturar al comprador cualquier coste adicional resultante de solicitudes de cambio.

5.3 Si tras celebrarse el contrato se produjeran hechos que encarecieran los gastos directos del vendedor en la compra, la fabricación y/o el envío de la mercancía, el vendedor tendrá derecho a un incremento correspondiente del precio.

6. Condiciones de pago

6.1 Las facturas deberán abonarse sin descuento en un plazo de 14 días a partir de la fecha de la factura. Los descuentos solo se aplicarán en caso de acuerdo expreso por escrito.

6.2 El vendedor tendrá derecho a facturar primero el pago de la deuda más antigua no titulizada, incluso con la asignación obligatoria contraria del comprador. Si ya se han generado costes o intereses, el vendedor tendrá derecho a facturar primero el pago de los costes, a continuación, el de los intereses y, por último, el de la prestación principal.

6.3 El comprador tendrá derecho a una compensación solo si y en tanto que sus contraprestaciones hayan sido reconocidas judicialmente, no hayan sido impugnadas o hayan sido reconocidas por el vendedor por escrito. El derecho de retención del comprador estará limitado a los derechos de la relación contractual.

6.4 El vendedor tendrá derecho a exigir intereses de demora por el importe del tipo de interés de demora respectivo legalmente vigente. Queda reservado expresamente el derecho a acreditar mayores daños por demora.

7. Entrega/plazo de entrega/demora

7.1 Los plazos y las fechas de entrega se considerarán acordados de forma vinculante solo si el vendedor se compromete expresamente por escrito. El vendedor no estará obligado a cumplir con la fecha o plazo de entrega si el comprador incumple sus obligaciones (pago de los adelantos, aportación de los documentos necesarios, etcétera) en el tiempo previsto. Queda reservada la excepción por incumplimiento del contrato.

7.2 Los plazos de entrega empezarán, como muy pronto, el día en que se celebre el contrato por escrito y se hayan aclarado todas las dudas técnicas.

7.3 Si se producen solicitudes de cambio por parte del comprador, se eximirá al vendedor de cumplir con la fecha o el plazo de entrega. En este caso, las partes acordarán una nueva fecha o un nuevo plazo de entrega.

7.4 Si no se acuerda nada distinto, la fecha o el plazo de entrega se cumplirá cuando el vendedor haya puesto a disposición la mercancía en el lugar acordado.

7.5 El comprador no podrá presentar ninguna reclamación debido a demoras en la entrega que no se deriven de una acción dolosa o negligencia grave del vendedor. Esto se aplicará, especialmente, a las demoras en la entrega debidas a fuerza mayor, conflictos laborales, disturbios, medidas oficiales, carencia de suministros por parte de proveedores, así como a otros eventos imprevisibles, inevitables y de gravedad. En estos casos, la fecha o plazo de entrega acordado se aplazará de acuerdo con la duración del impedimento para la entrega. La indemnización por pérdida de beneficios y daños resultante de la interrupción del servicio se limitará al dolo.

7.6 Si el comprador se demora en la aceptación o infringe cualquier obligación de cooperación, el vendedor tendrá derecho a exigir una compensación en la medida de los daños generados, incluido cualquier tipo de coste adicional. Asimismo, el vendedor tendrá derecho a establecer un plazo de aceptación razonable para el comprador y, después de su vencimiento sin haber resultado, a rescindir el contrato y exigir una indemnización por daños en lugar de la prestación.

7.7 Las entregas parciales serán admisibles en un volumen razonable. En este sentido, quedan excluidas las reclamaciones del comprador debido a la entrega parcial o una entrega con retraso de la cantidad restante.

8. Reserva de dominio

8.1 El vendedor se reserva el derecho a la propiedad de todas las mercancías entregadas hasta la recepción de todos los pagos de la relación de suministro, también de las obligaciones que se generen en el futuro. En caso de incumplimiento del contrato, especialmente, en caso de demora del pago, el vendedor tendrá derecho a exigir la devolución de las mercancías.

8.2 El comprador estará obligado a tratar cuidadosamente las mercancías entregadas y asegurarlas frente a toda forma de pérdida respecto al valor de nuevo por cuenta propia mientras dure la reserva de dominio. El vendedor seguirá teniendo derecho a asegurar la mercancía él mismo a cargo del comprador.

8.3 En caso de embargos o cualquier otra intervención de terceros, el comprador deberá informar por escrito inmediatamente al vendedor para que este pueda ejercer una reclamación por tercera u otros recursos legales. En tanto que la parte tercera no restituya los costes judiciales y extrajudiciales generados por ello, el comprador asumirá la responsabilidad al respecto.

8.4 El comprador tendrá derecho a revender la mercancía en el transcurso normal de su actividad comercial. No obstante, este cederá en ese momento al vendedor la totalidad de los cobros pendientes por el importe de la suma final de la factura (incluido el impuesto legal sobre el valor añadido) correspondiente al crédito que haya obtenido de la reventa frente a sus clientes o terceros, independientemente de si la mercancía fue vendida sin ser procesada o después de ello. El comprador conserva el derecho de cobrar esta deuda incluso después de la entrega. El derecho del vendedor a cobrar la deuda él mismo no se verá afectado. No obstante, el vendedor se comprometerá a no cobrar la deuda mientras el comprador satisfaga sus obligaciones de pago de los beneficios cobrados, no incurra en una demora del pago y, especialmente, no solicite una apertura de proceso de insolvencia o no declare una suspensión de pagos.

8.5 Si la mercancía entregada se mezcla o se une de forma inseparable con otros objetos no pertenecientes al vendedor, el vendedor adquirirá la copropiedad sobre el producto nuevo o unido en proporción al valor de la mercancía suministrada (importe de la suma final de la factura, incluido el impuesto legal sobre el valor añadido) respecto al otro u otros objetos en el momento de la mezcla o la unión. El comprador custodiará para el vendedor la propiedad o copropiedad así surgida.

8.6 Si el valor de los avales otorgados supera los créditos del vendedor en más del 20 % en total, previa solicitud del comprador, el vendedor estará obligado a liberar los avales excedentes a elección del comprador.

8.7 Siempre y en tanto que el registro y/o el cumplimiento de otras condiciones sea requisito previo para las eficacia de la reserva de dominio, el comprador estará obligado a efectuar y emprender inmediatamente y por su propia cuenta todas las acciones y comunicaciones necesarias. Si y en tanto que el ordenamiento jurídico determinante no permita el acuerdo de una reserva de dominio, el comprador aportará otros avales razonables al vendedor si se utilizan créditos comerciales.

9. Envío, transmisión del riesgo

9.1 El envío se efectúa a riesgo del comprador. El riesgo se transmitirá al comprador, a más tardar, con el envío de la mercancía, también si el vendedor se hace cargo de otras prestaciones.

9.2 Si el envío se retrasa debido a circunstancias no imputables al vendedor, el riesgo se transmitirá al comprador desde el día en que se anuncie la disponibilidad para la entrega. Previa solicitud por escrito del comprador, el vendedor asegurará el envío contra daños por rotura, transporte, fuego y agua, y el comprador se hará cargo de los costes.

9.3 No se aceptará la devolución de embalajes de transporte ni de cualquier tipo de embalaje según el decreto de envases alemán, a excepción de los palés. El comprador está obligado a eliminar el embalaje por cuenta propia.

10. Elementos de producción

10.1 Siempre que el comprador ponga a disposición del vendedor elementos de producción (p. ej., herramientas, moldes), estos se enviarán de forma gratuita al vendedor. El vendedor no asumirá ninguna responsabilidad por pérdida, desgaste, deterioro o devolución incompleta y daños resultantes. Este asumirá la responsabilidad solo en caso de negligencia grave o dolo. Esto no será de aplicación en caso de responsabilidad forzosa por ley.

10.2 Si el vendedor confecciona o adquiere elementos de producción previa solicitud del comprador, el vendedor facturará por separado los costes proporcionales derivados. El vendedor conservará la plena propiedad de los elementos de producción sin que exista ninguna obligación de entregarlos al comprador. Lo anterior se aplicará también a los útiles secuenciales. Esto no afectará a la regulación siguiente del apartado 10.3.

10.3 En caso de amortizarse los costes de los elementos de producción sobre el precio parcial, el comprador asumirá los costes no cubiertos si no se utiliza una herramienta, incluidos los costes de los demás equipamientos vinculados. Los costes de los modelos siempre corren a cargo del comprador en su totalidad.

10.4 Los planos y la documentación entregados al comprador por el vendedor, así como las propuestas del vendedor para diseñar y fabricar la mercancía, no podrán entregarse a terceros y el vendedor podrá exigir su devolución en cualquier momento.

11. Responsabilidad por saneamiento de defectos/responsabilidad

11.1 El vendedor no asumirá la responsabilidad por daños derivados del incumplimiento de instrucciones de manejo, mantenimiento y montaje, del uso inadecuado, no conforme a lo previsto o incorrecto, de la manipulación errónea o negligente, del desgaste natural, del almacenamiento incorrecto o de las modificaciones realizadas en la mercancía por parte del comprador o de terceros. El comprador o terceros solo podrán montar las mercancías empleando a personal especializado e instruido.

11.2 El vendedor tendrá derecho a elegir entre el saneamiento de defectos y una nueva entrega.

11.3 El vendedor no se hará cargo de los costes necesarios con fines de cumplimiento posterior si estos aumentan debido a que, tras la entrega, la mercancía hubiera sido llevada a otro lugar distinto al lugar de entrega original.

11.4 El vendedor no asumirá los costes resultantes para el comprador en relación con el desmontaje de mercancías defectuosas y el montaje de mercancía nuevamente entregada o saneada.

11.5 Las reclamaciones de responsabilidad por saneamiento de defectos prescriben después de un año a partir de la entrega de la mercancía, salvo que dichas reclamaciones de responsabilidad por saneamiento de defectos se deriven de la infracción dolosa o gravemente negligente de una obligación por parte del vendedor o de sus auxiliares ejecutivos, o bien de lesiones a la vida, la integridad física o la salud.

11.6 El comprador estará obligado a cumplir con su deber de inspección según el art. 377 del código de comercio alemán (HGB), también en caso de reventa de la mercancía.

11.7 Queda excluido el derecho de recurso del comprador frente al vendedor debido a aquellas reclamaciones de responsabilidad por saneamiento de defectos a las que los clientes del comprador se opongan si el comprador no ha cumplido con su deber de inspección y de reclamación por defectos, o bien si la mercancía se ha modificado al procesarla.

11.8 En virtud de las disposiciones legales, la responsabilidad del vendedor en cuanto a la indemnización por daños será ilimitada cuando pueda atribuirse al vendedor el incumplimiento doloso o negligentemente grave de una obligación. En la medida en que el incumplimiento imputable de la obligación del vendedor se fundamente en una negligencia simple y se viole una obligación esencial del contrato, la responsabilidad por daños y perjuicios se limitará al daño previsible que se produce normalmente en casos similares. Queda excluida la responsabilidad en el resto de casos.

11.9 Esto no afectará a la responsabilidad según las disposiciones de la ley alemana de responsabilidad relativa a los productos defectuosos o los derechos fundamentales comparables de otras legislaciones extranjeras. Tampoco se verá afectada la responsabilidad debida a lesiones a la vida, la integridad física y la salud.

11.10 Si se fundamenta una responsabilidad según los hechos del apartado 11.9, la responsabilidad del vendedor frente al comprador en el caso de ordenamientos jurídicos extranjeros se limitará en la medida en que estuviera permitido por la legislación extranjera correspondiente.

11.11 Siempre que la responsabilidad por daños y perjuicios del vendedor se excluya o esté limitada, esto también se aplicará respecto a la responsabilidad personal por daños y perjuicios de los empleados, representantes y auxiliares ejecutivos del vendedor.

12. Prohibición de cesión

Todas las reclamaciones del comprador frente al vendedor no serán transferibles.

13. Responsabilidad relativa a los productos defectuosos/deber de advertencia

13.1 El comprador solo podrá utilizar la mercancía conforme a lo previsto y deberá procurar que dicha mercancía solo se revenda a personas familiarizadas con los peligros y riesgos del producto.

13.2 En caso de utilizar la mercancía como materia prima o subproducto de productos propios, el comprador estará obligado a cumplir su obligación de advertencia al poner en circulación el producto final, también en lo relativo a la mercancía entregada por el vendedor. En las relaciones internas, el comprador renunciará a toda pretensión contra el vendedor en cuanto al incumplimiento de la presente obligación al primer requerimiento.

14. Obligación de confidencialidad

El comprador deberá tratar toda la información comercial y técnica que ha recibido del vendedor, en tanto esta no sea conocida con carácter general, como secreto comercial e industrial frente a terceros. Este tipo de información solo se podrá transmitir a terceras partes, que deberán comprometerse con el correspondiente acuerdo de confidencialidad, con fines contractuales.

15. Otros

15.1 El lugar de cumplimiento será el lugar donde se encuentre la fábrica correspondiente del vendedor.

15.2 La jurisdicción para todos los litigios derivados del contrato será la de Stuttgart (Alemania). No obstante, el vendedor también tendrá derecho a demandar al comprador en su jurisdicción general.

15.3 Para la tramitación de contratos sobre la base de estas condiciones de venta y entrega se aplicará exclusivamente el derecho alemán, con exclusión del derecho de colisión y del derecho de adquisición de las Naciones Unidas.

15.4 Las partes están obligadas a cumplir todas las disposiciones legales aplicables en el marco de la ejecución de la relación contractual (cumplimiento de las leyes).

15.5 Se aplicarán prioritariamente los acuerdos por separado entre las partes que diverjan de estas condiciones de venta y entrega o que las completen.

15.6 Si una o varias de las disposiciones anteriores resultara total o parcialmente ineficaz, esto no afectará a la validez de las demás disposiciones. La disposición ineficaz deberá sustituirse por una disposición legal admisible con la que se obtengan el sentido y la finalidad de estas condiciones de venta y entrega en la medida de lo posible.

HEADQUARTERS:**MS Motorservice Deutschland GmbH**

Rudolf-Diesel-Straße 9

71732 Tamm, Deutschland

Telefon: +49 7141 8661-434

Telefax: +49 7141 8661-430

www.permaglide.com

MS Motorservice Aftermarket Iberica, S.L.

Barrio de Matiena

San Prudentzio 12

48220 Abadiano/Vizcaya, España

Teléfono: +34 94 6205-530

Telefax: +34 94 6205-476

www.ms-motorservice.es

www.permaglide.com

© MS Motorservice Deutschland GmbH – 50003863-04 – ES – 02/16 (082022)



4 028977 849145