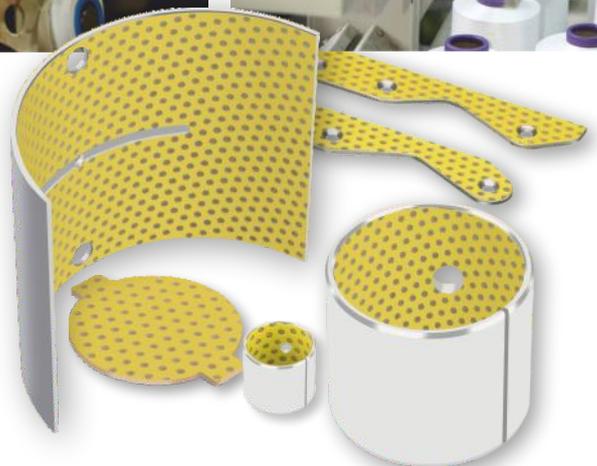


 **GGB**
BY TIMKEN



GGB DX[®]

**SOLUCIONES EN COJINETES DE
METAL-POLÍMERO LIBRES DE MANTENIMIENTO**





PUSHING BOUNDARIES TO CO-CREATE A HIGHER QUALITY OF LIFE

GGB ayuda a crear un mundo en movimiento con una pérdida mínima por fricción gracias a la ingeniería de superficies y la tecnología de rodamientos. Con centros de investigación y desarrollo, instalaciones de pruebas, y plantas de producción en los EE.UU., Alemania, Francia, Brasil, Eslovaquia y China, GGB se asocia con clientes en todo el mundo para encontrar soluciones personalizadas de diseño con excelentes propiedades tribológicas que sean eficientes y ambientalmente sustentables. Los ingenieros de GGB aportan su experiencia y pasión por la tribología a una amplia gama de industrias, incluidas la automovilística, aeroespacial y la producción industrial. Para más información sobre la tribología de superficies de GGB, por favor visite www.ggbearings.com/es.

Nuestros productos se utilizan cada día en nuestro planeta en decenas de miles de aplicaciones críticas. Nuestro objetivo es proporcionar siempre soluciones superiores y de la más alta calidad para las necesidades de nuestros clientes, independientemente del lugar de origen. Desde vehículos espaciales a carros de golf y prácticamente todo el espectro intermedio; ofrecemos la más amplia gama de rodamientos de alto rendimiento y sin mantenimiento de la industria, para innumerables aplicaciones.

- [Agricultura](#)
- [E-Movilidad](#)
- [Industria aeroespacial](#)
- [Industrial](#)
- [Recreativos](#)
- [Automoción](#)
- [Energía](#)
- [Industria minera](#)
- [Médico](#)
- [Transmisión hidráulica](#)
- [Construcción](#)
- [Ferrocarriles](#)
- [Industria siderúrgica](#)
- [Petróleo y gas](#)

La ventaja GGB



REDUCCIÓN DE COSTES DEL SISTEMA

Los cojinetes GGB reducen los costos del vástago, al eliminar la necesidad de efectuar un endurecimiento del mismo y el mecanizado de ranuras de lubricación. Su construcción compacta, en una sola pieza, proporciona un ahorro de espacio y peso que simplifica el montaje.



BAJA FRICCIÓN Y ALTA RESISTENCIA AL DESGASTE

Los bajos coeficientes de fricción eliminan la necesidad de lubricación y reducen el desgaste prolongando la vida útil. La baja fricción también elimina los efectos de stick-slip o "fricción estática" durante el arranque.



ECOLÓGICOS

Los cojinetes sin grasa y libres de plomo de GGB se fabrican de acuerdo a regulaciones ambientales cada vez más estrictas, como la Directiva RoHS que restringe la utilización de sustancias peligrosas en ciertos tipos de equipos eléctricos y electrónicos.



ATENCIÓN AL CLIENTE

Respondemos a las necesidades del cliente con una plataforma de producción flexible y una extensa red comercial que aseguran respuestas rápidas y entregas dentro de los plazos previstos. Además, ofrecemos a nuestros clientes servicios de ingeniería de aplicaciones locales y soporte técnico.



LIBRES DE MANTENIMIENTO

Nuestros cojinetes autolubricantes son ideales para aplicaciones que requieren una larga vida útil sin un mantenimiento continuo o para condiciones de funcionamiento continuo con poca o nula lubricación.

Máximos estándares de calidad



SEGURIDAD

La cultura de seguridad que cultivamos en GGB va dirigida a crear un entorno de trabajo sano y seguro para todos. La seguridad es fundamental para GGB a cualquier nivel de la empresa. Nuestro objetivo es que nuestros empleados trabajen en el entorno más seguro del sector.



EXCELENCIA

Una organización de primera clase mundial se construye favoreciendo la excelencia en todos los planos de la empresa, en todas las tareas. Nuestras plantas de fabricación de primera categoría mundial disponen de certificados de calidad y excelencia, y cumplen con las normas ISO 9001, IATF 16949, ISO 14001 y ISO45001, promueven las mejores prácticas del sector y armonizan nuestro sistema de gestión de calidad con las normas globales.

Para obtener una lista completa de nuestras certificaciones, por favor visite nuestro sitio web: <https://www.ggbearings.com/es/certificados>



RESPETO

Pensamos que el respeto es fundamental para el crecimiento de los individuos y los grupos. En nuestros equipos impera el respeto mutuo con independencia del origen, nacionalidad o cargo. Celebramos la diversidad para aprender los unos de los otros.

¿Quién es GGB?

EN GGB, NO TEMEMOS CORRER RIESGOS POR NUESTROS CLIENTES.

Nos apasiona el trabajo que hacemos y creemos que esa misma pasión contribuye al nivel de innovación que puede mejorar el potencial humano. Nos enorgullece trabajar junto con los clientes desde la primera etapa de diseño para pensar amplia y audazmente, y para expandirnos más allá de las soluciones tradicionales de ingeniería de superficie. Ofrecemos colaboraciones fiables basadas en la confianza, la compasión, la determinación y el respeto.

Como líder tribológico, GGB ayuda a crear un mundo de movimiento con una mínima pérdida de fricción a través de tecnologías de cojinete liso y de ingeniería de superficie. Gracias a nuestra huella-global y a la riqueza de experiencia en aplicaciones específicas, nuestras capacidades son virtualmente ilimitadas. Trabajamos para empujar los límites de la posibilidad, inspirando a los clientes de todos los mercados para que se asocien e innoven junto a nosotros.



Índice

1	Introducción	6	6	Montaje	24
1.1	Propiedades y ventajas	6	6.1	Dimensiones y tolerancias	24
2	Composición	7	6.2	Tolerancias para juegos mínimos	24
2.1	Productos disponibles	7		Lubricación con grasa	24
3	Características	8		Lubricación con líquidos	26
3.1	Propiedades físicas, mecánicas y eléctricas	8		Márgenes para variación de dimensiones por dilatación térmica	26
3.2	Resistencia química	8	6.3	Diseño de las superficies antagónicas	27
4	Lubricación	9	6.4	Calado del cojinete	28
4.1	Lubricantes	9		Calado del cojinete por apriete	28
4.2	Rozamiento	12		Fuerzas de calado	28
4.3	Condiciones tribológicas de trabajo	12		Alineación	29
	Lubricación	12		Sellado de cojinetes	29
4.4	Comportamiento de los cojinetes DX® con lubricación por líquidos	13		Guiaje axial	29
4.5	Indicaciones constructivas para la lubricación con líquidos	13		Montaje de arandelas de empuje	30
4.6	Grado de desgaste e intervalos de reengrase posterior	14		Bandas deslizantes	30
	Desgaste por rozamiento	14	7	Mecanizado	31
5	Diseño constructivo	15	7.1	Mecanizado por arranque de viruta	31
5.1	Carga específica	15	7.2	Torneado	31
	Valor límite de la carga específica	15	7.3	Escariado	32
5.2	Velocidad de deslizamiento	16	7.4	Brochado	32
	Movimiento de giro permanente	16	7.5	Vibrobrochado	33
	Movimiento oscilante	16	7.6	Mecanizado de cojinetes acabados	33
5.3	Factor pU	17	7.7	Taladrado de agujeros de aceite	33
5.4	Carga	17	7.8	Corte de bandas	33
	Tipo de carga	17	7.9	Galvanizado de superficies	34
5.5	Temperatura	19		Material DX®	34
5.6	Superficie antagonista	19		Superficies antagonistas	34
5.7	Dimensión del cojinete	20	8	Piezas estándar	35
5.8	Estimación de la vida operativa con lubricación por grasa	20	8.1	Cojinetes cilíndricos PM DX®	35
	Estimación de la vida operativa	20	8.2	Cojinetes cilíndricos MB DX®	42
	Estimación del intervalo de reengrase	20	8.3	Arandelas de empuje DX®	47
	Calcular el factor de carga elevada	21	8.4	Cojinetes cilíndricos DX®, en pulgadas	48
5.9	Ejemplos de cálculo	22	8.5	Arandelas de empuje DX®, en pulgadas	51
			8.6	Bandas de deslizamiento DX®	52
			8.7	Bandas de deslizamiento DX®, en pulgadas	52
			9	Hoja de datos para el diseño	53
				Símbolos de fórmulas y unidades	54
				Información sobre los productos	55

1 Introducción

El objetivo de este manual es, el de dar una información técnica detallada sobre los cojinetes DX[®] para facilitar al constructor la determinación correcta de: las dimensiones del cojinete, las condiciones de trabajo, y la capacidad del cojinete.

En este sentido, está a disposición el departamento de investigación y desarrollo de GGB, para encontrar una solución a los problemas de construcción no habituales, incluso si se deben desarrollar nuevas composiciones de materiales, para que se adapten a las condiciones de trabajo.

Se da información detallada sobre el programa estándar, entero, de DX[®], en combinación con detalles sobre otros productos DX[®].

GGB mejora y amplía continuamente sus posibilidades de desarrollo, y el conocimiento teórico. Por tanto, deben ponerse en contacto con nosotros, si requieren información adicional que no esté incluida en este manual.

Recomendamos a todos nuestros clientes, cuando sea necesario y posible, realizar un ensayo con un prototipo.

1.1 PROPIEDADES Y VENTAJAS

- el DX[®] permite el trabajo con poco mantenimiento
- el DX[®] permite valores altos de pU
- el DX[®] destaca por su bajo rozamiento
- poca tendencia al agarrotamiento
- gama de temperaturas desde -40 °C hasta +120 °C
- alta capacidad de carga estática y dinámica
- buen comportamiento al rozamiento por deslizamiento, con tendencia de "stick-slip" despreciable
- ninguna absorción de agua, y por tanto, estabilidad dimensional; ningún hinchamiento
- de pared fina, espacio reducido, peso reducido
- empleo posible en movimientos de giro, oscilación, vaivén, y lineales
- los cojinetes PM - DX[®] están listos para el montaje y no requieren mecanización posterior
- los cojinetes MB - DX[®] pueden mecanizarse, para p.ej., conseguir tolerancias más estrictas

2 Composición

El DX® es un material compuesto, que ha sido desarrollado para el funcionamiento con lubricación marginal.

El material DX® se compone de tres capas, unidas una a la otra: un dorso de acero, con una capa de bronce porosa, llamada matriz, impregnada y recubierta con un material de polímero - acetal.

El dorso de acero proporciona la resistencia mecánica necesaria, y la capa de bronce garantiza una fijación segura de la capa de deslizamiento. Esta composición proporciona una exactitud dimensional, mejora la evacuación del calor, y reduce con ello, la temperatura de funcionamiento del cojinete.

El DX® está pensado para el trabajo con lubricación por grasa por lo que, la superficie del cojinete está provista con un sistema de alvéolos de lubricación. Estos alvéolos tienen dos funciones: sirven como depósito de lubricante, y hacen posible una distribución óptima del mismo por toda la superficie del cojinete.

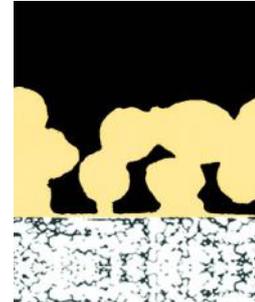


Fig. 1: microsección del DX.

2.1 PRODUCTOS DISPONIBLES

Productos estándar, disponibles desde almacén

Estos productos se fabrican de acuerdo con las normas internacionales, nacionales, y las normas de fábrica GGB.

Dimensiones métricas y en pulgadas

— Cojinetes cilíndricos

PM dimensiones métricas, listo para el montaje, ningún mecanizado posterior una vez montado, para árboles y ejes con tolerancias según h6 - h8

MB dimensiones métricas, pueden mecanizarse, para el ajuste posterior una vez montado

MB Dimensiones en pulgadas, listo para el montaje, o bien también, para un mecanizado posterior una vez montado

— Arandelas de empuje

— Bandas

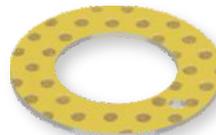


Fig. 2: productos estándar

Productos especiales, no estándar; no disponibles desde almacén

Estos productos se fabrican de acuerdo con los requerimientos del cliente; con o sin, las recomendaciones de GGB, sobre el diseño. Por ejemplo:

— Piezas estándar modificadas

— Guías rectilíneas

— Piezas de embutición

— Piezas canteadas y prensadas

— Piezas estampadas

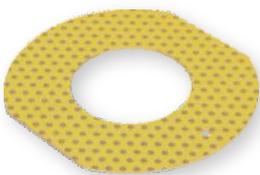


Fig. 3: productos no estándar

3 Características

3.1 PROPIEDADES FÍSICAS, MECÁNICAS Y ELÉCTRICAS

CARACTERÍSTICA	SÍMBOLO	UNIDADES	DX®	OBSERVACIONES
PROPIEDADES FÍSICAS				
Conductibilidad térmica	λ	W/mK	52	
Coeficiente de dilatación térmica lineal	paralelo a la superficie	α_1	$10^{-6}/K$	11
	normal a la superficie	α_2		29
Temp. admisible	T_{max}	°C		+120
	T_{min}			-40
PROPIEDADES MECÁNICAS				
Resistencia a la compresión	σ_c	N/mm ²	380	Medida en una arandela de Ø 25 x 2,44 mm de espesor
Carga máxima admisible	estática	$p_{sta.max}$	N/mm ²	140
	dinámica	$p_{dyn.max}$		140
PROPIEDADES ELÉCTRICAS				
Resistencia eléctrica de la superficie	ρ_D	Ωcm	10^{15}	

Tabla 1: propiedades del DX

3.2 RESISTENCIA QUÍMICA

En la tabla 2, se relaciona el comportamiento químico del DX®, frente a distintos medios químicos. Esto, siempre que sea posible, debe comprobarse mediante ensayos con un prototipo.

MEDIO	%	°C	DX®	MEDIO	°C	DX®
ÁCIDOS FUERTES				DISOLVENTES		
Ácido clorhídrico	5	20	-	Acetona	20	+
Ácido nítrico	5	20	-	Tetracloruro de carbono	20	+
Ácido sulfúrico	5	20	-	LUBRICANTES Y CARBURANTES		
ÁCIDOS DÉBILES				Parafina	20	+
Ácido acético	5	20	-	Bencina	20	+
Ácido fórmico	5	20	-	Petróleo	20	+
BASES				Diesel	20	+
Amoniaco	10	20	o	Aceite mineral	70	o
Hidróxido de sodio	5	20	o	HFA-ISO46 acuoso	70	o
				HFC-agua-glicol	70	o
				HFD-fosfato-éster	70	+
				Agua	20	o
				Agua de mar	20	-

Tabla 2: resistencia química del DX

- + Recomendable: No se esperan ningunos daños por corrosión.
- o Aceptable: Pueden producirse pequeños daños por corrosión sin perjudicar la estructura del material o el comportamiento tribológico.
- No recomendable: Los daños por corrosión pueden atacar a la estructura del material y/o influir sobre su comportamiento tribológico.

4 Lubricación

4.1 LUBRICANTES

El DX[®] debe lubricarse. Se recomienda grasa. La selección del lubricante depende del factor pU, de la velocidad de deslizamiento, y de la estabilidad del lubricante en función de las condiciones de trabajo.

Grasas

El DX[®] se emplea principalmente con lubricación de grasa. Las posibilidades de empleo para los distintos tipos de grasa constan en la tabla 3. Para temperaturas de trabajo superiores a 50 °C, la grasa debe contener un aditivo antioxidante. Las grasas con partes de lubricantes sólidos, como grafito o MoS₂, no deben emplearse con el DX[®].

Aceites

A temperaturas por encima de 115 °C, los aceites de hidrocarbonatos no son adecuados para el DX[®]. A estas temperaturas, la oxidación del aceite puede producir pequeñas concentraciones de residuos no estables: ácidos o radicales libres, que provocan una despolimerización de la capa de deslizamiento, en el polímeroacetil, del DX[®].

Tales oxidaciones, también pueden producirse después de un largo empleo a bajas temperaturas. En la práctica, esto quiere decir, que no es recomendable el empleo del DX[®] en sistemas de circulación de aceite o en baño de aceite, si la temperatura del medio es de 70 °C o más.

Líquidos no lubricantes

Debe prestarse atención a las siguientes observaciones.

Agua

Empleo de DX[®], solo si la carga / velocidad hacen posible una lubricación hidrodinámica (ver fig. 7).

Emulsiones de agua / aceite

El DX[®], puede emplearse con emulsiones de agua / aceite (95 / 5). Sin embargo, la fase de puesta en marcha, debe realizarse con aceite puro o grasa.

Aceites para amortiguadores

El DX[®], no puede emplearse con aceites para amortiguadores, a las temperaturas de trabajo allí presentes.

Gasolina

El grado de desgaste del DX[®], con un factor pU de 0,21 MPa x m/s trabajando con gasolina, es de cuatro a cinco veces mayor, que en un cojinete lubricado con grasa, bajo las mismas condiciones.

Petróleo/Polibuteno

El grado de desgaste del DX[®], es idéntico al que se obtiene, en el empleo con aceites de hidrocarbonatos ligeros.

Otros líquidos

El grado de desgaste del DX[®], con el poliéster, el polietilenglicol y el poliglicol, es idéntico al que se produce con el empleo de aceites de hidrocarburos ligeros. Los glicoles, deben emplearse a temperaturas de trabajo por debajo de los 80 °C, ya que si no, existe la posibilidad de un ataque químico a la capa de polímero-acetal.

4 Lubricación

Pueden emplearse los líquidos que no ataquen, ni a la capa de polímero-acetal, ni a la capa intermedia de bronce sinterizado. Resistencia química: ver tabla 2. Ensayo de compatibilidad: sumergir la probeta del DX® durante 2-3 días en el líquido seleccionado, a una temperatura de 15 a 20 °C por encima de la temperatura de trabajo.

Los siguientes factores indican que el DX® no es adecuado:

- variación clara, del espesor de pared del DX®.
- variación visible, de la superficie del cojinete, de brillo de espejo a mate.
- variación visible, de la microestructura de la capa de bronce sinterizado.

FABRICANTE	DENOMINACIÓN	TIPO DE GRASA		
BP	Energrease LS2	Mineral	Jabón de litio	+
	Energrease LT2	Mineral	Jabón de litio	+
	Energrease FGL	Mineral	Sin jabón	o
	Energrease GSF	Sintética	NA	o
Century	Lacerta ASD	Mineral	Litio/polímero	o
	Lacerta CL2X	Mineral	Calcio	-
Dow Corning	Molykote 55M	Silicona	Jabón de litio	o
	Molykote PG65	PAO	Jabón de litio	+
	Molykote PG75	Sintética/Mineral	Jabón de litio	+
	Molykote PG602	Mineral	Jabón de litio	o
Elf	Rolexa.1	Mineral	Jabón de litio	+
	Rolexa.2	Mineral	Jabón de litio	o
	Epexelf.2	Mineral	Jabón de litio/calcio	o
Esso	Andok C	Mineral	Jabón de soda	o
	Andok 260	Mineral	Jabón de soda	o
	Cazar K	Mineral	Jabón de calcio	-
Mobil	Mobilplex 47	Mineral	Jabón de calcio	o
	Mobiltemp 1	Mineral	Sin jabón	+
Rocol	BG622	Mineral blanca	Jabón de calcio	o
	Sapphire	Mineral	Complejo de litio	o
	White Food Grease	Aceite blanco	homologado ind. alimenticia	-
Shell	Albida R2	Mineral	Complejo de litio	+
	Axius S2	Mineral	Litio	o
	Darina R2	Mineral	Inorgánica, sin jabón	+
	Stamina U2	Mineral	Poliurea	o
	Tivela A	Sintética	NA	+
	Omega 77	Mineral	Litio	o
Sovereign	Omega 85	Mineral	Poliurea	-
	Omega 85	Mineral	Poliurea	-
Tom Pac	Tom Pac	NA	NA	o
Total	Aerogrease	Sintética	NA	+
	Multis EP2	NA	Litio	-

Tabla 3: comportamiento con grasas

+ Recomendable o Aceptable - No recomendable

Zona 1 de la fig. 7

El cojinete trabaja en régimen de lubricación por contacto de cuerpos sólidos. El factor pU es el determinante del rendimiento del cojinete.

La vida del DX[®] se determina como sigue, (el resultado está, seguramente, por debajo de las posibilidades reales): calcular el factor pU efectivo, según las ecuaciones de la sección 5.8.

Cuando $epU/\eta \leq 0,2$ entonces

$$(4.5.1) \quad L_H = \frac{2250}{\left(\frac{epU}{\eta}\right)^{0,5}} \cdot a_Q \cdot a_T \cdot a_S \quad [h]$$

Cuando $0,2 < epU/\eta \leq 1,0$ entonces

$$(4.5.2) \quad L_H = \frac{1000}{\left(\frac{epU}{\eta}\right)} \cdot a_Q \cdot a_T \cdot a_S \quad [h]$$

Cuando $epU/\eta > 1,0$ entonces

$$(4.5.3) \quad L_H = \frac{1000}{\left(\frac{epU}{\eta}\right)^2} \cdot a_Q \cdot a_T \cdot a_S \quad [h]$$

epU ver (5.8.2), pág. 21

Zona 2 de la fig. 7

El cojinete trabaja en régimen de lubricación mixta.

El factor pU no tiene importancia para la determinación del rendimiento.

La vida del DX[®] depende: del tipo de lubricante, y de las condiciones reales de trabajo.

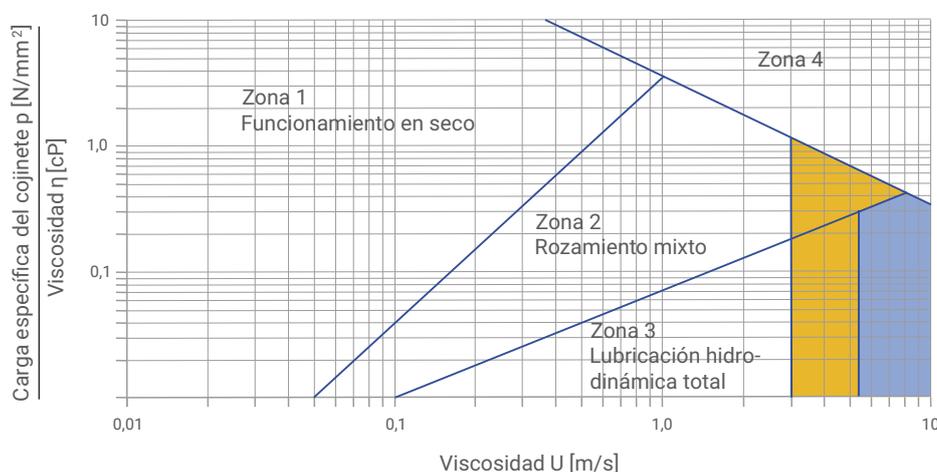
Zona 3 de la fig. 7

El cojinete trabaja en régimen de lubricación hidrodinámica. El desgaste del cojinete está determinado, solo, por la limpieza del lubricante y la frecuencia de arranque / paro.

Zona 4 de la fig. 7

Campo de trabajo con las mayores exigencias.

- Carga sobre el cojinete, o con alta velocidad, o alta carga, o una combinación de ambas.
- Este tipo de carga puede significar:
 - mayor temperatura de trabajo
 - y/o alto grado de desgaste
- El comportamiento del cojinete puede mejorarse mediante:
 - el empleo de DX[®] sin alvéolos de lubricación (capa de rodadura lisa)
 - colocación adicional de una o más ranuras de distribución de aceite en la capa de rodadura del cojinete
 - rugosidad media del árbol, $R_a < 0,05 \mu m$.



- Posiblemente será necesario un mayor juego
- Puede ser necesario un diseño más exacto del cojinete. Rogamos se pongan en contacto con nosotros.

- Condiciones de trabajo::
- carga constante
 - dirección de carga constante
 - funcionamiento permanente sin marcha de avance / retroceso
 - juego suficiente
 - suficiente penetración de lubricante

Fig. 7: diagrama de aplicaciones lubricadas

4 Lubricación

4.2 ROZAMIENTO

El efecto "stick-slip" es despreciable en los cojinetes DX® lubricados. Se garantiza el deslizamiento sin sacudidas, de las superficies en contacto. El valor de rozamiento de los DX® lubricados depende de las condiciones de trabajo, tal como se refleja en el apartado 4.3. Se recomienda efectuar un ensayo previo, cuando se requiera información precisa sobre el valor del rozamiento.

4.3 CONDICIONES TRIBOLÓGICAS DE TRABAJO

A continuación se dan algunas bases generales para el trabajo con lubricantes, y aplicaciones para el DX®:

Lubricación

El espesor de la película lubricante, entre el cojinete y la superficie antagonista, es determinante para las tres condiciones de trabajo, tribológicas, posibles.

Éstas por su lado dependen de:

- las dimensiones del cojinete
- la velocidad de deslizamiento
- el juego
- la viscosidad del lubricante
- la carga
- la cantidad del lubricante

Lubricación hidrodinámica

Caracterizada por:

- la separación total del cojinete y del árbol mediante la película lubricante
- un muy bajo coeficiente de rozamiento: 0,001 - 0,01
- ningún desgaste ya que no es posible un contacto entre el cojinete y el árbol

Las condiciones hidrodinámicas se verifican cuando:

$$(4.3.1) \quad p \leq \frac{U \cdot \eta}{7,5} \cdot \frac{B}{D_i} \quad [\text{N/mm}^2]$$

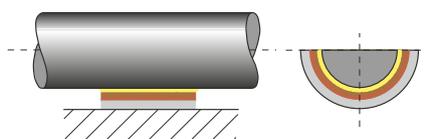


Fig. 4: lubricación hidrodinámica

Lubricación mixta

Caracterizada por:

- la combinación de lubricación hidrodinámica, y lubricación de capa límite, con rozamiento de cuerpos sólidos
- la transferencia de carga se realiza, en parte, por lubricantes comprimidos, pero también, por contacto de cuerpos sólidos
- el valor del rozamiento y desgaste, dependen del grado de sustentación hidrodinámica que se produce
- el DX® garantiza unos valores bajos de rozamiento y de desgaste, para el porcentaje de fuerza que es transmitida por el contacto de cuerpos sólidos.

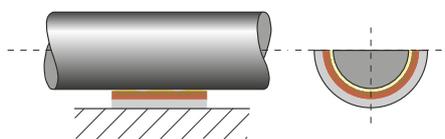


Fig. 5: lubricación mixta

Lubricación por contacto de cuerpos sólidos

Caracterizado por:

- contacto del cojinete con el árbol; no existe ninguna separación de ambas superficies por capa de lubricante
- la selección del material del cojinete, influye sobre la seguridad del trabajo
- desgaste del árbol con abrasión posible
- el excelente comportamiento del DX[®], minimiza el desgaste, bajo estas condiciones de trabajo.
- el valor de rozamiento dinámico, típico del DX[®], en condiciones de contacto de cuerpos sólidos es de: 0,02 - 0,1.
- el valor de rozamiento estático, típico del DX[®], en condiciones de contacto de cuerpos sólidos es de: 0,03 - 0,15.

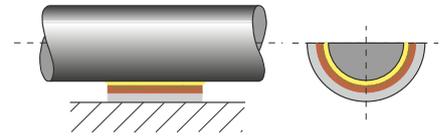


Fig. 6: lubricación por contacto

4.4 COMPORTAMIENTO DE LOS COJINETES DX CON LUBRICACIÓN POR LÍQUIDOS DX[®]

El DX[®], es especialmente adecuado, para aquellas instalaciones lubricadas, en las que no pueden mantenerse las condiciones completas, de trabajo hidrodinámico, p.ej.:

con altas cargas específicas:

En condiciones de contacto de cuerpos sólidos y rozamiento mixto, el DX[®] demuestra una excelente resistencia al desgaste con valores pequeños de rozamiento.

con lubricación deficiente:

Muchas instalaciones con cojinetes funcionan con un requerimiento pobre de lubricante, p.ej.: lubricación por barboteo, por goteo o por niebla de aceite. En estos casos el DX[®] necesita, significativamente, menos lubricante que los cojinetes metálicos convencionales.

con funcionamiento intermitente bajo carga:

En condiciones de velocidad insuficiente, que impida que se forme una película hidrodinámica, el cojinete trabajará en régimen de contacto de cuerpos sólidos, y rozamiento mixto. En estos casos el DX[®] aporta las siguientes ventajas:

minimización del desgaste y necesidad de un par de arranque inferior, respecto a otros cojinetes convencionales.

4.5 INDICACIONES CONSTRUCTIVAS PARA LA LUBRICACIÓN CON LÍQUIDOS

El gráfico de la fig. 7, muestra las 3 zonas de lubricación, comentadas anteriormente, relacionando la velocidad de deslizamiento, respecto, a la carga específica y la viscosidad del lubricante.

Para el uso del diagrama de la fig. 7 debe tenerse en cuenta:

el cálculo de los datos característicos según las fórmulas del capítulo 5 para:

- la carga específica p
- la velocidad de deslizamiento U

la utilización de los valores de temperatura / viscosidad, de la tabla 4:

- determinación de la viscosidad del lubricante en cP.

Observación:

La viscosidad depende directamente de la temperatura de trabajo. Si ésta es desconocida puede aplicarse un valor de +25 °C por encima de la temperatura ambiente.

4 Lubricación

Temperatura [°C]	VISCOSIDAD cP														
	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140
Lubricante															
ISO VG 32	310	146	77	44	27	18	13	9,3	7,0	5,5	4,4	3,6	3,0	2,5	2,2
ISO VG 46	570	247	121	67	40	25	17	12	9,0	6,9	5,4	4,4	3,6	3,0	2,6
ISO VG 68	940	395	190	102	59	37	24	17	12	9,3	7,2	5,8	4,7	3,9	3,3
ISO VG 100	2110	780	335	164	89	52	33	22	15	11,3	8,6	6,7	5,3	4,3	3,6
ISO VG 150	3600	1290	540	255	134	77	48	31	21	15	11	8,8	7,0	5,6	4,6
Diesel	4,6	4,0	3,4	3,0	2,6	2,3	2,0	1,7	1,4	1,1	0,95				
Gasolina	0,6	0,56	0,52	0,48	0,44	0,40	0,36	0,33	0,31						
Keroseno	2,0	1,7	1,5	1,3	1,1	0,95	0,85	0,75	0,65	0,60	0,55				
Agua	1,79	1,30	1,0	0,84	0,69	0,55	0,48	0,41	0,34	0,32	0,28				

Tabla 4: valores de viscosidad

4.6 GRADO DE DESGASTE E INTERVALOS DE REENGRASE POSTERIOR; LUBRICACIÓN POR GRASA

Con una carga específica por debajo de 100 N/mm², el desgaste de puesta en marcha de los cojinetes DX[®], con lubricación por grasa, es de aprox. 2 - 4 µm. En la vida del cojinete, se tiene una primera fase con poco desgaste hasta que, se agota el lubricante, a partir de ahí empieza a incrementarse el desgaste. Si se realiza una lubricación posterior a tiempo, antes de que aumente el desgaste, el cojinete sigue trabajando satisfactoriamente, durante largo tiempo, con un desgaste mínimo. La fig. 8 refleja un desgaste típico.

Por encima de 100 N/mm², el desgaste de puesta en marcha es mayor, aprox. 20 - 40 µm. seguido por una fase de un nivel bajo de desgaste, hasta que el cojinete tenga una relación desgaste / vida, igual a la apuntada en la fig. 8. La vida operativa está limitada por el desgaste en la zona de carga. Si la profundidad de desgaste es mayor que 0,15 mm. el volumen de grasa en los alvéolos se reduce, y se hace necesario un lubricado posterior más a menudo.

Desgaste por rozamiento

En los movimientos oscilantes en que la amplitud sea menor que la distancia entre los alvéolos, puede aparecer un desgaste local de las superficies antagonistas, después de un largo tiempo de trabajo. Bajo estas condiciones, el "dibujo" de los alvéolos es transferido a la superficie antagonista, y también pueden aparecer daños de gripado por corrosión. En este caso, el empleo de DS en lugar del DX[®], puede ser una alternativa.

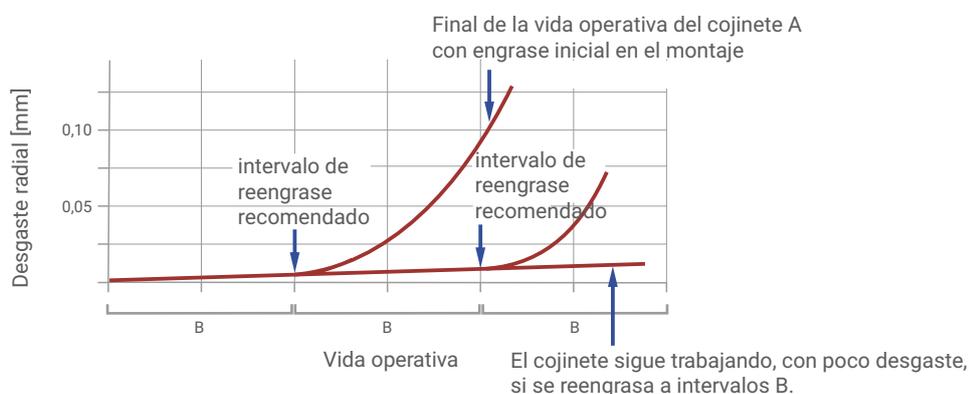


Fig. 8: desgaste típico del DX

5 Diseño constructivo

Los parámetros principales para determinar la talla, o para calcular la vida operativa de un cojinete DX®, son:

- valor límite de la carga específica p_{lim} [N/mm²]
- factor pU [N/mm² x m/s]
- rugosidad media R_a [μm] de la superficie antagonista
- material de la superficie antagonista
- Temperatura T [°C]
- otros factores de trabajo, p.ej.: diseño del alojamiento, suciedades, lubricación.

5.1 CARGA ESPECÍFICA

La carga específica p se define como, la carga de trabajo dividida por el área proyectada del cojinete, y se expresa en [N/mm²].

Cojinetes

$$(5.1.1) \quad p = \frac{F}{D_i \cdot B} \quad [N/mm^2]$$

Arandelas de empuje

$$(5.1.2) \quad p = \frac{4F}{\pi \cdot (D_o^2 - D_i^2)} \quad [N/mm^2]$$

Bandas

$$(5.1.3) \quad p = \frac{F}{L \cdot W} \quad [N/mm^2]$$

Valor límite de la carga específica

La carga máxima admisible aplicable a un cojinete DX® se expresa en términos de "límite de la carga específica", y depende del tipo de carga, y del tipo de lubricación; alcanzando su valor máximo cuando la carga es estática. No deben sobrepasarse los valores límites indicados en la tabla 5, dichos valores se presuponen con una buena alineación del árbol y el cojinete.

El valor del límite de la carga específica, para el DX®, se reduce a temperaturas por encima de los 40 °C, y se ve reducido, aproximadamente a la mitad de los valores de la tabla 5, a temperaturas por encima de los 100 °C.

Las fuerzas dinámicas y oscilantes conducen a una fatiga de la capa de deslizamiento, y reducen con ello, el valor del límite de la carga específica. Ver fig. 9, pag. 16.

CARGA	CONDICIONES DE TRABAJO	LUBRICACIÓN	p_{lim}
Estática	Movimientos constantes intermitentes o muy pequeños (<0,01m/s) de giro u oscilación	grasa o aceite	140
Estática	Movimientos continuos de rotación u oscilación	grasa o aceite (contacto de cuerpo sólido)	70
Estática ó dinámica	Movimientos continuos de rotación u oscilación	aceite (lubricación hidrodinámica)	45

Tabla 5: valores máximos de la carga específica p_{lim}

5 Diseño constructivo

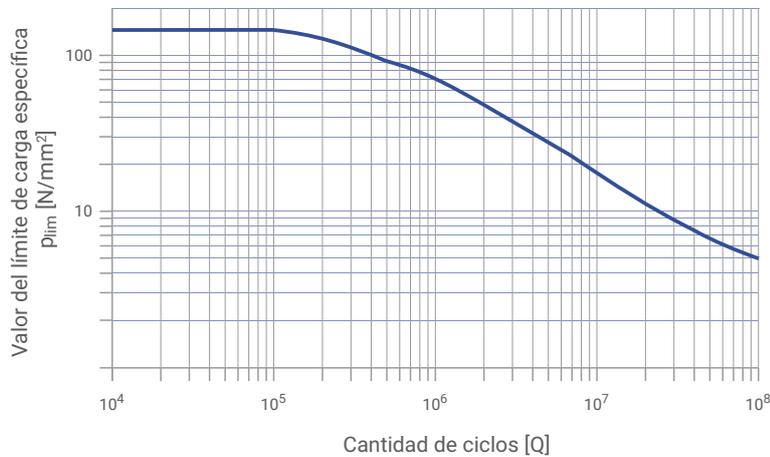


Fig. 9: valor límite de la carga específica p_{lim} para el DX bajo cargas dinámicas o condiciones de oscilación.

5.2 VELOCIDAD DE DESLIZAMIENTO U

La velocidad de deslizamiento U [m/s] se determina como sigue:

Movimiento de giro permanente

Cojinete

$$(5.2.1) \quad U = \frac{D_i \cdot \pi \cdot N}{60 \cdot 10^3} \quad [\text{m/s}]$$

Arandela de empuje

$$(5.2.2) \quad U = \frac{D_o + D_i}{2} \cdot \pi \cdot N \quad [\text{m/s}]$$

Movimiento oscilante

Cojinete

$$(5.2.3) \quad U = \frac{D_i \cdot \pi}{60 \cdot 10^3} \cdot \frac{4\varphi \cdot N_{osz}}{360} \quad [\text{m/s}]$$

Arandela de empuje

$$(5.2.4) \quad U = \frac{D_o + D_i}{2} \cdot \pi \cdot \frac{4\varphi \cdot N_{osz}}{360} \quad [\text{m/s}]$$

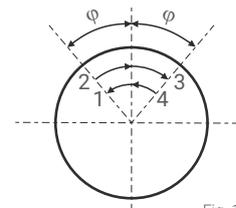


Fig. 10: ángulo de oscilación φ

El factor efectivo, máximo admisible, pU, (epU), para cojinetes DX® lubricados con grasa, depende de la velocidad de deslizamiento; ver fig. 11. Para una velocidad permanente por encima de los 2,5 m/s se recomienda una lubricación por aceite.

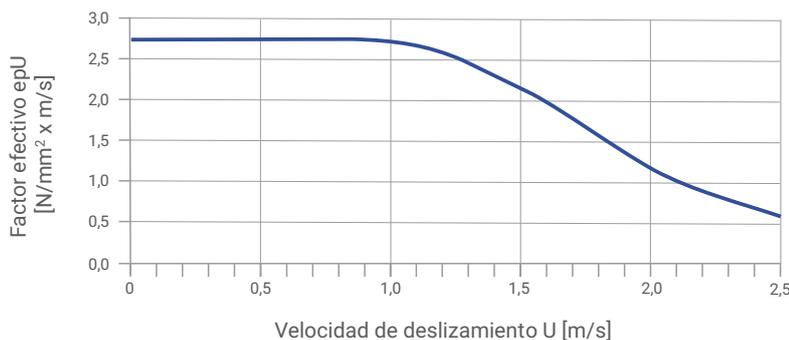


Fig. 11: factor máximo efectivo epU, para lubricación por grasa

5.3 FACTOR pU

La vida operativa de DX[®] se determina mediante el factor pU , (para arandelas de empuje se toma la velocidad sobre el diámetro medio):

$$(5.3.1) \quad [N/mm^2 \cdot m/s]$$
$$pU = p \cdot U$$

5.4 CARGA

Aparte del factor pU , existen influencias adicionales en función del tipo y la dirección de la carga. Éstas se tienen en cuenta por el factor de aplicación a_0 , para la velocidad y carga. Ver fig. 15 a 17.

Tipo de carga

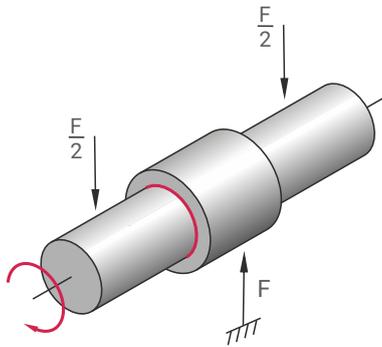


Fig. 12: carga vertical constante (dirección hacia abajo). Cojinete fijo, el árbol gira. El lubricante entra en el área de carga

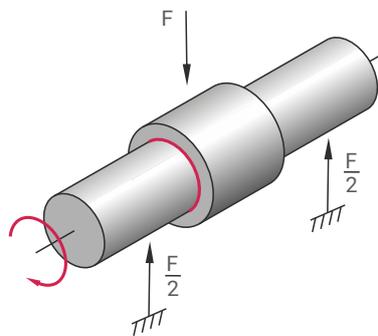


Fig. 13: carga vertical constante (no dirección hacia abajo). Cojinete fijo, el árbol gira. El lubricante entra en el área de carga

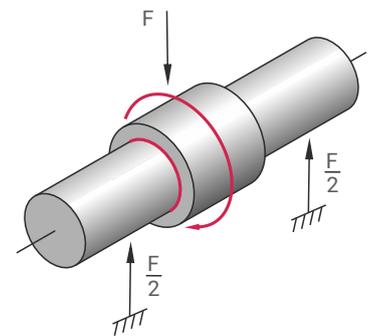
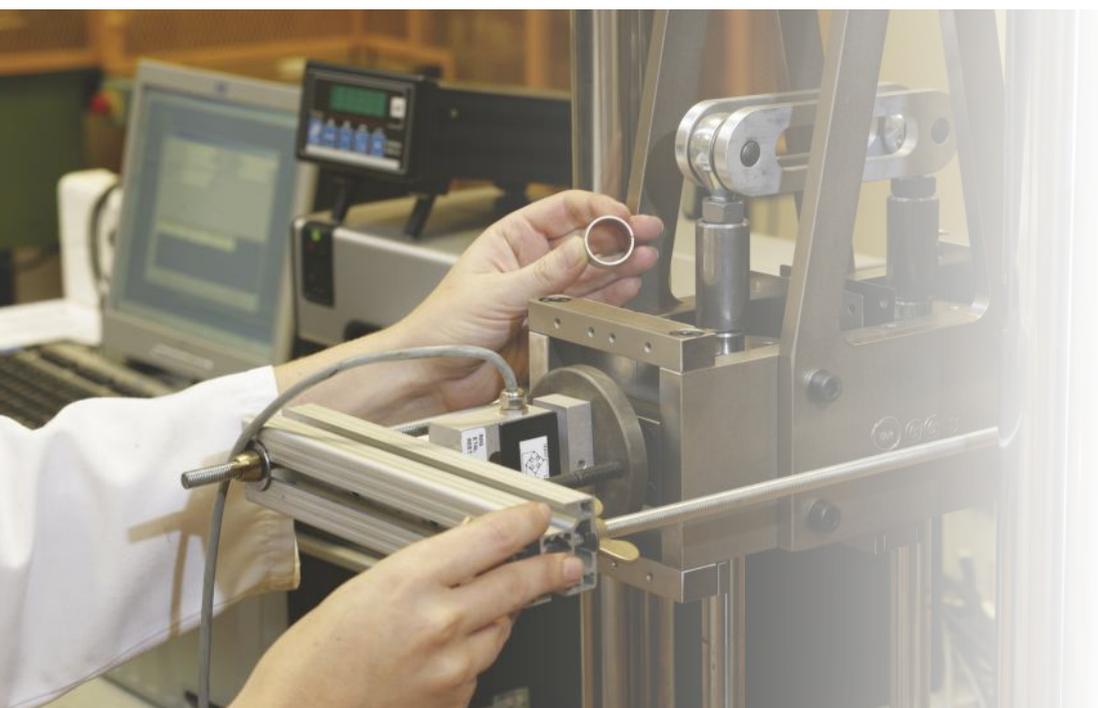


Fig. 14: carga rotativa, árbol fijo, el cojinete gira



5 Diseño constructivo

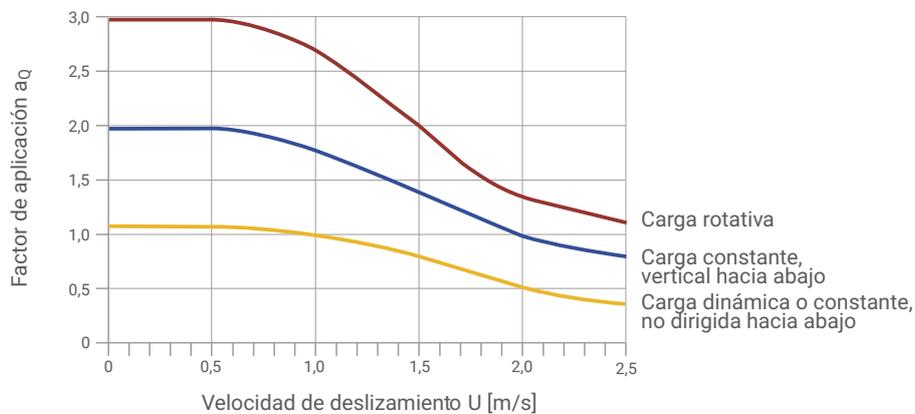


Fig. 15: factor de aplicación a_Q para cojinetes MB DX (con excedente para el mecanizado)

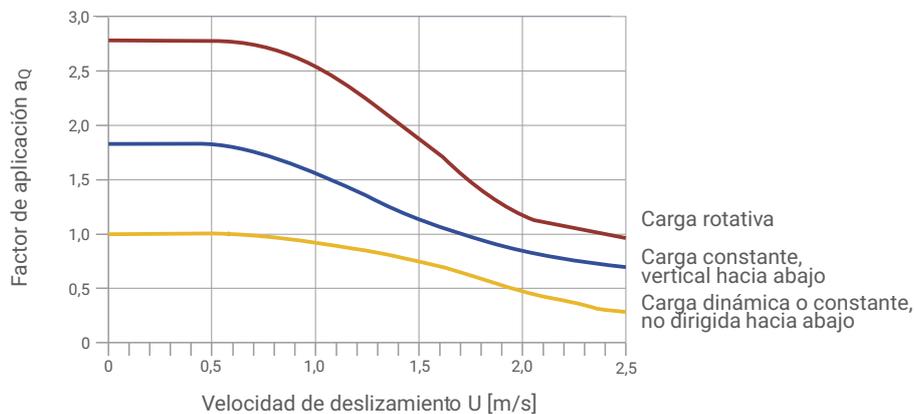


Fig. 16: factor de aplicación a_Q para cojinetes PM y MB DX, (MB DX mecanizado)

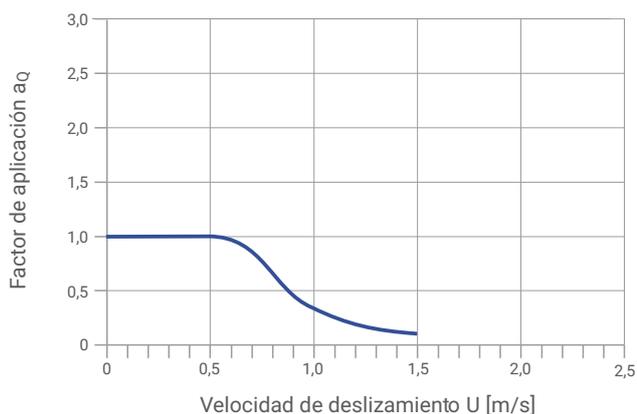


Fig. 16: factor de aplicación a_Q para arandelas de empuje

Observación: $a_Q = 1$ para bandas de deslizamiento

5.5 TEMPERATURA

El rendimiento de un cojinete DX[®] depende de la temperatura de trabajo. Por encima de los 40 °C la capacidad de un cojinete DX[®] lubricado con grasa disminuye debido al comportamiento del material y de la lubricación.

Para un factor pU supuesto, la temperatura de trabajo depende de la temperatura ambiental y de la disipación de calor permitida por el alojamiento.

En el cálculo de la vida operativa del DX[®], esto se tiene en cuenta por el factor de aplicación a_T , mostrado en la fig. 18.

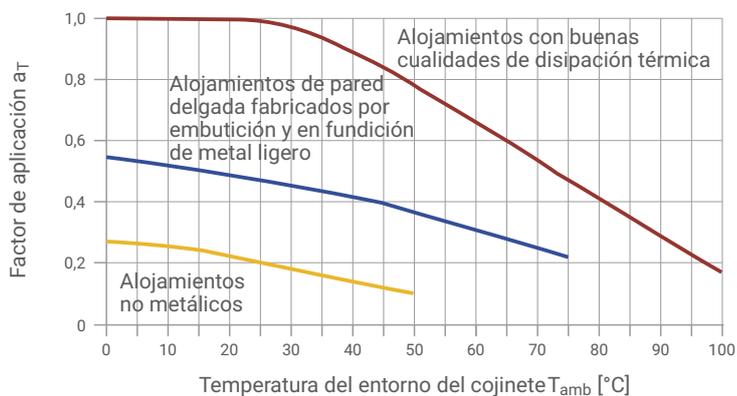


Fig. 18: factor de aplicación a_T para el DX

5.6 SUPERFICIE ANTAGONISTA

El grado de desgaste, del DX[®], está influido también en gran medida, por la calidad de la superficie del cuerpo antagonista. El valor óptimo, de rugosidad, para la superficie antagonista es de 0,4 $\mu m R_a$, rectificado o mejor. Esta influencia está incluida en el factor de aplicación para el acabado de la superficie a_S . Ver fig. 19.

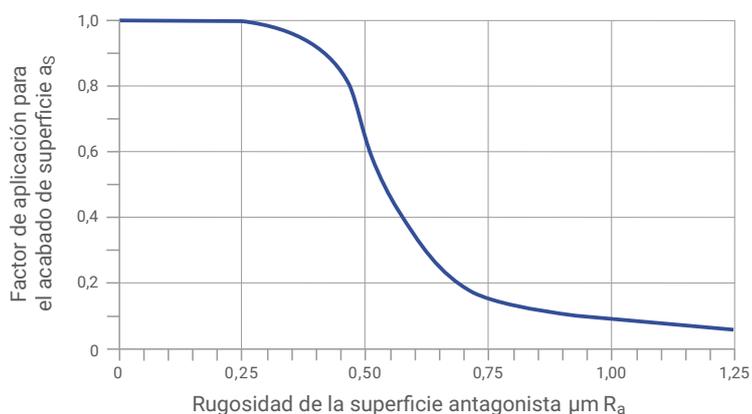


Fig. 19: factor de aplicación a_S para el DX

5 Diseño constructivo

5.7 DIMENSIÓN DEL COJINETE

El calor generado en la superficie del cojinete y disipado a través del árbol y del alojamiento depende conjuntamente de las condiciones de operación, p.ej.: del factor pU y de la talla del cojinete.

Para un determinado factor p_v , un cojinete grande podrá trabajar a más temperatura que uno pequeño. El factor de dimensión de cojinete a_B , mostrado en la fig. 20, tiene en cuenta este efecto.

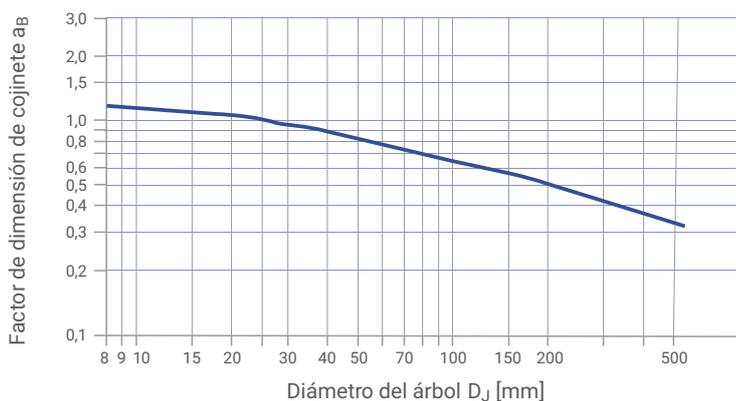


Fig. 20: factor de dimensión de cojinete a_B

Observación: $a_B = 1$ para bandas de deslizamiento

5.8 ESTIMACIÓN DE LA VIDA OPERATIVA CON LUBRICACIÓN POR GRASA

Parámetros para el cálculo

COJINETES	ARANDELAS DE EMPUJE	BANDAS DE DESLIZAMIENTO	UNIDADES
Diámetro int. del cojinete D_i	Diámetro ext. D_o	Longitud L	[mm]
Longitud del cojinete B	Diámetro int. D_i	Anchura W	[mm]

Condiciones de trabajo

Carga	F	[N]
Velocidad de rotación (continua)	N	[1/min]
Frecuencia de oscilación	N_{osc}	[1/min]
Movimiento de giro: desviación a partir del eje central hacia ambos lados	φ	[°]
Límite de carga específica	Ver tab. 5, pág. 15	[N/mm ²]
Factor de aplicación a_Q	Ver Fig. 15-17, pag. 18	[-]
Factor de aplicación a_T	Ver Fig. 18, pag. 19	[-]
Factor de aplicación a_S	Ver Fig. 19, pag. 19	[-]
Factor de dimensión de cojinete a_B	Ver Fig. 20, pag. 19	[-]

Calcular p según las ecuaciones del apartado 5.1 de la pag. 15.

Calcular U según las ecuaciones del apartado 5.2 de la pag. 16.

Calcular pU según las ecuaciones del apartado 5.3 de la pag. 17.

Calcular el factor de carga elevada a_E

$$(5.8.1) \quad a_E = \frac{p_{lim} - p}{p_{lim}} \quad [-]$$

p_{lim} ver tab. 5, pág. 15

Observación:

si $a_E > 10000$, o $a_E < 0$, entonces el cojinete está sobrecargado.

Calcular el factor pU efectivo, epU

$$(5.8.2) \quad epU = \frac{a_E \cdot pU}{a_B} \quad [-]$$

Observación:

comprobar que el factor epU sea inferior al límite establecido en la fig. 11, para la velocidad de deslizamiento dada, U. Si no lo es se aumentará la longitud del cojinete, o se aplicará la lubricación continua.

Estimación de la vida operativa

si $epU < 1,0$; entonces:

$$(5.8.3) \quad L_H = \frac{3000}{epU} \cdot a_Q \cdot a_T \cdot a_S \quad [h]$$

si $epU > 1,0$; entonces:

$$(5.8.4) \quad L_H = \frac{3000}{(epU)^{2,4}} \cdot a_Q \cdot a_T \cdot a_S \quad [h]$$

Estimación del intervalo de reengrase

$$(5.8.5) \quad L_{RG} = \frac{L_H}{2} \quad [h]$$

Movimiento de oscilación y Cargas dinámicas

Cálculo del número de ciclos

$$(5.8.6) \quad Z_T = L_{RG} \cdot n_{osc} \cdot 60 \cdot (R + 2) \quad [h]$$

Cálculo del número de ciclos

$$(5.8.7) \quad C_T = L_{RG} \cdot C \cdot 60 \cdot (R + 2) \quad [h]$$

Donde R = número de veces en que el cojinete es reengrasado durante la vida requerida.

Comprobar que Z_T (ó C_T) sea inferior, que el total del número de ciclos Q, para la carga específica p dada.

Si Z_T (ó C_T) > Q; entonces la vida viene limitada por la fatiga, después de Q ciclos.

Si Z_T (ó C_T) < Q; entonces la vida viene limitada por el desgaste, después de Z_T ciclos.

Si la estimación de vida, o el total de ciclos es insuficiente; o los intervalos de reengrase son demasiado frecuentes, es conveniente incrementar la longitud o el diámetro del cojinete; o considerar un engrase por goteo, o bien una lubricación continua, la cantidad de la misma será establecida por ensayos.

5 Diseño constructivo

5.9 EJEMPLOS DE CÁLCULO

Cojinete cilíndrico PM

Dado:			
Tipo de carga	Carga constante	Diámetro interior D_i	40 mm
	Sentido: hacia abajo	Anchura cojinete B	30 mm
Árbol	Acero	Carga nominal F	15.000 N
	Temperatura ambiente	Velocidad rotación N	30 · 1/min
	Buena evacuación de calor	R_a	0,3 μ m

Factores de cálculo y corrección	
Carga específica máx. admisible p_{lim}	70 N/mm ² (Tab. 5, pág. 15)
Factor de aplicación a_T	1,0 (Fig. 18, pág. 19)
Factor de aplicación a_S	0,98 (Fig. 19, pág. 19)
Factor de aplicación a_B para \varnothing 40	0,98 (Fig. 20, pág. 20)
Factor de aplicación a_Q para PM	1,8 (Fig. 16, pág. 18)

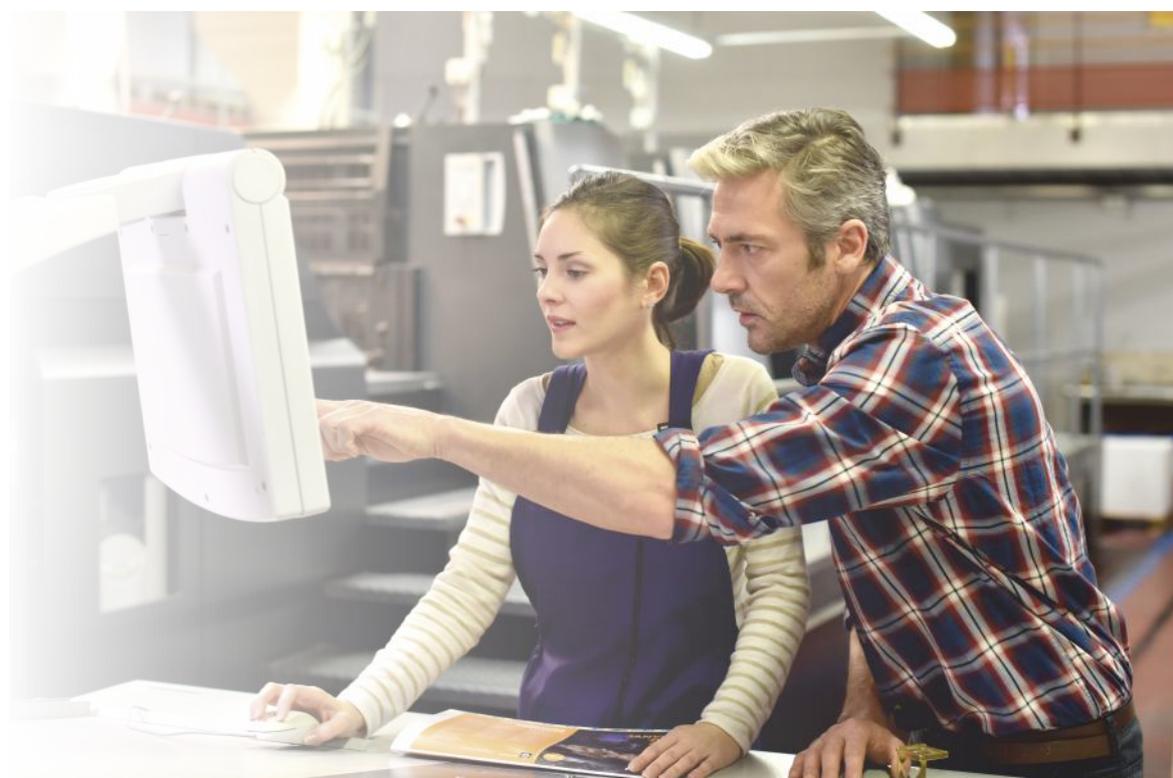
Cálculo	ver	Resultado
Carga específica p [N/mm ²]	(5.1.1) pág. 15	$p = \frac{F}{D_i \cdot B} = \frac{15.000}{40 \cdot 30} = 12,5$
Velocidad de deslizamiento U [m/s]	(5.2.1) pág. 16	$U = \frac{D_i \cdot \pi \cdot N}{60 \cdot 10^3} = \frac{40 \cdot 3,14 \cdot 30}{60 \cdot 10^3} = 0,063$
Factor de carga elevada a_E [-] (debe ser >0)	(5.8.1) pág. 21	$a_E = \frac{p_{lim}}{p_{lim} - p} = \frac{70}{70 - 12,5} = 1,22$
Factor efectivo epU [-]	(5.8.2) pág. 21	$epU = \frac{a_E \cdot pU}{a_B} = \frac{1,22 \cdot 12,5 \cdot 0,063}{0,98} = 0,98$
Vida operativa L_H [h] para $epU < 1$	(5.8.3) pág. 21	$L_H = \frac{3000}{epU} \cdot a_Q \cdot a_T \cdot a_S$ $= \frac{3000}{0,98} \cdot 1,8 \cdot 1,0 \cdot 0,98 = 5400$
L_{RG} [h]	(5.8.5) pág. 21	$L_{RG} = \frac{L_H}{2} = \frac{5400}{2} = 2700$

Cojinete cilíndrico PM

Dado:			
Tipo de carga	Carga constante	Diámetro interior D_i	90 mm
	Sentido: hacia abajo	Anchura cojinete B	60 mm
Árbol	Acero	Carga nominal F	45.000 N
	Temperatura 80°C	Velocidad rotación N	20 · 1/min
	Buena evacuación de calor	R_a	0,3 μ m

Factores de cálculo y corrección	
Carga específica máx. admisible p_{lim}	46,7 N/mm ² (Tab. 5, pág. 15)
Factor de aplicación a_T	0,4 (Fig. 18, pág. 19)
Factor de aplicación a_S	0,98 (Fig. 19, pág. 19)
Factor de aplicación a_B para \varnothing 40	0,70 (Fig. 20, pág. 20)
Factor de aplicación a_Q para PM	1,0 (Fig. 16, pág. 18)

Cálculo	ver	Resultado
Carga específica p [N/mm ²]	(5.1.1) pág. 15	$p = \frac{F}{D_i \cdot B} = \frac{45.000}{90 \cdot 60} = 8,33$
Velocidad de deslizamiento U [m/s]	(5.2.1) pág. 16	$U = \frac{D_i \cdot \pi \cdot N}{60 \cdot 10^3} = \frac{90 \cdot 3,14 \cdot 20}{60 \cdot 10^3} = 0,094$
Factor de carga elevada a_E [-] (debe ser >0)	(5.8.1) pág. 21	$a_E = \frac{p_{lim}}{p_{lim} - p} = \frac{46,7}{46,7 - 8,33} = 1,22$
Factor efectivo epU [-]	(5.8.2) pág. 21	$epU = \frac{a_E \cdot pU}{a_B} = \frac{1,22 \cdot 8,33 \cdot 0,094}{0,70} = 1,36$
Vida operativa L_H [h] para $epU < 1$	(5.8.3) pág. 21	$L_H = \frac{3000}{epU^{2,4}} \cdot a_Q \cdot a_T \cdot a_S$ $= \frac{3000}{1,36^{2,4}} \cdot 1,0 \cdot 0,4 \cdot 0,98 = 562$
L_{RG} [h]	(5.8.5) pág. 21	$L_{RG} = \frac{L_H}{2} = \frac{562}{2} = 281$



Arandela de empuje

Dado:			
Tipo de carga	Carga constante Sentido: hacia abajo	Diámetro interior D_i	26 mm
		Diámetro exterior D_o	44 mm
Árbol	Acero Temperatura ambiente	Carga nominal F	10.000 N
		Velocidad rotación N	10 · 1/min
	Buena evacuación de calor	R_a	0,3 μ m

Factores de cálculo y corrección			
Carga específica máx. admisible p_{lim}		70 N/mm ²	(Tab. 5, pág. 15)
Factor de aplicación a_T		1,0	(Fig. 18, pág. 19)
Factor de aplicación a_S		0,98	(Fig. 19, pág. 19)
Factor de aplicación a_B para \varnothing 35		0,98	(Fig. 20, pág. 20)
Factor de aplicación a_Q para arandelas de empuje		1,8	(Fig. 16, pág. 18)

Cálculo	ver	Resultado
Carga específica p [N/mm ²]	(5.1.1) pág. 15	$p = \frac{4 \cdot F}{\pi \cdot (D_o^2 - D_i^2)} = \frac{4 \cdot 10.000}{\pi \cdot (44^2 - 26^2)} = 10,11$
Velocidad de deslizamiento U [m/s]	(5.2.2) pág. 16	$U = \frac{D_o + D_i}{2} \cdot \pi \cdot N$ $= \frac{44 + 26}{2} \cdot \pi \cdot 10$ $= 60 \cdot 10^3 = 0,018$
Factor de carga elevada a_E [-] (debe ser >0)	(5.8.1) pág. 21	$a_E = \frac{p_{lim}}{p_{lim} - p} = \frac{70}{70 - 10,11} = 1,169$
Factor efectivo epU [-]	(5.8.2) pág. 21	$epU = \frac{a_E \cdot pU}{a_B} = \frac{1,169 \cdot 10,11 \cdot 0,018}{0,98} = 0,236$
Vida operativa L_H [h] para $epU < 1$	(5.8.3) pág. 21	$L_H = \frac{3000}{epU} \cdot a_Q \cdot a_T \cdot a_S$ $= \frac{3000}{0,236} \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,98 = 12.460$
L_{RG} [h]	(5.8.5) pág. 21	$L_{RG} = \frac{L_H}{2} = \frac{12.460}{2} = 6.230$

Arandela de empuje

Dado:			
Tipo de carga	Carga constante Sentido: hacia abajo	Largo L	50 mm
		Anchura W	20 mm
Árbol	Acero ($R_a = 0,3 \mu$ m) Temperatura 80 °C	Carga nominal F	20.000 N
		Carrera	15 min
	Buena evacuación de calor	Frecuencia	10 · 1/min

Factores de cálculo y corrección			
Carga específica máx. admisible p_{lim}		93 N/mm ²	(Tab. 5, pág. 15)
Factor de aplicación a_T		0,4	(Fig. 18, pág. 19)
Factor de aplicación a_S		0,98	(Fig. 19, pág. 19)
Factor de dimensión de cojinete a_B		1,0	(Fig. 20, pág. 20)
Factor de aplicación a_Q para arandelas de empuje		1,0	(Fig. 16, pág. 18)

Cálculo	ver	Resultado
Carga específica p [N/mm ²]	(5.1.1) pág. 15	$p = \frac{F}{L \cdot W} = \frac{20.000}{50 \cdot 20} = 20$
Velocidad de deslizamiento U [m/s]	(5.2.2) pág. 16	$U = \frac{15 \cdot 2 \cdot 10}{60 \cdot 10^3} = 0,005$
Factor de carga elevada a_E [-] (debe ser >0)	(5.8.1) pág. 21	$a_E = \frac{p_{lim}}{p_{lim} - p} = \frac{93}{93 - 20} = 1,27$
Factor efectivo epU [-]	(5.8.2) pág. 21	$epU = \frac{a_E \cdot pU}{a_B} = \frac{1,27 \cdot 20 \cdot 0,005}{1,0} = 0,127$
Vida operativa L_H [h] para $epU < 1$	(5.8.3) pág. 21	$L_H = \frac{3000}{epU} \cdot a_Q \cdot a_T \cdot a_S$ $= \frac{3000}{0,127} \cdot 1,0 \cdot 0,4 \cdot 0,98 = 9.260$
L_{RG} [h]	(5.8.5) pág. 21	$L_{RG} = \frac{L_H}{2} = \frac{9.260}{2} = 4.630$

6 Montaje

6.1 DIMENSIONES Y TOLERANCIAS

Para unas prestaciones óptimas, debe respetarse el juego indicado. El agujero de alojamiento del cojinete y el diámetro del árbol deben corresponder a las indicaciones de las tablas.

En el caso, inusual, de que el alojamiento se dilate elásticamente y con ello el diámetro interior del cojinete sea mayor que el calculado, el juego será demasiado grande. En tales circunstancias el alojamiento deberá taladrarse a medida más pequeña, y el diámetro del árbol será incrementado; la correcta dimensión del cojinete será determinada, experimentalmente, por un ensayo de montaje.

6.2 TOLERANCIAS PARA JUEGOS MÍNIMOS

Lubricación con grasa

El juego mínimo, para un empleo satisfactorio del DX[®], depende del factor pU , de la velocidad de deslizamiento, y de la temperatura del entorno. Cualquier parámetro, individualmente, o una combinación de todos, puede disminuir el juego radial, ya que, la capa de polímero del DX[®], se dilata hacia adentro (dilatación térmica). En este caso, esto debe ser compensado.

En la fig. 21, la línea escalonada, muestra el juego radial mínimo, sobre el diámetro, a una temperatura de 20 °C. Donde la línea escalonada indica un cambio de juego, para un diámetro determinado del árbol, entonces debe emplearse el valor inferior. Las rectas adicionales representan el juego radial, mínimo admisible, para distintos valores pU . Donde el factor pU es calculado según el punto 5.3, pág. 17; siendo u el factor de corrección para la velocidad de deslizamiento, ver fig. 22, y aplicado cuando las velocidades medias de deslizamiento son superiores a 0,5 m/s.

Si el juego indicado, para un determinado factor pU , está por debajo de la línea escalonada, se puede emplear el árbol estándar recomendado. Si el valor es mayor, debe reducirse la dimensión del árbol, para conseguir el juego indicado en el eje de ordenadas de la fig. 21.

Bajo condiciones de bajas velocidades y altas cargas, se pueden obtener unas prestaciones satisfactorias del cojinete, incluso, con juegos menores a los indicados. Para ello, es necesario hacer ensayos de prototipo.

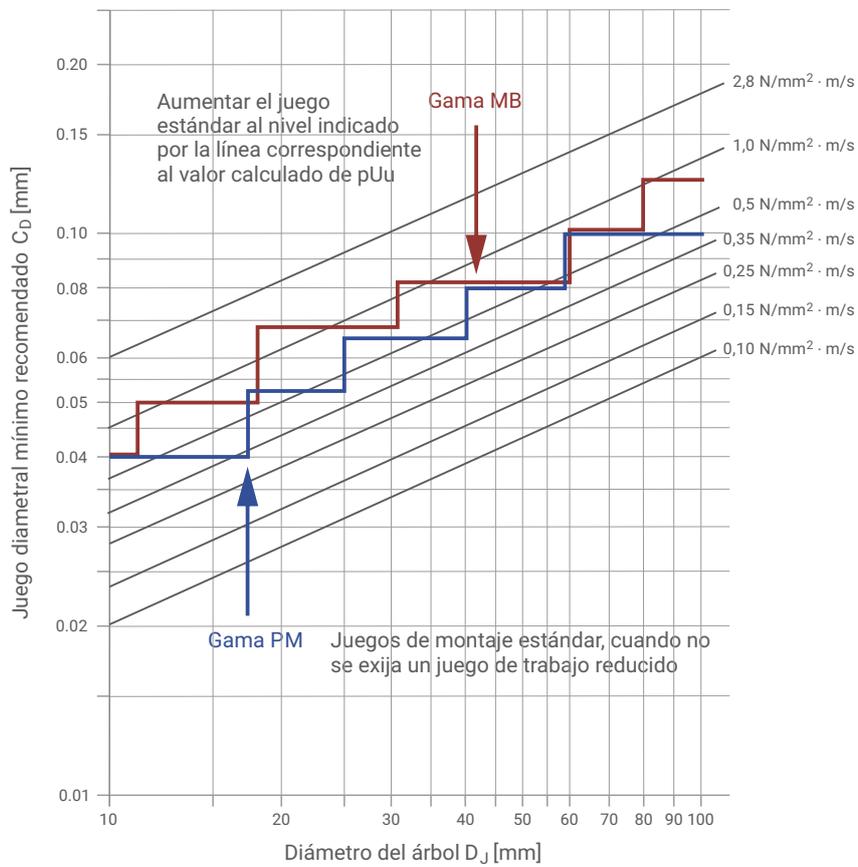


Fig. 21: juego de montaje mínimo para el PM (listo para el montaje) y el MB gama métrica (agujero mecanizado a H7)

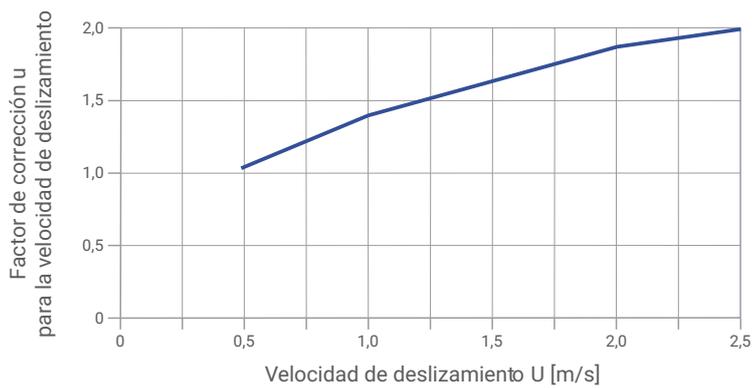


Fig. 22: factor de corrección u para la velocidad de deslizamiento

6 Montaje

Lubricación con líquidos

En la fig. 23 se muestra el juego mínimo de montaje requerido, para una gama de distintos diámetros y velocidades de rotación, para cojinetes en régimen de lubricación hidrodinámica o mixta.

Para los cojinetes que trabajan con juegos mínimos se recomiendan ensayos previos.

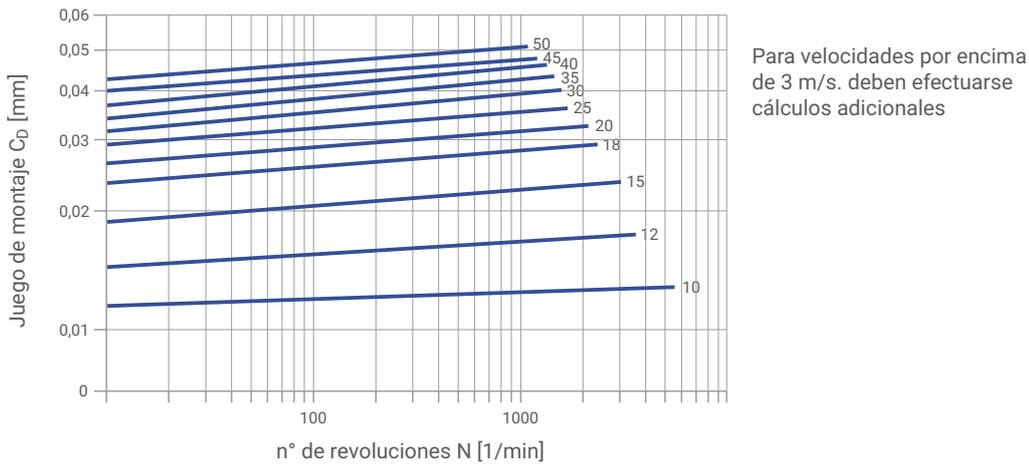


Fig. 23: juegos de montaje mínimos para cojinetes DX, diámetros D_i de 10 a 50 mm.

Márgenes para variación de dimensiones por dilatación térmica

Para el trabajo en ambientes a alta temperatura, debe de incrementarse el juego del cojinete, de acuerdo con los valores indicados en la fig. 24. Esto es para compensar la dilatación, hacia adentro, de la capa de deslizamiento del cojinete.

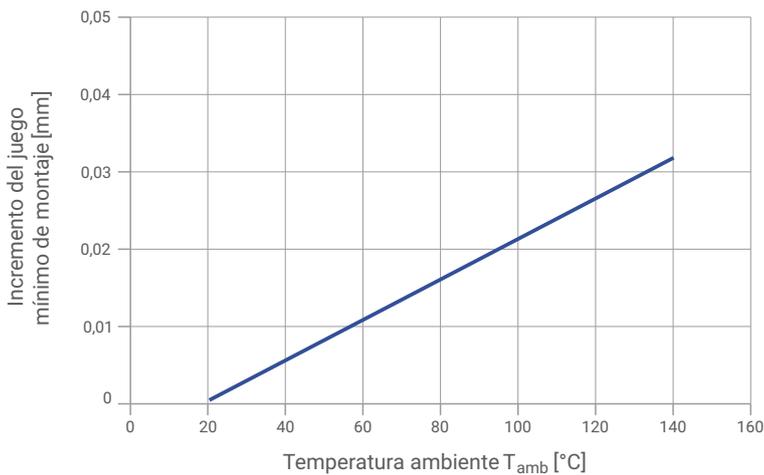


Fig. 24: incremento del juego diametral recomendado

Los montajes de cojinetes en alojamientos de materiales no féreos, requieren menor dimensión de diámetro de agujero, según se indica en la tabla 5. Ello incrementa la interferencia entre el diámetro exterior del cojinete y el alojamiento; con lo que se garantiza una mejor fijación de aquel. El diámetro del árbol, además de los valores indicados en la fig. 24, debe reducirse en el mismo valor de porcentaje que el agujero del alojamiento.

MATERIAL DEL ALOJAMIENTO	REDUCCIÓN DEL AGUJERO DE ALOJAMIENTO POR 100 °C DE AUMENTO DE TEMP.	REDUCCIÓN DEL DIÁMETRO DEL ÁRBOL POR 100 °C DE AUMENTO DE TEMPERATURA
Aleaciones de aluminio	0,1 %	0,1 % + valor de la fig. 24
Aleaciones a base de cobre	0,05 %	0,05 % + valor de la fig. 24
Acero y fundición gris	Nada	valor de la fig. 24
Aleaciones a base de zinc	0,15 %	0,15 % + valor de la fig. 24

Tabla 6: tolerancias para temperatura alta

6.3 DISEÑO DE LAS SUPERFICIES ANTAGÓNICAS

Los cojinetes DX® pueden emplearse con todos los contramateriales convencionales. No son necesarios los árboles de acero templado, salvo que exista la posibilidad de penetración de partículas abrasivas, o se desee un rendimiento mayor de 2000 horas; en estos casos el árbol debe templarse, a un mínimo de 350 HB. La superficie será rectificada a 0,4 µm Ra, o mejor. La última fase del mecanizado de la superficie antagonista, deberá tener, preferentemente, la misma orientación que la dirección del movimiento relativo de la superficie del cojinete, cuando éste esté en servicio.

Normalmente el DX® se emplea con árboles y gorriones de acero o con áreas de empuje, también de acero. En ambientes húmedos y corrosivos se utiliza el acero inoxidable o el acero al carbono cromado duro; como alternativa se pueden utilizar las fundas WH de GGB, para árboles y gorriones; para dimensiones estándar ver programa de suministro.

En el caso de recubrimientos galvánicos será importante tener en cuenta la resistencia del recubrimiento así como su adherencia, sobre todo en movimientos con cargas alternativas.

Los árboles o áreas de empuje utilizadas con los cojinetes o las arandelas de empuje DX, tendrán que sobresalir de la superficie de deslizamiento del cojinete, para así evitar las presiones de corte que se puedan producir. El acabado de las superficies antagonistas será sin ranuras o caras planas. Los extremos de los árboles o gorriones estarán provistos de chaflanes o biseles, para así evitar el arranque o rayado de la capa de deslizamiento de polímero del DX®.

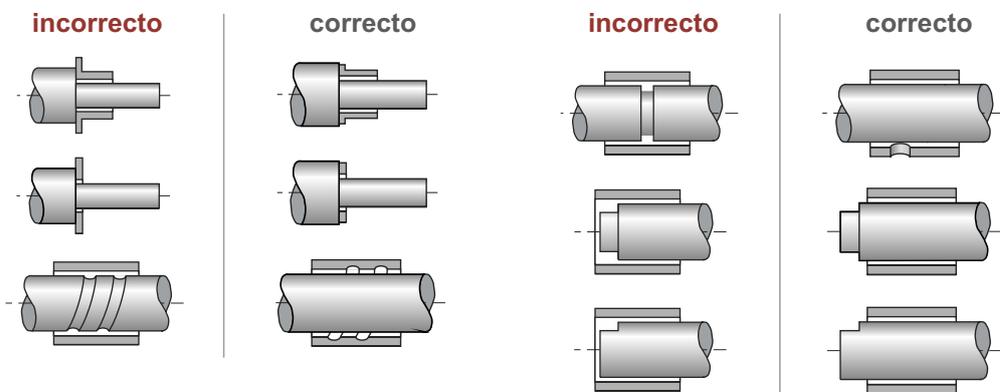


Fig. 25: diseño de la pieza antagonista

6 Montaje

6.4 CALADO DEL COJINETE

Observación importante:

Debe asegurarse que la capa de deslizamiento del DX® no se dañe durante el montaje.

Calado del cojinete por apriete

- Diámetro exterior del cojinete <55 mm:
montaje con mandril escalonado de acero templado, preferiblemente. Ver fig. 26
 - Diámetro exterior del cojinete >55 mm:
montaje con anillo auxiliar para mantener la forma geométrica del cojinete durante el apriete.
 - Diámetro exterior del cojinete >125 mm:
montaje sin anillo auxiliar ni mandril escalonado, p.ej. con discos de presión y tornillo
- Para evitar daños debe tenerse en cuenta:
- que el diámetro del alojamiento corresponda a las recomendaciones
 - existencia de chaflán:
0,8 x 15° - 20° en el alojamiento
 - colocación recta del cojinete
 - aceitar ligeramente el diámetro exterior del cojinete

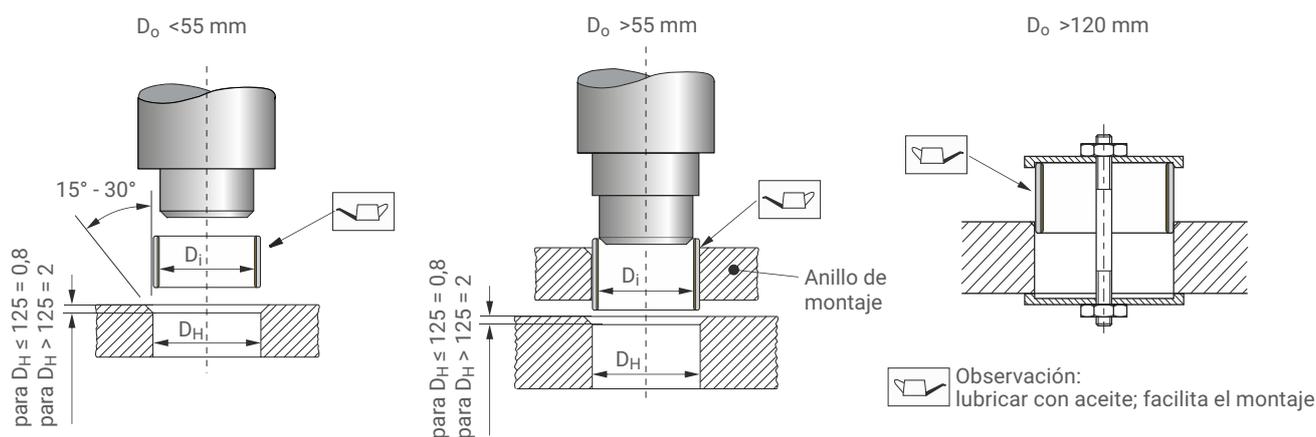


Fig. 26: calado de los cojinetes por apriete

Fuerzas de calado

La gráfica de la fig. 27 da una orientación sobre las fuerzas de apriete máximas, necesarias para el montaje de los cojinetes DX®.

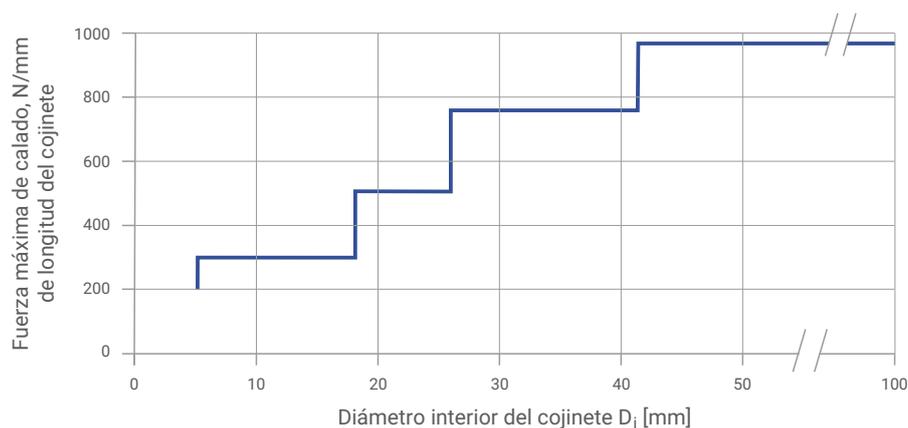


Fig. 27: fuerzas máximas de calado F_i

Alineación

Es necesaria una alineación exacta para todas las aplicaciones. Al emplear cojinetes DX® los errores de alineación no deben sobrepasar el valor de 0,020 mm. Ver fig. 28. Esto es válido para el montaje de un cojinete y para los cojinetes montados en tándem. El mismo criterio es válido para las arandelas de empuje.

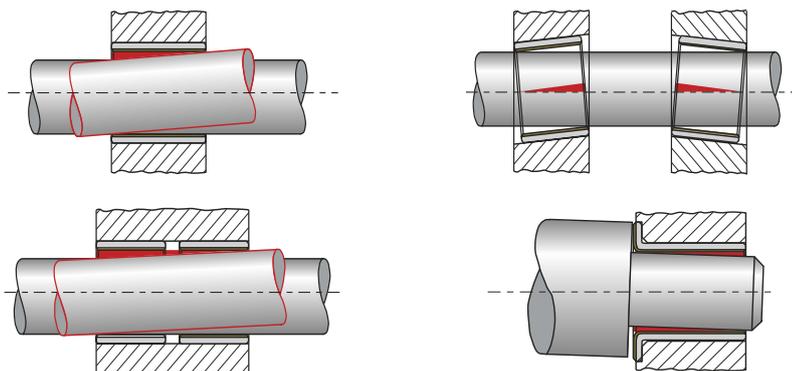


Fig. 28: alineación

Sellado de cojinetes

Aunque el DX® puede absorber una suciedad limitada sin pérdida de rendimiento; es conveniente un sistema de estanqueidad, según se muestra en la fig. 29, cuando exista la posibilidad de entrada de suciedades altamente abrasivas.

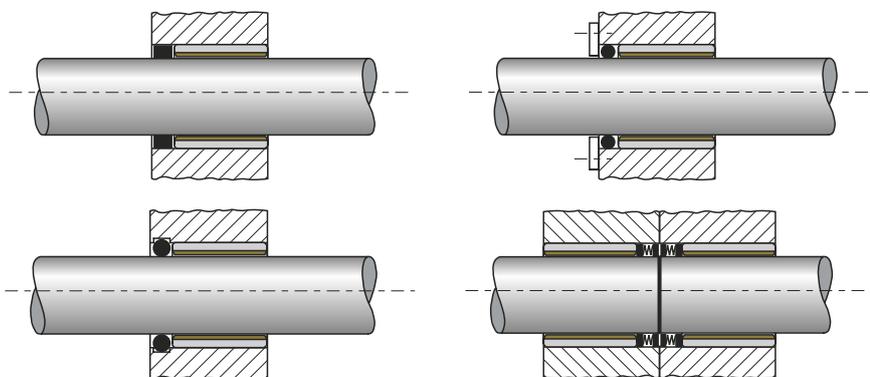


Fig. 29: disposiciones de sellado recomendadas

Guiaje axial

Aún cuando las cargas axiales sean pequeñas, es recomendable, generalmente, el uso de arandelas de empuje DX® junto con los cojinetes DX®. La experiencia demuestra que las partículas, debido al rozamiento de unas áreas frontales de deslizamiento, incorrectamente posicionadas, pueden llegar a los cojinetes DX®, cercanos, e influir muy negativamente sobre su comportamiento.

6 Montaje

Montaje de arandelas de empuje

La arandela de empuje tendrá que estar asentada en un refundido, cuyo diámetro será 0,125 mm más grande que el exterior de la arandela; la profundidad, T_a , viene indicada en las tablas de dimensiones. Ver fig. 30. El diámetro interior no deberá de tocar el árbol o gorrón.

Si no se puede realizar un refundido, las arandelas pueden sujetarse de la siguiente manera:

- con dos pasadores de sujeción
- con dos tornillos de sujeción
- mediante pegamento

Se han ensayado aplicaciones sin ningún elemento de fijación, solo con el rozamiento proporcionado por el lado opuesto al de deslizamiento y con un centraje sobre el diámetro exterior, ya que el valor del rozamiento entre el material del dorso y el alojamiento siempre será mayor que el existente entre la capa de deslizamiento y la superficie antagonista.

Observaciones

- los pasadores de sujeción han de quedar hundidos, como mínimo, 0,25 mm por debajo de la capa de deslizamiento.
- los tornillos también irán hundidos 0,25 mm por debajo de la capa de deslizamiento.
- no calentar el DX® por encima de los 130 °C (p.ej. en montajes donde existan soldaduras).
- consultar a los fabricantes de adhesivos industriales en cuanto al tipo adecuado y a su modo de empleo.
- proteger la capa de deslizamiento para evitar la posible adherencia del pegamento.
- el diámetro interior de la arandela no debe tener contacto con el árbol o gorrón después del montaje.
- asegurarse que la arandela está colocada por su lado correcto.

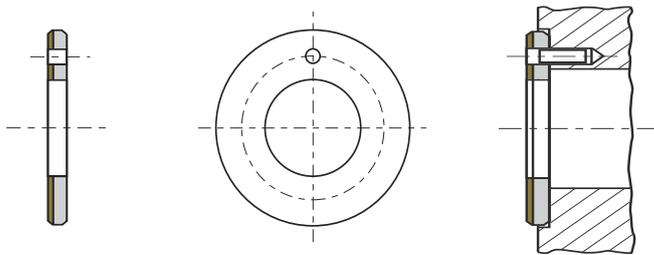


Fig. 30: instalación de la arandela de empuje

Bandas deslizantes

La fijación del material de banda DX®, en la aplicación como guíaje lineal, se realiza:

- con tornillos avellanados
- con adhesivo industrial
- mediante lengüeta o solapa, según se muestra en la fig. 31.

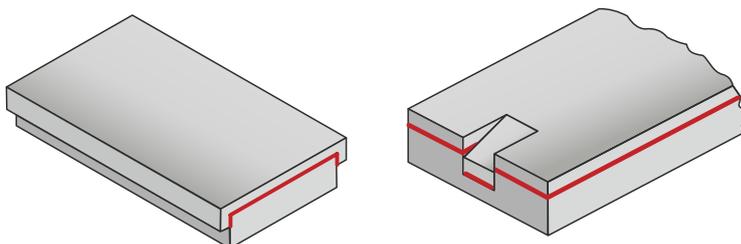


Fig. 31: fijación de bandas de deslizamiento mediante conformación

7 Mecanizado

7.1 MECANIZADO POR ARRANQUE DE VIRUTA

La capa de deslizamiento de copolímero acetal del DX® tiene unas buenas propiedades de maquinabilidad, por arranque de viruta, las condiciones de mecanizado se asemejan en algunos aspectos a las del latón.

Los alvéolos de la capa de deslizamiento del DX®, pueden provocar la formación de rebabas o filamentos, debido a la resiliencia del revestimiento. Este hecho puede ser evitado, utilizando métodos de mecanizado que permitan un arranque de virutas en tiras anchas en vez de hilos estrechos.

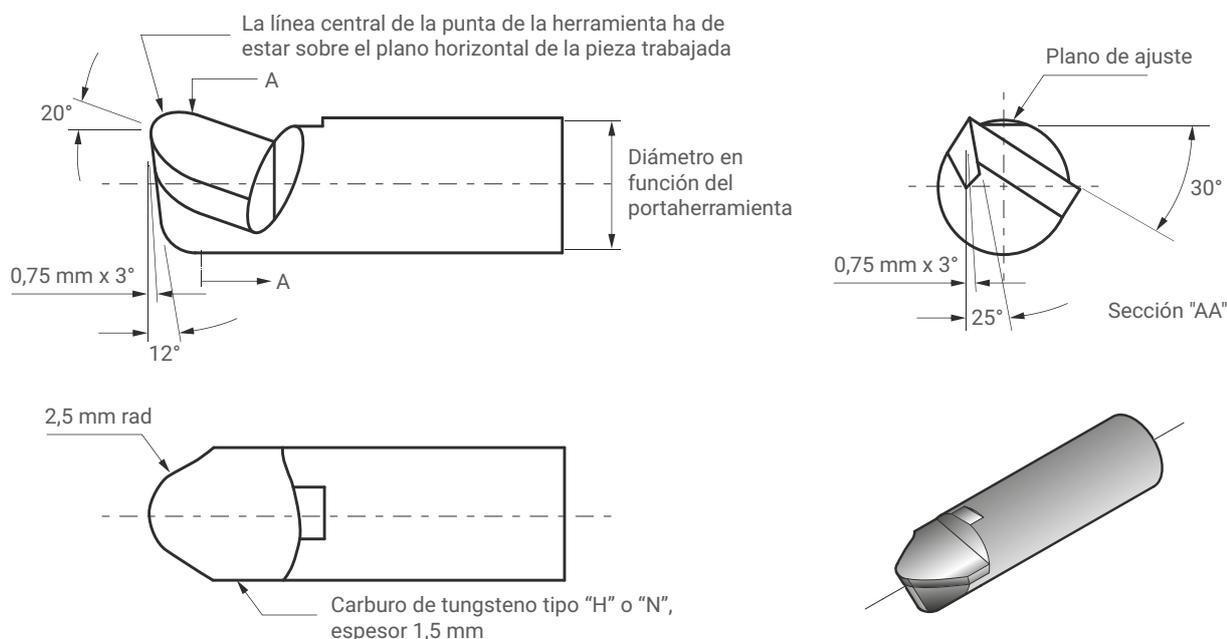
Cuando se mecanice el DX es recomendable no rebajar más de 0,125 mm de capa de deslizamiento, de lo contrario, se reduciría la capacidad de almacenamiento de lubricante de los alvéolos.

El DX® puede ser taladrado, escariado, o brochado. Se recomienda utilizar herramientas de acero rápido o carburo de tungsteno.

7.2 TORNEADO

La fig. 32 muestra las dimensiones de la herramienta adecuada.

- Posicionado: 90° respecto a la dirección de avance.
- Geometría de la "plaqueta": radio de la punta > 1,5 mm.
- Ángulo de salida: 30°, dan una viruta en forma de banda.
- Velocidad de corte: 2,0 - 4,5 m/s.
- Avance: 0,05 - 0,025 mm para una profundidad de corte de 0,125 mm (menos avance para velocidades mayores).
- Puede conseguirse una calidad de superficie suficiente, trabajando en seco, sin el empleo de aceites de corte.
- Limpiado de las virutas mediante aire comprimido.
- El empleo de un aceite de corte no será en ningún momento perjudicial



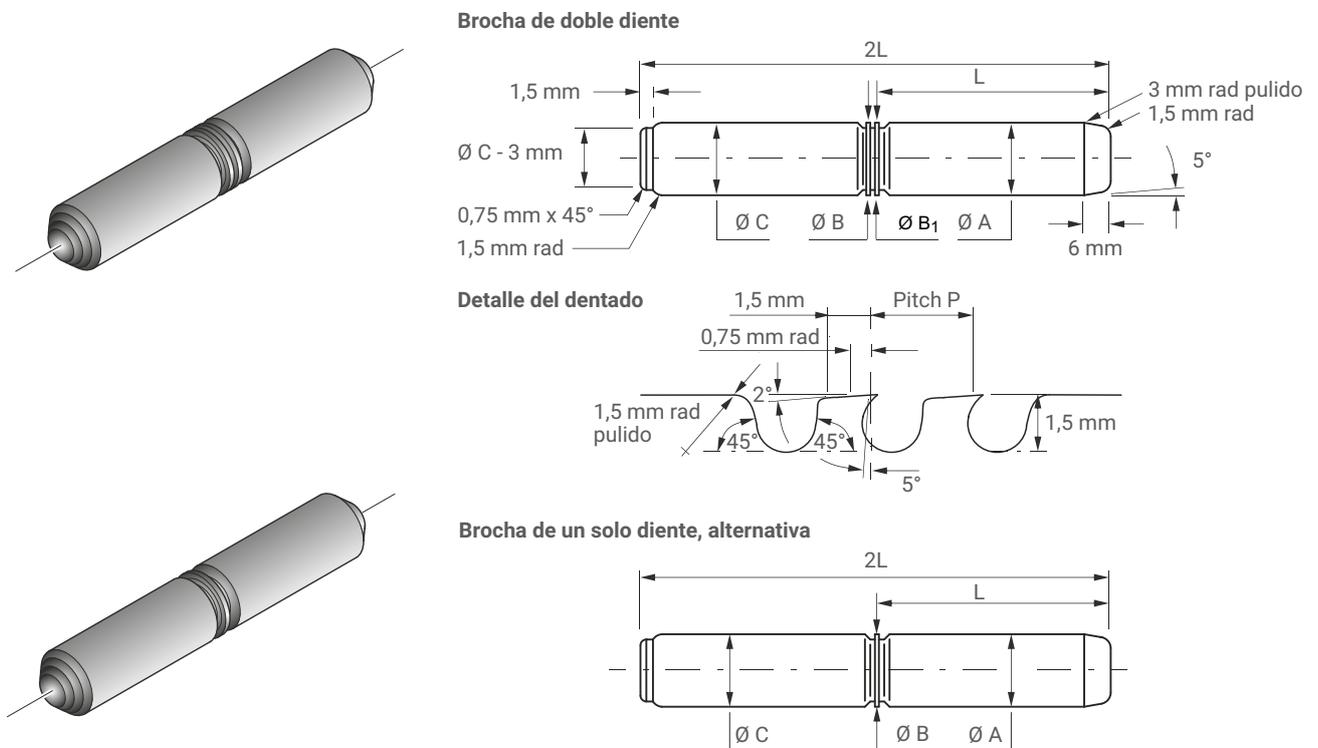
7 Mecanizado

7.3 ESCARIADO

El DX® puede ser escariado a mano, satisfactoriamente, con un escariador expansible de filo recto. Para obtener los mejores resultados, hará falta utilizar un escariador con una arista de corte afilada, una profundidad de pasada de 0,025 a 0,050 mm y un reducido avance. Cuando no se pueda escariar a mano, se aconsejan velocidades de corte aproximadamente de 0,05 m/s con unas profundidades de corte y avance iguales a las especificadas en el párrafo 8.2.

7.4 BROCHADO

La fig. 33 muestra la geometría, de herramientas de brochar, adecuada para un diámetro hasta 65 mm. El brochado se hará en seco y con una velocidad de corte de 0,1 a 0,5 m/s.



LONGITUD DEL COJINETE B DE		PASO
A		
10	13	3
13	20	4
20	30	5
30	50	5,5
50	70	6
70	95	7
95	130	8

DIÁMETRO		
Ø A	Ø interior mínimo cojinete calado	+0,013 +0
Ø B	Ø nominal del taladro	+0,038 +0,025
Ø C	Ø nominal del taladro	+0,015 +0,005
Ø interior mínimo del cojinete calado = $D_{o \text{ min}} - 2 \cdot s_{3 \text{ max}}$		
Ø nominal de agujero = Ø mínimo del agujero acabado		
Ø B ₁ *	Ø nominal del taladro	-0,065 -0,076

LONGITUD MÍNIMA DE GUIADO L _{min}	
Cojinete único	B + 6
Dos o más cojinetes	B + 6 + distancia entre cojinetes

Fig. 33: proporciones y dimensiones de las brochas

* Primer diente de la brocha doble

Para longitudes de cojinetes < 25 mm se emplean las brochas de un solo diente; las de doble diente se emplean para cojinetes de longitudes superiores o para montajes en tándem.

Cuando se requieran brochas especiales para formas específicas, se tendrán en cuenta los siguientes puntos:

- para un correcto centrado de la brocha, ésta debe disponer de un guiaje anterior y posterior al filo del corte. Este guiaje será de diámetro igual al del cojinete una vez calado. La guía posterior ha de tener un diámetro igual al del acabado, siendo la longitud de cada guía igual o superior a la del cojinete. En el caso de cojinetes en alojamientos ciegos, el guiaje de la brocha se realizará con medios exteriores adecuados a tal fin.
- para el brochado de dos cojinetes en tándem, la guía anterior y la posterior deberán tener una longitud cada una superior a la longitud de los dos cojinetes.
- para grandes dimensiones es recomendable que la guía anterior y posterior sea estriada a fin de reducir al máximo las fuerzas de rozamiento generadas por el brochado.
- si no se utiliza una brocha guiada independientemente del cojinete el útil seguirá el alineamiento del diámetro inicial del cojinete. El brochado no puede mejorar la concentricidad ni el paralelismo a menos que se utilicen medios de guiaje exteriores.

Observación: En general debido a la variación del espesor de pared en los cojinetes de gran diámetro, el brochado no es un método conveniente para el acabado de diámetros superiores a 60 mm salvo con el empleo de guías exteriores.

7.5 VIBROBROCHADO

La técnica del vibrobrochado también se puede utilizar. En esta técnica una brocha de un único diente con un movimiento alternativo y progresivo. La frecuencia de vibración es normalmente de 50 Hz. El diente de corte debe tener un destalonamiento primario de $1,5^\circ$ sobre 0,5 mm. Una pasada longitudinal de 0,25 mm se puede realizar con una velocidad de corte media de 0,15 m/s. Mediante este método se puede obtener un acabado superficial mejor de 0,8 mm R_a , lo cual es aceptable.

7.6 MECANIZADO DE COJINETES ACABADOS

Para el mecanizado posterior de los cojinetes y componentes deslizantes DX® no son necesarias medidas especiales. El taladrado o torneado se realizará desde el lado del copolímero acetal, hacia el dorso de acero, para evitar así la formación de rebabas en el lado de la capa de deslizamiento. En el caso de realizar el mecanizado a la inversa, por el lado del dorso hacia la capa de polímero, la presión de la herramienta será la mínima posible; esto es para no dañar la unión entre el dorso de acero y la capa deslizante. Cualquier partícula de acero o bronce que penetre dentro de la capa de deslizamiento, así como todas las rebabas, deben ser eliminadas.

7.7 TALADRADO DE AGUJEROS DE ACEITE

Para proceder al taladrado de agujeros para engrase los cojinetes deberán ser fijados y soportados para evitar que se produzca ninguna distorsión debido al esfuerzo producido por la broca.

7.8 CORTE DE BANDAS

Las bandas en material DX® se pueden cortar, a medida, mediante cualquiera de los siguientes métodos. En todos los casos las precauciones que se deben tomar irán destinadas a no deteriorar la superficie de deslizamiento del material, y a no deformar la banda:

- mediante fresado, para lo cual será necesario fijar firmemente la banda a cortar sobre la bancada de la fresadora.
- por proceso de estampado, con o sin corte de pérdida
- por cizalla de rodillos cortantes
- corte por chorro de agua
- mediante guillotina, solo para anchuras inferiores a los 90 cm.
- corte por Láser

7 Mecanizado

7.9 GALVANIZADO DE SUPERFICIES

Material DX®

Para proteger al dorso de acero del DX® contra los efectos de la corrosión, éste puede ser recubierto por la mayoría de los materiales, convencionales, utilizados en un proceso electrolítico; por ejemplo:

- zinc, según ISO 2081/2
- cadmio, según ISO 2081/2
- níquel, según ISO 1456/8
- cromo duro, según ISO 1456/8
- zinc - níquel
- níquelado químico

Debido a que en recubrimientos electrolíticos, con materiales duros, el espesor de la capa puede ser > 5 mm, el agujero del alojamiento deberá incrementarse en un valor de 2 x el espesor de la capa galvánica. Con ello el diámetro interior del cojinete no variará después del calado.

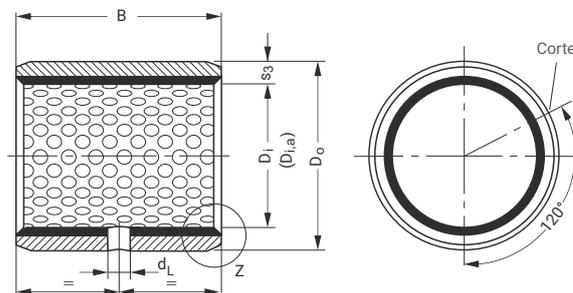
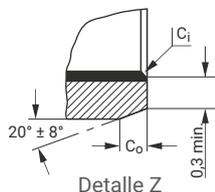
Cuando sea posible en el caso de ataques electrolíticos, deberán realizarse ensayos para verificar la compatibilidad de todos los materiales entre si.

Superficies antagonistas

El DX® puede emplearse con superficies antagonistas recubiertas. Deben cumplirse las tolerancias de acabado, del árbol o gorrón, y las rugosidades recomendadas después del recubrimiento.

8 Piezas estándar

8.1 COJINETES CILÍNDRICOS PM DX®



Dimensiones y tolerancias de acuerdo con ISO 3547 y GGB-especificaciones

Chaflanes C_i interiores y exteriores C_o

ESPESOR DE PARED S_3	C_o (a) MECANIZADO / LAMINADO	C_i (b)
0,75	$0,5 \pm 0,3$	$0,5 \pm 0,3$
1	$0,6 \pm 0,4$	$0,6 \pm 0,4$
1,5	$0,6 \pm 0,4$	$0,6 \pm 0,4$

ESPESOR DE PARED S_3	C_o (a) MECANIZADO / LAMINADO	C_i (b)
2	$1,2 \pm 0,4$	$1,0 \pm 0,4$
2,5	$1,8 \pm 0,6$	$1,2 \pm 0,4$

(a) = Chaflan C_o mecanizado o laminado según el estudio de factibilidad del fabricante

(b) = C_i puede ser un radio o un chaflan según la normativa ISO 13715

REF.-Nº.	DIÁMETROS NOMINALES		ESPESOR DE PARED S_3 max. min.	ANCHURA B max. min.	Ø DEL ÁRBOL D_j [h8] max. min.	Ø DEL ALOJAMIENTO D_H [H7] max. min.	Ø DEL COJINETE $D_{i,a}$ CAL. IN H7 ALOJAMIENTO max. min.	JUEGO C_o max. min.	Ø AGUJERO DE ENGRASE d_L			
	D_i	D_o										
PM0808DX	8	10	0,980 0,955	8,25	8,000	10,015	8,105	0,127 0,040	sin agujero de engrase			
PM0810DX				7,75						9,75		
PM0812DX				10,25						11,75		
PM1010DX	10	12		10,25	10,000	12,018	10,108			0,130 0,040	3	
PM1015DX				9,75							14,75	4
PM1020DX				15,25							19,75	3
PM1210DX	12	14		10,25	12,000	14,018	12,108			0,135 0,040	3	
PM1212DX				9,75							11,75	4
PM1215DX				15,25							14,75	
PM1220DX	20,25	19,75		4								
PM1415DX	14	16		15,25	14,000	16,018	14,108				0,135 0,040	3
PM1420DX				14,75								
PM1508DX			19,75	8,25				15,000	17,018			
PM1510DX	7,75	10,25	4									
PM1512DX	9,75	12,25										
PM1515DX	15	17		11,75	15,000	17,018	15,108	15,040	4			
PM1520DX			15,25	19,75								
PM1525DX			20,25	24,75								

Todas las dimensiones en mm

8 Piezas estándar

REF.-Nº.	DIÁMETROS NOMINALES		ESPESOR DE PARED S ₃ max. min.	ANCHURA B max. min.	Ø DEL ÁRBOL D _j [h8] max. min.		Ø DEL ALOJAMIENTO D _H [H7] max. min.		Ø DEL COJINETE D _{i,a} CAL. IN H7 ALOJAMIENTO max. min.	JUEGO C _D max. min.	Ø AGUJERO DE ENGRASE d _L				
	D _i	D _O													
PM1615DX	16	18	0,980 0,955	15,25	16,000	15,973	18,018	18,000	16,108	0,135 0,040	4				
PM1620DX				14,75								20,25	16,040		
PM1625DX				19,75								19,75	16,040		
PM1815DX	18	20	0,980 0,955	25,25	18,000	17,973	20,021	20,000	18,111	0,135 0,040		4			
PM1820DX				14,75									20,25	18,040	
PM1825DX				19,75									19,75	18,040	
PM2010DX	20	23	1,475 1,445	10,25	20,000	19,967	23,021	23,000	20,131	0,164 0,050			6		
PM2015DX				9,75										20,25	20,050
PM2020DX				14,75										19,75	20,050
PM2025DX				19,75										19,75	20,050
PM2030DX				25,25										24,75	20,050
PM2215DX	22	25	1,475 1,445	15,25	22,000	21,967	25,021	25,000	22,131	0,164 0,050				6	
PM2220DX				14,75							20,25				22,050
PM2225DX				19,75							19,75				22,050
PM2230DX				25,25							24,75				22,050
PM2230DX				30,25							29,75	22,050			
PM2415DX	24	27	1,475 1,445	15,25	24,000	23,967	27,021	27,000	24,131	0,168 0,050	6				
PM2420DX				14,75								20,25			24,050
PM2425DX				19,75								19,75	24,050		
PM2430DX				25,25								24,75	24,050		
PM2430DX				30,25								29,75	24,050		
PM2515DX	25	28	1,970 1,935	15,25	25,000	24,967	28,021	28,000	25,131	0,188 0,060		6			
PM2520DX				14,75									20,25		25,050
PM2520DX				19,75									19,75	25,050	
PM2525DX				25,25									24,75	25,050	
PM2530DX				30,25									29,75	25,050	
PM283130DX	28	31	1,970 1,935	30,25	28,000	27,967	31,025	31,000	28,135	0,188 0,060			6		
PM2820DX		32		20,25			28,050								
PM2825DX				19,75			28,050								
PM2830DX	32	25,25	1,970 1,935	24,75	30,000	29,967	32,025	32,000	28,155	6					
PM2830DX		24,75		28,060											
PM3020DX	30	34	1,970 1,935	30,25	30,000	29,967	34,025	34,000	30,155		0,194 0,060			6	
PM3025DX				19,75											20,25
PM3025DX				24,75								24,75			30,060
PM3030DX				29,75								29,75			30,060
PM3040DX				40,25								39,75			30,060
PM3220DX	32	36	1,970 1,935	20,25	32,000	31,961	36,025	36,000	32,155		0,194 0,060	6			
PM3230DX				19,75											30,25
PM3230DX				29,75									29,75		32,060
PM3235DX				35,25									34,75		32,060
PM3240DX				34,75									40,25		32,060
PM3240DX	39,75	39,75	32,060												

Todas las dimensiones en mm

REF.-Nº.	DIÁMETROS NOMINALES		ESPESOR DE PARED S ₃ max. min.	ANCHURA B max. min.	Ø DEL ÁRBOL D _j [h8]		Ø DEL ALOJAMIENTO D _H [H7]		Ø DEL COJINETE D _{i,a} CAL. IN H7 ALOJAMIENTO max. min.	JUEGO C _D max. min.	Ø AGUJERO DE ENGRASE d _L
	D _i	D _O			max. min.	max. min.	max. min.	max. min.			
PM3520DX	35	39	1,970 1,935	20,25	35,000 34,961	39,025 39,000	35,155 35,060	0,194 0,060	6		
PM3530DX				19,75							
PM3535DX				30,25							
PM3540DX				29,75							
PM3550DX				35,25							
PM3540DX				34,75							
PM3550DX				40,25							
PM3635DX	36	40		39,75							
PM3720DX	37	41		50,25							
				49,75							
PM3635DX				35,25	36,000	40,025	36,155				
PM3720DX				34,75	35,961	40,000	36,060				
PM4020DX	40	44		20,25	40,000 39,961	44,025 44,000	40,155 40,060				
PM4030DX				19,75							
PM4040DX				30,25							
PM4050DX				29,75							
				40,25							
	39,75										
PM4520DX	45	50		50,25	45,000 44,961	50,025 50,000	45,195 45,080	0,234 0,080			
PM4525DX				49,75							
PM4530DX				20,25							
PM4540DX				19,75							
PM4545DX				25,25							
PM4550DX	24,75										
PM5030DX	50	55	2,460 2,415	30,25	50,000 49,961	55,030 55,000	50,200 50,080	0,239 0,080			
PM5040DX				29,75							
PM5045DX				40,25							
PM5050DX				39,75							
PM5060DX				45,25							
	44,75										
PM5520DX	55	60		50,25	55,000 54,954	60,030 60,000	55,200 55,080	0,246 0,080			
PM5525DX				49,75							
PM5530DX				20,25							
PM5540DX				19,75							
PM5550DX				25,25							
	24,75										
PM6030DX	60	65		30,25	60,000 59,954	65,030 65,000	60,200 60,080				
PM6040DX				29,75							
PM6050DX				40,25							
PM6060DX				39,75							
PM6070DX				50,25							
	49,75										

Todas las dimensiones en mm

8 Piezas estándar

REF.-Nº.	DIÁMETROS NOMINALES		ESPESOR DE PARED S ₃ max. min.	ANCHURA B max. min.	Ø DEL ÁRBOL D _j [h8] max. min.	Ø DEL ALOJAMIENTO D _H [H7] max. min.	Ø DEL COJINETE D _{i,a} CAL. IN H7 ALOJAMIENTO max. min.	JUEGO C _D max. min.	Ø AGUJERO DE ENGRASE d _L	
	D _i	D _o								
PM6530DX	65	70	2,450 2,384	30,25	65,000 64,954	70,030 70,000	65,262 65,100	0,308 0,100	8	
PM6540DX				29,75						
PM6550DX				40,25						
PM6560DX				39,75						
PM6570DX				50,25						
PM7030DX	49,75	70		75	60,25	70,000 69,954	75,030 75,000			70,262 70,100
PM7040DX	59,75									
PM7045DX	70,25									
PM7050DX	69,75									
PM7060DX	45,25									
PM7065DX	44,75	75		80	50,25	75,000 74,954	80,030 80,000			75,262 75,100
PM7070DX	49,75									
PM7080DX	60,25									
PM7540DX	59,75									
PM7560DX	80,25									
PM7580DX	79,75	80	85	40,50	80,000 79,954	85,035 85,000	80,267 80,100			
PM8040DX	39,50									
PM8050DX	50,50									
PM8060DX	49,50									
PM8080DX	60,50									
PM80100DX	59,50	85	90	80,50	85,000 84,946	90,035 90,000	85,267 85,100			
PM8530DX	79,50									
PM8540DX	100,50									
PM8560DX	99,50									
PM8580DX	30,50									
PM85100DX	29,50	90	95	40,50	90,000 89,946	95,035 95,000	90,267 90,100			
PM9040DX	39,50									
PM9060DX	60,50									
PM9080DX	59,50									
PM9090DX	80,50									
PM90100DX	79,50	95	100	90,50	95,000 94,946	100,035 100,000	95,267 95,100			
PM9560DX	89,50									
PM95100DX	100,50									

Todas las dimensiones en mm

REF.-Nº.	DIÁMETROS NOMINALES		ESPESOR DE PARED S ₃ max. min.	ANCHURA B max. min.	Ø DEL ÁRBOL D _J [h8] max. min.		Ø DEL ALOJAMIENTO D _H [H7] max. min.		Ø DEL COJINETE D _{i,a} CAL. IN H7 ALOJAMIENTO max. min.	JUEGO C _D max. min.	Ø AGUJERO DE ENGRASE d _L
	D _i	D _O									
PM10040DX	100	105	2,450 2,384	40,50	100,000	99,946	105,035	100,267	0,321 0,100	9,5	
PM10050DX				59,50							
PM10060DX				50,50							
PM10080DX				49,50							
PM10095DX				60,50							
PM100115DX				59,50							
PM10560DX				80,50							
PM10565DX	79,50	105	110	2,450 2,384	105,000	104,946	110,035	105,267			
PM105110DX	95,50										
PM105115DX	94,50										
PM11050DX	115,50										
PM11060DX	114,50										
PM110100DX	60,50										
PM110110DX	59,50										
PM110115DX	65,50	110	115	2,450 2,384	115,000	114,946	115,035	110,267			
PM11550DX	64,50										
PM11570DX	110,50										
PM12060DX	109,50										
PM120100DX	115,50										
PM120110DX	114,50										
PM12560DX	50,50										
PM125100DX	49,50	120	125	2,450 2,380	115,000	114,946	120,035	115,267			
PM125110DX	70,50										
PM13050DX	69,95										
PM13060DX	60,50										
PM13080DX	59,50										
PM130100DX	100,50										
PM13560DX	99,50										
PM13580DX	110,50	125	130	2,450 2,380	125,000	124,937	125,040	120,280			
PM14050DX	109,50										
PM14060DX	60,50										
PM14080DX	59,50										
PM140100DX	100,50										
PM13050DX	99,50										
PM13060DX	50,50								130	135	2,435 2,380
PM13080DX	49,50										
PM130100DX	60,50										
PM13560DX	59,50										
PM13580DX	80,50										
PM14050DX	79,50										
PM14060DX	100,50										
PM14080DX	99,50	135	140	2,435 2,380	135,000	134,937	140,040	135,280			
PM140100DX	99,50										
PM14050DX	60,50										
PM14060DX	59,50										
PM14080DX	80,50										
PM140100DX	79,50										
PM140100DX	100,50										
PM140100DX	99,50	140	145	2,435 2,380	140,000	139,937	145,040	140,280			
PM140100DX	99,50										
PM14050DX	50,50										
PM14060DX	49,50										
PM14080DX	60,50										
PM140100DX	59,50										
PM140100DX	80,50										
PM140100DX	79,50										
PM140100DX	100,50										
PM140100DX	99,50								sin agujero de engrase		

Todas las dimensiones en mm

8 Piezas estándar

REF.-Nº.	DIÁMETROS NOMINALES		ESPESOR DE PARED S ₃ max. min.	ANCHURA B max. min.	Ø DEL ÁRBOL D _j [h8] max. min.		Ø DEL ALOJAMIENTO D _H [H7] max. min.		Ø DEL COJINETE D _{i,a} CAL. IN H7 ALOJAMIENTO max. min.	JUEGO C _D max. min.	Ø AGUJERO DE ENGRASE d _L	
	D _i	D _o										
PM15050DX	150	155	2.435 2.380	50,50	150,000	149,937	155,040	150,280	0,343 0,130	sin agujero de engrase		
PM15060DX				49,50							60,50	150,280
PM15080DX				59,50							80,50	150,130
PM150100DX				79,50							100,50	
PM16050DX				99,50							50,50	160,000
PM16060DX	49,50	60,50		160,130								
PM16080DX	59,50	80,50										
PM160100DX	79,50	100,50										
PM17050DX	99,50	50,50		170,000	169,937	175,040	170,280					
PM17060DX	49,50	60,50						170,130				
PM17080DX	59,50	80,50										
PM170100DX	79,50	100,50										
PM18050DX	99,50	50,50						180,000			179,937	185,046
PM18060DX	49,50	60,50		180,130								
PM18080DX	59,50	80,50										
PM180100DX	79,50	100,50										
PM19050DX	99,50	50,50		190,000	189,928	195,046	190,286					
PM19060DX	49,50	60,50						190,130				
PM19080DX	59,50	80,50										
PM190100DX	79,50	100,50										
PM190120DX	99,50	120,50										
PM20050DX	200	205	119,50	200,000	199,928	205,046	200,286	0,358 0,130				
PM20060DX			50,50						60,50	200,130		
PM20080DX			49,50						80,50			
PM200100DX			59,50						100,50			
PM200120DX			79,50						120,50			
PM22050DX	220	225	119,50	220,000	219,928	225,046	220,286					
PM22060DX			50,50						60,50	220,130		
PM22080DX			49,50						80,50			
PM220100DX			59,50						100,50			
PM220120DX			79,50						120,50			
PM24050DX	240	245	119,50	240,000	239,928	245,046	240,286					
PM24060DX			50,50						60,50	240,130		
PM24080DX			49,50						80,50			
PM240100DX			59,50						100,50			
PM240120DX			79,50						120,50			

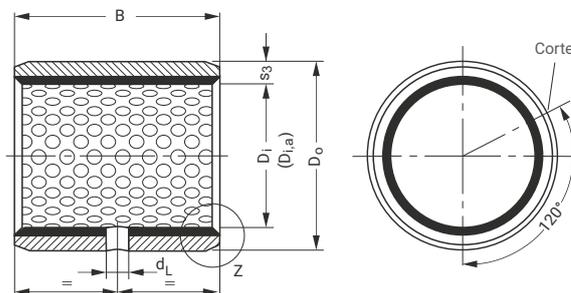
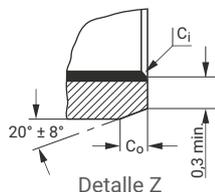
Todas las dimensiones en mm

REF.-Nº.	DIÁMETROS NOMINALES		ESPESOR DE PARED S ₃ max. min.	ANCHURA B max. min.	Ø DEL ÁRBOL D _j [h8] max. min.		Ø DEL ALOJAMIENTO D _H [H7] max. min.		Ø DEL COJINETE D _{i,a} CAL. IN H7 ALOJAMIENTO max. min.	JUEGO C _D max. min.	Ø AGUJERO DE ENGRASE d _L
	D _i	D _O									
PM25050DX	250	255	2,435 2,380	50,50	250,000	249,928	255,052	255,000	250,292	0,364	sin agujero de engrase
PM25060DX				49,50							
PM25080DX				60,50							
PM250100DX				59,50							
PM250120DX				80,50							
PM26050DX	79,50	260,000		259,919	265,052	265,000	260,292	260,130			
PM26060DX	50,50										
PM26080DX	49,50										
PM260100DX	60,50										
PM260120DX	59,50										
PM28050DX	80,50	280,000		279,919	285,052	285,000	280,292	280,130			
PM28060DX	79,50										
PM28080DX	100,50										
PM280100DX	99,50										
PM280120DX	120,50										
PM30050DX	119,50	300,000	299,919	305,052	305,000	300,292	300,130				
PM30060DX	50,50										
PM30080DX	49,50										
PM300100DX	60,50										
PM300120DX	59,50										

Todas las dimensiones en mm

8 Piezas estándar

8.2 COJINETES CILÍNDRICOS MB DX®



Dimensiones y tolerancias de acuerdo con ISO 3547 y GGB-s especificaciones

Chaflanes C_i interiores y exteriores C_o

ESPESOR DE PARED S ₃	C _o (a) MECANIZADO / LAMINADO	C _i (b)
0,75	0,5 ± 0,3	0,5 ± 0,3
1	0,6 ± 0,4	0,6 ± 0,4
1,5	0,6 ± 0,4	0,6 ± 0,4

ESPESOR DE PARED S ₃	C _o (a) MECANIZADO / LAMINADO	C _i (b)
2	1,2 ± 0,4	1,0 ± 0,4
2,5	1,8 ± 0,6	1,2 ± 0,4

(a) = Chaflan C_o mecanizado o laminado según el estudio de factibilidad del fabricante

(b) = C_i puede ser un radio o un chaflan según la normativa ISO 13715

REF.-Nº	DIÁMETROS NOMINALES		ESPESOR DE PARED S ₃ max. min.	ANCHURA B max. min.	Ø DEL ÁRBOL		Ø DEL ALOJAMIENTO		Ø DEL COJINETE D _{i,a} CAL. IN H7 ALOJAMIENTO max. min.	JUEGO C _o max. min.	Ø AGUJERO DE ENGRASE d _L			
	D _i	D _o			D _j [h8] max. min.	D _H [H7] max. min.								
MB0808DX	8	10	1,108 1,082	8,25	7,960 7,938	10,015 10,000	8,015 8,000	0,077 0,040	sin agujero de engrase					
MB0810DX				10,25										
MB0812DX				12,25										
MB1010DX	10	12		11,75	9,960 9,938	12,018 12,000	10,018 10,000	0,080 0,040		3				
MB1012DX				10,25										
MB1015DX				12,25										
MB1020DX				14,75										
MB1210DX				19,75										
MB1215DX				20,25										
MB1220DX	19,75	14		16	19,75	13,950 13,923	16,018 16,000	14,018 14,000		0,095 0,050	4			
MB1420DX	20,25													
MB1425DX	24,75													
MB1510DX	10,25		15		17				9,75		14,950 14,923	17,018 17,000	15,018 15,000	3
MB1512DX	12,25													
MB1515DX	11,75													
MB1525DX	14,75													
MB1525DX	25,25													

Todas las dimensiones en mm

REF.-Nº.	DIÁMETROS NOMINALES		ESPESOR DE PARED S ₃ max. min.	ANCHURA B max. min.	Ø DEL ÁRBOL D _j [h8] max. min.		Ø DEL ALOJAMIENTO D _H [H7] max. min.		Ø DEL COJINETE D _{i,a} CAL. IN H7 ALOJAMIENTO max. min.	JUEGO C _D max. min.	Ø AGUJERO DE ENGRASE d _L	
	D _i	D _O										
MB1615DX	16	18	1,108 1,082	15,25	15,950 15,923	18,018 18,000	16,018 16,000	0,095 0,050	4			
MB1625DX				14,75								
MB1815DX	18	20		25,25						17,950 17,923	20,021 20,000	18,018 18,000
MB1825DX				24,75								
MB2010DX				20								
MB2015DX	9,75											
MB2020DX	15,25											
MB2025DX	14,75											
MB2030DX	20,25											
MB2035DX	19,75											
MB2215DX	22	25	1,608 1,576	15,25	21,935 21,902	25,021 25,000	22,021 22,000	0,119 0,065				
MB2220DX				14,75								
MB2225DX				20,25								
MB2230DX				19,75								
MB2415DX	24	27		25,25	23,935 23,902	27,021 27,000	24,021 24,000					
MB2420DX				14,75								
MB2425DX				20,25								
MB2430DX				19,75								
MB2515DX	25	28		30,25	24,935 24,902	28,021 28,000	25,021 25,000					
MB2520DX				29,75								
MB2525DX				20,25								
MB2530DX				19,75								
MB2820DX	28	32	20,25	27,935 27,902	32,025 32,000	28,021 28,000						
MB2825DX			19,75									
MB2830DX			25,25									
MB3020DX	30	34	2,108 2,072	24,75	29,935 29,902	34,025 34,000	30,021 30,000	6				
MB3030DX				30,25								
MB3035DX				29,75								
MB3040DX				40,25								
				39,75								

Todas las dimensiones en mm

8 Piezas estándar

REF.-Nº.	DIÁMETROS NOMINALES		ESPESOR DE PARED S ₃ max. min.	ANCHURA B max. min.	Ø DEL ÁRBOL D _j [h8] max. min.		Ø DEL ALOJAMIENTO D _H [H7] max. min.		Ø DEL COJINETE D _{i,a} CAL. IN H7 ALOJAMIENTO max. min.	JUEGO C _D max. min.	Ø AGUJERO DE ENGRASE d _L
	D _i	D _O									
MB3220DX	32	36	2,108 2,072	20,25	31,920	31,881	36,025	32,025	0,144 0,080	6	
MB3230DX				19,75							
MB3235DX				30,25							
MB3240DX				29,75							
MB3240DX	35,25										
MB3240DX	34,75										
MB3240DX	40,25										
MB3240DX	39,75										
MB3520DX	35	39		20,25	34,920	34,881	39,025	35,025			
MB3530DX				19,75							
MB3550DX				30,25							
MB3550DX	29,75										
MB3550DX	50,25										
MB3550DX	49,75										
MB3720DX	37	41	20,25	36,920	36,881	41,025	37,025				
MB3720DX			19,75			41,000	37,000				
MB4020DX	40	44	20,25	39,920	39,881	44,025	40,025				
MB4030DX			19,75								
MB4030DX			30,25								
MB4040DX			29,75								
MB4040DX			40,25								
MB4050DX	39,75										
MB4050DX	50,25										
MB4050DX	49,75										
MB4520DX	45	50	20,25	44,920	44,881	50,025	45,025				
MB4530DX			19,75								
MB4530DX			30,25								
MB4540DX			29,75								
MB4540DX			40,25								
MB4545DX			39,75								
MB4550DX	45,25										
MB4550DX	44,75										
MB4550DX	50,25										
MB4550DX	49,75										
MB5040DX	50	55	40,25	49,920	49,881	55,030	50,025				
MB5060DX			39,75								
MB5060DX	60,25										
MB5060DX	59,75										
MB5520DX	55	60	20,25	54,900	54,854	60,030	55,030				
MB5525DX			19,75								
MB5525DX			25,25								
MB5530DX			24,75								
MB5530DX			30,25								
MB5540DX			29,75								
MB5540DX			40,25								
MB5550DX	39,75										
MB5550DX	50,25										
MB5550DX	49,75										
MB5560DX	60,25										
MB5560DX	59,75										
MB6030DX	60	65	30,25	59,900	59,854	65,030	60,030				
MB6040DX			29,75								
MB6040DX			40,25								
MB6060DX			39,75								
MB6070DX			60,25								
MB6070DX	59,75										
MB6070DX	70,25										
MB6070DX	69,75										

Todas las dimensiones en mm

REF.-Nº.	DIÁMETROS NOMINALES		ESPESOR DE PARED S ₃ max. min.	ANCHURA B max. min.	Ø DEL ÁRBOL D _J [h8] max. min.		Ø DEL ALOJAMIENTO D _H [H7] max. min.		Ø DEL COJINETE D _{i,a} CAL. IN H7 ALOJAMIENTO max. min.	JUEGO C _D max. min.	Ø AGUJERO DE ENGRASE d _L	
	D _i	D _O										
MB6540DX	65	70	2,634 2,568	40,25	64,900 64,854	70,030 70,000	65,030 65,000	0,176 0,100	8			
MB6550DX				39,75								
MB6560DX				50,25								
MB6570DX				49,75								
MB7040DX	60,25											
MB7050DX	59,75											
MB7065DX	70,25											
MB7070DX	69,75											
MB7080DX	40,25	70		75	39,75	69,900 69,854	75,030 75,000		70,030 70,000		0,176 0,100	
MB7540DX	50,25											
MB7560DX	49,75											
MB7580DX	65,25											
MB8040DX	64,75	75		80	64,75	74,900 74,854	80,030 80,000		75,030 75,000			9,5
MB8060DX	70,25											
MB8080DX	69,75											
MB80100DX	80,25											
MB8530DX	79,75	80	85	79,75	79,900 79,854	85,035 85,000	80,030 80,000					
MB8540DX	40,50											
MB8560DX	39,50											
MB8580DX	60,50											
MB85100DX	59,50	85	90	59,50	84,880 84,826	90,035 90,000	85,035 85,000					
MB9040DX	80,50											
MB9060DX	79,50											
MB9090DX	100,50											
MB90100DX	99,50	90	95	99,50	89,880 89,826	95,035 95,000	90,035 90,000	0,209 0,120				
MB9560DX	40,50											
MB95100DX	39,50											
MB10050DX	60,50											
MB10060DX	59,50	95	100	59,50	94,880 94,826	100,035 100,000	95,035 95,000					
MB10080DX	100,50											
MB10095DX	99,50											
MB100115DX	50,50											
	49,50	100	105	49,50	99,880 99,826	105,035 105,000	100,035 100,000					
	60,50											
	59,50											
	80,50											
	79,50			79,50								
	95,50			95,50								
	94,50			94,50								
	115,50			115,50								
	114,50			114,50								

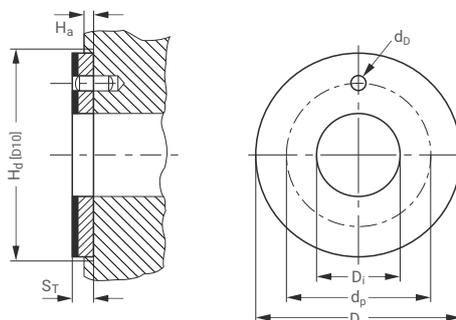
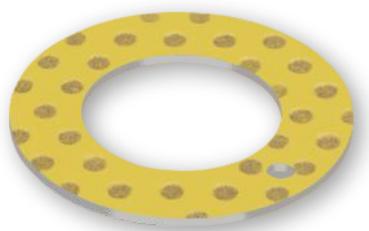
Todas las dimensiones en mm

8 Piezas estándar

REF.-Nº.	DIÁMETROS NOMINALES		ESPESOR DE PARED S ₃ max. min.	ANCHURA B max. min.	Ø DEL ÁRBOL D _j [h8] max. min.	Ø DEL ALOJAMIENTO D _H [H7] max. min.	Ø DEL COJINETE D _{i,a} CAL. IN H7 ALOJAMIENTO max. min.	JUEGO C _D max. min.	Ø AGUJERO DE ENGRASE d _L						
	D _i	D _o													
MB10560DX	105	110	2,634 2,568	60,50	104,880 104,826	110,035 110,000	105,035 105,000	0,209 0,120	9,5						
MB105110DX				59,50											
MB105115DX				110,50											
MB11060DX	110	115		115,50											
				114,50											
MB110115DX	115	120		60,50						109,880 109,826	115,035 115,000	110,035 110,000	0,209 0,120	9,5	
MB11550DX			59,50												
MB11570DX			115,50												
MB12060DX	120	125	2,619 2,564	50,50	114,880 114,826	120,035 120,000	115,035 115,000	0,248 0,145	sin agujero de engrase						
MB120100DX				49,50											
MB125100DX	125	130		70,50											
				69,50											
MB13050DX	130	135		60,50						119,880 119,826	125,040 125,000	120,035 120,000	125,040 125,000	0,248 0,145	sin agujero de engrase
				59,50											
				100,50											
MB13060DX	130	135		99,50						124,855 124,792	130,040 130,000	125,040 125,000	125,040 125,000	0,248 0,145	sin agujero de engrase
MB130100DX				100,50											
MB13560DX	135	140		60,50						129,855 129,792	135,040 135,000	130,040 130,000	130,040 130,000	0,248 0,145	sin agujero de engrase
				59,50											
				80,50											
MB13580DX	135	140	79,50	134,855 134,792	140,040 140,000	135,040 135,000	135,040 135,000	0,248 0,145	sin agujero de engrase						
MB14060DX			140							145	60,50				
	59,50	139,855 139,792		145,040 145,000	140,040 140,000	140,040 140,000	0,248 0,145	sin agujero de engrase							
MB140100DX	140		145						100,50						
MB15060DX		150		155	99,50										
					60,50	149,855 149,792	155,040 155,000	150,040 150,000	150,040 150,000	0,248 0,145	sin agujero de engrase				
59,50															
MB15080DX	150	155	80,50	149,855 149,792	155,040 155,000	150,040 150,000	150,040 150,000	0,248 0,145	sin agujero de engrase						
MB150100DX			79,50												
				100,50											
				99,50											

Todas las dimensiones en mm

8.3 ARANDELAS DE EMPUJE DX®

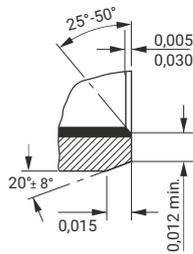


REF.-N°.	Ø INTERIOR D _i máx. mín.	Ø EXTERIOR D _o máx. mín.	ESPESOR ARANDELA S _T máx. mín.	AGUJERO PARA PASADOR		PROFUNDIDAD REFUNDIDO ALOJAMIENTO H _a máx. mín.
				Ø d _p máx. mín.	PCD Ø d _p máx. mín.	
WC08DX	10,25 10,00	20,00 19,75	1,58 1,49	sin agujero	sin agujero	1,20 0,95
WC10DX	12,25 12,00	24,00 23,75		1,875	18,12	
				1,625	17,88	
WC12DX	14,25 14,00	26,00 25,75		2,375 2,125	20,12	
					19,88	
WC14DX	16,25 16,00	30,00 29,75		2,375 2,125	22,12	
					21,88	
WC16DX	18,25 18,00	32,00 31,75		2,375 2,125	25,12	
					24,88	
WC18DX	20,25 20,00	36,00 35,75		2,375 2,125	28,12	
					27,88	
WC20DX	22,25 22,00	38,00 37,75		3,375 3,125	30,12	
					29,88	
WC22DX	24,25 24,00	42,00 41,75		3,375 3,125	33,12	
			32,88			
WC24DX	26,25 26,00	44,00 43,75	3,375 3,125	35,12		
				34,88		
WC25DX	28,25 28,00	48,00 47,75	3,375 3,125	38,12		
				37,88		
WC30DX	32,25 32,00	54,00 53,75	3,375 3,125	43,12		
				42,88		
WC35DX	38,25 38,00	62,00 61,75	3,375 3,125	50,12		
				49,88		
WC40DX	42,25 42,00	66,00 65,75	4,375 4,125	54,12		
				53,88		
WC45DX	48,25 48,00	74,00 73,75	4,375 4,125	61,12		
				60,88		
WC50DX	52,25 52,00	78,00 77,75	4,375 4,125	65,12		
				64,88		
WC60DX	62,25 62,00	90,00 89,75	4,375 4,125	76,12		
				75,88		

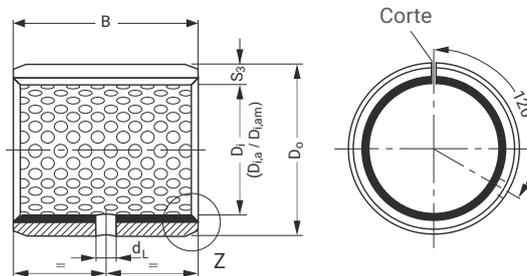
Todas las dimensiones en mm

8 Piezas estándar

8.4 COJINETES CILÍNDRICOS DX®, EN PULGADAS



Detalle Z



REF. NO.	DIÁMETROS NOMINALES		Ø DEL ALOJAMIENTO D _H [BS 1916 H7]	ESPESOR DE PARED S ₃	DE ORIGEN				MECANIZADO IN SITU			Ø AGUJERO DE ENGRASE d _L								
	D _i	D _o			máx. mín.	máx. mín.	ANCHURA B	Ø DEL ÁRBOL D _J	Ø DEL COJINETE D _{i,a} CAL. IN H7 ALOJAMIENTO	JUEGO C _D	Ø DEL ÁRBOL D _{jm} [BS 1916 d8]		Ø DEL COJINETE D _{i,am} [BS 1916 H7]	JUEGO C _{Dm}						
06DX06	3/8	15/32	0,4694 0,4687	0,0510 0,0500	0,385	0,510	0,3648	0,3694	0,0055	0,3734	0,3756	0,0031	sin agujero							
06DX08					0,365									0,490	0,3667	0,0019	0,3725	0,3750	0,0016	
06DX12					0,760									0,490	0,3667	0,0019	0,3725	0,3750	0,0016	
07DX08	7/16	17/32	0,5319 0,5312	0,0510 0,0500	0,510	0,4273	0,4319	0,0056	0,4355	0,4382	0,0037	5/32								
07DX12					0,490									0,4263	0,4292	0,0019	0,4345	0,4375	0,0020	
08DX06	1/2	19/32	0,5944 0,5937	0,0510 0,0500	0,385	0,4897	0,4944	0,0057	0,4980	0,5007	0,0037			5/32						
08DX08					0,365										0,490	0,4917	0,0020	0,4970	0,5000	
08DX10					0,510										0,635	0,4917	0,0020	0,4970	0,5000	
08DX14					0,490										0,615	0,4917	0,0020	0,4970	0,5000	
09DX08	9/16	21/32	0,6569 0,6562	0,0510 0,0500	0,885	0,5522	0,5569	0,0059	0,5605	0,5632	0,0020				5/32					
09DX12					0,865											0,5512	0,5542	0,0021	0,5595	0,5625
10DX08	5/8	23/32	0,7195 0,7187	0,0510 0,0500	0,510	0,6146	0,6195	0,0059	0,6230	0,6257	0,0045					5/32				
10DX10					0,490								0,615				0,6167	0,0021	0,6220	0,6250
10DX12					0,635								0,760				0,6167	0,0021	0,6220	0,6250
10DX14					0,615								0,740				0,6167	0,0021	0,6220	0,6250
11DX14	11/16	25/32	0,7820 0,7812	0,0510 0,0500	0,885	0,6770	0,6820	0,0060	0,6855	0,6882	0,0045	5/32								
12DX08	3/4	7/8	0,8758 0,8750	0,0669 0,0657	0,865	0,6760	0,6792	0,0022	0,6845	0,6875	0,0025									
12DX12					0,510	0,760	0,7390	0,0066	0,7475	0,7508										
12DX12					0,490	0,740	0,7378	0,0022	0,7463	0,7500										
12DX16					1,010	0,990	0,7412	0,0022	0,7463	0,7500										

Todas las dimensiones en pulgadas

REF. NO.	DIÁMETROS NOMINALES		Ø DEL ALOJAMIENTO D _H [BS 1916 H7] máx. mín.	ESPESOR DE PARED S ₃ máx. mín.	DE ORIGEN				MECANIZADO IN SITU			Ø AGUJERO DE ENGRASE d _L					
	D _i	D _o			ANCHURA B máx. mín.	Ø DEL ÁRBOL D _J máx. mín.	Ø DEL COJINETE D _{i,a} CAL. IN H7 ALOJAMIENTO máx. mín.	JUEGO C _D máx. mín.	Ø DEL ÁRBOL D _{jm} [BS 1916 d8] máx. mín.	Ø DEL COJINETE D _{i,am} [BS 1916 H7] máx. mín.	JUEGO C _{Dm} máx. mín.						
14DX12	7/8	1	1,0008 1,0000	0,0669 0,0657	0,760	0,8639	0,8694	0,0067	0,8725	0,8758	0,0045 0,0025	1/4					
14DX14					0,740								0,885	0,8627	0,0023	0,8713	0,8750
14DX16					1,010								0,865				
16DX12	1	1 1/8	1,1258 1,1250	0,0669 0,0657	0,760	0,9888	0,9944	0,0068	0,9975	1,0008	0,0045 0,0025	1/4					
16DX16					0,740								1,010	0,9876	0,0024	0,9963	1,0000
16DX24					1,510								0,990				
18DX12	1 1/8	19/32	1,2822 1,2812	0,0669 0,0657	0,760	1,1138	1,1202	0,0076	1,1225	1,1258	0,0045 0,0025	1/4					
18DX16					0,740								1,010	1,1126	0,0026	1,1213	1,2500
20DX12					1,010								0,990				
20DX16	1 1/4	1 13/32	1,4072 1,4062	0,0824 0,0810	0,760	1,2387	1,2452	0,0081	1,2470	1,2510	0,0056 0,0030	1/4					
20DX20					0,740								1,010	1,2371	0,0027	1,2454	1,2500
20DX28					1,260								0,990				
22DX16	1 3/8	1 17/32	1,5322 1,5312	0,0824 0,0810	1,240	1,3635	1,3702	0,0083	1,3720	1,3760	0,0056 0,0030	1/4					
22DX22					1,760								1,385	1,3619	0,0029	1,3704	1,3750
22DX28					1,740								0,365				
24DX16	1 1/2	1 21/32	1,6572 1,6562	0,0824 0,0810	1,010	1,4884	1,4952	0,0084	1,4970	1,5010	0,0056 0,0030	1/4					
24DX20					0,990								1,260	1,4868	0,0030	1,4954	1,5000
24DX24					1,240								1,510				
24DX32	1,490	1,490															
26DX16	1 5/8	1 25/32	1,7822 1,7812	0,0824 0,0810	2,010	1,6133	1,6202	0,0085	1,6220	1,6260	0,0056 0,0030	1/4					
26DX24					1,990								1,510	1,6117	0,0031	1,6204	1,6250
28DX16					1,010								0,990				
28DX24	1 3/4	1 15/16	1,9385 1,9375	0,0980 0,0962	1,510	1,7383	1,7461	0,0094	1,7470	1,7510	0,0070 0,0040	5/16					
28DX28					1,490								1,760	1,7367	0,0032	1,7454	1,7500
28DX32					1,740								1,740				
30DX16	1 7/8	2 1/16	2,0637 2,0625	0,0980 0,0962	2,010	1,8632	1,8713	0,0097	1,8720	1,8760	0,0070 0,0040	5/16					
30DX30					1,490								1,885	1,8616	0,0033	1,8704	1,8750
30DX36					1,510								1,865				
32DX16	2	2 3/16	2,1887 2,1875	0,0980 0,0962	2,260	1,9881	1,9963	0,0100	1,9960	2,0012	0,0070 0,0040	5/16					
32DX24					2,240								2,010	1,9863	0,0034	1,9942	2,0000
32DX32					0,990								1,510				
32DX40					1,490								2,010				
					2,510												
					2,490												

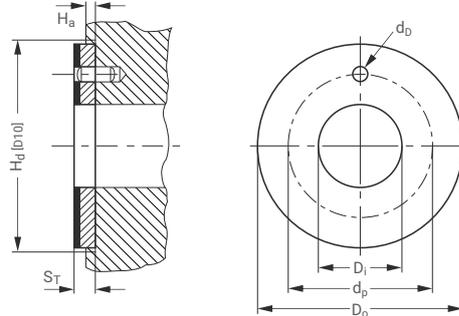
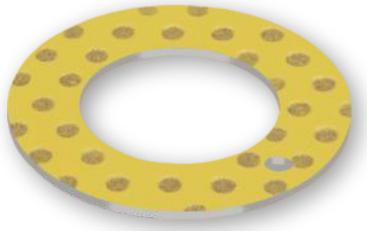
Todas las dimensiones en pulgadas

8 Piezas estándar

REF. NO.	DIÁMETROS NOMINALES		Ø DEL ALOJAMIENTO D _H [BS 1916 H7]	ESPESOR DE PARED S ₃	DE ORIGEN			MECANIZADO IN SITU			Ø AGUJERO DE ENGRASE d _L							
	D _i	D _o			máx. mín.	máx. mín.	ANCHURA B	Ø DEL ÁRBOL D _J	Ø DEL COJINETE D _{i,a} CAL. IN H7 ALOJAMIENTO	JUEGO C _D		Ø DEL ÁRBOL D _{jm} [BS 1916 d8]	Ø DEL COJINETE D _{i,am} [BS 1916 H7]	JUEGO C _{Dm}				
36DX32	2 ¹ / ₄	2 ⁷ / ₁₆	2,4387 2,4375	0,0980 0,0962	2,010	2,2378 2,2360	2,2463 2,2415	0,0103 0,0037	2,2460 2,2442	2,2512 2,2500	0,0070 0,0040	5 ⁵ / ₁₆						
36DX36					2,260													
36DX40					2,510													
40DX32	2 ¹ / ₂	2 ¹¹ / ₁₆	2,6887 2,6875	0,0991 0,0965	2,010	2,4875 2,4857	2,4963 2,4915	0,0106 0,0040	2,4960 2,4942	2,5012 2,5000			0,0086 0,0050	3 ³ / ₈				
40DX40					1,990													
44DX32					2,510													
44DX40	2 ³ / ₄	2 ¹⁵ / ₁₆	2,9387 2,9375	0,0991 0,0965	2,490	2,7351 2,7333	2,7457 2,7393	0,0124 0,0042	2,7460 2,7442	2,7512 2,7500					0,0086 0,0050	3 ³ / ₈		
44DX48					3,010													
44DX56					2,990													
48DX32	3	3 ³ / ₁₆	3,1889 3,1875	0,0991 0,0965	3,510	2,9849 2,9831	2,9959 2,9893	0,0128 0,0044	2,9960 2,9942	3,0012 3,0000							0,0086 0,0050	3 ³ / ₈
48DX48					3,490													
48DX60					3,010													
56DX40	3 ¹ / ₂	3 ¹¹ / ₁₆	3,6889 3,6875	0,0991 0,0965	2,990	3,4844 3,4822	3,4959 3,4893	0,0137 0,0049	3,4950 3,4928	3,5014 3,5000	0,0086 0,0050	3 ³ / ₈						
56DX48					2,990													
56DX60					3,760													
64DX48	4	4 ³ / ₁₆	4,1889 4,1875	0,0991 0,0965	3,740	3,9839 3,9817	3,9959 3,9893	0,0142 0,0054	3,9950 3,9928	4,0014 4,0000			0,0086 0,0050	3 ³ / ₈				
64DX60					3,010													
64DX76					2,990													

Todas las dimensiones en pulgadas

8.5 ARANDELAS DE EMPUJE DX®, EN PULGADAS

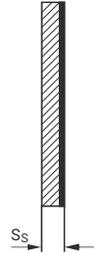
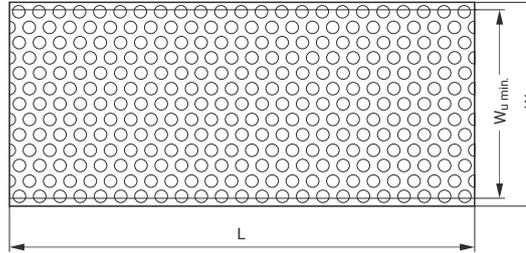
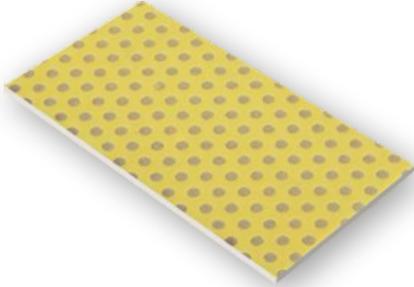


REF. NO.	Ø INTERIOR D _i máx. mín.	Ø EXTERIOR D _o máx. mín.	ESPESOR ARANDELA S _T máx. mín.	AGUJERO PARA PASADOR		PROFUNDIDAD REFUNDIDO ALOJAMIENTO H _a máx./mín.
				Ø d _o máx. mín.	PCD Ø d _P máx. mín.	
DX06	0,5100 0,5000	0,8750 0,8650	0,0660 0,0625	0,0770 0,0670	0,6920	0,050 0,040
DX07	0,5720 0,5620	1,0000 0,9900			0,6820	
DX08	0,6350 0,6250	1,1250 1,1150		0,7860		
DX09	0,6970 0,6870	1,1870 1,1770		0,8800		
DX10	0,7600 0,7500	1,2500 1,2400		0,9420		
DX11	0,8220 0,8120	1,3750 1,3650		0,1090 0,0990	0,9320	
DX12	0,8850 0,8750	1,5000 1,4900		1,0050		
DX14	1,0100 1,0000	1,7500 1,7400		1,0990		
DX16	1,1350 1,1250	2,0000 1,9900		1,1920		
DX18	1,2600 1,2500	2,1250 2,1150		0,1400 0,1300	1,1820	
DX20	1,3850 1,3750	2,2500 2,2400		1,3800		
DX22	1,5100 1,5000	2,5000 2,4900		1,3700		
DX24	1,6350 1,6250	2,6250 2,6150		1,5670		
DX26	1,7600 1,7500	2,7500 2,7400		1,5570		
DX28	2,0100 2,0000	3,0000 2,9900	0,1710 0,1610	1,6920		
DX30	2,1350 2,1250	3,1250 3,1150	1,6820			
DX32	2,2600 2,2500	3,2500 3,2400	1,8170			
			1,8070			
			2,0050			
			1,9950			
			2,2550			
			2,2450			
			2,5050			
			2,4950			
			0,2020 0,1920	2,6300		
				2,6200		
				2,7550		
				2,7450		
			0,0970 0,0935		0,080 0,070	

Todas las dimensiones en pulgadas

8 Piezas estándar

8.6 BANDAS DE DESLIZAMIENTO DX®



PART NO.	LENGTH L max. min.	TOTAL WIDTH W	USABLE WIDTH $W_{U \text{ min}}$	THICKNESS S_s max. min.
S10150DX	503 500	160	150	1,07 1,03
S11090DX		102	90	1,12 1,08
S15190DX		200	190	1,56 1,52
S20190DX				2,05 2,01
S25190DX				2,57 2,53

Todas las dimensiones en mm

8.7 BANDAS DE DESLIZAMIENTO DX®, EN PULGADAS

Bandas de deslizamiento DX® en pulgadas están disponibles en piezas especiales para pedir.

9 Hoja de datos

¿No está seguro de qué producto GGB se adapta mejor a sus requisitos de aplicación? Rellene el siguiente formulario y comuníquelo a su comercial o representante de GGB.

DATOS PARA EL CÁLCULO DEL DISEÑO DE COJINETES

Aplicación: _____

Proyecto / Nro.: _____ Cantidad: _____ Diseño nuevo Diseño existente

Movimiento rotativo Carga continua Carga rotativa Movimiento oscilante Movimiento lineal

DIMENSIONES (mm)

Diámetro interior	D_i	
Diámetro exterior	D_o	
Longitud	B	
Diámetro de la brida	D_{fi}	
Grosor de la brida	B_{fi}	
Grosor de pared	S_T	
Longitud de la placa de deslizamiento	L	
Anchura de la placa de deslizamiento	W	
Grosor de la placa de deslizamiento	S_s	

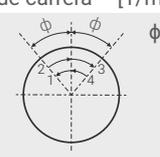
CARGA

Carga estática Carga dinámica

Carga axial F	[N]
Carga radial F	[N]

MOVIMIENTO

Velocidad de rotación N	[1/min]
Velocidad	U [m/s]
Carrera del pistón	L_s [mm]
Frecuencia de carrera	[1/min]
Ciclo de oscilación	ϕ [°]



Frecuencia oscilación N_{osz}	[1/min]
---------------------------------	---------

SUPERFICIE DE CONTACTO

Material	
Dureza	HB/HRC
Rugosidad	Ra [µm]

INFORMACIÓN DEL CLIENTE

Empresa _____
 Calle _____
 Ciudad / Provincia / CP _____
 Teléfono _____ Fax _____
 Nombre _____
 Email _____ Fecha _____

AJUSTES Y TOLERANCIAS

Eje	D_J	
Alojamiento de cojinete	D_H	

ENTORNO DE FUNCIONAMIENTO

Temperatura ambiente T_{amb}	[°]
Material de cojinetes	

- Alojamiento con buenas propiedades de transferencia de calor
 Presión ligera o caja aislada con bajos coeficientes de transferencia de calor
 Alojamiento no metálica con bajos coeficientes de transferencia de calor
 Funcionamiento alternativo en agua y en seco

LUBRICACIÓN

En seco
 Lubricación continua
 Lubricación de fluido de proceso
 Solo lubricación inicial
 Condiciones hidrodinámicas

Fluido de proceso	
Lubricante	
Viscosidad dinámica η	[mPas]

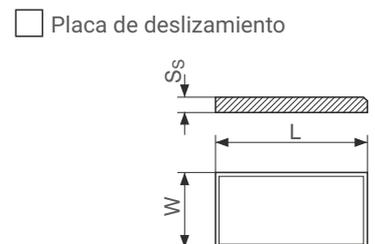
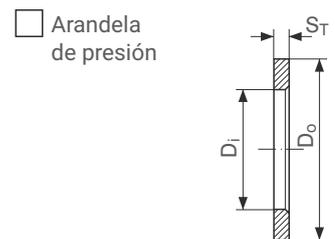
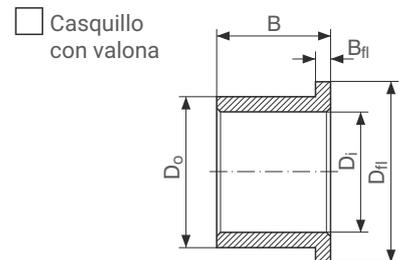
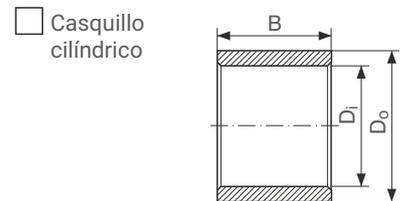
HORAS DE SERVICIO POR DÍA

Operación continua	
Operación discontinua	
Tiempo de funcionamiento	
Días al año	

VIDA ÚTIL

Vida útil necesaria	L_H [h]
---------------------	-----------

TIPO DE COJINETE:



Partes especiales (croquis)

SÍMBOLOS DE FÓRMULAS Y UNIDADES

SÍMBOLO	UNIDAD	DENOMINACIÓN
a_B	-	Factor de corrección para la dimensión del cojinete
a_E	-	Factor de carga elevada
a_Q	-	Factor de corrección de la velocidad/ Carga
a_S	-	Factor de corrección para el acabado de la superficie
a_T	-	Factor de corrección de la temperatura
B	mm	Anchura del cojinete
C	1/min	Frecuencia de carga, dinámica
C_D	mm	Juego de montaje
C_{Dm}	mm	Juego de instalación del casquillo mecanizado
C_i	mm	Longitud del chaflán interior
C_o	mm	Longitud del chaflán exterior
C_T	-	Número total de los ciclos de carga dinámica
D_H	mm	Diámetro del alojamiento
D_i	mm	Diámetro nominal interior del cojinete y de la arandela de empuje
$D_{i,a}$	mm	Diámetro interior del cojinete después del montaje en su alojamiento
$D_{i,am}$	mm	Diámetro interior del casquillo mecanizado
D_J	mm	Diámetro del árbol
D_{Jm}	mm	Diámetro del eje del casquillos mecanizados
D_o	mm	Diámetro nominal exterior del cojinete y de la arandela de empuje
d_D	mm	Diámetro del agujero para el pasador
d_L	mm	Diámetro del agujero de engrase
d_p	mm	Diámetro primitivo de los agujeros para los pasadores de fijación
F	N	Carga nominal/fuerza sobre cojinete
F_i	N	Fuerza de calado
f	-	Coefficiente de rozamiento
H_a	mm	Profundidad de refundido para alojamiento (arandelas de empuje)
H_d	mm	Diámetro de refundido para alojamiento (arandelas de empuje)
L	mm	Longitud de la banda de deslizamiento
L_H	h	Vida deseada del cojinete
L_{RG}	h	Intervalo de reengrase

SÍMBOLO	UNIDAD	DENOMINACIÓN
N	1/min	Número de revoluciones / frecuencia de giro
N_{osc}	1/min	Frecuencia en movimiento oscilatorio
p	N/mm ²	Carga específica, carga superficial media
p_{lim}	N/mm ²	Carga específica máxima admisible
$p_{sta,max}$	N/mm ²	Carga estática máxima admisible
$p_{dyn,max}$	N/mm ²	Carga dinámica máxima admisible
Q	-	Número de ciclos, de carga o movimiento
R	-	Número de intervalos de relubricación
R_a	μm	Rugosidad media (DIN 4768, ISO/DIN 4287/1)
s_3	mm	Espesor de pared del cojinete
s_s	mm	Espesor de la banda de deslizamiento
s_T	mm	Espesor de la arandela de empuje (cojinete axial), espesor de la arandela con pestaña
T	°C	Temperatura
T_{amb}	°C	Temperatura ambiente del cojinete
T_{max}	°C	Temperatura máxima
T_{min}	°C	Temperatura mínima
U	m/s	Velocidad lineal, o bien de deslizamiento
u	-	Factor de corrección de la velocidad de deslizamiento
W	mm	Anchura de la banda de deslizamiento
W_{Umin}	mm	Ancho útil mínimo de la banda de deslizamiento
Z_T	-	Número de ciclos de giro totales
α_1	1/10 ⁶ K	Coefficiente de dilatación térmico lineal, paralelo a la superficie
α_2	1/10 ⁶ K	Coefficiente de dilatación térmico lineal, vertical a la superficie
σ_c	N/mm ²	Resistencia a la compresión
λ	W/mK	Conductibilidad térmica
φ	°	Movimiento de giro
η	Ns/mm ²	Viscosidad dinámica del lubricante

Información sobre los productos

GGB garantiza que los productos descritos en este documento carecen de fallas de fabricación o deficiencias de material. Los detalles incluidos en este documento se han registrado como referencia a la hora de evaluar la aptitud del material para el fin deseado. Han sido desarrollados a partir de nuestras propias investigaciones internas y publicaciones de acceso general. No suponen ninguna garantía de las propiedades de los materiales en sí.

Salvo declaración por escrito, GGB no garantiza que los productos descritos sean aptos para un determinado fin o unas condiciones de funcionamiento específicas. GGB no asume ninguna responsabilidad por la pérdida, daños o costos, sea cual sea su origen, derivados del uso directo o indirecto de estos productos.

Los pactos y condiciones de venta y entrega de GGB, incluidos como parte integrante de los presupuestos, stocks y listas de precios, son extensibles a todas las operaciones comerciales realizadas por GGB. Se pueden facilitar copias si así se solicita.

Los productos están sometidos a un desarrollo continuo. GGB se reserva el derecho a rectificar las especificaciones o actualizarlos datos técnicos sin previo aviso.

Edición 2024 (esta edición sustituye a las anteriores que, a tal efecto, pierden su validez).

DECLARACIÓN SOBRE EL CONTENIDO DE PLOMO DE LOS PRODUCTOS GGB Y CUMPLIMIENTO DE LA DIRECTIVA DE LA UE

Para envíos a la UE o dentro de ella:

todos los productos con este número de pieza contienen plomo (nº CAS: 7439-92-1) con una concentración superior a 0,1% (p/p).

Actualmente no se deben tomar medidas ya que no se espera que estos productos planteen problemas si se utilizan con seguridad en circunstancias normales, respetando las normas de seguridad y la higiene propios del puesto de trabajo.

Ejemplos a título enunciativo: llevar guantes de protección para evitar el contacto con la piel y lavarse las manos después de manipular estos productos, especialmente antes de comer, beber o fumar.

Cuando se realicen operaciones de corte, mecanizado o térmicas (por ej. corte láser, procesamiento térmico, etc.) en este material o componentes, se deben adoptar precauciones adicionales y medidas de seguridad.

Precauciones adicionales a título enunciativo: utilizar una protección respiratoria adicional, evitar la ingestión o inhalación, y el contacto con la piel y los ojos, proceder a un manejo, almacenamiento y eliminación correctos de los productos.

Si tiene más preguntas, no dude contactar con nosotros. Respete siempre la normativa local.

©2024 GGB. Todos los derechos reservados.





GGB HEILBRONN GMBH

Ochsenbrunnenstr. 9 | D-74078 Heilbronn

Tel: +49 7131 269 0

www.ggbearings.com/de



HB106SPA06-24HN