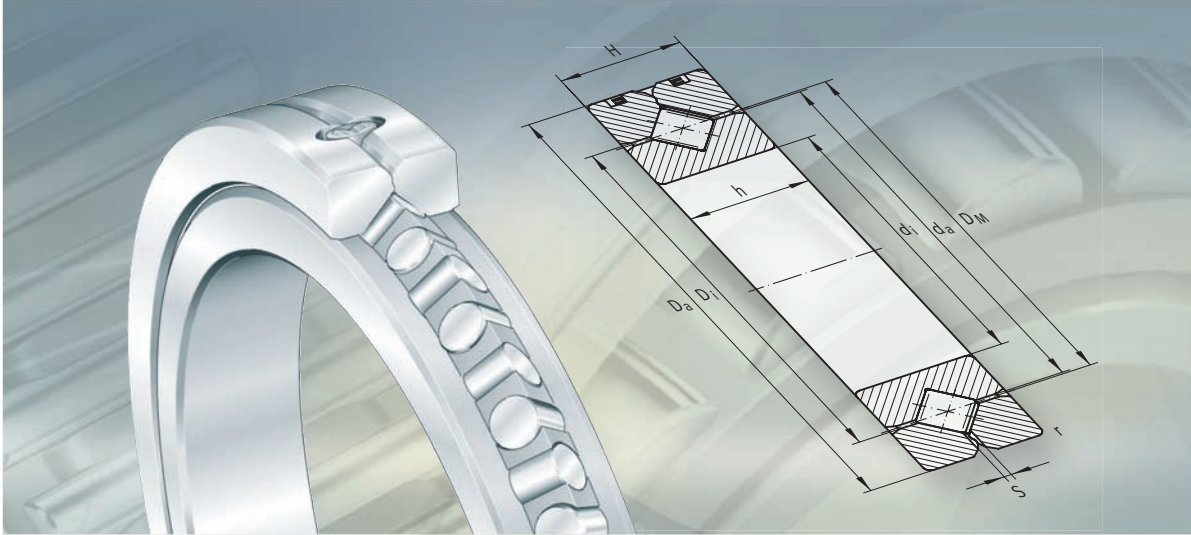




Rodamientos de rodillos cruzados

Rodamientos de rodillos cruzados

	Página
Vista general de los productos	Rodamientos de rodillos cruzados 898
Características	Para cargas axiales, radiales y cargas de momentos..... 899
	Velocidad tangencial 900
	Obturación 900
	Lubricación 900
	Temperatura de funcionamiento 900
	Sufijos 900
Instrucciones de diseño y seguridad	Capacidad de carga estática 900
	Comprobar la capacidad de carga estática 901
	Factores de aplicación 904
	Factores de seguridad 904
	Capacidad de carga dinámica 904
	Determinar la duración de vida nominal 905
	Capacidad de carga de los tornillos de fijación..... 907
	Comprobar la capacidad de carga estática de los tornillos..... 908
	Comprobar la capacidad de carga dinámica de los tornillos..... 908
	Tolerancias de los ejes y de los alojamientos 909
	Fijación mediante anillos de sujeción 910
	Tornillos de fijación 912
	Seguridad de los tornillos 912
	Montaje de los rodamientos de rodillos cruzados..... 914
	Comprobar la funcionalidad..... 916
Precisión	 916
Tablas de medidas	Rodamientos de rodillos cruzados 918



Vista general de los productos

Rodamientos de rodillos cruzados

Serie de dimensiones 18

SX



Rodamientos de rodillos cruzados

Características

Los rodamientos de rodillos cruzados SX son rodamientos para aplicaciones de precisión, cuyas dimensiones corresponden a la serie de medidas ISO 18, según DIN 616. Se componen de anillos exteriores, anillos interiores, rodillos cilíndricos y separadores de plástico. El anillo exterior está partido y sujeto mediante tres anillos de retención.

Los rodamientos de rodillos cruzados son muy rígidos, tienen una elevada precisión de rotación y se suministran con juego normal, juego muy escaso o bien precargados. Los rodamientos precargados tienen el sufijo VSP.

La fijación de los anillos exteriores en la construcción anexa se realiza mediante anillos de sujeción, muy fáciles de montar.

Para aplicaciones especiales, están disponibles estos rodamientos protegidos contra la corrosión mediante el recubrimiento especial Corrotect®.

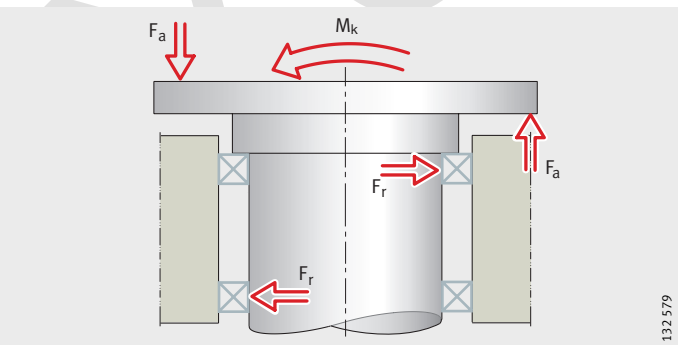


Para cargas axiales, radiales y cargas de momentos

Mediante la disposición en X de los rodillos cilíndricos, estos rodamientos absorben cargas axiales en ambos sentidos, así como cargas radiales, momentos de vuelco y combinaciones de cargas arbitrarias, todo ello con una sola rodadura. De esta forma, se pueden reducir a un solo apoyo las aplicaciones clásicas con dos rodamientos, figura 1 y figura 2.

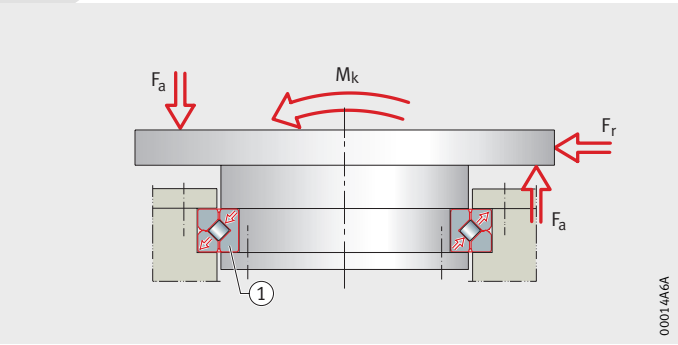
F_a = carga axial dinámica
 F_r = carga radial dinámica
 M_k = momento dinámico de vuelco

Figura 1
Rodadura clásica
con dos rodamientos



① Rodamiento de rodillos cruzados SX

Figura 2
Rodadura con un rodamiento
de rodillos cruzados



Rodamientos de rodillos cruzados

Velocidad tangencial

La velocidad tangencial o periférica depende del rodamiento (rodamiento normal o precargado) y de la lubricación (grasa o aceite), ver tabla.

Velocidad tangencial

Juego normal	Precarga	Velocidad tangencial
Lubricación con aceite	–	hasta 8 m/s ($n \cdot D_M = 152\,800$)
Lubricación con grasa	–	hasta 4 m/s ($n \cdot D_M = 76\,400$)
–	Lubricación con aceite	hasta 4 m/s ($n \cdot D_M = 76\,400$)
–	Lubricación con grasa	hasta 2 m/s ($n \cdot D_M = 38\,200$)

Obturación

Estos rodamientos no están obturados. La obturación de los rodamientos puede disponerse libremente en la construcción anexa.

Lubricación

Los rodamientos SX no están conservados con aceite, sino que están engrasados, pero pueden lubricarse con aceite, ver la publicación KSX.

Para la lubricación con grasa es apropiada una grasa de alta calidad, de jabón de litio según DIN 51 825–KP2N–20 como, por ejemplo, Arcanol LOAD150 o LOAD220.

Para la lubricación con aceite son adecuados los aceites lubricantes CLP según DIN 51 517 o HLP según DIN 51 524 de las clases de viscosidad ISO-VG 10 hasta 100.

Temperatura de funcionamiento

Los rodamientos de rodillos cruzados son adecuados para temperaturas de funcionamiento desde –30 °C hasta +80 °C.

Sufijos

Sufijos de las ejecuciones suministrables, ver tabla.

Ejecuciones suministrables

Sufijo	Descripción	Ejecución
RR	Ejecución protegida contra la corrosión, con recubrimiento Corrotect®	Ejecución especial, bajo consulta
RLO	Con juego muy escaso	Estándar
VSP	Precargados	

Instrucciones de diseño y seguridad

Capacidad de carga estática

Los rodamientos de rodillos cruzados con movimientos de rotación ocasionales, con desplazamiento lento de basculación y los rodamientos que giran lentamente, así como los rodamientos que soportan cargas en reposo, se dimensionan de acuerdo con su capacidad de carga estática.

El tamaño de un rodamiento que soporta cargas estáticas puede comprobarse, aproximadamente, mediante la capacidad de carga estática C_0 y el diagrama de carga estática límite.

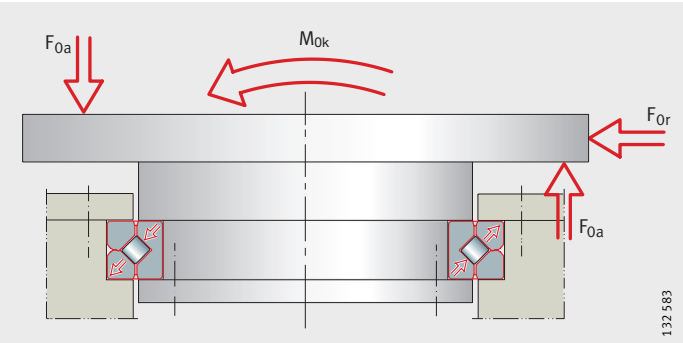
Comprobar la capacidad de carga estática



Puede comprobarse, aproximadamente, si hay una distribución de la carga y se cumplen todos los requisitos respecto a los anillos de retención, la fijación, el montaje y la lubricación, *figura 3*.
¡Para distribuciones más complejas de la carga o diferencias en las condiciones indicadas, rogamos consultar!

F_{0a} = carga axial estática
 F_{0r} = carga radial estática
 M_{0k} = momento estático de vuelco

Figura 3
Distribución de la carga



Para comprobar la capacidad de carga estática hay que determinar los siguientes valores estáticos y equivalentes de funcionamiento:

- La capacidad de carga estática equivalente F_{0q}
- El momento estático equivalente de vuelco M_{0q} .

La comprobación se puede realizar para aplicaciones con y sin carga radial.

Determinar la carga estática equivalente, sin carga radial

Si únicamente aparecen cargas axiales y momentos estáticos de vuelco, es válido:

$$F_{0q} \triangleq F_{0a} \cdot f_A \cdot f_S$$
$$M_{0q} \triangleq M_{0k} \cdot f_A \cdot f_S$$

F_{0q}	kN
Carga axial equivalente (estática)	
F_{0a}	kN
Carga axial estática	
f_A	—
Factor de aplicación, ver tabla, página 904	
f_S	—
Factor adicional de seguridad, ver Factores de seguridad, página 904	
M_{0q}	kNm
Momento equivalente de vuelco (estático)	
M_{0k}	kNm
Momento estático de vuelco.	

El punto de carga en el diagrama de carga estática límite pista de rodadura se determina mediante los valores de F_{0q} y M_{0q} , ver tablas de medidas.

Además de la pista de rodadura, hay que comprobar el dimensionado de los tornillos de fijación.

Los diagramas de carga estática límite para la pista de rodadura y los tornillos de fijación, están indicados en las tablas de medidas.



¡El punto de carga debe quedar por debajo de la curva de la pista de rodadura!

Rodamientos de rodillos cruzados

Determinar la carga
estática equivalente,
con carga radial



¡Las cargas radiales solamente pueden tenerse en cuenta si la carga radial F_{0r} es inferior a la capacidad de carga estática radial C_{0r} , según tabla de medidas!

La carga estática equivalente, con carga radial, se determina como sigue:

- Calcular la característica de la excentricidad de la carga ϵ según la ecuación.
- Determinar el factor de carga estática radial f_{0r} . Para ello:
 - Determinar la relación F_{0r}/F_{0a} en *figura 4* o bien *figura 5*, página 903,
 - Determinar, de la relación F_{0r}/F_{0a} y ϵ , el factor de carga estática radial f_{0r} , de la *figura 4* o bien *figura 5*, página 903.
- Determinar el factor de aplicación f_A , ver tabla, página 904, y, si es necesario, el factor de seguridad f_S .
- Calcular la carga axial equivalente F_{0q} y el momento equivalente de vuelco M_{0q} , según las ecuaciones
- El punto de carga en el diagrama de carga estática límite pista de rodadura se determina mediante los valores de F_{0q} y M_{0q} , ver tablas de medidas.



¡El punto de carga debe quedar por debajo de la curva de la pista de rodadura!

$$\epsilon = \frac{2000 \cdot M_{0k}}{F_{0a} \cdot D_M}$$

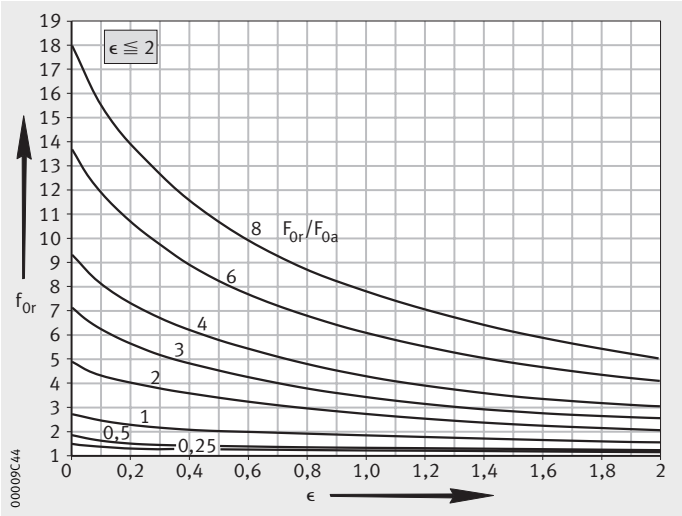
$$F_{0q} = F_{0a} \cdot f_A \cdot f_S \cdot f_{0r}$$

$$M_{0q} = M_{0k} \cdot f_A \cdot f_S \cdot f_{0r}$$

ϵ	–
Característica de la excentricidad de la carga	
M_{0k}	kNm
Momento estático de vuelco	
F_{0a}	kN
Carga axial estática	
D_M	mm
Diámetro primitivo de rodadura de los elementos rodantes, ver tablas de medidas	
F_{0q}	kN
Carga equivalente (estática)	
f_A	–
Factor de aplicación, ver tabla, página 904	
f_S	–
Factor adicional de seguridad, ver Factores de seguridad, página 904	
f_{0r}	–
Coefficiente de carga estática radial, <i>figura 4</i> o bien <i>figura 5</i> , página 903	
M_{0q}	kNm
Momento equivalente de vuelco (estático).	

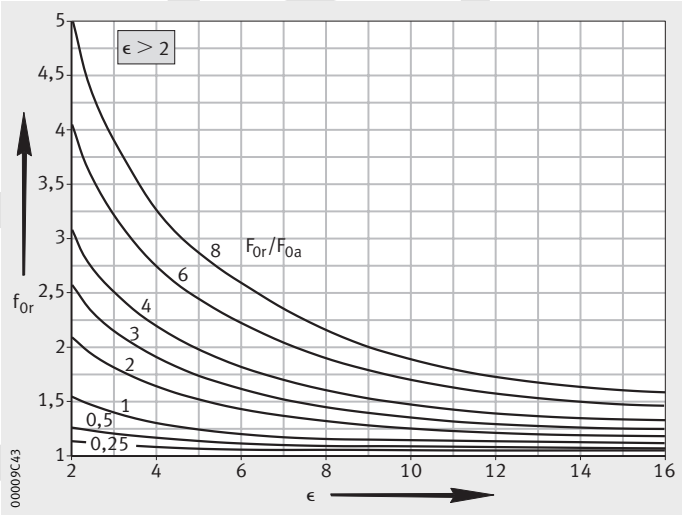
f_{0r} = coeficiente de carga estática radial
 ϵ = característica de la excentricidad de la carga; $\epsilon \leq 2$

Figura 4
 Coeficiente de carga estática radial



f_{0r} = coeficiente de carga estática radial
 ϵ = característica de la excentricidad de la carga; $\epsilon > 2$

Figura 5
 Coeficiente de carga estática radial



Rodamientos de rodillos cruzados

Factores de aplicación

Los factores de aplicación f_A , según la tabla, son valores experimentales obtenidos en la práctica. Tienen en cuenta los requisitos más importantes, por ejemplo, tipo y dificultad de la aplicación, rigidez y precisión de rotación, etc. Si se conocen requisitos exactos para una aplicación concreta, estos valores se pueden modificar correspondientemente.



¡Los factores de aplicación < 1 no deben utilizarse!

¡La mayoría de aplicaciones se pueden calcular estáticamente mediante el factor 1 por ejemplo, rodamientos para reductores y mesas giratorias!

¡Además del cálculo estático, debe comprobarse siempre la duración de vida, ver Capacidad de carga dinámica!

Factores de aplicación f_A

Aplicación	Criterios de uso y requisitos	Factor de aplicación f_A
Robots	Rigidez	1,25
Antenas	Precisión	1,5
Máquinas-herramienta	Precisión	1,5
Metrología	Suavidad de marcha	2
Técnica médica	Suavidad de marcha	1,5

Factores de seguridad

El factor para una seguridad adicional $f_S = 1$.

Normalmente, el cálculo no debe hacerse con una seguridad adicional.



¡En casos especiales, por ejemplo, especificaciones de recepción, normas internas de la fábrica o indicaciones previas de empresas de verificación, deben aplicarse los correspondientes factores de seguridad!

Capacidad de carga dinámica

Los rodamientos de rodillos cruzados bajo carga dinámica, es decir, rodamientos con funcionamiento principalmente rotativo, se dimensionan según su capacidad de carga dinámica.

El tamaño de un rodamiento que soporta cargas dinámicas se puede comprobar, aproximadamente, mediante la capacidad de carga dinámica C y la duración de vida nominal L o L_h .

Determinar la duración de vida nominal

Las ecuaciones de duración de vida L y L_h sólo son válidas:

- Con una distribución de la carga según *figura 6*
- Cuando se cumplen todos los requisitos respecto a la fijación (la unión entre los anillos del rodamiento y la construcción anexa debe ser rígida y fuerte), el montaje, la lubricación y la obturación
- Cuando la carga y la velocidad de giro se pueden considerar constantes durante todo el funcionamiento. Si la carga y la velocidad no son constantes, pueden determinarse valores de funcionamiento equivalentes, que tengan el mismo efecto sobre la fatiga en el rodamiento que las solicitaciones que actúan en la realidad, ver Valores equivalentes de funcionamiento, página 51
- Cuando la relación de cargas es $F_r/F_a \leq 8$.

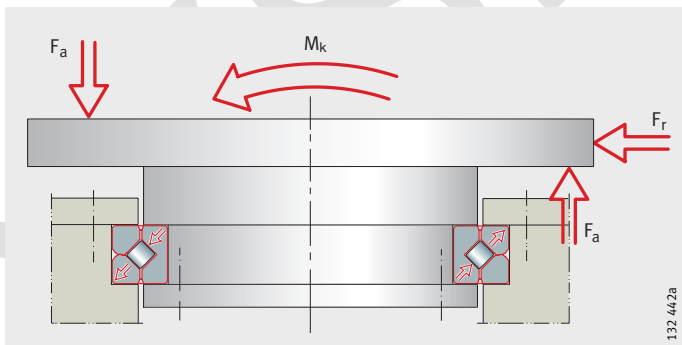


¡Para distribuciones de la carga más complejas, debe ser una relación $F_r/F_a > 8$ o, en caso de desviaciones de las condiciones indicadas, rogamos consultar!



F_a = carga axial dinámica
 F_r = carga radial dinámica
 M_k = momento dinámico de vuelco

Figura 6
Distribución de la carga



Determinar la duración de vida nominal para rodamientos sometidos a carga combinada

Para rodamientos sometidos a carga combinada, rodamientos con carga axial, carga radial y momentos de vuelco, las duraciones de vida L y L_h se determinan como sigue:

- Calcular la característica de la excentricidad de la carga ϵ , ver la ecuación página 906
- Determinar la relación de la carga radial dinámica F_r respecto a la carga axial dinámica F_a (F_r/F_a)
- De los valores de ϵ y de la relación F_r/F_a , determinar el factor de carga dinámica k_F , *figura 7*, página 907
- Calcular la carga axial dinámica equivalente $P_{axial} = k_F \cdot F_a$, ver la ecuación página 906
- Utilizar la carga axial dinámica equivalente P_{axial} y la capacidad de carga axial dinámica C_a para las ecuaciones de la duración de vida L o bien L_h y calcular dicha duración de vida, ver la ecuación página 906

En caso de funcionamiento oscilante, utilizar la velocidad de funcionamiento n introducida en la ecuación de duración de vida L_h , ver la ecuación página 906.

Rodamientos de rodillos cruzados

Determinar la duración de vida nominal para rodamientos sometidos exclusivamente a carga radial

Para rodamientos que sólo soportan carga radial, se introducen los siguientes valores en las ecuaciones de duración de vida L y L_h :

■ En lugar de la carga axial dinámica equivalente P_{axial} , introducir la carga radial dinámica equivalente P_{radial} (es decir, F_r)

– $P_{radial} = F_r$

■ La capacidad de carga radial dinámica C_r .

$$\epsilon = \frac{2000 \cdot M_k}{F_a \cdot D_M}$$

$$P_{axial} = k_F \cdot F_a$$

$$L = \left(\frac{C_a}{P_{axial}} \right)^p \quad \text{ó} \quad L = \left(\frac{C_r}{P_{radial}} \right)^p$$

$$L_h = \frac{16666}{n} \cdot \left(\frac{C_a}{P_{axial}} \right)^p \quad \text{ó} \quad L_h = \frac{16666}{n} \cdot \left(\frac{C_r}{P_{radial}} \right)^p$$

$$n = n_{osc} \cdot \frac{\gamma}{90^\circ}$$

ϵ – Característica de la excentricidad de la carga

M_k kNm

Momento dinámico de vuelco

F_a kN

Carga axial dinámica

D_M mm

Diámetro primitivo de rodadura de los elementos rodantes, ver tablas de medidas

P_{axial} kN

Carga axial dinámica equivalente.

Para rodamientos que solamente soportan cargas radiales, utilizar P_{radial}

k_F –

Factor de carga dinámica, *figura 7*, página 907

L_{10} 10^6 revoluciones

Duración de vida nominal, en millones de revoluciones

C_a, C_r kN

Capacidades de carga dinámica, axial o radial, ver tablas de medidas.

Para rodamientos que solamente soportan cargas radiales, utilizar C_r

p –

Exponente de duración de vida para rodamientos de rodillos cruzados: $p = 10/3$

L_{10h} h

Duración de vida nominal en horas de funcionamiento

n min^{-1}

Velocidad de funcionamiento

n_{osc} min^{-1}

Frecuencia del movimiento de vaivén

γ °

Medio ángulo de oscilación

P_{radial} kN

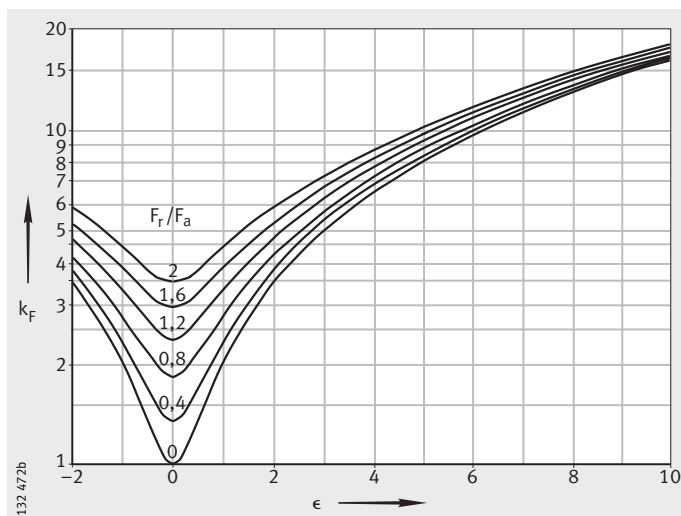
Carga radial dinámica equivalente

F_r kN

Carga radial dinámica

k_F = factor de carga dinámica
 ϵ = característica de la excentricidad de la carga

Figura 7
 Factor de carga dinámica



Capacidad de carga de los tornillos de fijación

Además de la pista de rodadura, hay que comprobar la capacidad de carga de los tornillos de fijación. La base para ello son las indicaciones del capítulo Comprobar la capacidad de carga estática, página 901.

La capacidad de carga de los tornillos de fijación se puede comprobar si se cumplen los siguientes requisitos:

- Los criterios según el capítulo Comprobar la capacidad de carga estática, página 901
- Los tornillos se aprietan, como está prescrito, mediante una llave dinamométrica
 - factor de seguridad para el apriete $\alpha_A = 1,6$, momentos de apriete, ver tablas, página 912 y página 913
- No se ha superado la presión superficial admisible
- Se utiliza el tamaño, el número y la calidad de tornillos recomendado.

Medida para la capacidad de carga

La capacidad de carga de los tornillos se describe mediante:

- Las curvas en los diagramas de carga estática límite para tornillos de fijación, en las tablas de medidas
- La carga radial máxima permisible $F_{r\text{ per}}$ (cierre por fricción).

Las curvas de los tornillos se indican en los diagramas de carga estática límite para tornillos de fijación. Estas curvas se basan en tornillos de la clase de resistencia 10.9 apretados al 90% del límite elástico, incluida la parte de torsión.

Si se utilizan tornillos de la clase de resistencia 8.8 ó 12.9, las cargas estáticas equivalentes F_{0q} y M_{0q} , ver Capacidad de carga estática, página 901, se deben recalcular con los siguientes factores:

- Clase de resistencia 8.8 ($F_{0q} \times 1,65$, $M_{0q} \times 1,65$)
- Clase de resistencia 12.9 ($F_{0q} \times 0,8$, $M_{0q} \times 0,8$).

Rodamientos de rodillos cruzados

Comprobar la capacidad de carga estática de los tornillos

Para aplicaciones sin y con carga radial



Carga radial y capacidad de carga estática de los tornillos



Comprobar la capacidad de carga dinámica de los tornillos

Capacidad de carga dinámica



El límite elástico de los tornillos limita su capacidad de carga estática.

Hay que determinar las cargas estáticas equivalentes F_{0q} y M_{0q} . El punto de carga en el diagrama de carga estática límite pista de rodadura se determina mediante los valores de F_{0q} y M_{0q} . Diagramas, ver página 918 y página 920.

¡El punto de carga debe quedar por debajo de la curva de tornillos correspondiente!

Si aparecen cargas radiales en anillos descentrados, el atornillado también debe impedir que los anillos se desplacen en la construcción anexa.

Para comprobarlo:

- Multiplicar la carga radial sobre el rodamiento por un factor de aplicación f_A , ver tabla, página 904
- Comparar los valores determinados, con la carga radial máxima permisible F_{rper} .

¡La carga radial máxima permisible F_{rper} de los tornillos de fijación depende de su cierre por fricción y no de la capacidad de carga radial del rodamiento!

¡Si la carga radial sobre el rodamiento es mayor que el cierre por fricción de los tornillos de fijación, o si las cargas radiales son muy elevadas ($F_r/F_a > 4$), rogamos consultar!

La capacidad de carga dinámica de los tornillos corresponde a la resistencia continua de los mismos.

Las cargas equivalentes F_{0q} y M_{0q} se determinan mediante las cargas dinámicas disponibles.

En vez del factor de aplicación f_A , la carga durante el funcionamiento debe incrementarse siempre por el factor siguiente:

- Clase de resistencia 8.8 (factor 1,8)
- clase de resistencia 10.9 (factor 1,6)
- clase de resistencia 12.9 (factor 1,5).

A continuación, se debe comprobar la capacidad de carga en el diagrama de carga estática límite, ver tablas de medidas.

¡El punto de carga debe quedar por debajo de la curva de tornillos correspondiente!

**Tolerancias de los ejes
y de los alojamientos**

Para aplicaciones normales, son suficientes las tolerancias K7 para el alojamiento y h7 para el eje, ver tabla.

Para aplicaciones de precisión, el asiento del rodamiento en el alojamiento se debe mecanizar en la tolerancia K6, y en el eje, en h6, ver tabla.

Tolerancias de montaje para el eje

Rango de medidas nominales		Límites nominales			
> mm	≤ mm	h6		h7	
		superior μm	inferior μm	superior μm	inferior μm
65	80	0	-19	0	-30
80	100	0	-22	0	-35
100	120	0	-22	0	-35
120	140	0	-25	0	-40
140	160	0	-25	0	-40
160	180	0	-25	0	-40
180	200	0	-29	0	-46
200	225	0	-29	0	-46
225	250	0	-29	0	-46
250	280	0	-32	0	-52
280	315	0	-32	0	-52
315	355	0	-36	0	-57
355	400	0	-36	0	-57
400	450	0	-40	0	-63
450	500	0	-40	0	-63



**Tolerancias de montaje
para el agujero del alojamiento**

Rango de medidas nominales		Límites nominales			
> mm	≤ mm	K6		K7	
		superior μm	inferior μm	superior μm	inferior μm
80	100	+4	-18	+10	-25
100	120	+4	-18	+10	-25
120	140	+4	-21	+12	-28
140	160	+4	-21	+12	-28
160	180	+4	-21	+12	-28
180	200	+5	-24	+13	-33
200	225	+5	-24	+13	-33
225	250	+5	-24	+13	-33
250	280	+5	-27	+16	-36
280	315	+5	-27	+16	-36
315	355	+7	-29	+17	-40
355	400	+7	-29	+17	-40
400	450	+8	-32	+18	-45
450	500	+8	-32	+18	-45
500	560	0	-44	0	-70
560	630	0	-44	0	-70

Rodamientos de rodillos cruzados

Fijación mediante anillos de sujeción



Para fijar los rodamientos de rodillos cruzados SX han demostrado su eficacia los anillos de sujeción, *figura 8*, página 911.

¡Apoyar los anillos del rodamiento siempre de forma rígida y uniforme en toda la periferia y anchura de los anillos de sujeción!

¡El espesor mínimo s de los anillos de sujeción no debe quedar por debajo de las bridas de conexión!

¡Son admisibles los refundidos según DIN 74, forma J, para tornillos según DIN 6 912! ¡Para refundidos más profundos, el espesor s del anillo de sujeción se debe incrementar en la medida de la profundidad adicional del refundido!

¡Medidas de montaje, ver tabla, página 911 y *figura 8*, página 911!

¡Resistencia mínima de los anillos de sujeción, ver Resistencia mínima de los anillos de sujeción!

Altura del asiento del rodamiento



La altura del asiento t del rodamiento se debe realizar según datos previos, para que los anillos de sujeción fijen el rodamiento de manera segura, ver tabla, página 911 y *figura 8*, página 911.

¡La altura de asiento del rodamiento influye sobre el juego del mismo y sobre la resistencia al giro!

¡En los rodamientos con precarga (sufijo VSP), la resistencia al giro es mayor!

Si se plantean exigencias especiales a la resistencia al giro, la altura del asiento t del rodamiento se debería realizar ajustada a la altura correspondiente del anillo del rodamiento.

Ha mostrado su eficacia especificar las tolerancias para la altura del asiento t del rodamiento con los mismos límites o con límites más ajustados que para la medida h de las tablas de medidas.

Sin embargo, y como seguridad, se deberían realizar en este caso algunos ensayos.

Resistencia mínima de los anillos de sujeción

Para tornillos de la clase 10.9, la resistencia mínima debajo de las cabezas de los tornillos o bien de las tuercas, debe ser 500 N/mm^2 . Estos tornillos no requieren arandelas especiales.

En caso de tornillos de fijación de la clase 12.9, no rebasar la resistencia mínima de 850 N/mm^2 o se deben utilizar arandelas especiales bonificadas debajo de las cabezas de los tornillos o bien de las tuercas.

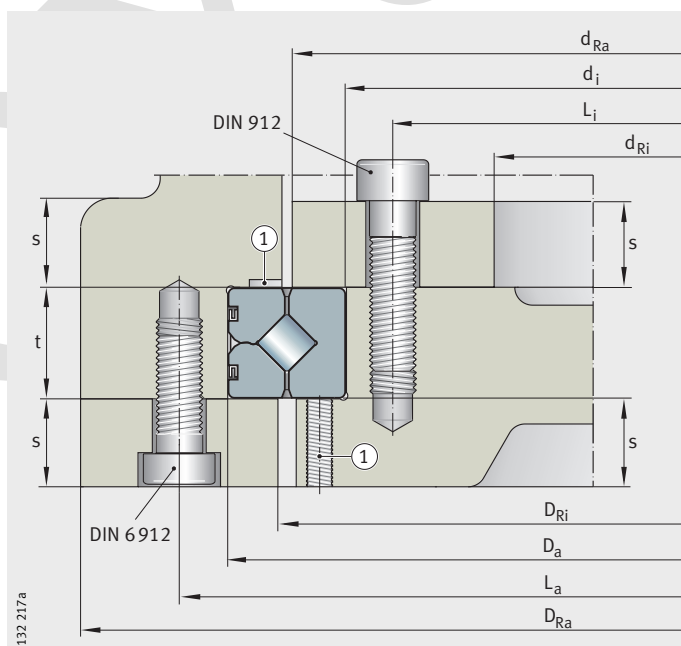
Medidas de montaje

Referencia	Medidas de montaje									
	d_i h7 (h6)	D_a K7 (K6)	t	s min.	d_{Ra}	d_{Ri}	D_{Ri}	D_{Ra}	L_i max.	L_a min.
SX011814	70	90	$10_{-0,005}^{-0,015}$	8	78	42	82	118	60	100
SX011818	90	115	$13_{-0,020}^{-0,005}$	10	100	61	104	144	80	125
SX011820	100	125	$13_{-0,020}^{-0,005}$	10	110	71	114	154	90	135
SX011824	120	150	$16_{-0,025}^{-0,005}$	12	132	84	138	186	108	162
SX011828	140	175	$18_{-0,030}^{-0,005}$	14	154	94	160	221	124	191
SX011832	160	200	$20_{-0,05}^{-0,02}$	15	177	111	183	249	144	216
SX011836	180	225	$22_{-0,05}^{-0,02}$	17	199	121	205	284	160	245
SX011840	200	250	$24_{-0,06}^{-0,02}$	18	221	139	229	311	180	270
SX011848	240	300	$28_{-0,06}^{-0,02}$	21	269	166	274	374	216	324
SX011860	300	380	$38_{-0,10}^{-0,04}$	29	335	201	345	479	268	412
SX011868	340	420	$38_{-0,10}^{-0,04}$	29	375	241	385	519	308	452
SX011880	400	500	$46_{-0,10}^{-0,04}$	35	445	275	455	625	360	540
SX0118/500	500	620	$56_{-0,10}^{-0,04}$	42	554	350	566	700	452	668



① Ranuras, roscas de extracción o similares, para el desmontaje

Figura 8
Anillos de sujeción,
altura del asiento del rodamiento,
medidas de montaje



Rodamientos de rodillos cruzados

Tornillos de fijación



Para fijar los anillos del rodamiento o los anillos de sujeción, son adecuados tornillos de la clase de resistencia 10.9, ver tabla.

¡Las desviaciones de la medida recomendada, de la clase de resistencia y del número de tornillos reducen notablemente la capacidad de carga y la vida útil de los rodamientos!

¡Para los tornillos 12.9 hay que tener en cuenta la resistencia mínima de los anillos de sujeción o se deben utilizar arandelas especiales bonificadas!

Tornillos de fijación

Rodamientos de rodillos cruzados	Tornillos de fijación Clase de resistencia 10.9		Momento de apriete M_A Nm
	Medida	Cantidad	
SX011814	M5	18	7
SX011818	M5	24	7
SX011820	M5	24	7
SX011824	M6	24	11,7
SX011828	M8	24	27,8
SX011832	M8	24	27,8
SX011836	M10	24	55,6
SX011840	M10	24	55,6
SX011848	M12	24	98,4
SX011860	M16	24	247
SX011868	M16	24	247
SX011880	M20	24	481
SX0118/500	M24	24	831

Seguridad de los tornillos



Normalmente, los tornillos están suficientemente asegurados mediante la precarga correcta. En caso de cargas de impactos o choques y vibraciones periódicas, puede ser necesaria una seguridad adicional para los tornillos.

¡No todos los tornillos de seguridad son adecuados para los rodamientos de rodillos cruzados!

¡No utilizar nunca discos tensores o arandelas de muelle!

¡Para información general acerca de la seguridad de los tornillos, ver DIN 25 201, para información especial para asegurar mediante pegamento, ver DIN 25 203, Edición 1992!

¡Para cada aplicación, rogamos consultar a los fabricantes correspondientes!

**Momentos de apriete M_A
para los tornillos de ajuste**

Tornillo de fijación	Sección de fijación A_s mm ²	Sección del núcleo A_{d3} mm ²	Momento de apriete $M_A^{1)}$ en Nm para: Clase de resistencia		
			8.8	10.9	12.9
M4	8,78	7,75	2,25	3,31	3,87
M5	14,2	12,7	4,61	6,77	7,92
M6	20,1	17,9	7,8	11,5	13,4
M8	36,6	32,8	19,1	28	32,8
M10	58	52,3	38	55,8	65,3
M12	84,3	76,2	66,5	97,7	114
M14	115	105	107	156	183
M16	157	144	168	246	288
M18	192	175	229	336	394
M20	245	225	327	481	562
M22	303	282	450	661	773
M24	353	324	565	830	972

¹⁾ M_A según directriz VDI 2 230 (julio 1986) para $\mu_K = 0,08$ y $\mu_G = 0,12$.

**Fuerzas de precarga de montaje F_M para el apriete
de los tornillos de ajuste**

Tornillo de fijación	Sección de fijación A_s mm ²	Sección del núcleo A_{d3} mm ²	Fuerza de precarga de montaje $F_M^{1)}$ en kN para: Clase de resistencia		
			8.8	10.9	12.9
M4	8,78	7,75	4,05	5,95	6,96
M5	14,2	12,7	6,63	9,74	11,4
M6	20,1	17,9	9,36	13,7	16,1
M8	36,6	32,8	17,2	25,2	29,5
M10	58	52,3	27,3	40,2	47
M12	84,3	76,2	39,9	58,5	68,5
M14	115	105	54,7	80,4	94,1
M16	157	144	75,3	111	129
M18	192	175	91,6	134	157
M20	245	225	118	173	202
M22	303	282	147	216	253
M24	353	324	169	249	291

¹⁾ F_M según directriz VDI 2 230 (julio 1986) para $\mu_G = 0,12$.



Rodamientos de rodillos cruzados

Montaje de los rodamientos de rodillos cruzados

Los agujeros y los cantos y chaflanes de los componentes contiguos al rodamiento deben estar sin rebabas. Las superficies de apoyo de los anillos deben estar limpias y planas.

Lubricar con grasa o con aceite las superficies de asiento y de apoyo de los anillos del rodamiento en la construcción anexa.

Lubricar la rosca de los tornillos de fijación, para evitar diferentes coeficientes de rozamiento (no lubricar con aceite ni grasa los tornillos asegurados mediante pegamento).



¡Asegurar que todos los componentes contiguos y las conducciones de lubricante estén limpios de detergentes, disolventes y productos de limpieza! ¡Las superficies de asiento del rodamiento pueden oxidarse o las pistas de rodadura pueden ensuciarse!

¡Aplicar las fuerzas de montaje solamente en el anillo que se está montando; no conducir nunca dichas fuerzas a través de los elementos rodantes o de las obturaciones!

¡Evitar siempre los golpes directos sobre los anillos del rodamiento!

¡Fijar los anillos de rodamiento uno después del otro y sin carga exterior!

¡El anillo exterior está partido y sujeto mediante tres anillos de retención ①, figura 9! ¡No someter nunca los anillos de retención a esfuerzos de tracción!

Fijación del anillo exterior

Montaje del anillo, *figura 9*:

- Introducir o montar a presión el rodamiento ② con el anillo exterior en la construcción anexa ③
- Posicionar el anillo de sujeción exterior ④
- Introducir los tornillos de fijación ⑤ en el anillo de sujeción y apretar gradualmente hasta llegar al momento de apriete M_A previsto
 - apretar los tornillos gradualmente en cruz, para que no se produzcan variaciones inadmisibles de las fuerzas de apriete de los tornillos
 - momentos de apriete M_A para los tornillos de fijación, ver tablas, página 913.

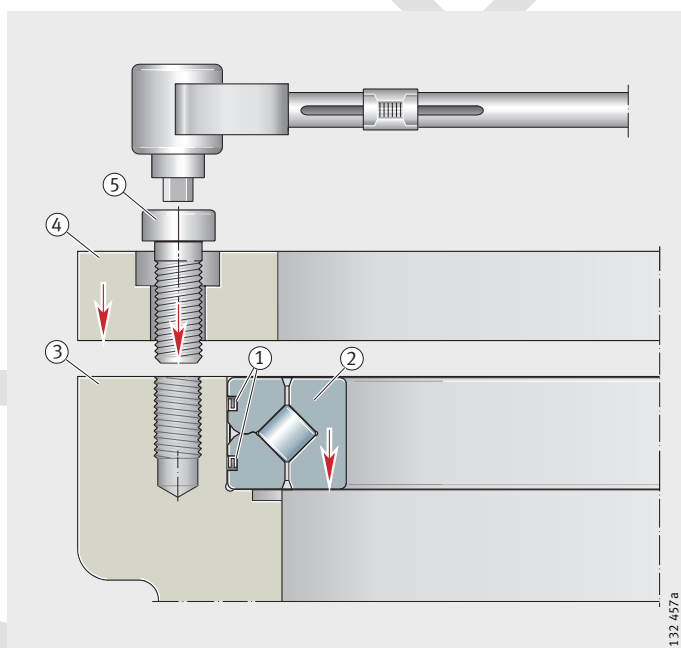


Figura 9
Fijación del anillo exterior

Rodamientos de rodillos cruzados

Fijación del anillo interior

Montaje del anillo, *figura 10*:

- Colocar el rodamiento ② en la construcción anexa interior ⑥
- Posicionar el anillo de sujeción interior ⑦
- Introducir los tornillos de fijación ⑧ en el anillo de sujeción y apretar gradualmente hasta llegar al momento de apriete M_A previsto
 - apretar los tornillos gradualmente en cruz, para que no se produzcan variaciones inadmisibles de las fuerzas de apriete de los tornillos.

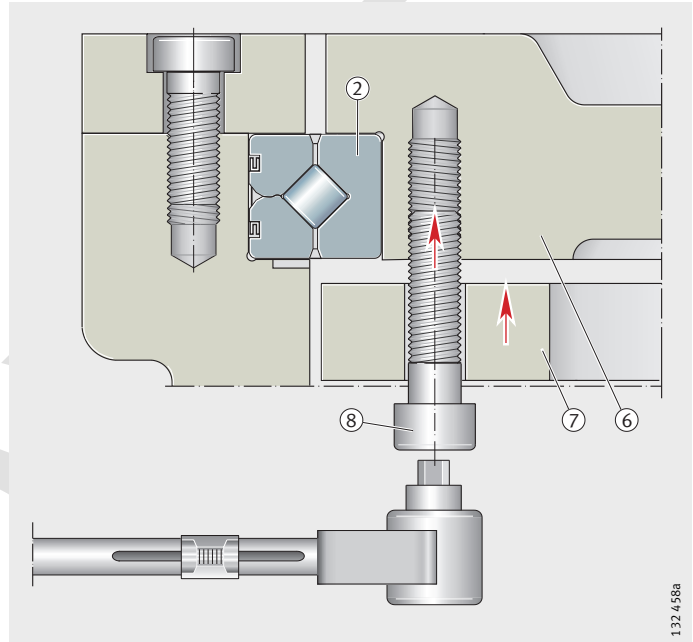


Figura 10
Fijación del anillo interior

Comprobar la funcionalidad



Después del montaje, el funcionamiento del rodamiento de rodillos cruzados debe comprobarse.

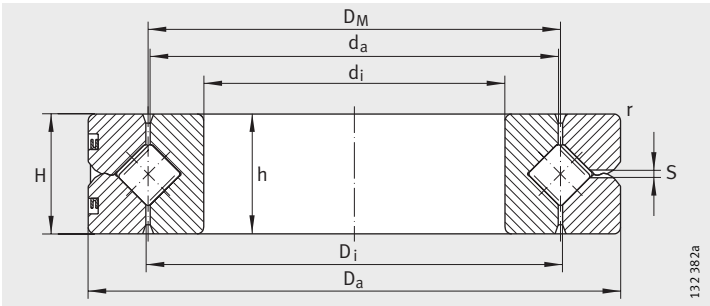
¡Si el rodamiento funciona de forma irregular o si la temperatura del mismo sube más de lo normal, desmontar y comprobar el rodamiento y volver a montarlo según las orientaciones dadas para el montaje!

Precisión

Las tolerancias dimensionales y de forma son según DIN 620-2 y DIN 620-3 y se sitúan en las clases de precisión P6 y P5.

Las medidas principales son conformes a DIN 616, serie de medidas 18.

Rodamientos de rodillos cruzados



SX

Tabla de medidas · Medidas en mm

Referencia	Posi- ción ¹⁾	Peso m ≈kg	Dimensiones									Precisión de giro	
			DM	di	Da	H ²⁾	h ²⁾	da	Di	r	S ³⁾	radial	axial
				K6	h6		E8			min.			
SX011814	①	0,3	80	70 ^{+0,004 -0,015}	90 _{-0,022}	10±0,10	10 _{-0,01}	79,5	80,5	0,6	1,2	0,010	0,010
SX011818	②	0,4	102	90 ^{+0,004 -0,018}	115 _{-0,022}	13±0,12	13 _{-0,01}	101,5	102,5	1	1,2	0,010	0,010
SX011820	③	0,5	112	100 ^{+0,004 -0,018}	125 _{-0,025}	13±0,12	13 _{-0,01}	111,5	112,5	1	1,2	0,010	0,010
SX011824	④	0,8	135	120 ^{+0,004 -0,018}	150 _{-0,025}	16±0,12	16 _{-0,01}	134,4	135,5	1	1,5	0,010	0,010
SX011828	⑤	1,1	157	140 ^{+0,004 -0,021}	175 _{-0,025}	18±0,12	18 _{-0,01}	156,3	157,7	1,1	1,5	0,015	0,010
SX011832	⑥	1,7	180	160 ^{+0,004 -0,021}	200 _{-0,029}	20±0,12	20 _{-0,025}	179,2	180,8	1,1	1,5	0,015	0,010

- 1) Curvas de los diagramas de carga estática límite para la pista de rodadura y para los tornillos de fijación.
- 2) H: Altura constructiva del rodamiento,
h: Alturas de los anillos individuales.
- 3) Agujero de lubricación: 3 agujeros equidistantes en la periferia.
- 4) Capacidad de carga radial: Sólo para carga radial pura.

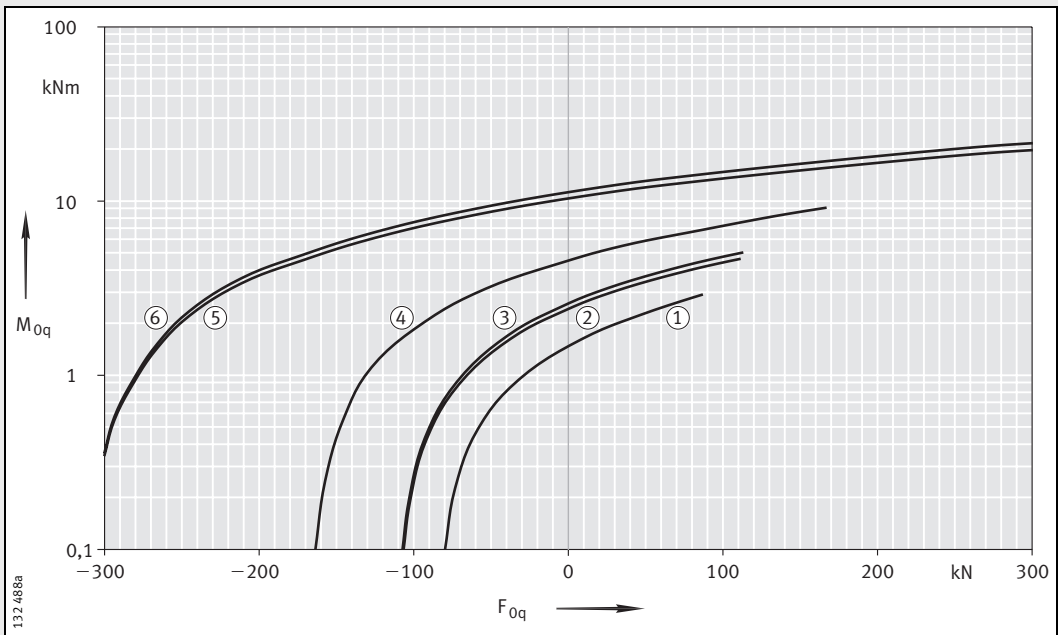


Diagrama de carga estática límite para los tornillos de fijación – carga apoyada



Juego normal				Escaso juego RLO		Precarga VSP		Capacidades de carga				Velocidades límite				Dimensiones iguales que la serie de medidas ISO 18
Juego radial		Juego axial de vuelco		Juego radial	Pre-carga			axial		radial ⁽⁴⁾		para juego normal		para precarga		
								din. C _a	est. C _{0a}	din. C _r	est. C _{0r}	n _G Aceite min ⁻¹	n _G Grasa min ⁻¹	n _G Aceite min ⁻¹	n _G Grasa min ⁻¹	
min.	max.	min.	max.	max.	max.	min.	max.	kN	kN	kN	kN					
0,003	0,015	0,006	0,03	0,003	0,006	0,003	0,015	15,4	51	11	20,4	1 910	955	955	475	618 14
0,003	0,015	0,006	0,03	0,003	0,006	0,003	0,015	25,5	91	18,3	36,5	1 500	750	750	375	618 18
0,005	0,020	0,010	0,04	0,004	0,008	0,005	0,020	27	102	19,4	40,5	1 360	680	680	340	818 20
0,005	0,020	0,010	0,04	0,004	0,008	0,005	0,020	38	146	27	59	1 130	565	565	280	618 24
0,005	0,020	0,010	0,04	0,004	0,008	0,005	0,020	63	240	45	96	975	485	485	240	618 28
0,005	0,020	0,010	0,04	0,004	0,008	0,005	0,020	68	275	48,5	111	850	425	425	210	618 32

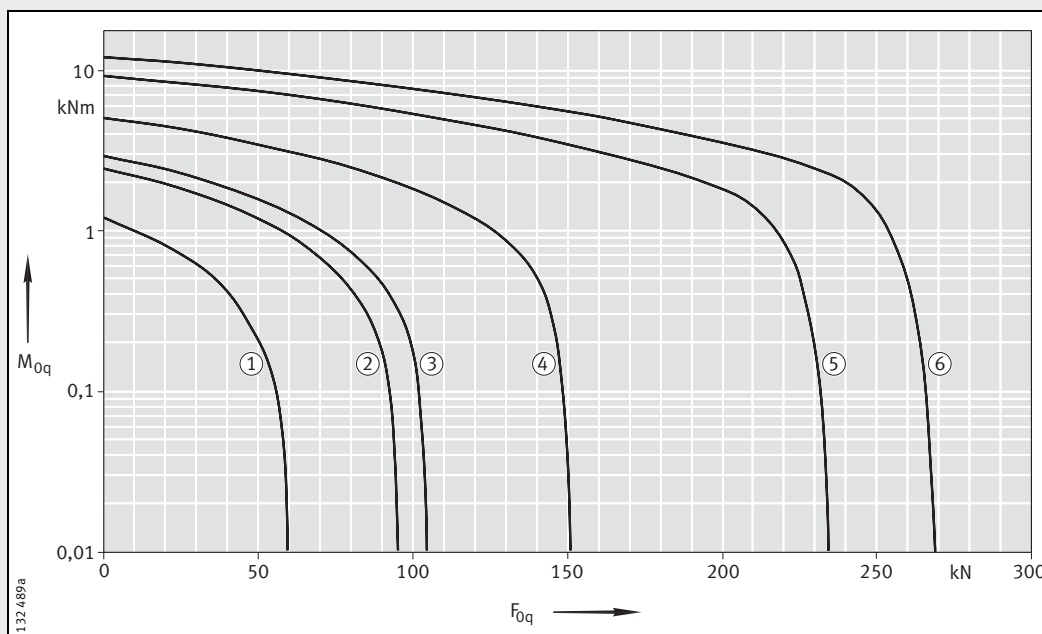
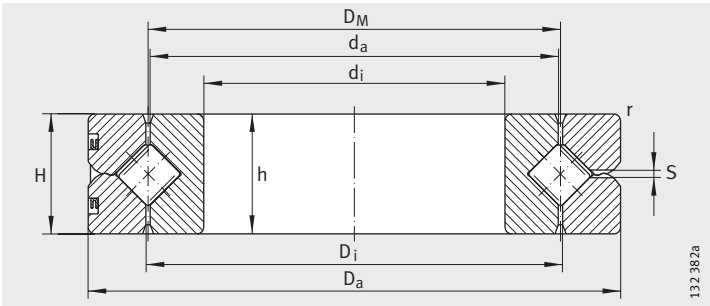


Diagrama de carga estática límite para la pista de rodadura – carga apoyada

Rodamientos de rodillos cruzados



SX

Tabla de medidas (continuación) · Medidas en mm

Referencia	Posi- ción ¹⁾	Peso	Dimensiones										Precisión de giro	
		m	D _M	d _i	D _a	H ²⁾	h ²⁾	d _a	D _i	r	S ³⁾	radial	axial	
			≈kg	K6	h6		E8			min.				
SX011836	⑦	2,3	202	180 ^{+0,004} _{-0,021}	225 _{-0,029}	22±0,13	22 _{-0,025}	201,2	202,8	1,1	2	0,015	0,010	
SX011840	⑧	3,1	225	200 ^{+0,004} _{-0,024}	250 _{-0,029}	24±0,13	24 _{-0,025}	224,2	225,8	1,5	2	0,015	0,010	
SX011848	⑨	5,3	270	240 ^{+0,005} _{-0,024}	300 _{-0,032}	28±0,13	28 _{-0,025}	269,2	270,8	2	2	0,020	0,010	
SX011860	⑩	12	340	300 ^{+0,005} _{-0,027}	380 _{-0,036}	38±0,14	38 _{-0,05}	339,2	340,8	2,1	2,5	0,020	0,010	
SX011868	⑪	13,5	380	340 ^{+0,007} _{-0,029}	420 _{-0,040}	38±0,14	38 _{-0,05}	379,2	380,8	2,1	2,5	0,025	0,010	
SX011880	⑫	24	450	400 ^{+0,007} _{-0,029}	500 _{-0,040}	46±0,15	46 _{-0,05}	449	451	2,1	2,5	0,030	0,010	
SX0118/	⑬	44	560	500 ^{+0,008} _{-0,032}	620 _{-0,044}	56±0,16	56 _{-0,05}	558,8	561,2	3	2,5	0,040	0,010	

- 1) Curvas de los diagramas de carga estática límite para la pista de rodadura y para los tornillos de fijación.
2) H: Altura constructiva del rodamiento,
h: Alturas de los anillos individuales.
3) Agujero de lubricación: 3 agujeros equidistantes en la periferia.
4) Capacidad de carga radial: Sólo para carga radial pura.

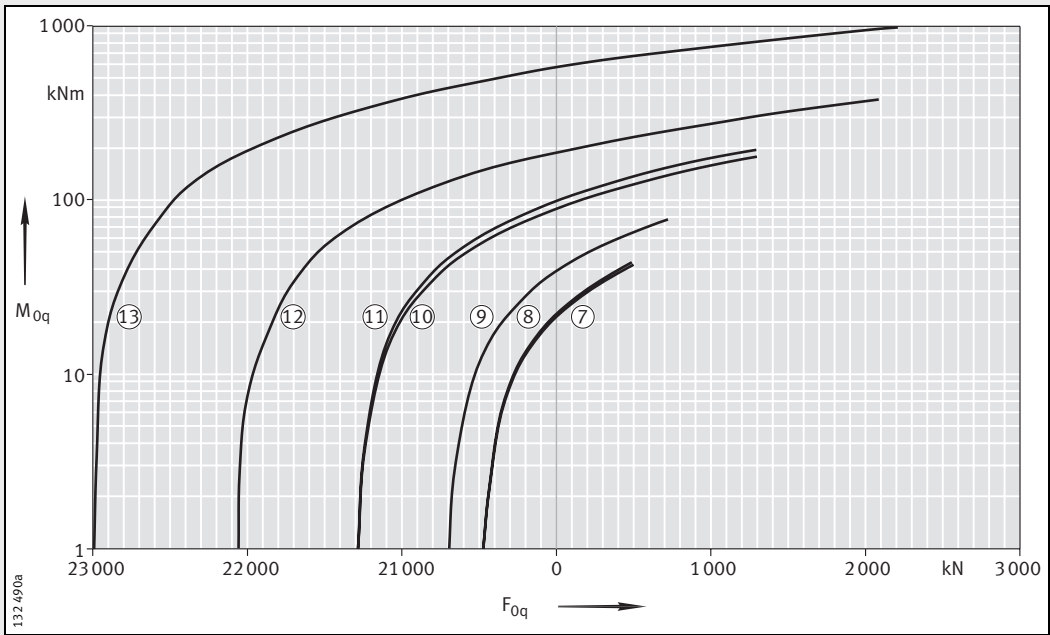


Diagrama de carga estática límite para los tornillos de fijación – carga apoyada



Juego normal				Escaso juego RLO		Precarga VSP		Capacidades de carga				Velocidades límite				Dimensiones iguales que la serie de medidas ISO 18
Juego radial		Juego axial de vuelco		Juego radial	Pre-carga			axial		radial ⁴⁾		para juego normal		para precarga		
								din. C _a	est. C _{0a}	din. C _r	est. C _{0r}	n _G Aceite min ⁻¹	n _G Grasa min ⁻¹	n _G Aceite min ⁻¹	n _G Grasa min ⁻¹	
min.	max.	min.	max.	max.	max.	min.	max.	kN	kN	kN	kN					
0,005	0,025	0,010	0,05	0,005	0,010	0,005	0,025	96	380	69	153	755	375	375	185	618 36
0,005	0,025	0,010	0,05	0,005	0,010	0,005	0,025	102	425	72	170	680	340	340	170	618 40
0,010	0,030	0,020	0,06	0,005	0,010	0,005	0,025	148	640	105	255	565	280	280	140	618 48
0,010	0,040	0,020	0,08	0,005	0,010	0,005	0,025	243	1 070	173	425	450	225	225	110	618 60
0,010	0,040	0,020	0,08	0,005	0,010	0,005	0,025	260	1 220	185	485	400	200	200	100	618 68
0,010	0,050	0,020	0,10	0,005	0,010	0,005	0,025	385	1 800	275	720	340	170	170	85	618 80
0,015	0,060	0,030	0,12	0,006	0,012	0,005	0,030	560	2 750	395	1 100	275	135	135	65	618/500

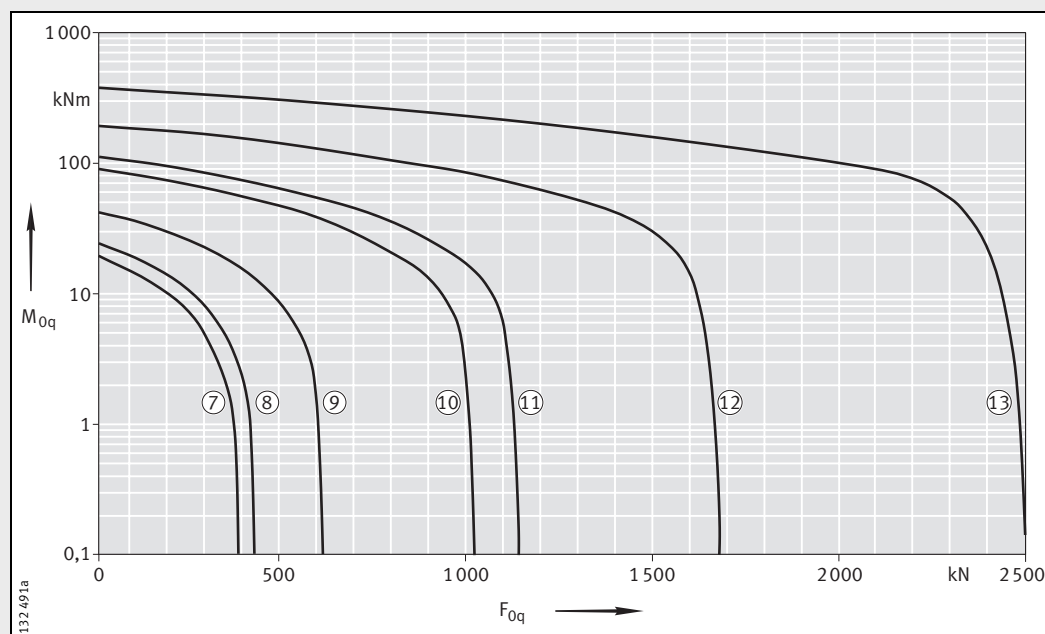


Diagrama de carga estática límite para la pista de rodadura – carga apoyada