

Datos técnicos

Indicaciones técnicas

Según DIN 69 051, parte 1, un husillo de bolas de precisión se define como sigue:

El husillo de bolas de precisión es un conjunto de accionamiento que posee bolas como elementos de rodadura. El permite la conversión del movimiento de rotación al de traslación y viceversa.

Ventajas sobre los husillos trapezoidales

- El grado de rendimiento mecánico en el husillo trapezoidal es como máximo un 50%, mientras que en el husillo de bolas puede llegar al 98%.
- Duración de vida más larga por su funcionamiento sin desgaste
- Menos potencia de accionamiento
- Ausencia de stick-slip (ir a saltos)
- Posicionamiento más preciso
- Mayor velocidad de desplazamiento
- Menor calentamiento

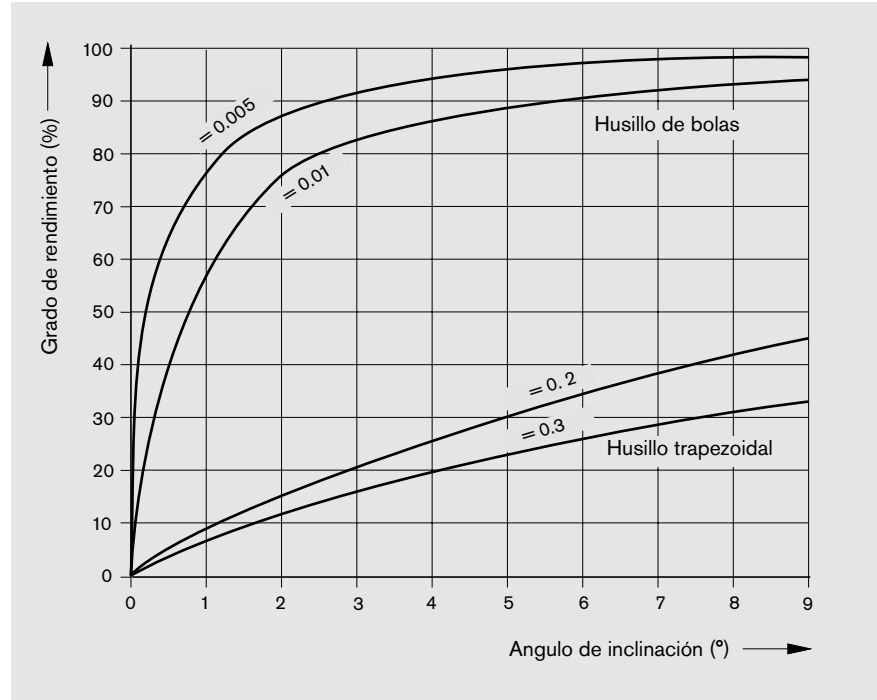
Debido a su elevado grado de rendimiento, los husillos de bolas de precisión no son autoblocantes.

⚠ Indicación de seguridad

Para el caso de una construcción en vertical, el cliente deberá comprobar si es necesario asegurar separadamente el husillo de bolas contra una eventual caída (tuerca de seguridad).

Para aplicaciones críticas en posición vertical, recomendamos el uso de una tuerca de seguridad.

Por favor preguntar.



Criterios de selección para husillos de bolas de precisión

Para el dimensionamiento del husillo de bolas, son importantes los siguientes factores:

- precisión deseada (desviación del paso)
- carga
- duración de vida
- revoluciones críticas
- pandeo
- rigidez/sin juego
- coeficiente de revoluciones (velocidad lineal máxima admisible)

Para conseguir una solución óptimamente construida y económica se deberán considerar los siguientes puntos:

- El paso es un factor muy importante para la capacidad de carga (debido al diámetro máximo posible de la bola) y el momento de accionamiento.
- Para calcular la duración de vida hay que usar cargas y velocidades medias, no las máximas.
- Con el fin de poderles ayudar en la elección de un nuevo diseño, les rogamos nos faciliten dibujos de ensamblaje de la tuerca así como del husillo de bolas, con las especificaciones técnicas.

⚠ Atención

Fuerzas radiales y excéntricas deben ser evitadas porque influyen negativamente en la duración de vida y funcionamiento del husillo de bolas.

Para aplicaciones especiales por favor preguntar.



Capacidades de carga y duración de vida

Nosotros calculamos las capacidades de carga y la duración de vida según DIN 69 051 parte 4 o ISO 3408-4 (P5).

Capacidad de carga estática C_0

Es la carga axial estática centrada, que produce una deformación permanente entre las bolas y el camino de rodadura de 0,0001 x el diámetro de las bolas.

Capacidad de carga dinámica C

Es la carga axial dinámica centrada y constante en valor y sentido, al cual el 90% de un número suficientemente elevado de husillos de bolas iguales entre sí puede soportar una duración de vida nominal de 1 millón de revoluciones.

Duración de vida

La duración de vida nominal se define como el número de revoluciones (o n° de horas de trabajo) sin cambio de velocidad al cual llega o sobrepasa el 90% de un número suficientemente elevado de husillos de bolas iguales entre sí, antes de manifestarse los primeros síntomas de fatiga del material.

La duración de vida nominal se define con L o L_n según se refiera a revoluciones o a horas.

Carreras cortas

En carreras cortas las bolas no recirculan lo suficiente. Esto trae como consecuencia un rápido desgaste, ya que la película de aceite no se forma adecuadamente.

El diagrama muestra, independientemente de la cantidad de hileras y del paso de la tuerca, la carrera mínima que se puede alcanzar con un desperdicio del 10% en la capacidad de carga.

Los valores mínimos se encuentran por encima de las respectivas líneas rectas. Como ayuda en estos casos se deberá hacer, de vez en cuando, una carrera mayor lubricando la tuerca al mismo tiempo. Si tiene dudas consúltenos.

Revoluciones críticas y pandeo

Las revoluciones críticas y el pandeo deben ser verificados en los respectivos diagramas.

Para su cálculo:

formula 12 15 ver sección "Cálculo".

Coefficiente de revoluciones $d_0 \cdot n$

Los husillos de bolas de precisión Rexroth pueden trabajar a altas velocidades gracias a su sistema de recirculación de bolas. Debido a ello, se puede llegar a un coeficiente de revoluciones de hasta 150.000 dependiendo del tipo de la tuerca.

$$d_0 \cdot n \leq 150.000$$

$$d_0 \cdot n \leq 80.000 \text{ (para eLINE y serie ECOplus)}$$

$$d_0 = \text{diámetro nominal (mm)}$$

$$n = \text{revoluciones (min}^{-1}\text{)}$$

Las indicaciones de la velocidad lineal máxima v_{max} (m/min) teórica admisible las encuentra respectivamente en las páginas de las tuercas. Las velocidades reales dependen fuertemente de la precarga y de la duración de servicio. En general se ven limitadas por las revoluciones críticas (ver capítulo "Cálculo").

Materiales, dureza

Los husillos de bolas de precisión se fabrican en acero de alta calidad, acero para rodamientos y acero de cementación. La dureza de las pistas de roda-dura de los husillos y de las tuercas es de un mínimo de HRC 60.

Bajo consulta se pueden construir husillos de bolas de acero inoxidable (DIN EN ISO 683-17) a petición del cliente. Normalmente los extremos de husillos quedan recocidos sin dureza o sin templar.

Obturación con junta

Los husillos de bolas de precisión necesitan una protección contra la suciedad.

Las cubiertas planas, fuelles o la unidad de accionamiento AGK son medios destinados a esta finalidad. Pero como en muchos casos estas protecciones no son suficientes, hemos desarrollado una junta labiada que asegura una óptima estanqueidad; por su poca fricción no afecta al alto rendimiento del husillo.

Por ello, nuestros husillos de bolas de precisión son suministrados en ejecución estándar con juntas de protección. Solo a petición del cliente se suministran sin protección. En el caso que hubiese mucha suciedad, y que no se pueda evitar, hemos desarrollado una junta reforzada. Esta junta es una variante de la ejecución estándar. El alto grado de rendimiento se ha mejorado gracias a una mayor precarga. Hay que tener en cuenta que esta junta reforzada tiene un momento de fricción mucho más elevado que la junta estándar (ver "Datos técnicos"), y por ende desarrolla mayor temperatura. La junta reforzada se la reconoce por su color verde oscuro.

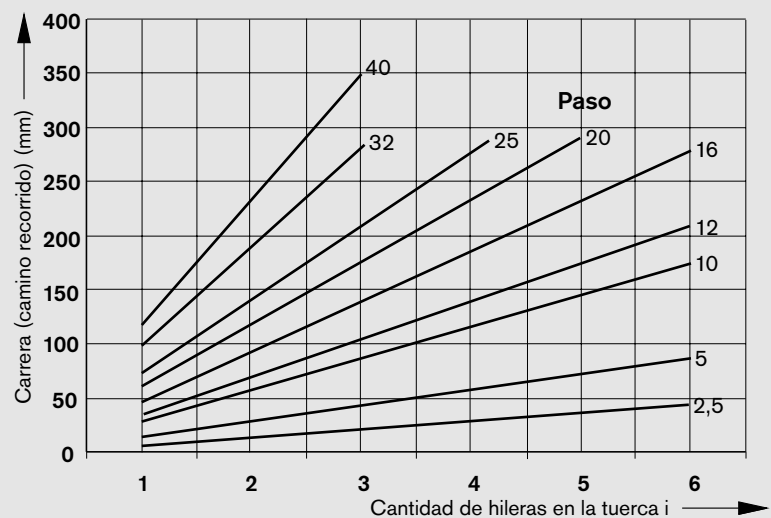
Temperaturas de servicio admisibles

Los husillos de bolas admiten una temperatura de servicio continuo de 80°C y una temperatura de 100°C para lapsos cortos, siempre medido en la carcasa de la tuerca.

Temperaturas de servicio admisibles:
 $-10^\circ\text{C} \leq T_{\text{servicio}} \leq 80^\circ\text{C}$

Temperaturas de rodamiento admisibles:
 $-15^\circ\text{C} \leq T_{\text{rodamiento}} \leq 80^\circ\text{C}$

Límite de la carrera corta (desperdicio de la capacidad de carga < 10%)



Datos técnicos

Control dimensional y clases de tolerancia

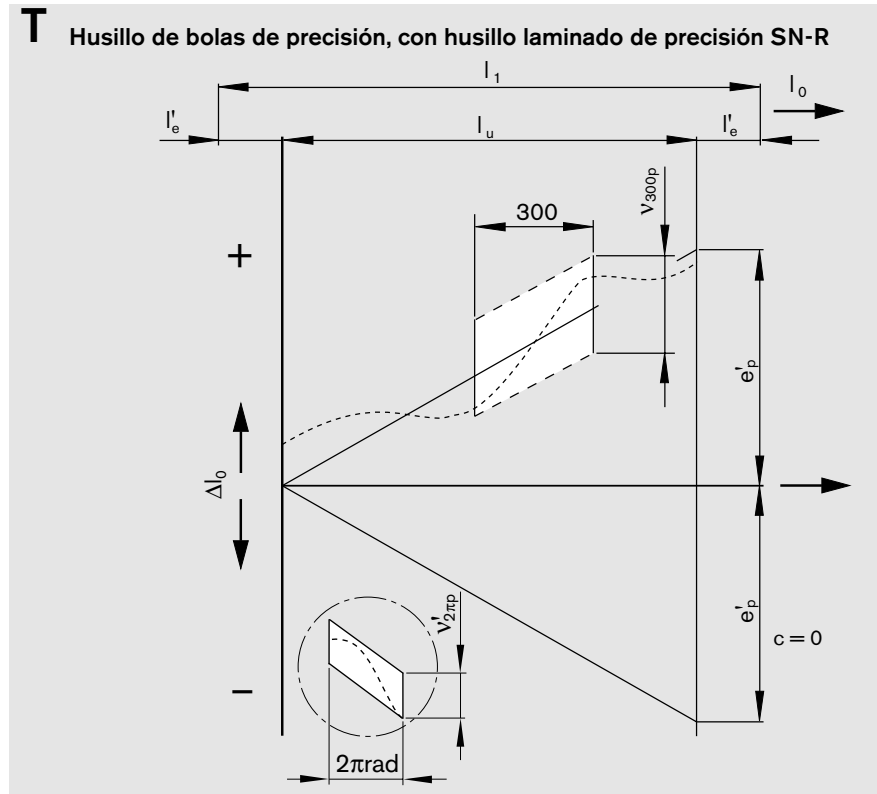
Nota: para los husillos de bolas eLINE observe por favor las indicaciones del capítulo "Husillos de bolas eLINE"

Desviación de carrera admisible

según DIN 69 051, parte 3 o ISO 3408-3
Muchos valores indicados son más precisos que los presentados por la DIN 69 051, parte 3 o ISO 3408-3

Definición de abreviaturas: (nomenclaturas)

- l_0 = carrera nominal
- l_1 = longitud de rosca
- Δl_0 = desviación de carrera
- l_u = carrera útil
- l'_e = carrera de seguridad (las tolerancias de la carrera útil, así como de la dureza no son contempladas en la aplicación)
- c = compensación de la carrera (estándar: $c = 0$)
- e'_p = valor límite para la desviación de la carrera real
- v_{300p} = desviación de carrera admisible para 300 mm de carrera
- $v'_{2\pi p}$ = desviación de carrera admisible para 1 revolución



Valores mejorados

La tolerancia es la mitad de los valores de DIN 69 051, parte 3 o ISO 3408-3.

Carrera útil l_u		Valor límite para la desviación de la carrera real e'_p (μm)		
$>$	\leq	Clase de tolerancia		
		5	7	9
0	100	18	44	110
100	200	20	48	130
200	315	23	52	150
315		$e'_p = \frac{l_u}{300} \cdot v_{300p}$		

Para los husillos de precisión SN-R rige generalmente:

v_{300p} (μm)	Clase de tolerancia		
	5	7	9
	23	52	130

$v'_{2\pi p}$ (μm)	Clase de tolerancia		
	5	7	9
	8	10	10

Longitud no utilizable l'_e

(carrera de seguridad)
Modificado respecto a DIN 69051.

d_0 (mm)	l'_e (mm)
8	15
12, 16	20
20, 25, 32, 40	40
50, 63, 80	50



Cantidad mínima de mediciones dentro de los 300 mm (intervalos de medición) y carrera de seguridad a considerar

Paso P (mm)	Cantidad mínima de mediciones para clases de tolerancia		
	5	7	9
2,5	10	5	5
5	6	3	3
10	3	1	1
16	3	1	1
20	3	1	1
25	3	1	1
32	2	1	1
40	1	1	1

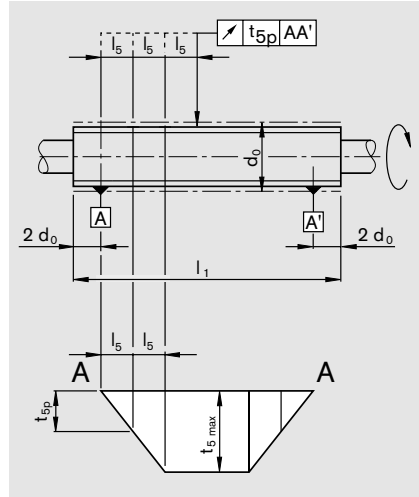
Datos técnicos

Control dimensional y clases de tolerancia

Desviaciones

basado en la DIN 69 051, parte 3 o ISO 3408-3

Salto radial t_5 del diámetro exterior del husillo de bolas de precisión en la longitud l_5 para determinar la rectitud en relación a AA'.



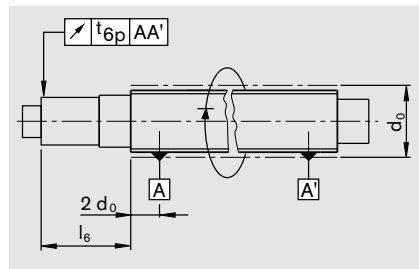
d_0		l_5	t_{5p} en μm para l_5 clase de tolerancia	
desde	hasta		5	7; 9
= 6	12	80	32	40
12	25	160		
25	50	315		
50	100	630		
100	200	1250		

l_1/d_0		t_{5max} en μm para $l_1 \geq 4l_5$ para clase de tolerancia	
desde	hasta	5	7; 9
	40	64	80
40	60	96	120
60	80	160	200
80	100	256	320

Salto radial t_6 del apoyo de rodamiento respecto a AA' para $l_6 \leq l$.

El valor de la tabla t_{6p} vale, si $l_6 \leq a$ la longitud de referencia l .

$$\text{Para } l_6 > l \text{ vale } t_{6a} \leq t_{6p} \cdot \frac{l_{6a}}{l}$$

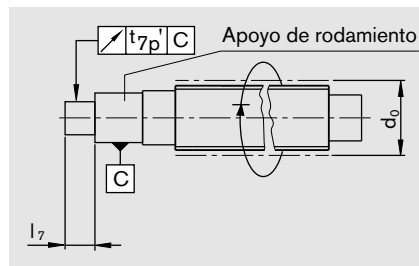


Diámetro nominal d_0		Longitud de referencia l	t_{6p} en μm para $l_6 \leq l$ para clase de tolerancia	
desde	hasta		5; 7; 9	
= 6	20	80	20	
20	50	125	25	
50	125	200	25	
125	200	315	25	

Salto radial $t_{7'}$ del extremo del husillo respecto al apoyo de rodamiento, para $l_7 \leq l$.

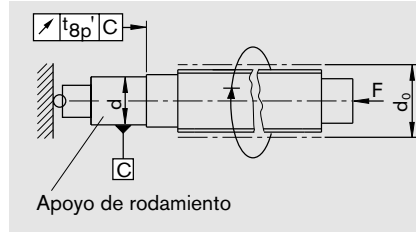
El valor de la tabla t_{7p} vale, si $l_7 \leq a$ la longitud de referencia l .

$$\text{Para } l_7 > l \text{ vale } t_{7a} \leq t_{7p} \cdot \frac{l_{7a}}{l}$$



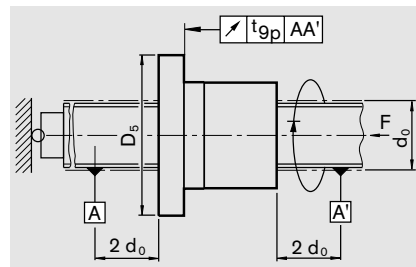
Diámetro nominal d_0		Longitud de referencia l	t_{7p} en μm para $l_7 \leq l$ para clase de tolerancia	
desde	hasta		5; 7; 9	
= 6	20	80	6	
20	50	125	6	
50	125	200	7	
125	200	315	12	

Salto axial t_{8p}' de la cara del apoyo de rodamiento respecto al diámetro del apoyo de rodamiento.



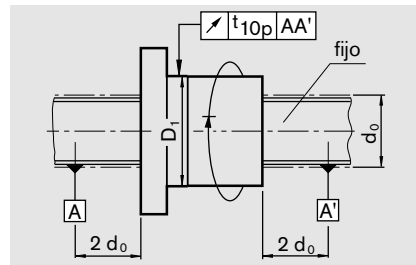
Diámetro nominal d_0		t_{8p}' en μm para clase de tolerancia 5; 7; 9
desde	hasta	
= 6	63	5
63	125	6
125	200	8

Salto axial t_{9p} de la cara de la tuerca respecto a A y A' (solo para tuercas precargadas).



Diámetro de la brida D_5		t_{9p} en μm para clase de tolerancia 5; 7; 9
desde	hasta	
16	32	16
32	63	20
63	125	25
125	250	32
250	500	40

Salto radial t_{10} del diámetro de centrado D_1 de la tuerca respecto a A y A' (solo para tuercas precargadas y giratorias). Fijar el husillo contra rotación.



Diámetro de centrado D_1		t_{10p} en μm para clase de tolerancia 5; 7; 9
desde	hasta	
16	32	16
32	63	20
63	125	25
125	250	32
250	500	40

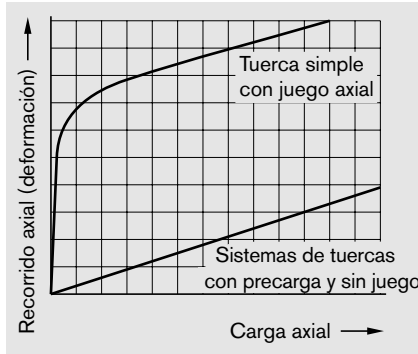
Para saltos radiales y axiales admisibles en tuercas accionadas por favor preguntar.

Datos técnicos

Precarga y rigidez

Precarga de sistemas de tuercas

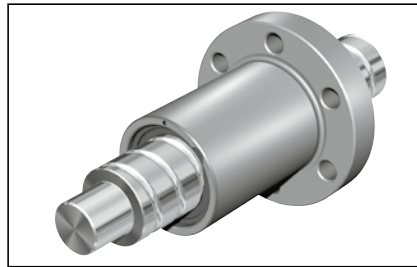
Aparte de las tuercas simples con juego axial reducido, Rexroth suministra sistemas de tuercas precargadas y ajustables sin juego.



La rigidez de estos tres tipos distintos de sistemas de tuercas Rexroth, con la misma clase de precarga, es casi idéntica. Motivo: con la tuerca simple ajustable y la tuerca precargada se construye de manera más compacta. La rigidez del husillo es considerablemente menor a la rigidez de la unidad de tuerca (ver detalles en "Rigidez axial total...").

Tuerca simple precargada

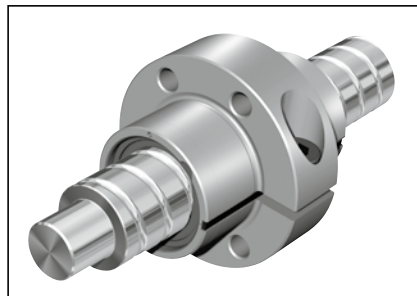
La tuerca simple se puede precargar con el 2%, 3% o 5% de la capacidad de carga dinámica de manera óptima, por la selección del tamaño de las bolas.



Tuerca simple ajustable sin juego

La tuerca simple ajustable sin juego permite, en muchas aplicaciones, soluciones de diseño más económicas. El ajuste radial de la precarga se efectúa mediante una ranura de aproximadamente 0,1 mm de ancho, ver sección "Montaje".

Según el tipo de aplicación, precargamos al sistema de tuercas con el 2%, 3% o 5% de la capacidad de carga dinámica. La precarga máxima es del 5% de la capacidad de carga dinámica.



Tuerca simple embridada con 2 pistas de rodadura

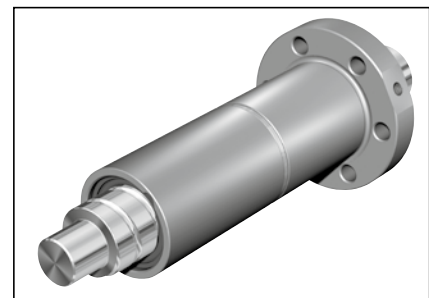
La tuerca simple embridada con 2 pistas de rodadura se suministra precargada con 2 y 3% de la capacidad de carga dinámica, a través de la selección de las bolas.



Tuerca doble

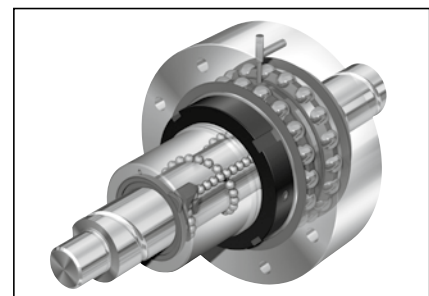
A través de la tensión entre dos tuercas simples se elimina el juego axial, se aumenta la rigidez y se mejora la precisión de posicionamiento.

Para evitar una disminución de la vida útil, la precarga no debería ser superior a $\frac{1}{3}$ de la carga media de trabajo. Según el tipo de aplicación, precargamos al sistema de tuercas con el 7% o 10% de la capacidad de carga dinámica.



Tuerca accionada

La tuerca accionada, del catálogo "Unidades de accionamiento" R310ES 3304, también se puede precargar con el 2%, 3% o 5% de la capacidad de carga dinámica, por la selección del tamaño de las bolas.



Rigidez

La rigidez de un husillo de bolas está influida por todas las piezas de unión como rodamientos, soportes, porta-tuercas, etc.

Rigidez axial total R_{bs} del husillo de bolas

La rigidez axial total R_{bs} es la suma de las rigideces individuales de los rodamientos R_{fb} , del husillo R_S y de la unidad de tuerca R_{nu} .

$$\frac{1}{R_{bs}} = \frac{1}{R_{fb}} + \frac{1}{R_S} + \frac{1}{R_{nu}} \quad 16$$

Nota:

Hay que tener en cuenta, que en la mayoría de los casos, la rigidez del husillo R_S es considerablemente más baja que la rigidez de la unidad de tuerca R_{nu} . Por ejemplo: en tamaño 40 x 10 la rigidez de la unidad de tuerca R_{nu} es de 2 a 3 veces mayor que la rigidez R_S de un husillo de 500 mm de longitud.

Rigidez del rodamiento R_{fb}

Los valores de rigidez de los rodamientos corresponden a los valores indicados por el fabricante.

Para los rodamientos que ofrece Rexroth, estos valores de rigidez se pueden encontrar en las tablas de medidas de este catálogo.

Rigidez de la unidad de tuerca R_{nu}

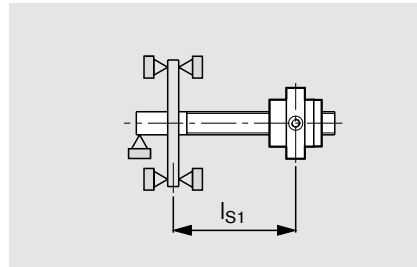
La rigidez de la unidad tuerca se calcula en base a la norma DIN 69 051 (P5). Los valores se pueden sacar de las tablas correspondientes.

Rigidez del husillo R_S

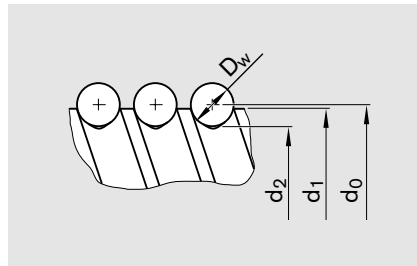
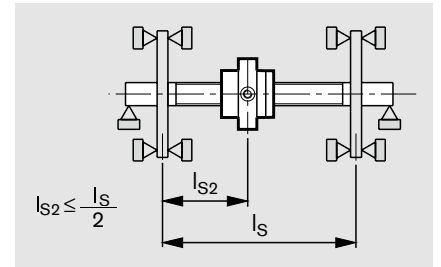
La rigidez del husillo R_S depende del tipo de rodamiento.

Los valores se pueden sacar de las tablas correspondientes.

1 Husillo con apoyo fijo de un solo lado



2 Husillo con apoyo fijo en ambos lados



$$R_{S2} = 165 \cdot \frac{(d_0 - 0,71 \cdot D_w)^2}{l_{S2}} \cdot \frac{l_S}{l_S - l_{S2}} \quad (N/\mu m) \quad 18$$

La menor rigidez del husillo se encuentra en el centro del husillo R_{S2min} . ($l_{S2} = l_S/2$) Y su valor es:

$$R_{S1} = 165 \cdot \frac{(d_0 - 0,71 \cdot D_w)^2}{l_{S1}} \quad (N/\mu m) \quad 17$$

$$R_{S2min} = 660 \cdot \frac{(d_0 - 0,71 \cdot D_w)^2}{l_S} \quad (N/\mu m) \quad 19$$

R_{S1} = rigidez del husillo (N/μm)
 d_0 = diámetro nominal (mm)
 D_w = diámetro de la bola (mm)
 l_{S1} = distancia rodamiento – tuerca (mm)

R_{S2} = rigidez del husillo (N/μm)
 d_0 = diámetro nominal (mm)
 D_w = diámetro de la bola (mm)
 l_S = distancia rodamiento – rodamiento (mm)
 l_{S2} = distancia rodamiento – tuerca (mm)



Datos técnicos

Precarga y rigidez de las tuercas simples

Par de giro en vacío, precarga y rigidez para husillos de la clase de tolerancia 5 a 7, con tuercas simples a partir de diámetro 16 mm (diámetros más pequeños solo sin juego) FSZ-E-S, FEP-E-S (solo con 2%), FEM-E-S, FEM-E-C, ZEM-E-S; SEM-E-S y SEM-E-C (observar el diámetro de centrado D_1) (¡ZEV-E-S y FBZ-E-S solamente con juego!)

T_0 = par de giro en vacío total

$T_0 = T_{pr0} + T_{RD}$

C = capacidad de carga axial dinámica

C_0 = capacidad de carga axial estática

T_{RD} = par de giro en vacío de las dos juntas

R_S = rigidez del husillo

R_{nu} = rigidez de la tuerca

T_{pr0} = par de giro en vacío sin junta

d_0 = diámetro nominal

P = paso

D_w = diámetro de la bola

i = cantidad de hileras de bolas

Los valores de par de giro en vacío para tuercas precargadas son comprobados en la práctica.

Nota:

Medición del par de giro en vacío, ver sección "Montaje".

Tamaño	Capacidades de carga		Juego axial de la tuerca simple		Rigidez del husillo R_S ($\frac{N \cdot m}{\mu m}$)
	din. C (N)	estát. C_0 (N)	estándar	reducido	
$D_0 \times P \times D_w - i$					
6 x 1R x 0,8 - 4	900	1290	0,01	0,005	5
6 x 2R x 0,8 - 4	890	1280	0,01	0,005	5
8 x 1R x 0,8 - 4	1020	1740	0,01	0,005	9
8 x 2R x 1,2 - 4	1870	2760	0,01	0,005	9
8 x 2,5R x 1,588 - 3	2200	2800	0,02	0,010	8
12 x 2R x 1,2 - 4	2240	4160	0,01	0,005	21
12 x 5R x 2 - 3	3800	5800	0,02	0,010	18
12 x 10R x 2 - 2	2500	3600	0,02	0,010	18
16 x 5R/L x 3 - 4	12300	16100	0,04	0,020	32
16 x 10R x 3 - 3	9600	12300	0,04	0,020	32
16 x 16R x 3 - 2	6300	7600	0,04	0,020	32
16 x 16R x 3 - 3	9300	12000	0,04	0,020	32
20 x 5R/L x 3 - 4	14300	21500	0,04	0,020	53
20 x 5R x 3 - 5	17500	27300	0,04	0,020	53
20 x 10R x 3 - 4	14100	21300	0,04	0,020	53
20 x 20R/L x 3,5 - 2	9100	12100	0,04	0,020	52
20 x 20R x 3,5 - 3	13300	18800	0,04	0,020	52
20 x 40R x 3,5 - 1 x 4	14000	26200	0,04	0,020	52
25 x 5R/L x 3 - 4	15900	27200	0,04	0,020	86
25 x 10R x 3 - 4	15700	27000	0,04	0,020	86
25 x 25R/L 3,5 - 2	10100	15100	0,04	0,020	84
25 x 25R x 3,5 - 3	14700	23300	0,04	0,020	84
25 x 25R x 3,5 - 1,2 x 4	19700	39400	0,04	0,020	84
32 x 5R/L x 3,5 - 4	21600	40000	0,04	0,020	144
32 x 10R x 3,969 - 5	31700	58300	0,04	0,020	141
32 x 20R x 3,969 - 2	13500	21800	0,04	0,020	141
32 x 20R x 3,969 - 3	19700	33700	0,04	0,020	141
32 x 32R x 3,969 - 2	13400	22000	0,04	0,020	141
32 x 32R x 3,969 - 3	19500	34000	0,04	0,020	141
32 x 32R x 3,969 - 1,2 x 4	26300	57600	0,04	0,020	141
32 x 64R x 3,969 - 1 x 4	21100	49000	0,04	0,020	141
40 x 5R/L x 3,5 - 5	29100	64100	0,04	0,020	232
40 x 10R/L x 6 - 4	50000	86400	0,07	0,035	211
40 x 10R x 6 - 6	72100	132200	0,07	0,035	211
40 x 12R x 6 - 4	49900	86200	0,07	0,035	211
40 x 16R x 6 - 4	49700	85900	0,07	0,035	211
40 x 20R x 6 - 3	37900	62800	0,07	0,035	211
40 x 20R x 6 - 4 x 2	76400	171100	0,07	0,035	211
40 x 40R x 6 - 2	25500	40300	0,07	0,035	211
40 x 40R x 6 - 3	37000	62300	0,07	0,035	211
40 x 40R x 6 - 3 x 2	57200	124500	0,07	0,035	211
50 x 5R x 3,5 - 5	32000	81300	0,04	0,020	373
50 x 10R x 6 - 4	55400	109000	0,07	0,035	345
50 x 10R x 6 - 6	79700	166500	0,07	0,035	345
50 x 12R x 6 - 6	79600	166400	0,07	0,035	345
50 x 16R x 6 - 6	79400	166000	0,07	0,035	345
50 x 20R x 6,5 - 3	47900	87900	0,07	0,035	340
50 x 20R x 6,5 - 5	75700	149700	0,07	0,035	340
50 x 20R x 6,5 - 4 x 2	93200	228000	0,07	0,035	340
50 x 25R x 6,5 - 3 x 2	74100	175100	0,07	0,035	340
50 x 40R x 6,5 - 2	32100	55800	0,07	0,035	340
50 x 40R x 6,5 - 3 x 2	71400	171500	0,07	0,035	340
50 x 40R x 6,5 - 3	46500	85900	0,07	0,035	340
63 x 10R x 6 - 4	61800	140500	0,07	0,035	569
63 x 10R x 6 - 6	88800	214300	0,07	0,035	569
63 x 20R x 6,5 - 3	53200	112100	0,07	0,035	563
63 x 20R x 6,5 - 5	83900	190300	0,07	0,035	563
63 x 20R x 6,5 - 4 x 2	104600	292000	0,07	0,035	563
63 x 40R x 6,5 - 2	36900	74300	0,07	0,035	563
63 x 40R x 6,5 - 3	53400	114100	0,07	0,035	563
63 x 40R x 6,5 - 3 x 2	80000	217000	0,07	0,035	563
80 x 10R x 6,5 - 6	108400	291700	0,07	0,035	938
80 x 20R x 12,7 - 6	262700	534200	0,11	0,055	832



Tamaño $D_0 \times P \times D_W - i$	Husillo con tuercas simples									
	con 2% de precarga			con 3% de precarga			con 5% de precarga			
	R_{nu} (N/ μ m) máx.	T_{pro} (Nm) máx.	Cl. de tolerancia 5; 7	R_{nu} (N/ μ m)	T_{pro} (Nm) máx.	Cl. de tolerancia 5; 7	R_{nu} (N/ μ m)	Cl. de tolerancia 5		Cl. de tolerancia 7
							min.	máx.	min.	máx.
6 x 1R x 0,8 - 4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6 x 2R x 0,8 - 4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8 x 1R x 0,8 - 4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8 x 2R x 1,2 - 4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8 x 2,5R x 1,588 - 3	70	0,004	-	-	-	-	-	-	-	-
12 x 2R x 1,2 - 4	110	0,005	-	-	-	-	-	-	-	-
12 x 5R x 2 - 3	100	0,009	-	-	-	-	-	-	-	-
12 x 10R x 2 - 2	60	0,006	-	-	-	-	-	-	-	-
16 x 5R x 3 - 4	210	0,040	240	0,020	0,10	280	0,05	0,15	0,04	0,16
16 x 10R x 3 - 3	160	0,030	190	0,010	0,08	220	0,04	0,12	0,03	0,12
16 x 16R x 3 - 2	100	0,020	120	0,005	0,06	140	0,03	0,08	0,02	0,08
16 x 16R x 3 - 3	160	0,030	180	0,010	0,08	210	0,04	0,11	0,03	0,12
20 x 5R/L x 3 - 4	260	0,060	300	0,030	0,14	350	0,07	0,21	0,06	0,23
20 x 5R x 3 - 5	330	0,070	375	0,040	0,17	440	0,09	0,26	0,07	0,28
20 x 10R x 3 - 4	260	0,060	300	0,030	0,14	350	0,07	0,21	0,06	0,23
20 x 20R/L x 3,5 - 2	130	0,040	150	0,020	0,09	180	0,05	0,14	0,04	0,15
20 x 20R x 3,5 - 3	200	0,050	220	0,030	0,13	270	0,07	0,20	0,05	0,21
20 x 40R x 3,5 - 1 x 4	215	0,060	-	-	-	-	-	-	-	-
25 x 5R/L x 3 - 4	310	0,080	350	0,040	0,20	410	0,10	0,30	0,08	0,32
25 x 10R x 3 - 4	320	0,080	360	0,040	0,19	430	0,10	0,29	0,08	0,31
25 x 25R/L x 3,5 - 2	160	0,050	180	0,030	0,12	210	0,06	0,19	0,05	0,20
25 x 25R x 3,5 - 3	240	0,070	270	0,040	0,18	320	0,09	0,28	0,07	0,29
25 x 25R x 3,5 - 1,2 x 4	350	0,100	-	-	-	-	-	-	-	-
32 x 5R/L x 3,5 - 4	380	0,140	420	0,100	0,31	500	0,24	0,45	0,21	0,48
32 x 10R x 3,969 - 5	500	0,200	570	0,150	0,46	670	0,36	0,66	0,30	0,71
32 x 20R x 3,969 - 2	200	0,090	230	0,050	0,21	270	0,15	0,28	0,13	0,30
32 x 20R x 3,969 - 3	300	0,130	340	0,070	0,31	410	0,22	0,41	0,19	0,44
32 x 32R x 3,969 - 2	200	0,090	220	0,050	0,21	260	0,15	0,28	0,13	0,30
32 x 32R x 3,969 - 3	300	0,120	340	0,070	0,31	400	0,22	0,41	0,19	0,44
32 x 32R x 3,969 - 1,2 x 4	440	0,170	-	-	-	-	-	-	-	-
32 x 64R x 3,969 - 1 x 4	330	0,140	-	-	-	-	-	-	-	-
40 x 5R/L x 3,5 - 5	550	0,230	620	0,170	0,52	720	0,41	0,76	0,35	0,81
40 x 10R/L x 6 - 4	500	0,400	570	0,360	0,84	670	0,75	1,25	0,70	1,30
40 x 10R x 6 - 6	760	0,580	860	0,520	1,21	1010	1,08	1,80	1,01	1,87
40 x 12R x 6 - 4	510	0,400	580	0,300	0,90	680	0,75	1,25	0,70	1,30
40 x 16R x 6 - 4	510	0,400	580	0,300	0,89	680	0,75	1,24	0,70	1,29
40 x 20R x 6 - 3	380	0,300	430	0,230	0,68	510	0,57	0,95	0,53	0,99
40 x 20R x 6 - 4 x 2	881	0,610	1005	0,550	1,28	-	-	-	-	-
40 x 40R x 6 - 2	240	0,200	280	0,150	0,46	330	0,36	0,66	0,31	0,71
40 x 40R x 6 - 3	370	0,300	420	0,220	0,67	490	0,56	0,93	0,52	0,96
40 x 40R x 6 - 3 x 2	632	0,460	723	0,410	0,96	-	-	-	-	-
50 x 5R x 3,5 - 5	640	0,320	720	0,240	0,72	830	0,60	1,00	0,56	1,04
50 x 10R x 6 - 4	590	0,550	670	0,500	1,16	780	1,04	1,73	0,97	1,80
50 x 10R x 6 - 6	890	0,800	1000	0,720	1,67	1180	1,49	2,49	1,39	2,59
50 x 12R x 6 - 6	900	0,800	1020	0,720	1,67	1190	1,49	2,49	1,39	2,59
50 x 16R x 6 - 6	910	0,790	1030	0,710	1,67	1210	1,49	2,48	1,39	2,58
50 x 20R x 6,5 - 3	470	0,480	540	0,430	1,01	630	0,90	1,50	0,84	1,56
50 x 20R x 6,5 - 5	780	0,760	880	0,680	1,59	1050	1,42	2,37	1,32	2,46
50 x 20R x 6,5 - 4 x 2	1046	0,930	1192	0,840	1,96	-	-	-	-	-
50 x 25R x 6,5 - 3 x 2	813	0,740	928	0,670	1,56	-	-	-	-	-
50 x 40R x 6,5 - 2	300	0,320	340	0,240	0,72	410	0,60	1,00	0,56	1,04
50 x 40R x 6,5 - 3	450	0,470	520	0,420	0,98	610	0,87	1,45	0,81	1,51
50 x 40R x 6,5 - 3 x 2	788	0,710	900	0,640	1,50	-	-	-	-	-
63 x 10R x 6 - 4	700	0,780	790	0,700	1,64	920	1,46	2,43	1,36	2,53
63 x 10R x 6 - 6	1050	1,120	1190	1,010	2,35	1380	2,24	3,36	2,10	3,50
63 x 20R x 6,5 - 3	560	0,670	640	0,600	1,41	750	1,26	2,09	1,17	2,18
63 x 20R x 6,5 - 5	930	1,060	1060	0,950	2,22	1250	2,11	3,17	1,98	3,30
63 x 20R x 6,5 - 4 x 2	1271	1,320	1448	1,190	2,77	-	-	-	-	-
63 x 40R x 6,5 - 2	380	0,460	440	0,420	0,98	510	0,87	1,45	0,81	1,51
63 x 40R x 6,5 - 3	570	0,670	660	0,610	1,41	770	1,26	2,10	1,18	2,19
63 x 40R x 6,5 - 3 x 2	959	1,000	1095	0,910	2,12	-	-	-	-	-
80 x 10R x 6,5 - 6	1240	1,730	1390	1,820	3,38	1610	3,47	5,20	3,25	5,42
80 x 20R x 12,7 - 6	1400	4,200	1590	4,410	8,20	1870	8,41	12,61	7,88	13,14



Precarga y rigidez de las tuercas dobles

Par de giro en vacío, precarga y rigidez para husillos de la clase de tolerancia 5 a 7, con tuercas dobles FDM-E-S y FDM-E-C

T_0 = par de giro en vacío total

$T_0 = T_{pr0} + T_{RD}$

C = capacidad de carga axial dinámica

C_0 = capacidad de carga axial estática

T_{RD} = par de giro en vacío de las dos juntas

R_S = rigidez del husillo

R_{nu} = rigidez de la tuerca

T_{pr0} = par de giro en vacío sin junta

d_0 = diámetro nominal

P = paso

D_W = diámetro de la bola

i = cantidad de hileras de bolas

Los valores de par de giro en vacío para tuercas precargadas son comprobados en la práctica.

Nota:

Medición del par de giro en vacío, ver sección "Montaje".

Tamaño $D_0 \times P \times D_W - i$	Capacidades de carga		Rigidez del husillo R_S ($\frac{N \cdot m}{\mu m}$)
	din. C (N)	estát. C_0 (N)	
16 x 5R x 3 - 4	12300	16100	32
20 x 5R x 3 - 4	14300	21500	53
25 x 5R x 3 - 4	15900	27200	86
25 x 10R x 3 - 4	15700	27000	86
32 x 5R x 3,5 - 4	21600	40000	144
32 x 10R x 3,969 - 5	31700	58300	141
40 x 5R x 3,5 - 5	29100	64100	232
40 x 10R x 6 - 4	50000	86400	211
40 x 10R x 6 - 6	72100	132200	211
40 x 20R x 6 - 3	37900	62800	211
50 x 5R x 3,5 - 5	32000	81300	373
50 x 10R x 6 - 4	55400	109000	345
50 x 10R x 6 - 6	79700	166500	345
50 x 20R x 6,5 - 5	75700	149700	340
63 x 10R x 6 - 4	61800	140500	569
63 x 10R x 6 - 6	88800	214300	569
63 x 20R x 6,5 - 5	83900	190300	563
80 x 10R x 6,5 - 6	108400	291700	938
80 x 20R x 12,7 - 6	262700	534200	832



Tamaño $D_0 \times P \times D_W - i$	Husillos con tuercas dobles FDM-E-S y FDM-E-C										
	R_{nu} (N/ μ m)	con 7% de precarga				T_{pr0} (Nm)	R_{nu} (N/ μ m)	con 10% de precarga			
		Clase de tolerancia 5		Clase de tolerancia 7				Clase de tolerancia 5		Clase de tolerancia 7	
		mín.	máx.	mín.	máx.		mín.	máx.	mín.	máx.	
16 x 5R x 3 - 4	310	0,03	0,08	0,02	0,09	350	0,04	0,12	0,03	0,13	
20 x 5R x 3 - 4	390	0,04	0,12	0,03	0,13	430	0,06	0,17	0,05	0,18	
25 x 5R x 3 - 4	460	0,06	0,17	0,04	0,18	510	0,08	0,24	0,06	0,25	
25 x 10R x 3 - 4	470	0,05	0,16	0,04	0,18	530	0,08	0,24	0,06	0,25	
32 x 5R x 3,5 - 4	550	0,10	0,29	0,08	0,31	610	0,19	0,36	0,17	0,39	
32 x 10R x 3,969 - 5	750	0,20	0,37	0,17	0,40	830	0,28	0,53	0,24	0,57	
40 x 5R x 3,5 - 5	790	0,23	0,42	0,20	0,46	870	0,33	0,61	0,28	0,65	
40 x 10R x 6 - 4	740	0,39	0,73	0,34	0,78	830	0,60	1,00	0,56	1,04	
40 x 10R x 6 - 6	1120	0,61	1,01	0,57	1,05	1250	0,87	1,44	0,81	1,50	
40 x 20R x 6 - 3	570	0,30	0,55	0,25	0,59	630	0,45	0,76	0,42	0,79	
50 x 5R x 3,5 - 5	920	0,31	0,58	0,27	0,63	1010	0,48	0,80	0,45	0,83	
50 x 10R x 6 - 4	870	0,58	0,97	0,54	1,01	960	0,83	1,39	0,78	1,44	
50 x 10R x 6 - 6	1300	0,84	1,39	0,78	1,45	1450	1,20	1,99	1,12	2,07	
50 x 20R x 6,5 - 5	1170	0,79	1,32	0,74	1,38	1310	1,14	1,89	1,06	1,97	
63 x 10R x 6 - 4	1020	0,82	1,36	0,76	1,42	1120	1,17	1,95	1,09	2,02	
63 x 10R x 6 - 6	1520	1,17	1,96	1,10	2,04	1690	1,68	2,80	1,57	2,91	
63 x 20R x 6,5 - 5	1390	1,11	1,85	1,04	1,92	1560	1,59	2,64	1,48	2,75	
80 x 10R x 6,5 - 6	1770	1,82	3,04	1,70	3,16	1950	2,78	4,16	2,60	4,34	
80 x 20R x 12,7 - 6	2070	4,71	7,06	4,41	7,36	2320	6,73	10,09	6,30	10,51	



Datos técnicos

Momentos de fricción de las juntas

Par de giro de las juntas para tuercas simples y dobles

(ZEV-E-S se suministra sin junta)

T_0 = par de giro en vacío total

$T_0 = T_{pr0} + T_{RD}$

T_{RD} = par de giro en vacío de las dos juntas

T_{pr0} = par de giro en vacío sin junta

d_0 = diámetro nominal

P = paso

D_w = diámetro de la bola

Nota:

Medición del par de giro en vacío, ver sección "Montaje".

Tamaño $d_0 \times P \times D_w$	Par de giro en vacío			Junta estándar para tuerca simple embridada con doble hilera de bolas independientes T_{RD} apróx. (Nm)
	Junta estándar T_{RD} apróx. (Nm)	Junta reforzada T_{RD} apróx. (Nm)	Junta de bajo rozamiento	
6 x 1R x 0,8	0,010	-	-	
6 x 2R x 0,8	0,010	-	-	
8 x 1R x 0,8	0,010	-	-	
8 x 2R x 1,2	0,020	-	-	
8 x 2,5R x 1,588	0,015	-	✓	
12 x 2R x 1,2	0,030	-	✓	
12 x 5R x 2	0,030	-	✓	
12 x 10R x 2	0,030	-	✓	
16 x 5R x 3	0,080	-	✓	
16 x 10R x 3	0,080	-	✓	
16 x 16R x 3	0,080	-	x	
20 x 5R x 3	0,100	-	x	
20 x 5L x 3	0,100	-	x	
20 x 10R x 3	0,120	-	-	
20 x 20R x 3,5	0,120	-	✓	
20 x 20L x 3,5	0,120	-	-	
20 x 40R x 3,5	0,040	-	✓	
25 x 5R x 3	0,120	0,34	✓	
25 x 5L x 3	0,120	-	✓	
25 x 10R x 3	0,150	0,29	✓	
25 x 25R x 3,5	0,200	0,25	✓	
25 x 25L x 3,5	0,200	-	✓	
32 x 5R x 3,5	0,250	0,51	x	
32 x 5L x 3,5	0,250	-	x	
32 x 10R x 3,969	0,250	0,46	x	
32 x 20R x 3,969	0,250	0,49	x	
32 x 32R x 3,969	0,250	0,45	x	
40 x 5R x 3,5	0,400	0,85	x	
40 x 5L x 3,5	0,400	-	-	
40 x 10R x 6	0,400	0,91	x	
40 x 10L x 6	0,400	-	x	
40 x 12R x 6	0,400	-	-	
40 x 16R x 6	0,400	-	-	
40 x 20R x 6	0,400	0,54	x	0,40
40 x 40R x 6	0,400	0,54	x	0,40
50 x 5R x 3,5	0,500	-	-	
50 x 10R x 6	0,600	0,95	-	
50 x 12R x 6	0,600	-	-	
50 x 16R x 6	0,600	-	-	
50 x 20R x 6,5	0,600	0,95	-	0,60
50 x 25R x 6,5	0,600	-	-	0,70
50 x 40R x 6,5	0,700	-	-	0,70
63 x 10R x 6	1,200	-	-	
63 x 20R x 6,5	1,200	1,00	-	1,20
63 x 40R x 6,5	1,200	1,40	-	1,20
80 x 10R x 6,5	1,400	-	-	
80 x 20R x 12,7	2,200	-	-	

Junta ranurada
(0 Nm)
✓ Con junta
x Junta en preparación

En el montaje/desmontaje de las juntas por favor observe lo siguiente:

Todos los husillos laminados de precisión SN-R con pasos pequeños se realizan con una sola entrada (figura 1). En el husillo se encuentra entonces solo una pista de rodadura. Entonces, los husillos laminados de precisión SN-R con pasos mayores se realizan con dos o cuatro entradas (figura 2 y 3).

“Juntas reforzadas” para husillos laminados de precisión SN-R como opción. Esta ejecución se identifica por su color verde oscuro y por tener otras referencias.

Juntas de bajo rozamiento para husillos laminados de precisión SN-R bajo consulta. La serie está desarrollándose de momento. Esta ejecución se identifica por su color pardo rojizo y por tener otras referencias.

Montaje de las juntas

Posicionar la tuerca sobre el husillo como se indica en la figura. Colocar el retén orientando el reborde cara a la ranura de la tuerca. Ejercer una presión axial para encastrar el retén en su alojamiento. Hacer girar la tuerca sobre el husillo a fin de verificar la buena colocación del labio del retén. Ajustar si es necesario actuando sobre la cara frontal. Tener cuidado de no dañar el labio del retén.

En el suministro se encuentran detalladas las instrucciones de montaje.

	Tuercas estándar	Tuercas con doble hilera de bolas independientes
Figura 1 Junta para una sola entrada		
Figura 2 Junta para husillos laminados de precisión SN-R con dos entradas y para pasos medios		
Figura 3 Junta para husillos laminados de precisión SN-R con cuatro entradas y para pasos mayores		

