

Indicaciones técnicas

Tornillos y tuercas

Los valores indicados en la tabla para las fuerzas de sujeción F_{sp} y los pares de sujeción M_{sp} se aplican a roscas de regulación métrica según DIN 13 y a soportes de cabeza según DIN 912, 931-934, 6912, 7984 y 7990.

Los valores de las fuerzas de sujeción F_{sp} dan como resultado un aprovechamiento de los límites elásticos σ 0,2 del 90 % (DIN 267, hoja 3) en función del coeficiente de fricción de rosca correspondiente.

En la tabla de fuerzas de sujeción se puede ver qué tornillos se necesitan con una fricción de rosca determinada, y de qué calidad, para aplicar una fuerza de montaje dada F_M ($F_{sp} \geq F_M$).

Los pares de sujeción M_{sp} se calculan a partir de las fuerzas de sujeción F_{sp} asumiendo que $\mu_G = \mu_K = m_{ges}$ (ver página siguiente). La determinación del par de ajuste para un aprovechamiento de los límites elásticos del 90 % y para un tornillo de dimensiones y calidad previamente indicadas, se realiza según la tabla derecha en función de la fricción que se dé bajo la cabeza (μ_K), sin tener en cuenta una fricción de rosca divergente.

Para averiguar el momento de torsión nominal aplicable, aún es necesario restar la mitad del ancho de dispersión de la llave dinamométrica prevista al par de sujeción M_{sp} calculado. Cálculo de los valores de la tabla e indicaciones de aplicación según las directrices VDI 2230.

Fuerza de sujeción y pares de sujeción

Rosca de regulación	μ_{ges}^* $= \mu_G$ $= \mu_K$	Espárrago roscado					
		Fuerza de sujeción F_{sp} in kN			Par de sujeción M_{sp} en Nm		
		Con clase de resistencia					
		8.8	10.9	12.9	8.8	10.9	12.9
M4	0,08	4,40	6,40	7,5	2,2	3,2	3,8
	0,10	4,20	6,20	7,3	2,5	3,7	4,3
	0,12	4,05	6,00	7,0	2,8	4,1	4,8
	0,14	3,90	5,70	6,7	3,1	4,5	5,3
M5	0,08	7,16	10,50	12,3	4,3	6,3	7,3
	0,10	6,90	10,10	11,9	4,9	7,2	8,5
	0,12	6,63	9,74	11,4	5,5	8,1	9,5
	0,14	6,36	9,34	10,9	6,0	8,9	10,4
M6	0,08	10,10	14,90	17,4	7,4	10,9	12,7
	0,10	9,74	14,30	16,7	8,5	12,5	14,7
	0,12	9,35	13,70	16,1	9,5	14,0	16,4
	0,14	8,97	13,20	15,4	10,4	15,3	17,9
M8	0,08	18,50	27,20	31,9	17,9	26,2	30,7
	0,10	17,90	26,20	30,7	20,6	30,3	35,5
	0,12	17,20	25,20	29,5	23,1	34,0	39,7
	0,14	16,50	24,20	28,3	25,3	37,2	43,6
M10	0,08	29,50	43,30	50,7	36,0	53,0	61,0
	0,10	28,40	41,80	48,9	41,0	61,0	71,0
	0,12	27,30	40,20	47,0	46,0	68,0	80,0
	0,14	26,20	38,50	45,1	51,0	75,0	88,0
M12	0,08	43,00	63,10	73,9	61,0	90,0	105,0
	0,10	41,40	60,90	71,2	71,0	104,0	122,0
	0,12	39,90	58,50	68,5	80,0	117,0	137,0
	0,14	38,30	56,20	65,8	87,0	128,0	150,0

Rosca de regulación	μ_{ges}^* $= \mu_G$ $= \mu_K$	Espárrago roscado					
		Fuerza de sujeción F_{sp} in kN			Par de sujeción M_{sp} en Nm		
		Con clase de resistencia					
		8.8	10.9	12.9	8.8	10.9	12.9
M14	0,08	59,0	86,7	101,0	97	143	167
	0,10	56,9	83,6	97,8	113	165	194
	0,12	54,7	80,4	94,1	127	186	218
	0,14	52,6	77,2	90,3	139	205	239
M16	0,08	81,0	119,0	139,0	147	216	253
	0,10	78,2	115,0	134,0	172	252	295
	0,12	75,3	111,0	130,0	194	285	333
	0,14	72,4	106,0	124,0	214	314	367
M20	0,08	131,0	186,0	218,0	298	424	496
	0,10	126,0	180,0	210,0	347	494	578
	0,12	121,0	173,0	202,0	392	558	653
	0,14	117,0	166,0	194,0	431	615	719
M24	0,08	188,0	268,0	313,0	512	730	854
	0,10	182,0	259,0	303,0	597	850	995
	0,12	175,0	249,0	291,0	673	959	1122
	0,14	168,0	239,0	280,0	742	1057	1237
M30	0,08	300,0	430,0	500,0	1000	1450	1700
	0,10	290,0	415,0	485,0	1190	1700	2000
	0,12	280,0	400,0	465,0	1350	1900	2250
	0,14	270,0	385,0	450,0	1500	2100	2500
M36	0,08	440,0	630,0	730,0	1750	2500	3000
	0,10	425,0	600,0	710,0	2100	3000	3500
	0,12	410,0	580,0	680,0	2350	3300	3900
	0,14	395,0	560,0	660,0	2600	3700	4300

Estabilidad de tornillos según DIN ISO 20898 T 1 (4.92)

Clases de resistencia	5.8	6.8	8.8	10.9	12.9
Resistencia mínima a la extensión R_m N/mm ²	500	600	800	1000	1200
Límite elástico mínimo R_e N/mm ²	400	480	640	900	1080
Límite de dilatación de 0,2 $R_{p0,2}$ N/mm ²	–	–	640	900	1080
Tensión de ensayo S_p N/mm ²	364	440	582	792	950
Alargamiento de rotura A_5 %	10	8	12	9	8
Resiliencia (prueba ISO) Nm/cm ²	–	–	60	40	30

Las distintas clases de resistencia significan lo siguiente (señalado en el ejemplo 8.8):

$$\text{Primera cifra: } 8 = \frac{\text{Resistencia mínima a la extensión } R_m}{100} = 800 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{Segunda cifra: } .8 = \frac{\text{Límite elástico mínimo } R_e}{\text{Resistencia mínima a la extensión } R_m} \cdot 10 = 640 \text{ N/mm}^2 \text{ (80 \% von } R_m)$$

Estabilidad de tuercas según DIN ISO 20898 T 2 (2.94)

Características de la clase de resistencia	5	6	8	10	12
Tensión de ensayo S_p N/mm ²	500	600	800	1000	1200

Las clases de resistencia significan lo siguiente (señalado en el ejemplo 10):

$$10 = \frac{\text{Tensión de ensayo } S_p}{100}$$

Esta tensión de ensayo es igual a la mínima resistencia a la extensión de un tornillo que se pueda cargar hasta su límite elástico mínimo en combinación con la tuerca correspondiente.

Indicaciones técnicas

Tornillos y tuercas

Los coeficientes de fricción (ver tabla) oscilan dentro de un límite amplio. Oscilan incluso durante el apriete y en el lote de fabricación de tornillos iguales.

Puesto que μ_G y μ_K tienen tamaños distintos generalmente, se puede dar una gran variedad de momentos de apriete.

Según la directiva VDI 2230, se cuenta con distintos coeficientes de fricción. Por el contrario, Illgner/Blume cuentan en su „vademécum de tornillos“ con un coeficiente de fricción

$$\mu_{ges} = \mu_G = \mu_K$$

Aquí se procede según el método de la VDI. No obstante, cuando μ_G y/o μ_K se desconocen, se establece que $\mu_G = 0,12$ o $\mu_K = 0,12$.

Coefficiente de fricción μ_G en la rosca (según Strelow o VDI 2230)

μ_G	Rosca		Rosca exterior (tornillo)										
	Rosca	Material	Acero										
		Superficie	Color negro tratado en caliente o fosfatado						Cincado mediante procedimiento galvanico (Zn6)	Cadmido mediante procedimiento galvanico (Cd6)	Adhesivo		
		Fabricación de rosca	Laminado			Cortado	Cortado o laminado						
		Lubricación	Seco	Lubricado	MoS ₂ *	Lubricado	Seco	Lubricado	Seco	Lubricado	Seco		
Rosca interior (tuerca)	Acero	Acabado natural	Cortado	Seco	0,12	0,10*	0,08	0,10	-	0,10	-	0,08	0,16
		Cadmido o cincado mediante procedimiento galvanico			0,10	-	-	-	0,12	0,10	-	-	0,14
	G/J/G/MB	0,08			-	-	-	-	-	0,12	0,12	-	
	Acabado natural	-			0,10	-	0,10	-	0,10	-	0,08	-	
	AlMg	Acabado natural			-	0,08	-	-	-	-	-	-	-

* Disulfuro de molibdeno

Coefficiente de fricción μ_K en el cabezal o en el soporte de tuerca (según Strelow o VDI 2230)

μ_K	Superficie de apoyo		Cabeza de tornillo												
	Superficie de apoyo	Material	Acero												
		Superficie	Color negro tratado en caliente o fosfatado						Cincado mediante procedimiento galvanico (Zn6)	Cadmido mediante procedimiento galvanico (Cd6)					
		Fabricación	Presionado		Torcido		Pulido	Presionado							
		Lubricación	Seco	Lubricado	MoS ₂ *	Lubricado	MoS ₂ *	Lubricado	Seco	Lubricado	Seco	Lubricado			
Contracojinete	Acero	Acabado natural	Seco	Pulido	-	0,16	-	0,10	-	0,16	0,10	-	0,08	-	
					0,12	0,10	0,08	0,10	0,08	-	0,10	0,08	0,08		
	Cadmido o cincado mediante procedimiento galvanico	Mecanizado con arranque de virutas			0,10	-	0,10	-	0,10	0,16	0,10	-	-		
					0,08						-	-	0,12	0,12	
	G/J/G/MB	Acabado natural			Pulido	-	0,10	-	-	-	0,10 hasta 0,18		0,08	-	
						-	0,14	-	0,10	-	0,14	0,10	0,10	0,08	-
						-	0,08						-	-	-
AlMg	Mecanizado con arranque de virutas	-	0,08						-	-	-				

* Disulfuro de molibdeno

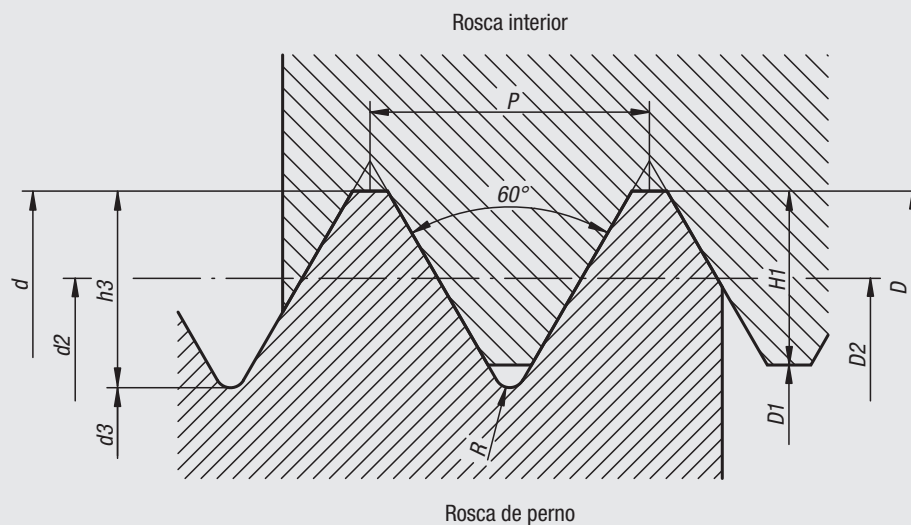
Rosca métrica ISO

En las roscas especificadas se aplica la clase de tolerancia media, es decir, 6H para la rosca interior y 6g para la rosca del perno.

Las roscas indicadas en el catálogo (de metal) están fabricadas según estas clases de tolerancia.

Indicación sobre las versiones de rosca de las empuñaduras de aluminio:

Debido al acabado final de la superficie y al consiguiente desgaste del material durante el tratamiento previo, las roscas de las empuñaduras de aluminio no pueden estar dentro de los valores de tolerancia. Por este motivo, para la compactación del material se moldea la mayor parte de esta rosca; la resistencia al arranque de aluminio con una rosca M5 x 10, es superior a 2000 N.



Rosca de regulación de serie 1

Denominación de rosca	Pendiente	Ø de flancos	Ø de núcleo		Profundidad de instalación		Rotundidad	Taladro para roscar
			Perno	Tuerca	Perno	Tuerca		
d = D	P	d2 = D2	d3	D1	h3	H1	R	Ø
M 3	0,50	2,68	2,39	2,46	0,31	0,27	0,07	2,5
M 4	0,70	3,55	3,14	3,24	0,43	0,38	0,10	3,3
M 5	0,80	4,48	4,02	4,13	0,49	0,43	0,12	4,2
M 6	1,00	5,35	4,77	4,92	0,61	0,54	0,14	5,0
M 8	1,25	7,19	6,47	6,65	0,77	0,68	0,18	6,8
M10	1,50	9,03	8,16	8,38	0,92	0,81	0,22	8,5
M12	1,75	10,86	9,85	10,11	1,07	0,95	0,25	10,2
M16	2,00	14,70	13,55	13,84	1,23	1,08	0,29	14,0
M20	2,50	18,38	16,93	17,29	1,53	1,35	0,36	17,5
M24	3,00	22,05	20,32	20,75	1,84	1,62	0,43	21,0
M30	3,50	27,73	25,71	26,21	2,15	1,89	0,51	26,5
M36	4,00	33,40	31,09	31,67	2,45	2,17	0,58	32,0

Versiones de rosca:

Las roscas están fabricadas con una tolerancia de clase „media“ según ISO DIN 13, es decir, 6H para la rosca interior y 6g para la rosca del perno. Por lo general, las roscas exteriores son continuas hasta 60 mm. A partir de 70 mm de longitud del tornillo, las roscas se fabrican con 60 mm de longitud.

Avellanados para tornillos avellanados y tornillos de cabeza cilíndrica

Avellanados con forma B:
 – Para tornillos avellanados DIN 7991.

Avellanados con forma J:
 – Para tornillos de cabeza cilíndrica DIN 6912.

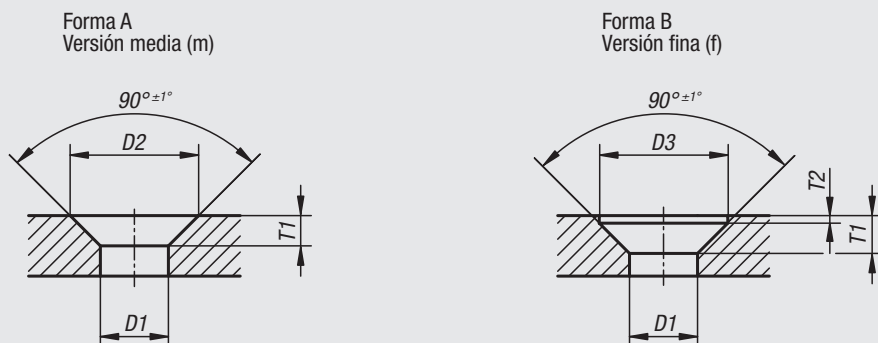
Avellanados con forma K:
 – Para tornillos de cabeza cilíndrica DIN 912.

Indicación:

* Orificio de paso medio según DIN ISO 273.

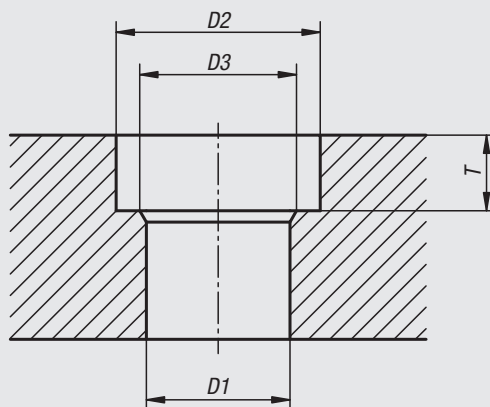
** Orificio de paso fino según DIN ISO 273.

*** Avellanado a 90° o redondo, diámetro de rosca inferior a 12 mm solo desbarbado.



Para Ø de rosca	Versión media (m)			Versión fina (f)			
	D1 H13*	D2 H13	T1 ≈	D1 H12**	D3 H12	T1 ≈	T2 +0,1
M3	3,4	6,6	1,6	3,2	6,3	1,7	0,2
M4	4,5	9,0	2,3	4,3	8,3	2,4	0,4
M5	5,5	11,0	2,8	5,3	10,4	2,9	0,5
M6	6,6	13,0	3,2	6,4	12,4	3,3	0,5
M8	9,0	17,2	4,1	8,4	16,5	4,4	0,5
M10	11,0	21,5	5,3	10,5	20,5	5,5	0,5
M12	13,5	25,5	6,0	13,0	25,0	6,5	0,5
M16	17,5	31,5	7,0	17,0	31,0	7,5	0,5
M20	22,0	38,0	8,0	21,0	37,0	8,5	0,5

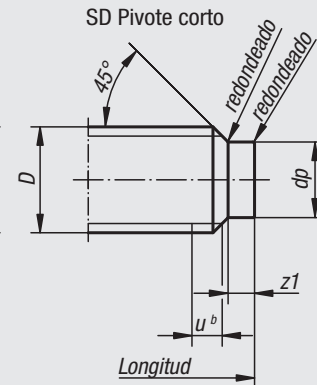
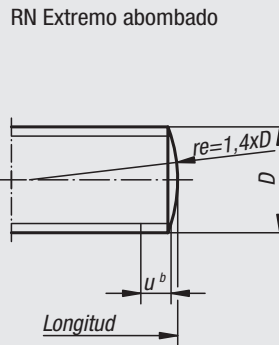
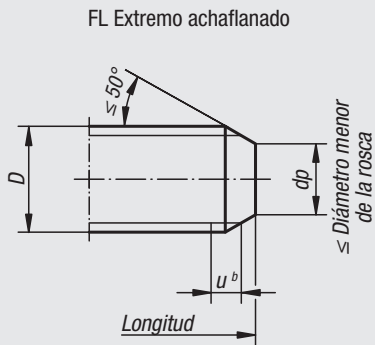
Forma J, forma K



Para Ø de rosca	D1		D2	D3***	T		Desviación admisible
	Medio (m) H13*	Fino (f) H12**			Forma J	Forma K	
M3	3,4	3,2	6	–	–	3,4	+0,2 0
M4	4,5	4,3	8	–	3,4	4,6	+0,4 0
M5	5,5	5,3	10	–	4,2	5,7	+0,4 0
M6	6,6	6,4	11	–	4,8	6,8	+0,4 0
M8	9,0	8,4	15	–	6,0	9,0	+0,4 0
M10	11,0	10,5	18	–	7,5	11,0	+0,4 0
M12	13,5	13,0	20	16	8,5	13,0	+0,4 0
M16	17,5	17,0	26	20	11,5	17,5	+0,4 0
M20	22,0	21,0	33	24	13,5	21,5	+0,4 0

Terminales de rosca DIN EN ISO 4753

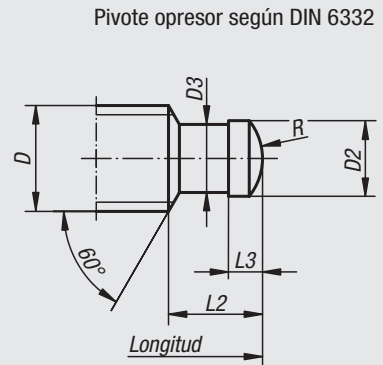
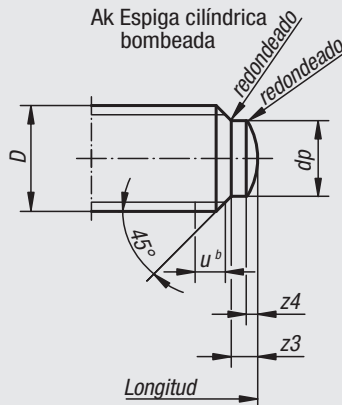
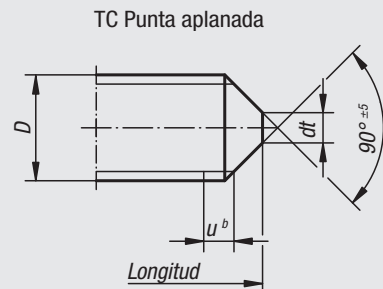
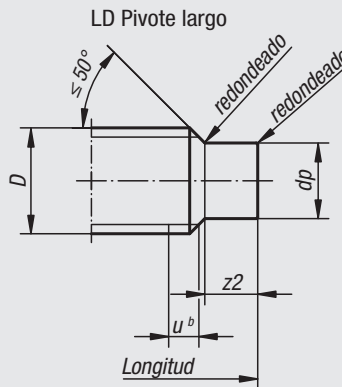
Pivotes opresores DIN 6332



Versión estándar:

Extremo achaflanado según DIN EN ISO 4753. Para todos los terminales de rosca restantes se calculan complementos según el número de piezas.

$u^b = \text{máx. } 2P$, rosca incompleta



Ø de rosca	Terminales de rosca según DIN EN ISO 4753						Terminal de rosca con pivote opresor según DIN 6332				
	dp h13	dt h16*	z1 + IT14	z2 + IT14	z3 + IT14	z4 ≈	D2 h11	D3 -0,1	L2	L3	R
M4	2,5	-	1,00	2,0	1,00	0,50	-	-	-	-	-
M5	3,5	-	1,25	2,5	1,25	0,60	-	-	-	-	-
M6	4,0	1,5	1,50	3,0	1,50	0,70	4,5	4,0	6,0	2,5	3
M8	5,5	2,0	2,00	4,0	2,00	1,00	6,0	5,4	7,5	3,0	5
M10	7,0	2,5	2,50	5,0	2,50	1,00	8,0	7,2	9,0	4,5	6
M12	8,5	3,0	3,00	6,0	3,00	1,25	8,0	7,2	10,0	4,5	6
M14	10,0	4,0	3,50	7,0	3,50	1,50	-	-	-	-	-
M16	12,0	4,0	4,00	8,0	4,00	1,75	12,0	11,0	12,0	5,0	9
M18	13,0	5,0	4,50	9,0	4,50	2,00	-	-	-	-	-
M20	15,0	5,0	5,00	10,0	5,00	2,00	15,5	14,4	14,0	5,5	13
M22	17,0	6,0	5,50	11,0	5,50	2,50	-	-	-	-	-
M24	18,0	6,0	6,00	12,0	6,00	2,50	-	-	-	-	-
M27	21,0	8,0	6,70	13,5	6,70	3,00	-	-	-	-	-

* Punta con diámetro de rosca de hasta 5 mm ligeramente aplanada o ligeramente redondeada