



Guía de apriete controlado



Par de apriete y fuerza de precarga

- Sólo una precarga correcta aporta un ensamble fiable:
  - Precarga demasiado débil: riesgo de desapriete.
  - Precarga demasiado fuerte: riesgo de deformación de las piezas que hay que ensamblar o de rotura del tornillo.
- La precarga es función del par de apriete aplicado al tornillo y del coeficiente de frotamiento.

¿Qué es la precarga? (Fo)

Es la fuerza de Newton que presiona las piezas durante el apriete del tornillo.

¿Qué es un par de apriete? (Cs)

El par "es una fuerza" aplicada en el extremo de un brazo de palanca; par (N.m) = fuerza (Newton) x longitud (metro).

Tabla de pares de apriete:

Los pares de apriete se calculan al 85 % del límite elástico (documentación E 25-030).

1. ¿Qué coeficiente de frotamiento?

Elija la tabla de valores en función del tornillo (0,10, 0,15, ó 0,20).

Ejemplo:  $\mu = 0,10$ .

2. ¿Qué "clase de calidad" de tornillo?

Las características de los tornillos dependen de la clase de calidad a la que pertenecen (los tornillos 12,9 son "los de mayor rendimiento").

Elija la columna correspondiente a la clase de su tornillo.

Ejemplo: tornillo d 10, calidad de tornillo 8.8

3. Pares de apriete (Cs).

Se indican en Newton por metro (N.m) para cada tipo de tornillo. En el ejemplo, aplicaremos un par de apriete de 36 N.m. sobre el tornillo.



TABLA DE CONVERSIONES  
La unidad internacional es el N.m (Newton por metro).

1. Convertir los N.m

- Newton por metro en kilogramo de fuerza por metro: 1 N.m = 0,102 kgf.m
- Newton por metro en libra de fuerza por pie: 1 N.m = 0,738 lbf.ft
- Newton por metro en libra de fuerza por pulgada: 1 N.m = 8,851 lbf.in
- Newton por metro en onza de fuerza por pulgada: 1 N.m = 141,61 ozf.in

2. Convertir los kgf.m

- Kilogramo de fuerza por metro en Newton por metro: 1 kgf.m = 9,81 N.m
- Kilogramo de fuerza por metro en libra de fuerza por pie: 1 kgf.m = 7,23 lbf.ft
- Kilogramo de fuerza por metro en libra de fuerza por pulgada: 1 kgf.m = 86,8 lbf.in

3. Convertir las lbf.ft

- Libra de fuerza por pie en Newton por metro: 1 lbf.ft = 1,35 N.m
- Libra de fuerza por pie en kilogramo de fuerza por metro: 1 lbf.ft = 0,138 kgf.m
- Libra de fuerza por pie en libra de fuerza por pulgada: 1 lbf.ft = 12 lbf.in

4. Convertir las lbf.in

- Libra de fuerza por pulgada en Newton por metro: 1 lbf.in = 0,1129 N.m
- Libra de fuerza por pulgada en kilogramo de fuerza por metro: 1 lbf.in = 0,0115 kgf.m
- Libra de fuerza por pulgada en libra de fuerza por pie: 1 lbf.in = 0,083 lbf.ft
- Libra de fuerza por pulgada en onza de fuerza por pulgada: 1 lbf.in = 16 ozf.in

$\mu = 0,10$  tabla de apriete para tornillería fosfatada o cincada, lubricación adaptada de buena calidad (m = coeficiente de frotamiento medio)

ISO 272			Clases de calidad de pernos de acero ISO 898-1																
d mm	ISO mm	mm	5.8		8.8		10.9		12.9		10.9		12.9		10.9		12.9		
			Cs	Fo	Cs	Fo	Cs	Fo	Cs	Fo	Cs	Fo	Cs	Fo	Cs	Fo	Cs	Fo	
1,6**	0,35	3,2	0,060	260	0,084	364	0,096	416	0,128	555	0,144	624	0,189	815	0,221	954			
2**	0,40	4	0,126	432	0,177	604	0,202	690	0,270	921	0,303	1.036	0,396	1.352	0,463	1.582			
2,5**	0,45	5	0,261	718	0,365	1.006	0,417	1.150	0,536	1.533	0,626	1.724	0,82	2.251	0,96	2.634			
3	0,50	5,5	0,44	1.077	0,62	1.508	0,71	1.724	0,95	2.298	1,09	2.586	1,40	3.376	1,64	3.951			
4	0,70	7	1,03	1.868	1,44	2.615	1,65	2.988	2,20	3.985	2,49	4.484	3,23	5.853	3,78	6.849			
5	0,80	8	2,03	3.053	2,85	4.275	3,25	4.885	4,34	6.514	4,92	7.335	6,3	9.568	7,4	11.196			
6	1	10	3,53	4.310	4,95	6.034	5,6	6.896	7,5	9.195	8,53	10.336	11	13.506	12,9	15.805			
8	1,25	13	8,5	7.904	11,9	11.066	13,6	12.647	18,2	16.863	20,63	18.968	26	24.768	31	28.984			
10	1,50	16	16,8	12.580	23	17.612	27	20.128	36	26.838	41	30.197	52	39.418	61	46.128			
12	1,75	18	29	18.337	40	25.672	46	29.339	62	39.119	70	44.022	91	57.457	106	67.236			
14	2	21	46	25.175	65	35.245	74	40.280	99	53.707	111	60.251	145	78.882	170	92.309			
16	2	24	71	34.597	100	48.436	115	55.356	153	73.808	173	83.165	225	108.406	263	126.858			
18	2,5	27	99	42.094	139	58.932	159	67.351	220	92.440			313	131.897	366	154.348			
20	2,5	30	140	54.059	196	75.682	225	86.494	311	119.003			440	169.385	515	198.216			
22	2,5	34	192	67.511	269	94.515	307	108.017	424	148.374			602	211.534	704	247.540			
24	3	36	241	77.845	338	108.983	387	124.552	534	171.437			758	243.914	887	285.432			
27	3	41	355	102.393	498	143.350	569	163.829	784	225.110			1.114	320.832	1.304	375.442			
30	3,5	46	483	124.491	677	174.287	773	199.185	1.067	274.030			1.515	390.072	1.773	456.467			
33	3,5	50	653	155.083	915	217.116	1.046	248.132	1.442	341.347			2.048	485.296	2.397	568.637			
36	4	55	841	182.032	1.177	254.845	1.346	291.252	1.855	400.571			2.636	570.369	3.085	667.453			
39	4	60	1.088	218.667	1.523	306.135	1.741	349.868	2.399	481.158			3.410	685.159	3.990	801.782			
42**	4,5	65	1.348	250.311	1.887	350.435	2.156	400.497	2.965	550.683			4.223	784.306	4.941	917.805			
45**	4,5	70	1.681	292.970	2.353	410.158	2.690	468.752	3.698	644.534			5.267	917.973	6.164	1.074.223			
48**	5	75	2.032	329.254	2.845	460.956	3.251	526.807	4.470	724.359			6.367	1.033.672	7.450	1.207.265			
52**	5	80	2.608	395.006	3.651	553.008	4.172	632.009	5.737	869.013			8.171	1.237.685	9.562	1.448.354			
56**	5,5	85	3.255	456.159	4.557	638.622	5.208	729.854	7.161	1.003.549			10.199	1.429.298	11.935	1.672.582			
60**	5,5	90	4.032	532.893	5.645	746.050	6.451	852.629	8.871	1.172.365			12.634	1.669.732	14.785	1.953.941			
64**	6	95	4.856	602.793	6.798	843.911	7.769	964.470	10.683	1.326.146			15.215	1.888.753	17.805	2.210.243			

\*De la clase 8-8a hasta la d = 16mm, 8-8b a partir de d = 18mm



Guía de apriete controlado (continuación)



$\mu = 0,15$  tabla de apriete para tornillería negra o cincada, lubricación sumaria (estado de entrega) (m = coeficiente de frotamiento MEDIO).

ISO 272			Clases de calidad de pernos de acero ISO 898-1																
d mm	ISO mm	mm	5.8		8.8		10.9		12.9		10.9		12.9		10.9		12.9		
			Cs	Fo	Cs	Fo	Cs	Fo	Cs	Fo	Cs	Fo	Cs	Fo	Cs	Fo	Cs	Fo	
1,6**	0,35	3,2	0,075	234	0,105	327	0,120	374	0,160	499	0,180	561	0,235	732	0,275	857			
2**	0,40	4	0,159	388	0,222	544	0,254	621	0,339	829	0,381	932	0,498	1.217	0,582	1.424			
2,5**	0,45	5	0,330	648	0,463	907	0,529	1.036	0,705	1.362	0,793	1.555	1,04	2.000	1,21	2.375			
3	0,50	5,5	0,57	972	0,80	1.362	0,91	1.556	1,21	2.075	1,36	2.335	1,79	3.048	2,09	3.567			
4	0,70	7	1,30	1.685	1,83	2.369	2,09	2.696	2,78	3.594	3,16	4.044	4,09	5.279	4,78	6.178			
5	0,80	8	2,59	2.759	3,62	3.862	4,14	4.414	5,5	5.886	6,27	6.626	8,1	8.645	9,5	10.116			
6	1	10	4,49	3.891	6,2	5.448	7,1	6.326	9,5	8.302	10,84	9.334	14,0	12.194	16,4	14.768			
8	1,25	13	10,9	7.145	15,2	10.363	17,4	11.432	23	15.242	26,34	17.146	34	22.388	40	26.198			
10	1,50	16	21	11.379	30	15.930	34	18.206	46	24.275	52	27.313	67	35.655	79	41.724			
12	1,75	18	37	16.594	52	22.321	59	26.550	79	35.401	90	39.835	116	51.995	136	60.845			
14	2	21	59	22.789	83	31.905	95	36.463	127	48.618	143	54.570	187	71.408	219	83.563			
16	2	24	93	31.385	130	43.939	148	50.216	198	66.955	224	75.422	291	98.340	341	115.079			
18	2,5	27	128	38.123	179	53.373	205	60.998	283	83.746			402	119.454	471	139.787			
20	2,5	30	182	49.039	254	68.655	291	78.463	402	107.941			570	153.657	667	179.811			
22	2,5	34	250	61.326	350	85.857	400	98.123	552	134.806			783	192.157	917	224.865			
24	3	36	313	70.616	438	98.863	500	112.986	691	155.489			981	251.266	1.148	258.928			
27	3	41	468	93.042	649	130.259	741	148.868	1.022	204.577			1.452	291.534	1.700	341.157			
30	3,5	46	628	113.045	880	159.263	1.005	180.872	1.387	248.811			1.969	354.209	2.205	415.500			
33	3,5	50	854	141.009	1.195	197.412	1.366	225.614	1.884	310.343			2.676	441.828	3.132	517.033			
36	4	55	1.096	165.409	1.534	221.573	1.754	264.655	2.418	363.974			3.435	518.282	4.020	606.501			
39	4	60	1.424	198.910	1.994	278.474	2.279	318.257	3.139	437.669			4.463	623.253	5.223	729.339			
42**	4,5	65	1.760	227.588	2.464	318.624	2.816	364.141	3.872	500.694			5.515	713.110	6.465	834.491			
45**	4,5	70	2.203	266.613	3.085	373.258	3.525	426.580	4.847	586.548			6.903	835.386	8.079	977.579			
48**	5	75	2.659	299.520	3.722	419.342	4.254	479.248	5.849	658.966			8.330	938.548	9.748	1.098.277			
52**	5	80	3.425	359.684	4.795</														