

Tabla 8-1

Diámetros y áreas de roscas métricas de paso basto y fino. (Todas las dimensiones en milímetros)*

Diámetro mayor nominal d	Serie de paso basto			Serie de paso fino		
	Paso p	Área de esfuerzo de tensión A_t	Área al diámetro menor A_s	Paso p	Área de esfuerzo de tensión A_t	Área al diámetro menor A_s
1.6	0.35	1.27	1.07			
2	0.40	2.07	1.79			
2.5	0.45	3.39	2.98			
3	0.5	5.03	4.47			
3.5	0.6	6.78	6.00			
4	0.7	8.78	7.75			
5	0.8	14.2	12.7			
6	1	20.1	17.9			
8	1.25	36.6	32.8	1	39.2	36.0
10	1.5	58.0	52.3	1.25	61.2	56.3
12	1.75	84.3	76.3	1.25	92.1	86.0
14	2	115	104	1.5	125	116
16	2	157	144	1.5	167	157
20	2.5	245	225	1.5	272	259
24	3	353	324	2	384	365
30	3.5	561	519	2	621	596
36	4	817	759	2	915	884
42	4.5	1 120	1 050	2	1 260	1 230
48	5	1 470	1 380	2	1 670	1 630
56	5.5	2 030	1 910	2	2 300	2 250
64	6	2 680	2 520	2	3 030	2 980
72	6	3 460	3 280	2	3 860	3 800
80	6	4 340	4 140	1.5	4 850	4 800
90	6	5 590	5 360	2	6 100	6 020
100	6	6 990	6 740	2	7 560	7 470
110				2	9 180	9 080

* Las ecuaciones y los datos utilizados para elaborar esta tabla se obtuvieron de la norma ANSI B1.1-1974 y B18.3.1-1978. El diámetro menor se determinó mediante la ecuación $d_s = d - 1.226\ 869p$, y el diámetro de paso a partir de $d_p = d - 0.649\ 519p$. La media del diámetro de paso y el diámetro menor se usaron para calcular el área de esfuerzo de tensión.

Tabla 8-10

Especificaciones ASTM para pernos de acero

Designación ASTM Núm.	Intervalo de tamaños, inclusive, pulg	Resistencia de prueba mínima,* kpsi	Resistencia de tensión mínima,* kpsi	Resistencia de fluencia mínima,* kpsi	Material	Marca en la cabeza
A307	$\frac{1}{4}$ – $1\frac{1}{2}$	33	60	36	Acero al bajo carbono	
A325, tipo 1	$\frac{1}{2}$ –1 $1\frac{1}{8}$ – $1\frac{1}{2}$	85 74	120 105	92 81	Acero al medio carbono, T y R	
A325, tipo 2	$\frac{1}{2}$ –1 $1\frac{1}{8}$ – $1\frac{1}{2}$	85 74	120 105	92 81	Acero al bajo carbono, martensita, T y R	
A325, tipo 3	$\frac{1}{2}$ –1 $1\frac{1}{8}$ – $1\frac{1}{2}$	85 74	120 105	92 81	Acero intemperizado, T y R	
A354, grado BC					Acero de aleación, T y R	
A354, grado BD	$\frac{1}{4}$ –4	120	150	130	Acero de aleación, T y R	
A449	$\frac{1}{4}$ –1 $1\frac{1}{8}$ – $1\frac{1}{2}$ $1\frac{3}{4}$ –3	85 74 55	120 105 90	92 81 58	Acero al medio carbono, T y R	
A490, tipo 1	$\frac{1}{2}$ – $1\frac{1}{2}$	120	150	130	Acero de aleación, T y R	
A490, tipo 3					Acero intemperizado, T y R	

* Las resistencias mínimas son las resistencias excedidas por 99% de los sujetadores.

Tabla 8-11

Clases métricas de propiedad mecánica para pernos, tornillos y birlos de acero*

Clase de propiedad	Intervalo de tamaños, inclusive	Resistencia mínima de prueba, [†] MPa	Resistencia de tensión mínima, [†] MPa	Resistencia mínima de fluencia, [†] MPa	Material	Marca en la cabeza
4.6	M5-M36	225	400	240	Acero al bajo o medio carbono	
4.8	M1.6-M16	310	420	340	Acero al bajo o medio carbono	
5.8	M5-M24	380	520	420	Acero al bajo o medio carbono	
8.8	M16-M36	600	830	660	Acero al medio carbono, T y R	
9.8	M1.6-M16	650	900	720	Acero al medio carbono, T y R	
10.9	M5-M36	830	1 040	940	Acero martensítico al bajo carbono, T y R	
12.9	M1.6-M36	970	1 220	1 100	Acero de aleación, T y R	

* La longitud de la rosca para pernos y tornillos de cabeza es

$$L_r = \begin{cases} 2d + 6 & L \leq 125 \\ 2d + 12 & 125 < L \leq 200 \\ 2d + 25 & L > 200 \end{cases}$$

donde L es la longitud del perno. La longitud de la rosca para pernos estructurales es ligeramente menor que la indicada.[†] Las resistencias mínimas son las resistencias excedidas por 99% de los sujetadores.

Tabla 8-2

Diámetros y área de roscas unificadas de tornillo UNC y UNF*

Designación de tamaño	Diámetro mayor nominal pulg	Serie basta-UNC			Serie fina-UNF		
		Hilos por pulgada N	Área de esfuerzo de tensión A, pulg ²	Área al diámetro menor A, pulg ²	Hilos por pulgada N	Área de esfuerzo de tensión A, pulg ²	Área al diámetro menor A, pulg ²
0	0.0600				80	0.001 80	0.001 51
1	0.0730	64	0.002 63	0.002 18	72	0.002 78	0.002 37
2	0.0860	56	0.003 70	0.003 10	64	0.003 94	0.003 39
3	0.0990	48	0.004 87	0.004 06	56	0.005 23	0.004 51
4	0.1120	40	0.006 04	0.004 96	48	0.006 61	0.005 66
5	0.1250	40	0.007 96	0.006 72	44	0.008 80	0.007 16
6	0.1380	32	0.009 09	0.007 45	40	0.010 15	0.008 74
8	0.1640	32	0.014 0	0.011 96	36	0.014 74	0.012 85
10	0.1900	24	0.017 5	0.014 50	32	0.020 0	0.017 5
12	0.2160	24	0.024 2	0.020 6	28	0.025 8	0.022 6
$\frac{1}{4}$	0.2500	20	0.031 8	0.026 9	28	0.036 4	0.032 6
$\frac{5}{16}$	0.3125	18	0.052 4	0.045 4	24	0.058 0	0.052 4
$\frac{3}{8}$	0.3750	16	0.077 5	0.067 8	24	0.087 8	0.080 9
$\frac{7}{16}$	0.4375	14	0.106 3	0.093 3	20	0.118 7	0.109 0
$\frac{1}{2}$	0.5000	13	0.141 9	0.125 7	20	0.159 9	0.148 6
$\frac{9}{16}$	0.5625	12	0.182	0.162	18	0.203	0.189
$\frac{5}{8}$	0.6250	11	0.226	0.202	18	0.256	0.240
$\frac{3}{4}$	0.7500	10	0.334	0.302	16	0.373	0.351
$\frac{7}{8}$	0.8750	9	0.462	0.419	14	0.509	0.480
1	1.0000	8	0.606	0.551	12	0.663	0.625
1 $\frac{1}{4}$	1.2500	7	0.969	0.890	12	1.073	1.024
1 $\frac{1}{2}$	1.5000	6	1.405	1.294	12	1.581	1.521

* Esta tabla se compiló de la norma ANSI B1.1-1974. EL diámetro menor se determinó mediante la ecuación $d_r = d - 1.299\ 038p$ y el diámetro de paso a partir de $d_m = d - 0.649\ 519p$. Para calcular el área de esfuerzo de tensión se calcularon la media del diámetro de paso y el diámetro menor.

Tabla 8-4

Presión de aplastamiento del tornillo p_b

Fuente: H.A. Rothbart, *Mechanical Design and Systems Handbook*, 2a. ed., McGraw-Hill, Nueva York, 1985.

Material del tornillo	Material de la tuerca	p_b segura, psi	Notas
Acero	Bronce	2 500-3 500	Baja velocidad
Acero	Bronce	1 600-2 500	10 fpm
	Fundición de hierro	1 800-2 500	8 fpm
Acero	Bronce	800-1 400	20-40 fpm
	Fundición de hierro	600-1 000	20-40 fpm
Acero	Bronce	150-240	50 fpm

Tabla 8-5

Coefficientes de fricción f para pares roscados

Fuente: H.A. Rothbart, *Mechanical Design and Systems Handbook*, 2a. ed., McGraw-Hill, Nueva York, 1985.

Material del tornillo	Material de la tuerca			
	Acero	Bronce	Latón	Fundición de hierro
Acero, seco	0.15-0.25	0.15-0.23	0.15-0.19	0.15-0.25
Acero, aceite	0.11-0.17	0.10-0.16	0.10-0.15	0.11-0.17
para máquina				
Bronce	0.08-0.12	0.04-0.06	—	0.06-0.09

Tabla 8-6

Coefficientes de fricción de collarín de empuje

Fuente: H.A. Rothbart, *Mechanical Design and Systems Handbook*, 2a. ed., McGraw-Hill, Nueva York, 1985.

Combinación	Operando	Arrancando
Acero suave sobre fundición de hierro	0.12	0.17
Acero duro sobre fundición de hierro	0.09	0.15
Acero suave sobre bronce	0.08	0.10
Acero duro sobre bronce	0.06	0.08

Tabla 8-8

Parámetros de la rigidez de
varios materiales de
elementos

Fuente: J. Wileman, M. Choudury,
and I. Green, "Computation of
Member Stiffness in Bolted
Connections", *Trans. ASME, J. Mech.
Design*, vol. 113, diciembre 1991,
pp. 432-437.

Material empleado	Relación de poisson	GPa de elasticidad	Módulo Mpsi	A	B
Acero	0.291	207	30.0	0.787 15	0.628 73
Aluminio	0.334	71	10.3	0.796 70	0.638 16
Cobre	0.326	119	17.3	0.795 68	0.635 53
Fundición gris	0.211	100	14.5	0.778 71	0.616 16
Expresión general				0.789 52	0.629 14

Tabla 8-9

Especificaciones SAE para pernos de acero

Grado SAE Núm.	Intervalo de tamaños, inclusive, pulg	Resistencia de prueba mínima,* kpsi	Resistencia mínima de tensión,* kpsi	Resistencia mínima de fluencia,* kpsi	Material	Marca en la cabeza
1	$\frac{1}{4}$ – $1\frac{1}{2}$	33	60	36	Acero al bajo o medio carbono	
2	$\frac{1}{4}$ – $\frac{3}{4}$ $\frac{7}{8}$ – $1\frac{1}{2}$	55	74	57	Acero al bajo o medio carbono	
		33	60	36		
4	$\frac{1}{4}$ – $1\frac{1}{2}$	65	115	100	Acero al medio carbono, estirado en frío	
5	$\frac{1}{4}$ –1 $1\frac{1}{8}$ – $1\frac{1}{2}$	85	120	92	Acero al medio carbono, T y R	
		74	105	81		
5.2	$\frac{1}{4}$ –1	85	120	92	Acero martensítico al bajo carbono, T y R	
7	$\frac{1}{4}$ – $1\frac{1}{2}$	105	133	115	Acero de aleación al medio carbono, T y R	
8	$\frac{1}{4}$ – $1\frac{1}{2}$	120	150	130	Acero de aleación al medio T y R	
8.2	$\frac{1}{4}$ –1	120	150	130	Acero martensítico al bajo carbono, T y R	

* Las resistencias mínimas son resistencias excedidas por 99% de los sujetadores.

Tabla E-31

Dimensiones de tuercas hexagonales

Tamaño nominal, pulg	Ancho W	Altura H		
		Hexagonal regular	Gruesa o ranurada	Contratuercas
$\frac{1}{4}$	$\frac{7}{16}$	$\frac{7}{32}$	$\frac{9}{32}$	$\frac{5}{32}$
$\frac{5}{16}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{17}{64}$	$\frac{21}{64}$	$\frac{3}{16}$
$\frac{3}{8}$	$\frac{9}{16}$	$\frac{21}{64}$	$\frac{13}{32}$	$\frac{7}{32}$
$\frac{7}{16}$	$\frac{11}{16}$	$\frac{3}{8}$	$\frac{29}{64}$	$\frac{1}{4}$
$\frac{1}{2}$	$\frac{3}{4}$	$\frac{7}{16}$	$\frac{9}{16}$	$\frac{5}{16}$
$\frac{9}{16}$	$\frac{7}{8}$	$\frac{31}{64}$	$\frac{39}{64}$	$\frac{5}{16}$
$\frac{5}{8}$	$\frac{15}{16}$	$\frac{35}{64}$	$\frac{23}{32}$	$\frac{3}{8}$
$\frac{3}{4}$	$1 \frac{1}{8}$	$\frac{41}{64}$	$\frac{13}{16}$	$\frac{7}{16}$
$\frac{7}{8}$	$1 \frac{5}{16}$	$\frac{3}{4}$	$\frac{29}{32}$	$\frac{31}{64}$
1	$1 \frac{1}{2}$	$\frac{55}{64}$	1	$\frac{35}{64}$
$1 \frac{1}{8}$	$1 \frac{11}{16}$	$\frac{31}{32}$	$1 \frac{5}{32}$	$\frac{39}{64}$
$1 \frac{1}{4}$	$1 \frac{7}{8}$	$1 \frac{1}{16}$	$1 \frac{1}{4}$	$\frac{23}{32}$
$1 \frac{3}{8}$	$2 \frac{1}{16}$	$1 \frac{11}{64}$	$1 \frac{3}{8}$	$\frac{25}{32}$
$1 \frac{1}{2}$	$2 \frac{1}{4}$	$1 \frac{9}{32}$	$1 \frac{1}{2}$	$\frac{27}{32}$

Tamaño nominal, mm

M5	8	4.7	5.1	2.7
M6	10	5.2	5.7	3.2
M8	13	6.8	7.5	4.0
M10	16	8.4	9.3	5.0
M12	18	10.8	12.0	6.0
M14	21	12.8	14.1	7.0
M16	24	14.8	16.4	8.0
M20	30	18.0	20.3	10.0
M24	36	21.5	23.9	12.0
M30	46	25.6	28.6	15.0
M36	55	31.0	34.7	18.0

Tabla E-32

Dimensiones básicas de arandelas sencillas, estándar americano. (Todas las dimensiones en pulgadas)

Tamaño del sujetador	Tamaño de la arandela	Diámetro		Espesor
		DI	DE	
#6	0.138	0.156	0.375	0.049
# 8	0.164	0.188	0.438	0.049
# 10	0.190	0.219	0.500	0.049
$\frac{3}{16}$	0.188	0.250	0.562	0.049
# 12	0.216	0.250	0.562	0.065
$\frac{1}{4}$ N	0.250	0.281	0.625	0.065
$\frac{1}{4}$ W	0.250	0.312	0.734	0.065
$\frac{5}{16}$ N	0.312	0.344	0.688	0.065
$\frac{5}{16}$ W	0.312	0.375	0.875	0.083
$\frac{3}{8}$ N	0.375	0.406	0.812	0.065
$\frac{3}{8}$ W	0.375	0.438	1.000	0.083
$\frac{7}{16}$ N	0.438	0.469	0.922	0.065
$\frac{7}{16}$ W	0.438	0.500	1.250	0.083
$\frac{1}{2}$ N	0.500	0.531	1.062	0.095
$\frac{1}{2}$ W	0.500	0.562	1.375	0.109
$\frac{9}{16}$ N	0.562	0.594	1.156	0.095
$\frac{9}{16}$ W	0.562	0.625	1.469	0.109
$\frac{5}{8}$ N	0.625	0.656	1.312	0.095
$\frac{5}{8}$ W	0.625	0.688	1.750	0.134
$\frac{3}{4}$ N	0.750	0.812	1.469	0.134
$\frac{3}{4}$ W	0.750	0.812	2.000	0.148
$\frac{7}{8}$ N	0.875	0.938	1.750	0.134
$\frac{7}{8}$ W	0.875	0.938	2.250	0.165
1 N	1.000	1.062	2.000	0.134
1 W	1.000	1.062	2.500	0.165
$1\frac{1}{8}$ N	1.125	1.250	2.250	0.134
$1\frac{1}{8}$ W	1.125	1.250	2.750	0.165
$1\frac{1}{4}$ N	1.250	1.375	2.500	0.165
$1\frac{1}{4}$ W	1.250	1.375	3.000	0.165
$1\frac{3}{8}$ N	1.375	1.500	2.750	0.165
$1\frac{3}{8}$ W	1.375	1.500	3.250	0.180
$1\frac{1}{2}$ N	1.500	1.625	3.000	0.165
$1\frac{1}{2}$ W	1.500	1.625	3.500	0.180
$1\frac{5}{8}$	1.625	1.750	3.750	0.180
$1\frac{3}{4}$	1.750	1.875	4.000	0.180
$1\frac{7}{8}$	1.875	2.000	4.250	0.180
2	2.000	2.125	4.500	0.180
$2\frac{1}{4}$	2.250	2.375	4.750	0.220
$2\frac{1}{2}$	2.500	2.625	5.000	0.238
$2\frac{3}{4}$	2.750	2.875	5.250	0.259
3	3.000	3.125	5.500	0.284

N = angosta; W = ancha; use W cuando no se especifique el tipo.