

A. L. CASILLAS

# MÁQUINAS



ES PROPIEDAD INTELECTUAL DEL AUTOR  
© COPYRIGHT BY EDICIONES «MAQUINAS»

PRINTED IN SPAIN  
IMPRESO EN ESPAÑA

# MÁQUINAS CÁLCULOS DE TALLER

POR

A. L. CASILLAS

## PRÓLOGO DEL AUTOR

*La más hermosa y noble de todas las labores humanas es la del sembrador en cualquiera de sus aplicaciones que suponga utilidad para sus semejantes; así se ha hecho con este pequeño libro, una siembra fructífera que ha conducido y ayudado a muchos millares de hombres en su trabajo.*

*Su autor hace un alto en el camino para meditar y considerar los frutos recogidos, sintiéndose satisfecho de una labor que tanto ha sido agraciada por quienes en el campo del trabajo necesitaron de una mano conductora para seguir la ruta profesional, en la cual fue su guía este libro, así como los demás libros complementarios que se han ido editando sucesivamente con un solo ideal: «Al servicio del Trabajo.»*

*Veinticinco años cumpliendo una misión que no fue iniciada con fines comerciales, sino impuesta por el sentido de la necesidad y el deseo de ayudar a quienes tenían que andar por el espinoso camino de la formación profesional, solos, y separando las zarzas para poder pasar venciendo todas las dificultades que su falta de preparación les imponía.*

*Es un balance digno de todo examen, porque servir al trabajo, es servir a la mejor de las causas, puesto que éste hace posible la existencia de una labor constructiva, y se convierte en el más fuerte sostén de la sociedad, engrandeciendo las naciones.*

*Agradezco muy de veras a cuantos con sus cartas, escritas unas en España y otras desde América, me alientan a seguir, sus elogiosas frases y su agradecimiento es la mejor recompensa que por mi modesta labor puedo recibir; y por esto quiero dejar sentado el principio de que a ellos debo una*

*gratitud sin límites porque han sido los animadores de mis obras; han tenido fe en el hombre desconocido, en el Profesor anónimo, logrando con ello que una poderosa fuerza impulsara y acrecentara esta labor hasta alcanzar el éxito obtenido.*

*Un cambio con referencia a tiempos pasados, señala el notable avance de la existencia técnica fundamentado en las Escuelas de Formación Profesional Industrial, estatales y de empresa, que unidos a los medios de la organización científica del trabajo, servirán para que todos cuantos sientan un deseo de formarse profesionalmente, puedan hacerlo y trabajar plenamente capacitados siguiendo una racional técnica, cumpliendo así con un ineludible deber de hacer prósperos sus medios de vida, cuyo fundamento tiene su base en el trabajo con un alto índice de productividad. Esta recomendación en forma de consejo, no debe nunca olvidarse puesto que será en el futuro el puntal de toda prosperidad, constituyendo un deber que a todos por igual nos obliga.*

*La vida inactiva merced a la labor de otros ha terminado.*

## A. L. CASILLAS

# ÍNDICE DE MATERIAS

## CAPÍTULO PRIMERO

Equivalencias inglesas a métricas. — Tablas diversas. — Cuadrados, cubos, raíces. — Desarrollo de la circunferencia.

## CAPÍTULO II

Tablas trigonométricas. — Resoluciones del triángulo rectángulo. — Arcos, cuerdas y flechas. — Elementos de Geometría. — Centros de gravedad. — Palancas.

## CAPÍTULO III

Engranajes.

## CAPÍTULO IV

División ordinaria y diferencial para fresadoras. — Pasos diversos.

## CAPÍTULO V

Sistema general de roscas\* — Tablas para roscado en el torno.

## CAPÍTULO VI

Sistema de conos.

## CAPÍTULO VII

Herramientas de corte en general.

## CAPÍTULO VIII

Resistencia de materiales y tratamiento térmico.

## CAPÍTULO IX

Peso y datos de materiales.

## CAPÍTULO X

Datos generales. — Transmisiones. — Elevación de pesos.

## CAPÍTULO XI

Tablas de tolerancias en ajuste. — Medición.

## CAPÍTULO XII

Velocidades y avances. — Cálculos de fabricación.

## APÉNDICE

Reparación de automóviles. — Ajustes y materiales.

## ÍNDICE

## A

	Páginas
Aceros (elección de materiales).	438
» al carbono para maquinaria.	439
» al carbono para herramientas.	440
» aleados para herramientas.	445
» rápidos para herramientas.	445
» cromo-níquel de tratamiento.	441
» cromo-níquel de cementación.	442
» níquel de cementación.	442
» carbono de cementación.	442
» inoxidables.	443
» níquel de tratamiento.	443
» para resortes.	446
Afilado de fresas.	341 - 383
» de machos para roscar.	307
Ajuste internacional I. S. A. agujero y eje único.	523 - 553
Aleaciones de diversos metales.	448 - 452
Angulos de corte para cuchillas normales.	
» de corte para cuchillas «Widia».	339
Antifricción.	452
Áreas y dimensiones de figuras planas.	130 - 135
Aros de pistón o émbolo.	513 - 516
Arcos, flechas y cuerdas para radio I.	117 - 120
Aumento para piezas a rectificar.	609
Automóviles (reparación).	629 - 630

## B

Barretas o probetas.	421 - 422
Brocas, ángulos de afilado, defectos, equivalencia y datos de construcción.	371 - 379

## C

Cabezas universales de la fresadora «Hure».	264 - 265
Cables metálicos.	520
Cadenas.	518 - 519

	Páginas
Cáncamos.	521
Cálculos de fabricación.	587 - 626
Calibres planos o galgas «Block».	554 - 555
» interiores y exteriores (exactitud).	558
» interiores y exteriores (desgaste).	559 - 560
» para roscas (errores y exactitud).	561 - 567
» Pie de Rey (lectura en milímetros y pulgadas).	569 - 571
Calor y potencias caloríficas.	78
» latente de fusión.	79
» latente de vaporización.	79
Camones o levas, fresado.	639 - 642
Cargas, equivalencia en toneladas, en libras y en kilogramos.	423 - 434
Cargas que pueden soportar los tornillos y tuercas.	457
Centros de gravedad.	142 - 144
» protegidos para tornear piezas.	502
Cementación.	461 - 465
Cinemática.	48
Chavetas «Woodruff» y normales.	503 - 504
» sólidas con dientes múltiples.	505
Cifras de dureza «Rockwell» y «Brinell».	417 - 420
» de dureza «Rockwell», «Brinell», «Vickers» y «Shore».	424 - 434
Cinceles y buriles para máquina y mano.	409
Clasificación de aceros para piezas de automóvil.	635 - 636
Columnas de agua y mercurio.	74
Conos, cálculo general, «Morse», «Métrico», «Brown & Sharp», «Inglés», casquillos.	309 - 324
Contracción lineal, superficial y cúbica.	455
Conversión. Tablas de equivalencia entre los sistemas métrico e inglés.	49 - 69
Comparación de temperaturas.	70 - 71
Correas trapezoidales.	637 - 638
Cuadrados, cubos, raíces, circunferencia y área.	18 - 45
Cubicación de material.	500
Cuerdas de cáñamo.	522
Cuchillas para tornos y acepilladoras.	326 - 363
» para cizallas.	408
» para roscar y métodos.	290 - 295
Cuña.	145

D	Páginas	G	Páginas
Depósitos cilíndricos, resistencia a la presión interior . . . . .	456	Galgas: «Imperial Standard», «Birmingham», «Brown & Sharp», para alambre, chapa y fleje . . . . .	65 - 66
Diamantes para retoñar muelas de esmeril. . . . .	398	Geometría: elementos. . . . .	130 - 141
Dilatación cúbica. . . . .	78	Grados decimales en minutos y segundos . . . . .	116
» lineal. . . . .	453	Gravedad (centros) . . . . .	142 - 144
Dinámica . . . . .	48		
División ordinaria y diferencial en los cabezales de las máquinas fresadoras. . . . .	223 - 249		
Divisor tipo de mesa (relación 1/60 - 1/80 - 1/120 - 1/180) . . . . .	250 - 257		
División de la circunferencia en N partes iguales . . . . .	121		
<b>E</b>			
Ejes o árboles para transmisiones . . . . .	511	Lectura de manómetros . . . . .	75
Elección de materiales . . . . .	438 - 452	Levas o camones, fresa. . . . .	639 - 642
Elementos para elevación de pesos. . . . .	517 - 522	Limas, datos de características . . . . .	404 - 407
Engranajes, fórmulas generales s/módulo y diametral . . . . .	148 - 155	Lubricantes de corte . . . . .	61' - 62
» «British Standard». . . . .	156		
» «Bostock & Bramley». . . . .	157 - 160		
» cónicos . . . . .	200 - 222		
» helicoidales. . . . .	190 - 197		
» interiores y cremallera . . . . .	199		
» ruedas y piñones para cadena . . . . .	198		
» tornillo sin-fin y su rueda. . . . .	184 - 188		
» trazado, resistencia y medición . . . . .	161 - 182		
» juego de fresas simples . . . . .	170		
Equivalencias de fracciones hora . . . . .	623		
Escariadores cónicos. . . . .	325		
<b>F</b>			
Factores de conversión inglesa a métrica y viceversa . . . . .	67 - 69	Machos para roscas (afilado). . . . .	307
» de seguridad en el trabajo de los metales . . . . .	435 - 437	Manómetros . . . . .	75
Fórmulas generales para dimensiones de conos. . . . .	643	Mandrillos para taladrados y sus cuchillas . . . . .	380 - 382
Fracciones de hora . . . . .	325	Medición (elementos) . . . . .	554 - 576
Fresado helicoidal . . . . .	258 - 262	Metales (aleaciones): aluminio, duraluminio, metal monel, cuproníquel, bronce, latón, etc. . . . .	448 - 452
» de dientes por los lados . . . . .	263	Micrómetros (lectura) . . . . .	568 - 570
» de camones o levas. . . . .	639 - 642	Minutos y segundos en decimales de grado . . . . .	116
Fresas, dimensiones normales . . . . .	364 - 370	Momentos de inercia y resistencia . . . . .	458 - 460
» madres para engranajes rectos y helicoidales . . . . .	183	Muelas de esmeril. . . . .	392 - 400
» madres para ruedas a tornillo sin-fin. . . . .	189	Muelles . . . . .	446 - 447
» simples. . . . .	180		
Frigoríficas (mezclas). . . . .	80		
<b>G</b>			
Palancas. . . . .	146		
Pasadores cónicos. . . . .	325		
Peso de piezas fundidas según su moldeo . . . . .	80		
Peso específico, atómico, etc. . . . .	454		
Peso y datos de materiales, tubos, alambres, chapas, barras de diversos perfiles, tornillos, tuercas, remaches, etc. . . . .	468 - 489		
Perfiles laminados en angular U y viguetas . . . . .	490 - 499		

Páginas	Páginas	
Pi ( $\pi$ ), factores . . . . .	129	306
Polea diferencial . . . . .	145	506 - 509
Poleas . . . . .	147	147
Presiones . . . . .	72 - 74	
Punto de fusión y calor . . . . .	454	
Punzonado . . . . .	408	
<b>R</b>		
Refrigeración de herramientas . . . . .	615 - 617	
Regla de senos . . . . .	127 - 128	
Reglas de nivelar . . . . .	586	
Remaches . . . . .	506 - 509	
Reparación de automóviles . . . . .	629 - 633	
Resistencia de materiales . . . . .	410 - 416	
Resistencias de cargas en toneladas, libras y kilogramos . . . . .	424 - 434	
Resortes . . . . .	446 - 447	
Rodamientos a bolas y rodillos . . . . .	550-551-634	
Rosca (defectos, medición y fórmulas) . . . . .	268 - 271	
» métrica internacional . . . . .	272 - 273	
» inglesa «Whitworth» . . . . .	274 - 276	
» americana «Standard» . . . . .	278	
» «British Association B. A.» . . . . .	279	
» para bujías de automóviles . . . . .	280	
» «Edison» para lámparas eléctricas . . . . .	280	
» «Almirantazgo Británico ADM. F.» . . . . .	281	
» «Brigg» para tubos . . . . .	282	
» «C. E. I.», bicicletas y motocicletas . . . . .	284	
» suiza «Progress» para relojes . . . . .	284	
» «S. A. E. Standard» para automóviles . . . . .	285	
» «Sharp (V.) V. E. E.» . . . . .	286	
» «British Standard» para tubos de cobre . . . . .	286	
» «Loewenherz» para mecánica fina y óptica . . . . .	287	
» para engrasadores «Stauffer» . . . . .	287	
» diente de sierra . . . . .	288	
» trapezoidal «Acme» y «Métrica» . . . . .	289	
» cuadrada . . . . .	288	
» redonda . . . . .	289	
Roscado con cuchillo en el torno . . . . .	292 - 296	
» en el torno. Fórmulas y trenes de ruedas . . . . .	297 - 305	
<b>S</b>		
Roscado plano en espiral . . . . .	306	
Roblones . . . . .	506 - 509	
Ruedas . . . . .	147	
<b>T</b>		
Tablas de conversión de pulgadas a milímetros . . . . .	50 - 51	
Tablas trigonométricas (páginas amarillas) . . . . .	81 - 115	
Temperaturas: Centígrado, Fahrenheit, Réaumur . . . . .	70 - 71	
Torneado de precisión . . . . .	627	
Tornillo. . . . .	145	
» con sus tuercas y arandelas . . . . .	277	
Tornillos, cargas que pueden sopportar . . . . .	457	
Transmisiones . . . . .	510	
Transportador «Universal» . . . . .	572	
Triángulo rectángulo (soluciones) . . . . .	122 - 126	
<b>V</b>		
Vapor de agua saturado . . . . .	76	
» de agua recalentado . . . . .	77	
Velocidad angular . . . . .	47 - 48	
Velocidades para muelas de esmeril . . . . .	392	
» para máquinas-herramientas . . . . .	587	
Verificación de máquinas-herramientas . . . . .	577	
» de calibres . . . . .	554 - 567	
Volumen de sólidos . . . . .	136 - 141	

## DEDICATORIA.

AL HOMBRE DE  
TRABAJO, A LOS  
QUE CONSAGRAN  
SU VIDA A ESTA  
SUBLIME MISIÓN,  
VALOR POSITIVO  
*& los* PUEBLOS.

# Cuadrados, cubos, raíces

Longitud de circunferencia y área de los círculos

n	Cua-drado	Cubo	Raiz cuadrada	Raiz cúbica	Longitud circunferencia	Área
1	1	1	1,0000	1,0000	3,141	0,7854
2	4	8	1,4142	1,2599	6,283	3,1416
3	9	27	1,7321	1,4422	9,425	7,0686
4	16	64	2,0000	1,5874	12,566	12,5664
5	25	125	2,2361	1,7100	15,708	19,6350
6	36	216	2,4495	1,8171	18,850	28,2743
7	49	343	2,6458	1,9129	21,991	38,4845
8	64	512	2,8284	2,0000	25,133	50,2655
9	81	729	3,0000	2,0801	28,274	63,6173
10	100	1000	3,1623	2,1544	31,416	78,5398
11	121	1331	3,3166	2,2240	34,558	95,0332
12	144	1728	3,4641	2,2894	37,699	113,097
13	169	2197	3,6056	2,3513	40,841	132,732
14	196	2744	3,7417	2,4101	43,982	153,938
15	225	3375	3,8730	2,4662	47,124	176,715
16	256	4096	4,0000	2,5198	50,265	201,062
17	289	4913	4,1231	2,5713	53,407	226,980
18	324	5832	4,2426	2,6207	56,549	254,469
19	361	6859	4,3589	2,6684	59,690	283,529
20	400	8000	4,4721	2,7144	62,832	314,159
21	441	9261	4,5826	2,7589	65,973	346,361
22	484	10648	4,6904	2,8020	69,115	380,133
23	529	12167	4,7958	2,8439	72,257	415,476
24	576	13824	4,8990	2,8845	75,398	452,389
25	625	15625	5,0000	2,9240	78,540	490,874
26	676	17576	5,0990	2,9625	81,681	530,920
27	729	19683	5,1962	3,0000	84,823	572,555
28	784	21952	5,2915	3,0366	87,965	615,752
29	841	24389	5,3852	3,0723	91,106	660,520
30	900	27000	5,4772	3,1072	94,284	706,858
31	961	29791	5,5678	3,1414	97,389	754,768
32	1024	32768	5,6569	3,1748	100,531	804,248
33	1089	35937	5,7446	3,2075	103,673	855,299

n	Cua-drado	Cubo	Raiz cuadrada	Raiz cúbica	Longitud circunferencia	Área
34	1156	39304	5,8310	3,2396	106,814	907,920
35	1225	42875	5,9161	3,2711	109,956	962,113
36	1296	46656	6,0000	3,3019	113,097	1017,88
37	1369	50653	6,0828	3,3322	116,239	1075,21
38	1444	54872	6,1644	3,3620	119,381	1134,11
39	1521	59319	6,2450	3,3912	122,522	1194,59
40	1600	64000	6,3246	3,4200	125,66	1256,64
41	1681	68921	6,4031	3,4482	128,81	1320,25
42	1764	74088	6,4807	3,4760	131,95	1385,44
43	1849	79507	6,5574	3,5034	135,09	1452,20
44	1936	85184	6,6332	3,5303	138,23	1520,53
45	2025	91125	6,7082	3,5569	141,37	1590,43
46	2116	97336	6,7823	3,5830	144,51	1661,90
47	2209	103823	6,8557	3,6088	147,65	1734,94
48	2304	110592	6,9282	3,6342	150,80	1809,56
49	2401	117649	7,0000	3,6593	153,94	1885,74
50	2500	125000	7,0711	3,6840	157,08	1963,50
51	2601	132651	7,1414	3,7084	160,22	2042,82
52	2704	140608	7,2111	3,7325	163,36	2123,72
53	2809	148877	7,2801	3,7563	166,50	2206,18
54	2916	157464	7,3485	3,7798	169,65	2290,22
55	3025	166375	7,4162	3,8030	172,79	2375,83
56	3136	175616	7,4833	3,8259	175,93	2463,01
57	3249	185193	7,5498	3,8485	179,07	2551,76
58	3364	195112	7,6158	3,8709	182,21	2642,08
59	3481	205379	7,6811	3,8930	185,35	2733,97
60	3600	216000	7,7460	3,9149	188,50	2827,43
61	3721	226981	7,8102	3,9365	191,64	2922,47
62	3844	238328	7,8740	3,9579	194,78	3019,07
63	3969	250047	7,9373	3,9791	197,92	3117,25
64	4096	262144	8,0000	4,0000	201,06	3216,99
65	4225	274625	8,0623	4,0207	204,20	3318,31
66	4356	287496	8,1240	4,0412	207,35	3421,19
67	4489	300763	8,1854	4,0615	210,49	3525,65
68	4624	314432	8,2462	4,0817	213,63	3631,68
69	4761	328509	8,3066	4,1016	216,77	3739,28
70	4900	343000	8,3666	4,1213	219,91	3848,45

n	Cua-drado	Cubo	Raíz cuadrada	Raíz cúbica	Longitud circunferencia	Área
71	5041	357911	8,4261	4,1408	223,05	3959,19
72	5184	373248	8,4853	4,1602	226,19	4071,50
73	5329	389017	8,5440	4,1793	229,34	4185,39
74	5476	405224	8,6023	4,1983	232,48	4300,84
75	5625	421875	8,6603	4,2172	235,62	4417,86
76	5776	438976	8,7178	4,2358	238,76	4536,46
77	5929	456533	8,7750	4,2543	241,90	4656,63
78	6084	474552	8,8318	4,2727	245,04	4778,36
79	6241	493039	8,8882	4,2908	248,19	4901,67
80	6400	512000	8,9443	4,3089	251,33	5026,55
81	6561	531441	9,0000	4,3267	254,47	5153,00
82	6724	551368	9,0554	4,3445	257,61	5281,02
83	6889	571787	9,1104	4,3621	260,75	5410,61
84	7056	592704	9,1652	4,3795	263,89	5541,77
85	7225	614125	9,2195	4,3968	267,04	5674,50
86	7396	636056	9,2736	4,4140	270,18	5808,80
87	7569	658503	9,3274	4,4310	273,32	5944,68
88	7744	681472	9,3808	4,4480	276,46	6082,12
89	7921	704969	9,4340	4,4647	279,60	6221,14
90	8100	729000	9,4868	4,4814	282,74	6361,73
91	8281	753571	9,5394	4,4979	285,88	6503,88
92	8464	778688	9,5917	4,5144	289,03	6647,61
93	8649	804357	9,6437	4,5307	292,17	6792,91
94	8836	830584	9,6954	4,5468	295,31	6939,78
95	9025	857375	9,7468	4,5629	298,45	7088,22
96	9216	884736	9,7980	4,5789	301,59	7238,23
97	9409	912673	9,8489	4,5947	304,73	7389,81
98	9604	941192	9,8995	4,6104	307,88	7542,96
99	9801	970299	9,9499	4,6261	311,02	7697,69
100	10000	1000000	10,0000	4,6416	314,16	7853,98
101	10201	1030301	10,0499	4,6570	317,30	8011,85
102	10404	1061208	10,0995	4,6723	320,44	8171,28
103	10609	1092727	10,1489	4,6875	323,58	8332,29
104	10816	1124864	10,1980	4,7027	326,73	8494,87
105	11025	1157625	10,2470	4,7177	329,87	8659,01
106	11236	1191016	10,2956	4,7326	333,01	8824,73

n	Cua-drado	Cubo	Raíz cuadrada	Raíz cúbica	Longitud circunferencia	Área
107	11449	1225043	10,3441	4,7475	336,15	8992,02
108	11664	1259712	10,3923	4,7622	339,29	9160,88
109	11881	1295029	10,4403	4,7769	342,43	9331,32
110	12100	1331000	10,4881	4,7914	345,58	9503,32
111	12321	1367631	10,5357	4,8059	348,72	9676,89
112	12544	1404928	10,5830	4,8203	351,86	9852,03
113	12769	1442897	10,6301	4,8346	355,00	10028,7
114	12996	1481544	10,6771	4,8488	358,14	10207,0
115	13225	1520875	10,7238	4,8629	361,28	10386,9
116	13456	1560896	10,7703	4,8770	364,42	10568,3
117	13689	1601613	10,8167	4,8910	367,57	10751,3
118	13924	1643032	10,8628	4,9049	370,71	10935,9
119	14161	1685159	10,9087	4,9187	373,85	11122,0
120	14400	1728000	10,9545	4,9324	376,99	11309,7
121	14641	1771561	11,0000	4,9461	380,13	11499,0
122	14884	1815848	11,0454	4,9597	383,27	11689,9
123	15129	1860867	11,0905	4,9732	386,42	11882,3
124	15376	1906624	11,1355	4,9866	389,56	12076,3
125	15625	1953125	11,1803	5,0000	392,70	12271,8
126	15876	2000376	11,2250	5,0133	395,84	12469,0
127	16129	2048383	11,2694	5,0265	398,98	12667,7
128	16384	2097152	11,3137	5,0397	402,12	12868,0
129	16641	2146689	11,3578	5,0528	405,27	13069,8
130	16900	2197000	11,4018	5,0658	408,41	13273,2
131	17161	2248091	11,4455	5,0788	411,55	13478,2
132	17424	2299968	11,4891	5,0916	414,69	13684,8
133	17689	2352637	11,5326	5,1045	417,83	13892,9
134	17956	2406104	11,5758	5,1172	420,97	14102,6
135	18225	2460375	11,6190	5,1299	424,12	14313,9
136	18496	2515456	11,6619	5,1426	427,26	14526,7
137	18769	2571353	11,7047	5,1551	430,40	14741,1
138	19044	2628072	11,7473	5,1676	433,54	14957,1
139	19321	2683619	11,7898	5,1801	436,68	15174,7
140	19600	2744000	11,8322	5,1925	439,82	15393,8
141	19881	2803221	11,8743	5,2048	442,96	15614,5
142	20164	2863288	11,9164	5,2171	446,11	15836,8
143	20449	2924207	11,9583	5,2293	449,25	16060,6

n	Cua-drado	Cubo	Raiz cuadrada	Raiz cúbica	Longitud circunferencia	Área
144	20736	2985984	12,0000	5,2415	452,39	16286,0
145	21025	3048625	12,0416	5,2536	455,53	16513,0
146	21316	3112136	12,0830	5,2656	458,67	16741,5
147	21609	3176523	12,1244	5,2776	461,81	16971,7
148	21904	3241792	12,1655	5,2896	464,96	17203,4
149	22201	3307949	12,2066	5,3015	468,10	17436,6
150	22500	3375000	12,2474	5,3133	471,24	17671,5
151	22801	3442951	12,2882	5,3251	474,38	17907,9
152	23104	3511808	12,3288	5,3368	477,52	18145,8
153	23409	3581577	12,3693	5,3485	480,66	18385,4
154	23716	3652264	12,4097	5,3601	483,81	18626,5
155	24025	3723875	12,4499	5,3717	486,95	18869,2
156	24336	3796416	12,4900	5,3832	490,09	19113,4
157	24649	3869893	12,5300	5,3947	493,23	19359,3
158	24964	3944312	12,5698	5,4061	496,37	19606,7
159	25281	4019679	12,6095	5,4175	499,51	19855,7
160	25600	4096000	12,6491	5,4288	502,65	20106,2
161	25921	4173281	12,6886	5,4401	505,80	20358,3
162	26244	4251528	12,7279	5,4514	508,94	20612,0
163	26569	4330747	12,7671	5,4626	512,08	20867,2
164	26896	4410944	12,8062	5,4737	515,22	21124,1
165	27225	4492125	12,8452	5,4848	518,36	21382,5
166	27556	4574296	12,8841	5,4959	521,50	21642,4
167	27889	4657463	12,9228	5,5069	524,65	21904,0
168	28224	4741632	12,9615	5,5178	527,79	22167,1
169	28561	4826809	13,0000	5,5288	530,93	22431,8
170	28900	4913000	13,0384	5,5397	534,07	22698,0
171	29241	5000211	13,0767	5,5505	537,21	22965,8
172	29584	5088448	13,1149	5,5613	540,35	23235,2
173	29929	5177717	13,1529	5,5721	543,50	23506,2
174	30276	5268024	13,1909	5,5828	546,64	23778,7
175	30625	5359375	13,2288	5,5934	549,78	24052,8
176	30976	5451776	13,2665	5,6041	552,92	24328,5
177	31329	5545233	13,3041	5,6147	556,06	24605,7
178	31684	5639752	13,3417	5,6252	559,20	24884,6
179	32041	5735339	13,3791	5,6357	562,35	25164,9

n	Cua-drado	Cubo	Raiz cuadrada	Raiz cúbica	Longitud circunferencia	Área
180	32400	5832000	13,4164	5,6462	565,49	25446,9
181	32761	5929741	13,4536	5,6567	568,63	25730,4
182	33124	6028568	13,4907	5,6671	571,77	26015,5
183	33489	6128487	13,5277	5,6774	574,91	26302,2
184	33856	6229504	13,5647	5,6877	578,05	26590,4
185	34225	6331625	13,6015	5,6980	581,19	26880,3
186	34596	6434856	13,6382	5,7083	584,34	27171,6
187	34969	6539203	13,6748	5,7185	587,48	27464,6
188	35344	6644672	13,7113	5,7287	590,62	27759,1
189	35721	6751269	13,7477	5,7388	593,76	28055,2
190	36100	6859000	13,7840	5,7489	596,90	28352,9
191	36181	6967871	13,8203	5,7590	600,04	28652,1
192	36864	7077888	13,8564	5,7690	603,19	28952,9
193	37249	7189057	13,8924	5,7790	606,33	29255,3
194	37636	7301384	13,9284	5,7890	609,47	29559,2
195	38025	7414875	13,9642	5,7989	612,61	29864,8
196	38416	7529536	14,0000	5,8088	615,75	30171,9
197	38809	7645373	14,0357	5,8186	618,89	30480,5
198	39204	7762392	14,0712	5,8285	622,04	30790,7
199	39601	7880599	14,1067	5,8383	625,18	31102,6
200	40000	8000000	14,1421	5,8480	628,32	31415,9
201	40401	8120601	14,1774	5,8578	631,46	31730,9
202	40804	8242408	14,2127	5,8675	634,60	32047,4
203	41209	8365427	14,2478	5,8771	637,74	32365,5
204	41616	8489664	14,2829	5,8868	640,88	32685,1
205	42025	8615125	14,3178	5,8964	644,03	33006,4
206	42436	8741816	14,3527	5,9059	647,17	33329,2
207	42849	8869743	14,3875	5,9155	650,31	33653,5
208	43264	8998912	14,4222	5,9250	653,45	33979,5
209	43681	9129329	14,4568	5,9345	656,59	34307,0
210	44100	9261000	14,4914	5,9439	659,73	34636,1
211	44521	9393931	14,5258	5,9533	662,88	34966,7
212	44944	9528128	14,5602	5,9627	666,02	35298,9
213	45369	9663597	14,5945	5,9721	669,16	35632,7
214	45796	9800344	14,6287	5,9814	672,30	35968,1
215	46225	9938375	14,6629	5,9907	675,44	36305,0
216	46656	10077696	14,6969	6,0000	678,58	36643,5

n	Cua-drado	Cubo	Raiz cuadrada	Raiz cúbica	Longitud circunferencia	Área
217	47089	10218313	14,7309	6,0092	681,73	36983,6
218	47524	10360232	14,7648	6,0185	684,87	37325,3
219	47961	10503459	14,7986	6,0277	688,01	37668,5
<b>220</b>	<b>48400</b>	<b>10648000</b>	<b>14,8324</b>	<b>6,0368</b>	<b>691,15</b>	<b>38013,3</b>
221	48841	10793861	14,8661	6,0459	694,29	38359,6
222	49284	10941048	14,8997	6,0550	697,43	38707,6
223	49729	11089567	14,9332	6,0641	700,58	39057,1
224	50176	11239424	14,9666	6,0732	703,72	39408,1
225	50625	11390625	15,0000	6,0822	706,86	39760,8
226	51076	11543176	15,0333	6,0912	710,00	40115,0
227	51529	11697083	15,0665	6,1002	713,14	40470,8
228	51984	11852352	15,0997	6,1091	716,28	40828,1
229	52441	12008989	15,1327	6,1180	719,42	41187,1
<b>230</b>	<b>52900</b>	<b>12167000</b>	<b>15,1658</b>	<b>6,1269</b>	<b>722,57</b>	<b>41547,6</b>
231	53361	12326391	15,1987	6,1358	725,71	41909,6
232	53824	12487168	15,2315	6,1446	728,85	42273,3
233	54289	12649337	15,2643	6,1534	731,99	42638,5
234	54756	12812904	15,2971	6,1622	735,13	43005,3
235	55225	12977875	15,3297	6,1710	738,27	43373,6
236	55696	13144256	15,3623	6,1797	741,42	43743,5
237	56169	13312053	15,3948	6,1885	744,56	44115,0
238	56644	13481272	15,4272	6,1972	747,70	44488,1
239	57121	13651919	15,4596	6,2058	750,84	44862,7
<b>240</b>	<b>57600</b>	<b>13824000</b>	<b>15,4919</b>	<b>6,2145</b>	<b>753,98</b>	<b>45238,9</b>
241	58081	13997521	15,5242	6,2231	757,12	45616,7
242	58564	14172488	15,5563	6,2317	760,27	45996,1
243	59049	14348907	15,5885	6,2403	763,41	46377,0
244	59536	14526784	15,6205	6,2488	766,55	46759,5
245	60025	14706125	15,6525	6,2573	769,69	47143,5
246	60516	14886936	15,6844	6,2658	772,83	47529,2
247	61009	15069223	15,7162	6,2743	775,97	47916,4
248	61504	15252992	15,7480	6,2828	779,11	48305,1
249	62001	15438249	15,7797	6,2912	782,26	48695,5
<b>250</b>	<b>62600</b>	<b>15625000</b>	<b>15,8114</b>	<b>6,2996</b>	<b>785,40</b>	<b>49087,4</b>
251	63001	15813251	15,8430	6,3080	788,54	49480,9
252	63504	16003008	15,8745	6,3164	791,68	49875,9
253	64009	16194277	15,9060	6,3247	794,82	50272,6

n	Cua-drado	Cubo	Raiz cuadrada	Raiz cúbica	Longitud circunferencia	Área
254	64516	16387064	15,9374	6,3330	797,96	50670,7
255	65025	16581375	15,9687	6,3413	801,11	51070,5
256	65536	16777216	16,0000	6,3496	804,25	51471,9
257	66049	16974593	16,0312	6,3579	807,39	51874,8
258	66564	17173512	16,0624	6,3661	810,53	52279,2
259	67081	17373979	16,0935	6,3743	813,67	52685,3
<b>260</b>	<b>67600</b>	<b>17576000</b>	<b>16,1245</b>	<b>6,3825</b>	<b>816,81</b>	<b>53092,9</b>
261	68121	17779581	16,1555	6,3907	819,96	53502,1
262	68644	17984728	16,1864	6,3988	823,10	53912,9
263	69169	18191447	16,2173	6,4070	826,24	54325,2
264	69696	18399744	16,2481	6,4151	829,38	54739,1
265	70225	18609625	16,2788	6,4232	832,52	55154,6
266	70756	18821096	16,3095	6,4312	835,66	55571,6
267	71289	19043163	16,3401	6,4393	838,81	55990,2
268	71824	19248832	16,3707	6,4473	841,95	56410,4
269	72361	19465109	16,4012	6,4553	845,09	56832,2
<b>270</b>	<b>72900</b>	<b>19682000</b>	<b>16,4317</b>	<b>6,4633</b>	<b>848,23</b>	<b>57255,5</b>
271	73441	19902511	16,4621	6,4713	851,37	57680,4
272	73984	20123648	16,4924	6,4792	854,51	58106,9
273	74529	20346417	16,5227	6,4872	857,65	58534,9
274	75076	20570824	16,5529	6,4951	860,80	58964,6
275	75625	20796875	16,5831	6,5030	863,94	59395,7
276	76176	21024576	16,6132	6,5108	867,08	59828,5
277	76729	21253933	16,6433	6,5187	870,22	60262,8
278	77284	21484952	16,6733	6,5265	873,36	60698,7
279	77841	21717639	16,7033	6,5343	876,50	61136,2
<b>280</b>	<b>78400</b>	<b>21952000</b>	<b>16,7332</b>	<b>6,5421</b>	<b>879,65</b>	<b>61575,2</b>
281	78961	22188041	16,7631	6,5499	882,79	62015,8
282	79524	22425768	16,7929	6,5577	885,93	62458,0
283	80089	22665187	16,8226	6,5654	889,07	62901,8
284	80656	22906304	16,8523	6,5731	892,21	63347,1
285	81225	23149125	16,8819	6,5808	895,35	63794,0
286	81796	23393656	16,9115	6,5885	898,50	64242,4
287	82369	23639903	16,9411	6,5962	901,64	64692,5
288	82944	23887872	16,9706	6,6039	904,78	65144,1
289	83521	24137569	17,0000	6,6115	907,92	65597,2

<b>N</b>	Cua-drado	Cubo	Raíz cuadrada	Raíz cúbica	Longitud circunferencia	Área
290	84100	24389000	17,0294	6,6191	911,06	66052,0
291	84681	24642171	17,0587	6,6267	914,20	66508,3
292	85264	24897088	17,0880	6,6343	917,35	66966,2
293	85849	25153757	17,1172	6,6419	920,49	67425,6
294	86436	25412184	17,1464	6,6494	923,63	67886,7
295	87025	25672375	17,1756	6,6569	926,77	68349,3
296	87616	25934336	17,2047	6,6644	929,91	68813,4
297	88209	26198073	17,2337	6,6719	933,05	69279,2
298	88804	26463592	17,2627	6,6794	936,19	69746,5
299	89401	26730899	17,2916	6,6869	939,34	70215,4
300	90000	27000000	17,3205	6,6943	942,48	70685,8
301	90601	27270901	17,3494	6,7018	945,62	71157,9
302	91204	27543608	17,3781	6,7092	948,76	71631,5
303	91809	27818127	17,4069	6,7166	951,90	72106,6
304	92416	28094464	17,4356	6,7240	955,04	72583,4
305	93025	28372625	17,4642	6,7313	958,19	73061,7
306	93636	28652616	17,4929	6,7387	961,33	73541,5
307	94249	28934443	17,5214	6,7460	964,47	74023,0
308	94864	29218112	17,5499	6,7533	967,61	74506,0
309	95481	29503629	17,5784	6,7606	970,75	74990,6
310	96100	29791000	17,6068	6,7679	973,89	75476,8
311	96721	30080231	17,6352	6,7752	977,04	75964,5
312	97344	30371328	17,6635	6,7824	980,18	76453,8
313	97969	30664297	17,6918	6,7897	983,32	76944,7
314	98596	30959144	17,7200	6,7969	986,46	77437,1
315	99225	31255875	17,7482	6,8041	989,60	77931,1
316	99856	31554496	17,7764	6,8113	992,74	78426,7
317	100489	31855013	17,8045	6,8185	995,88	78923,9
318	101124	32157432	17,8326	6,8256	999,03	79422,6
319	101761	32461759	17,8606	6,8328	1002,2	79922,9
320	102400	32768000	17,8885	6,8399	1005,3	80424,8
321	103041	33076161	17,9165	6,8470	1008,5	80928,2
322	103684	33386248	17,9444	6,8541	1011,6	81433,2
323	104329	33698267	17,9722	6,8612	1014,7	81939,8
324	104976	34012224	18,0000	6,8683	1017,9	82448,0
325	105625	34328125	18,0278	6,8753	1021,0	82957,7
326	106276	34645976	18,0555	6,8824	1024,2	83469,0

<b>N</b>	Cua-drado	Cubo	Raíz cuadrada	Raíz cúbica	Longitud circunferencia	Área
327	106929	34965783	18,0831	6,8894	1027,3	83981,8
328	107584	35287552	18,1108	6,8964	1030,4	84496,3
329	108241	35611289	18,1384	6,9034	1033,6	85012,3
330	108900	35937000	18,1659	6,9104	1036,7	85529,9
331	109561	36264691	18,1934	6,9174	1039,9	86049,0
332	110224	36594368	18,2209	6,9244	1043,0	86569,7
333	110899	36926037	18,2483	6,9313	1046,2	87092,0
334	111556	37259704	18,2757	6,9382	1049,3	87615,9
335	112225	37595375	18,3030	6,9451	1052,4	88141,3
336	112896	37933056	18,3303	6,9521	1055,6	88668,3
337	113569	38272753	18,3576	6,9589	1058,7	89196,9
338	114244	38614472	18,3848	6,9658	1061,9	89727,0
339	114921	38958219	18,4120	6,9727	1065,0	90258,7
340	115600	39304000	18,4391	6,9795	1068,1	90792,0
341	116281	39651821	18,4662	6,9864	1071,3	91326,9
342	116964	4001688	18,4932	6,9932	1074,4	91863,3
343	117649	40353607	18,5203	7,0000	1077,6	92401,3
344	118336	40707584	18,5472	7,0068	1080,7	92940,9
345	119025	41063625	18,5742	7,0136	1083,8	93482,0
346	119716	41421736	18,6011	7,0203	1087,0	94024,7
347	120409	41781923	18,6279	7,0271	1090,1	94569,0
348	121104	42144192	18,6548	7,0338	1093,3	95114,9
349	121801	42508549	18,6815	7,0406	1096,4	95662,3
350	122500	42875000	18,7083	7,0473	1099,6	96211,3
351	123201	43243551	18,7350	7,0540	1102,7	96761,8
352	123904	43614208	18,7617	7,0607	1105,8	97314,0
353	124609	43986977	18,7883	7,0674	1109,0	97867,7
354	125316	44361864	18,8149	7,0740	1112,1	98423,0
355	126025	44738875	18,8414	7,0807	1115,3	98979,8
356	126736	45118016	18,8680	7,0873	1118,4	99538,2
357	127449	45499293	18,8944	7,0940	1121,5	100098
358	128164	45882712	18,9209	7,1006	1124,7	100660
359	128881	46268279	18,9473	7,1072	1127,8	101223
360	129600	46656000	18,9737	7,1138	1131,0	101788
361	130321	47045881	19,0000	7,1204	1134,1	102354
362	131044	47437928	19,0263	7,1269	1137,3	102922
363	131769	47832147	19,0526	7,1335	1140,4	103491

<b>N</b>	Cua-drado	Cubo	Raiz cuadrada	Raiz cúbica	Longitud circunferencia	Area
364	132496	48228544	19,0788	7,1400	1143,5	104062
365	133225	48627125	19,1050	7,1466	1146,7	104635
366	133956	49027896	19,1311	7,1531	1149,8	105209
367	134689	49430863	19,1572	7,1596	1153,0	105785
368	135424	49836032	19,1833	7,1661	1156,1	106362
369	136161	50243409	19,2094	7,1726	1159,2	106941
<b>370</b>	<b>136900</b>	<b>50653000</b>	<b>19,2354</b>	<b>7,1791</b>	<b>1162,4</b>	<b>107521</b>
371	137641	51064811	19,2614	7,1855	1165,5	108103
372	138384	51478848	19,2873	7,1920	1168,7	108687
373	139129	51895117	19,3132	7,1984	1171,8	109272
374	139876	52313624	19,3391	7,2048	1175,0	109858
375	140625	52734375	19,3649	7,2112	1178,1	110447
376	141376	53157376	19,3907	7,2177	1181,2	111036
377	142129	53582633	19,4165	7,2240	1184,4	111628
378	142884	54010152	19,4422	7,2304	1187,5	112221
379	143641	54439939	19,4679	7,2368	1190,7	112815
<b>380</b>	<b>144400</b>	<b>54872000</b>	<b>19,4936</b>	<b>7,2432</b>	<b>1193,8</b>	<b>113411</b>
381	145161	55306341	19,5192	7,2495	1196,9	114009
382	145924	55742962	19,5448	7,2558	1200,1	114608
383	146689	56181887	19,5704	7,2622	1203,2	115209
384	147456	56623104	19,5959	7,2685	1206,4	115812
385	148225	57066625	19,6214	7,2748	1209,5	116416
386	148996	57512456	19,6469	7,2811	1212,7	117021
387	149769	57960603	19,6723	7,2874	1215,8	117628
388	150544	58411072	19,6977	7,2936	1218,9	118237
389	151321	58863869	19,7231	7,2999	1222,1	118847
<b>390</b>	<b>152100</b>	<b>59319000</b>	<b>19,7484</b>	<b>7,3061</b>	<b>1225,2</b>	<b>119459</b>
391	152881	59776471	19,7737	7,3124	1228,4	120072
392	153664	60236288	19,7990	7,3186	1231,5	120687
393	154449	60698457	19,8242	7,3248	1234,6	121304
394	155236	61162984	19,8494	7,3310	1237,8	121922
395	156025	61629875	19,8746	7,3372	1240,9	122542
396	156816	62099136	19,8997	7,3434	1244,1	123163
397	157609	62570773	19,9249	7,3496	1247,2	123786
398	158404	63044792	19,9499	7,3558	1250,4	124410
399	159201	63521199	19,9750	7,3619	1253,5	125036

<b>N</b>	Cua-drado	Cubo	Raiz cuadrada	Raiz cúbica	Longitud circunferencia	Area
<b>400</b>	<b>160000</b>	<b>64000000</b>	<b>20,0000</b>	<b>7,3681</b>	<b>1256,6</b>	<b>125664</b>
401	160801	64481201	20,0250	7,3742	1259,8	126293
402	161604	64964808	20,0499	7,3803	1262,9	126923
403	162409	65450827	20,0749	7,3864	1266,1	127556
404	163216	65939264	20,0998	7,3925	1269,2	128190
405	164025	66430125	20,1246	7,3986	1272,3	128825
406	164836	66923416	20,1494	7,4047	1275,5	129462
407	165649	67419143	20,1742	7,4108	1278,6	130100
408	166464	67917312	20,1990	7,4169	1281,8	130741
409	167281	68417929	20,2237	7,4229	1284,9	131382
<b>410</b>	<b>168100</b>	<b>68921000</b>	<b>20,2485</b>	<b>7,4290</b>	<b>1288,1</b>	<b>132025</b>
411	168921	69426531	20,2731	7,4350	1291,2	132670
412	169744	69934528	20,2978	7,4410	1294,3	133317
413	170569	70449997	20,3224	7,4470	1297,5	133965
414	171396	70957944	20,3470	7,4530	1300,6	134614
415	172225	71473375	20,3715	7,4590	1303,8	135265
416	173056	71991296	20,3961	7,4650	1306,9	135918
417	173889	72511713	20,4206	7,4710	1310,0	136572
418	174724	73034632	20,4450	7,4770	1313,2	137228
419	175561	73560059	20,4695	7,4829	1316,3	137885
<b>420</b>	<b>176400</b>	<b>74088000</b>	<b>20,4939</b>	<b>7,4889</b>	<b>1319,5</b>	<b>138544</b>
421	177241	74618461	20,5183	7,4948	1322,6	139205
422	178084	75151448	20,5426	7,5007	1325,8	139867
423	178929	75686967	20,5670	7,5067	1328,9	140531
424	179776	76225024	20,5913	7,5126	1332,0	141196
425	180625	76765625	20,6155	7,5185	1335,2	141863
426	181476	77308776	20,6398	7,5244	1338,3	142531
427	182329	77854483	20,6640	7,5302	1341,5	143201
428	183184	78402752	20,6882	7,5361	1344,6	143872
429	184041	78953589	20,7123	7,5420	1347,7	144545
<b>430</b>	<b>184900</b>	<b>79507000</b>	<b>20,7364</b>	<b>7,5478</b>	<b>1350,9</b>	<b>145220</b>
431	185761	80062991	20,7605	7,5537	1354,0	145896
432	186624	80621568	20,7846	7,5595	1357,2	146574
433	187489	81182737	20,8087	7,5654	1360,3	147254
434	188356	81746504	20,8327	7,5712	1363,5	147934
435	189225	82312875	20,8567	7,5770	1366,6	148617
436	190096	82881856	20,8806	7,5828	1369,7	149301

<b>n</b>	Cua-drado	Cubo	Raíz cuadrada	Raíz cúbica	Longitud circunferencia	Área
437	190969	83453453	20,9045	7,5886	1372,9	149987
438	191844	84027672	20,9284	7,5944	1376,0	150674
439	192721	84604519	20,9523	7,6001	1379,2	151363
<b>440</b>	<b>193600</b>	<b>85184000</b>	<b>20,9762</b>	<b>7,6059</b>	<b>1382,3</b>	<b>152053</b>
441	194481	85766121	21,0000	7,6117	1385,4	152745
442	195364	86350888	21,0238	7,6174	1388,6	153439
443	196249	86938307	21,0476	7,6232	1391,7	154134
444	197136	87528384	21,0713	7,6289	1394,9	154830
445	198025	88121125	21,0950	7,6346	1398,0	155528
446	198916	88716536	21,1187	7,6403	1401,2	156228
447	199809	89314623	21,1424	7,6460	1404,3	156930
448	200704	89915392	21,1660	7,6517	1407,4	157633
449	201601	90518849	21,1896	7,6574	1410,6	158337
<b>450</b>	<b>202500</b>	<b>91125000</b>	<b>21,2132</b>	<b>7,6631</b>	<b>1413,7</b>	<b>159043</b>
451	203401	91733851	21,2368	7,6688	1416,9	159751
452	204304	92345408	21,2603	7,6744	1420,0	160460
453	205209	92959677	21,2838	7,6801	1423,1	161171
454	206116	93576664	21,3073	7,6857	1426,3	161883
455	207025	94196375	21,3307	7,6914	1429,4	162597
456	207936	94818816	21,3542	7,6970	1432,6	163131
457	208849	95443993	21,3776	7,7026	1435,7	164030
458	209764	96071912	21,4009	7,7082	1438,8	164748
459	210681	96702579	21,4243	7,7138	1442,0	165468
<b>460</b>	<b>211600</b>	<b>97336000</b>	<b>21,4476</b>	<b>7,7194</b>	<b>1445,1</b>	<b>166190</b>
461	212521	97972181	21,4709	7,7250	1448,3	166914
462	213444	98611128	21,4942	7,7306	1451,4	167639
463	214369	99252847	21,5174	7,7362	1454,6	168365
464	215296	99897344	21,5407	7,7418	1457,7	169093
465	216225	100544625	21,5639	7,7473	1460,8	169823
466	217156	101194696	21,5870	7,7529	1464,0	170554
467	218089	101847563	21,6102	7,7584	1467,1	171287
468	219024	102503232	21,6333	7,7639	1470,3	172021
469	219961	103161709	21,6564	7,7695	1473,4	172757
<b>470</b>	<b>220900</b>	<b>103823000</b>	<b>21,6795</b>	<b>7,7750</b>	<b>1476,5</b>	<b>173494</b>
471	221841	104487111	21,7025	7,7805	1479,7	174234
472	222784	105154048	21,7256	7,7860	1482,8	174974
473	223729	105823817	21,7486	7,7915	1486,0	175716

<b>n</b>	Cua-drado	Cubo	Raíz cuadrada	Raíz cúbica	Longitud circunferencia	Área
474	224676	106496424	21,7715	7,7970	1489,1	176460
475	225625	107171875	21,7945	7,8025	1492,3	177205
476	226576	107805176	21,8174	7,8079	1495,4	177952
477	227529	108531333	21,8403	7,8134	1498,5	178701
478	228484	109215352	21,8632	7,8188	1501,7	179451
479	229441	109902239	21,8861	7,8243	1504,8	180203
<b>480</b>	<b>230400</b>	<b>110592000</b>	<b>21,9089</b>	<b>7,8297</b>	<b>1508,0</b>	<b>180956</b>
481	231361	111284641	21,9317	7,8352	1511,1	181711
482	232324	111980168	21,9545	7,8406	1514,2	182467
483	23289	112678587	21,9773	7,8460	1517,4	183225
484	234256	113379904	22,0000	7,8514	1520,5	183984
485	235225	114084125	22,0227	7,8568	1523,7	184745
486	236196	114791256	22,0454	7,8622	1526,8	185508
487	237169	115501303	22,0681	7,8676	1530,0	186272
488	238144	116214272	22,0907	7,8730	1533,1	187038
489	239121	116930169	22,1133	7,8784	1536,2	187805
<b>490</b>	<b>240100</b>	<b>117649000</b>	<b>22,1359</b>	<b>7,8837</b>	<b>1539,4</b>	<b>188574</b>
491	241081	118370771	22,1585	7,8891	1542,5	189345
492	242064	119095488	22,1811	7,8944	1545,7	190117
493	243049	119823157	22,2036	7,8998	1548,8	190890
494	244036	120553784	22,2261	7,9051	1551,9	191665
495	245025	121287375	22,2486	7,9105	1555,1	192442
496	246016	122023936	22,2711	7,9158	1558,2	193221
497	247009	122763473	22,2935	7,9211	1561,4	194000
498	248004	123509992	22,3159	7,9264	1564,5	194782
499	249001	124251499	22,3383	7,9317	1567,7	195565
<b>500</b>	<b>250000</b>	<b>125000000</b>	<b>22,3607</b>	<b>7,9370</b>	<b>1570,8</b>	<b>196350</b>
501	251001	125751501	22,3830	7,9423	1573,9	197136
502	252004	126506008	22,4054	7,9476	1577,1	197923
503	253009	127263527	22,4277	7,9528	1580,2	198713
504	254016	128024064	22,4499	7,9581	1583,4	199504
505	255025	128787625	22,4722	7,9634	1586,5	200296
506	256036	129554216	22,4944	7,9686	1589,6	201090
507	257049	130323843	22,5167	7,9739	1592,8	201886
508	258064	131096512	22,5389	7,9791	1595,9	202683
509	259081	131872229	22,5610	7,9843	1599,1	203482

<b>n</b>	Cua-dado	Cubo	Raiz cuadrada	Raiz cúbica	Longitud circunferencia	Area
<b>510</b>	260100	132651000	22,5832	7,9896	1602,2	204282
511	261121	133432831	22,6053	7,9948	1605,4	205084
512	262144	134217728	22,6274	8,0000	1608,5	205887
513	263169	135005697	22,6495	8,0052	1611,6	206692
514	264196	135796744	22,6716	8,0104	1614,8	207499
515	265225	136590875	22,6936	8,0156	1617,9	208307
516	266256	137388096	22,7156	8,0208	1621,1	209117
517	267289	138188413	22,7376	8,0260	1624,2	209928
518	268324	138991832	22,7596	8,0311	1627,3	210741
519	269361	139798359	22,7816	8,0363	1630,5	211556
<b>520</b>	270400	140608000	22,8035	8,0415	1633,6	212372
521	271441	141420761	22,8254	8,0466	1636,8	213189
522	272484	142236648	22,8473	8,0517	1639,9	214008
523	273529	143055667	22,8692	8,0569	1643,1	214829
524	274576	143877824	22,8910	8,0620	1646,2	215651
525	275625	144703125	22,9129	8,0671	1649,3	216475
526	276676	145531576	22,9347	8,0723	1652,5	217301
527	277729	146363183	22,9565	8,0774	1655,6	218128
528	278784	147197952	22,9783	8,0825	1658,8	218956
529	279841	148035899	23,0000	8,0876	1661,9	219787
<b>530</b>	280900	148877000	23,0217	8,0927	1665,0	220618
531	281961	149721291	23,0434	8,0978	1668,2	221452
532	283024	150568768	23,0651	8,1028	1671,3	222287
533	284089	151419437	23,0868	8,1079	1674,5	223123
534	285156	152273304	23,1084	8,1130	1677,6	223961
535	286225	153130375	23,1301	8,1180	1680,8	224801
536	287296	153990656	23,1517	8,1231	1683,9	225642
537	288369	154854153	23,1733	8,1281	1687,0	226484
538	289444	155720872	23,1948	8,1332	1690,2	227329
539	290521	156590819	23,2164	8,1382	1693,3	228175
<b>540</b>	291600	157464000	23,2379	8,1433	1696,5	229022
541	292681	158340421	23,2594	8,1483	1699,6	229871
542	293764	159220088	23,2809	8,1533	1702,7	230722
543	294849	160103007	23,3024	8,1583	1705,9	231574
544	295936	160989184	23,3238	8,1633	1709,0	232428
545	297025	161878625	23,3452	8,1683	1712,2	233283
546	298116	162771336	23,3666	8,1733	1715,3	234140

<b>n</b>	Cua-dado	Cubo	Raiz cuadrada	Raiz cúbica	Longitud circunferencia	Area
547	299209	163667323	23,3880	8,1783	1718,5	234998
548	300304	164566592	23,4094	8,1833	1721,6	235585
549	301401	165469149	23,4307	8,1882	1724,7	236720
<b>550</b>	302500	166375000	23,4521	8,1932	1727,9	237583
551	303601	167384151	23,4734	8,1982	1731,0	238448
552	304704	168196608	23,4947	8,2031	1734,2	239314
553	305809	169112377	23,5160	8,2081	1737,3	240182
554	306916	170031464	23,5372	8,2130	1740,4	241051
555	308025	170953875	23,5584	8,2180	1743,6	241922
556	309136	171879616	23,5797	8,2229	1746,7	242795
557	310249	172808693	23,6008	8,2278	1749,9	243669
558	311364	173741112	23,6220	8,2327	1753,0	244545
559	312481	174676879	23,6432	8,2377	1756,2	245422
<b>560</b>	313600	175616000	23,6643	8,2426	1759,3	246301
561	314721	176558481	23,6854	8,2475	1762,4	247181
562	315844	177504328	23,7065	8,2524	1765,6	248063
563	316969	178453547	23,7276	8,2573	1768,7	248947
564	318096	179406144	23,7487	8,2621	1771,9	249832
565	319225	180362125	23,7697	8,2670	1775,0	250719
566	320356	181321496	23,7908	8,2719	1778,1	251607
567	321489	182284263	23,8118	8,2768	1781,3	252497
568	322624	183250432	23,8328	8,2816	1784,4	253388
569	323761	184220009	23,8537	8,2865	1787,6	254281
<b>570</b>	324900	185193000	23,8747	8,2913	1790,7	255176
571	326041	186169411	23,8956	8,2962	1793,8	256072
572	327184	187149248	23,9165	8,3010	1797,0	256970
573	328329	188132517	23,9374	8,3059	1800,1	257869
574	329476	189119224	23,9583	8,3107	1803,3	258770
575	330625	190109375	23,9792	8,3155	1806,4	259672
576	331776	191102976	24,0000	8,3203	1809,6	260576
577	332929	192100033	24,0208	8,3251	1812,7	261482
578	334084	193100552	24,0416	8,3300	1815,8	262389
579	335241	194104539	24,0624	8,3348	1819,0	263298
<b>580</b>	336400	195112000	24,0832	8,3396	1822,1	264208
581	337561	196122941	24,1039	8,3443	1825,3	265120
582	338724	197137368	24,1247	8,3491	1828,4	266033
583	339889	198155287	24,1454	8,3539	1831,6	266948

n	Cua-drado	Cubo	Raiz cuadrada	Raiz cúbica	Longitud circunferencia	Área
584	341056	199176704	24,1661	8,3587	1834,7	267865
585	342225	200201625	24,1868	8,3634	1837,8	268783
586	343396	201230056	24,2074	8,3682	1841,0	269703
587	344569	202262003	24,2281	8,3730	1844,1	270624
588	345744	203297472	24,2487	8,3777	1847,3	271547
589	346921	204336469	24,2693	8,3825	1850,4	272471
590	348100	205379000	24,2899	8,3872	1853,5	273397
591	349281	206425071	24,3105	8,3919	1856,7	274325
592	350464	207474688	24,3311	8,3967	1859,8	275254
593	351649	208527857	24,3516	8,4014	1863,0	276184
594	352836	209584584	24,3721	8,4061	1866,1	277117
595	354025	210644875	24,3926	8,4108	1869,2	278051
596	355216	211708736	24,4131	8,4155	1872,4	278986
597	356409	212776173	24,4336	8,4202	1875,5	279923
598	357604	213847192	24,4540	8,4249	1878,7	280862
599	358801	214921799	24,4745	8,4296	1881,8	281802
600	360000	216000000	24,4949	8,4343	1885,0	282743
601	361201	217081801	24,5153	8,4390	1888,1	283687
602	362404	218167208	24,5357	8,4437	1891,2	284631
603	363609	219256227	24,5561	8,4484	1894,4	285578
604	364816	220348864	24,5764	8,4530	1897,5	286526
605	366025	221445125	24,5967	8,4577	1900,7	287475
606	367236	222545016	24,6171	8,4623	1903,8	288426
607	368449	223648543	24,6374	8,4670	1906,9	289379
608	369664	224755712	24,6577	8,4716	1910,1	290333
609	370881	225866529	24,6779	8,4763	1913,2	291289
610	372100	226981000	24,6982	8,4809	1916,4	292247
611	373321	228099131	24,7184	8,4856	1919,5	293206
612	374544	229220928	24,7386	8,4902	1922,7	294166
613	375769	230346397	24,7588	8,4948	1925,8	295128
614	376996	231475544	24,7790	8,4994	1928,9	296092
615	378225	232608375	24,7992	8,5040	1932,1	297057
616	379456	233744896	24,8193	8,5086	1935,2	298024
617	380689	234885113	24,8395	8,5132	1938,4	298992
618	381924	236029032	24,8596	8,5178	1941,5	299962
619	383161	237176659	24,8797	8,5224	1944,6	300934

n	Cua-drado	Cubo	Raiz cuadrada	Raiz cúbica	Longitud circunferencia	Área
620	384400	238328000	24,8998	8,5270	1947,8	301907
621	385641	239483061	24,9199	8,5316	1950,9	302882
622	386884	240641848	24,9399	8,5362	1954,1	303858
623	388129	241804367	24,9600	8,5408	1957,2	304836
624	389376	242970624	24,9800	8,5453	1960,4	305815
625	390625	244140625	25,0000	8,5499	1963,5	306796
626	391876	245314376	25,0200	8,5544	1966,6	307779
627	393129	246491883	25,0400	8,5590	1969,8	308763
628	394384	247673152	25,0599	8,5635	1972,9	309748
629	395641	248858189	25,0799	8,5681	1976,1	310736
630	396900	250047000	25,0998	8,5726	1979,2	311725
631	398161	251239591	25,1197	8,5772	1982,3	312715
632	399424	252435968	25,1396	8,5817	1985,5	313707
633	400689	253636137	25,1595	8,5862	1988,6	314700
634	401956	254840104	25,1794	8,5907	1991,8	315696
635	403225	256047875	25,1992	8,5952	1994,9	316692
636	404496	257259456	25,2190	8,5997	1998,1	317690
637	405769	258474853	25,2389	8,6043	2001,2	318690
638	407044	259694072	25,2587	8,6088	2004,4	319692
639	408321	260917119	25,2784	8,6132	2007,5	320695
640	409600	262144000	25,2982	8,6177	2010,6	321699
641	410881	263374721	25,3180	8,6222	2013,8	322705
642	412164	264609288	25,3377	8,6267	2016,9	323713
643	413449	265847707	25,3574	8,6312	2020,0	324722
644	414736	267089984	25,3772	8,6357	2023,2	325733
645	416025	268336125	25,3969	8,6401	2026,3	326745
646	417316	269586136	25,4165	8,6446	2029,5	327759
647	418609	270840023	25,4362	8,6490	2032,6	328775
648	419904	272097792	25,4558	8,6535	2035,8	329792
649	421201	273359449	25,4755	8,6579	2038,9	330810
650	422500	274625000	25,4951	8,6624	2042,0	331831
651	423801	275894451	25,5147	8,6668	2045,2	332853
652	425104	277167808	25,5343	8,6713	2048,3	333876
653	426409	278445077	25,5539	8,6757	2051,5	334901
654	427716	279726264	25,5734	8,6801	2054,6	335927
655	429025	28101375	25,5930	8,6845	2057,7	336955
656	430336	282300416	25,6125	8,6890	2060,9	337985

<b>n</b>	Cua-drado	Cubo	Raiz cuadrada	Raiz cúbica	Longitud circunferencia	Área
657	431649	283593393	25,6320	8,6934	2064,0	339016
658	432964	284890312	25,6515	8,6978	2067,2	340049
659	434281	286191179	25,6710	8,7022	2070,3	341084
<b>660</b>	<b>435600</b>	<b>287496000</b>	<b>25,6905</b>	<b>8,7066</b>	<b>2073,5</b>	<b>342119</b>
661	436921	288804781	25,7099	8,7110	2076,6	343157
662	438244	290117528	25,7294	8,7154	2079,7	344196
663	439569	291434247	25,7488	8,7198	2082,9	345237
664	440896	292754944	25,7682	8,7241	2086,0	346279
665	442225	294079625	25,7876	8,7285	2089,2	347323
666	443556	295408296	25,8070	8,7329	2092,3	348368
667	444889	296740963	25,8263	8,7373	2095,4	349415
668	446224	298077632	25,8457	8,7416	2098,6	350464
669	447561	299418309	25,8650	8,7460	2101,7	351514
<b>670</b>	<b>448900</b>	<b>300763000</b>	<b>25,8844</b>	<b>8,7503</b>	<b>2104,9</b>	<b>352565</b>
671	450241	302111711	25,9037	8,7547	2108,0	353618
672	451584	303464448	25,9230	8,7590	2111,2	354673
673	452929	304821217	25,9422	8,7634	2114,3	355730
674	454276	306182024	25,9515	8,7677	2117,4	356788
675	455625	307546875	25,9808	8,7721	2120,6	357847
676	456976	308915776	26,0000	8,7764	2123,7	358908
677	458329	310288733	26,0192	8,7807	2126,9	359971
678	459684	311657572	26,0384	8,7850	2130,0	361035
679	461041	313046839	26,0576	8,7893	2133,1	362101
<b>680</b>	<b>462400</b>	<b>314332000</b>	<b>26,0768</b>	<b>8,7937</b>	<b>2136,3</b>	<b>363168</b>
681	463761	315821241	26,0960	8,7980	2139,4	364237
682	465124	317214568	26,1151	8,8023	2142,6	365308
683	466489	318611987	26,1343	8,8066	2145,7	366380
684	467856	320013504	26,1534	8,8109	2148,8	367453
685	469225	321419125	26,1725	8,8152	2152,0	368528
686	470596	322828856	26,1916	8,8194	2155,1	369605
687	471969	324242703	26,2107	8,8237	2158,3	370684
688	473344	325660672	26,2298	8,8280	2161,4	371764
689	474721	327082769	26,2488	8,8323	2164,6	372845
<b>690</b>	<b>476100</b>	<b>328509000</b>	<b>26,2679</b>	<b>8,8366</b>	<b>2167,7</b>	<b>373928</b>
691	477481	329939371	26,2869	8,8408	2170,8	375013
692	478864	331373888	26,3059	8,8451	2174,0	376099
693	480249	332812557	26,3249	8,8493	2177,1	377187

<b>n</b>	Cua-drado	Cubo	Raiz cuadrada	Raiz cúbica	Longitud circunferencia	Área
694	481636	334255384	26,3439	8,8536	2180,3	378276
695	483025	335702375	26,3629	8,8578	2183,4	379367
696	484416	337153536	26,3818	8,8621	2186,5	380459
697	485809	338608873	26,4008	8,8663	2189,7	381553
698	487204	340068392	26,4197	8,8706	2192,8	382649
699	488601	341532099	26,4386	8,8748	2196,0	383746
<b>700</b>	<b>490000</b>	<b>343000000</b>	<b>26,4575</b>	<b>8,8790</b>	<b>2199,1</b>	<b>384845</b>
701	491401	344472101	26,4764	8,8833	2202,3	385945
702	492804	345948408	26,4953	8,8875	2205,4	387047
703	494209	347428927	26,5141	8,8917	2208,5	388151
704	495616	348913664	26,5330	8,8959	2211,7	389256
705	497025	350402625	26,5518	8,9001	2214,8	390363
706	498436	351895816	26,5707	8,9043	2218,0	391471
707	499849	353393243	26,5895	8,9085	2221,1	392580
708	501264	354894912	26,6083	8,9127	2224,2	393692
709	502681	356400829	26,6271	8,9169	2227,4	394805
<b>710</b>	<b>504100</b>	<b>357911000</b>	<b>26,6458</b>	<b>8,9211</b>	<b>2230,5</b>	<b>395919</b>
711	505521	359425431	26,6646	8,9253	2233,7	397035
712	506944	360944128	26,6833	8,9295	2236,8	398153
713	508369	362467097	26,7021	8,9337	2240,0	399272
714	509796	363994344	26,7208	8,9378	2243,1	400393
715	511225	365525875	26,7395	8,9420	2246,2	401515
716	512656	367061696	26,7582	8,9462	2249,4	402639
717	514089	368601813	26,7769	8,9503	2252,5	403765
718	515524	370146232	26,7955	8,9545	2255,7	404892
719	516961	371694959	26,8142	8,9587	2258,8	406020
<b>720</b>	<b>518400</b>	<b>373248000</b>	<b>26,8328</b>	<b>8,9628</b>	<b>2261,9</b>	<b>407150</b>
721	519841	374805361	26,8514	8,9670	2265,1	408282
722	521284	376367048	26,8701	8,9711	2268,2	409415
723	522729	377933067	26,8887	8,9752	2271,4	410550
724	524176	379503424	26,9072	8,9794	2274,5	411687
725	525625	381078125	26,9258	8,9835	2277,7	412825
726	527076	382657176	26,9444	8,9876	2280,8	413965
727	528529	384240583	26,9629	8,9918	2283,9	415106
728	529984	385828352	26,9815	8,9959	2287,1	416248
729	531441	387420489	27,0000	9,0000	2290,2	417393

<b>N</b>	Cua-drado	Cubo	Raíz cuad.ada	Raíz cúbica	Longitud circunferencia	Área
730	532900	389017000	27,018,5	9,0041	2293,4	418539
731	534361	390617891	27,037,0	9,0082	2296,5	419686
732	535824	392223168	27,055,5	9,0123	2299,6	420835
733	537289	393832837	27,074,0	9,0164	2302,8	421986
734	538756	395446904	27,092,4	9,0205	2305,9	423138
735	540225	397065375	27,110,9	9,0246	2309,1	424293
736	541696	398688256	27,129,3	9,0287	2312,2	425447
737	543169	400315553	27,147,7	9,0328	2315,4	426604
738	544644	401947272	27,166,2	9,0369	2318,5	427762
739	546121	403583419	27,184,6	9,0410	2321,6	428922
740	547600	405244000	27,202,9	9,0450	2324,8	430084
741	549081	406869021	27,221,3	9,0491	2327,9	431247
742	550564	408518488	27,239,7	9,0532	2331,1	432412
743	552049	410172407	27,258,0	9,0572	2334,2	433578
744	553536	411830784	27,276,4	9,0613	2337,3	434746
745	555025	413493625	27,294,7	9,0654	2340,5	435916
746	556516	415160936	27,313,0	9,0694	2343,6	437087
747	558009	416832723	27,331,3	9,0735	2346,8	438259
748	559504	418508992	27,349,6	9,0775	2349,9	439433
749	561001	420189749	27,367,9	9,0816	2353,1	440609
750	562500	421875000	27,386,1	9,0856	2356,2	441786
751	564001	423564751	27,404,4	9,0896	2359,3	442965
752	565504	425259008	27,422,6	9,0937	2362,5	444146
753	567009	426957777	27,440,8	9,0977	2365,6	445328
754	568516	428661064	27,459,1	9,1017	2368,8	446511
755	570025	430368875	27,477,3	9,1057	2371,9	447697
756	571536	432081216	27,495,5	9,1098	2375,0	448883
757	573049	433798093	27,513,6	9,1138	2378,2	450072
758	574564	435519512	27,531,8	9,1178	2381,3	451262
759	576081	437245479	27,550,0	9,1218	2384,5	452453
760	577600	438976000	27,568,1	9,1258	2387,6	453646
761	579121	440711081	27,586,2	9,1298	2390,8	454841
762	580644	442450728	27,604,3	9,1338	2393,9	456037
763	582169	444194947	27,622,5	9,1378	2397,0	457234
764	583696	445943744	27,640,5	9,1418	2400,2	458434
765	585225	447697125	27,658,6	9,1458	2403,3	459635
766	586756	449455096	27,676,7	9,1498	2406,5	460837

<b>N</b>	Cua-drado	Cubo	Raíz cuad.ada	Raíz cúbica	Longitud circunferencia	Área
767	588289	451217663	27,6948	9,1537	2409,6	462041
768	589824	452984832	27,7128	9,1577	2412,7	463247
769	591361	454756609	27,7308	9,1617	2415,9	464454
<b>770</b>	<b>592900</b>	<b>456533000</b>	<b>27,7489</b>	<b>9,1657</b>	<b>2419,0</b>	<b>465663</b>
771	594441	458314011	27,7669	9,1696	2422,2	466873
772	595984	460096468	27,7849	9,1736	2425,3	468085
773	597529	461889917	27,8029	9,1775	2428,5	469298
774	599076	463684824	27,8209	9,1815	2431,6	470513
775	600625	465484375	27,8388	9,1855	2434,7	471730
776	602176	467288576	27,8568	9,1894	2437,9	472948
777	603729	469097433	27,8747	9,1933	2441,0	474168
778	605284	470910952	27,8927	9,1973	2444,2	475389
779	606841	472729139	27,9106	9,2012	2447,3	476612
<b>780</b>	<b>608400</b>	<b>474552000</b>	<b>27,9285</b>	<b>9,2052</b>	<b>2450,4</b>	<b>477836</b>
781	609961	476379541	27,9464	9,2091	2453,6	479062
782	611524	478211768	27,9643	9,2130	2456,7	480290
783	613089	480048687	27,9821	9,2170	2459,9	481519
784	614656	481890304	28,0000	9,2209	2463,0	482750
785	616225	483736625	28,0179	9,2248	2466,2	483982
786	617796	485587656	28,0357	9,2287	2469,3	485216
787	619369	487443403	28,0535	9,2326	2472,4	486451
788	620944	489303872	28,0713	9,2365	2475,6	487688
789	622521	491169069	28,0891	9,2404	2478,7	488927
<b>790</b>	<b>624100</b>	<b>493039000</b>	<b>28,1069</b>	<b>9,2443</b>	<b>2481,9</b>	<b>490167</b>
791	625681	494913671	28,1247	9,2482	2485,0	491409
792	627264	496793088	28,1425	9,2521	2488,1	492652
793	628849	498677257	28,1603	9,2560	2491,3	493897
794	630436	500566184	28,1780	9,2599	2494,4	495143
795	632025	502459875	28,1957	9,2638	2497,6	496391
796	633616	504358336	28,2135	9,2677	2500,7	497641
797	635209	506261573	28,2312	9,2716	2503,8	498892
798	636804	508169592	28,2489	9,2754	2507,0	500145
799	638401	510082399	28,2666	9,2793	2510,1	501399
<b>800</b>	<b>640000</b>	<b>512000000</b>	<b>28,2843</b>	<b>9,2832</b>	<b>2513,3</b>	<b>502655</b>
801	641601	513922401	28,3019	9,2870	2516,4	503912
802	643204	515849608	28,3196	9,2909	2519,6	505171
803	644809	517781627	28,3373	9,2948	2522,7	506432

<b>π</b>	Cua-drado	Cubo	Raíz cuadrada	Raíz cúbica	Longitud circunferencia	Área
804	646416	519718464	28,3549	9,2986	2525,8	507694
805	648025	521660125	28,3725	9,3025	2529,0	508958
806	649636	523606616	28,3901	9,3063	2532,1	510223
807	651249	525557943	28,4077	9,3102	2535,3	511490
808	652864	527514112	28,4253	9,3140	2538,4	512758
809	654481	529475129	28,4429	9,3179	2541,5	514028
810	-656100	531441000	28,4605	9,3217	2544,7	515300
811	657721	533411731	28,4781	9,3255	2547,8	516573
812	659344	535387328	28,4956	9,3294	2551,0	517848
813	660969	537367797	28,5132	9,3332	2554,1	519124
814	662596	539353144	28,5307	9,3370	2557,3	520402
815	664225	541343375	28,5482	9,3408	2560,4	521681
816	665856	543338496	28,5657	9,3447	2563,5	522962
817	667489	545338513	28,5832	9,3485	2566,7	524245
818	669124	547343432	28,6007	9,3523	2569,8	525529
819	670761	549353259	28,6182	9,3561	2573,0	526814
820	672400	551368000	28,6356	9,3599	2576,1	528102
821	674041	553387661	28,6531	9,3637	2579,2	529391
822	675684	555412448	28,6705	9,3675	2582,4	530681
823	677329	557441767	28,6880	9,3713	2585,5	531973
824	678976	559476224	28,7054	9,3751	2588,7	533267
825	680625	561515625	28,7228	9,3789	2591,8	534562
826	682276	563559976	28,7402	9,3827	2595,0	535858
827	683929	565609283	28,7576	9,3865	2598,1	537157
828	685584	567663552	28,7750	9,3902	2601,2	538456
829	687241	569722789	28,7924	9,3940	2604,4	539758
830	688900	571787000	28,8097	9,3978	2607,5	541061
831	690561	573856191	28,8271	9,4016	2610,7	542365
832	692224	575930368	28,8444	9,4053	2613,8	543671
833	693889	578009537	28,8617	9,4091	2616,9	544979
834	695556	580093704	28,8791	9,4129	2620,1	546288
835	697225	582182875	28,8964	9,4166	2623,2	547599
836	698896	584277056	28,9137	9,4204	2626,4	548912
837	700569	586376253	28,9310	9,4241	2629,5	550226
838	702244	588480472	28,9482	9,4279	2632,7	551541
839	703921	590589719	28,9655	9,4316	2635,8	552858

<b>π</b>	Cua-drado	Cubo	Raíz cuadrada	Raíz cúbica	Longitud circunferencia	Área
840	705600	592704000	28,9828	9,4354	2638,9	554177
841	707281	594823321	29,0000	9,4391	2642,1	555497
842	708964	596947688	29,0172	9,4429	2645,2	556819
843	710649	599077107	29,0345	9,4466	2648,4	558142
844	712336	601211584	29,0517	9,4503	2651,5	559467
845	714025	603351125	29,0689	9,4541	2654,6	560794
846	715716	605495736	29,0861	9,4578	2657,8	562122
847	717409	607645423	29,1033	9,4615	2660,9	563452
848	719104	609800192	29,1204	9,4652	2664,1	564783
849	720801	611960049	29,1376	9,4690	2667,2	566116
850	722500	614125000	29,1548	9,4727	2670,4	567450
851	724201	616295051	29,1719	9,4764	2673,5	568786
852	725904	618470208	29,1890	9,4801	2676,6	570124
853	727609	620650477	29,2062	9,4838	2679,8	571463
854	729316	622835864	29,2233	9,4875	2682,9	572803
855	731025	625026375	29,2404	9,4912	2686,1	574146
856	732736	627222016	29,2575	9,4949	2689,2	575490
857	734449	629422793	29,2746	9,4986	2692,3	576835
858	736164	631628712	29,2916	9,5023	2695,5	578182
859	737881	633839779	29,3087	9,5060	2698,6	579530
860	739600	636056000	29,3258	9,5097	2701,8	580880
861	741321	638277381	29,3428	9,5134	2704,9	582232
862	743044	640503928	29,3598	9,5171	2708,1	583585
863	744769	642735647	29,3769	9,5207	2711,2	584940
864	746496	644972544	29,3939	9,5244	2714,3	586297
865	748225	647214625	29,4109	9,5281	2717,5	587655
866	749956	649461896	29,4279	9,5317	2720,6	589014
867	751689	651714363	29,4449	9,5354	2723,8	590375
868	753424	653972032	29,4618	9,5391	2726,9	591738
869	755161	656234909	29,4788	9,5427	2730,0	593102
870	756900	658503000	29,4958	9,5464	2733,2	594468
871	758641	660776311	29,5127	9,5501	2736,3	595835
872	760384	663054848	29,5296	9,5537	2739,5	597204
873	762129	665338617	29,5466	9,5574	2742,6	598575
874	763876	667627624	29,5635	9,5610	2745,8	599947
875	765625	669921875	29,5804	9,5647	2748,9	601320
876	767376	672221376	29,5973	9,5683	2752,0	602696

n	Cua-dado	Cubo	Raíz cuadrada	Raíz cúbica	Longitud circunferencia	Área
877	769129	674526133	29,6142	9,5719	2755,2	604073
878	770884	676836152	29,6311	9,5756	2758,3	605451
879	772641	679151139	29,6479	9,5792	2761,5	606831
880	774400	681472000	29,6648	9,5828	2764,6	608212
881	776161	683797841	29,6816	9,5865	2767,7	609595
882	777924	686128968	29,6985	9,5901	2770,9	610980
883	779689	688465387	29,7153	9,5937	2774,0	612366
884	781456	690807104	29,7321	9,5973	2777,2	613754
885	783235	693154125	29,7489	9,6010	2780,3	615143
886	784996	695506456	29,7658	9,6046	2783,5	616534
887	786769	697864103	29,7825	9,6082	2786,6	617927
888	788544	700227072	29,7993	9,6118	2789,7	619321
889	790321	702595369	29,8161	9,6154	2792,9	620717
890	792100	704969000	29,8329	9,6190	2796,0	622114
891	793881	707347971	29,8496	9,6226	2799,2	623513
892	795664	709732288	29,8664	9,6262	2802,3	624913
893	797449	712121957	29,8831	9,6298	2805,4	626315
894	799236	714516984	29,8998	9,6334	2808,6	627718
895	801025	716917375	29,9166	9,6370	2811,7	629124
896	802816	719323136	29,9333	9,6406	2814,9	630530
897	804609	721734273	29,9500	9,6442	2818,0	631938
898	806404	724150792	29,9666	9,6477	2821,2	633348
899	808201	726572699	29,9833	9,6513	2824,3	634760
900	810000	729000000	30,0000	9,6549	2827,4	636173
901	811801	731432701	30,0167	9,6585	2830,6	637587
902	813604	733870808	30,0333	9,6620	2833,7	639003
903	815409	736314327	30,0500	9,6656	2836,9	640421
904	817216	738763264	30,0666	9,6692	2840,0	641840
905	819025	741217625	30,0831	9,6727	2843,1	643261
906	820836	743677416	30,0998	9,6763	2846,3	644683
907	822649	746142643	30,1164	9,6799	2849,4	646107
908	824464	748613312	30,1330	9,6834	2852,6	647533
909	826281	751089429	30,1496	9,6870	2855,7	648960
910	828100	753571000	30,1662	9,6905	2858,8	650388
911	829921	756058031	30,1828	9,6941	2862,0	651818
912	831744	758550528	30,1993	9,6976	2865,1	653250
913	833560	761048497	30,2159	9,7012	2868,3	654684

n	Cua-dado	Cubo	Raíz cuadrada	Raíz cúbica	Longitud circunferencia	Área
914	835396	763551944	30,2324	9,7047	2871,4	656118
915	837225	766060875	30,2490	9,7082	2874,6	657555
916	839056	768575296	30,2655	9,7118	2877,7	658993
917	840889	771095213	30,2820	9,7153	2880,8	660433
918	842724	773620632	30,2985	9,7188	2884,0	661874
919	844561	776151559	30,3150	9,7224	2887,1	663317
920	846400	778688000	30,3315	9,7259	2890,3	664761
921	848241	781229961	30,3480	9,7294	2893,4	666207
922	850084	783777448	30,3645	9,7329	2896,5	667654
923	851929	786330467	30,3809	9,7364	2899,7	669103
924	853776	788889024	30,3974	9,7400	2902,8	670554
925	855625	791453125	30,4138	9,7435	2906,0	672006
926	857476	794022776	30,4302	9,7470	2909,1	673460
927	859329	796597983	30,4467	9,7505	2912,3	674915
928	861184	799178752	30,4631	9,7540	2915,4	676372
929	863041	801765089	30,4795	9,7575	2918,5	677831
930	864900	804357000	30,4959	9,7610	2921,7	679291
931	866761	806954491	30,5123	9,7645	2924,8	680752
932	868624	809557568	30,5287	9,7680	2928,0	682216
933	870489	812166237	30,5450	9,7715	2931,1	683680
934	872356	814780504	30,5614	9,7750	2934,2	685147
935	874225	817400375	30,5778	9,7785	2937,4	686615
936	876096	820025856	30,5941	9,7819	2940,5	688084
937	877969	822656953	30,6105	9,7854	2943,7	689555
938	879844	825293672	30,6268	9,7889	2946,8	691028
939	881721	827936019	30,6431	9,7924	2950,0	692502
940	883600	830584000	30,6594	9,7959	2953,1	693978
941	885481	833237621	30,6757	9,7993	2956,2	695455
942	887364	835896888	30,6920	9,8028	2959,4	696934
943	889249	838561807	30,7083	9,8063	2962,5	698415
944	891136	841232384	30,7246	9,8097	2965,7	699897
945	893025	843908625	30,7409	9,8132	2968,8	701380
946	894916	846590536	30,7571	9,8167	2971,9	702865
947	896809	849278123	30,7734	9,8201	2975,1	704352
948	898704	851971392	30,7896	9,8236	2978,2	705840
949	900601	854670349	30,8058	9,8270	2981,4	707330

n	Cua-drado	Cubo	Raíz cuadrada	Raíz cúbica	Longitud circunferencia	Área
950	902500	857375000	30,8221	9,8305	2984,5	708822
951	904401	860085351	30,8383	9,8339	2987,7	710315
952	906304	862801408	30,8545	9,8374	2990,8	711809
953	908209	865523177	30,8707	9,8408	2993,9	713306
954	910146	868250664	30,8869	9,8443	2997,1	714803
955	912025	870983875	30,9031	9,8477	3000,2	716303
956	913936	873722816	30,9192	9,8511	3003,4	717804
957	915849	876467493	30,9354	9,8546	3006,5	719306
958	917764	879217912	30,9516	9,8580	3009,6	720810
959	919681	881974079	30,9677	9,8614	3012,8	722316
960	924600	884736000	30,9839	9,8648	3015,9	723823
961	923251	887503681	31,0000	9,8683	3019,1	725332
962	925444	890277128	31,0161	9,8717	3022,2	726842
963	927369	893056347	31,0322	9,8751	3025,4	728354
964	929296	895841344	31,0483	9,8785	3028,5	729867
965	931225	898632125	31,0644	9,8819	3031,6	731382
966	933156	901428696	31,0805	9,8854	3034,8	732899
967	935089	904231063	31,0966	9,8888	3037,9	734417
968	937024	907039232	31,1127	9,8922	3041,1	735937
969	938961	909853209	31,1288	9,8956	3044,2	737458
970	940900	912673000	31,1448	9,8990	3047,3	738981
971	942841	915498611	31,1609	9,9024	3050,5	740506
972	944784	918330048	31,1769	9,9058	3053,6	742032
973	946729	921167317	31,1929	9,9092	3056,8	743559
974	948676	924010424	31,2090	9,9126	3059,9	745088
975	950625	926859375	31,2250	9,9160	3063,1	746619
976	952576	929714176	31,2410	9,9194	3066,2	748151
977	954529	932574833	31,2570	9,9227	3069,3	749685
978	956484	935441352	31,2730	9,9261	3072,5	751221
979	958441	938313739	31,2890	9,9295	3075,6	752758
980	960400	941192000	31,3050	9,9329	3078,8	754296
981	962361	944076141	31,3209	9,9363	3081,9	755837
982	964324	946966168	31,3369	9,9396	3085,0	757378
983	966289	949862087	31,3528	9,9430	3088,2	758922
984	968256	952763904	31,3688	9,9464	3091,3	760466
985	970225	955671625	31,3847	9,9497	3094,5	762013
986	972196	958585256	31,4006	9,9531	3097,6	763561

n	Cua-drado	Cubo	Raíz cuadrada	Raíz cúbica	Longitud circunferencia	Área
987	974169	961504803	31,4166	9,9565	3100,8	765111
988	976144	964430272	31,4325	9,9598	3103,9	766662
989	978121	967361669	31,4484	9,9632	3107,0	768214
990	980100	970299000	31,4643	9,9666	3110,2	769769
991	982081	973242271	31,4802	9,9699	3113,3	771325
992	984064	976191488	31,4960	9,9733	3116,5	772882
993	986049	979146657	31,5119	9,9766	3119,6	774441
994	988036	982107784	31,5278	9,9800	3122,7	776002
995	990025	985074875	31,5436	9,9833	3125,9	777564
996	992016	988047936	31,5595	9,9866	3129,0	779128
997	994009	991026973	31,5753	9,9900	3132,2	780693
998	996004	994011992	31,5911	9,9933	3135,3	782260
999	998001	997002999	31,6070	9,9967	3138,5	783828
1000	1000000	10000000000	31,6228	10,0000	3141,6	785398

**OBSERVACIONES REFERENTES A LAS TABLAS DE CUADRADO, CUBO, RAIZ CUADRADA Y CUBICA DE UN NUMERO  $n$ , CIRCUNFERENCIA Y AREA DEL CIRCULO DE DIAMETRO  $n$**

Estas tablas están indicadas en números enteros de 1 a 1000, y para determinar los valores de números decimales se opera del modo siguiente:

Para obtener  $23,4^2$  se tomará  $234^2 = 54756$  y se separan dos cifras con la coma: 547,56.

Para obtener  $23,4^2$  se tomará  $234^2 = 12812904$ , separándose tres cifras con la coma: 12812,904.

Para obtener  $\sqrt{23,4}$  se tomará  $\sqrt{234} = 15,2971$ , se adelantará un puesto la coma y se tendrá 1,52971.

Para obtener  $\sqrt[3]{23,4}$  se tomará  $\sqrt[3]{234} = 6,1622$ , se adelantará un puesto la coma y se tendrá 0,61622.

Para obtener  $\sqrt{23,4}$  y  $\sqrt[3]{23,4}$  se procederá por interpolación entre  $\sqrt{23}$  y  $\sqrt{24}$  y entre  $\sqrt[3]{23}$  y  $\sqrt[3]{24}$  respectivamente.

Para obtener  $\pi$  por  $23,4$  se tomará  $\pi$  por  $234 = 735,13$ , se adelantará un puesto la coma y se tendrá 73,513.

Para obtener  $\frac{\pi \times 23,4^2}{4}$  se tomará  $\frac{\pi \times 234^2}{4} = 43005,3$ , se adelan-

tará dos puestos la coma y se tendrá 430,053.

Estas tablas también se utilizan para más de 1000 números para obtener la raíz cuadrada y raíz cúbica, los números de la primera columna  $n$  representarán la raíz cuadrada y la raíz cúbica del número mayor de 1000.

**EJEMPLO:**

44 representa respectivamente la raíz cuadrada del número 1936 y la raíz cúbica del número 85184, ambas cantidades se encontrarán en la segunda y tercera columna de la Tabla.

Para números intermedios procédase por interpolación, por ejemplo  $\sqrt[3]{1960}$  se verá que este valor está entre los números 44 y 45.

**VALORES DE LA VELOCIDAD ANGULAR**

<b>n</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>-3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>
0	0,0000	0,1047	0,2094	0,3142	0,4189	0,4236	0,6283	0,7330	0,8378	0,9425
10	1,0472	1,1519	1,2566	1,3614	1,4681	1,5708	1,6755	1,7802	1,8850	1,9897
20	2,0944	2,1991	2,3038	2,4086	2,5133	2,6180	2,7227	2,8284	2,9322	3,0369
30	3,1416	3,2463	3,3510	3,4558	3,5605	3,6652	3,7699	3,8746	3,9794	4,0841
40	4,1888	4,2935	4,3982	4,5029	4,6077	4,7124	4,8171	4,9218	5,0265	5,1313
50	5,2360	5,3407	5,4454	5,5501	5,6549	5,7596	5,8643	5,9690	6,0737	6,1785
60	6,2832	6,3879	6,4926	6,5973	6,7021	6,8068	6,9115	7,0162	7,1209	7,2257
70	7,3304	7,4351	7,5398	7,6445	7,7493	7,8540	7,9587	8,0634	8,1681	8,2727
80	8,3776	8,4823	8,5870	8,6917	8,7965	8,9012	9,0059	9,1106	9,2153	9,3201
90	9,4248	9,5245	9,6342	9,7389	9,8437	9,9484	10,053	10,158	10,263	10,367
100	10,472	10,577	10,681	10,786	10,891	10,996	11,100	11,205	11,310	11,414
110	11,519	11,624	11,729	11,883	11,938	12,043	12,147	12,252	12,357	12,462
120	12,566	12,671	12,776	12,881	12,985	13,090	13,195	13,299	13,404	13,509
130	13,614	13,718	13,823	13,928	14,032	14,137	14,242	14,347	14,451	14,556
140	14,661	14,765	14,870	14,975	15,080	15,184	15,289	15,394	15,499	15,603
150	15,708	15,813	15,917	16,022	16,127	16,232	16,336	16,441	16,546	16,650
160	16,755	16,860	16,965	17,069	17,174	17,279	17,383	17,488	17,593	17,698
170	17,802	17,907	18,012	18,117	18,221	18,326	18,431	18,535	18,640	18,745
180	18,850	18,954	19,059	19,164	19,268	19,373	19,478	19,583	19,687	19,792
190	19,897	20,001	20,106	20,211	20,316	20,420	20,525	20,630	20,735	20,839
200	20,944	21,049	21,153	21,258	21,363	21,468	21,572	21,677	21,782	21,886
210	21,991	22,096	22,201	22,305	22,410	22,516	22,619	22,724	22,829	22,934
220	23,038	23,143	23,248	23,353	23,457	23,562	23,667	23,771	23,876	23,981
230	24,086	24,190	24,295	24,400	24,504	24,609	24,714	24,819	24,923	25,028
240	25,133	25,237	25,342	25,447	25,552	25,656	25,761	25,866	25,970	26,075
250	26,180	26,285	26,389	26,494	26,599	26,704	26,808	26,913	27,018	27,122
260	27,227	27,332	27,437	27,541	27,646	27,751	27,855	27,960	28,065	28,170
270	28,274	28,379	28,484	28,588	28,693	28,798	28,893	28,997	29,112	29,217
280	29,322	29,426	29,531	29,636	29,740	29,845	29,950	30,055	30,159	30,264
290	30,369	30,473	30,578	30,683	30,788	30,892	30,997	31,102	31,206	31,311
300	31,416	31,521	31,625	31,730	31,835	31,940	32,044	32,149	32,254	32,358
310	32,463	32,568	32,673	32,777	32,881	32,987	33,091	33,196	33,301	33,406
320	33,510	33,615	33,720	33,824	33,929	34,034	34,139	34,243	34,348	34,453
330	34,558	34,662	34,767	34,872	34,976	35,081	35,186	35,291	35,395	35,500
340	35,605	35,709	35,814	35,919	36,024	36,128	36,233	36,338	36,442	36,547
350	36,652	36,757	36,861	36,966	37,071	37,176	37,280	37,385	37,490	37,594
360	37,699	37,804	37,909	38,013	38,118	38,223	38,327	38,432	38,537	38,642
370	38,746	38,851	38,956	39,060	39,165	39,270	39,375	39,479	39,584	39,689
380	39,794	39,898	40,003	40,108	40,212	40,317	40,422	40,527	40,631	40,736
390	40,841	40,945	41,050	41,155	41,260	41,364	41,469	41,574	41,678	41,783
400	41,888	41,993	42,097	42,202	42,307	42,412	42,516	42,621	42,726	42,830
410	42,935	43,040	43,145	43,249	43,354	43,459	43,563	43,668	43,773	43,878
420	43,982	44,087	44,192	44,296	44,401	44,506	44,611	44,715	44,820	44,925
430	45,029	45,134	45,239	45,344	45,449	45,553	45,658	45,763	45,867	45,972
440	46,077	46,181	46,286	46,391	46,496	46,600	46,705	46,810	46,914	47,019
450	47,124	47,229	47,333	47,438	47,543	47,647	47,752	47,857	47,962	48,066
460	48,171	48,276	48,381	48,485	48,580	48,685	48,789	48,894	49,009	49,114
470	49,218	49,323	49,428	49,532	49,637	49,742	49,847	49,951	50,056	50,161
480	50,265	50,370	50,475	50,580	50,684	50,789	50,894	50,999	51,103	51,208
490	51,313	51,417	51,522	51,627	51,732	51,836	51,941	52,046	52,150	52,255
500	52,360	52,465	52,539	52,674	52,779	52,883	52,988	53,093	53,198	53,302

## FORMULAS DE CINEMATICA

$s$  = Espacio.  $t$  = Tiempo.  $v$  = Velocidad.  $a$  = Aceleración.

### MOVIMIENTO UNIFORME

$$s = v \times t, \quad t = \frac{s}{v}, \quad v = \frac{s}{t}.$$

### MOVIMIENTO UNIFORMEMENTE ACCELERADO

$$v = a \times t, \quad t = \frac{v}{a}, \quad a = \frac{v}{t}, \quad s = \frac{v}{2} \times t = \frac{a \times t^2}{2}.$$

### MOVIMIENTO CIRCULAR

$$\nu = \frac{2\pi n}{60} R \quad \omega = \frac{2\pi n}{60} = 0,1047n.$$

$n$  = Número de revoluciones por minuto.

$R$  = Distancia en metros del punto considerado como eje de rotación.

$\nu$  = Velocidad en metros por segundo.

$\omega$  = Velocidad angular.

## FORMULAS DE DINAMICA

$P$  = Peso de un cuerpo.

$g$  = Aceleración producida por la gravedad (9,81 metros por segundo).

$M$  = Masa de un cuerpo.

$F$  = Fuerza centrífuga o centripeta de un cuerpo con masa  $M$ .

$f$  = Fuerza viva.

### FUERZA CENTRIFUGA

$$F = \frac{M \times v^2}{R}$$

Fuerza centrífuga  $F$  de un cuerpo con masa  $M$  dotado de velocidad  $v$  en metros por segundo situado a la distancia  $R$  en metros del centro de rotación.

### FUERZA VIVA

$$f = \frac{M \times v^2}{2} = P \times h = P \times s.$$

Referido a la fuerza viva  $f$  de un cuerpo de masa  $M$  dotado de velocidad  $V$ .

$P$  = Peso del cuerpo,  $h$  = altura de caída,  $S$  = espacio recorrido.

Considerando un cuerpo de masa  $M$  caída libre en el vacío, tenemos las siguientes relaciones:

$$f = P \times h, \quad h = \frac{V^2}{2 \times g}, \quad t = \sqrt{\frac{2 \times h}{g}}, \quad v = \sqrt{2g \times h}.$$

## TABLAS DE CONVERSION

# TABLA DE CONVERSIÓN

## Pulgadas inglesas a milímetros

Pulgadas	0"	1"	2"	3"	4"	5"	6"	7"	8"	9"	10"	11"
	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.
0"	25.400	50.800	76.000	101.400	127.000	152.400	177.800	203.200	228.600	254.000	279.400	304.800
1/64"	25.797	51.197	76.597	101.997	127.197	152.797	178.197	203.597	228.997	254.394	279.794	305.194
2/64"	26.194	51.694	77.094	102.394	127.794	153.194	178.594	203.994	230.394	254.794	280.194	305.594
3/64"	26.591	51.191	77.591	102.791	128.191	153.591	178.991	204.391	230.791	255.191	280.591	305.991
4/64"	27.388	52.388	77.798	103.188	128.588	153.988	179.388	204.788	231.188	255.588	280.988	306.384
5/64"	27.384	52.784	78.184	103.584	128.984	154.384	179.784	205.184	231.584	255.984	281.384	306.784
6/64"	27.781	53.181	78.581	103.981	129.381	154.781	180.181	205.581	231.981	256.381	281.781	307.181
7/64"	27.778	53.578	78.978	104.378	129.778	155.178	180.578	205.978	232.378	256.778	282.178	307.578
8/64"	28.175	53.975	79.375	104.775	130.175	155.575	180.975	206.375	232.775	257.175	282.575	307.975
9/64"	28.572	54.372	79.772	105.172	130.572	155.972	181.372	206.772	233.172	257.572	282.972	308.372
10/64"	28.969	54.769	80.169	105.569	130.969	156.369	181.769	207.169	233.569	257.969	283.369	308.769
11/64"	29.366	29.766	55.166	105.966	131.366	156.766	182.166	207.566	233.966	258.366	283.766	309.166
12/64"	29.763	55.562	80.962	106.362	131.762	157.162	182.562	207.962	234.362	258.762	284.162	309.562
13/64"	29.762	55.959	81.359	106.759	132.159	157.559	182.959	208.359	234.759	259.159	284.559	309.959
14/64"	29.556	56.356	81.758	107.156	132.556	157.956	183.356	208.756	235.156	259.556	285.156	310.556
15/64"	29.553	31.353	56.753	82.153	132.953	158.353	183.753	209.153	235.553	259.953	285.553	310.953
16/64"	29.551	31.750	57.150	82.550	133.350	158.750	184.150	209.550	235.950	260.350	285.750	311.350
17/64"	29.447	32.147	57.547	82.947	133.747	159.147	184.547	209.947	236.347	260.747	286.147	311.747
18/64"	29.444	32.544	57.944	83.344	134.144	159.544	184.944	210.344	236.744	261.144	286.544	312.144
19/64"	29.341	32.941	58.341	83.741	134.541	159.941	185.341	210.741	237.141	261.541	286.941	312.541
20/64"	29.340	33.338	58.738	84.138	134.938	160.338	185.738	211.138	237.538	261.938	287.338	312.938
21/64"	29.334	33.734	59.134	84.534	135.334	160.734	186.134	211.534	237.934	262.334	287.734	313.334
22/64"	29.331	34.131	59.531	84.931	135.731	161.131	186.531	212.131	238.331	262.731	288.131	313.731
23/64"	29.328	59.928	85.328	10.728	136.128	161.528	186.928	212.328	238.728	263.128	288.528	314.128
24/64"	29.325	34.925	60.325	86.725	111.125	161.925	187.325	212.725	239.125	263.525	288.925	314.525
25/64"	29.322	35.322	60.722	86.122	111.522	162.322	187.722	213.122	239.522	263.922	289.322	314.922
26/64"	29.319	35.719	61.119	86.519	111.919	162.719	188.119	213.519	239.919	264.319	289.719	315.319
27/64"	29.316	112.316	61.516	86.916	112.316	137.716	163.116	213.916	239.316	264.716	290.116	316.716

— 50 —

7/16"	12.712	12.712	13.112	13.112	13.512	13.512	13.912	13.912	14.312	14.312	14.712	14.712	15.112	15.112	15.512	15.512	16.912	16.912	20.512	20.512
29/64"	12.710	13.109	13.509	13.909	14.309	14.709	15.109	15.509	16.909	17.309	17.709	18.109	18.509	18.909	19.309	19.709	20.109	20.509	20.909	21.309
15/32"	12.706	13.106	13.506	13.906	14.306	14.706	15.106	15.506	16.906	17.306	17.706	18.106	18.506	18.906	19.306	19.706	20.106	20.506	20.906	21.306
11/32"	12.703	13.103	13.503	13.903	14.303	14.703	15.103	15.503	16.903	17.303	17.703	18.103	18.503	18.903	19.303	19.703	20.103	20.503	20.903	21.303
1/2"	12.700	13.097	13.497	13.897	14.297	14.697	15.097	15.497	16.897	17.297	17.697	18.097	18.497	18.897	19.297	19.697	20.097	20.497	20.897	21.297
13/64"	12.700	13.096	13.496	13.896	14.296	14.696	15.096	15.496	16.896	17.296	17.696	18.096	18.496	18.896	19.296	19.696	20.096	20.496	20.896	21.296
21/64"	12.700	13.094	13.494	13.894	14.294	14.694	15.094	15.494	16.894	17.294	17.694	18.094	18.494	18.894	19.294	19.694	20.094	20.494	20.894	21.294
31/64"	12.700	13.091	13.491	13.891	14.291	14.691	15.091	15.491	16.891	17.291	17.691	18.091	18.491	18.891	19.291	19.691	20.091	20.491	20.891	21.291
1/16"	12.700	13.089	13.489	13.889	14.289	14.689	15.089	15.489	16.889	17.289	17.689	18.089	18.489	18.889	19.289	19.689	20.089	20.489	20.889	21.289
13/64"	12.700	13.087	13.487	13.887	14.287	14.687	15.087	15.487	16.887	17.287	17.687	18.087	18.487	18.887	19.287	19.687	20.087	20.487	20.887	21.287
21/64"	12.700	13.085	13.485	13.885	14.285	14.685	15.085	15.485	16.885	17.285	17.685	18.085	18.485	18.885	19.285	19.685	20.085	20.485	20.885	21.285
35/64"	12.700	13.083	13.483	13.883	14.283	14.683	15.083	15.483	16.883	17.283	17.683	18.083	18.483	18.883	19.283	19.683	20.083	20.483	20.883	21.283
43/64"	12.700	13.081	13.481	13.881	14.281	14.681	15.081	15.481	16.881	17.281	17.681	18.081	18.481	18.881	19.281	19.681	20.081	20.481	20.881	21.281
17/64"	12.700	13.079	13.479	13.879	14.279	14.679	15.079	15.479	16.879	17.279	17.679	18.079	18.479	18.879	19.279	19.679	20.079	20.479	20.879	21.279
27/64"	12.700	13.077	13.477	13.877	14.277	14.677	15.077	15.477	16.877	17.277	17.677	18.077	18.477	18.877	19.277	19.677	20.077	20.477	20.877	21.277
55/64"	12.700	13.075	13.475	13.875	14.275	14.675	15.075	15.475	16.875	17.275	17.675	18.075	18.475	18.875	19.275	19.675	20.075	20.475	20.875	21.275
19/64"	12.700	13.073	13.473	13.873	14.273	14.673	15.073	15.473	16.873	17.273	17.673	18.073	18.473	18.873	19.273	19.673	20.073	20.473	20.873	21.273
41/64"	12.700	13.071	13.471	13.871	14.271	14.671	15.071	15.471	16.871	17.271	17.671	18.071	18.471	18.871	19.271	19.671	20.071	20.471	20.871	21.271
67/64"	12.700	13.069	13.469	13.869	14.269	14.669	15.069	15.469	16.869	17.269	17.669	18.069	18.469	18.869	19.269	19.669	20.069	20.469	20.869	21.269
44/64"	12.700	13.067	13.467	13.867	14.267	14.667	15.067	15.467	16.867	17.267	17.667	18.067	18.467	18.867	19.267	19.667	20.067	20.467	20.867	21.267
19/64"	12.700	13.065	13.465	13.865	14.265	14.665	15.065	15.465	16.865	17.265	17.665	18.065	18.465	18.865	19.265	19.665	20.065	20.465	20.865	21.265
45/64"	12.700	13.063	13.463	13.863	14.263	14.663	15.063	15.463	16.863	17.263	17.663	18.063	18.463	18.863	19.263	19.663	20.063	20.463	20.863	21.263
23/64"	12.700	13.061	13.461	13.861	14.261	14.661	15.061	15.461	16.861	17.261	17.661	18.061	18.461	18.861	19.261	19.661	20.061	20.461	20.861	21.261
44/64"	12.700	13.059	13.459	13.859	14.259	14.659	15.059	15.459	16.859	17.259	17.659	18.059	18.459	18.859	19.259	19.659	20.059	20.459	20.859	21.259
21/64"	12.700	13.057	13.457	13.857	14.257	14.657	15.057	15.457	16.857	17.257	17.657	18.057	18.457	18.857	19.257	19.657	20.057	20.457	20.857	21.257
46/64"	12.700	13.055	13.455	13.855	14.255	14.655	15.055	15.455	16.855	17.255	17.655	18.055	18.455	18.855	19.255	19.655	20.055	20.455	20.855	21.255
27/64"	12.700	13.053	13.453	13.853	14.253	14.653	15.053	15.453	16.853	17.253	17.653	18.053	18.453	18.853	19.253	19.653	20.053	20.453	20.853	21.253
21/32"	12.700	13.051	13.451	13.851	14.251	14.651	15.051	15.451	16.851	17.251	17.651	18.051	18.451	18.851	19.251	19.651	20.051	20.451	20.851	21.251
21/32"	12.700	13.049	13.449	13.849	14.249	14.649	15.049	15.449	16.849	17.249	17.649	18.049	18.449	18.849	19.249	19.649	20.049	20.449	20.849	21.249
21/32"	12.700	13.047	13.447	13.847	14.247	14.647	15.047	15.447	16.847	17										

## ADVERTENCIAS

Una insignificante diferencia existe en la conversión de la pulgada inglesa a milímetros, y ello es debido a las apreciaciones de diversos autores, ya que la conversión oficial de los Estados Unidos de América tiene esta relación:

$$\frac{1 \text{ yarda}}{1 \text{ metro}} = \frac{3600}{3937}$$

Siendo la relación de Inglaterra:

$$\frac{1 \text{ yarda}}{1 \text{ metro}} = \frac{3600}{3937,0113}$$

De estas relaciones se derivan las siguientes relaciones aproximadas:

$$1 \text{ pulgada (U. S. A.)} = 25,40005$$

$$1 \text{ pulgada inglesa} = 25,39978$$

Estas diferencias no deben ser apreciadas en trabajos de mecánica corriente, pero si en los de precisión para la ciencia e industria, y se recomienda operar para la conversión de medidas de precisión por la tabla de décimas, centésimas y milésimas, la cual permite de una forma rápida, por medio de sumas, el convertir cualquier medida.

## E J E M P L O

Convertir 20''201 pulgadas a milímetros:

$$20'' = 508.0 \text{ mm.}, 0''2 = 5.08 \text{ mm.}, 0'''001 = 0.0254 \text{ mm.}$$

$$508.0 + 5.08 + 0.0254 = 513,1054 \text{ mm.}$$

Diferencias que existen entre la relación americana y la inglesa en una pulgada:

$$\text{Relación americana. ....} 25,40005$$

$$\text{Relación inglesa. ....} 25,39978$$

$$\text{Diferencia. ....} 00,000072$$

$$\text{Relación americana. ....} 25,40005$$

$$\text{Relación según varios autores. ....} 25,39954$$

$$\text{Diferencia. ....} 00,000051$$

$$\text{Relación inglesa. ....} 25,399978$$

$$\text{Relación según varios autores. ....} 25,399540$$

$$\text{Diferencia. ....} 00,000438$$

Como queda demostrado, la diferencia es prácticamente inmedible para la mecanización de piezas, y, por tanto, no debe tenerse en cuenta sino para casos de extrema precisión.

La equivalencia 25,4 se procura sea «universal», por corresponder a la relación:

$$1 \text{ yarda} = 0,9144 \text{ metros.}$$

$$1 \text{ yarda} = 36 \text{ pulgadas.}$$

$$1 \text{ yarda} = 3 \text{ pies.}$$

Conversión de  $\frac{1}{10}$   $\frac{1}{100}$   $\frac{1}{1000}$  de milímetro

## a pulgadas y viceversa

	$\frac{1}{10}$ mm.	$\frac{1}{100}$ mm.	$\frac{1}{1000}$ mm.
mm.	Pulg.	mm.	Pulg.
0.1	.00394	0.01	.00039
0.2	.00787	0.02	.00079
0.3	.01181	0.03	.00118
0.4	.01575	0.04	.00157
0.5	.01969	0.05	.00197
0.6	.02362	0.06	.00236
0.7	.02756	0.07	.00276
0.8	.03150	0.08	.00315
0.9	.03543	0.09	.00354
		1"	
		10	100
			1000
Pulg.	mm.	Pulg.	mm.
.1	2.54	.01	.254
.2	5.08	.02	.508
.3	7.62	.03	.762
.4	10.16	.04	1.016
.5	12.70	.05	1.270
.6	15.24	.06	1.524
.7	17.78	.07	1.778
.8	20.32	.08	2.032
.9	22.86	.09	2.286

## Unidades de pulgadas a milímetros

Pulg.	10	20	30
0	254.0	508.0	762.0
1	25.4	279.4	533.4
2	50.8	304.8	558.8
3	76.2	330.2	584.2
4	101.6	355.6	609.6
5	127.0	381.0	635.0
6	152.4	406.4	660.4
7	177.8	431.8	685.8
8	203.2	457.2	711.2
9	228.6	482.6	736.6

## Conversión de milímetros a pulgadas inglesas

1 metro = 39'370113 pulgadas

	mm.	10	20	30	40	50	60	70	80	90
0	0	.39370	.78740	1.18110	1.57480	1.96851	2.36221	2.75591	3.14961	3.54331
1	.03937	.43307	.82677	1.22047	1.61417	2.00788	2.40158	2.79528	3.18898	3.58268
2	.0787	.47244	.86614	1.25884	1.65354	2.04725	2.44095	2.83465	3.22835	3.62205
3	.11811	.51181	.90351	1.29921	1.69291	2.08862	2.48032	2.87402	3.26772	3.66142
4	.15748	.55118	.94488	1.33858	1.73328	2.12599	2.51969	2.91339	3.30709	3.70079
5	.19685	.59055	.98425	1.37795	1.77165	2.16536	2.55906	2.95276	3.34646	3.74016
6	.23622	.63299	1.02362	1.41722	1.81103	2.20473	2.59843	2.99113	3.38583	3.77953
7	.27559	.66929	1.06299	1.45669	1.85040	2.24410	2.63780	3.03150	3.42180	3.81890
8	.31496	.70866	1.10236	1.49606	1.88977	2.28347	2.67717	3.07087	3.46457	3.85827
9	.35433	.74803	1.14173	1.53343	1.92914	2.32284	2.71654	3.11024	3.50394	3.89764

## Fracciones de pulgada a decimales

1/64	0.015625	33/64	0.515625
1/32	0.03125	17/32	0.53125
3/64	0.046875	35/64	0.546875
1/16..	0.0625	9/16..	0.5625
5/64	0.078125	37/64	0.578125
3/32	0.09375	19/32	0.59375
7/64	0.109375	39/64	0.609375
1/8...	0.125	5/8...	0.625
9/64	0.140625	41/64	0.640625
5/32	0.15625	21/32	0.65625
11/64	0.171875	43/64	0.671875
3/16..	0.1875	11/16..	0.6875
13/64	0.203125	45/64	0.703125
7/32	0.21875	23/32	0.71875
15/64	0.234375	47/64	0.734375
1/4...	0.25	3/4...	0.75
17/64	0.265625	49/64	0.765625
9/32	0.28125	25/32	0.78125
19/64	0.296875	51/64	0.796875
5/16..	0.3125	13/16..	0.8125
21/64	0.328125	53/64	0.828125
11/32	0.34375	27/32	0.84375
23/64	0.359375	55/64	0.859375
3/8...	0.375	7/8...	0.875
25/64	0.390625	57/64	0.890625
13/32	0.40625	29/32	0.90625
27/64	0.411875	59/64	0.921875
7/16..	0.4375	15/16..	0.9375
29/64	0.453125	61/64	0.953125
15/32	0.46875	31/32	0.96875
31/64	0.484375	63/64	0.984375
1/2...	0.5	1.....	1.

## Redución de fracciones ordinarias a fracciones decimales

$\frac{1}{8} = 0.5000$	$\frac{7}{8} = 0.3750$	$\frac{11}{8} = 0.6364$	$\frac{19}{8} = 0.9231$	$\frac{9}{8} = 1.1250$	$\frac{13}{8} = 0.7273$	$\frac{1}{14} = 0.0714$	$\frac{11}{14} = 0.2143$	$\frac{19}{14} = 0.9375$	$\frac{1}{16} = 0.0556$	$\frac{9}{16} = 0.5625$	$\frac{11}{16} = 0.6875$	$\frac{19}{16} = 0.8125$	$\frac{1}{18} = 0.0536$	$\frac{9}{18} = 0.2778$	$\frac{11}{18} = 0.3889$	$\frac{19}{18} = 0.6111$	$\frac{1}{20} = 0.0500$	$\frac{7}{20} = 0.3500$	$\frac{9}{20} = 0.4500$	$\frac{11}{20} = 0.5500$	$\frac{13}{20} = 0.6500$	$\frac{19}{20} = 0.8500$
$\frac{1}{8} = 0.3333$	$\frac{7}{8} = 0.6250$	$\frac{11}{8} = 0.8750$	$\frac{19}{8} = 1.0901$	$\frac{9}{8} = 0.9091$	$\frac{13}{8} = 0.1111$	$\frac{1}{14} = 0.0833$	$\frac{11}{14} = 0.2222$	$\frac{19}{14} = 0.4444$	$\frac{1}{16} = 0.0444$	$\frac{9}{16} = 0.2000$	$\frac{11}{16} = 0.5556$	$\frac{19}{16} = 0.7778$	$\frac{1}{18} = 0.04167$	$\frac{9}{18} = 0.16667$	$\frac{11}{18} = 0.49167$	$\frac{19}{18} = 0.8889$	$\frac{1}{20} = 0.04000$	$\frac{7}{20} = 0.20833$	$\frac{9}{20} = 0.40000$	$\frac{11}{20} = 0.60000$	$\frac{13}{20} = 0.80000$	$\frac{19}{20} = 0.96667$
$\frac{1}{8} = 0.6667$	$\frac{7}{8} = 0.8750$	$\frac{11}{8} = 1.0901$	$\frac{19}{8} = 1.3034$	$\frac{9}{8} = 1.0901$	$\frac{13}{8} = 0.1111$	$\frac{1}{14} = 0.0833$	$\frac{11}{14} = 0.2222$	$\frac{19}{14} = 0.4444$	$\frac{1}{16} = 0.0444$	$\frac{9}{16} = 0.2000$	$\frac{11}{16} = 0.5556$	$\frac{19}{16} = 0.7778$	$\frac{1}{18} = 0.04167$	$\frac{9}{18} = 0.16667$	$\frac{11}{18} = 0.49167$	$\frac{19}{18} = 0.8889$	$\frac{1}{20} = 0.04000$	$\frac{7}{20} = 0.20833$	$\frac{9}{20} = 0.40000$	$\frac{11}{20} = 0.60000$	$\frac{13}{20} = 0.80000$	$\frac{19}{20} = 0.96667$
$\frac{1}{8} = 0.2500$	$\frac{7}{8} = 0.5000$	$\frac{11}{8} = 0.7500$	$\frac{19}{8} = 1.0000$	$\frac{9}{8} = 0.5000$	$\frac{13}{8} = 0.1250$	$\frac{1}{14} = 0.0769$	$\frac{11}{14} = 0.2667$	$\frac{19}{14} = 0.5000$	$\frac{1}{16} = 0.0375$	$\frac{9}{16} = 0.3750$	$\frac{11}{16} = 0.7500$	$\frac{19}{16} = 1.0000$	$\frac{1}{18} = 0.0345$	$\frac{9}{18} = 0.3450$	$\frac{11}{18} = 0.7083$	$\frac{19}{18} = 1.0000$	$\frac{1}{20} = 0.03333$	$\frac{7}{20} = 0.33333$	$\frac{9}{20} = 0.66667$	$\frac{11}{20} = 0.91667$	$\frac{13}{20} = 0.95833$	$\frac{19}{20} = 0.99167$
$\frac{1}{8} = 0.7500$	$\frac{7}{8} = 0.2500$	$\frac{11}{8} = 0.5000$	$\frac{19}{8} = 0.7500$	$\frac{9}{8} = 0.2500$	$\frac{13}{8} = 0.1250$	$\frac{1}{14} = 0.0769$	$\frac{11}{14} = 0.2667$	$\frac{19}{14} = 0.5000$	$\frac{1}{16} = 0.0375$	$\frac{9}{16} = 0.3750$	$\frac{11}{16} = 0.7500$	$\frac{19}{16} = 1.0000$	$\frac{1}{18} = 0.0345$	$\frac{9}{18} = 0.3450$	$\frac{11}{18} = 0.7083$	$\frac{19}{18} = 1.0000$	$\frac{1}{20} = 0.03333$	$\frac{7}{20} = 0.33333$	$\frac{9}{20} = 0.66667$	$\frac{11}{20} = 0.91667$	$\frac{13}{20} = 0.95833$	$\frac{19}{20} = 0.99167$
$\frac{1}{8} = 0.1250$	$\frac{7}{8} = 0.2500$	$\frac{11}{8} = 0.5000$	$\frac{19}{8} = 0.7500$	$\frac{9}{8} = 0.2500$	$\frac{13}{8} = 0.1250$	$\frac{1}{14} = 0.0769$	$\frac{11}{14} = 0.2667$	$\frac{19}{14} = 0.5000$	$\frac{1}{16} = 0.0375$	$\frac{9}{16} = 0.3750$	$\frac{11}{16} = 0.7500$	$\frac{19}{16} = 1.0000$	$\frac{1}{18} = 0.0345$	$\frac{9}{18} = 0.3450$	$\frac{11}{18} = 0.7083$	$\frac{19}{18} = 1.0000$	$\frac{1}{20} = 0.03333$	$\frac{7}{20} = 0.33333$	$\frac{9}{20} = 0.66667$	$\frac{11}{20} = 0.91667$	$\frac{13}{20} = 0.95833$	$\frac{19}{20} = 0.99167$

## Decimales equivalentes a 6 avos, 12 avos y 24 avos de pulgada inglesa

1/24	0''.041667	9/24	0''.375	17/24	0''.708333
1/12	0''.083333	5/12	0''.416667	9/12	0''.75
3/24	0''.125	11/24	0''.458333	19/24	0''.791667
1/6	0''.166667	3/6	0''.5	5/6	0''.833333
5/24	0''.208333	13/24	0''.541667	21/24	0''.875
3/12	0''.25	7/12	0''.583333	11/12	0''.916667
7/24	0''.291667	15/24	0''.625	23/24	0''.958333
2/6	0''.333333	4/6	0''.666667		

## Decimales equivalentes a 7 avos, 14 avos y 28 avos de pulgada inglesa

1/28	0''.035714	5/14	0''.357143	19/28	0''.678571
1/14	0''.071429	11/28	0''.392857	5/7	0''.714286
3/28	0''.107143	3/7	0''.428571	21/28	0''.75
1/7	0''.142857	13/28	0''.464286	11/14	0''.785714
5/28	0''.178571	7/14	0''.5	23/28	0''.821429
3/14	0''.214286	15/28	0''.333714	6/7	0''.857143
7/28	0''.25	4/7	0''.571429	25/28	0''.892857
2/7	0''.285714	17/28	0''.607143	13/14	0''.928571
9/28	0''.321429	9/14	0''.642887	27/28	0''.964286

# Decimales de milímetros a decimales de pulgada inglesa

mm.	Pulgadas								
0,01	0,0004	0,21	0,0083	0,41	0,0161	0,61	0,0240	0,81	0,0319
0,02	0,0008	0,22	0,0087	0,42	0,0165	0,62	0,0244	0,82	0,0323
0,03	0,0012	0,23	0,0091	0,43	0,0169	0,63	0,0248	0,83	0,0327
0,04	0,0016	0,24	0,0094	0,44	0,0173	0,64	0,0252	0,84	0,0331
0,05	0,0020	0,25	0,0098	0,45	0,0177	0,65	0,0256	0,85	0,0335
0,06	0,0024	0,26	0,0102	0,46	0,0181	0,66	0,0260	0,86	0,0339
0,07	0,0028	0,27	0,0106	0,47	0,0185	0,67	0,0264	0,87	0,0343
0,08	0,0031	0,28	0,0110	0,48	0,0189	0,68	0,0268	0,88	0,0346
0,09	0,0035	0,29	0,0114	0,49	0,0193	0,69	0,0272	0,89	0,0350
0,10	0,0039	0,30	0,0118	0,50	0,0197	0,70	0,0276	0,90	0,0354
0,11	0,0043	0,31	0,0122	0,51	0,0201	0,71	0,0280	0,91	0,0358
0,12	0,0047	0,32	0,0126	0,52	0,0205	0,72	0,0283	0,92	0,0362
0,13	0,0051	0,33	0,0130	0,53	0,0209	0,73	0,0287	0,93	0,0366
0,14	0,0055	0,34	0,0134	0,54	0,0213	0,74	0,0291	0,94	0,0370
0,15	0,0059	0,35	0,0138	0,55	0,0217	0,75	0,0295	0,95	0,0374
0,16	0,0063	0,36	0,0142	0,56	0,0220	0,76	0,0299	0,96	0,0378
0,17	0,0067	0,37	0,0146	0,57	0,0224	0,77	0,0303	0,97	0,0382
0,18	0,0071	0,38	0,0150	0,58	0,0228	0,78	0,0307	0,98	0,0386
0,19	0,0075	0,39	0,0154	0,59	0,0232	0,79	0,0311	0,99	0,0390
0,20	0,0079	0,40	0,0157	0,60	0,0236	0,80	0,0315	1,00	0,0394

Ejemplo: La equivalencia en pulgadas de 0,16 de mm. = 0,0063 pulgadas.

# Decimales de pulgada inglesa a decimales de milímetros

Pulgadas	mm.								
0,100	2,540	0,145	3,683	0,190	4,826	0,235	5,969	0,280	7,112
0,101	2,565	0,146	3,708	0,191	4,851	0,236	5,994	0,281	7,137
0,102	2,591	0,147	3,734	0,192	4,877	0,237	6,020	0,282	7,163
0,103	2,616	0,148	3,759	0,193	4,902	0,238	6,045	0,283	7,188
0,104	2,642	0,149	3,785	0,194	4,928	0,239	6,070	0,284	7,213
0,105	2,667	0,150	3,810	0,195	4,953	0,240	6,096	0,285	7,238
0,106	2,692	0,151	3,835	0,196	4,978	0,241	6,121	0,286	7,264
0,107	2,718	0,152	3,861	0,197	5,004	0,242	6,147	0,287	7,290
0,108	2,743	0,153	3,886	0,198	5,029	0,243	6,172	0,288	7,315
0,109	2,769	0,154	3,912	0,199	5,055	0,244	6,197	0,289	7,340
0,110	2,794	0,155	3,937	0,200	5,080	0,245	6,223	0,290	7,366
0,111	2,819	0,156	3,962	0,201	5,105	0,246	6,248	0,291	7,391
0,112	2,845	0,157	3,988	0,202	5,131	0,247	6,274	0,292	7,417
0,113	2,870	0,158	4,013	0,203	5,156	0,248	6,299	0,293	7,442
0,114	2,896	0,159	4,039	0,204	5,182	0,249	6,324	0,294	7,467
0,115	2,921	0,160	4,064	0,205	5,207	0,250	6,350	0,295	7,493
0,116	2,946	0,161	4,089	0,206	5,232	0,251	6,375	0,296	7,518
0,117	2,972	0,162	4,115	0,207	5,258	0,252	6,401	0,297	7,544
0,118	2,967	0,163	4,140	0,208	5,283	0,253	6,426	0,298	7,569
0,119	3,023	0,164	4,166	0,209	5,309	0,254	6,451	0,299	7,594
0,120	3,048	0,165	4,191	0,210	5,334	0,255	6,477	0,300	7,620
0,121	3,073	0,166	4,216	0,211	5,359	0,256	6,502	0,301	7,645
0,122	3,099	0,167	4,242	0,212	5,384	0,257	6,528	0,302	7,671
0,123	3,124	0,168	4,267	0,213	5,410	0,258	6,553	0,303	7,696
0,124	3,150	0,169	4,293	0,214	5,436	0,259	6,578	0,304	7,721
0,125	3,175	0,170	4,318	0,215	5,461	0,260	6,604	0,305	7,747
0,126	3,200	0,171	4,343	0,216	5,486	0,261	6,629	0,306	7,772
0,127	3,226	0,172	4,369	0,217	5,512	0,262	6,655	0,307	7,798
0,128	3,251	0,173	4,394	0,218	5,537	0,263	6,680	0,308	7,823
0,129	3,277	0,174	4,420	0,219	5,562	0,264	6,705	0,309	7,848
0,130	3,302	0,175	4,445	0,220	5,588	0,265	6,731	0,310	7,874
0,131	3,327	0,176	4,470	0,221	5,613	0,266	6,756	0,311	7,899
0,132	3,353	0,177	4,496	0,222	5,639	0,267	6,782	0,312	7,925
0,133	3,378	0,178	4,521	0,223	5,664	0,268	6,807	0,313	7,950
0,134	3,404	0,179	4,547	0,224	5,689	0,269	6,832	0,314	7,975
0,135	3,429	0,180	4,572	0,225	5,715	0,270	6,858	0,315	8,001
0,136	3,454	0,181	4,597	0,226	5,740	0,271	6,883	0,316	8,026
0,137	3,480	0,182	4,623	0,227	5,766	0,272	6,909	0,317	8,052
0,138	3,505	0,183	4,648	0,228	5,791	0,273	6,934	0,318	8,077
0,139	3,531	0,184	4,674	0,229	5,816	0,274	6,959	0,319	8,102
0,140	3,556	0,185	4,699	0,230	5,842	0,275	6,985	0,320	8,128
0,141	3,581	0,186	4,724	0,231	5,867	0,276	7,010	0,321	8,153
0,142	3,607	0,187	4,750	0,232	5,893	0,277	7,036	0,322	8,179
0,143	3,632	0,188	4,775	0,233	5,918	0,278	7,061	0,323	8,204
0,144	3,658	0,189	4,801	0,234	5,943	0,279	7,086	0,324	8,229

## Decimales de pulgada inglesa a milímetros

Pulgadas	mm.	Pulgadas	mm.	Pulgadas	mm.	Pulgadas	mm.	Pulgadas	mm.
0,325	8.255	0,370	9.398	0,415	10.541	0,460	11.684	0,505	12.827
0,326	8.280	0,371	9.423	0,416	10.566	0,461	11.709	0,506	12.852
0,327	8.306	0,372	9.449	0,417	10.592	0,462	11.735	0,507	12.878
0,328	8.331	0,373	9.474	0,418	10.617	0,463	11.760	0,508	12.903
0,329	8.356	0,374	9.499	0,419	10.642	0,464	11.785	0,509	12.928
0,330	8.382	0,375	9.525	0,420	10.668	0,465	11.811	0,510	12.954
0,331	8.407	0,376	9.550	0,421	10.693	0,466	11.836	0,511	12.979
0,332	8.433	0,377	9.576	0,422	10.719	0,467	11.862	0,512	13.005
0,333	8.458	0,378	9.601	0,423	10.744	0,468	11.887	0,513	13.030
0,334	8.483	0,379	9.626	0,424	10.769	0,469	11.912	0,514	13.055
0,335	8.509	0,380	9.652	0,425	10.795	0,470	11.938	0,515	13.081
0,336	8.534	0,381	9.677	0,426	10.820	0,471	11.963	0,516	13.106
0,337	8.560	0,382	9.703	0,427	10.846	0,472	11.989	0,517	13.132
0,338	8.585	0,383	9.728	0,428	10.871	0,473	12.014	0,518	13.157
0,339	8.610	0,384	9.753	0,429	10.896	0,474	12.039	0,519	13.182
0,340	8.636	0,385	9.779	0,430	10.922	0,475	12.065	0,520	13.208
0,341	8.661	0,386	9.804	0,431	10.947	0,476	12.090	0,521	13.233
0,342	8.687	0,387	9.830	0,432	10.973	0,477	12.116	0,522	13.259
0,343	8.712	0,388	9.855	0,433	10.998	0,478	12.141	0,523	13.284
0,344	8.737	0,389	9.880	0,434	11.023	0,479	12.166	0,524	13.309
0,345	8.763	0,390	9.906	0,435	11.049	0,480	12.192	0,525	13.335
0,346	8.788	0,391	9.931	0,436	11.074	0,481	12.217	0,526	13.360
0,347	8.814	0,392	9.957	0,437	11.100	0,482	12.243	0,527	13.386
0,348	8.839	0,393	9.982	0,438	11.125	0,483	12.268	0,528	13.411
0,349	8.864	0,394	10.007	0,439	11.150	0,484	12.293	0,529	13.436
0,350	8.890	0,395	10.033	0,440	11.176	0,485	12.319	0,530	13.462
0,351	8.915	0,396	10.058	0,441	11.201	0,486	12.344	0,531	13.487
0,352	8.941	0,397	10.084	0,442	11.227	0,487	12.370	0,532	13.513
0,353	8.966	0,398	10.109	0,443	11.252	0,488	12.395	0,533	13.538
0,354	8.991	0,399	10.134	0,444	11.277	0,489	12.420	0,534	13.563
0,355	9.017	0,400	10.160	0,445	11.303	0,490	12.446	0,535	13.589
0,356	9.042	0,401	10.185	0,446	11.328	0,491	12.471	0,536	13.614
0,357	9.068	0,402	10.211	0,447	11.354	0,492	12.497	0,537	13.640
0,358	9.093	0,403	10.236	0,448	11.379	0,493	12.522	0,538	13.665
0,359	9.118	0,404	10.261	0,449	11.404	0,494	12.547	0,539	13.690
0,360	9.144	0,405	10.287	0,450	11.430	0,495	12.573	0,540	13.716
0,361	9.169	0,406	10.312	0,451	11.455	0,496	12.598	0,541	13.741
0,362	9.195	0,407	10.338	0,452	11.481	0,497	12.624	0,542	13.767
0,363	9.220	0,408	10.363	0,453	11.506	0,498	12.649	0,543	13.792
0,364	9.245	0,409	10.388	0,454	11.531	0,499	12.674	0,544	13.817
0,365	9.271	0,410	10.414	0,455	11.557	0,500	12.700	0,545	13.843
0,366	9.296	0,411	10.439	0,456	11.582	0,501	12.725	0,546	13.868
0,367	9.322	0,412	10.465	0,457	11.608	0,502	12.751	0,547	13.894
0,368	9.347	0,413	10.490	0,458	11.633	0,503	12.776	0,548	13.919
0,369	9.372	0,414	10.515	0,459	11.658	0,504	12.801	0,549	13.944

## Decimales de pulgada inglesa a milímetros

Pulgadas	mm.								
0,550	13.970	0,595	15.113	0,640	16.256	0,685	17.399	0,730	18.542
0,551	13.995	0,596	15.138	0,641	16.281	0,686	17.424	0,731	18.567
0,552	14.021	0,597	15.164	0,642	16.307	0,687	17.449	0,732	18.592
0,553	14.046	0,598	15.189	0,643	16.332	0,688	17.475	0,733	18.618
0,554	14.071	0,599	15.214	0,644	16.357	0,689	17.500	0,734	18.643
0,555	14.097	0,600	15.240	0,645	16.383	0,690	17.526	0,735	18.669
0,556	14.122	0,601	15.265	0,646	16.408	0,691	17.551	0,736	18.694
0,557	14.148	0,602	15.291	0,647	16.434	0,692	17.576	0,737	18.719
0,558	14.173	0,603	15.316	0,648	16.459	0,693	17.602	0,738	18.745
0,559	14.198	0,604	15.341	0,649	16.484	0,694	17.627	0,739	18.770
0,560	14.224	0,605	15.367	0,650	16.510	0,695	17.653	0,740	18.796
0,561	14.249	0,606	15.392	0,651	16.535	0,696	17.678	0,741	18.821
0,562	14.275	0,607	15.418	0,652	16.561	0,697	17.703	0,742	18.846
0,563	14.300	0,608	15.443	0,653	16.586	0,698	17.729	0,743	18.872
0,564	14.325	0,609	15.468	0,654	16.611	0,699	17.754	0,744	18.897
0,565	14.351	0,610	15.494	0,655	16.637	0,700	17.780	0,745	18.923
0,566	14.376	0,611	15.519	0,656	16.662	0,701	17.805	0,746	18.948
0,567	14.402	0,612	15.545	0,657	16.687	0,702	17.830	0,747	18.973
0,568	14.427	0,613	15.570	0,658	16.713	0,703	17.856	0,748	18.999
0,569	14.452	0,614	15.595	0,659	16.738	0,704	17.881	0,749	19.024
0,570	14.478	0,615	15.621	0,660	16.764	0,705	17.907	0,750	19.050
0,571	14.503	0,616	15.646	0,661	16.789	0,706	17.932	0,751	19.075
0,572	14.529	0,617	15.672	0,662	16.814	0,707	17.957	0,752	19.100
0,573	14.554	0,618	15.697	0,663	16.840	0,708	17.983	0,753	19.126
0,574	14.579	0,619	15.722	0,664	16.865	0,709	18.008	0,754	19.151
0,575	14.605	0,620	15.748	0,665	16.891	0,710	18.034	0,755	19.177
0,576	14.630	0,621	15.773	0,666	16.916	0,711	18.059	0,756	19.202
0,577	14.656	0,622	15.799	0,667	16.941	0,712	18.084	0,757	19.227
0,578	14.681	0,623	15.824	0,668	16.967	0,713	18.110	0,758	19.253
0,579	14.706	0,624	15.849	0,669	16.992	0,714	18.135	0,759	19.278
0,580	14.732	0,625	15.875	0,670	17.018	0,715	18.161	0,760	19.304
0,581	14.757	0,626	15.900	0,671	17.043	0,716	18.186	0,761	19.329
0,582	14.783	0,627	15.926	0,672	17.068	0,717	18.211	0,762	19.354
0,583	14.808	0,628	15.951	0,673	17.094	0,718	18.237	0,763	19.380
0,584	14.833	0,629	15.976	0,674	17.119	0,719	18.262	0,764	19.405
0,585	14.859	0,630	16.002	0,675	17.145	0,720	18.288	0,765	19.431
0,586	14.884	0,631	16.027	0,676	17.170	0,721	18.313	0,766	19.456
0,587	14.910	0,632	16.053	0,677	17.195	0,722	18.338	0,767	19.481
0,588	14.935	0,633	16.078	0,678	17.221	0,723	18.364	0,768	19.507
0,589	14.960	0,634	16.103	0,679	17.246	0,724	18.389	0,769	19.532
0,590	14.986	0,635	16.129	0,680	17.272	0,725	18.415	0,770	19.558
0,591	15.011	0,636	16.154	0,681	17.297	0,726	18.440	0,771	19.583
0,592	15.037	0,637	16.180	0,682	17.322	0,727	18.465	0,772	19.608
0,593	15.062	0,638	16.205	0,683	17.348	0,728	18.491	0,773	19.634
0,594	15.087	0,639	16.230	0,684	17.373	0,729	18.516	0,774	19.659

## Decimales de pulgada inglesa a milímetros

Pulgadas	mm.								
0,775	19,685	0,820	20,828	0,865	21,971	0,910	23,114	0,955	24,257
0,776	19,710	0,821	20,853	0,866	21,996	0,911	23,139	0,956	24,282
0,777	19,733	0,827	20,878	0,867	22,021	0,912	23,164	0,957	24,307
0,778	19,761	0,823	20,904	0,868	22,047	0,913	23,190	0,958	24,333
0,779	19,786	0,824	20,929	0,869	22,072	0,914	23,215	0,959	24,358
0,780	19,812	0,825	20,955	0,870	22,098	0,915	23,241	0,960	24,384
0,781	19,837	0,826	20,980	0,871	22,123	0,916	23,266	0,961	24,409
0,782	19,862	0,827	21,005	0,872	22,148	0,917	23,291	0,962	24,434
0,783	19,888	0,828	21,031	0,873	22,174	0,918	23,317	0,963	24,460
0,784	19,913	0,829	21,056	0,874	22,199	0,919	23,342	0,964	24,485
0,785	19,939	0,830	21,082	0,875	22,225	0,920	23,368	0,965	24,511
0,786	19,964	0,831	21,107	0,876	22,250	0,921	23,393	0,966	24,536
0,787	19,989	0,832	21,132	0,877	22,275	0,922	23,418	0,967	24,561
0,788	20,015	0,833	21,158	0,878	22,301	0,923	23,444	0,968	24,587
0,789	20,040	0,834	21,183	0,879	22,326	0,924	23,469	0,969	24,612
0,790	20,066	0,835	21,209	0,880	22,352	0,925	23,495	0,970	24,638
0,791	20,091	0,836	21,234	0,881	22,377	0,926	23,520	0,971	24,663
0,792	20,116	0,837	21,259	0,882	22,402	0,927	23,545	0,972	24,688
0,793	20,142	0,838	21,285	0,883	22,428	0,928	23,571	0,973	24,714
0,794	20,167	0,839	21,310	0,884	22,453	0,929	23,596	0,974	24,739
0,795	20,193	0,840	21,336	0,885	22,479	0,930	23,622	0,975	24,765
0,796	20,218	0,841	21,361	0,886	22,504	0,931	23,647	0,976	24,790
0,797	20,243	0,842	21,386	0,887	22,529	0,932	23,672	0,977	24,815
0,798	20,269	0,843	21,412	0,888	22,555	0,933	23,698	0,978	24,841
0,799	20,294	0,844	21,437	0,889	22,580	0,934	23,723	0,979	24,866
0,800	20,320	0,845	21,463	0,890	22,606	0,935	23,749	0,980	24,892
0,801	20,345	0,846	21,488	0,891	22,631	0,936	23,774	0,981	24,917
0,802	20,370	0,847	21,513	0,892	22,656	0,937	23,799	0,982	24,942
0,803	20,396	0,848	21,539	0,893	22,682	0,938	23,825	0,983	24,968
0,804	20,421	0,849	21,564	0,894	22,707	0,939	23,850	0,984	24,993
0,805	20,447	0,850	21,590	0,895	22,733	0,940	23,876	0,985	25,019
0,806	20,472	0,851	21,615	0,896	22,758	0,941	23,901	0,986	25,044
0,807	20,497	0,852	21,640	0,897	22,783	0,942	23,926	0,987	25,069
0,808	20,523	0,853	21,666	0,898	22,809	0,943	23,952	0,988	25,095
0,809	20,548	0,854	21,691	0,899	22,834	0,944	23,977	0,989	25,120
0,810	20,574	0,855	21,717	0,900	22,860	0,945	24,003	0,990	25,146
0,811	20,599	0,856	21,742	0,901	22,885	0,946	24,028	0,991	25,171
0,812	20,624	0,857	21,767	0,902	22,910	0,947	24,053	0,992	25,196
0,813	20,650	0,858	21,793	0,903	22,936	0,948	24,079	0,993	25,222
0,814	20,675	0,859	21,818	0,904	22,961	0,949	24,104	0,994	25,247
0,815	20,701	0,860	21,844	0,905	22,987	0,950	24,130	0,995	25,273
0,816	20,726	0,861	21,869	0,906	23,012	0,951	24,155	0,996	25,298
0,817	20,751	0,862	21,894	0,907	23,037	0,952	24,180	0,997	25,323
0,818	20,777	0,863	21,920	0,908	23,063	0,953	24,206	0,998	25,349
0,819	20,802	0,864	21,945	0,909	23,088	0,954	24,231	0,999	25,374
							1,000		25,400

## Equivalencias entre sistema inglés y métrico Pesos y medidas

### MEDIDAS DE LONGITUD

1 sea-league	(legua marina)	3 millas náuticas	= 5559	metros
1 knot	(milla geográfica) marina	= 1853	»	
1 mile	(1760 yardas) milla legal	= 1609,3149	»	
1 fathom	(braza)	= 1,8288	»	
1 yard	(yarda)	= 0,9144	»	
1 foot	(pie)	= 0,3048	»	
1 inch	(pulgada)	= 0,0254	»	
1 nudo		= 21,938	»	
1 centímetro	= 0,3937 pulgadas	= 0,0328 pies	= 0,0109 yardas	
1 decímetro	= 3,9370	»	= 0,3280	» = 0,1093 »
1 metro	= 39,370113	»	= 3,2808	» = 1,0936 »
1 decámetro		= 328,000	»	= 10,9363 »
1 kilómetro		= 3280,9000	»	= 1093,6300 »
1 milla	=	= 5280,0000	»	= 1760,0000 »
1 legua	=	= 15940,000	»	= 5280,0000 »

### ALMIRANTAZGO BRITANICO

1 Knot para pruebas de buques = 6080 pies, equivalencia a 1853 metros, es usada siempre para las comparaciones de velocidades de buques.

60 millas geográficas = 1 grado en el Ecuador.

1 milla náutica = 1 milla geográfica.

# TABLA DE GALGAS

## MEDIDAS DE SUPERFICIE

1 yarda <sup>2</sup>	= 0,836097 m <sup>2</sup>	1 m <sup>2</sup>	= 1550 pulgadas <sup>2</sup>
1 pie <sup>2</sup>	= 0,092899 m <sup>2</sup>	1 m <sup>2</sup>	= 10,764 pies <sup>2</sup>
1 pulgada <sup>2</sup>	= 0,000645 m <sup>2</sup>	1 m <sup>2</sup>	= 1,196 yardas <sup>2</sup>

## MEDIDAS DE VOLUMEN

1 yarda <sup>3</sup>	= 0,764513 m <sup>3</sup>	1 m <sup>3</sup>	= 61028 pulgadas <sup>3</sup>
1 pie <sup>3</sup>	= 0,028315 m <sup>3</sup>	1 m <sup>3</sup>	= 35,316 pies <sup>3</sup>
1 pulgada <sup>3</sup>	= 0,000016 m <sup>3</sup>	1 m <sup>3</sup>	= 1,308 yardas <sup>3</sup>

## MEDIDAS DE CAPACIDAD

1 gills	= 0,142 litro	1 centilitro	= 0,070 gills
1 pint (pinta)	= 0,568 litro	1 decilitro	= 0,176 pintas
1 quart (quarto)	= 1,136 litros	1 litro	= 1,75980 pintas
1 gallon (inglés)	= 4,545 litros		
1 gallon (americano) = 3,785 litros			

## P E S A S

1 ton. (toneladas) = 2240 libras	= 20 cwts. = 1016,048 kgs.
1 cwt (quintal)	= 112 libras = 50,802 »
1 quart (quarto)	= 28 » = 12,700 »
1 pound (libra)	= 16 onzas = 0,45359 »
1 ounce (onza)	= 16 dr. = 0,02834 »
1 drachm (dracma)	= 0,00177 »
1 gramo	= 0,0022 libras
1 kilogramo	= 2,2046 »
1 quintal métrico (100 kilogramos)	= 220,4634 »
1 tonelada métrica (1000 kilogramos)	= 2204,6341 »

Galg nú mero	Imperial Standard		Birmingham Wire and Stubs (alambre)		Birmingham Sheet and Hoop (chapas y flejes)		Brow and Sharp. Americana	
	Pulgadas	mm.	Pulgadas	mm.	Pulgadas	mm.	Pulgadas	mm.
0000	0,400	10,160	0,454	11,530	—	—	0,4600	11,684
000	0,372	9,448	0,425	10,795	0,500	12,700	0,4096	10,404
00	0,348	8,839	0,380	9,652	0,4452	11,308	0,3648	9,265
0	0,324	8,229	0,340	8,636	0,3964	10,068	0,3248	8,251
1	0,300	7,620	0,300	7,620	0,3532	8,971	0,2893	7,348
2	0,276	7,010	0,284	7,213	0,3147	7,993	0,2576	6,543
3	0,252	6,400	0,259	6,578	0,2804	7,122	0,2294	5,827
4	0,232	5,892	0,238	6,045	0,2500	6,350	0,2043	5,189
5	0,212	5,384	0,220	5,588	0,2225	5,651	0,1819	4,621
6	0,192	4,876	0,203	5,156	0,1981	5,031	0,1620	4,115
7	0,176	4,470	0,180	4,572	0,1764	4,480	0,1443	3,664
8	0,160	4,064	0,165	4,190	0,1570	3,987	0,1285	3,263
9	0,144	3,657	0,148	3,759	0,1398	3,550	0,1144	2,906
10	0,128	3,251	0,134	3,403	0,1250	3,175	0,1019	2,588
11	0,116	2,946	0,120	3,048	0,1113	2,827	0,0907	2,304
12	0,104	2,640	0,109	2,768	0,0991	2,517	0,0808	2,52
13	0,092	2,336	0,095	2,413	0,0882	2,240	0,0719	1,827
14	0,080	2,032	0,083	2,108	0,0785	1,993	0,0641	1,627
15	0,072	1,828	0,072	1,828	0,0699	1,775	0,0570	1,449
16	0,064	1,625	0,065	1,651	0,0625	1,587	0,0508	1,290
17	0,056	1,422	0,058	1,473	0,0556	1,412	0,0452	1,149
18	0,048	1,219	0,049	1,244	0,0495	1,257	0,0430	1,009
19	0,040	1,016	0,042	1,066	0,0440	1,117	0,0359	0,911
20	0,036	9,914	0,035	0,889	0,0392	0,995	0,0319	0,811
21	0,032	8,812	0,032	0,812	0,0349	0,886	0,02846	0,722
22	0,028	7,711	0,028	0,711	0,03125	0,793	0,02535	0,643

# TABLA DE GALGAS

Galga nú- mero	Imperial Standard		Birmingham Wire and Stubs (alambre)		Birmingham Sheet and Hoop (chapas y flejes)		Brow and Sharp. Americana	
	Pulgadas	mm.	Pulgadas	mm.	Pulgadas	mm.	Pulgadas	mm.
23	0,024	0,609	0,025	0,635	0,02782	0,706	0,02257	0,573
24	0,022	0,558	0,022	0,558	0,02476	0,628	0,02010	0,511
25	0,020	0,508	0,020	0,508	0,02204	0,559	0,01790	0,454
26	0,018	0,457	0,018	0,457	0,01961	0,498	0,01594	0,404
27	0,0164	0,416	0,016	0,406	0,01745	0,443	0,01419	0,360
28	0,0148	0,375	0,014	0,355	0,01264	0,396	0,01264	0,321
29	0,0136	0,345	0,013	0,330	0,01390	0,353	0,01125	0,285
30	0,0124	0,314	0,012	0,304	0,01230	0,312	0,01002	0,254
31	0,0116	0,294	0,010	0,254	0,01100	0,279	0,00892	0,226
32	0,0108	0,274	0,009	0,228	0,00980	0,248	0,00795	0,201
33	0,0100	0,254	0,008	0,203	0,00870	0,220	0,00708	0,180
34	0,0092	0,233	0,007	0,177	0,00770	0,195	0,00630	0,160
35	0,0084	0,213	0,005	0,127	0,00690	0,175	0,00561	0,142
36	0,0076	0,193	0,004	0,101	0,00610	0,154	0,00500	0,127
37	0,0068	0,172	—	—	0,00540	0,137	0,00445	0,113
38	0,0060	0,152	—	—	0,00480	0,121	0,00396	0,100
39	0,0052	0,132	—	—	0,00430	0,109	0,00353	0,089
40	0,0048	0,121	—	—	0,00386	0,098	0,00314	0,079
41	0,0044	0,111	—	—	0,00343	0,087	0,00280	0,071
42	0,0040	0,101	—	—	0,00306	0,077	0,00250	0,063
43	0,0036	0,091	—	—	0,00272	0,069	0,00220	0,056
44	0,0032	0,081	—	—	0,00242	0,061	0,00200	0,051
45	0,0028	0,071	—	—	0,00215	0,054	0,00176	0,048
46	0,0024	0,060	—	—	0,00192	0,048	0,00157	0,039
47	0,0020	0,050	—	—	0,00170	0,043	0,00140	0,035
48	0,0016	0,040	—	—	0,00152	0,038	0,00124	0,031

# Factores de conversión

## INGLÉS A MÉTRICO

Libras por pie lineal	×	1,488	= kilos por metro lineal
Libras por yarda lineal	×	0,496	= kilos por metro lineal
Tons. por pie lineal	×	3333,33	= kilos por metro lineal
Tons. por yarda lineal	×	1111,11	= kilos por metro lineal
Libras por milla	×	0,2818	= kilos por kilómetros
Libras por pulgada <sup>2</sup>	×	0,07031	= kilos por centímetro <sup>2</sup>
Tons. por pulgada <sup>2</sup>	×	1,575	= kilos por milímetro <sup>2</sup>
Libras por pie <sup>2</sup>	×	4,883	= kilos por metro <sup>2</sup>
Tons. por pie <sup>2</sup>	×	10,936	= Tons. por metro <sup>2</sup>
Tons. por yarda <sup>2</sup>	×	1,215	= Tons. por metro <sup>2</sup>
Libras por yardas <sup>3</sup>	×	0,5933	= kilos por metro <sup>3</sup>
Libras por pie <sup>3</sup>	×	16,020	= kilos por metro <sup>3</sup>
Tons. por yarda <sup>3</sup>	×	1,329	= Tons. por metro <sup>3</sup>
Gramos por gallon	×	0,01426	= gramos por litro
Libras por gallon	×	0,09983	= kilos por litro
Gallones por pie <sup>2</sup>	×	48,905	= litros por metro <sup>2</sup>
Tons. pulgada	×	25,8	= kilogramos
Libras pie	×	0,1382	= kilogramos
Tons. pie	×	0,309	= Tons. métricas
HP	×	1,0139	= C. V. normal
Libras por HP	×	0,477	= kilos por C. V.
Pies <sup>2</sup> por HP	×	0,0916	= metros <sup>2</sup> por C. V.
Pies <sup>3</sup> por HP	×	0,0279	= metro <sup>3</sup> por C. V.
Unidades térmicas	×	0,252	= calorías
Unidad térmica por pie <sup>2</sup>	×	2,713	= calorías por metro <sup>2</sup>
HP	×	0,746	= kilovatios

Tons. = abreviatura de tonelada

## Factores de conversión

### METRICO A INGLÉS

Metro <sup>2</sup> por C. V.	$\times$	10,913	=	pies <sup>2</sup> por HP
Metro <sup>3</sup> por C. V.	$\times$	35,806	=	pies <sup>3</sup> por HP
Caloria kilogramo	$\times$	3,968	=	unidades térmicas.
Calorias por metro <sup>2</sup>	$\times$	0,369	=	unidades térmicas por pie <sup>2</sup>
Kilovatios	$\times$	1,340	=	HP
Vatios	$\times$	0,7373	=	Pies libras por segundo
Milimetros <sup>2</sup>	$\times$	0,00155	=	pulgadas <sup>2</sup>
Milimetros <sup>3</sup>	$\div$	645,1	=	pulgadas <sup>3</sup>
Centímetros <sup>2</sup>	$\times$	0,155	=	pulgadas <sup>2</sup>
Centímetros <sup>3</sup>	$\div$	6,451	=	pulgadas <sup>3</sup>
Metros <sup>2</sup>	$\times$	10,764	=	pies <sup>2</sup>
Kilómetros <sup>2</sup>	$\times$	247,1	=	acres
Hectáreas	$\times$	2,471	=	acres
Centímetros <sup>3</sup>	$\div$	16,383	=	pulgadas <sup>3</sup>
Metros <sup>3</sup>	$\times$	35,315	=	pies <sup>3</sup>
Metros <sup>3</sup>	$\times$	1,308	=	yardas <sup>3</sup>
Metros <sup>3</sup>	$\times$	264,2	=	gallones (231 pulgadas <sup>3</sup> )

## Factores de conversión

### MÉTRICO A INGLÉS

Kilos por metro lineal	$\times$	0,672	=	libras por pie lineal
Kilos por metro lineal	$\times$	2,016	=	libras por yarda lineal
Kilos por metro lineal	$\times$	0,0003	=	tons. por pie lineal
Kilos por metro lineal	$\times$	0,0009	=	tons. por yarda lineal
Kilos por kilómetro	$\times$	3,548	=	libras por milla
Kilos por centímetro <sup>2</sup>	$\times$	14,223	=	libras por pulgada <sup>2</sup>
Kilos por milímetro <sup>3</sup>	$\times$	0,635	=	tons. por pulgada <sup>2</sup>
Kilos por metro <sup>2</sup>	$\times$	0,2048	=	libras por pie <sup>2</sup>
Tons. por metro <sup>2</sup>	$\times$	0,0914	=	tons. por pie <sup>2</sup>
Tons. por metro <sup>2</sup>	$\times$	0,823	=	tons. por yarda <sup>2</sup>
Kilos por metro <sup>3</sup>	$\times$	1,686	=	libras por yarda <sup>3</sup>
Kilos por metro <sup>3</sup>	$\times$	0,0624	=	libras por pie <sup>3</sup>
Tons. por metro cúbico	$\times$	0,752	=	tons. por yarda <sup>3</sup>
Gramos por litro	$\times$	70,12	=	gramos por gallon
Kilos por litro	$\times$	10,438	=	Libras por gallón
Litros por metro <sup>3</sup>	$\times$	0,0204	=	gallones por pie <sup>3</sup>
Kilogrametros	$\times$	7,233	=	libras pies
Kilogrametros	$\times$	0,0387	=	tons. pulgada
Tons. métricas	$\times$	3,23	=	tons. pie
C. V. normal	$\times$	0,9863	=	HP
Kilos por C. V.	$\times$	2,235	=	libras por HP

## EQUIVALENCIA ENTRE TEMPERATURAS

$$C = \frac{5 X (F - 32)}{9} = \frac{5 X R}{4} \quad R = \frac{4 X C}{5} = \frac{4 X (F - 32)}{9}$$

$$F = \frac{9 X C}{5} + 32 = \frac{9 X R}{4} + 32$$

	C	Celsius	+	F	Fahrenheit	+	R	Réamur		
°C	°F	°R		°C	°F	°R		°C	°F	°R
- 20	- 4.0	- 16.0		+ 30	+ 86.0	+ 24.0		+ 80	+ 176.0	+ 64.0
- 19	- 2.2	- 15.2		31	87.8	24.8		81	177.6	64.8
- 18	- 0.4	- 14.4		32	89.6	25.6		82	179.6	65.6
- 17	+ 1.4	- 13.6		33	91.4	26.4		83	181.4	66.4
- 16	3.2	- 12.8		34	93.2	27.2		84	183.2	67.2
- 15	5.0	- 12.0		35	95.0	28.0		85	185.0	68.0
- 14	6.8	- 11.2		36	96.8	28.8		86	186.8	68.8
- 13	8.6	- 10.4		37	98.6	29.6		87	188.6	69.6
- 12	10.4	- 9.6		38	100.4	30.4		88	190.4	70.4
- 11	12.2	- 8.8		39	102.2	31.2		89	192.2	71.2
- 10	14.0	- 8.0		40	104.0	32.0		90	194.0	72.0
- 9	15.8	- 7.2		41	105.8	32.8		91	195.8	72.8
- 8	17.6	- 6.4		42	107.6	33.6		92	197.6	73.6
- 7	19.4	- 5.6		43	109.4	34.4		93	199.4	74.4
- 6	21.2	- 4.8		44	111.2	35.2		94	201.2	75.2
- 5	23.0	- 4.0		45	113.0	36.0		95	203.0	76.0
- 4	24.8	- 3.2		46	114.8	36.8		96	204.8	76.8
- 3	26.6	- 2.4		47	116.6	37.6		97	206.6	77.6
- 2	28.4	- 1.6		48	118.4	38.4		98	208.4	78.4
- 1	30.2	- 0.8		49	120.2	39.2		99	210.2	79.2
0	32.0	0.0		50	122.0	40.0		100	212.0	80.0
+ 1	33.8	+ 0.8		51	123.8	40.8		101	213.8	80.8
2	35.6	1.6		52	125.6	41.6		102	215.6	81.6
3	37.4	2.4		53	127.4	42.4		103	217.4	82.4
4	39.2	3.2		54	129.2	43.2		104	219.2	83.2
5	41.0	4.0		55	131.0	44.0		105	221.0	84.0
6	42.8	4.8		56	132.8	44.8		106	222.8	84.8
7	44.6	5.6		57	134.6	45.6		107	224.6	85.6
8	46.4	6.4		58	136.4	46.4		108	226.4	86.4
9	48.2	7.2		59	138.2	47.2		109	228.2	87.2
10	50.0	8.0		60	140.0	48.0		110	230.0	88.0
11	51.8	8.8		61	141.8	48.8		111	231.8	88.8
12	53.6	9.6		62	143.6	49.6		112	233.6	89.6
13	55.4	10.4		63	145.4	50.4		113	235.4	90.4
14	57.2	11.2		64	147.2	51.2		114	237.2	91.2
15	59.0	12.0		65	149.0	52.0		115	239.0	92.0
16	60.8	12.8		66	150.8	52.8		116	240.8	92.8
17	62.6	13.6		67	152.6	53.6		117	242.6	93.6
18	64.4	14.4		68	154.4	54.4		118	244.4	94.4
19	66.2	15.2		69	156.2	55.2		119	246.2	95.2
20	68.0	16.0		70	158.0	56.0		120	248.0	96.0
21	69.8	16.8		71	159.8	56.8		121	249.8	96.8
22	71.6	17.6		72	161.6	57.6		122	251.6	97.6
23	73.4	18.4		73	163.4	58.4		123	253.4	98.4
24	75.2	19.2		74	165.2	59.2		124	255.2	99.2
25	77.0	20.0		75	167.0	60.0		125	257.0	100.0
26	78.8	20.8		76	168.8	60.8		126	258.8	100.8
27	80.6	21.6		77	170.6	61.6		127	260.6	101.6
28	82.4	22.4		78	172.4	62.4		128	262.4	102.4
29	84.2	23.2		79	174.2	63.2		129	264.2	103.2

## EQUIVALENCIA ENTRE TEMPERATURAS

$$C = \frac{5 X (F - 32)}{9} = \frac{5 X R}{4} \quad R = \frac{4 X C}{5} = \frac{4 X (F - 32)}{9}$$

$$F = \frac{9 X C}{5} + 32 = \frac{9 X R}{4} + 32$$

	C	Celsius	+	F	Fahrenheit	+	R	Réamur		
°C	°F	°R		°C	°F	°R		°C	°F	°R
+ 130	+ 266.0	+ 104.0		+ 180	+ 356.0	+ 144.0		+ 500	+ 932	+ 400
131	267.8	104.8		181	357.8	144.8		550	1022	440
	269.6	105.6		182	359.6	145.6		600	1112	480
133	271.4	106.4		183	361.4	146.4		650	1202	520
134	273.2	107.2		184	363.2	147.2		700	1292	560
135	275.0	108.0		185	365.0	148.0		750	1382	600
136	276.8	108.8		186	366.8	148.8		800	1472	640
137	278.6	109.6		187	368.6	149.6		850	1562	680
138	280.4	110.4		188	370.4	150.4		900	1652	720
139	282.2	111.2		189	372.2	151.2		950	1742	760
140	284.0	112.0		190	374.0	152.0		1000	1832	800
141	285.8	112.8		191	375.8	152.8		1050	1922	840
142	287.6	113.6		192	377.6	153.6		1100	2012	880
143	289.4	114.4		193	379.4	154.4		1150	2102	920
144	291.2	115.2		194	381.2	155.2		1200	2192	960
145	293.0	116.0		195	383.0	156.0		1250	2282	1000
146	294.8	116.8		196	384.8	156.8		1300	2372	1040
147	296.6	117.6		197	386.6	157.6		1350	2462	1080
148	298.4	118.4		198	388.4	158.4		1400	2552	1120
149	300.2	119.2		199	390.2	159.2		1450	2642	1160
150	302.0	120.0		200	392	160.0		1500	2732	1200
151	303.8	120.8		210	410	160.0		1550	2822	1240
152	305.6	121.6		220	428	160.0		1600	2912	1280
153	307.4	122.4		230	446	164.0		1650	3002	1320
154	309.2	123.2		240	464	192.0		1700	3092	1360
155	311.0	124.0		250	482	200.0		1750	3182	1400
156	312.8	124.8		260	500	208.0		1800	3272	1440
157	314.6	125.6		270	518	216.0		1850	3362	1480
158	316.4	126.4		280	536	224.0		1900	3452	1520
159	318.2	127.2		290	554	232.0		1950	3542	1560
160	320.0	128.0		300	572	240.0		2000	3632	1600
161	321.8	128.8		310	590	248.0		2050	3722	1640
162	323.6	129.6		320	608	256.0		2100	3812	1680
163	325.4	130.4		330	626	264.0		2150	3902	1720
164	327.2	131.2		340	644	272.0		2200	3992	1760
165	329.0	132.0		350	662	280.0		2250	4082	1800
166	330.8	132.8		360	680	288.0		2300	4172	1840
167	332.6	133.6		370	698	296.0		2350	4262	1880
168	334.4	134.4		380	716	304.0		2400	4352	1920
169	336.2	135.2		390	734	312.0		2450	4442	1960
170	338.0	136.0		400	752	320.0		2500	4532	2000
171	339.8	136.8		410	770	328.0		2550	4622	2040
172	341.6	137.6		420	788	336.0		2600	4712	2080
173	343.4	138.4		430	806	344.0		2650	4802	2120
174	345.2	139.2		440	824	352.0		2700	4892	2160
175	347.0	140.0		450	842	360.0		2750	4982	2200
176	348.8	140.8		460	860	368.0		2800	5072	2240
177	350.6	141.6		470	878	376.0		2850	5162	2280
178	352.4	142.4		480	896	384.0		2900	5252	2320
179	354.2	143.2		490	914	392.0		2950	5342	2360

## — TABLA DE CONVERSIÓN

### KILOGRAMOS POR CENTIMETRO CUADRADO EN LIBRAS POR PULGADA CUADRADA

Kgs. por cm <sup>2</sup>	Libras por pulgada <sup>2</sup>						
1.0	14.223	6.4	91.029	11.8	167.836	17.2	244.642
1.2	17.068	6.6	93.874	12.0	170.680	17.4	247.486
1.4	19.913	6.8	96.719	12.2	173.525	17.6	250.331
1.6	22.757	7.0	99.563	12.4	176.370	17.8	253.176
1.8	25.602	7.2	102.408	12.6	179.214	18.0	256.020
2.0	28.447	7.4	105.253	12.8	182.059	18.2	258.865
2.2	31.291	7.6	108.097	13.0	184.904	18.4	261.710
2.4	34.136	7.8	110.942	13.2	187.748	18.6	264.534
2.6	36.981	8.0	113.787	13.4	190.593	18.8	267.399
2.8	39.825	8.2	116.631	13.6	193.438	19.0	270.244
3.0	42.670	8.4	119.476	13.8	196.282	19.2	273.088
3.2	45.515	8.6	122.321	14.0	199.127	19.4	275.933
3.4	48.359	8.8	125.165	14.2	201.972	19.6	278.778
3.6	51.204	9.0	128.010	14.4	204.816	19.8	281.622
3.8	54.049	9.2	130.855	14.6	207.661	20.0	284.467
4.0	56.893	9.4	133.699	14.8	210.506	20.2	287.312
4.2	59.738	9.6	136.544	15.0	213.350	20.4	290.156
4.4	62.583	9.8	139.389	15.2	216.195	20.6	293.001
4.6	65.427	10.0	142.234	15.4	219.040	20.8	295.846
4.8	68.272	10.2	145.078	15.6	221.884	21.0	298.690
5.0	71.117	10.4	147.923	15.8	224.729	21.2	301.535
5.2	73.961	10.6	150.768	16.0	227.574	21.4	304.380
5.4	76.806	10.8	153.612	16.2	230.418	21.6	307.224
5.6	79.651	11.0	156.457	16.4	233.263	21.8	310.069
5.8	83.495	11.2	159.302	16.6	236.108	22.0	312.914
6.0	85.340	11.4	162.146	16.8	238.952		
6.2	88.185	11.6	164.991	17.0	241.797		

## — TABLA DE CONVERSIÓN

### LIBRAS POR PULGADA CUADRADA EN KILOGRAMOS POR CENTIMETRO CUADRADO

Libras por pulg <sup>2</sup>	Kgs. por cm <sup>2</sup>						
100	7.031	154	10.827	208	14.624	262	18.420
102	7.171	156	10.968	210	14.764	264	18.561
104	7.312	158	11.108	212	14.905	266	18.702
106	7.453	160	11.249	214	15.046	268	18.842
108	7.593	162	11.390	216	15.186	270	18.983
110	7.734	164	11.530	218	15.327	272	19.123
112	7.874	166	11.671	220	15.467	274	19.264
114	8.015	168	11.812	222	15.608	276	19.405
116	8.156	170	11.952	224	15.749	278	19.545
118	8.296	172	12.093	226	15.889	280	19.686
120	8.437	174	12.233	228	16.030	282	19.826
122	8.577	176	12.374	230	16.171	284	19.967
124	8.718	178	12.515	232	16.311	286	20.108
126	8.858	180	12.655	234	16.452	288	20.248
128	8.999	182	12.796	236	16.592	290	20.389
130	9.140	184	12.937	238	16.733	292	20.530
132	9.281	186	13.077	240	16.874	294	20.670
134	9.421	188	13.218	242	17.014	296	20.811
136	9.562	190	13.358	244	17.155	298	20.951
138	9.702	192	13.499	246	17.295	300	21.092
140	9.843	194	13.639	248	17.436	302	21.233
142	9.984	196	13.780	250	17.577	304	21.373
144	10.124	198	13.921	252	17.717	306	21.514
146	10.265	200	14.061	254	17.858	308	21.654
148	10.405	202	14.202	256	17.999	310	21.795
150	10.546	204	14.343	258	18.139		
152	10.687	206	14.483	260	18.280		

# DATOS SOBRE PRESIONES

Un milímetro de columna de mercurio = 13.506 mm. de columna de agua.  
 » = 0,0013596 atmósferas métricas.  
 » = 0,0013158 atmósferas antiguas.

Un milímetro de columna de agua a + 4° = 1 Kg/m<sup>2</sup>  
 » = 0,07355 mm. de columna de mercurio a 0°

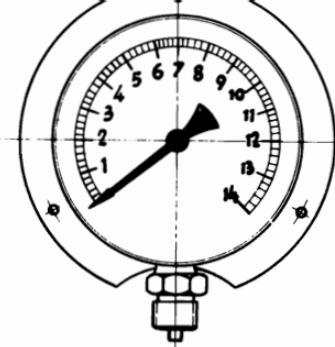
Una atmósfera métrica = 1 Kg/cm<sup>2</sup>  
 » = 735,5 mm. de columna de mercurio a 0°  
 » = 737,4 mm. de mercurio a 15°  
 » = 28,958 pulgadas inglesas de mercurio a 0°  
 » = 10 metros de columna de agua a + 4°  
 » = 14,223 libras inglesas por pulgada cuadrada.  
 » = 0,968 atmósferas antiguas.

Una atmósfera antigua = 760 mm. de columna de mercurio a 0°  
 » = 766 mm. de mercurio a 15°  
 » = 29,922 pulgadas inglesas de mercurio a 0°  
 » = 10,333 metros de columna de agua a + 4°  
 » = 14,696 libras inglesas por pulgada cuadrada.

Una libra por pulgada cuadrada = 27,71 pulgadas inglesas de agua a 15°  
 » = 2,31 pies ingleses de agua.  
 » = 2,041 pulgadas inglesas de mercurio a 15°  
 » = 144 libras por pie cuadrado.  
 » = 0,068 atmósferas.

Una pulgada de mercurio a 15° = 1,132 pies de agua.  
 » = 13,58 pulgadas de agua.  
 » = 0,491 libras por pulgada cuadrada.

Un pie de agua a 15° = 62,355 libras por pie cuadrado.  
 » = 0,433 libras por pulgada cuadrada.



## LECTURA DE MANOMETROS EQUIVALENCIAS

Una atmósfera métrica = 1 kilo por cm<sup>2</sup>

Kilogramos por cm<sup>2</sup> a libras por pulgada<sup>2</sup>

Un kilogramo = 14,223 libras.

Libras por pulgada<sup>2</sup> a kilogramos por cm<sup>2</sup>

Una libra = 0,0703 kilogramos.

Atmósferas a libras por pulgada<sup>2</sup>

Una atmósfera = 14,223 libras.

Libras por pulgada<sup>2</sup> a atmósferas.

Una libra = 0,0703 atmósferas.

NOTA. — En todos los manómetros, la lectura cero corresponde a la presión atmosférica.

# VAPOR DE AGUA SATURADO

Presión absoluta en atm.	Tem- peratura en centig.	Volumen de 1 Kg. en m <sup>3</sup>	Peso de 1 m <sup>3</sup> en Kg.	Presión absoluta en atm.	Tem- peratura en centig.	Volumen de 1 Kg. en m <sup>3</sup>	Peso de 1 m <sup>3</sup> en Kg.
0,1	46,2	14,552	0,069	5,4	155,1	0,338	2,956
0,2	60,4	7,543	0,133	5,5	155,8	0,332	3,007
0,3	69,5	5,140	0,194	5,6	156,7	0,327	3,059
0,4	76,2	3,916	0,255	5,7	157,9	0,321	3,110
0,5	81,7	3,171	0,315	5,8	157,9	0,316	3,161
0,6	86,3	2,671	0,374	5,9	158,6	0,311	3,212
0,7	90,3	2,302	0,433	6,0	159,2	0,306	3,263
0,8	93,9	2,036	0,491	6,1	159,9	0,302	3,314
0,9	97,1	1,822	0,549	6,2	160,5	0,297	3,365
1,0	100,0	1,650	0,606	6,3	161,1	0,293	3,416
1,1	102,7	1,509	0,663	6,4	161,8	0,288	3,467
1,2	105,2	1,390	0,719	6,5	162,4	0,284	3,518
1,3	107,5	1,289	0,776	6,6	163,0	0,280	3,568
1,4	109,7	1,202	0,832	6,7	163,6	0,276	3,619
1,5	111,7	1,127	0,887	6,8	164,2	0,272	3,670
1,6	113,7	1,060	0,943	6,9	164,8	0,269	3,721
1,7	115,5	1,002	0,993	7,0	165,3	0,265	3,776
1,8	117,3	9,949	1,053	7,25	166,8	0,256	3,897
1,9	119,0	9,902	1,106	7,5	168,2	0,248	4,023
2,0	120,6	9,860	1,163	7,75	169,5	0,241	4,149
2,1	122,1	9,821	1,218	8,0	170,8	0,234	4,275
2,2	123,6	9,786	1,272	8,25	172,1	0,227	4,400
2,3	125,1	9,753	1,326	8,5	173,4	0,221	4,525
2,4	126,5	9,723	1,380	8,75	174,6	0,215	4,650
2,5	127,8	9,697	1,434	9,0	175,8	0,209	4,774
2,6	129,1	9,672	1,438	9,25	176,9	0,204	4,898
2,7	130,3	9,648	1,452	9,5	178,1	0,199	5,022
2,8	131,6	9,627	1,596	9,75	179,2	0,194	5,147
2,9	132,8	9,606	1,694	10,0	180,3	0,190	5,270
3,0	133,9	9,587	1,702	10,25	181,4	0,185	5,394
3,1	135,0	9,570	1,756	10,5	182,4	0,181	5,517
3,2	136,1	9,553	1,809	10,75	183,5	0,177	5,640
3,3	137,2	9,537	1,862	11,0	184,5	0,173	5,764
3,4	138,2	9,522	1,915	11,25	185,5	0,170	5,886
3,5	139,2	9,508	1,968	11,5	186,5	0,166	6,009
3,6	140,2	9,495	2,020	11,75	187,5	0,163	6,132
3,7	141,2	9,482	2,073	12,0	188,4	0,160	6,254
3,8	142,1	9,470	2,125	12,25	189,3	0,157	6,376
3,9	143,1	9,459	2,178	12,5	190,3	0,154	6,490
4,0	144,0	9,448	2,230	12,75	191,2	0,151	6,621
4,1	144,9	9,438	2,283	13,0	192,1	0,148	6,742
4,2	145,8	9,429	2,335	13,25	193,0	0,146	6,864
4,3	146,6	9,419	2,387	13,5	193,8	0,143	6,986
4,4	147,5	9,410	2,439	13,75	194,7	0,141	7,107
4,5	148,3	9,401	2,491	14,0	195,5	0,138	7,228
4,6	149,1	9,393	2,543	14,5	197	0,133	7,46
4,7	149,9	9,385	2,595	15,0	199	0,130	7,69
4,8	150,7	9,378	2,647	15,5	200	0,127	7,87
4,9	151,5	9,371	2,696	16,0	202	0,116	8,10
5,0	152,2	9,364	2,750	17	205	0,123	8,65
5,1	153,0	9,357	2,802	18	208	0,109	9,15
5,2	153,7	9,350	2,853	19	210	0,104	9,65
5,3	154,4	9,344	2,905	20	213	0,099	10,10

— Volumen específico v en m<sup>3</sup>/Kg. del vapor de agua, recalentado a la presión de p Kg/cm<sup>2</sup> y temperatura de t° centígrados

t =	200°	250°	260°	270°	280°	290°	300°	310°	320°	330°	340°	350°
4 p 4	0,534	0,597	0,610	0,623	0,636	0,648	0,661	0,674	0,686	0,699	0,712	0,724
4,5	0,473	0,529	0,540	0,552	0,563	0,574	0,585	0,597	0,608	0,620	0,631	0,642
5	0,424	0,475	0,485	0,495	0,505	0,515	0,525	0,535	0,546	0,556	0,566	0,576
5,5	0,384	0,430	0,439	0,448	0,458	0,467	0,476	0,485	0,495	0,504	0,523	0,512
6	0,350	0,393	0,401	0,410	0,418	0,427	0,435	0,444	0,452	0,461	0,479	0,478
6,5	0,323	0,362	0,370	0,378	0,386	0,393	0,401	0,409	0,417	0,425	0,433	0,441
7	0,299	0,335	0,342	0,350	0,357	0,364	0,372	0,379	0,386	0,394	0,401	0,408
7,5	0,278	0,312	0,319	0,326	0,332	0,339	0,346	0,353	0,360	0,367	0,374	0,381
8	0,260	0,292	0,298	0,305	0,311	0,317	0,324	0,330	0,336	0,343	0,351	0,356
8,5	0,244	0,274	0,280	0,286	0,292	0,298	0,304	0,310	0,316	0,322	0,328	0,334
9	0,230	0,258	0,264	0,270	0,276	0,281	0,287	0,293	0,298	0,304	0,309	0,315
9,5	0,218	0,244	0,250	0,255	0,260	0,266	0,271	0,276	0,282	0,287	0,292	0,298
10	0,206	0,232	0,237	0,242	0,247	0,252	0,257	0,262	0,267	0,272	0,277	0,282
10,5	0,196	0,220	0,225	0,230	0,235	0,240	0,245	0,250	0,254	0,259	0,264	0,269
11	0,187	0,210	0,215	0,220	0,224	0,229	0,233	0,238	0,242	0,247	0,251	0,256
11,5	0,178	0,200	0,205	0,209	0,213	0,218	0,222	0,227	0,232	0,236	0,240	0,245
12	0,171	0,192	0,196	0,199	0,202	0,205	0,210	0,213	0,217	0,222	0,226	0,234
12,5	0,164	0,184	0,188	0,192	0,196	0,200	0,204	0,208	0,212	0,217	0,221	0,225
13	0,157	0,177	0,181	0,184	0,188	0,192	0,196	0,200	0,204	0,208	0,212	0,217
13,5	0,151	0,170	0,174	0,177	0,181	0,185	0,188	0,192	0,196	0,200	0,204	0,207
14	0,145	0,163	0,167	0,171	0,174	0,178	0,182	0,185	0,189	0,193	0,196	0,198
15	0,135	0,152	0,155	0,159	0,162	0,166	0,169	0,172	0,176	0,179	0,182	0,186
16	—	0,142	0,145	0,149	0,152	0,155	0,158	0,161	0,165	0,168	0,171	0,174
17	—	0,133	0,136	0,139	0,142	0,145	0,148	0,151	0,155	0,158	0,161	0,162
18	—	0,126	0,129	0,132	0,134	0,137	0,140	0,143	0,146	0,149	0,151	0,154
19	—	0,120	0,122	0,124	0,127	0,130	0,132	0,135	0,138	0,141	0,143	0,146
20	—	0,113	0,115	0,118	0,120	0,123	0,125	0,128	0,131	0,136	0,136	0,138

### C A L O R

Una caloría-kilogramo	= 1 caloría grande.
»	= 1.000 calorías-gramo.
»	= 427 kilográmetros.
Un kilográmetro	= 2.342 calorías-gramo.
Un HP-hora	= 632 calorías-kilogramo.
Un kilovatio-hora	= 860 calorías-kilogramo.
Una B. T. U. por libra	= 0,55 calorías kg/kg.
Una B. T. U. por pie cúbico	= 8,9 calorías kg/m <sup>3</sup>
B. T. U. = Caloría inglesa.	

### POTENCIAS CALORIFICAS SUPERIORES

COMBUSTIBLE	CALORIA-KG.
Antracita.	8.000
Lignito	3.600
Hulla } Buena calidad.	7.500
Regular idem.	6.600
Inferior idem.	4.800
Briquetas de hulla.	7.750
Carbón de madera (combustión completa)	8.000
Coque de gas	7.000
Coque metalúrgico.	7.230
Gas de alumbrado.	10.000
Gas de alto horno.	768
Gas acetileno	11.600
Madera	4.100
Turba.	3.800
Alcohol	7.100
Gasolina.	11.000
Benzol.	10.000
Petróleo	11.000
Mazut (similar gas-oil)	10.500

### POTENCIAS CALORIFICAS INFERIORES

COMBUSTIBLE	CALORIA-KG.
Aceite solar	10.100
Petróleo (rectificado)	10.610
Gasolina	10.000
Petróleo en bruto	9.900
Gas-oil (aceite de gas)	10.000
Benzol.	9.590

### C A L O R LATENTE DE FUSION

METALES	Caloria-Kg.	CUERPOS	Caloria-Kg.
Estaño	13	Azufre	9,4
Cobre	30	Parafina	35,1
Fundición gris.	23	Glicerina	42,5
Hierro	30	Nitrato potásico	63
Níquel	4,6	Hielo (agua)	80,4
Mercurio	2,8	Cadmio	14
Plata	21	Aluminio	77
Plomo	5,4		
Platino	27,2		
Zinc	28		

### C A L O R LATENTE DE VAPORIZACION

CUERPOS	CALORIA-KG.
Agua	539
Mercurio	62
Azufre	362
Alcohol	210
Benzol	94,4
Eter	90
Amoniaco (a 0°)	304,4
Ácido carbónico (a 0°)	55,2

### DILATACION CUBICA 1° C

CUERPOS	Cm <sup>3</sup>
Petróleo	0,00100
Benzol	0,00120
Agua (promedio)	0,00018
Eter	0,00160
Alcohol	0,00110
Glicerina	0,00050
Mercurio	0,00018

Peso de las piezas fundidas en relación con su modelo

MODELO DE	Hierro fundido	Latón	Cobre	Bronce	Aluminio
Pino o abeto . . . . .	16	18,8	19,7	19,3	5,1
Roble . . . . .	9	10,1	10,4	10,3	3,3
Haya . . . . .	9,7	10,9	11,4	11,3	3,6
Tilo . . . . .	13,4	15,1	16,7	15,5	4,9
Peral . . . . .	10,2	11,5	11,9	11,8	3,7
Abedul . . . . .	10,6	11,9	12,3	12,2	3,9
Aliso . . . . .	12,8	14,3	14,9	14,7	—
Caoba . . . . .	11,7	13,2	13,7	13,5	4,3
Latón . . . . .	0,85	0,95	0,99	0,98	0,3

Mezclas frigoríficas

MEZCLA	Partes en peso	Descenso de temperatura °C	
		De	A
Salitre, sal amoníaco, agua. . .	1 : 1 : 1	+ 8	— 24
Sal amoníaco, nitrato, agua. . .	5 : 5 : 16	+ 10	— 12
Nitrato amónico, agua . . . . .	1 : 1	+ 10	— 16
Cloruro de calcio, nieve. . . . .	3 : 2	0	— 33
Cloruro de sodio, nieve. . . . .	1 : 1	0	— 18
Ácido nítrico disuelto, nieve. . .	1 : 1	— 14	— 35
Ácido sulfúrico disuelto, nieve. .	1 : 1	— 5	— 41
Ácido nítrico disuelto, nieve, ácido sulfúrico disuelto. . . . .	1 : 1 : 2	— 19	— 40
Fosfato sódico, ácido nítrico disuelto. . . . .	9 : 4	+ 15	— 9
Fosfato sódico, sal amoníaco, ácido nítrico disuelto. . . . .	9 : 6 : 4	+ 12,4	— 6

Tangentes y Cotangentes

tan	cotan	0°		1°		2°		3°	
		tan	cotan	tan	cotan	tan	cotan	tan	cotan
0	00000	Infinito.	0,01746	57,2900	0,03492	28,6363	0,05241	19,0811	60
1	00029	3437,750	0,01775	56,3306	0,03521	28,3994	0,05270	19,0755	59
2	00058	1718,870	0,01804	55,4415	0,03550	28,1664	0,05299	19,0711	58
3	00087	1145,920	0,01833	54,5613	0,03579	27,9372	0,05328	18,7678	57
4	00116	859,438	0,01862	53,7086	0,03609	27,7117	0,05357	18,6656	56
5	00145	665,540	0,01891	52,8652	0,03638	27,4862	0,05386	18,5634	55
6	00175	572,957	0,01920	52,0207	0,03667	27,2515	0,05416	18,4645	54
7	00204	491,106	0,01949	51,3032	0,03696	26,8450	0,05474	18,2677	52
8	00233	429,718	0,01978	50,5485	0,03725	26,4386	0,05533	18,1708	51
9	00262	381,971	0,02007	49,8157	0,03754	26,0387	0,05593	18,0760	50
10	00291	343,774	0,02036	49,1039	0,03783	26,4316	0,05533	18,0750	50
11	00320	312,521	0,02066	48,4121	0,03812	26,2296	0,05622	17,9802	49
12	00349	286,478	0,02095	47,7255	0,03842	26,0307	0,05681	17,8894	48
13	00378	264,111	0,02124	47,0383	0,03871	25,8320	0,05620	17,7934	47
14	00407	245,552	0,02153	46,4498	0,03900	25,6418	0,05649	17,7015	46
15	00436	229,182	0,02182	45,8294	0,03929	25,4517	0,05678	17,6106	45
16	00465	214,888	0,02211	45,2261	0,03958	25,2644	0,05708	17,5205	44
17	00495	202,219	0,02240	44,6386	0,03987	25,0798	0,05737	17,4314	43
18	00524	190,984	0,02269	44,0661	0,04016	24,8978	0,05766	17,3432	42
19	00553	180,932	0,02298	43,5081	0,04046	24,7185	0,05795	17,2568	41
20	00582	171,885	0,02328	42,9641	0,04075	24,5418	0,05824	17,1693	40
21	00611	163,700	0,02357	42,4335	0,04104	24,3675	0,05854	17,0837	39
22	00640	156,259	0,02386	41,9158	0,04133	24,1957	0,05883	16,9990	38
23	00669	149,465	0,02415	41,4106	0,04162	24,0263	0,05912	16,9150	37
24	00698	143,237	0,02444	40,9174	0,04191	23,8593	0,05941	16,8319	36
25	00727	137,507	0,02473	40,4358	0,04220	23,6945	0,05970	16,7496	35
26	00756	132,219	0,02502	39,9655	0,04250	23,5321	0,05999	16,6681	34
27	00785	127,321	0,02531	39,5069	0,04279	23,3718	0,06029	16,5874	33
28	00814	122,444	0,02559	39,0569	0,04308	23,2116	0,06058	16,5075	32
29	00843	118,540	0,02589	38,6177	0,04327	23,0577	0,06077	16,4285	31
30	00873	114,589	0,02619	38,1885	0,04366	22,9038	0,06116	16,3469	30
31	00902	110,892	0,02648	37,7686	0,04395	22,7519	0,06145	16,2722	29
32	00931	107,426	0,02677	37,3579	0,04424	22,6020	0,06175	16,1952	28
33	00960	104,171	0,02706	36,9560	0,04454	22,4541	0,06204	16,1190	27
34	00989	101,016	0,02735	36,5648	0,04483	22,3063	0,06233	16,0435	26
35	01018	98,2179	0,02764	36,1776	0,04512	22,1640	0,06262	15,9645	25
36	01047	95,4985	0,02793	35,8006	0,04541	22,0217	0,06291	15,8945	24
37	01076	92,9085	0,02822	35,4313	0,04570	21,8813	0,06321	15,8211	23
38	01105	90,4633	0,02851	35,0695	0,04599	21,7426	0,06350	15,7483	22
39	01135	88,1436	0,02881	34,7151	0,04628	21,6056	0,06379	15,6762	21
40	01164	85,9398	0,02910	34,3678	0,04658	21,4704	0,06408	15,6048	20
41	01193	83,8435	0,02936	34,0273	0,04687	21,3369	0,06437	15,5340	19
42	01222	81,8265	0,02965	33,6963	0,04716	21,2000	0,06467	15,4644	18
43	01251	79,9434	0,02997	33,3662	0,04745	21,0747	0,06496	15,3943	17
44	01280	78,1263	0,03026	33,0452	0,04774	20,9460	0,06525	15,3254	16
45	01309	76,3900	0,03055	32,7303	0,04803	20,8188	0,06554	15,2571	15
46	01338	74,7292	0,03084	32,4213	0,04832	20,6932	0,06584	15,1893	14
47	01367	73,1390	0,03114	32,1181	0,04862	20,5691	0,06613	15,1222	13
48	01396	71,6151	0,03143	31,8205	0,04891	20,4465	0,06642	15,0567	12
49	01425	70,1533	0,03172	31,5284	0,04920	20,3253	0,06671	14,9898	11
50	01455	68,7501	0,03201	31,2416	0,04949	20,2056	0,06700	14,9244	10
51	01484	67,4019	0,03230	30,9599	0,04978	20,0872	0,06730	14,8596	9
52	01513	66,1055	0,03259	30,6833	0,05007	19,9702	0,06759	14,7954	8
53	01542	64,8580	0,03288	30,4116	0,05037	19,8544	0,06788	14,7317	7
54	01571	63,6567	0,03317	30,1446	0,05066	19,7403	0,06817	14,6685	6
55	01600	62,4992	0,03346	29,8823	0,05095	19,6273	0,06847	14,6069	5
56	01629	61,3825	0,03376	29,6245	0,05124	19,5156	0,06876	14,5483	4
57	01658	60,2852	0,03405	29,3767	0,05153	19,4038	0,06905	14,4823	3
58	01687	59,2859	0,03434	29,1320	0,05182	19,2959	0,06934	14,4221	2
59	01716	58,2812	0,03463	28,8771	0,05212	19,1879	0,06963	14,3607	1
60	01746	57,2900	0,03492	28,6363	0,05241	19,0811	0,06993	14,3007	0
			cotan	89° tan	cotan	88° tan	cotan	87° tan	cotan

	4°	5°	6°	7°					
	tan	cotan	tan	cotan	tan	cotan	tan	cotan	
0	.06993	14.3007	.08749	11.4301	.10510	9.51436	12278	8.14435	60
1	.07022	14.2411	.08778	11.3919	.10540	9.48781	12303	8.12481	59
2	.07051	14.1821	.08807	11.3540	.10569	9.46141	12338	8.10536	58
3	.07080	14.1233	.08837	11.3163	.10599	9.43515	12367	8.08600	57
4	.07109	14.0645	.08867	11.2789	.10628	9.40904	12397	8.06674	56
5	.07139	14.0077	.08896	11.2410	.10657	9.38307	12426	8.04756	55
6	.07168	13.9507	.08925	11.1948	.10686	9.35700	12455	8.02848	54
7	.07197	13.8940	.08954	11.1681	.10716	9.33154	12484	8.00940	53
8	.07227	13.8378	.08983	11.1316	.10746	9.30599	12513	7.99058	52
9	.07256	13.7821	.09013	11.0954	.10775	9.28058	12544	7.97176	51
10	.07285	13.7267	.09042	11.0594	.10805	9.25530	12574	7.95302	50
11	.07314	13.6719	.09071	11.0237	.10834	9.23016	12603	7.93438	49
12	.07344	13.6174	.09101	10.9857	.10863	9.20516	12633	7.91582	48
13	.07373	13.5634	.09130	10.9524	.10891	9.18026	12662	7.89734	47
14	.07402	13.5098	.09159	10.9174	.10920	9.15554	12692	7.87893	46
15	.07431	13.4566	.09180	10.8822	.10949	9.13093	12722	7.86064	45
16	.07461	13.4039	.09218	10.8483	.10981	9.10646	12751	7.84242	44
17	.07490	13.3515	.09247	10.8139	.11011	9.08211	12781	7.82428	43
18	.07519	13.2996	.09277	10.7797	.11040	9.05789	12810	7.80622	42
19	.07548	13.2480	.09306	10.7457	.11070	9.03379	12840	7.78825	41
20	.07578	13.1969	.09335	10.7119	.11109	9.00983	12869	7.77035	40
21	.07607	13.1461	.09365	10.6783	.11128	8.98598	12899	7.75254	39
22	.07636	13.0958	.09394	10	.11158	8.96227	12929	7.73480	38
23	.07665	13.0458	.09423	10.6118	.11187	8.93867	12958	7.71715	37
24	.07693	12.9962	.09453	10.5789	.11217	8.91520	12988	7.69957	36
25	.07724	12.9469	.09482	10.5462	.11246	8.89185	13017	7.68208	35
26	.07753	12.8972	.09511	10.5136	.11276	8.86851	13047	7.66466	34
27	.07782	12.8496	.09541	10.4803	.11306	8.84531	13076	7.64732	33
28	.07812	12.8014	.09570	10.4491	.11335	8.82252	13105	7.63002	32
29	.07841	12.7536	.09600	10.4172	.11364	8.79964	13136	7.61287	31
30	.07870	12.7062	.09628	10.3854	.11394	8.77689	13165	7.59575	30
31	.07899	12.6591	.09658	10.3538	.11423	8.75425	13195	7.57872	29
32	.07929	12.6124	.09688	10.3224	.11452	8.73172	13224	7.56176	28
33	.07958	12.5637	.09717	10.2904	.11482	8.70931	13254	7.54487	27
34	.07987	12.5199	.09746	10.2602	.11512	8.68692	13283	7.52797	26
35	.08017	12.4742	.09776	10.2294	.11541	8.66482	13313	7.51132	25
36	.08046	12.4288	.09805	10.1988	.11570	8.64275	13343	7.49455	24
37	.08075	12.3838	.09834	10.1683	.11600	8.62078	13372	7.47806	23
38	.08104	12.3390	.09864	10.1381	.11629	8.59893	13402	7.46154	22
39	.08134	12.2946	.09893	10.1080	.11659	8.57718	13432	7.44509	21
40	.08163	12.2505	.09923	10.0780	.11688	8.55555	13461	7.42871	20
41	.08192	12.2067	.09952	10.0483	.11718	8.53402	13491	7.41240	19
42	.08221	12.1632	.09981	10.0187	.11747	8.51259	13521	7.39616	18
43	.08251	12.1201	.10011	9.98931	.11777	8.49128	13550	7.37999	17
44	.08280	12.0772	.10040	9.96007	.11806	8.47007	13580	7.36389	16
45	.08309	12.0346	.10069	9.93101	.11836	8.44896	13609	7.34786	15
46	.08339	11.9914	.10098	9.90211	.11865	8.42795	13639	7.33190	14
47	.08368	11.9504	.10128	8.9728	.11895	8.40705	13669	7.31600	13
48	.08397	11.9087	.10158	8.9482	.11924	8.38527	13698	7.29912	12
49	.08427	11.8673	.10187	8.91641	.11954	8.36555	13728	7.28442	11
50	.08456	11.8262	.10216	8.78817	.11983	8.34496	13758	7.26873	10
51	.08485	11.7853	.10246	9.76009	.12013	8.32446	13787	7.25310	9
52	.08514	11.7448	.10275	9.73217	.12042	8.30406	13817	7.23754	8
53	.08544	11.7034	.10304	9.70411	.12072	8.28376	13846	7.22204	7
54	.08573	11.6645	.10334	9.67525	.12101	8.26258	13876	7.20661	6
55	.08602	11.6248	.10363	9.64935	.12131	8.24138	13905	7.19097	5
56	.08632	11.5833	.10393	9.62025	.12160	8.22344	13935	7.17594	4
57	.08661	11.5461	.10422	9.59490	.12190	8.20352	13965	7.16071	3
58	.08690	11.5072	.10452	9.56791	.12219	8.18370	13995	7.14553	2
59	.08720	11.4685	.10481	9.54106	.12249	8.16398	14024	7.13042	1
60	.08749	11.4301	.10510	9.51436	.12278	8.14435	14054	7.11537	0
'	cotan	tan	cotan	tan	cotan	tan	cotan	tan	'
	85°		84°		83°		82°		

	8°	cotan	tan		9°	cotan	tan		10°	cotan	tan		11°	cotan	tan	
0	14054	7.11537			15838	6.31775			17633	5.67128			19438	5.14455		
1	14084	7.10028			15868	6.31910			17693	5.65505			19498	5.13858		
2	14113	7.08546			15928	6.27829			17723	5.64248			19529	5.12669		
3	14143	7.07059			15958	6.26655			17753	5.63295			19559	5.11729		
4	14173	7.05579			15988	6.25496			17783	5.62344			19589	5.10490		
5	14202	7.04109			16018	6.24310			17813	5.61397			19619	5.09704		
6	14232	7.02637			16047	6.23100			17843	5.60452			19649	5.08921		
7	14262	7.01177			16077	6.21890			17873	5.59511			19686	5.08139		
8	14291	6.99718			16107	6.20581			17903	5.58572			19710	5.07360		
9	14321	6.98268			16137	6.19703			17933	5.57658			19740	5.06584		
10	14351	6.96823			16167	6.18775			17963	5.56706			19770	5.05609		
11	14381	6.95385			16196	6.17814			17993	5.55777			19801	5.05037		
12	14410	6.93952			16226	6.16283			18023	5.54851			19831	5.04267		
13	14440	6.92525			16256	6.15151			18053	5.53927			19861	5.03499		
14	14470	6.91018			16286	6.14023			18083	5.53007			19891	5.02734		
15	14509	6.89588			16316	6.12903			18113	5.52096			19921	5.02011		
16	14539	6.88163			16346	6.11779			18142	5.51085			19952	5.01210		
17	14559	6.86874			16376	6.10545			18172	5.50179			20024	5.00965		
18	14588	6.85475			16405	6.09320			18202	5.49204			20054	5.00890		
19	14618	6.84082			16435	6.08052			18233	5.48451			20084	5.00815		
20	14648	6.82694			16465	6.07340			18263	5.47548			20103	5.00749		
21	14678	6.81312			16495	6.06740			18293	5.46648			20123	5.00680		
22	14707	6.79882			16524	6.06040			18323	5.45751			20143	5.00606		
23	14736	6.78454			16553	6.05131			18353	5.44851			20163	5.00530		
24	14765	6.77199			16583	6.04051			18383	5.43951			20183	5.00456		
25	14794	6.75838			16612	6.02962			18413	5.42956			20204	5.00382		
26	14826	6.74483			16641	6.01878			18441	5.41957			20224	5.00302		
27	14856	6.73133			16671	6.00917			18471	5.40957			20244	5.00223		
28	14886	6.71789			16701	5.99125			18501	5.39972			20264	5.00143		
29	14915	6.70450			16731	5.98114			18531	5.38908			20284	5.00063		
30	14945	6.69110			16761	5.97576			18561	5.37929			20304	5.00003		
31	14975	6.67787			16791	5.96510			18591	5.36877			20367	4.99708		
32	15005	6.66463			16821	5.95448			18621	5.35805			20406	4.99056		
33	15034	6.65144			16851	5.94390			18651	5.34836			20436	4.98330		
34	15064	6.63831			16881	5.93335			18681	5.33826			20466	4.98605		
35	15094	6.62523			16911	5.92285			18711	5.32826			20497	4.97882		
36	15124	6.61219			16941	5.91235			18741	5.31843			20527	4.97161		
37	15153	6.59921			16971	5.9018										

	12°	13°	14°	15°					
	tan	cotan	tan	cotan	tan	cotan	tan	cotan	*
0	.21256	4.70463	.23087	4.33148	.24033	4.01078	.26705	3.73205	60
1	.21266	4.69791	.23117	4.32873	.24064	4.00882	.26692	3.73195	
2	.21316	4.69121	.23148	4.32001	.24095	4.00086	.26587	3.72338	
3	.21347	4.68452	.23179	4.31430	.25028	3.99592	.26888	3.71907	57
4	.21377	4.67786	.23209	4.30860	.25058	3.99099	.26920	3.71476	56
5	.21408	4.67121	.23240	4.30291	.25087	3.98607	.26951	3.71046	54
6	.21438	4.66454	.23271	4.29724	.25118	3.98117	.26982	3.70616	54
7	.21469	4.65797	.23301	4.29159	.25148	3.97627	.27013	3.70188	53
8	.21499	4.65130	.23332	4.28585	.25178	3.97139	.27044	3.69761	52
9	.21529	4.64462	.23363	4.27993	.25211	3.96643	.27075	3.69335	51
10	.21560	4.63825	.23393	4.27471	.25242	3.96165	.27107	3.68909	51
11	.21590	4.63171	.23424	4.26911	.25273	3.95680	.27138	3.68485	49
12	.21621	4.62518	.23455	4.26352	.25304	3.95196	.27169	3.68061	49
13	.21651	4.61868	.23485	4.25795	.25335	3.94713	.27201	3.67838	47
14	.21682	4.61219	.23516	4.25239	.25366	3.94232	.27232	3.67217	46
15	.21712	4.60572	.23547	4.24685	.25397	3.93751	.27263	3.66796	45
16	.21742	4.59914	.23578	4.24129	.25428	3.93270	.27293	3.66376	44
17	.21773	4.59283	.23608	4.23580	.25459	3.92793	.27324	3.65955	43
18	.21804	4.58641	.23639	4.23030	.25490	3.92316	.27357	3.65538	42
19	.21834	4.58001	.23670	4.22481	.25521	3.91839	.27388	3.65121	41
20	.21864	4.57363	.23700	4.21933	.25562	3.91364	.27419	3.64705	40
21	.21895	4.56726	.23731	4.21387	.25583	3.90890	.27451	3.64289	39
22	.21925	4.56091	.23762	4.20842	.25612	3.90417	.27482	3.63874	38
23	.21955	4.55454	.23793	4.20296	.25643	3.90040	.27513	3.63451	37
24	.21986	4.54826	.23823	4.19756	.25676	3.89474	.27544	3.63048	36
25	.22017	4.54196	.23854	4.19215	.25707	3.89004	.27575	3.62635	35
26	.22047	4.53568	.23885	4.18675	.25737	3.88536	.27607	3.62224	34
27	.22078	4.52941	.23916	4.18137	.25767	3.88068	.27638	3.61814	33
28	.22108	4.52316	.23946	4.17600	.25800	3.87601	.27670	3.61405	32
29	.22139	4.51693	.23977	4.17064	.25831	3.87136	.27701	3.60996	31
30	.22169	4.51071	.24000	4.16530	.25861	3.86671	.27732	3.60588	30
31	.22200	4.49541	.24039	4.15997	.25893	3.86208	.27764	3.60181	29
32	.22231	4.48932	.24069	4.15465	.25924	3.85745	.27795	3.59775	28
33	.22261	4.49215	.24100	4.14934	.25955	3.85284	.27826	3.59370	27
34	.22292	4.48600	.24131	4.14405	.25984	3.84824	.27858	3.58966	26
35	.22322	4.47986	.24162	4.13877	.26017	3.84364	.27889	3.58562	25
36	.22353	4.47374	.24193	4.13350	.26048	3.83906	.27920	3.58180	24
37	.22383	4.46764	.24224	4.12825	.26079	3.83449	.27952	3.57758	23
38	.22414	4.46156	.24254	4.12301	.26110	3.82981	.27983	3.57357	22
39	.22444	4.45548	.24285	4.11778	.26141	3.82537	.28014	3.56957	21
40	.22475	4.44945	.24316	4.11256	.26177	3.82083	.28046	3.56567	20
41	.22505	4.44338	.24347	4.10736	.26203	3.81630	.28077	3.56159	19
42	.22536	4.43735	.24377	4.10216	.26235	3.81177	.28109	3.55761	18
43	.22567	4.43134	.24408	4.09699	.26264	3.80726	.28140	3.55364	17
44	.22597	4.42534	.24439	4.09182	.26297	3.80276	.28172	3.54968	16
45	.22628	4.41936	.24470	4.08666	.26328	3.79816	.28214	3.54573	15
46	.22658	4.41328	.24501	4.08149	.26359	3.79358	.28246	3.54179	14
47	.22689	4.40745	.24532	4.07639	.26390	3.78931	.28266	3.53785	13
48	.22719	4.40182	.24562	4.07127	.26421	3.78488	.28297	3.53393	12
49	.22750	4.39560	.24593	4.06616	.26452	3.78040	.28329	3.53001	11
50	.22781	4.38969	.24624	4.06107	.26483	3.77595	.28360	3.52609	10
51	.22811	4.38381	.24655	4.05599	.26515	3.77152	.28391	3.52219	9
52	.22842	4.37793	.24686	4.05082	.26546	3.76708	.28421	3.51829	8
53	.22872	4.37205	.24717	4.04565	.26577	3.76258	.28452	3.51431	7
54	.22903	4.36623	.24747	4.04081	.26608	3.75828	.28486	3.51053	6
55	.22934	4.36040	.24778	4.03578	.26639	3.75388	.28517	3.50666	5
56	.22964	4.35459	.24809	4.03075	.26670	3.74950	.28549	3.50279	4
57	.22995	4.34879	.24840	4.02574	.26701	3.74512	.28580	3.49894	3
58	.23026	4.34300	.24871	4.02074	.26733	3.74075	.28612	3.49509	2
59	.23058	4.33723	.24903	4.01578	.26764	3.73640	.28643	3.49125	1
60	.23087	4.33148	.24933	4.01078	.26795	3.73205	.28675	3.48741	0
	cotan	77°	tan	cotan	76°	tan	cotan	75°	*

	16°	17°	18°	19°					
	tan	cotan	tan	cotan					
0	.28675	3.46741	.30573	3.27068					
1	.28706	3.48350	.30605	3.26745					
2	.28738	3.47977	.30637	3.26406					
3	.28769	3.47568	.30669	3.26067					
4	.28800	3.47216	.30700	3.25729					
5	.28832	3.46837	.30733	3.25392					
6	.28864	3.46458	.30764	3.25055					
7	.28895	3.46079	.30795	3.24776					
8	.28927	3.45700	.30828	3.24483					
9	.28958	3.45327	.30860	3.24049					
10	.28990	3.44951	.30891	3.23714					
11	.29021	3.44567	.30923	3.23381					
12	.29053	3.44202	.30953	3.23048					
13	.29084	3.43836	.30981	3.22715					
14	.29115	3.43471	.31013	3.22403					
15	.29147	3.43094	.31045	3.22095					
16	.29178	3.42713	.31083	3.21722					
17	.29210	3.42343	.31115	3.21392					
18	.29242	3.41973	.31147	3.21063					
19	.29274	3.41604	.31178	3.20734					
20	.29303	3.41236	.31218	3.20406					
21	.29337	3.40869	.31242	3.20079					
22	.29368	3.40502	.31274	3.19752					
23	.29400	3.40136	.31304	3.19426					
24	.29432	3.39771	.31334	3.19100					
25	.29463	3.39406	.31370	3.18775					
26	.29493	3.39042	.31402	3.18451					
27	.29524	3.38679	.31432	3.18127					
28	.29555	3.38316	.31462	3.17798					
29	.29580	3.37955	.31493	3.17469					
30	.29621	3.37594	.31520	3.17155					
31	.29653	3.37234	.31562	3.16838					
32	.29683	3.36875	.31594	3.16517					
33	.29713	3.36516	.31625	3.16197					
34	.29743	3.36156	.31656	3.15876					
35	.29780	3.35800	.31690	3.15576					
36	.29811	3.35443	.31722	3.15240					
37	.29843	3.35087	.31754	3.14922					
38	.29875	3.34732	.31784	3.14605					
39	.29905	3.34377	.31818	3.14288					
40	.29938	3.34025	.31856	3.13972					
41	.29970	3.33670	.31882	3.13655					
42	.30001	3.33317	.31914	3.13341					
43	.30033	3.32965	.31946	3.13027					
44	.30065	3.32614	.31978	3.12713					
45	.30097	3.32264	.32010	3.12400					
46	.30128	3.31914	.32042	3.12087					
47	.30160	3.31565	.32074	3.11775					
48	.30192	3.31216	.32104	3.11464					
49	.30224	3.30868	.32139	3.11153					
50	.30256	3.30521	.32171	3.10842					
51	.30287	3.30174	.32203	3.10822					
52	.30319	3.29820	.32235	3.10223					
53	.30351	3.29482	.32267	3.09914					
54	.30382	3.29139	.32299	3.09676					
55	.30413	3.28795	.32320	3.09439					
56	.30446	3.28452	.32363	3.09193					
57	.30478	3.28109	.32394	3.08853					
58	.30509	3.27767	.32428	3.08579					
59	.30541	3.27426	.32460	3.08207					
60	.30573	3.27085	.32492	3.07768					
	cotan	73°	tan	cotan	72°	tan	cotan	71°	tan

	20°		21°		22°		23°		
	tan	cotan	tan	cotan	tan	cotan	tan	cotan	
0	36397	2.74748	38386	2.60509	40403	2.47509	42447	2.35585	60
1	36430	2.74499	38420	2.60283	40436	2.47302	42482	2.35395	59
2	36463	2.74251	38453	2.60057	40470	2.47095	42516	2.35205	58
3	36496	2.74004	38487	2.59831	40504	2.46888	42551	2.35015	57
4	36529	2.73756	38520	2.59606	40538	2.46682	42586	2.34825	56
5	36562	2.73509	38553	2.59381	40572	2.46476	42620	2.34635	55
6	36595	2.73262	38587	2.59156	40606	2.46270	42654	2.34447	54
7	36628	2.73015	38620	2.58932	40640	2.46065	42688	2.34258	53
8	36661	2.72771	38654	2.58708	40674	2.45860	42722	2.34065	52
9	36694	2.72526	38687	2.58484	40707	2.45655	42757	2.33881	51
10	.36727	2.72281	.38721	2.58261	.40741	2.45451	.42791	2.33691	50
11	.36760	2.72036	.38754	2.58038	.40775	2.45246	.42826	2.33505	49
12	.36793	2.71792	.38787	2.57814	.40809	2.45043	.42860	2.33317	48
13	.36826	2.71545	.38820	2.57589	.40843	2.44839	.42894	2.33130	47
14	.36859	2.71305	.38854	2.57371	.40877	2.44636	.42929	2.32943	46
15	.36892	2.71062	.38888	2.57150	.40911	2.44433	.42963	2.32756	45
16	.36925	2.70819	.38921	2.56928	.40945	2.44230	.42998	2.32570	44
17	.36958	2.70577	.38954	2.56707	.40979	2.44027	.43032	2.32385	43
18	.36991	2.70335	.38988	2.56487	.41013	2.43825	.43067	2.32197	42
19	.37024	2.70094	.39022	2.56266	.41047	2.43623	.43101	2.32016	41
20	.37057	2.69853	.39055	2.56046	.41081	2.43422	.43136	2.31826	40
21	.37090	2.69612	.39089	2.55827	.41115	2.43220	.43170	2.31641	39
22	.37124	2.69371	.39122	2.55608	.41149	2.43019	.43205	2.31456	38
23	.37157	2.69131	.39156	2.55389	.41183	2.42819	.43239	2.31271	37
24	.37190	2.68892	.39190	2.55170	.41217	2.42618	.43274	2.31086	36
25	.37223	2.68653	.39223	2.54952	.41251	2.42418	.43300	2.30901	35
26	.37256	2.68414	.39257	2.54734	.41285	2.42217	.43334	2.30718	34
27	.37289	2.68175	.39290	2.54516	.41319	2.42019	.43378	2.30534	33
28	.37322	2.67937	.39324	2.54299	.41353	2.41819	.43412	2.30351	32
29	.37355	2.67700	.39357	2.54082	.41387	2.41620	.43447	2.30167	31
30	.37388	2.67462	.39391	2.53865	.41421	2.41421	.43481	2.29984	30
31	.37422	2.67225	.39425	2.53648	.41455	2.41223	.43516	2.29801	29
32	.37454	2.66989	.39458	2.53432	.41490	2.41022	.43550	2.29619	28
33	.37488	2.66752	.39491	2.53215	.41524	2.40827	.43585	2.29437	27
34	.37521	2.66515	.39524	2.53001	.41558	2.40629	.43620	2.29254	26
35	.37554	2.66281	.39559	2.52786	.41592	2.40432	.43654	2.29073	25
36	.37588	2.66046	.39593	2.52571	.41626	2.40235	.43689	2.28891	24
37	.37621	2.65811	.39626	2.52357	.41660	2.40038	.43724	2.28710	23
38	.37654	2.65576	.39660	2.52142	.41694	2.39841	.43758	2.28528	22
39	.37687	2.65342	.39694	2.51929	.41728	2.39645	.43793	2.28348	21
40	.37720	2.65109	.39727	2.51715	.41763	2.39449	.43828	2.28167	20
41	.37754	2.64875	.39751	2.51502	.41797	2.39223	.43862	2.27987	19
42	.37787	2.64642	.39785	2.51289	.41831	2.39028	.43897	2.27803	18
43	.37820	2.64410	.39820	2.51076	.41865	2.38862	.43932	2.27626	17
44	.37853	2.64177	.39862	2.50864	.41899	2.38668	.43966	2.27447	16
45	.37887	2.63945	.39896	2.50652	.41933	2.38473	.44001	2.27261	15
46	.37920	2.63714	.39930	2.50440	.41968	2.38279	.44039	2.27078	14
47	.37953	2.63483	.39963	2.50227	.42002	2.38084	.44071	2.26909	13
48	.37986	2.63256	.40007	2.50018	.42036	2.37891	.44105	2.26730	12
49	.38020	2.63021	.40031	2.49807	.42070	2.37697	.44140	2.26552	11
50	.38053	2.62791	.40065	2.49567	.42105	2.37504	.44175	2.26374	10
51	.38086	2.62561	.40098	2.49386	.42139	2.37311	.44210	2.26196	9
52	.38120	2.62332	.40132	2.49177	.42173	2.37118	.44244	2.26018	8
53	.38153	2.62103	.40166	2.48964	.42207	2.36924	.44279	2.25840	7
54	.38186	2.61874	.40199	2.48751	.42242	2.36733	.44314	2.25663	6
55	.38219	2.61646	.40234	2.48549	.42276	2.36541	.44349	2.25485	5
56	.38253	2.61418	.40267	2.48340	.42310	2.36349	.44384	2.25309	4
57	.38286	2.61190	.40301	2.48132	.42345	2.36158	.44418	2.25132	3
58	.38320	2.60963	.40335	2.47924	.42379	2.35967	.44453	2.24956	2
59	.38353	2.60736	.40369	2.47716	.42413	2.35776	.44488	2.24780	1
60	.38386	2.60509	.40403	2.47500	.42447	2.35585	.44523	2.24604	0
	cotan	tan	cotan	tan	cotan	tan	cotan	tan	
	69°		68°		67°		66°		

	24°		25°		26°		27°		
	tan	cotan	tan	cotan	tan	cotan	tan	cotan	
0	44523	2.24604	44631	2.14451	44773	2.04030	44953	1.94261	60
1	44558	2.24428	44666	2.14288	44809	2.04879	45089	1.96120	59
2	44593	2.24252	44670	2.14125	44845	2.04728	45102	1.95979	58
3	44627	2.24077	44677	2.13963	44881	2.04577	45163	1.95838	57
4	44662	2.23902	44732	2.13801	44917	2.04426	45199	1.95698	56
5	44697	2.23737	44808	2.13639	45053	2.04276	45211	1.95567	55
6	44732	2.23563	44879	2.13474	45189	2.04125	45273	1.95417	54
7	44767	2.23394	44916	2.13315	45279	2.04015	45345	1.95275	53
8	44802	2.23204	44959	2.13154	45362	2.03825	45424	1.95137	52
9	44837	2.23030	44950	2.13093	45393	2.03675	45486	1.95097	51
10	44872	2.22857	44985	2.12932	45414	2.03526	45519	1.94988	50
11	44907	2.22683	45021	2.12871	45470	2.03376	45536	1.94718	49
12	44942	2.22510	45056	2.12515	45492	2.03227	45593	1.94579	48
13	44977	2.22337	45086	2.12215	45527	2.03078	45614	1.94430	47
14	45012	2.22164	45120	2.11930	45567	2.02928	45677	1.94295	46
15	45047	2.21992	45163	2.11203	45613	2.02850	45703	1.94162	45
16	45082	2.21819	45199	2.10718	45651	2.02730	45782	1.94023	44
17	45117	2.21647	45234	2.10210	45718	2.02630	45872	1.93877	43
18	45152	2.21475	45270	2.09718	45755	2.02535	45959	1.93746	42
19	45187	2.21304	45305	2.09217	45805	2.02417	46051	1.93608	41
20	45222	2.21132	45344	2.08715	45864	2.02309	46158	1.93470	40
21	45257	2.20961	45377	2.08191	45932	2.02243	46204	1.93332	39
22	45292	2.20790	45412	2.07745	45968	2.02177	46211	1.93196	38
23	45327	2.20619	45447	2.07385	46004	2.02109	46278	1.93057	37
24	45362	2.20449	45483	2.06940	46040	2.01949	46325	1.92920	36
25	45397	2.20278	45517	2.06578	46076	2.01808	46375	1.92785	35
26	45432	2.20113	45552	2.06218	46104	2.01641	46418	1.92645	34
27	45467	2.19949	45587	2.05852	46133	2.01474	46477	1.92512	33
28	45502	2.19785	45621	2.05582	46163	2.01311	46550	1.92382	32
29	45537	2.19619	45656	2.05312	46193	2.01141	46627	1.92253	31
30	45572	2.19455	45691	2.05042	46220	2.01020	46703	1.92118	30
31	45606	2.19285	45727	2.04752	46249	2.00912	46779	1.92002	29
32	45641	2.19119	45762	2.04477	46277	2.00775	46856	1.91874	28
33	45676	2.18954	45800	2.04202	46305	2.00625	46925	1.91745	27
34	45711	2.18787	45836	2.03928	46334	2.00462	47000	1.91618	26
35	45746	2.18621	45872	2.03655	46363	2.00302	47067	1.91495	25
36	45781	2.18459	45907	2.03382	46392	2.00142	47134	1.91374	24
37	45815	2.18293	45942	2.03107	46420	1.99912	47191	1.91247	23
38	45854	2.18126	45976	2.02834	46448	1.99740	47248	1.91147	22
39	45889	2.17959	46010	2.02557	46476	1.99576	47295	1.91087	21
40	45924	2.17794	46045	2.02280	46505	1.99402	47342	1.90976	20
41	45960	2.17628	46080	2.01993	46533	1.99273	47389	1.90867	19
42	45995	2.17462	46117	2.01725	46563	1.99135	47437	1.90742	18
43	46030	2.17304	46153	2.01562	46604	1.99074	47477	1.90612	17
44	46065	2.17139	46189	2.01398	46645	1.98954	47527	1.905	

	28°		29°		30°		31°		
	tan	cotan	tan	cotan	tan	cotan	tan	cotan	
0.	.53171	1.88073	.55431	1.88406	.57735	1.73205	.60086	.66426	00
1.	.53208	1.87941	.55469	1.88228	.57774	1.73086	.60218	.66589	00
2.	.53246	1.87809	.55507	1.88158	.57813	1.72973	.60354	.66750	00
3.	.53284	1.87676	.55545	1.88054	.57851	1.72857	.60490	.66919	00
4.	.53320	1.87544	.55583	1.79911	.57890	1.72741	.60625	.67089	00
5.	.53358	1.87415	.55621	1.79788	.57929	1.72625	.60754	.67258	00
6.	.53395	1.87283	.55659	1.79665	.57968	1.72509	.60884	.67427	00
7.	.53432	1.87152	.55697	1.79542	.58007	1.72393	.61014	.67596	00
8.	.53470	1.87021	.55736	1.79419	.58046	1.72278	.61143	.67765	00
9.	.53507	1.86891	.55774	1.79296	.58085	1.72162	.61273	.67934	00
10.	.53544	1.86760	.55812	1.79174	.58124	1.72047	.61403	.68145	01
11.	.53582	1.86630	.55850	1.79056	.58162	1.71932	.61532	.68324	00
12.	.53620	1.86500	.55888	1.78929	.58201	1.71817	.61662	.68500	00
13.	.53657	1.86368	.55926	1.78807	.58240	1.71702	.61792	.68679	00
14.	.53694	1.86239	.55964	1.78685	.58279	1.71588	.61921	.68858	00
15.	.53732	1.86109	.56003	1.78562	.58318	1.71474	.62051	.70037	00
16.	.53769	1.86076	.56041	1.78439	.58357	1.71360	.62181	.70216	00
17.	.53806	1.86043	.56079	1.78316	.58396	1.71244	.62311	.70395	00
18.	.53844	1.85970	.56117	1.78198	.58435	1.71129	.62440	.70574	00
19.	.53882	1.85931	.56156	1.78077	.58474	1.71015	.62569	.70753	00
20.	.53920	1.85862	.56194	1.77955	.58513	1.70901	.62688	.70936	00
21.	.53957	1.85833	.56233	1.77834	.58552	1.70787	.60921	.64148	00
22.	.53995	1.85764	.56271	1.77713	.58591	1.70673	.60960	.64041	00
23.	.54032	1.85693	.56309	1.77592	.58631	1.70560	.61000	.63934	00
24.	.54070	1.85645	.56347	1.77471	.58670	1.70446	.61040	.63826	00
25.	.54107	1.85585	.56385	1.77351	.58709	1.70332	.61080	.63719	00
26.	.54145	1.85526	.56424	1.77230	.58748	1.70219	.61120	.63612	00
27.	.54183	1.85461	.56462	1.77110	.58787	1.70106	.61160	.63505	00
28.	.54220	1.85433	.56500	1.76990	.58826	1.69992	.61200	.63398	00
29.	.54258	1.85405	.56539	1.76869	.58865	1.69874	.61239	.63292	01
30.	.54294	1.85377	.56577	1.76749	.58904	1.69764	.61280	.63185	00
31.	.54333	1.85449	.56616	1.76630	.58944	1.69653	.61320	.63079	00
32.	.54371	1.85322	.56654	1.76510	.58983	1.69541	.61360	.62972	00
33.	.54409	1.85374	.56693	1.76390	.59023	1.69428	.61400	.62866	00
34.	.54446	1.85367	.56731	1.76271	.59061	1.69315	.61439	.62764	00
35.	.54484	1.85340	.56766	1.76150	.59099	1.69200	.61480	.62664	00
36.	.54522	1.85318	.56805	1.76029	.59140	1.69091	.61530	.62564	00
37.	.54560	1.85285	.56843	1.75913	.59179	1.68979	.61561	.62442	00
38.	.54597	1.85253	.56881	1.75794	.59218	1.68865	.61601	.62336	00
39.	.54635	1.85233	.56923	1.75675	.59258	1.68754	.61641	.62230	01
40.	.54673	1.85200	.56963	1.75556	.59297	1.68643	.61681	.62125	00
41.	.54711	1.85278	.57000	1.75437	.59336	1.68531	.61721	.62019	00
42.	.54748	1.85264	.57036	1.75316	.59375	1.68410	.61761	.61914	00
43.	.54786	1.85242	.57073	1.75200	.59415	1.68306	.61801	.61806	00
44.	.54824	1.85220	.57116	1.75082	.59454	1.68196	.61842	.61703	00
45.	.54862	1.85207	.57156	1.74964	.59494	1.68085	.61882	.61606	00
46.	.54900	1.85180	.57193	1.74845	.59533	1.67974	.61922	.61503	00
47.	.54938	1.85205	.57233	1.74738	.59573	1.67863	.61962	.61388	00
48.	.54975	1.85189	.57271	1.74610	.59612	1.67762	.62003	.61285	00
49.	.55013	1.85177	.57309	1.74492	.59651	1.67641	.62043	.61181	00
50.	.55050	1.85149	.57346	1.74375	.59691	1.67530	.62083	.61074	00
51.	.55089	1.85159	.57386	1.74257	.59730	1.67419	.62124	.60970	00
52.	.55127	1.85130	.57425	1.74140	.59770	1.67309	.62164	.60865	00
53.	.55165	1.85127	.57464	1.74022	.59809	1.67198	.62204	.60761	00
54.	.55203	1.85110	.57503	1.73905	.59840	1.67088	.62245	.60657	00
55.	.55241	1.85092	.57541	1.73784	.59880	1.66978	.62285	.60553	00
56.	.55279	1.85090	.57581	1.73671	.59918	1.66867	.62326	.60449	00
57.	.55317	1.85077	.57619	1.73556	.59957	1.66757	.62366	.60345	00
58.	.55355	1.85063	.57657	1.73438	.60007	1.66647	.62406	.60241	00
59.	.55393	1.85020	.57694	1.73231	.60046	1.66538	.62446	.60137	00
60.	.55431	1.85045	.57735	1.73205	.60086	1.66428	.62487	.60033	00
61.	cotan		cotan		cotan		cotan		
61°	tan		tan		tan		tan		

	32°		33°		34°		35°		
	tan	cotan	tan	cotan	tan	cotan	tan	cotan	
0.	.62487	1.59003	.64941	1.59386	.67451	1.49266	.70021	1.42815	00
1.	.62527	1.59030	.64982	1.59388	.67493	1.49163	.70044	1.42839	00
2.	.62568	1.59056	.65023	1.59371	.67536	1.48070	.70107	1.42638	00
3.	.62608	1.59073	.65063	1.59362	.67578	1.47977	.70151	1.42550	00
4.	.62649	1.59091	.65104	1.59353	.67620	1.47885	.70194	1.42462	00
5.	.62689	1.59109	.65145	1.59344	.67663	1.47792	.70238	1.42374	00
6.	.62729	1.59127	.65186	1.59335	.67703	1.47699	.70281	1.42286	00
7.	.62769	1.59145	.65227	1.59326	.67743	1.47597	.70325	1.42202	00
8.	.62809	1.59162	.65262	1.59317	.67785	1.47495	.70369	1.42122	00
9.	.62852	1.59180	.65302	1.59308	.67824	1.47393	.70412	1.42034	00
10.	.62892	1.59200	.65342	1.59299	.67865	1.47291	.70455	1.41934	00
11.	.62933	1.59218	.65380	1.59291	.67903	1.47191	.70499	1.41847	00
12.	.62973	1.59236	.65417	1.59274	.67940	1.47096	.70542	1.41759	00
13.	.63014	1.59254	.65456	1.59255	.68002	1.46993	.70586	1.41672	00
14.	.63054	1.59272	.65494	1.59236	.68043	1.46892	.70629	1.41584	00
15.	.63093	1.59290	.65533	1.59217	.68084	1.46789	.70672	1.41497	00
16.	.63136	1.59308	.65571	1.59198	.68125	1.46686	.70714	1.41416	00
17.	.63177	1.59326	.65609	1.59179	.68163	1.46583	.70757	1.41333	00
18.	.63217	1.59344	.65647	1.59160	.68201	1.46484	.70799	1.41253	00
19.	.63257	1.59362	.65685	1.59141	.68239	1.46382	.70842	1.41164	00
20.	.63297	1.59380	.65721	1.59122	.68277	1.46280	.70874	1.41071	00
21.	.63340	1.59398	.65759	1.59103	.68316	1.46179	.70903	1.40979	00
22.	.63380	1.59416	.65794	1.59083	.68354	1.46078	.70947	1.40886	00
23.	.63421	1.59434	.65832	1.59064	.68392	1.45976	.71037	1.40793	00
24.	.63462	1.59452	.65870	1.59045	.68430	1.45875	.71076	1.40691	00
25.	.63503	1.59470	.65908	1.59026	.68468	1.45774	.71116	1.40602	00
26.	.63544	1.59488	.65946	1.59007	.68507	1.45673	.71154	1.40504	00
27.	.63584	1.59506	.65984	1.59088	.68546	1.45572	.71198	1.40454	00
28.	.63625	1.59524	.66023	1.59070	.68584	1.45471	.71242	1.40367	00
29.	.63666	1.59542	.66061	1.59051	.68622	1.45370	.71285	1.40281	00
30.	.63707	1.59560	.66099	1.59032	.68660	1.45269	.71329	1.40196	00
31.	.63748	1.59588	.66137	1.59013	.68700	1.45160	.71373	1.40109	00
32.	.63789	1.59606	.66175	1.59092	.68738	1.45057	.71417	1.40022	00
33.	.63830	1.59644	.66213	1.59073	.68776	1.44952	.71461	1.39936	00
34.	.63870	1.59683	.66251	1.59054	.68814	1.44849	.71505	1.39850	00
35.	.63910	1.59721	.66289	1.59035	.68852	1.44748	.71549	1.39764	00
36.	.63953	1.59759	.66327	1.59016	.68890	1.44646	.71589	1.39679	00
37.	.63994	1.59797	.66365	1.59097	.68928	1.44545	.71627	1.39590	00
38.	.64035	1.59835	.66403	1.59078	.68966	1.44444	.71676	1.39507	00
39.	.64076	1.59873	.66441	1.59061	.69004	1.44343	.71725	1.39421	00
40.	.64117	1.59911	.66479	1.59042	.69042	1.44242	.71772	1.39342	00
41.	.64158	1.59949	.66510	1.59023	.69080	1.44141	.71813	1.39250	00
42.	.64199	1.59987	.66548	1.59004	.69119	1.44040	.71852	1.39165	00
43.	.64240	1.60025	.66587	1.58974	.69158	1.43939	.71891	1.39077	00
44.	.64281	1.60063	.66625	1.58952	.69196	1.43837	.71946	1.38986	00
45.	.64322	1.60091	.66663	1.58931	.69232	1.4373			

	36°		37°		38°		39°		
	tan	cotan	tan	cotan	tan	cotan	tan	cotan	
0	7.2658	1.37638	.75335	1.32709	.78129	1.27994	.80978	1.23490	60
1	7.2699	1.37554	.75401	1.32624	.78175	1.27917	.81027	1.23433	58
2	7.2743	1.37470	.75447	1.32544	.78227	1.27869	.81123	1.23270	57
3	7.2788	1.37387	.75502	1.32538	.78316	1.27688	.81171	1.23198	56
4	7.2822	1.37302	.75538	1.32581	.78363	1.27611	.81220	1.23123	55
5	7.2877	1.37218	.75584	1.32504	.78410	1.27535	.81268	1.23050	54
6	7.2921	1.37134	.75629	1.32444	.78457	1.27458	.81316	1.22977	53
7	7.2966	1.37050	.75675	1.32144	.78504	1.27385	.81364	1.22904	52
8	7.3010	1.36967	.75721	1.32061	.78551	1.27306	.81413	1.22811	51
9	7.3053	1.36883	.75767	1.31984	.78591	1.27226	.81461	1.22758	50
10	7.3100	1.36800	.75812	1.31904	.78508	1.27230	.81461	1.22758	50
11	7.3144	1.36716	.75858	1.31825	.78645	1.27153	.81510	1.22685	49
12	7.3181	1.36633	.75904	1.31745	.78692	1.27077	.81558	1.22612	48
13	7.3234	1.36549	.75950	1.31666	.78739	1.27001	.81603	1.22539	47
14	7.3278	1.36466	.75996	1.31588	.78786	1.26925	.81655	1.22467	46
15	7.3323	1.36383	.76042	1.31507	.78834	1.26849	.81709	1.22392	45
16	7.3368	1.36300	.76088	1.31427	.78881	1.26772	.81762	1.22319	44
17	7.3413	1.36216	.76134	1.31348	.78928	1.26698	.81800	1.22249	43
18	7.3457	1.36133	.76180	1.31269	.78975	1.26622	.81849	1.22176	42
19	7.3502	1.36051	.76226	1.31190	.79022	1.26544	.81898	1.22104	41
20	7.3547	1.35968	.76272	1.31110	.79070	1.26471	.81946	1.22031	40
21	7.3592	1.35885	.76318	1.31031	.79117	1.26395	.81995	1.21959	39
22	7.3637	1.35802	.76364	1.30952	.79164	1.26319	.82044	1.21886	38
23	7.3681	1.35718	.76410	1.30873	.79212	1.26244	.82092	1.21814	37
24	7.3725	1.35637	.76456	1.30795	.79259	1.26169	.82141	1.21742	36
25	7.3771	1.35554	.76502	1.30716	.79306	1.26093	.82190	1.21670	35
26	7.3816	1.35472	.76548	1.30637	.79354	1.26018	.82238	1.21598	34
27	7.3861	1.35389	.76594	1.30558	.79401	1.25943	.82287	1.21526	33
28	7.3906	1.35307	.76640	1.30480	.79449	1.25867	.82336	1.21454	32
29	7.3951	1.35224	.76686	1.30401	.79496	1.25792	.82385	1.21382	31
30	7.3996	1.35142	.76733	1.30323	.79544	1.25717	.82434	1.21310	30
31	7.4041	1.35060	.76779	1.30244	.79591	1.25642	.82483	1.21238	29
32	7.4086	1.34978	.76825	1.30166	.79639	1.25567	.82531	1.21166	28
33	7.4131	1.34896	.76871	1.30087	.79686	1.25492	.82580	1.21094	27
34	7.4176	1.34814	.76918	1.30009	.79734	1.25417	.82629	1.20923	26
35	7.4221	1.34732	.76964	1.29931	.79781	1.25343	.82674	1.20851	25
36	7.4267	1.34649	.77010	1.29846	.79829	1.25267	.82717	1.20789	24
37	7.4313	1.34567	.77057	1.29775	.79877	1.25193	.82776	1.20708	23
38	7.4348	1.34487	.77103	1.29696	.79924	1.25118	.82825	1.20736	22
39	7.4402	1.34405	.77149	1.29618	.79972	1.25044	.82874	1.20665	21
40	7.4447	1.34323	.77196	1.29541	.80020	1.24969	.82923	1.20593	20
41	7.4492	1.34242	.77242	1.29463	.80067	1.24895	.82972	1.20522	19
42	7.4538	1.34160	.77289	1.29382	.80113	1.24829	.83029	1.20452	18
43	7.4583	1.34077	.77335	1.29307	.80163	1.24748	.83071	1.20379	17
44	7.4628	1.34094	.77382	1.29229	.80211	1.24672	.83120	1.20308	16
45	7.4674	1.33918	.77428	1.29152	.80258	1.24597	.83169	1.20237	15
46	7.4719	1.33835	.77475	1.29074	.80305	1.24523	.83218	1.20164	14
47	7.4764	1.33754	.77521	1.28997	.80354	1.24449	.83268	1.20095	13
48	7.4810	1.33673	.77568	1.28919	.80402	1.24375	.83317	1.20024	12
49	7.4855	1.33592	.77615	1.28842	.80450	1.24301	.83366	1.19953	11
50	7.4900	1.33511	.77661	1.28764	.80498	1.24227	.83415	1.19882	10
51	7.4946	1.33430	.77708	1.28687	.80546	1.24153	.83465	1.19811	9
52	7.4991	1.33349	.77754	1.28610	.80594	1.24079	.83514	1.19740	8
53	7.5037	1.33268	.77791	1.28533	.80642	1.24001	.83564	1.19669	7
54	7.5082	1.33187	.77848	1.28456	.80690	1.23931	.83613	1.19599	6
55	7.5128	1.33107	.77895	1.28379	.80738	1.23858	.83661	1.19528	5
56	7.5173	1.33026	.77941	1.28302	.80786	1.23784	.83717	1.19457	4
57	7.5219	1.32946	.77988	1.28230	.80824	1.23710	.83761	1.19387	3
58	7.5265	1.32865	.78035	1.28148	.80862	1.23637	.83811	1.19316	2
59	7.5310	1.32781	.78082	1.28071	.80920	1.23563	.83860	1.19246	1
60	7.5355	1.32701	.78129	1.27994	.80978	1.23490	.83910	1.19175	0
	cotan	tan	cotan	tan	cotan	tan	cotan	tan	
	53°		52°		51°		50°		

	40°		41°		42°		43°		
	tan	cotan	tan	cotan	tan	cotan	tan	cotan	
0	1.84510	1.19175	1.86299	1.15037	1.90040	1.11061	1.93252	1.07237	60
1	1.84509	1.19174	1.86298	1.15036	1.90039	1.11060	1.93260	1.07234	59
2	1.84509	1.19173	1.86297	1.15035	1.90038	1.11059	1.93269	1.07233	58
3	1.84509	1.19172	1.86296	1.15034	1.90037	1.11058	1.93278	1.07232	57
4	1.84108	1.18894	1.86285	1.14767	1.90251	1.10802	1.93469	1.06987	56
5	1.84108	1.18893	1.86284	1.14766	1.90250	1.10737	1.93524	1.06986	55
6	1.84205	1.18754	1.86236	1.14632	1.90357	1.10672	1.93578	1.06982	54
7	1.84205	1.18753	1.86235	1.14631	1.90356	1.10671	1.93602	1.06981	53
8	1.84307	1.18634	1.86234	1.14593	1.90355	1.10543	1.93688	1.06978	52
9	1.84307	1.18633	1.86233	1.14592	1.90354	1.10542	1.93687	1.06977	51
10	1.84407	1.18474	1.86241	1.14474	1.90463	1.10461	1.93737	1.06976	50
11	1.84457	1.18404	1.86240	1.14404	1.90462	1.10414	1.93797	1.06975	49
12	1.84507	1.18334	1.86239	1.14329	1.90461	1.10384	1.93836	1.06974	48
13	1.84506	1.18324	1.86238	1.14328	1.90460	1.10383	1.93896	1.06973	47
14	1.84606	1.18194	1.86195	1.14095	1.90781	1.10156	1.94016	1.06865	46
15	1.84606	1.18193	1.86194	1.14094	1.90780	1.10155	1.94015	1.06864	45
16	1.84706	1.17965	1.86193	1.13767	1.90779	1.10076	1.94400	1.06823	44
17	1.84706	1.17964	1.86192	1.13766	1.90778	1.10075	1.94400	1.06822	43
18	1.84806	1.17824	1.86191	1.13587	1.90839	1.10074	1.94400	1.06821	42
19	1.84806	1.17823	1.86190	1.13586	1.90838	1.10073	1.94400	1.06820	41
20	1.84905	1.17777	1.86190	1.13512	1.90837	1.10072	1.94400	1.06819	40
21	1.84936	1.17708	1.86007	1.13461	1.90836	1.10071	1.94400	1.06818	39
22	1.84936	1.17707	1.86006	1.13460	1.90835	1.10070	1.94400	1.06817	38
23	1.85037	1.17639	1.86005	1.13381	1.90834	1.10069	1.94400	1.06816	37
24	1.85107	1.17550	1.86004	1.13248	1.90833	1.10068	1.94400	1.06815	36
25	1.85157	1.17430	1.86003	1.13214	1.90832	1.10067	1.94400	1.06814	35
26	1.85207	1.17361	1.86002	1.13085	1.90831	1.10066	1.94400	1.06813	34
27	1.85257	1.17292	1.86001	1.13033	1.90830	1.10065	1.94400	1.06812	33
28	1.85307	1.17232	1.86000	1.13023	1.90829	1.10064	1.94400	1.06811	32
29	1.85357	1.17172	1.86000	1.13012	1.90828	1.10063	1.94400	1.06810	31
30	1.85407	1.17112	1.86000	1.13001	1.90827	1.10062	1.94400	1.06809	30
31	1.85458	1.17016	1.86000	1.12963	1.90826	1.10061	1.94400	1.06808	29
32	1.85509	1.16947	1.86000	1.12907	1.90825	1.10060	1.94400	1.06807	28
33	1.85559	1.16878	1.86000	1.12851	1.90824	1.10059	1.94400	1.06806	27
34	1.85609	1.16818	1.86000	1.12791	1.90823	1.10058	1.94400	1.06805	26
35	1.85660	1.16741	1.86000	1.12732	1.90822	1.10057	1.94400	1.06804	25
36	1.85710	1.16672	1.86000	1.12673	1.90821	1.10056	1.94400	1.06803	24
37	1.85761	1.16603	1.86000	1.12614	1.90820	1.10055	1.94400	1.06802	23
38	1.85811	1.16535	1.86000	1.12551	1.90819	1.10054	1.94400	1.06801	22
39	1.85862	1.16466	1.86000	1.12481	1.90818	1.10053	1.94400	1.06800	21
40	1.85912	1.16395	1.86000	1.12421	1.90817	1.10052	1.94400	1.06	

	44°				44°				44°			
	tan	cotan	'	'	tan	cotan	'	'	tan	cotan	'	'
0 .96569	1.03553	60 21	.97756	1.02295	39 41	.98901	1.01112	19				
1 .98225	1.02003	59 22	.97813	1.02236	38 42	.98958	1.01053	18				
2 .96041	1.03433	58 23	.97870	1.02176	37 43	.99016	1.00994	17				
3 .96738	1.03372	57 24	.97927	1.02117	36 44	.99073	1.00935	16				
4 .98704	1.03312	56 25	.97984	1.02057	35 45	.99131	1.00876	15				
5 .96850	1.03252	55 26	.98041	1.01998	34 46	.99189	1.00819	14				
6 .96907	1.03192	54 27	.98098	1.01939	33 47	.99247	1.00759	13				
7 .96963	1.03132	53 28	.98155	1.01878	32 48	.99304	1.00701	12				
8 .97020	1.03072	52 29	.98213	1.01819	31 49	.99362	1.00642	11				
9 .97076	1.03012	51 30	.98270	1.01761	30 50	.99420	1.00583	10				
10 .97133	1.02952	50	31 .98327	1.01702	29 51	.99478	1.00525	9				
11 .97180	1.02892	49 32	.98384	1.01642	28 52	.99536	1.00467	8				
12 .97240	1.02832	48 33	.98441	1.01583	27 53	.99594	1.00408	7				
13 .97302	1.02772	47 34	.98499	1.01524	26 54	.99652	1.00350	6				
14 .97356	1.02713	46 35	.98556	1.01465	25 55	.99710	1.00291	5				
15 .97416	1.02653	45 36	.98613	1.01406	24 56	.99768	1.00233	4				
16 .97474	1.02593	44 37	.98671	1.01347	23 57	.99826	1.00175	3				
17 .97530	1.02533	43 38	.98728	1.01284	22 58	.99884	1.00116	2				
18 .97586	1.02474	42 39	.98786	1.01226	21 59	.99942	1.00058	1				
19 .97643	1.02414	41 40	.98843	1.01170	20 60	1			1	0		
20 .97700	1.02355	40										
	cotan	45° tan			cotan	45° tan			cotan	45° tan		

	seno	1° coseno	seno	2° coseno	seno	3° coseno	seno	4° coseno	
0 .01745	.99985	.03490	.99939	.05234	.99863	.06976	.99756	.60	
1 .01774	.99984	.03519	.99938	.05263	.99861	.07005	.99754	.59	
2 .01803	.99984	.03548	.99937	.05292	.99860	.07034	.99752	.58	
3 .01832	.99983	.03577	.99936	.05321	.99858	.07063	.99750	.57	
4 .01862	.99983	.03606	.99935	.05350	.99857	.07092	.99748	.56	
5 .01892	.99982	.03635	.99934	.05379	.99855	.07121	.99747	.55	
6 .01920	.99982	.03664	.99933	.05408	.99854	.07150	.99744	.54	
7 .01949	.99981	.03693	.99932	.05437	.99852	.07179	.99742	.53	
8 .01978	.99980	.03723	.99931	.05466	.99851	.07208	.99740	.52	
9 .02007	.99980	.03752	.99930	.05495	.99849	.07237	.99738	.51	
10 .02036	.99979	.03781	.99929	.05524	.99847	.07264	.99736	.50	

### Senos y Cosenos

	0°				0°				0°			
	seno	coseno	'	'	seno	coseno	'	'	seno	coseno	'	'
0 .00000	1		60 21	.00611	.99998	39 41	.01193	.99993	19			
1 .00029		1	59 22	.00640	.99998	38 42	.01222	.99993	18			
2 .00048		1	58 23	.00669	.99998	37 43	.01251	.99992	17			
3 .00087		1	57 24	.00698	.99998	36 44	.01280	.99992	16			
4 .00116		1	56 25	.00727	.99997	35 45	.01309	.99991	15			
5 .00145		1	55 26	.00756	.99997	34 46	.01338	.99991	14			
6 .00175		1	54 27	.00785	.99997	33 47	.01367	.99991	13			
7 .00204		1	53 28	.00814	.99997	32 48	.01396	.99990	12			
8 .00233		1	52 29	.00844	.99996	31 49	.01425	.99990	11			
9 .00262		1	51 30	.00873	.99996	30 50	.01454	.99989	10			
10 .00291		1	50									
	0.0902	.99996	29 51	.01483	.99989	9						
11 .00320	.99999	49 32	.00931	.99996	28 52	.01513	.99999	8				
12 .00349	.99999	48 33	.00960	.99995	27 53	.01542	.99998	7				
13 .00378	.99999	47 34	.00989	.99995	26 54	.01571	.99997	6				
14 .00407	.99999	46 35	.01018	.99995	25 55	.01600	.99997	5				
15 .00436	.99999	45 36	.01047	.99995	24 56	.01629	.99997	4				
16 .00465	.99999	44 37	.01076	.99994	23 57	.01658	.99996	3				
17 .00494	.99999	43 38	.01105	.99994	22 58	.01687	.99996	2				
18 .00524	.99999	42 39	.01134	.99994	21 59	.01716	.99995	1				
19 .00553	.99998	41 40	.01164	.99993	20 60	.01745	.99995	0				
20 .00582	.99998	40										
	coseno	seno			coseno	seno			coseno	seno		

	seno	88° coseno	seno	87° coseno	seno	86° coseno	seno	85° coseno	
51 .03228	.99948	.04972	.99876	.06714	.99774	.08455	.99642	.9	
52 .03257	.99947	.05001	.99875	.06743	.99772	.08484	.99639	.8	
53 .03286	.99946	.05030	.99873	.06773	.99770	.08513	.99637	.7	
54 .03316	.99945	.05059	.99872	.06803	.99768	.08542	.99635	.6	
55 .03345	.99944	.05088	.99870	.06831	.99766	.08571	.99632	.5	
56 .03374	.99943	.05117	.99869	.06859	.99764	.08600	.99630	.4	
57 .03403	.99942	.05146	.99867	.06889	.99762	.08629	.99627	.3	
58 .03432	.99941	.05175	.99866	.06918	.99760	.08658	.99625	.2	
59 .03461	.99940	.05205	.99864	.06947	.99758	.08687	.99622	.1	
60 .03490	.99939	.05234	.99863	.06976	.99756	.08716	.99619	0	
	coseno	88° seno		coseno	87° seno		coseno	86° seno	

	5°	seno	coseno	6°	seno	coseno	7°	seno	coseno	8°	seno	coseno	
0	.08716	.99619	.10453	.99452	.12187	.99255	.13917	.99027	.60				
1	.08745	.99617	.10482	.99449	.12218	.99251	.13957	.99019	.59				
2	.08774	.99614	.10510	.99446	.12248	.99248	.13975	.99011	.58				
3	.08803	.99609	.10540	.99443	.12278	.99244	.14004	.99015	.57				
4	.08831	.99606	.10569	.99440	.12302	.99240	.14033	.99011	.56				
5	.08860	.99607	.10597	.99437	.12331	.99237	.14061	.99006	.55				
6	.08889	.99604	.10626	.99434	.12360	.99233	.14090	.99002	.54				
7	.08918	.99602	.10655	.99431	.12389	.99230	.14119	.98998	.53				
8	.08947	.99599	.10684	.99428	.12418	.99226	.14148	.98994	.52				
9	.08976	.99596	.10713	.99425	.12447	.99222	.14177	.98990	.51				
10	.09005	.99594	.10742	.99421	.12476	.99219	.14205	.98986	.50				
11	.09034	.99501	.10771	.99418	.12504	.99215	.14234	.98982	.49				
12	.09063	.99588	.10800	.99415	.12533	.99211	.14263	.98978	.48				
13	.09092	.99588	.10829	.99412	.12562	.99208	.14292	.98973	.47				
14	.09121	.99583	.10858	.99409	.12591	.99204	.14320	.98969	.46				
15	.09150	.99580	.10887	.99406	.12620	.99200	.14349	.98965	.45				
16	.09179	.99578	.10916	.99402	.12649	.99197	.14378	.98961	.44				
17	.09208	.99575	.10945	.99399	.12678	.99193	.14407	.98957	.43				
18	.09237	.99572	.10973	.99396	.12707	.99189	.14436	.98953	.42				
19	.09266	.99570	.11002	.99393	.12735	.99186	.14464	.98949	.41				
20	.09295	.99567	.11031	.99390	.12764	.99182	.14493	.98944	.40				
21	.09324	.99564	.11060	.99386	.12793	.99178	.14522	.98940	.39				
22	.09353	.99562	.11089	.99383	.12822	.99175	.14551	.98936	.38				
23	.09382	.99559	.11118	.99380	.12851	.99172	.14580	.98932	.37				
24	.09411	.99556	.11147	.99377	.12880	.99167	.14608	.98927	.36				
25	.09440	.99553	.11176	.99374	.12908	.99163	.14637	.98923	.35				
26	.09469	.99550	.11205	.99370	.12937	.99160	.14666	.98919	.34				
27	.09498	.99548	.11234	.99367	.12966	.99156	.14695	.98914	.33				
28	.09527	.99545	.11263	.99364	.12995	.99152	.14723	.98910	.32				
29	.09556	.99542	.11291	.99360	.13024	.99148	.14752	.98906	.31				
30	.09585	.99540	.11320	.99357	.13053	.99144	.14781	.98902	.30				
31	.09614	.99537	.11349	.99354	.13081	.99141	.14810	.98897	.29				
32	.09642	.99534	.11378	.99351	.13110	.99137	.14838	.98893	.28				
33	.09671	.99531	.11407	.99347	.13139	.99133	.14867	.98889	.27				
34	.09700	.99528	.11436	.99344	.13168	.99129	.14895	.98884	.26				
35	.09729	.99526	.11465	.99341	.13197	.99125	.14925	.98880	.25				
36	.09758	.99523	.11494	.99337	.13226	.99122	.14954	.98876	.24				
37	.09787	.99520	.11523	.99334	.13254	.99118	.14982	.98871	.23				
38	.09816	.99517	.11552	.99331	.13283	.99114	.15011	.98867	.22				
39	.09845	.99514	.11580	.99327	.13312	.99110	.15040	.98863	.21				
40	.09874	.99511	.11609	.99324	.13341	.99106	.15069	.98858	.20				
41	.09903	.99508	.11638	.99320	.13370	.99102	.15097	.98854	.19				
42	.09932	.99506	.11667	.99317	.13399	.99098	.15126	.98849	.18				
43	.09961	.99503	.11696	.99314	.13427	.99094	.15155	.98845	.17				
44	.09990	.99500	.11725	.99310	.13456	.99091	.15184	.98841	.16				
45	.10019	.99497	.11754	.99307	.13485	.99087	.15212	.98838	.15				
46	.10048	.99494	.11783	.99303	.13514	.99083	.15241	.98833	.14				
47	.10077	.99491	.11812	.99300	.13543	.99079	.15270	.98827	.13				
48	.10106	.99488	.11840	.99297	.13572	.99075	.15299	.98823	.12				
49	.10135	.99485	.11869	.99293	.13600	.99071	.15327	.98818	.11				
50	.10164	.99482	.11898	.99290	.13629	.99067	.15356	.98814	.10				
51	.10192	.99479	.11927	.99286	.13658	.99063	.15385	.98809	.9				
52	.10221	.99476	.11956	.99283	.13687	.99059	.15414	.98805	.8				
53	.10250	.99473	.11985	.99279	.13716	.99055	.15442	.98800	.7				
54	.10279	.99470	.12014	.99276	.13744	.99051	.15470	.98796	.6				
55	.10308	.99467	.12043	.99273	.13773	.99047	.15500	.98787	.5				
56	.10337	.99464	.12071	.99269	.13802	.99043	.15529	.98778	.4				
57	.10366	.99461	.12100	.99265	.13831	.99039	.15557	.98772	.3				
58	.10395	.99458	.12129	.99262	.13860	.99035	.15586	.98778	.2				
59	.10424	.99455	.12158	.99258	.13889	.99031	.15615	.98773	.1				
60	.10453	.99452	.12187	.99255	.13917	.99027	.15643	.98769	.0				

	9°	seno	coseno	10°	seno	coseno	11°	seno	coseno	12°	seno	coseno	
0	.15643	.98769	.17365	.98481	.19081	.98163	.20791	.97815	.60				
1	.15672	.98765	.17393	.98484	.19109	.98157	.20820	.97809	.59				
2	.15701	.98761	.17421	.98487	.19138	.98151	.20849	.97803	.58				
3	.15730	.98755	.17451	.98496	.19167	.98146	.20868	.97797	.57				
4	.15758	.98751	.17479	.98491	.19195	.98140	.20895	.97791	.56				
5	.15787	.98746	.17508	.98485	.19224	.98135	.20933	.97784	.55				
6	.15816	.98741	.17537	.98480	.19252	.98129	.20962	.97778	.54				
7	.15845	.98737	.17565	.98475	.19281	.98124	.20990	.97772	.53				
8	.15873	.98732	.17594	.98470	.19309	.98118	.21019	.97766	.52				
9	.15902	.98728	.17623	.98465	.19338	.98112	.21047	.97760	.51				
10	.15931	.98724	.17651	.98460	.19366	.98107	.21076	.97754	.50				
11	.15959	.98718	.17680	.98425	.19395	.98101	.21104	.97748	.49				
12	.15988	.98714	.17708	.98420	.19423	.98096	.21132	.97742	.48				
13	.16017	.98709	.17737	.98414	.19452	.98090	.21161	.97735	.47				
14	.16046	.98705	.17766	.98409	.19481	.98084	.21189	.97729	.46				
15	.16074	.98700	.17794	.98404	.19509	.98079	.21218	.97723	.45				
16	.16103	.98696	.17823	.98399	.19538	.98073	.21246	.97717	.44				
17	.16132	.98690	.17852	.98394	.19567	.98067	.21275	.97711	.43				
18	.16161	.98686	.17881	.98389	.19595	.98061	.21303	.97705	.42				
19	.16190	.98682	.17910	.98384	.19623	.98056	.21331	.97699	.41				
20	.16218	.98676	.17937	.98378	.19652	.98050	.21359	.97693	.40				
21	.16246	.98671	.17966	.98373	.19680	.98044	.21388	.97686	.39				
22	.16275	.98667	.17995	.98368	.19709	.98039	.21417	.97680	.38				
23	.16304	.98663	.18023	.98363	.19737	.98033	.21445	.97673	.37				
24	.16333	.98659	.18052	.98357	.19766	.98027	.21474	.97667	.36				
25	.16362	.98655	.18080	.98352	.19795	.98021	.21502	.97661	.35				
26	.16391	.98651	.18109	.98347	.19824	.98015	.21529	.97656	.34				
27	.16420	.98646	.18138	.98342	.19853	.98009	.21557	.97650	.33				
28	.16449	.98642	.18167	.98337	.19882	.98004	.21586	.97644	.32				
29	.16478	.98637	.18196	.98333	.19911	.98000	.21614	.97638	.31				
30	.16507	.98633	.18225	.98328	.19939	.97995	.21644	.97630	.30				
31	.16535	.98629	.18252	.98323	.19968	.97987	.21672	.97623	.29				
32	.16562	.98625	.18281	.98318	.19997	.97981	.21699	.97617	.28				
33	.16591	.98621	.18309	.98313	.20027	.97975	.21729	.97611	.27				
34	.16620	.98616	.18338	.98308	.20051	.97969	.21758	.97604	.26				
35	.16648	.98612	.18366	.98303	.20072	.97963	.21786	.97598	.25				
36	.16677	.98608	.18395	.98299	.20108	.97958	.21814	.97592	.24				
37	.16706	.98604	.18424	.98286	.20136	.97952	.21843	.97585	.23				
38	.16734	.98600	.18452	.98281	.20165	.97946	.21871	.97579	.22				
39	.16763	.98596	.18481	.98277	.20193	.97940	.21899	.97573	.21				
40	.16792	.98592	.18509	.9									

	13°		14°		15°		16°			
	seno	coseno	seno	coseno	seno	coseno	seno	coseno	seno	coseno
0	.22495	.97437	.24192	.97030	.25882	.95593	.27564	.96126	.60	
1	.22523	.97438	.24220	.97023	.25910	.95585	.27592	.96118	.59	
2	.22550	.97439	.24249	.97015	.25938	.95578	.27620	.96110	.58	
3	.22577	.97440	.24277	.97008	.25960	.95570	.27648	.96092	.57	
4	.22604	.97441	.24305	.97001	.25989	.95562	.27676	.96086	.56	
5	.22631	.97442	.24333	.96994	.26016	.95554	.27704	.96078	.54	
6	.22658	.97398	.24362	.96987	.26043	.95546	.27731	.96070	.53	
7	.22685	.97391	.24390	.96980	.26079	.95540	.27759	.96070	.52	
8	.22722	.97384	.24418	.96966	.26133	.95524	.27815	.96054	.51	
9	.22750	.97378	.24446	.96959	.26167	.95532	.27877	.96062	.50	
10	.22778	.97371	.24474	.96950	.26186	.95517	.27843	.96046	.50	
11	.22807	.97366	.24503	.96952	.26191	.95509	.27871	.96037	.49	
12	.22835	.97358	.24531	.96945	.26219	.95502	.27899	.96029	.48	
13	.22863	.97351	.24559	.96938	.26247	.95494	.27927	.96021	.47	
14	.22892	.97345	.24587	.96930	.26275	.95486	.27955	.96013	.46	
15	.22920	.97338	.24615	.96923	.26303	.95479	.27983	.96005	.45	
16	.22948	.97331	.24644	.96916	.26331	.95471	.28011	.95997	.44	
17	.22977	.97325	.24672	.96909	.26359	.95463	.28039	.95989	.43	
18	.23005	.97318	.24700	.96902	.26387	.95455	.28057	.95981	.42	
19	.23033	.97311	.24728	.96894	.26415	.95448	.28095	.95972	.41	
20	.23062	.97304	.24756	.96887	.26443	.95440	.28123	.95964	.40	
21	.23090	.97298	.24784	.96880	.26471	.95433	.28150	.95956	.39	
22	.23118	.97291	.24813	.96873	.26500	.95425	.28178	.95948	.38	
23	.23146	.97284	.24841	.96866	.26528	.95417	.28206	.95940	.37	
24	.23175	.97278	.24869	.96858	.26556	.95409	.28234	.95931	.36	
25	.23203	.97271	.24897	.96851	.26584	.95401	.28262	.95923	.35	
26	.23231	.97264	.24925	.96844	.26612	.95394	.28290	.95915	.34	
27	.23260	.97257	.24954	.96837	.26640	.95386	.28318	.95907	.33	
28	.23288	.97251	.24982	.96829	.26668	.95379	.28345	.95898	.32	
29	.23316	.97244	.25010	.96822	.26696	.95371	.28374	.95890	.31	
30	.23345	.97237	.25038	.96815	.26724	.95363	.28402	.95882	.30	
31	.23373	.97230	.25066	.96807	.26752	.95355	.28429	.95874	.29	
32	.23401	.97223	.25094	.96800	.26780	.95347	.28457	.95865	.28	
33	.23429	.97217	.25122	.96793	.26836	.95332	.28483	.95857	.27	
34	.23458	.97210	.25150	.96786	.26864	.95324	.28513	.95841	.26	
35	.23486	.97203	.25179	.96779	.26884	.95316	.28540	.95832	.25	
36	.23514	.97206	.25207	.96771	.26892	.95308	.28567	.95832	.24	
37	.23542	.97199	.25235	.96764	.26920	.95301	.28595	.95816	.23	
38	.23571	.97182	.25263	.96756	.26944	.95293	.28623	.95807	.21	
39	.23599	.97176	.25291	.96749	.26976	.95285	.28651	.95799	.20	
40	.23627	.97169	.25320	.96742	.27004	.95285	.28680	.95790	.20	
41	.23656	.97162	.25348	.96734	.27032	.95277	.28708	.95791	.19	
42	.23684	.97155	.25376	.96727	.27060	.95269	.28736	.95782	.18	
43	.23712	.97148	.25404	.96719	.27088	.95261	.28764	.95774	.17	
44	.23740	.97141	.25432	.96712	.27116	.95253	.28792	.95769	.16	
45	.23769	.97134	.25460	.96705	.27144	.95246	.28820	.95757	.15	
46	.23797	.97127	.25488	.96697	.27172	.95238	.28847	.95749	.14	
47	.23825	.97120	.25516	.96690	.27200	.95230	.28875	.95740	.13	
48	.23853	.97113	.25545	.96682	.27228	.95222	.28903	.95732	.12	
49	.23882	.97106	.25573	.96675	.27256	.95214	.28931	.95724	.11	
50	.23910	.97100	.25601	.96667	.27284	.95206	.28959	.95715	.10	
51	.23938	.97093	.25629	.96660	.27312	.95198	.28987	.95707	.9	
52	.23966	.97086	.25657	.96653	.27340	.95190	.29015	.95698	.8	
53	.23995	.97079	.25685	.96645	.27368	.95182	.29042	.95690	.7	
54	.24023	.97072	.25713	.96637	.27396	.95174	.29069	.95683	.6	
55	.24051	.97065	.25741	.96629	.27424	.95166	.29098	.95673	.5	
56	.24079	.97058	.25769	.96615	.27452	.95158	.29126	.95664	.4	
57	.24108	.97051	.25798	.96615	.27480	.95142	.29154	.95656	.3	
58	.24136	.97044	.25826	.96608	.27508	.95142	.29182	.95652	.2	
59	.24164	.97037	.25854	.96600	.27536	.95134	.29209	.95639	.1	
60	.24192	.97030	.25882	.96593	.27564	.95126	.29237	.95630	0	

	17°		18°		19°		20°		
	seno	coseno	seno	coseno	seno	coseno	seno	coseno	
0	.29237	.95630	.30092	.95106	.32557	.94552	.34202	.93969	60
1	.29265	.95622	.30292	.95097	.32584	.94542	.34229	.93959	59
2	.29293	.95613	.30597	.95088	.32612	.94533	.34257	.93949	58
3	.29321	.95605	.30985	.95079	.32639	.94524	.34284	.93939	57
4	.29348	.95596	.31012	.95070	.32667	.94514	.34311	.93929	56
5	.29376	.95588	.31040	.95061	.32694	.94504	.34339	.93919	55
6	.29404	.95579	.31068	.95052	.32721	.94495	.34357	.93909	54
7	.29432	.95571	.31102	.95043	.32749	.94485	.34383	.93899	53
8	.29460	.95562	.31123	.95033	.32777	.94476	.34421	.93889	52
9	.29487	.95554	.31151	.95024	.32804	.94466	.34448	.93879	51
10	.29515	.95545	.31178	.95015	.32832	.94457	.34475	.93860	50
11	.29543	.95536	.31206	.95006	.32859	.94447	.34493	.93850	49
12	.29571	.95528	.31233	.94997	.32887	.94438	.34520	.93840	48
13	.29599	.95520	.31261	.94988	.32914	.94428	.34557	.93830	47
14	.29627	.95511	.31289	.94979	.32942	.94418	.34584	.93820	46
15	.29654	.95502	.31316	.94970	.32969	.94409	.34612	.93810	45
16	.29682	.95493	.31344	.94961	.32997	.94399	.34639	.93800	44
17	.29710	.95485	.31372	.94952	.33024	.94390	.34666	.93799	43
18	.29737	.95476	.31399	.94943	.33051	.94380	.34694	.93789	42
19	.29765	.95467	.31427	.94933	.33079	.94370	.34721	.93779	41
20	.29793	.95459	.31454	.94924	.33106	.94361	.34748	.93769	40
21	.29821	.95450	.31482	.94915	.33134	.94351	.34775	.93759	39
22	.29849	.95441	.31510	.94906	.33161	.94342	.34803	.93748	38
23	.29876	.95433	.31537	.94897	.33189	.94332	.34830	.93738	37
24	.29904	.95424	.31565	.94888	.33216	.94322	.34857	.93728	36
25	.29932	.95415	.31593	.94878	.33244	.94313	.34884	.93718	35
26	.29960	.95407	.31620	.94869	.33271	.94306	.34911	.93708	34
27	.29987	.95398	.31648	.94860	.33298	.94299	.34939	.93698	33
28	.30015	.95389	.31675	.94851	.33326	.94284	.34966	.93688	32
29	.30043	.95380	.31703	.94842	.33353	.94274	.34993	.93677	31
30	.30071	.95371	.31730	.94832	.33381	.94264	.35021	.93667	30
31	.30098	.95363	.31758	.94823	.33408	.94254	.35048	.93657	29
32	.30126	.95354	.31786	.94814	.33436	.94245	.35075	.93647	28
33	.30154	.95345	.31813	.94805	.33463	.94236	.35097	.93637	27
34	.30182	.95336	.31840	.94796	.33490	.94226	.35120	.93626	26
35	.30210	.95328	.31868	.94786	.33518	.94215	.35157	.93616	25
36	.30237	.95319	.31896	.94777	.33545	.94206	.35184	.93606	24
37	.30265	.95310	.31923	.94768	.33573	.94196	.35211	.93596	23
38	.30292	.95301	.31951	.94758	.33600	.94186	.35239	.93585	22
39	.30320	.95293	.31979	.94748	.33627	.94176	.35266	.93575	21
40	.30348	.95284	.32004	.94739	.33656	.94167	.35293	.93565	20
41	.30376	.95275	.32034	.94730	.33682	.94157	.35320	.93555	19
42	.30403	.95266	.32061	.94721	.33737	.94147	.35347	.93544	18
43	.30431	.95257	.32089	.94712	.33764	.94127	.35375	.93534	17
44	.30459	.95248	.32116	.94703	.33792	.94118	.35402	.93524	16
45	.30486	.95240	.32144	.94693	.33819	.94109	.35429	.93514	15
46	.30514	.95231	.32171	.94684	.33847	.94098	.35458	.93503	14
47	.30542	.95222	.32199	.94675	.33874	.94088	.35487	.93493	13
48	.30570	.95213	.32227	.94666	.33904	.94078	.35511	.93483	12
49	.30598	.95204	.32254	.94656	.33931	.94068	.35538	.93472	11
50	.30625	.95195	.32282	.94646	.33929	.94068	.35565	.93462	10
51	.30653	.95186	.32309	.94637	.33956	.94058			

	21°		22°		23°		24°		
	seno	coseno	seno	coseno	seno	coseno	seno	coseno	
0	.35857	.93358	.37461	.92718	.39073	.92050	.40674	.91355	60
1	.35864	.93348	.37488	.92707	.39100	.92039	.40700	.91343	59
2	.35871	.93337	.37515	.92697	.39127	.92028	.40727	.91331	58
3	.35818	.93326	.37542	.92688	.39153	.92016	.40753	.91319	57
4	.35845	.93318	.37569	.92672	.39180	.92005	.40780	.91307	56
5	.35873	.93306	.37595	.92658	.39194	.91984	.40806	.91295	55
6	.36000	.93295	.37622	.92653	.39224	.91962	.40813	.91283	54
7	.36027	.93285	.37649	.92642	.39260	.91971	.40860	.91272	53
8	.36054	.93274	.37676	.92631	.39287	.91959	.40886	.91260	52
9	.36081	.93264	.37703	.92626	.39314	.91948	.40913	.91248	51
10	.36108	.93254	.37730	.92609	.39341	.91936	.40939	.91236	50
11	.36135	.93243	.37757	.92598	.39367	.91925	.40966	.91224	49
12	.36162	.93232	.37784	.92587	.39394	.91914	.40992	.91212	48
13	.36190	.93222	.37811	.92576	.39421	.91902	.41019	.91200	47
14	.36217	.93211	.37838	.92565	.39448	.91891	.41045	.91189	46
15	.36244	.93201	.37865	.92554	.39474	.91879	.41072	.91176	45
16	.36271	.93190	.37892	.92543	.39501	.91868	.41098	.91164	44
17	.36298	.93179	.37919	.92532	.39528	.91856	.41125	.91152	43
18	.36325	.93169	.37946	.92521	.39555	.91845	.41151	.91140	42
19	.36352	.93159	.37973	.92510	.39581	.91833	.41178	.91128	41
20	.36379	.93148	.37999	.92499	.39608	.91822	.41204	.91116	40
21	.36406	.93137	.38026	.92488	.39635	.91810	.41231	.91104	39
22	.36433	.93127	.38053	.92477	.39661	.91799	.41257	.91092	38
23	.36461	.93116	.38080	.92466	.39688	.91787	.41284	.91080	37
24	.36488	.93106	.38107	.92455	.39715	.91775	.41310	.91068	36
25	.36515	.93095	.38134	.92444	.39742	.91764	.41337	.91056	35
26	.36542	.93084	.38161	.92432	.39768	.91752	.41364	.91044	34
27	.36569	.93074	.38188	.92421	.39795	.91741	.41390	.91032	33
28	.36596	.93063	.38215	.92410	.39822	.91729	.41416	.91020	32
29	.36623	.93052	.38241	.92399	.39848	.91718	.41443	.91008	31
30	.36650	.93042	.38268	.92388	.39875	.91706	.41469	.90996	30
31	.36677	.93031	.38295	.92377	.39902	.91694	.41496	.90984	29
32	.36704	.93020	.38322	.92366	.39928	.91682	.41522	.90972	28
33	.36731	.93010	.38349	.92355	.39955	.91671	.41549	.90960	27
34	.36758	.92999	.38376	.92343	.39982	.91660	.41576	.90948	26
35	.36785	.92988	.38403	.92332	.40008	.91648	.41602	.90936	25
36	.36812	.92978	.38430	.92321	.40035	.91636	.41628	.90924	24
37	.36839	.92967	.38457	.92310	.40062	.91625	.41655	.90911	23
38	.36867	.92956	.38484	.92300	.40088	.91613	.41681	.90899	22
39	.36894	.92945	.38510	.92287	.40115	.91601	.41707	.90887	21
40	.36921	.92935	.38537	.92276	.40141	.91590	.41734	.90875	20
41	.36948	.92924	.38564	.92265	.40168	.91578	.41760	.90863	19
42	.36975	.92913	.38591	.92254	.40195	.91566	.41787	.90851	18
43	.36992	.92902	.38617	.92243	.40221	.91555	.41813	.90839	17
44	.37029	.92892	.38644	.92231	.40248	.91543	.41840	.90826	16
45	.37056	.92881	.38671	.92220	.40275	.91531	.41866	.90814	15
46	.37083	.92870	.38698	.92209	.40292	.91519	.41892	.90802	14
47	.37110	.92859	.38725	.92198	.40328	.91508	.41919	.90790	13
48	.37137	.92849	.38752	.92186	.40355	.91496	.41946	.90778	12
49	.37164	.92838	.38778	.92175	.40381	.91484	.41972	.90766	11
50	.37191	.92827	.38805	.92164	.40408	.91472	.41998	.90753	10
51	.37218	.92816	.38832	.92152	.40434	.91461	.42024	.90741	9
52	.37245	.92805	.38859	.92141	.40461	.91449	.42051	.90729	8
53	.37272	.92794	.38886	.92130	.40488	.91437	.42077	.90717	7
54	.37299	.92784	.38912	.92119	.40514	.91426	.42094	.90704	6
55	.37326	.92773	.38939	.92107	.40541	.91414	.42110	.90692	5
56	.37353	.92762	.38966	.92096	.40567	.91402	.42158	.90680	4
57	.37380	.92751	.38993	.92085	.40594	.91390	.42183	.90668	3
58	.37407	.92740	.39020	.92073	.40621	.91378	.42209	.90655	2
59	.37434	.92729	.39046	.92062	.40647	.91368	.42235	.90643	1
60	.37461	.92718	.39073	.92050	.40674	.91355	.42262	.90631	0
	coseno		seno		coseno		seno		
	68°		67°		66°		65°		

	25°		26°		27°		28°		
	seno	coseno	seno	coseno	seno	coseno	seno	coseno	
0	.42208	.89881	.42887	.89879	.43599	.89810	.44697	.89295	60
1	.42288	.89818	.42863	.89867	.44525	.89097	.44973	.88281	59
2	.42315	.89846	.42889	.89854	.44541	.89074	.44999	.88287	58
3	.42341	.89859	.42816	.89811	.44577	.89061	.44704	.88254	57
4	.42367	.89882	.42842	.89828	.44583	.89048	.44705	.88240	56
5	.42394	.89892	.42868	.89830	.44598	.89035	.44707	.88224	55
6	.42420	.89937	.42894	.89883	.44604	.89021	.44711	.88213	54
7	.42446	.90045	.42920	.89907	.44620	.89008	.44727	.88199	53
8	.42473	.90132	.42946	.89977	.44636	.89085	.44735	.88185	52
9	.42499	.90230	.42972	.90076	.44652	.89163	.44751	.88174	51
10	.42525	.90327	.43072	.90498	.44657	.89258	.44769	.88168	50
11	.42552	.90405	.43142	.90739	.44684	.89395	.44729	.88144	49
12	.42578	.90483	.43151	.90726	.44710	.89442	.44750	.88130	48
13	.42604	.90470	.43177	.90713	.44736	.89224	.44781	.88117	47
14	.42631	.90450	.43201	.90700	.44762	.89195	.44797	.88103	46
15	.42658	.90430	.43228	.90683	.44789	.89174	.44822	.88089	45
16	.42683	.90410	.43255	.90674	.44814	.89154	.44847	.88074	44
17	.42709	.90401	.43281	.90664	.44837	.89133	.44871	.88063	43
18	.42736	.90398	.43308	.90654	.44863	.89113	.44896	.88043	42
19	.42762	.90392	.43335	.90643	.44890	.89091	.44914	.88031	41
20	.42788	.90383	.43363	.90631	.44917	.89070	.44931	.88020	40
21	.43105	.90371	.43405	.90620	.44942	.89050	.44964	.88008	39
22	.43141	.90358	.43441	.90607	.44967	.89037	.44987	.88008	38
23	.43168	.90346	.43467	.90594	.44984	.89023	.45002	.87998	37
24	.43194	.90334	.43501	.90581	.45010	.89004	.45024	.87984	36
25	.43220	.90322	.43529	.90569	.45037	.89000	.45050	.87970	35
26	.43246	.90310	.43556	.90557	.45062	.89007	.45077	.87955	34
27	.43273	.90301	.43583	.90545	.45087	.89007	.45102	.87939	33
28	.43299	.90290	.43610	.90534	.45112	.89007	.45127	.87923	32
29	.43326	.90279	.43637	.90523	.45138	.89007	.45142	.87909	31
30	.43353	.90267	.43664	.90512	.45164	.89007	.45157	.87896	30
31	.43380	.90255	.43691	.90501	.45181	.89007	.45171	.87883	29
32	.43406	.90243	.43718	.90489	.45208	.89007	.45192	.87870	28
33	.43433	.90231	.43745	.90476	.45235	.89007	.45197	.87854	27
34	.43460	.90219	.43772	.90463	.45262	.89007	.45212	.87838	26
35	.43487	.90207	.43800	.90451	.45289	.89007	.45237	.87823	25
36	.43514	.90195	.43827	.90439	.45316	.89007	.45263	.87807	24
37	.43541	.90183	.43854	.90427	.45343	.89007	.45289	.87792	23
38	.43568	.90171	.43881	.90415	.45370	.89007	.45314	.87778	22
39	.43595	.90159	.43908	.90403	.45406	.89007	.45339	.87763	21
40	.43622	.90147	.43935	.90391	.45433	.89007	.45365	.87749	20
41	.43340	.90120	.43962	.90379	.45458	.89053	.45397	.87729	19
42	.43367	.90108	.43989	.90367	.45485	.89030	.45424	.87715	18
43	.43394	.90095	.44016	.90354	.45512	.89024	.45450	.87701	17
44	.43418	.90082	.44043	.90341	.45539	.89024	.45477	.87687	16
45	.43445	.90070	.44070	.90329	.45561	.89024	.45509	.87673	15
46	.43471	.90057	.44097	.90316	.45587	.89024	.45535	.87659	14
47	.43497	.90045	.44124	.90304	.45602	.89027	.45563	.87645	13
48	.43523	.90032	.44151	.90291	.45629	.89032	.45589	.87632	12
49	.43549	.90019	.44178	.90278	.45656	.89041	.45614	.87617	11
50	.43575	.90007	.44205	.90265	.45683	.89041	.45640	.87603	10
51	.43602	.89994	.44232	.90219	.45716	.89047	.45652	.87589	9
52	.43628	.89981</							

	29°		30°		31°		32°		
	seno	coseno	seno	coseno	seno	coseno	seno	coseno	
0	.48481	.87462	.50000	.86603	.51504	.85717	.52992	.84805	60
1	.48506	.87448	.50025	.86588	.51529	.85702	.53017	.84789	59
2	.48532	.87434	.50050	.86573	.51554	.85687	.53041	.84774	58
3	.48557	.87420	.50076	.86559	.51579	.85672	.53066	.84759	57
4	.48583	.87406	.50101	.86544	.51604	.85657	.53091	.84743	56
5	.48608	.87391	.50126	.86530	.51629	.85642	.53116	.84728	55
6	.48634	.87377	.50151	.86515	.51653	.85627	.53140	.84712	54
7	.48659	.87363	.50176	.86501	.51678	.85612	.53164	.84697	53
8	.48684	.87349	.50201	.86486	.51703	.85597	.53189	.84681	52
9	.48710	.87335	.50227	.86471	.51728	.85582	.53214	.84666	51
10	.48735	.87321	.50252	.86457	.51753	.85567	.53238	.84650	50
11	.48761	.87306	.50277	.86442	.51778	.85551	.53263	.84635	49
12	.48786	.87292	.50302	.86427	.51812	.85536	.53288	.84619	48
13	.48811	.87278	.50327	.86412	.51828	.85521	.53312	.84604	47
14	.48837	.87264	.50352	.86398	.51877	.85505	.53337	.84588	46
15	.48862	.87250	.50377	.86384	.51892	.85491	.53361	.84573	45
16	.48888	.87235	.50403	.86369	.51902	.85476	.53386	.84557	44
17	.48913	.87221	.50428	.86354	.51927	.85461	.53411	.84542	43
18	.48938	.87207	.50453	.86340	.51952	.85446	.53435	.84526	42
19	.48964	.87193	.50478	.86325	.51977	.85431	.53460	.84511	41
20	.48989	.87178	.50503	.86310	.52002	.85416	.53484	.84495	40
21	.49014	.87164	.50528	.86295	.52026	.85401	.53509	.84480	39
22	.49040	.87150	.50553	.86281	.52051	.85385	.53534	.84464	38
23	.49065	.87136	.50578	.86266	.52076	.85370	.53558	.84448	37
24	.49090	.87121	.50603	.86251	.52101	.85355	.53583	.84433	36
25	.49116	.87107	.50628	.86237	.52126	.85340	.53607	.84417	35
26	.49141	.87093	.50654	.86222	.52151	.85325	.53632	.84402	34
27	.49166	.87079	.50679	.86207	.52175	.85310	.53656	.84387	33
28	.49192	.87064	.50704	.86192	.52200	.85295	.53681	.84370	32
29	.49217	.87050	.50729	.86178	.52225	.85279	.53705	.84355	31
30	.49242	.87036	.50754	.86163	.52250	.85264	.53730	.84339	30
31	.49268	.87021	.50779	.86148	.52275	.85249	.53754	.84324	29
32	.49293	.87007	.50804	.86133	.52299	.85234	.53779	.84308	28
33	.49318	.86993	.50829	.86119	.52324	.85218	.53804	.84292	27
34	.49344	.86978	.50854	.86104	.52349	.85203	.53828	.84276	26
35	.49369	.86963	.50879	.86087	.52374	.85188	.53851	.84261	25
36	.49394	.86949	.50904	.86074	.52399	.85173	.53877	.84245	24
37	.49419	.86935	.50929	.86059	.52423	.85157	.53902	.84230	23
38	.49445	.86921	.50954	.86045	.52448	.85142	.53926	.84214	22
39	.49470	.86906	.50979	.86030	.52473	.85127	.53951	.84198	21
40	.49495	.86892	.51004	.86015	.52498	.85112	.53975	.84182	20
41	.49521	.86878	.51029	.86000	.52522	.85096	.54000	.84167	19
42	.49546	.86863	.51054	.85988	.52547	.85081	.54024	.84151	18
43	.49571	.86848	.51079	.85976	.52572	.85068	.54049	.84135	17
44	.49596	.86834	.51104	.85956	.52597	.85051	.54073	.84120	16
45	.49622	.86820	.51129	.85941	.52621	.85035	.54097	.84104	15
46	.49647	.86805	.51154	.85926	.52646	.85020	.54122	.84088	14
47	.49672	.86791	.51179	.85911	.52671	.85000	.54146	.84072	13
48	.49697	.86777	.51204	.85896	.52696	.84989	.54171	.84057	12
49	.49723	.86762	.51229	.85881	.52720	.84974	.54195	.84041	11
50	.49748	.86748	.51254	.85866	.52745	.84959	.54220	.84025	10
51	.49773	.86733	.51279	.85851	.52770	.84943	.54244	.84009	9
52	.49798	.86719	.51304	.85836	.52794	.84928	.54269	.83994	8
53	.49824	.86704	.51329	.85821	.52819	.84913	.54293	.83978	7
54	.49849	.86690	.51354	.85806	.52844	.84897	.54317	.83962	6
55	.49874	.86675	.51379	.85792	.52869	.84882	.54342	.83946	5
56	.49899	.86661	.51404	.85777	.52893	.84866	.54366	.83930	4
57	.49924	.86646	.51429	.85762	.52918	.84851	.54391	.83915	3
58	.49950	.86632	.51454	.85747	.52943	.84836	.54415	.83899	2
59	.49975	.86617	.51479	.85732	.52967	.84820	.54440	.83883	1
60	.50000	.86603	.51504	.85717	.52992	.84805	.54464	.83867	0
	coseno		seno		coseno		seno		
	60°	seno	59°	seno	58°	seno	57°	seno	

	33°		34°		35°		36°		
	seno	coseno	seno	coseno	seno	coseno	seno	coseno	
0	.54464	.83867	.55019	.82904	.55758	.81915	.58779	.80902	60
1	.54488	.83851	.55043	.82887	.55781	.81899	.58802	.80885	59
2	.54513	.83835	.55098	.82871	.55802	.81882	.58826	.80867	58
3	.54537	.83819	.55092	.82855	.55814	.81865	.58849	.80850	57
4	.54561	.83804	.55016	.82839	.55823	.81848	.58873	.80833	56
5	.54586	.83788	.55040	.82822	.55831	.81832	.58890	.80816	55
6	.54610	.83772	.55064	.82806	.55841	.81814	.58903	.80800	54
7	.54635	.83756	.55089	.82791	.55851	.81797	.58917	.80782	53
8	.54660	.83740	.55112	.82773	.55867	.81782	.58931	.80765	52
9	.54684	.83724	.55136	.82757	.55872	.81765	.58950	.80748	51
10	.54708	.83708	.55160	.82741	.55879	.81748	.59014	.80730	50
11	.54732	.83692	.55184	.82724	.55891	.81731	.59137	.80713	49
12	.54756	.83676	.55208	.82708	.55893	.81714	.59161	.80696	48
13	.54781	.83660	.55232	.82692	.55897	.81698	.59184	.80679	47
14	.54805	.83645	.55256	.82675	.55901	.81681	.59202	.80662	46
15	.54829	.83629	.55280	.82659	.55915	.81651	.59213	.80644	45
16	.54853	.83613	.55303	.82643	.55925	.81647	.59234	.80627	44
17	.54878	.83597	.55326	.82626	.55939	.81642	.59253	.80610	43
18	.54902	.83581	.55353	.82609	.55953	.81621	.59272	.80593	42
19	.54927	.83565	.55377	.82593	.55967	.81598	.59292	.80576	41
20	.54951	.83549	.55401	.82577	.55981	.81577	.59311	.80558	40
21	.54975	.83533	.55425	.82558	.55995	.81557	.59327	.80541	39
22	.55000	.83517	.55449	.82538	.56014	.81536	.59346	.80524	38
23	.55024	.83501	.55473	.82518	.56034	.81516	.59356	.80507	37
24	.55048	.83485	.55497	.82498	.56054	.81501	.59376	.80489	36
25	.55072	.83469	.55521	.82478	.56075	.81486	.59395	.80472	35
26	.55097	.83453	.55545	.82458	.56095	.81473	.59414	.80455	34
27	.55121	.83437	.55569	.82438	.56115	.81460	.59433	.80438	33
28	.55145	.83421	.55593	.82418	.56136	.81447	.59456	.80424	32
29	.55169	.83404	.55617	.82398	.56156	.81431	.59469	.80409	31
30	.55194	.83389	.55640	.82378	.56176	.81417	.59482	.80398	30
31	.55218	.83373	.55665	.82359	.56196	.81395	.59506	.80386	29
32	.55242	.83356	.55689	.82340	.56216	.81378	.59529	.80351	28
33	.55266	.83339	.55711	.82321	.56236	.81358	.59549	.80334	27
34	.55291	.83324	.55736	.82301	.56256	.81338	.59570	.80316	26
35	.55315	.83308	.55756	.82280	.56276	.81318	.59589	.80300	25
36	.55339	.83292	.55784	.82259	.56296	.81298	.59607	.80284	24
37	.55363	.83276	.55807	.82239	.56316	.81278	.59626	.80263	23
38	.55388	.83260	.55832	.82218	.56336	.81257	.59646	.80247	22
39	.55412	.83244	.55856	.82198	.56356	.81239	.59669	.80230	21
40	.55436	.83228	.55880	.82178	.56376	.81220	.59687	.80212	20
41	.55460	.83212	.55904	.82159	.56397	.81203	.59739	.80195	19
42	.55484	.83195	.55928	.82141	.56416	.81182	.59763	.80178	18
43	.55509	.83179	.55952	.82121	.56436	.81161	.59780	.80163	17
44	.55533	.83163	.55976	.82099	.56455	.81147	.59799	.80143	16
45	.55557	.83147	.56000	.82079	.56475	.81137	.59808	.80125	15
46	.55581	.83131	.56015	.82059	.56494	.81124	.59826	.80108	14
47	.55605	.83115	.56040	.82041	.56515	.81113	.59846	.80091	13
48	.55630	.83098	.56057	.82017	.56535	.81106	.59862	.80073	12
49	.55654	.83082	.56075	.82008	.56559	.81098	.59882	.80056	11
50	.55678	.83063	.56091	.82001	.56583	.81087	.59894	.80038	10
51	.55702	.83040	.56143	.81974	.56605	.81055	.59972	.80021	9
52	.55726	.83014	.56167	.81948	.56628	.81038	.5		

	37°		38°		39°		40°		
	seno	coseno	seno	coseno	seno	coseno	seno	coseno	
0	.60182	.70884	.61566	.78801	.63932	.77715	.64270	.76604	60
1	.60215	.70884	.61566	.78801	.63932	.77705	.64265	.76599	59
2	.60224	.70884	.61562	.78785	.62977	.77678	.64223	.76567	58
3	.60251	.70811	.61635	.78747	.63000	.77640	.64346	.76558	57
4	.60274	.70703	.61658	.78729	.63022	.77641	.64363	.76530	56
5	.60294	.70776	.61681	.78711	.63045	.77623	.64390	.76511	55
6	.60324	.70758	.61704	.78694	.63068	.77605	.64412	.76492	54
7	.60344	.70741	.61726	.78676	.63090	.77586	.64435	.76473	53
8	.60367	.70723	.61749	.78658	.63113	.77568	.64457	.76455	52
9	.60380	.70705	.61772	.78640	.63135	.77550	.64479	.76436	51
10	.60414	.70688	.61795	.78622	.63158	.77531	.64501	.76417	50
11	.60437	.70671	.61818	.78604	.63180	.77513	.64524	.76398	49
12	.60460	.70653	.61841	.78586	.63203	.77494	.64540	.76380	48
13	.60483	.70635	.61864	.78568	.63225	.77476	.64563	.76361	47
14	.60505	.70618	.61887	.78550	.63248	.77458	.64590	.76342	46
15	.60529	.70600	.61906	.78532	.63271	.77439	.64612	.76323	45
16	.60551	.70582	.61925	.78515	.63294	.77421	.64633	.76304	44
17	.60576	.70565	.61945	.78495	.63316	.77402	.64657	.76284	43
18	.60599	.70547	.61978	.78478	.63338	.77384	.64679	.76267	42
19	.60622	.70530	.62001	.78460	.63361	.77366	.64701	.76248	41
20	.60645	.70512	.62024	.78442	.63383	.77347	.64723	.76229	40
21	.60668	.70494	.62046	.78424	.63406	.77329	.64740	.76210	39
22	.60691	.70477	.62068	.78405	.63428	.77310	.64768	.76192	38
23	.60714	.70460	.62091	.78389	.63450	.77302	.64789	.76173	37
24	.60738	.70441	.62115	.78372	.63473	.77273	.64812	.76154	36
25	.60761	.70424	.62138	.78355	.63496	.77255	.64834	.76135	35
26	.60784	.70406	.62160	.78333	.63518	.77236	.64856	.76116	34
27	.60807	.70388	.62183	.78315	.63540	.77218	.64878	.76097	33
28	.60830	.70371	.62206	.78297	.63563	.77199	.64901	.76078	32
29	.60853	.70353	.62229	.78279	.63585	.77181	.64923	.76059	31
30	.60874	.70335	.62251	.78261	.63608	.77162	.64945	.76041	30
31	.60899	.70318	.62274	.78243	.63630	.77144	.64967	.76022	29
32	.60922	.70300	.62297	.78225	.63653	.77125	.64989	.76003	28
33	.60945	.70282	.62320	.78206	.63675	.77107	.65011	.75984	27
34	.60968	.70264	.62342	.78188	.63698	.77088	.65033	.75965	26
35	.60991	.70247	.62365	.78170	.63720	.77070	.65055	.75946	25
36	.61015	.70229	.62388	.78152	.63742	.77051	.65077	.75927	24
37	.61038	.70211	.62411	.78134	.63765	.77033	.65100	.75908	23
38	.61061	.70193	.62433	.78116	.63787	.77014	.65122	.75889	22
39	.61084	.70176	.62456	.78098	.63810	.76996	.65144	.75870	21
40	.61107	.70158	.62479	.78079	.63832	.76977	.65166	.75851	20
41	.61130	.70140	.62502	.78061	.63854	.76959	.65188	.75832	19
42	.61153	.70122	.62524	.78043	.63877	.76940	.65210	.75813	18
43	.61176	.70105	.62547	.78025	.63899	.76921	.65232	.75794	17
44	.61199	.70087	.62570	.78007	.63922	.76903	.65254	.75775	16
45	.61222	.70070	.62593	.77988	.63945	.76884	.65276	.75756	15
46	.61245	.70051	.62615	.77971	.63966	.76865	.65298	.75738	14
47	.61268	.70033	.62638	.77952	.63989	.76847	.65320	.75720	13
48	.61291	.70016	.62660	.77934	.64011	.76828	.65342	.75700	12
49	.61314	.70000	.62683	.77916	.64033	.76810	.65364	.75680	11
50	.61337	.70080	.62706	.77897	.64056	.76791	.65386	.75661	10
51	.61360	.70062	.62728	.77879	.64078	.76772	.65408	.75642	9
52	.61383	.70044	.62751	.77861	.64100	.76754	.65430	.75623	8
53	.61406	.70026	.62774	.77843	.64122	.76736	.65452	.75598	7
54	.61429	.70008	.62796	.77824	.64145	.76717	.65474	.75555	6
55	.61451	.70001	.62801	.77806	.64167	.76698	.65496	.75566	5
56	.61474	.70000	.62842	.77788	.64190	.76679	.65518	.75547	4
57	.61497	.70000	.62864	.77769	.64212	.76661	.65540	.75528	3
58	.61520	.70000	.62887	.77751	.64234	.76642	.65562	.75509	2
59	.61543	.70000	.62900	.77733	.64256	.76623	.65584	.75490	1
60	.61566	.70000	.62923	.77715	.64279	.76604	.65606	.75471	0

	41°		42°		43°		44°		
	seno	coseno	seno	coseno	seno	coseno	seno	coseno	
0	.65606	.75471	.66913	.74314	.68200	.73135	.69466	.71934	60
1	.65628	.75442	.66935	.74295	.68221	.73116	.69487	.71914	59
2	.65650	.75433	.66956	.74276	.68242	.73098	.69508	.71894	58
3	.65672	.75414	.66978	.74256	.68264	.73076	.69529	.71873	57
4	.65694	.75395	.66999	.74237	.68285	.73056	.69549	.71853	56
5	.65716	.75375	.67021	.74217	.68306	.73036	.69569	.71833	55
6	.65738	.75356	.67043	.74198	.68327	.73017	.69589	.71792	53
7	.65759	.75337	.67064	.74178	.68349	.73096	.69608	.71772	52
8	.65781	.75318	.67086	.74159	.68370	.73076	.69628	.71752	51
9	.65803	.75299	.67107	.74139	.68391	.72957	.69648	.71732	50
10	.65825	.75280	.67128	.74120	.68412	.72937	.69667	.71712	49
11	.65847	.75261	.67151	.74100	.68434	.72917	.69686	.71691	48
12	.65869	.75241	.67172	.74080	.68455	.72897	.69706	.71671	47
13	.65891	.75222	.67194	.74061	.68477	.72877	.69726	.71650	46
14	.65913	.75203	.67203	.74041	.68498	.72857	.69745	.71630	45
15	.65935	.75184	.67224	.74022	.68518	.72837	.69764	.71610	44
16	.65956	.75165	.67238	.74002	.68538	.72817	.69783	.71589	43
17	.65978	.75146	.67250	.73980	.68561	.72797	.69812	.71569	42
18	.66000	.75126	.67271	.73954	.68683	.72757	.69832	.71549	41
19	.66022	.75107	.67292	.73934	.68703	.72737	.69851	.71529	40
20	.66044	.75088	.67314	.73924	.68724	.72717	.69883	.71508	39
21	.66066	.75069	.67336	.73904	.68845	.72717	.69904	.71498	38
22	.66088	.75050	.67357	.73885	.68866	.72697	.69925	.71478	37
23	.66109	.75030	.67378	.73865	.68888	.72677	.69946	.71458	36
24	.66131	.75011	.67399	.73846	.68908	.72657	.69966	.71437	35
25	.66153	.74992	.67409	.73826	.68928	.72637	.69987	.71427	34
26	.66175	.74973	.67437	.73806	.68951	.72617	.70008	.71407	33
27	.66197	.74953	.67459	.73787	.68972	.72597	.70028	.71388	32
28	.66218	.74934	.67481	.73767	.68993	.72579	.70049	.71368	31
29	.66240	.74915	.67503	.73747	.69005	.72557	.70069	.71342	30
30	.66262	.74896	.67525	.73728	.69025	.72537	.70077	.71314	29
31	.66284	.74876	.67546	.73708	.69047	.72517	.70112	.71305	28
32	.66306	.74857	.67567	.73688	.69068	.72497	.70132	.71284	27
33	.66327	.74838	.67588	.73669	.69089	.72477	.70153	.71264	26
34	.66349	.74818	.67609	.73649	.69109	.72457	.70174	.71243	25
35	.66371	.74799	.67630	.73630	.69130	.72437	.70193	.71224	24
36	.66393	.74780	.67651	.73610	.69150	.72417	.70215	.71203	23
37	.66415	.74761	.67672	.73590	.69170	.72397	.70236	.71182	22
38	.66437	.74741	.67693	.73570	.69190	.72377	.70257	.71162	21
39	.66459	.74722	.67714	.73551	.69210	.72357	.70277	.71141	20
40	.66480	.74703	.67733	.73531	.69230	.72337	.70298	.71121	19
41	.66501	.74683	.67754	.73511	.69067	.72317	.70319	.71100	18
42	.66523	.74664	.67775	.73491	.69088	.72297	.70339	.71080	17
43	.66545	.74644	.67796	.73462	.69108	.72277	.70359	.71059	16
44	.66568	.74625	.67817	.73432	.69130	.72257	.70378	.71039	15
45	.66590	.74606	.67838	.73413	.69151	.72236	.70398	.71019	14
46	.66610	.74586	.67850	.73393	.69172	.72216	.70422	.70998	13
47	.66632	.74567	.67872	.73373	.69193	.72196	.70443	.70978	12
48	.66653	.74548	.67894	.73353	.69214	.72176	.70463	.70957	11
49	.66675	.74528	.67916	.73333	.69235	.72156	.70484	.70937	10
50	.66697	.74509	.67937	.73313	.69256	.72136	.70505	.70916	9
51	.66718	.74489	.67958	.73294	.69277	.72116	.70525	.70896	8
52	.66740	.74470	.67979	.73274	.69298	.72095	.70546	.70875	7
53	.66762	.74451	.68001	.73254	.69319	.72075	.70567	.70855	6
54	.66783	.74431	.68020	.73234	.69340	.72055	.70587		

**Secantes y Cosecantes**

		$0^\circ$	sec	cosec	$1^\circ$	sec	cosec	$2^\circ$	sec	cosec	$3^\circ$	sec	cosec	'	
0	1	Infinite.	1.0001	57.299	1.0006	28.654	1.0014	19.107	60						
1	1	3437.70	1.0001	56.359	1.0006	28.417	1.0014	19.002	59						
2	1	1718.90	1.0001	55.450	1.0006	28.184	1.0014	18.900	58						
3	1	1143.60	1.0002	54.570	1.0006	27.951	1.0014	18.794	57						
4	1	859.44	1.0002	53.518	1.0006	27.730	1.0014	18.692	56						
5	1	687.55	1.0002	52.891	1.0007	27.508	1.0014	18.591	55						
6	1	572.06	1.0002	52.090	1.0007	27.230	1.0015	18.491	54						
7	1	491.11	1.0002	51.313	1.0007	27.075	1.0015	18.393	53						
8	1	429.72	1.0002	50.558	1.0007	26.864	1.0015	18.295	52						
9	1	381.07	1.0002	49.826	1.0007	26.655	1.0015	18.198	51						
10	1	343.77	1.0002	49.114	1.0007	26.450	1.0015	18.103	50						
11	1	312.52	1.0002	48.422	1.0007	26.249	1.0015	18.008	49						
12	1	286.48	1.0002	47.750	1.0007	26.050	1.0016	17.914	48						
13	1	264.44	1.0002	47.096	1.0007	25.854	1.0016	17.821	47						
14	1	245.55	1.0002	46.460	1.0008	25.661	1.0016	17.730	46						
15	1	229.18	1.0002	45.840	1.0008	25.471	1.0016	17.640	45						
16	1	214.86	1.0002	45.230	1.0008	25.284	1.0016	17.549	44						
17	1	200.70	1.0002	44.640	1.0008	25.103	1.0016	17.460	43						
18	1	190.99	1.0002	44.077	1.0008	24.918	1.0017	17.372	42						
19	1	180.73	1.0003	43.520	1.0008	24.739	1.0017	17.285	41						
20	1	171.89	1.0003	42.976	1.0008	24.562	1.0017	17.198	40						
21	1	163.70	1.0003	42.445	1.0008	24.388	1.0017	17.113	39						
22	1	166.26	1.0003	41.928	1.0008	24.216	1.0017	17.028	38						
23	1	149.71	1.0003	40.410	1.0009	23.947	1.0017	16.944	37						
24	1	134.54	1.0003	40.930	1.0009	23.880	1.0018	16.861	36						
25	1	137.51	1.0003	40.448	1.0009	23.716	1.0018	16.775	35						
26	1	132.22	1.0003	39.978	1.0009	23.553	1.0018	16.698	34						
27	1	127.32	1.0003	39.518	1.0009	23.393	1.0018	16.617	33						
28	1	122.78	1.0003	39.069	1.0009	23.235	1.0018	16.538	32						
29	1	118.54	1.0003	38.631	1.0009	23.079	1.0018	16.450	31						
30	1	114.99	1.0003	38.201	1.0009	22.925	1.0019	16.360	30						
31	1	110.90	1.0003	37.782	1.0010	22.774	1.0019	16.303	29						
32	1	107.43	1.0003	37.371	1.0010	22.624	1.0019	16.226	28						
33	1	104.17	1.0004	36.969	1.0010	22.476	1.0019	16.150	27						
34	1	101.11	1.0004	36.576	1.0010	22.330	1.0019	16.075	26						
35	1	98.223	1.0004	36.191	1.0010	22.180	1.0019	15.990	25						
36	1	95.495	1.0004	35.814	1.0010	22.034	1.0020	15.905	24						
37	1	92.860	1.0004	35.445	1.0010	21.904	1.0020	15.833	23						
38	1	90.469	1.0004	35.084	1.0010	21.765	1.0020	15.780	22						
39	1	88.149	1.0004	34.729	1.0011	21.629	1.0020	15.708	21						
40	1	85.946	1.0004	34.382	1.0011	21.494	1.0020	15.637	20						
41	1	83.849	1.0004	34.042	1.0011	21.360	1.0021	15.566	19						
42	1	81.853	1.0004	33.708	1.0011	21.264	1.0021	15.490	18						
43	1	79.858	1.0004	33.376	1.0011	21.098	1.0021	15.417	17						
44	1	77.911	1.0004	33.060	1.0011	20.970	1.0021	15.356	16						
45	1	75.398	1.0004	32.745	1.0011	20.843	1.0021	15.290	15						
46	1	73.736	1.0005	32.437	1.0012	20.717	1.0022	15.222	14						
47	1	73.146	1.0005	32.134	1.0012	20.593	1.0022	15.155	13						
48	1	71.622	1.0005	31.836	1.0012	20.471	1.0022	15.089	12						
49	1	70.160	1.0005	31.544	1.0012	20.350	1.0022	15.023	11						
50	1	68.757	1.0005	31.257	1.0012	20.230	1.0022	14.958	10						
51	1	67.409	1.0005	30.976	1.0012	20.112	1.0023	14.893	9						
52	1	66.113	1.0005	30.699	1.0012	19.995	1.0023	14.829	8						
53	1	64.808	1.0005	30.428	1.0013	19.880	1.0023	14.765	7						
54	1	63.664	1.0005	30.161	1.0013	19.766	1.0023	14.702	6						
55	1	62.507	1.0005	29.899	1.0013	19.653	1.0023	14.640	5						
56	1	61.391	1.0005	29.641	1.0013	19.541	1.0024	14.578	4						
57	1	60.314	1.0005	29.388	1.0013	19.431	1.0024	14.517	3						
58	1	59.251	1.0005	29.125	1.0013	19.322	1.0024	14.456	2						
59	1	58.270	1.0006	28.894	1.0014	19.214	1.0024	14.395	1						
60	1	57.299	1.0006	28.654	1.0014	19.107	1.0024	14.335	0						
		cosec	sec	cosec	"sec	cosec	sec	cosec	'						
		89°		88°		87°		86°							

		$4^\circ$	sec	cosec	$5^\circ$	sec	cosec	$6^\circ$	sec	cosec	$7^\circ$	sec	cosec	'
0	1	1.0024	14.335	1.0023	11.474	1.0025	9.5665	1.0027	8.2055	60				
1	1	1.0025	14.276	1.0023	11.436	1.0025	9.5404	1.0027	8.1861	59				
2	1	1.0025	14.217	1.0023	11.398	1.0025	9.5140	1.0027	8.1688	58				
3	1	1.0025	14.159	1.0023	11.359	1.0025	9.4880	1.0027	8.1475	57				
4	1	1.0025	14.101	1.0023	11.323	1.0025	9.4620	1.0027	8.1293	56				
5	1	1.0025	14.043	1.0023	11.286	1.0025	9.4362	1.0027	8.1064	55				
6	1	1.0025	13.986	1.0040	11.249	1.0025	9.4105	1.0027	8.0905	54				
7	1	1.0025	13.930	1.0040	11.213	1.0025	9.3850	1.0027	8.0717	53				
8	1	1.0025	13.874	1.0040	11.176	1.0025	9.3594	1.0027	8.0529	52				
9	1	1.0025	13.818	1.0040	11.140	1.0025	9.3343	1.0027	8.0342	51				
10	1	1.0025	13.763	1.0041	11.104	1.0025	9.3092	1.0027	8.0156	50				
11	1	1.0027	13.708	1.0041	11.069	1.0028	9.2842	1.0027	7.9971	49				
12	1	1.0027	13.654	1.0041	11.033	1.0028	9.2593	1.0027	7.9787	48				
13	1	1.0027	13.600	1.0041	10.988	1.0028	9.2346	1.0028	7.9604	47				
14	1	1.0027	13.547	1.0042	10.953	1.0028	9.2100	1.0028	7.9421	46				
15	1	1.0027	13.494	1.0042	10.929	1.0028	9.1855	1.0028	7.9240	45				
16	1	1.0027	13.441	1.0042	10.894	1.0028	9.1612	1.0028	7.9059	44				
17	1	1.0027	13.387	1.0043	10.859	1.0028	9.1399	1.0028	7.8879	43				
18	1	1.0027	13.337	1.0043	10.826	1.0028	9.1126	1.0028	7.8700	42				
19	1	1.0027	13.286	1.0043	10.792	1.0028	9.0816	1.0028	7.8522	41				
20	1	1.0029	13.235	1.0043	10.758	1.0028	9.0561	1.0028	7.8344	40				
21	1	1.0029	13.184	1.0044	10.728	1.0028	9.0362	1.0044	7.8168	39				
22	1	1.0029	13.134	1.0044	10.692	1.0028	9.0179	1.0043	7.7992	38				
23	1	1.0029	13.084	1.0044	10.659	1.0028	9.0024	1.0044	7.7817	37				
24	1	1.0029	13.034	1.0044	10.626	1.0028	9.9765	1.0027	7.7642	36				
25	1	1.0030	12.985	1.0044	10.590	1.0028	9.7444	1.0027	7.7442	35				
26	1	1.0030	12.937	1.0045	10.556	1.0028	9.6088	1.0027	7.7266	34				
27	1	1.0030	12.888	1.0045	10.529	1.0028	9.5776	1.0027	7.7176	33				
28	1	1.0030	12.840	1.0045	10.497	1.0028	9.5479	1.0027	7.6911	32				
29	1	1.0031	12.792	1.0045	10.469	1.0028	9.5186	1.0027	7.6659	31				

	8°		9°		10°		11°		
	sec	cosec	sec	cosec	sec	cosec	sec	cosec	
0	1.0098	7.1853	1.0125	6.3924	1.0154	5.7588	1.0187	5.2408	60
1	1.0099	7.1704	1.0125	6.3807	1.0155	5.7493	1.0188	5.2330	59
2	1.0099	7.1557	1.0125	6.3690	1.0155	5.7398	1.0188	5.2252	58
3	1.0099	7.1409	1.0126	6.3574	1.0156	5.7304	1.0189	5.2174	57
4	1.0100	7.1262	1.0126	6.3457	1.0156	5.7210	1.0189	5.2097	56
5	1.0100	7.1117	1.0126	6.3343	1.0157	5.7117	1.0190	5.2020	55
6	1.0101	7.0972	1.0127	6.3228	1.0157	5.7023	1.0191	5.1942	54
7	1.0101	7.0827	1.0128	6.3113	1.0158	5.6930	1.0191	5.1865	53
8	1.0102	7.0683	1.0128	6.2994	1.0158	5.6830	1.0192	5.1788	52
9	1.0102	7.0539	1.0129	6.2884	1.0159	5.6745	1.0192	5.1712	51
10	1.0102	7.0396	1.0129	6.2777	1.0159	5.6655	1.0193	5.1636	50
11	1.0103	7.0284	1.0130	6.2659	1.0160	5.6561	1.0193	5.1560	49
12	1.0103	7.0112	1.0130	6.2546	1.0160	5.6470	1.0194	5.1484	48
13	1.0104	6.9971	1.0131	6.2434	1.0161	5.6379	1.0195	5.1409	47
14	1.0104	6.9830	1.0131	6.2322	1.0162	5.6288	1.0195	5.1333	46
15	1.0104	6.9690	1.0132	6.2211	1.0162	5.6197	1.0196	5.1258	45
16	1.0105	6.9550	1.0132	6.2100	1.0163	5.6107	1.0196	5.1183	44
17	1.0105	6.9411	1.0133	6.1990	1.0163	5.6017	1.0197	5.1109	43
18	1.0106	6.9270	1.0133	6.1880	1.0164	5.5928	1.0198	5.1034	42
19	1.0106	6.9135	1.0134	6.1777	1.0164	5.5838	1.0198	5.0960	41
20	1.0107	6.8998	1.0134	6.1661	1.0165	5.5749	1.0199	5.0880	40
21	1.0107	6.8861	1.0135	6.1552	1.0165	5.5666	1.0199	5.0812	39
22	1.0107	6.8725	1.0135	6.1443	1.0166	5.5572	1.0200	5.0739	38
23	1.0108	6.8589	1.0136	6.1335	1.0166	5.5484	1.0201	5.0666	37
24	1.0108	6.8452	1.0136	6.1227	1.0167	5.5396	1.0201	5.0593	36
25	1.0109	6.8309	1.0136	6.1117	1.0167	5.5308	1.0202	5.0520	35
26	1.0109	6.8185	1.0137	6.1013	1.0168	5.5221	1.0202	5.0447	34
27	1.0110	6.8052	1.0137	6.0904	1.0169	5.5134	1.0203	5.0375	33
28	1.0110	6.7919	1.0138	6.0800	1.0169	5.5047	1.0204	5.0302	32
29	1.0111	6.7787	1.0138	6.0694	1.0170	5.4964	1.0204	5.0230	31
30	1.0111	6.7655	1.0139	6.0588	1.0170	5.4874	1.0205	5.0158	30
31	1.0111	6.7523	1.0139	6.0483	1.0171	5.4788	1.0205	5.0087	29
32	1.0112	6.7392	1.0140	6.0379	1.0171	5.4702	1.0206	5.0015	28
33	1.0112	6.7262	1.0140	6.0274	1.0172	5.4617	1.0207	4.9939	27
34	1.0113	6.7132	1.0141	6.0170	1.0172	5.4532	1.0207	4.9873	26
35	1.0113	6.7000	1.0141	6.0066	1.0173	5.4447	1.0208	4.9802	25
36	1.0114	6.6874	1.0142	5.9963	1.0174	5.4362	1.0208	4.9732	24
37	1.0114	6.6745	1.0142	5.9860	1.0174	5.4275	1.0209	4.9661	23
38	1.0115	6.6617	1.0143	5.9758	1.0175	5.4194	1.0210	4.9591	22
39	1.0115	6.6490	1.0143	5.9655	1.0175	5.4110	1.0210	4.9521	21
40	1.0115	6.6363	1.0144	5.9554	1.0176	5.4026	1.0211	4.9452	20
41	1.0116	6.6237	1.0144	5.9452	1.0176	5.3943	1.0211	4.9382	19
42	1.0116	6.6111	1.0145	5.9351	1.0177	5.3860	1.0212	4.9313	18
43	1.0117	6.5982	1.0145	5.9250	1.0177	5.3777	1.0213	4.9243	17
44	1.0117	6.5860	1.0146	5.9150	1.0178	5.3695	1.0213	4.9175	16
45	1.0118	6.5739	1.0146	5.9049	1.0179	5.3612	1.0214	4.9106	15
46	1.0118	6.5612	1.0146	5.8941	1.0179	5.3530	1.0215	4.9037	14
47	1.0119	6.5488	1.0147	5.8850	1.0180	5.3449	1.0215	4.8960	13
48	1.0119	6.5365	1.0148	5.8751	1.0180	5.3367	1.0216	4.8891	12
49	1.0119	6.5243	1.0148	5.8652	1.0181	5.3286	1.0216	4.8833	11
50	1.0120	6.5121	1.0149	5.8554	1.0181	5.3206	1.0217	4.8765	10
51	1.0120	6.4999	1.0150	5.8456	1.0182	5.3124	1.0218	4.8697	9
52	1.0120	6.4876	1.0150	5.8358	1.0182	5.3041	1.0218	4.8630	8
53	1.0121	6.4753	1.0151	5.8253	1.0183	5.2953	1.0219	4.8557	7
54	1.0122	6.4637	1.0151	5.8153	1.0184	5.2883	1.0220	4.8496	6
55	1.0122	6.4517	1.0152	5.8067	1.0184	5.2803	1.0220	4.8429	5
56	1.0123	6.4398	1.0152	5.7970	1.0185	5.2724	1.0221	4.8362	4
57	1.0123	6.4279	1.0153	5.7874	1.0185	5.2645	1.0221	4.8294	3
58	1.0124	6.4160	1.0153	5.7778	1.0186	5.2566	1.0222	4.8229	2
59	1.0124	6.4042	1.0154	5.7683	1.0186	5.2487	1.0223	4.8163	1
60	1.0125	6.3924	1.0154	5.7588	1.0187	5.2408	1.0223	4.8097	0

	12°		13°		14°		15°		
	sec	cosec	sec	cosec	sec	cosec	sec	cosec	
0	1.0223	4.8097	1.0243	4.4454	1.0306	4.1336	1.0353	3.8637	60
1	1.0224	4.7986	1.0244	4.4398	1.0307	4.1287	1.0353	3.8595	59
2	1.0225	4.7966	1.0245	4.4342	1.0308	4.1239	1.0354	3.8553	58
3	1.0225	4.7901	1.0246	4.4287	1.0308	4.1191	1.0355	3.8522	57
4	1.0226	4.7853	1.0246	4.4231	1.0309	4.1149	1.0356	3.8487	56
5	1.0226	4.7770	1.0246	4.4176	1.0310	4.1094	1.0357	3.8450	55
6	1.0227	4.7706	1.0247	4.4120	1.0311	4.1001	1.0358	3.8416	53
7	1.0227	4.7636	1.0247	4.4065	1.0312	4.0953	1.0359	3.8384	52
8	1.0228	4.7576	1.0248	4.4011	1.0312	4.0906	1.0360	3.8263	51
9	1.0228	4.7512	1.0248	4.3956	1.0313	4.0859	1.0361	3.8222	50
10	1.0230	4.7448	1.0270	4.3901	1.0314	4.0859	1.0361	3.8222	49
11	1.0230	4.7384	1.0271	4.3847	1.0314	4.0812	1.0362	3.8181	49
12	1.0231	4.7320	1.0271	4.3788	1.0316	4.0745	1.0362	3.8140	47
13	1.0231	4.7257	1.0272	4.3738	1.0317	4.0718	1.0363	3.8099	46
14	1.0231	4.7192	1.0272	4.3684	1.0317	4.0672	1.0364	3.8059	45
15	1.0233	4.7130	1.0273	4.3630	1.0317	4.0625	1.0365	3.8018	45
16	1.0234	4.7067	1.0274	4.3576	1.0318	4.0579	1.0366	3.7978	44
17	1.0234	4.7004	1.0275	4.3522	1.0319	4.0532	1.0367	3.7937	43
18	1.0235	4.6942	1.0276	4.3469	1.0320	4.0486	1.0367	3.7897	42
19	1.0235	4.6879	1.0276	4.3415	1.0320	4.0440	1.0368	3.7857	41
20	1.0235	4.6817	1.0277	4.3362	1.0321	4.0394	1.0369	3.7816	40
21	1.0237	4.6754	1.0278	4.3309	1.0322	4.0348	1.0370	3.7776	39
22	1.0237	4.6692	1.0278	4.3256	1.0323	4.0302	1.0371	3.7736	38
23	1.0238	4.6631	1.0279	4.3203	1.0324	4.0256	1.0371	3.7697	37
24	1.0239	4.6569	1.0280	4.3150	1.0324	4.0211	1.0372	3.7657	36
25	1.0239	4.6507	1.0280	4.3098	1.0325	4.0165	1.0373	3.7616	35
26	1.0240	4.6446	1.0281	4.3045	1.0326	4.0129	1.0374	3.7575	33
27	1.0241	4.6385	1.0281	4.2984	1.0327	4.0029	1.0375	3.7498	32
28	1.0241	4.6323	1.0281	4.2938	1.0328	3.9984	1.0376	3.7499	31
29	1.0242	4.6261	1.0282	4.2888	1.0328	3.9939	1.0377	3.7420	30
30	1.0243	4.6202	1.0284	4.2836	1.0329	3.9495	1.0378	3.7380	29
31	1.0243	4.6142	1.0285	4.2785	1.0330	3.9894	1.0378	3.7344	28
32	1.0244	4.6081	1.0285	4.2733	1.0330	3.9854	1.0379	3.7341	28
33	1.0245	4.6021	1.0286	4.2681	1.0331	3.9814	1.0381	3.7293	27
34	1.0245	4.5961	1.0286	4.2629	1.0332	3.9765	1.0381	3.7254	26
35	1.0245	4.5901	1.0287	4.2579	1.0333	3.9716	1.0382	3.7224	25
36	1.0247	4.5841	1.0288	4.2527	1.0334	3.9672	1.0382	3.7186	24
37	1.0247	4.5782	1.0288	4.2476	1.0334	3.9627	1.0382	3.7147	23
38	1.0248	4.5722	1.0289	4.2425	1.0335	3.9583	1.0384	3.7108	23
39	1.0249	4.5663	1.0291	4.2375	1.0336	3.9539	1.0385	3.7070	21
40	1.0249	4.5604	1.0291	4.1824	1.0345	3.9014	1.0393	3.6889	11
41	1.0250	4.5543	1.0292	4.1774	1.0345	3.9451	1.0387	3.6993	19
42	1.0251	4.5486	1.0293	4.1725	1.0346	3.9408	1.0387	3.6955	18
43	1.0251	4.5426	1.0293	4.1676	1.0347	3.9363	1.0388	3.6917	17
44	1.0252	4.5369	1.0294	4.1622	1.0348	3.9320	1.0389	3.6878	16
45	1.0253	4.5311	1.0295	4.2072	1.0349	3.9277	1.0390	3.6840	15
46</td									

	16°		17°		18°		19°		*
*	sec	cosec	sec	cosec	sec	cosec	sec	cosec	*
0	1.0403	3.6279	1.0457	3.4203	1.0515	3.2361	1.0576	3.0715	60
1	1.0405	3.6206	1.0459	3.4138	1.0517	3.2303	1.0578	3.0684	58
2	1.0406	3.6169	1.0460	3.4106	1.0518	3.2274	1.0579	3.0683	57
3	1.0406	3.6133	1.0461	3.4073	1.0519	3.2245	1.0580	3.0612	56
4	1.0406	3.6060	1.0462	3.4009	1.0521	3.2188	1.0582	3.0561	54
5	1.0407	3.6096	1.0461	3.4041	1.0520	3.2216	1.0581	3.0586	55
6	1.0408	3.6024	1.0462	3.3977	1.0522	3.2169	1.0584	3.0535	53
7	1.0409	3.6024	1.0464	3.3946	1.0524	3.2165	1.0585	3.0560	52
8	1.0410	3.5987	1.0464	3.3943	1.0524	3.2162	1.0586	3.0484	51
9	1.0411	3.5951	1.0464	3.3913	1.0524	3.2102	1.0586	3.0484	51
10	1.0412	3.5818	1.0466	3.3881	1.0525	3.2074	1.0587	3.0485	50
11	1.0413	3.5879	1.0467	3.3849	1.0526	3.2045	1.0588	3.0433	49
12	1.0413	3.5843	1.0468	3.3817	1.0527	3.2017	1.0588	3.0407	48
13	1.0414	3.5807	1.0469	3.3785	1.0528	3.1989	1.0590	3.0382	47
14	1.0415	3.5772	1.0470	3.3754	1.0529	3.1960	1.0591	3.0357	46
15	1.0416	3.5736	1.0471	3.3722	1.0530	3.1932	1.0592	3.0311	45
16	1.0417	3.5700	1.0472	3.3693	1.0531	3.1904	1.0593	3.0306	44
17	1.0418	3.5666	1.0473	3.3659	1.0532	3.1876	1.0594	3.0281	43
18	1.0419	3.5629	1.0474	3.3627	1.0533	3.1848	1.0595	3.0266	42
19	1.0420	3.5594	1.0475	3.3596	1.0534	3.1820	1.0596	3.0231	41
20	1.0420	3.5559	1.0476	3.3565	1.0535	3.1792	1.0598	3.0206	40
21	1.0421	3.5523	1.0477	3.3534	1.0536	3.1764	1.0599	3.0181	39
22	1.0422	3.5488	1.0478	3.3506	1.0537	3.1736	1.0600	3.0156	38
23	1.0423	3.5453	1.0479	3.3471	1.0538	3.1708	1.0601	3.0137	37
24	1.0424	3.5418	1.0479	3.3440	1.0539	3.1681	1.0602	3.0106	36
25	1.0425	3.5383	1.0480	3.3409	1.0540	3.1653	1.0603	3.0081	35
26	1.0426	3.5348	1.0481	3.3378	1.0541	3.1625	1.0604	3.0056	34
27	1.0427	3.5313	1.0482	3.3347	1.0542	3.1598	1.0605	3.0031	33
28	1.0428	3.5279	1.0483	3.3318	1.0543	3.1570	1.0606	3.0037	32
29	1.0428	3.5244	1.0484	3.3286	1.0544	3.1543	1.0607	2.9982	31
30	1.0429	3.5209	1.0485	3.3255	1.0545	3.1515	1.0608	2.9957	30
31	1.0430	3.5175	1.0486	3.3224	1.0546	3.1488	1.0609	2.9933	29
32	1.0431	3.5140	1.0487	3.3194	1.0547	3.1461	1.0611	2.9908	28
33	1.0432	3.5106	1.0488	3.3163	1.0548	3.1433	1.0612	2.9884	27
34	1.0433	3.5072	1.0489	3.3133	1.0549	3.1406	1.0613	2.9859	26
35	1.0434	3.5037	1.0490	3.3102	1.0550	3.1379	1.0614	2.9835	25
36	1.0435	3.5003	1.0491	3.3072	1.0551	3.1352	1.0615	2.9810	24
37	1.0436	3.4969	1.0492	3.3042	1.0552	3.1325	1.0616	2.9788	23
38	1.0437	3.4935	1.0493	3.3014	1.0553	3.1298	1.0617	2.9762	22
39	1.0438	3.4901	1.0494	3.2981	1.0554	3.1271	1.0618	2.9738	21
40	1.0438	3.4867	1.0495	3.2951	1.0555	3.1244	1.0619	2.9713	20
41	1.0439	3.4833	1.0496	3.2921	1.0556	3.1217	1.0620	2.9689	19
42	1.0440	3.4799	1.0497	3.2891	1.0557	3.1190	1.0622	2.9665	18
43	1.0441	3.4766	1.0498	3.2851	1.0558	3.1163	1.0623	2.9641	17
44	1.0442	3.4732	1.0499	3.2831	1.0559	3.1137	1.0624	2.9617	16
45	1.0443	3.4698	1.0500	3.2801	1.0560	3.1111	1.0625	2.9583	15
46	1.0444	3.4665	1.0501	3.2772	1.0561	3.1083	1.0626	2.9556	14
47	1.0445	3.4632	1.0502	3.2742	1.0562	3.1057	1.0627	2.9545	13
48	1.0446	3.4598	1.0503	3.2712	1.0563	3.1030	1.0628	2.9521	12
49	1.0447	3.4565	1.0504	3.2683	1.0565	3.1004	1.0629	2.9497	11
50	1.0448	3.4532	1.0505	3.2653	1.0566	3.0977	1.0630	2.9474	10
51	1.0448	3.4498	1.0506	3.2624	1.0567	3.0961	1.0632	2.9450	9
52	1.0449	3.4465	1.0507	3.2591	1.0568	3.0928	1.0633	2.9426	8
53	1.0450	3.4432	1.0508	3.2558	1.0569	3.0894	1.0634	2.9402	7
54	1.0451	3.4399	1.0509	3.2535	1.0570	3.0872	1.0635	2.9379	6
55	1.0452	3.4366	1.0510	3.2506	1.0571	3.0846	1.0636	2.9355	5
56	1.0453	3.4334	1.0511	3.2477	1.0572	3.0820	1.0637	2.9332	4
57	1.0454	3.4301	1.0512	3.2448	1.0573	3.0793	1.0638	2.9308	3
58	1.0455	3.4268	1.0513	3.2419	1.0574	3.0767	1.0639	2.9285	2
59	1.0456	3.4236	1.0514	3.2390	1.0575	3.0741	1.0641	2.9261	1
60	1.0457	3.4203	1.0515	3.2361	1.0576	3.0718	1.0642	2.9238	0
*	cosec	sec	cosec	sec	cosec	sec	cosec	sec	*
	73°	sec	72°	sec	71°	sec	70°	sec	*

	20°		21°		22°		23°		
*	sec	cosec	sec	cosec	sec	cosec	sec	cosec	*
0	1.0642	2.9238	1.0711	2.7904	1.0785	2.6695	1.0864	2.5593	60
1	1.0643	2.9215	1.0713	2.7883	1.0787	2.6675	1.0865	2.5575	59
2	1.0644	2.9191	1.0714	2.7862	1.0788	2.6655	1.0866	2.5558	58
3	1.0645	2.9168	1.0715	2.7841	1.0789	2.6637	1.0867	2.5540	57
4	1.0646	2.9143	1.0716	2.7820	1.0790	2.6618	1.0868	2.5520	56
5	1.0647	2.9119	1.0717	2.7800	1.0791	2.6602	1.0869	2.5500	55
6	1.0648	2.9093	1.0719	2.7778	1.0793	2.6580	1.0870	2.5488	54
7	1.0650	2.9075	1.0720	2.7757	1.0794	2.6561	1.0873	2.5471	53
8	1.0651	2.9052	1.0721	2.7736	1.0795	2.6542	1.0874	2.5453	52
9	1.0652	2.9029	1.0722	2.7715	1.0797	2.6523	1.0876	2.5436	51
10	1.0653	2.9006	1.0723	2.7694	1.0798	2.6504	1.0877	2.5419	50
11	1.0654	2.8983	1.0725	2.7674	1.0799	2.6485	1.0878	2.5402	49
12	1.0655	2.8960	1.0726	2.7653	1.0801	2.6466	1.0880	2.5384	48
13	1.0656	2.8937	1.0727	2.7632	1.0802	2.6447	1.0881	2.5367	47
14	1.0658	2.8915	1.0728	2.7611	1.0803	2.6428	1.0882	2.5350	46
15	1.0659	2.8892	1.0729	2.7591	1.0804	2.6410	1.0883	2.5333	45
16	1.0660	2.8869	1.0731	2.7570	1.0805	2.6392	1.0884	2.5316	44
17	1.0661	2.8844	1.0732	2.7550	1.0806	2.6373	1.0885	2.5300	43
18	1.0662	2.8824	1.0733	2.7530	1.0807	2.6353	1.0886	2.5281	42
19	1.0663	2.8801	1.0734	2.7509	1.0808	2.6335	1.0887	2.5269	41
20	1.0664	2.8787	1.0736	2.7488	1.0809	2.6311	1.0888	2.5257	40
21	1.0666	2.8756	1.0737	2.7468	1.0812	2.6297	1.0892	2.5230	39
22	1.0667	2.8733	1.0738	2.7447	1.0813	2.6279	1.0893	2.5213	38
23	1.0668	2.8711	1.0739	2.7427	1.0815	2.6260	1.0894	2.5196	37
24	1.0669	2.8688	1.0740	2.7406	1.0816	2.6242	1.0895	2.5179	36
25	1.0670	2.8666	1.0742	2.7386	1.0817	2.6224	1.0897	2.5161	35
26	1.0671	2.8644	1.0743	2.7365	1.0818	2.6205	1.0898	2.5146	34
27	1.0673	2.8621	1.0744	2.7346	1.0820	2.6186	1.0900	2.5129	33
28	1.0674	2.8599	1.0745	2.7326	1.0821	2.6168	1.0902	2.5112	32
29	1.0675	2.8577	1.0747	2.7305	1.0823	2.6150	1.0903	2.5095	31
30	1.0676	2.8554	1.0748	2.7285	1.0824	2.6131	1.0904	2.5078	30
31	1.0677	2.8532	1.0749	2.7265	1.0825	2.6113	1.0906	2.5062	29
32	1.0678	2.8510	1.0750	2.7245	1.0826	2.6095	1.0907	2.5045	28
33	1.0679	2.8488	1.0751	2.7225	1.0828	2.6076	1.0908	2.5028	27
34	1.0681	2.8466	1.0753	2.7205	1.0829	2.6058	1.0910	2.5011	26
35	1.0682	2.8444	1.0754	2.7185	1.0830	2.6040	1.0911	2.4995	25
36	1.0683	2.8422	1.0755	2.7165	1.0832	2.6022	1.0913	2.4978	24
37	1.0684	2.8400	1.0756	2.7145	1.0833	2.6003	1.0914	2.4961	23
38	1.0685	2.8378	1.0757	2.7125	1.0834	2.5985	1.0915	2.4945	22
39	1.0686	2.8356	1.0758	2.7105	1.0835	2.5967	1.0917	2.4928	21
40	1.0688	2.8334	1.0760	2.7085	1.0837	2.5949	1.0918	2.4912	20
41	1.0689	2.8312	1.0761	2.7065	1.0838	2.5931	1.0920	2.4895	19
42	1.0690	2.8290	1.0763	2.7045	1.0840	2.5913	1.0921	2.4879	18
43	1.0691	2.8268	1.0764	2.7026	1.0841	2.5895	1.0922	2.4862	17
44	1.0692	2.8247	1.0765	2.7006	1.0842	2.5877	1.0924</		

	24°		25°		26°		27°		
	sec	cosec	sec	cosec	sec	cosec	sec	cosec	
0	1.0946	2.4586	1.1034	2.3662	1.1126	2.2812	1.1223	2.2027	60
1	1.0948	2.4570	1.1035	2.3647	1.1127	2.2798	1.1225	2.2014	59
2	1.0949	2.4555	1.1037	2.3632	1.1129	2.2784	1.1226	2.2002	58
3	1.0951	2.4538	1.1038	2.3618	1.1131	2.2771	1.1228	2.1987	57
4	1.0952	2.4522	1.1040	2.3603	1.1132	2.2757	1.1230	2.1977	56
5	1.0953	2.4506	1.1041	2.3588	1.1134	2.2744	1.1231	2.1964	55
6	1.0954	2.4490	1.1042	2.3573	1.1135	2.2730	1.1232	2.1952	54
7	1.0955	2.4474	1.1044	2.3559	1.1137	2.2717	1.1235	2.1939	53
8	1.0958	2.4458	1.1046	2.3544	1.1139	2.2703	1.1237	2.1927	52
9	1.0959	2.4442	1.1047	2.3530	1.1140	2.2690	1.1238	2.1914	51
10	1.0961	2.4426	1.1049	2.3515	1.1142	2.2676	1.1240	2.1902	50
11	1.0962	2.4411	1.1050	2.3501	1.1143	2.2663	1.1242	2.1889	49
12	1.0963	2.4395	1.1052	2.3486	1.1145	2.2648	1.1243	2.1877	48
13	1.0964	2.4379	1.1053	2.3471	1.1146	2.2636	1.1244	2.1865	47
14	1.0966	2.4363	1.1055	2.3457	1.1148	2.2623	1.1247	2.1852	46
15	1.0968	2.4347	1.1056	2.3443	1.1150	2.2610	1.1248	2.1840	45
16	1.0969	2.4332	1.1058	2.3428	1.1151	2.2594	1.1250	2.1828	44
17	1.0971	2.4316	1.1059	2.3414	1.1153	2.2583	1.1252	2.1815	43
18	1.0972	2.4306	1.1061	2.3399	1.1155	2.2570	1.1253	2.1803	42
19	1.0973	2.4285	1.1062	2.3385	1.1156	2.2556	1.1255	2.1791	41
20	1.0975	2.4268	1.1064	2.3371	1.1158	2.2543	1.1257	2.1778	40
21	1.0978	2.4254	1.1065	2.3356	1.1159	2.2530	1.1258	2.1766	39
22	1.0978	2.4238	1.1067	2.3342	1.1161	2.2517	1.1260	2.1754	38
23	1.0979	2.4222	1.1068	2.3328	1.1163	2.2503	1.1262	2.1742	37
24	1.0981	2.4207	1.1070	2.3313	1.1164	2.2494	1.1264	2.1730	36
25	1.0982	2.4191	1.1072	2.3309	1.1166	2.2477	1.1265	2.1717	35
26	1.0984	2.4176	1.1073	2.3285	1.1167	2.2464	1.1267	2.1703	34
27	1.0985	2.4160	1.1075	2.3271	1.1169	2.2451	1.1269	2.1693	33
28	1.0986	2.4145	1.1076	2.3256	1.1171	2.2438	1.1270	2.1681	32
29	1.0988	2.4130	1.1078	2.3242	1.1172	2.2425	1.1272	2.1669	31
30	1.0989	2.4114	1.1079	2.3228	1.1174	2.2411	1.1274	2.1657	30
31	1.0991	2.4099	1.1081	2.3214	1.1176	2.2398	1.1275	2.1645	29
32	1.0992	2.4083	1.1082	2.3200	1.1177	2.2385	1.1277	2.1633	28
33	1.0994	2.4068	1.1084	2.3186	1.1179	2.2372	1.1279	2.1620	27
34	1.0995	2.4053	1.1085	2.3172	1.1180	2.2359	1.1281	2.1608	26
35	1.0996	2.4038	1.1086	2.3157	1.1182	2.2346	1.1282	2.1597	25
36	1.0998	2.4022	1.1088	2.3143	1.1184	2.2333	1.1284	2.1584	24
37	1.1000	2.4007	1.1090	2.3129	1.1185	2.2320	1.1286	2.1572	23
38	1.1001	2.3992	1.1092	2.3115	1.1187	2.2307	1.1287	2.1560	22
39	1.1003	2.3976	1.1093	2.3101	1.1189	2.2294	1.1289	2.1548	21
40	1.1004	2.3961	1.1095	2.3087	1.1190	2.2282	1.1291	2.1536	20
41	1.1005	2.3946	1.1096	2.3073	1.1192	2.2269	1.1293	2.1525	19
42	1.1007	2.3931	1.1098	2.3059	1.1193	2.2254	1.1294	2.1513	18
43	1.1008	2.3916	1.1099	2.3044	1.1194	2.2240	1.1295	2.1502	17
44	1.1010	2.3901	1.1101	2.3032	1.1197	2.2230	1.1298	2.1489	16
45	1.1011	2.3886	1.1102	2.3018	1.1198	2.2217	1.1299	2.1477	15
46	1.1013	2.3871	1.1104	2.3004	1.1200	2.2204	1.1301	2.1465	14
47	1.1014	2.3856	1.1106	2.2990	1.1202	2.2192	1.1303	2.1453	13
48	1.1018	2.3841	1.1107	2.2976	1.1203	2.2179	1.1305	2.1441	12
49	1.1017	2.3826	1.1109	2.2962	1.1205	2.2164	1.1306	2.1430	11
50	1.1019	2.3811	1.1110	2.2949	1.1207	2.2153	1.1308	2.1418	10
51	1.1020	2.3796	1.1112	2.2935	1.1208	2.2141	1.1310	2.1406	9
52	1.1022	2.3781	1.1113	2.2921	1.1210	2.2128	1.1312	2.1394	8
53	1.1023	2.3766	1.1115	2.2907	1.1212	2.2115	1.1313	2.1382	7
54	1.1025	2.3751	1.1116	2.2894	1.1213	2.2103	1.1315	2.1371	6
55	1.1026	2.3736	1.1118	2.2880	1.1215	2.2090	1.1317	2.1356	5
56	1.1028	2.3721	1.1120	2.2866	1.1217	2.2077	1.1319	2.1347	4
57	1.1029	2.3706	1.1121	2.2858	1.1218	2.2064	1.1320	2.1335	3
58	1.1031	2.3691	1.1123	2.2839	1.1220	2.2052	1.1322	2.1324	2
59	1.1032	2.3676	1.1124	2.2825	1.1222	2.2040	1.1324	2.1312	1
60	1.1034	2.3662	1.1126	2.2812	1.1223	2.2027	1.1326	2.1300	0
	cosec		sec		cosec		sec		
	65°		64°		63°		62°		

	28°		29°		30°		31°		
	sec	cosec	sec	cosec	sec	cosec	sec	cosec	
0	1.1826	2.1300	1.1433	2.0627	1.1547	2.0000	1.1666	1.9416	60
1	1.1827	2.1289	1.1435	2.0616	1.1549	1.9990	1.1668	1.9407	59
2	1.1820	2.1277	1.1437	2.0604	1.1551	1.9978	1.1672	1.9398	58
3	1.1818	2.1265	1.1438	2.0592	1.1553	1.9964	1.1674	1.9378	57
4	1.1813	2.1254	1.1439	2.0583	1.1555	1.9960	1.1676	1.9378	56
5	1.1814	2.1242	1.1443	2.0573	1.1557	1.9950	1.1676	1.9376	55
6	1.1816	2.1231	1.1445	2.0562	1.1559	1.9940	1.1678	1.9360	54
7	1.1818	2.1219	1.1446	2.0551	1.1561	1.9930	1.1681	1.9350	53
8	1.1820	2.1208	1.1448	2.0540	1.1563	1.9920	1.1683	1.9341	52
9	1.1821	2.1196	1.1450	2.0530	1.1564	1.9910	1.1685	1.9332	51
10	1.1843	2.1180	1.1452	2.0519	1.1566	1.9900	1.1687	1.9322	50
11	1.1845	2.1173	1.1454	2.0508	1.1568	1.9890	1.1689	1.9313	49
12	1.1847	2.1162	1.1456	2.0498	1.1570	1.9880	1.1691	1.9304	48
13	1.1849	2.1150	1.1458	2.0487	1.1572	1.9870	1.1693	1.9295	47
14	1.1850	2.1139	1.1459	2.0476	1.1574	1.9860	1.1695	1.9285	46
15	1.1852	2.1127	1.1461	2.0466	1.1576	1.9850	1.1697	1.9276	45
16	1.1854	2.1115	1.1462	2.0454	1.1578	1.9840	1.1699	1.9266	44
17	1.1856	2.1104	1.1464	2.0444	1.1580	1.9830	1.1701	1.9256	43
18	1.1857	2.1093	1.1467	2.0434	1.1582	1.9820	1.1702	1.9248	42
19	1.1859	2.1082	1.1469	2.0423	1.1584	1.9810	1.1703	1.9239	41
20	1.1861	2.1070	1.1471	2.0413	1.1586	1.9801	1.1707	1.9230	40
21	1.1863	2.1059	1.1473	2.0402	1.1588	1.9791	1.1709	1.9221	39
22	1.1865	2.1048	1.1474	2.0391	1.1590	1.9780	1.1711	1.9210	38
23	1.1867	2.1036	1.1475	2.0381	1.1592	1.9771	1.1713	1.9202	37
24	1.1868	2.1025	1.1478	2.0370	1.1594	1.9761	1.1716	1.9193	36
25	1.1870	2.1014	1.1480	2.0360	1.1596	1.9752	1.1718	1.9184	35
26	1.1872	2.1003	1.1482	2.0349	1.1598	1.9742	1.1720	1.9175	34
27	1.1873	2.0991	1.1484	2.0339	1.1600	1.9732	1.1722	1.9166	33
28	1.1875	2.0980	1.1486	2.0329	1.1602	1.9722	1.1724	1.9157	32
29	1.1877	2.0969	1.1488	2.0318	1.1604	1.9712	1.1726	1.9148	31
30	1.1879	2.0957	1.1489	2.0308	1.1606	1.9703	1.1728	1.9139	30
31	1.1881	2.0946	1.1491	2.0297	1.1608	1.9693	1.1730	1.9130	29
32	1.1882	2.0935	1.1493	2.0287	1.1610	1.9683	1.1732	1.9121	28
33	1.1884	2.0924	1.1495	2.0276	1.1612	1.9674	1.1734	1.9112	27
34	1.1886	2.0913	1.1497	2.0266	1.1614	1.9664	1.1737	1.9102	26
35	1.1888	2.0901	1.1499	2.0256	1.1616	1.9654	1.1739	1.9093	25
36	1.1890	2.0890	1.1501	2.0246	1.1618	1.9644	1.1741	1.9084	24
37	1.1892	2.0879	1.1503	2.0236	1.1620	1.9635	1.1743	1.9074	23
38	1.1893	2.0868	1.1505	2.0224	1.1622	1.9625	1.1745	1.9068	22
39	1.1895	2.0857	1.1507	2.0214	1.1624	1.9616	1.1746	1.9061	21
40	1.1897	2.0846	1.1508	2.0204	1.1626	1.9606	1.1749	1.9048	20
41	1.1899	2.0835	1.1510	2.0194	1.1628	1.9596	1.1751	1.9039	19
42	1.1901	2.0824	1.1512	2.0184	1.1630	1.9587	1.1753	1.9030	18
43	1.1903	2.0813	1.1514	2.0174	1.1632	1.9578	1.1755	1.9021	

	32°		33°		34°		35°		
	sec	cosec	sec	cosec	sec	cosec	sec	cosec	
0	1.1792	1.8871	1.1924	1.8361	1.2062	1.7883	1.2208	1.7434	60
1	1.1794	1.8862	1.1926	1.8352	1.2064	1.7885	1.2210	1.7437	59
2	1.1798	1.8853	1.1928	1.8343	1.2066	1.7887	1.2213	1.7420	58
3	1.1801	1.8844	1.1930	1.8336	1.2068	1.7889	1.2215	1.7413	57
4	1.1803	1.8835	1.1933	1.8328	1.2072	1.7852	1.2218	1.7405	56
5	1.1802	1.8827	1.1935	1.8320	1.2074	1.7844	1.2220	1.7398	55
6	1.1805	1.8818	1.1937	1.8311	1.2076	1.7837	1.2223	1.7391	54
7	1.1807	1.8809	1.1939	1.8303	1.2079	1.7829	1.2225	1.7384	53
8	1.1809	1.8801	1.1942	1.8295	1.2081	1.7821	1.2228	1.7377	52
9	1.1811	1.8792	1.1944	1.8287	1.2083	1.7813	1.2230	1.7369	51
10	1.1813	1.8783	1.1946	1.8279	1.2086	1.7806	1.2233	1.7362	50
11	1.1815	1.8775	1.1948	1.8271	1.2088	1.7798	1.2235	1.7355	49
12	1.1818	1.8766	1.1951	1.8263	1.2091	1.7791	1.2238	1.7348	48
13	1.1820	1.8757	1.1953	1.8255	1.2093	1.7783	1.2240	1.7341	47
14	1.1822	1.8749	1.1955	1.8246	1.2095	1.7776	1.2243	1.7334	46
15	1.1824	1.8740	1.1958	1.8238	1.2098	1.7768	1.2245	1.7329	45
16	1.1826	1.8731	1.1960	1.8230	1.2100	1.7760	1.2248	1.7323	44
17	1.1828	1.8723	1.1962	1.8222	1.2103	1.7753	1.2250	1.7312	43
18	1.1831	1.8715	1.1964	1.8214	1.2105	1.7745	1.2253	1.7305	42
19	1.1833	1.8706	1.1967	1.8206	1.2107	1.7738	1.2255	1.7298	41
20	1.1835	1.8697	1.1969	1.8198	1.2110	1.7730	1.2258	1.7291	40
21	1.1837	1.8688	1.1971	1.8190	1.2112	1.7723	1.2260	1.7284	39
22	1.1839	1.8680	1.1974	1.8182	1.2115	1.7715	1.2263	1.7277	38
23	1.1841	1.8671	1.1976	1.8174	1.2117	1.7708	1.2265	1.7270	37
24	1.1844	1.8663	1.1978	1.8166	1.2119	1.7700	1.2268	1.7263	36
25	1.1846	1.8655	1.1980	1.8158	1.2122	1.7693	1.2270	1.7256	35
26	1.1848	1.8646	1.1983	1.8150	1.2124	1.7685	1.2273	1.7249	34
27	1.1850	1.8637	1.1985	1.8142	1.2127	1.7678	1.2276	1.7242	33
28	1.1852	1.8629	1.1987	1.8134	1.2129	1.7670	1.2278	1.7234	32
29	1.1855	1.8626	1.1990	1.8126	1.2132	1.7663	1.2281	1.7227	31
30	1.1857	1.8611	1.1992	1.8118	1.2134	1.7655	1.2283	1.7220	30
31	1.1859	1.8603	1.1994	1.8110	1.2136	1.7648	1.2286	1.7213	29
32	1.1861	1.8595	1.1997	1.8102	1.2139	1.7640	1.2288	1.7206	28
33	1.1863	1.8586	1.1999	1.8094	1.2141	1.7633	1.2291	1.7199	27
34	1.1866	1.8578	1.2001	1.8086	1.2144	1.7625	1.2293	1.7192	26
35	1.1868	1.8569	1.2004	1.8078	1.2146	1.7618	1.2299	1.7185	25
36	1.1870	1.8561	1.2006	1.8070	1.2149	1.7610	1.2298	1.7178	24
37	1.1872	1.8552	1.2008	1.8062	1.2151	1.7603	1.2301	1.7172	23
38	1.1874	1.8544	1.2010	1.8054	1.2153	1.7595	1.2304	1.7164	22
39	1.1877	1.8535	1.2013	1.8047	1.2156	1.7588	1.2306	1.7157	21
40	1.1879	1.8527	1.2015	1.8039	1.2158	1.7581	1.2309	1.7151	20
41	1.1881	1.8519	1.2017	1.8031	1.2161	1.7573	1.2311	1.7144	19
42	1.1883	1.8510	1.2020	1.8024	1.2163	1.7566	1.2314	1.7137	18
43	1.1886	1.8502	1.2022	1.8018	1.2166	1.7559	1.2316	1.7130	17
44	1.1888	1.8493	1.2024	1.8007	1.2168	1.7551	1.2319	1.7124	16
45	1.1890	1.8485	1.2027	1.7997	1.2171	1.7543	1.2321	1.7116	15
46	1.1892	1.8478	1.2029	1.7989	1.2173	1.7537	1.2324	1.7109	14
47	1.1894	1.8468	1.2031	1.7984	1.2175	1.7529	1.2327	1.7102	13
48	1.1897	1.8460	1.2034	1.7976	1.2178	1.7522	1.2329	1.7098	12
49	1.1899	1.8452	1.2036	1.7968	1.2180	1.7514	1.2332	1.7088	11
50	1.1901	1.8443	1.2039	1.7964	1.2183	1.7507	1.2335	1.7081	10
51	1.1903	1.8435	1.2041	1.7953	1.2185	1.7501	1.2327	1.7075	9
52	1.1906	1.8427	1.2044	1.7946	1.2188	1.7494	1.2320	1.7068	8
53	1.1908	1.8419	1.2046	1.7937	1.2190	1.7485	1.2342	1.7061	7
54	1.1910	1.8410	1.2048	1.7929	1.2193	1.7478	1.2345	1.7054	6
55	1.1912	1.8402	1.2050	1.7921	1.2195	1.7471	1.2348	1.7047	5
56	1.1915	1.8394	1.2053	1.7914	1.2198	1.7463	1.2350	1.7040	4
57	1.1917	1.8385	1.2055	1.7905	1.2200	1.7456	1.2353	1.7033	3
58	1.1919	1.8377	1.2057	1.7894	1.2203	1.7449	1.2355	1.7027	2
59	1.1921	1.8369	1.2060	1.7891	1.2205	1.7442	1.2358	1.7020	1
60	1.1924	1.8361	1.2062	1.7883	1.2208	1.7434	1.2361	1.7013	0

	36°		37°		38°		39°		
	sec	cosec	sec	cosec	sec	cosec	sec	cosec	
0	1.2361	1.7013	1.2521	1.6616	1.2600	1.6243	1.2867	1.5890	60
1	1.2363	1.7006	1.2524	1.6610	1.2603	1.6237	1.2871	1.5879	59
2	1.2366	1.6999	1.2527	1.6603	1.2606	1.6231	1.2874	1.5873	57
3	1.2368	1.6993	1.2530	1.6597	1.2609	1.6224	1.2877	1.5862	56
4	1.2371	1.6984	1.2532	1.6591	1.2702	1.6218	1.2880	1.5867	55
5	1.2374	1.6979	1.2535	1.6584	1.2705	1.6212	1.2883	1.5860	54
6	1.2376	1.6970	1.2537	1.6578	1.2707	1.6208	1.2886	1.5859	53
7	1.2379	1.6965	1.2540	1.6569	1.2709	1.6210	1.2889	1.5853	52
8	1.2382	1.6959	1.2543	1.6565	1.2713	1.6194	1.2892	1.5845	51
9	1.2384	1.6952	1.2546	1.6560	1.2715	1.6188	1.2895	1.5839	50
10	1.2387	1.6945	1.2549	1.6552	1.2719	1.6182	1.2898	1.5833	49
11	1.2389	1.6938	1.2552	1.6546	1.2722	1.6176	1.2901	1.5828	48
12	1.2392	1.6932	1.2554	1.6540	1.2725	1.6170	1.2903	1.5822	47
13	1.2395	1.6925	1.2557	1.6533	1.2728	1.6164	1.2907	1.5816	46
14	1.2397	1.6918	1.2559	1.6526	1.2730	1.6159	1.2910	1.5810	45
15	1.2400	1.6912	1.2563	1.6521	1.2734	1.6153	1.2913	1.5805	44
16	1.2403	1.6905	1.2565	1.6514	1.2737	1.6147	1.2916	1.5799	43
17	1.2405	1.6891	1.2570	1.6508	1.2739	1.6141	1.2919	1.5794	42
18	1.2408	1.6884	1.2574	1.6502	1.2742	1.6135	1.2922	1.5788	41
19	1.2411	1.6878	1.2577	1.6496	1.2745	1.6129	1.2926	1.5783	40
20	1.2413	1.6872	1.2580	1.6490	1.2748	1.6123	1.2929	1.5777	39
21	1.2416	1.6867	1.2579	1.6483	1.2751	1.6117	1.2932	1.5771	38
22	1.2419	1.6861	1.2582	1.6477	1.2754	1.6111	1.2935	1.5766	37
23	1.2421	1.6855	1.2585	1.6470	1.2757	1.6105	1.2938	1.5760	37
24	1.2424	1.6851	1.2588	1.6464	1.2760	1.6099	1.2941	1.5755	36
25	1.2427	1.6845	1.2591	1.6458	1.2763	1.6093	1.2944	1.5749	35
26	1.2429	1.6838	1.2593	1.6452	1.2766	1.6087	1.2947	1.5743	34
27	1.2432	1.6831	1.2596	1.6445	1.2769	1.6081	1.2950	1.5738	33
28	1.2434	1.6825	1.2599	1.6438	1.2772	1.6077	1.2953	1.5732	32
29	1.2437	1.6817	1.2602	1.6433	1.2775	1.6070	1.2956	1.5727	31
30	1.2440	1.6811	1.2605	1.6427	1.2778	1.6064	1.2957	1.5666	30
31	1.2443	1.6805	1.2607	1.6420	1.2781	1.6060	1.2963	1.5671	29
32	1.2445	1.6798	1.2610	1.6414	1.2784	1.6052	1.2965	1.5710	28
33	1.2448	1.6792	1.2613	1.6408	1.2787	1.6045	1.2969	1.5705	27
34	1.2451	1.6785	1.2616	1.6402	1.2790	1.6040	1.2972	1.5699	26
35	1.2454	1.6778	1.2619	1.6394	1.2793	1.6034	1.2974	1.5688	25
36	1.2456	1.6772	1.2622	1.6389	1.2795	1.6028	1.2978	1.5688	24
37	1.2459	1.6765	1.2624	1.6383	1.2798	1.6023	1.2981	1.5683	23
38	1.2461	1.6759	1.2627	1.6377	1.2801	1.6017	1.2985	1.5677	22
39	1.2464	1.6752	1.2630	1.6371	1.2804	1.6011	1.2988	1.5672	21
40	1.2467	1.6745	1.2633	1.6364	1.2807	1.6007	1.2987	1.5667	20
41	1.2470	1.6739	1.2636	1.6359	1.2810	1.6000	1.2994	1.5661	19
42	1.2473	1.6732	1.2639	1.6353	1.2813	1.5994	1.2995	1.5655	18
43	1.2475	1.6726	1.2641	1.6346	1.2816	1.5988	1.3000	1.5650	17
44	1.2478	1.6720	1.2644	1.6340	1.2819	1.5982	1.3003	1.5644	16
45	1.2480	1.6713	1.2647	1.6334	1.2822</				

	40°		41°		42°		43°		
	sec	cosec	sec	cosec	sec	cosec	sec	cosec	
0	1.3054	1.5557	1.3250	1.5242	1.3456	1.4945	1.3673	1.4663	60
1	1.3057	1.5552	1.3253	1.5237	1.3460	1.4940	1.3677	1.4658	59
2	1.3060	1.5546	1.3257	1.5232	1.3463	1.4935	1.3681	1.4654	58
3	1.3064	1.5541	1.3260	1.5227	1.3467	1.4930	1.3684	1.4649	57
4	1.3067	1.5535	1.3263	1.5222	1.3470	1.4925	1.3688	1.4644	56
5	1.3070	1.5529	1.3266	1.5217	1.3474	1.4919	1.3692	1.4639	55
6	1.3073	1.5524	1.3270	1.5212	1.3478	1.4916	1.3695	1.4635	54
7	1.3076	1.5520	1.3274	1.5207	1.3481	1.4911	1.3699	1.4631	53
8	1.3080	1.5514	1.3277	1.5202	1.3485	1.4906	1.3703	1.4626	52
9	1.3083	1.5509	1.3280	1.5197	1.3488	1.4901	1.3707	1.4622	51
10	1.3086	1.5503	1.3284	1.5192	1.3492	1.4897	1.3710	1.4617	50
11	1.3089	1.5498	1.3287	1.5187	1.3495	1.4892	1.3714	1.4613	49
12	1.3092	1.5493	1.3290	1.5182	1.3499	1.4887	1.3718	1.4608	48
13	1.3096	1.5487	1.3294	1.5177	1.3502	1.4882	1.3722	1.4604	47
14	1.3099	1.5482	1.3297	1.5171	1.3506	1.4877	1.3725	1.4599	46
15	1.3102	1.5477	1.3301	1.5166	1.3509	1.4873	1.3729	1.4595	45
16	1.3105	1.5471	1.3304	1.5161	1.3513	1.4868	1.3733	1.4590	44
17	1.3109	1.5466	1.3307	1.5156	1.3517	1.4863	1.3737	1.4586	43
18	1.3112	1.5461	1.3311	1.5151	1.3520	1.4858	1.3740	1.4581	42
19	1.3115	1.5456	1.3314	1.5146	1.3524	1.4854	1.3744	1.4577	41
20	1.3118	1.5450	1.3318	1.5141	1.3527	1.4849	1.3748	1.4572	40
21	1.3121	1.5445	1.3321	1.5136	1.3531	1.4844	1.3752	1.4568	39
22	1.3125	1.5440	1.3324	1.5131	1.3534	1.4839	1.3758	1.4563	38
23	1.3128	1.5434	1.3328	1.5126	1.3538	1.4835	1.3759	1.4559	37
24	1.3131	1.5429	1.3331	1.5121	1.3542	1.4830	1.3763	1.4554	36
25	1.3134	1.5424	1.3335	1.5116	1.3545	1.4825	1.3767	1.4550	35
26	1.3138	1.5419	1.3338	1.5111	1.3549	1.4821	1.3771	1.4545	34
27	1.3141	1.5414	1.3341	1.5106	1.3552	1.4816	1.3775	1.4541	33
28	1.3144	1.5408	1.3345	1.5101	1.3556	1.4811	1.3778	1.4536	32
29	1.3148	1.5403	1.3348	1.5096	1.3560	1.4806	1.3782	1.4532	31
30	1.3151	1.5398	1.3352	1.5092	1.3563	1.4802	1.3786	1.4527	30
31	1.3154	1.5392	1.3355	1.5087	1.3567	1.4797	1.3790	1.4523	29
32	1.3157	1.5387	1.3359	1.5082	1.3571	1.4792	1.3794	1.4518	28
33	1.3161	1.5382	1.3362	1.5077	1.3574	1.4788	1.3797	1.4514	27
34	1.3164	1.5377	1.3365	1.5072	1.3578	1.4783	1.3801	1.4510	26
35	1.3167	1.5371	1.3369	1.5067	1.3582	1.4778	1.3805	1.4505	25
36	1.3170	1.5366	1.3372	1.5062	1.3585	1.4774	1.3809	1.4501	24
37	1.3174	1.5361	1.3376	1.5057	1.3589	1.4769	1.3813	1.4496	23
38	1.3177	1.5356	1.3379	1.5052	1.3595	1.4764	1.3816	1.4492	22
39	1.3180	1.5351	1.3383	1.5047	1.3599	1.4760	1.3820	1.4487	21
40	1.3184	1.5345	1.3386	1.5042	1.3600	1.4755	1.3824	1.4483	20
41	1.3187	1.5340	1.3390	1.5037	1.3603	1.4750	1.3828	1.4470	19
42	1.3190	1.5335	1.3393	1.5032	1.3607	1.4746	1.3832	1.4474	18
43	1.3193	1.5330	1.3397	1.5027	1.3611	1.4741	1.3836	1.4470	17
44	1.3197	1.5325	1.3400	1.5022	1.3614	1.4736	1.3839	1.4465	16
45	1.3200	1.5319	1.3404	1.5018	1.3618	1.4732	1.3843	1.4461	15
46	1.3203	1.5314	1.3407	1.5013	1.3622	1.4727	1.3847	1.4457	14
47	1.3207	1.5309	1.3411	1.5008	1.3625	1.4723	1.3851	1.4452	13
48	1.3210	1.5304	1.3414	1.5003	1.3629	1.4718	1.3855	1.4448	12
49	1.3213	1.5300	1.3418	1.4998	1.3633	1.4713	1.3858	1.4443	11
50	1.3217	1.5294	1.3421	1.4993	1.3636	1.4709	1.3863	1.4439	10
51	1.3220	1.5289	1.3425	1.4988	1.3640	1.4704	1.3867	1.4435	9
52	1.3223	1.5283	1.3428	1.4983	1.3644	1.4699	1.3870	1.4430	8
53	1.3227	1.5278	1.3432	1.4979	1.3647	1.4695	1.3874	1.4426	7
54	1.3230	1.5273	1.3435	1.4974	1.3651	1.4690	1.3878	1.4422	6
55	1.3233	1.5268	1.3438	1.4969	1.3656	1.4686	1.3882	1.4417	5
56	1.3237	1.5263	1.3442	1.4964	1.3661	1.4688	1.3886	1.4413	4
57	1.3240	1.5258	1.3446	1.4959	1.3662	1.4676	1.3890	1.4408	3
58	1.3243	1.5253	1.3449	1.4954	1.3666	1.4672	1.3894	1.4404	2
59	1.3247	1.5248	1.3453	1.4949	1.3669	1.4667	1.3898	1.4400	1
60	1.3250	1.5242	1.3456	1.4943	1.3673	1.4663	1.3903	1.4395	0
	cosec	49° sec	cosec	48° sec	cosec	47° sec	cosec	46° sec	

	44°			44°			44°							
	sec	cosec		sec	cosec		sec	cosec						
0	1.3902	1.4395	60	21	1.3984	1.4305	39	41	1.4065	1.4221	19			
1	1.3905	1.4391	59	22	1.3988	1.4301	38	42	1.4069	1.4217	18			
2	1.3909	1.4387	58	23	1.3992	1.4297	37	43	1.4073	1.4212	17			
3	1.3913	1.4382	57	24	1.3996	1.4292	36	44	1.4077	1.4208	15			
4	1.3917	1.4378	56	25	1.4000	1.4288	35	45	1.4081	1.4204	14			
5	1.3921	1.4374	55	26	1.4004	1.4284	34	46	1.4085	1.4200	13			
6	1.3925	1.4370	54	27	1.4008	1.4280	33	47	1.4089	1.4196	12			
7	1.3929	1.4365	53	28	1.4012	1.4276	32	48	1.4093	1.4192	11			
8	1.3933	1.4361	52	29	1.4016	1.4271	31	49	1.4097	1.4188	10			
9	1.3937	1.4357	51	30	1.4020	1.4267	30	50	1.4101	1.4183	9			
10	1.3941	1.4352	50				31	1.4024	1.4263	29	51	1.4105	1.4179	8
11	1.3945	1.4348	49	32	1.4028	1.4259	28	52	1.4109	1.4175	7			
12	1.3949	1.4343	48	33	1.4032	1.4254	27	53	1.4113	1.4171	6			
13	1.3953	1.4339	47	34	1.4036	1.4250	26	54	1.4117	1.4167	5			
14	1.3957	1.4335	46	35	1.4040	1.4246	25	55	1.4122	1.4163	5			
15	1.3960	1.4331	45	36	1.4044	1.4242	24	56	1.4126	1.4160	4			
16	1.3964	1.4327	44	37	1.4048	1.4238	23	57	1.4130	1.4154	3			
17	1.3968	1.4322	43	38	1.4052	1.4233	22	58	1.4134	1.4150	2			
18	1.3972	1.4318	42	39	1.4056	1.4229	21	59	1.4138	1.4146	1			
19	1.3976	1.4314	41	40	1.4060	1.4225	20	60	1.4142	1.4142	0			
	cosec	45° sec		cosec	45° sec		cosec	45° sec						

Equivalencia de minutos y segundos en partes decimales de grado				Equivalencia de partes decimales de grado en minutos y segundos			
0° 0.0000	0° 0.0000	0° 0.0000	0° 0.0000	0° 0.00	0° 0' 36"	0° 50'	30'
1 .0167	1 .0003	1 .0003	1 .0003	1	1' 36"	1	30' 36"
2 .0333	2 .0006	2 .0006	2 .0006	2	1' 12"	2	31' 12"
3 .05	3 .0009	3 .0009	3 .0009	3	1' 48"	3	31' 48"
4 .0667	4 .0011	4 .0011	4 .0011	4	2' 24"	4	32' 24"
5 .0833	5 .0014	5 .0014	5 .0014	5	2' 50"	5	33' 50"
6 .10	6 .0017	6 .0017	6 .0017	6	3' 36"	6	33' 36"
7 .1167	7 .0019	7 .0019	7 .0019	7	4' 12"	7	34' 12"
8 .1333	8 .0022	8 .0022	8 .0022	8	4' 48"	8	34' 48"
9 .15	9 .0025	9 .0025	9 .0025	9	5' 24"	9	35' 24"
10' .1667	10' .0028	10' .0028	10' .0028	10'	6' 00"	10'	36'
1 .1833	1 .0031	1 .0031	1 .0031	1	6' 36"	1	36' 36"
2 .20	2 .0033	2 .0033	2 .0033	2	7' 12"	2	37' 12"
3 .2167	3 .0034	3 .0034	3 .0034	3	7' 48"	3	37' 48"
4 .2333	4 .0039	4 .0039	4 .0039	4	8' 24"	4	38' 24"
5 .25	15"	0.0042	0.0042	5	9' 24"	5	39' 24"
6 .2667	6 .0044	6 .0044	6 .0044	6	9' 36"	6	39' 36"
7 .2833	7 .0047	7 .0047	7 .0047	7	10' 12"	7	40' 12"
8 .30	8 .005	8 .005	8 .005	8	10' 48"	8	40' 48"
9 .3167	9 .0053	9 .0053	9 .0053	9	11' 24"	9	41' 24"
20' .3333	20' .0056	20' .0056	20' .0056	20'	12' 00"	20'	42"
1 .35	1 .0058	1 .0058	1 .0058	1	12' 36"	1	42' 36"
2 .3667	2 .0061	2 .0061	2 .0061	2	13' 12"	2	43' 12"
3 .3833	3 .0064	3 .0064	3 .0064	3	13' 48"	3	43' 48"
4 .40	4 .0067	4 .0067	4 .0067	4	14' 24"	4	44' 24"
5 .4167	25"	0.0069	0.0069	5	15' 00"	5	45"
6 .4333	6 .0072	6 .0072	6 .0072	6	15' 36"	6	45' 36"
7 .45	7 .0075	7 .0075	7 .0075	7	16' 12"	7	46' 12"
8 .4667	8 .0078	8 .0078	8 .0078	8	16' 48"	8	46' 48"
9 .4833	9 .0081	9 .0081	9 .0081	9	17' 24"	9	47' 24"
30' .50	30' .0083	30' .0083	30' .0083	30'	18' 00"	30'	48"
1 .5167	1 .0086	1 .0086	1 .0086	1	18' 36"	1	48' 36"
2 .5333	2 .0089	2 .0089	2 .0089	2	19' 12"	2	49' 12"
3 .55	3 .0092	3 .0092	3 .0092	3	19' 48"	3	49' 48"
4 .5667	4 .0094	4 .0094	4 .0094	4	20' 24"	4	50' 24"
5 .5833	35"	0.0097	0.0097	5	21' 00"	5	51"
6 .60	6 .0101	6 .0101	6 .0101	6	21' 36"	6	51' 36"
7 .6167	7 .0103	7 .0103	7 .0103	7	22' 12"	7	52' 12"
8 .6333	8 .0106	8 .0106	8 .0106	8	22' 48"	8	52' 48"
9 .65	9 .0108	9 .0108	9 .0108	9	23' 24"	9	53' 24"
40' .6667	40"	0.0111	0.0111	40'	24' 00"	40'	54"
1 .6833	1 .0114	1 .0114	1 .0114	1	24' 36"	1	54' 36"
2 .70	2 .0117	2 .0117	2 .0117	2	25' 12"	2	55' 12"
3 .7167	3 .0119	3 .0119	3 .0119	3	25' 48"	3	55' 48"
4 .7333	4 .0122	4 .0122	4 .0122	4	26' 24"	4	56' 24"
45' .75	45"	0.0125	0.0125	45'	27' 00"	45'	57"
6 .7667	6 .0128	6 .0128	6 .0128	6	27' 36"	6	57' 36"
7 .7833	7 .0131	7 .0131	7 .0131	7	28' 12"	7	58' 12"
8 .80	8 .0133	8 .0133	8 .0133	8	28' 48"	8	58' 48"
9 .8167	9 .0136	9 .0136	9 .0136	9	29' 24"	9	59' 24"
50' .8333	50"	0.0139	0.0139	50'	30' 00"	50'	60"
1 .85	1 .0142	1 .0142	1 .0142				
2 .8667	2 .0144	2 .0144	2 .0144				
3 .8833	3 .0147	3 .0147	3 .0147				
4 .90	4 .015	4 .015	4 .015				
55' .9167	55"	0.0153	0.0153				
6 .9333	6 .0156	6 .0156	6 .0156				
7 .95	7 .0158	7 .0158	7 .0158				
8 .9667	8 .0161	8 .0161	8 .0161				
9 .9833	9 .0164	9 .0164	9 .0164				
60' 1.00	60"	0.0167	0.0167				

ARCOS, FLECHAS Y CUERDAS PARA RADIO=1							
Angulo	Arcos	Flechas	Cuerdas	Angulo	Arcos	Flechas	Cuerdas
1°	0.0175	0.00004	0.0175	46°	0.8029	0.0795	0.7815
2	0.0349	0.00015	0.0349	47	0.8203	0.0829	0.7975
3	0.0524	0.00034	0.0524	48	0.8378	0.0865	0.8135
4	0.0698	0.00061	0.0698	49	0.8552	0.0900	0.8294
5	0.0873	0.00095	0.0872	50	0.8727	0.0937	0.8452
6	0.1047	0.00137	0.1047	51	0.8901	0.0974	0.8610
7	0.1222	0.00187	0.1221	52	0.9076	0.1012	0.8767
8	0.1396	0.00244	0.1395	53	0.9250	0.1051	0.8924
9	0.1571	0.00308	0.1569	54	0.9425	0.1090	0.9080
10	0.1745	0.00381	0.1743	55	0.9599	0.1130	0.9235
11	0.1920	0.00460	0.1917	56	0.9774	0.1171	0.9389
12	0.2094	0.00548	0.2091	57	0.9948	0.1212	0.9543
13	0.2269	0.00643	0.2264	58	1.0123	0.1254	0.9695
14	0.2443	0.00745	0.2437	59	1.0297	0.1296	0.9848
15	0.2618	0.00856	0.2611	60	1.0472	0.1340	1.0000
16	0.2793	0.00973	0.2783	61	1.0647	0.1384	1.0151
17	0.2967	0.01098	0.2956	62	1.0821	0.1428	1.0301
18	0.3142	0.01231	0.3129	63	1.0996	0.1474	1.0450
19	0.3316	0.01371	0.3301	64	1.1170	0.1520	1.0598
20	0.3491	0.01519	0.3473	65	1.1345	0.1566	1.0746
21	0.3665	0.01675	0.3645	66	1.1519	0.1613	1.0893
22	0.3840	0.01837	0.3816	67	1.1694	0.1661	1.1039
23	0.4014	0.02008	0.3987	68	1.1868	0.1710	1.1184
24	0.4189	0.02185	0.4158	69	1.2043	0.1759	1.1328
25	0.4363	0.02570	0.4329	70	1.2217	0.1808	1.1472
26	0.4538	0.02563	0.4499	71	1.2392	0.1859	1.1614
27	0.4712	0.02763	0.4669	72	1.2566	0.1910	1.1756
28	0.4887	0.02969	0.4838	73	1.2741	0.1961	1.1896
29	0.5061	0.03185	0.5008	74	1.2915	0.2014	1.2036
30	0.5236	0.03407	0.5176	75	1.3090	0.2066	1.2175
31	0.5411	0.03637	0.5345	76	1.3265	0.2120	1.2313
32	0.5585	0.03874	0.5512	77	1.3439	0.2174	1.2450
33	0.5760	0.04118	0.5680	78	1.3614	0.2229	1.2586
34	0.5934	0.04370	0.5847	79	1.3788	0.2284	1.2722
35	0.6109	0.04628	0.6014	80	1.3963	0.2340	1.2856
36	0.6283	0.04894	0.6180	81	1.4137	0.2396	1.2989
37	0.6458	0.05168	0.6346	82	1.4312	0.2453	1.3121
38	0.6632	0.05448	0.6511	83	1.4486	0.2510	1.3252
39	0.6807	0.05736	0.6676	84	1.4661	0.2569	1.3383
40	0.6981	0.06031	0.6840	85	1.4835	0.2627	1.3512
41	0.7156	0.06333	0.7004	86	1.5010	0.2686	1.3640
42	0.7330	0.06642	0.7167	87	1.5184	0.2746	1.3767
43	0.7505	0.06958	0.7330	88	1.5359	0.2807	1.3893
44	0.7679	0.07281	0.7492	89	1.5533	0.2867	1.4018
45	0.7854	0.07612	0.7654	90	1.5708	0.2929	1.4142

**ARCOS, FLECHAS Y CUERDAS  
PARA RADIO = 1**

Angulo	Arcos	Flechas	Cuerdas	Angulo	Arcos	Flechas	Cuerdas
91°	1.5882	0.2991	1.4265	136°	2.3736	0.6254	1.8544
92	1.6057	0.3053	1.4387	137	2.3911	0.6335	1.8608
93	1.6232	0.3116	1.4507	138	2.4086	0.6416	1.8672
94	1.6406	0.3180	1.4627	139	2.4260	0.6498	1.8733
95	1.6580	0.3244	1.4746	140	2.4435	0.6580	1.8794
96	1.6755	0.3309	1.4863	141	2.4609	0.6662	1.8853
97	1.6930	0.3374	1.4979	142	2.4784	0.6744	1.8910
98	1.7104	0.3439	1.5094	143	2.4958	0.6827	1.8966
99	1.7279	0.3506	1.5208	144	2.5133	0.6910	1.9021
100	1.7453	0.3572	1.5321	145	2.5307	0.6993	1.9074
101	1.7628	0.3639	1.5432	146	2.5482	0.7076	1.9126
102	1.7802	0.3707	1.5543	147	2.5656	0.7160	1.9176
103	1.7977	0.3775	1.5652	148	2.5831	0.7244	1.9225
104	1.8151	0.3843	1.5760	149	2.6005	0.7328	1.9273
105	1.8326	0.3912	1.5867	150	2.6180	0.7412	1.9319
106	1.8500	0.3982	1.5973	151	2.6354	0.7496	1.9363
107	1.8675	0.4052	1.6077	152	2.6529	0.7581	1.9406
108	1.8850	0.4122	1.6180	153	2.6704	0.7666	1.9447
109	1.9024	0.4193	1.6282	154	2.6878	0.7750	1.9487
110	1.9199	0.4264	1.6383	155	2.7053	0.7836	1.9526
111	1.9373	0.4336	1.6483	156	2.7227	0.7921	1.9563
112	1.9548	0.4408	1.6581	157	2.7402	0.8006	1.9598
113	1.9722	0.4481	1.6678	158	2.7576	0.8092	1.9632
114	1.9897	0.4554	1.6773	159	2.7751	0.8178	1.9665
115	2.0071	0.4627	1.6868	160	2.7925	0.8264	1.9696
116	2.0246	0.4701	1.6961	161	2.8100	0.8350	1.9726
117	2.0420	0.4775	1.7053	162	2.8274	0.8436	1.9754
118	2.0595	0.4850	1.7143	163	2.8449	0.8522	1.9780
119	2.0769	0.4925	1.7233	164	2.8623	0.8608	1.9805
120	2.0944	0.5000	1.7321	165	2.8798	0.8695	1.9829
121	2.1118	0.5076	1.7407	166	2.8972	0.8781	1.9851
122	2.1293	0.5152	1.7492	167	2.9147	0.8868	1.9871
123	2.1468	0.5228	1.7576	168	2.9322	0.8955	1.9890
124	2.1642	0.5305	1.7659	169	2.9496	0.9042	1.9908
125	2.1817	0.5383	1.7740	170	2.9671	0.9128	1.9924
126	2.1991	0.5460	1.7820	171	2.9845	0.9215	1.9938
127	2.2160	0.5538	1.7899	172	3.0020	0.9302	1.9951
128	2.2340	0.5616	1.7976	173	3.0194	0.9390	1.9963
129	2.2515	0.5695	1.8052	174	3.0369	0.9477	1.9973
130	2.2689	0.5774	1.8126	175	3.0543	0.9564	1.9981
131	2.2864	0.5853	1.8199	176	3.0718	0.9651	1.9988
132	2.3038	0.5933	1.8271	177	3.0892	0.9738	1.9993
133	2.3213	0.6013	1.8341	178	3.1067	0.9825	1.9997
134	2.3387	0.6093	1.8410	179	3.1241	0.9913	1.9999
135	2.3563	0.6173	1.8478	180	3.1416	1.0000	2.0000

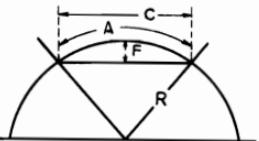
**FORMULAS PARA LAS TABLAS DE  
ARCOS, CUERDAS Y FLECHAS**

A = Arco.

F = Flecha.

C = Cuerda.

R = Radio.



**T A B L A D E A R C O S**

Radio  $\times$  Arco de la tabla = Arco.

$$\frac{\text{Arco}}{\text{Arco de la tabla}} = \text{Radio.}$$

$$\frac{\text{Arco}}{\text{Radio}} = \text{Arco de la tabla.}$$

**T A B L A D E C U E R D A S**

Radio  $\times$  Cuerda de la tabla = Cuerda.

$$\frac{\text{Cuerda}}{\text{Cuerda de la tabla}} = \text{Radio.}$$

$$\frac{\text{Cuerda}}{\text{Radio}} = \text{Cuerda de la tabla.}$$

**T A B L A D E F L E C H A S**

Radio  $\times$  Flecha de la tabla = Flecha.

$$\frac{\text{Flecha}}{\text{Flecha de la tabla}} = \text{Radio.}$$

$$\frac{\text{Flecha}}{\text{Radio}} = \text{Flecha de la tabla.}$$

### E J E M P L O S D E C U E R D A S

Calcular la longitud de la cuerda de un arco de  $30^\circ$  en un círculo de 200 milímetros de radio.

$$200 \times \text{cuerda de las tablas} = \text{Cuerda.}$$

$$30^\circ = 0,5176 \times 200 = 103,52 \text{ mm., longitud de la cuerda.}$$

Calcular el radio del círculo anterior, siendo conocida la cuerda y el valor del ángulo en grados.

$$\frac{\text{Cuerda}}{\text{Cuerda de la tabla}} = \text{Radio.}$$

$$\frac{103,52}{0,5176} = 200 \text{ Radio.}$$

Calcular los grados de un arco, conocida la cuerda y el radio del ejemplo anterior.

$$\frac{\text{Cuerda}}{\text{Radio}} = \text{Cuerda y grados de la tabla.}$$

$$\frac{103,52}{200} = 0,5176 \text{ Cuerda y } 30^\circ \text{ de la tabla.}$$

### E J E M P L O S D E A R C O S

Calcular el desarrollo de un arco de  $35^\circ$  siendo el radio de 500 mm.

$$\text{Radio} \times \text{Arco de la tabla} = \text{Arco.}$$

$$500 \times 0,6109 = 305,45 \text{ mm. desarrollo.}$$

Calcular el número de grados de un arco cuyo desarrollo es 340 mm. sobre una circunferencia de 500 mm. de radio.

$$\frac{\text{Arco}}{\text{Radio}} = \text{Arco y grados de la tabla.}$$

$$\frac{340}{500} = 0,68 \text{ arco, } 39^\circ \text{ de la tabla.}$$

### E J E M P L O S D E F L E C H A S

En un círculo de 150 mm. de radio y siendo el ángulo dado  $65^\circ$ , calcular la flecha.

$$\text{Radio} \times \text{Flecha de la tabla} = \text{Flecha.}$$

$$150 \times 0,1566 = 23,49 \text{ mm. Flecha.}$$

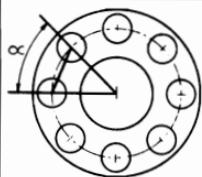
Calcular los grados que corresponden a una flecha de 50 mm. en un círculo de 300 mm. de radio.

$$\frac{\text{Flecha}}{\text{Radio}} = \text{Flecha y grados de la tabla.}$$

$$\frac{50}{300} = 0,166 \text{ Flecha, } 67^\circ \text{ de la tabla.}$$

### T A B L A D E A N G U L O S Y CUERDAS

correspondientes a la división en partes iguales de una circunferencia de radio = 1



Divisiones	Ángulo en Grados y Minutos	Cuerda	Divisiones	Ángulo en Grados y Minutos	Cuerda	Divisiones	Ángulo en Grados y Minutos	Cuerda
3	120°	1,7321	36	10°	0,1743	69	5°13'	0,0911
4	90	1,4142	37	9,43°	0,1697	70	5,08	0,0897
5	72	1,1756	38	9,28	0,1652	71	5,04	0,0884
6	60	1,0000	39	9,13	0,1609	72	5	0,0872
7	51,25	0,8678	40	9	0,1569	73	4,55	0,0860
8	45	0,7654	41	8,46	0,1531	74	4,51	0,0848
9	40	0,6840	42	8,34	0,1494	75	4,48	0,0837
10	36	0,6180	43	8,22	0,1459	76	4,44	0,0827
11	32,43	0,5635	44	8,10	0,1426	77	4,40	0,0816
12	30	0,5176	45	8	0,1395	78	4,36	0,0806
13	27,41	0,4786	46	7,49	0,1365	79	4,33	0,0795
14	25,42	0,4460	47	7,39	0,1336	80	4,30	0,0785
15	25	0,4158	48	7,30	0,1308	81	4,26	0,0775
16	22,30	0,3902	49	7,20	0,1282	82	4,23	0,0766
17	21,10	0,3676	50	7,12	0,1256	83	4,20	0,0757
18	20	0,3473	51	7,03	0,1231	84	4,17	0,0748
19	18,56	0,3292	52	6,56	0,1207	85	4,14	0,0740
20	18	0,3129	53	6,47	0,1184	86	4,11	0,0731
21	17,08	0,2980	54	6,40	0,1164	87	4,08	0,0722
22	16,21	0,2845	55	6,32	0,1143	88	4,05	0,0714
23	15,39	0,2723	56	6,25	0,1122	89	4,02	0,0705
24	15	0,2611	57	6,18	0,1103	90	4	0,0698
25	14,24	0,2507	58	6,12	0,1084	91	3,57	0,0691
26	13,50	0,2411	59	6,06	0,1064	92	3,54	0,0684
27	13,20	0,2321	60	6	0,1047	93	3,52	0,0675
28	12,51	0,2240	61	5,54	0,1030	94	3,49	0,0668
29	12,24	0,2162	62	5,48	0,1014	95	3,47	0,0661
30	12	0,2091	63	5,42	0,0996	96	3,45	0,0656
31	11,36	0,2023	64	5,37	0,0982	97	3,42	0,0648
32	11,15	0,1961	65	5,32	0,0967	98	3,40	0,0641
33	10,54	0,1901	66	5,27	0,0951	99	3,38	0,0635
34	10,35	0,1846	67	5,22	0,0937	100	3,36	0,0628
35	10,17	0,1793	68	5,17	0,0923	—	—	—

Ejemplo: Para dividir una circunferencia de 320 mm. de radio, en 28 partes iguales, se multiplicará por 320 la longitud de la cuerda 0,224 indicada en la tabla para 28 divisiones.

Abertura del compás =  $320 \times 0,224 = 71,68$  mm.

# ELEMENTOS DE TRIGONOMETRIA

## SENCILLAS SOLUCIONES DEL TRIANGULO RECTANGULO

A — B = Radio = 1

B — C = Seno

A — C = Coseno

D — E = Tangente

G — H = Cotangente

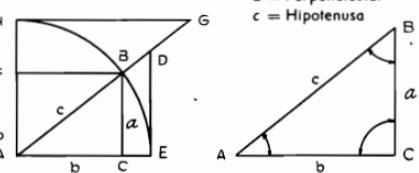
A — D = Secante

A — G = Cosecante

C — E = Seno verso

F — H = Coseno verso

B — E = Cuerda



b = Base

a = Perpendicular

c = Hipotenusa

HALLAR	CONOCIENDO	REGLA	FORMULA
Angulo A	Angulos B y C	Restar el ángulo B del ángulo C	C — B = A
Angulo B	Angulos A y C	Restar el ángulo A del ángulo C	C — A = B
Angulo C	Angulos A y B	Sumar el ángulo A y el ángulo B	A + B = C
Seno A	Lados a y c	Se divide el lado a por el lado c	$\frac{a}{c} = \text{seno } A$
	Cosec A	Se divide 1 por cosec A	$\frac{1}{\text{cosec } A} = \text{seno } A$
	Tg y cos A	Se multiplica Tg A por cos A	Tg A × cos A = sen A
	Tg y sec A	Se divide Tg A por sec A	$\frac{\text{Tg } A}{\text{sec } A} = \text{sen } A$
	Cos y cot A	Se divide el cos A por la cot A	$\frac{\cos A}{\cot A} = \text{sen } A$
Coseno A		Restar el cuadrado del cos A de 1 y extraer la raíz cuadrada del resto	$\sqrt{1 - \cos^2 A} = \text{sen } A$

HALLAR	CONOCIENDO	REGLA	FORMULA
Coseno A	Lados b y c	Dividir el lado b por el lado c	$\frac{b}{c} = \cos A$
	Sec A	Dividir 1 por la sec A	$\frac{1}{\sec A} = \cos A$
	cot A y sen A	Multiplicar la cot A por el sen A	$\cot A \times \text{sen } A = \cos A$
	sen A y tg A	Dividir sen A por tg A	$\frac{\text{sen } A}{\text{Tg } A} = \cos A$
	cot A y cosec A	Dividir cot A por cosec A	$\frac{\cot A}{\text{cosec } A} = \cos A$
	sen A	Restar el cuadrado del sen A de 1 y extraer la raíz cuadrada del resto	$\sqrt{1 - \text{sen}^2 A} = \cos A$
Tg A	Lado a y b	Dividir el lado a por b	$\frac{a}{b} = \text{Tg } A$
	cot A	Dividir 1 por cot A	$\frac{1}{\cot A} = \text{Tg } A$
	sec A y sen A	Multiplicar sec A por sen A	$\sec A \times \text{sen } A = \text{Tg } A$
	sen A y cos A	Dividir sen A por cos A	$\frac{\text{sen } A}{\cos A} = \text{Tg } A$
	sec A y cosec A	Dividir sec A por cosec A	$\frac{\sec A}{\text{cosec } A} = \text{Tg } A$
	sec A	Restar 1 del cuadrado de la sec A y extraer la raíz cuadrada del resto	$\sqrt{\sec^2 A - 1} = \text{Tg } A$

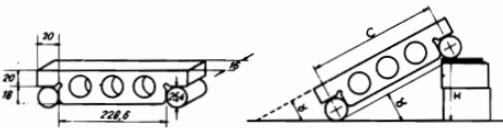
HALLAR	CONOCIENDO	REGLA	FORMULA
Cot A	Lados b y a	Dividir lado b por lado a	$\frac{b}{a} = \cot A$
	Tg A	Dividir 1 por Tg A	$\frac{1}{\operatorname{Tg} A} = \cot A$
	cosec A cos A	Multiplicar cosec A por cos A	$\operatorname{cosec} A \times \cos A = \cot A$
	cos A y sen A	Dividir cos A por sen A	$\frac{\cos A}{\operatorname{sen} A} = \cot A$
	cosec A y sec A	Dividir cosec A por sec A	$\frac{\operatorname{cosec} A}{\sec A} = \cot A$
	cosec A	Restar 1 del cuadrado de la cosec A, extraer la raíz cuadrada del resto	$\sqrt{\operatorname{cosec}^2 A - 1} = \cot A$
Sec A	Lados c y b	Dividir lado c por b	$\frac{c}{b} = \sec A$
	cos A	Dividir 1 por cos A	$\frac{1}{\cos A} = \sec A$
	cosec A y Tg A	Multiplicar cosec A por Tg A	$\operatorname{cosec} A \times \operatorname{Tg} A = \sec A$
	Tg A sen A	Dividir Tg A por sen A	$\frac{\operatorname{Tg} A}{\operatorname{sen} A} = \sec A$
	cosec A cot A	Dividir cosec A por cot A	$\frac{\operatorname{cosec} A}{\cot A} = \sec A$
	Tg A	Sumar 1 al cuadrado de lo Tg A y extraer la raíz cuadrada de la suma	$\sqrt{\operatorname{Tg}^2 A + 1} = \sec A$

HALLAR	CONOCIENDO	REGLA	FORMULA
cosec A	Lados c y a	Dividir lado c por lado a	$\frac{c}{a} = \operatorname{cosec} A$
	Sen A	Dividir 1 por sen A	$\frac{1}{\operatorname{sen} A} = \operatorname{cosec} A$
	sec A y cot A	Multiplicar sec A por cot A	$\sec A \times \cot A = \operatorname{cosec} A$
	sec A y Tg A	Dividir sec A por Tg A	$\frac{\sec A}{\operatorname{Tg} A} = \operatorname{cosec} A$
	cot A y cos A	Dividir cot A por cos A	$\frac{\cot A}{\cos A} = \operatorname{cosec} A$
	cot A	Sumar 1 al cuadrado de la cot A y extraer la raíz cuadrada de la suma	$\sqrt{\cot^2 A + 1} = \operatorname{cosec} A$
Seno verso A	Lados c y b	Se resta el lado b del lado c y el resto se divide por el lado c	$\frac{c - b}{c} = \operatorname{seno-verso} A$
	cos A	Se resta el coseno A de 1	$1 - \cos A = \operatorname{seno-verso} A$
Coseno verso A	Lados c y a	Se resta el lado a del c y el resto se divide por el lado c	$\frac{c - a}{c} = \operatorname{cos-verso} A$
	sen A	Se resta el seno A de 1	$1 - \operatorname{sen} A = \operatorname{coseno-verso} A$
Cuerda A	$\frac{1}{2}$ , sen A	Multiplicar el sen de la mitad del ángulo A por 2 y por el radio del lado c	$2c \operatorname{sen} \frac{A}{2} = \operatorname{cuerda} A$
Lado a	Lados c y b	Se resta el cuadrado del lado b del cuadrado del lado c y se extrae la raíz cuadrada del resto	$\sqrt{c^2 - b^2} = \operatorname{lado} a$
	Lado c y sen A	Multiplicar lado c por sen A	$c \times \operatorname{sen} A = \operatorname{lado} a$

## TRAZADO PARA ANGULOS DE PRECISION

HALLAR	CONOCIENDO	REGLA	FORMULA
Lado a	Lado b y Tg A	Multiplicar lado b por Tg A	$b \times \operatorname{Tg} A = \text{lado } a$
	Lado b y cot A	Dividir lado b por cot A	$\frac{b}{\operatorname{cot} A} = \text{lado } a$
	Lado c y cosec A	Dividir lado c por cosec A	$\frac{c}{\operatorname{cosec} A} = \text{lado } a$
Lado b	Lados c y a	Se resta el cuadrado del lado a del cuadrado del lado c y se extrae la raiz cuadrada del resto	$\sqrt{c^2 - a^2} = \text{lado } b$
	Lado c y cos A	Multiplicar lado c por cos A	$c \times \cos A = \text{lado } b$
	Lado a y cot A	Multiplicar lado a por cot A	$a \times \operatorname{cot} A = \text{lado } b$
	Lado a y Tg A	Dividir lado a por Tg A	$\frac{a}{\operatorname{Tg} A} = \text{lado } b$
	Lado c y sec A	Dividir lado c por sec A	$\frac{c}{\sec A} = \text{lado } b$
Lado c	Lados a y b	Sumar los cuadrados de los lados a y b y extraer la raiz cuadrada de la suma	$\sqrt{a^2 + b^2} = \text{lado } c$
	Lado b y sec A	Multiplicar lado b por sec A	$b \times \sec A = \text{lado } c$
	Lado a y cosec A	Multiplicar lado a por cosec A	$a \times \operatorname{cosec} A = \text{lado } c$
	Lado a y sen A	Dividir lado a por sen A	$\frac{a}{\operatorname{sen} A} = \text{lado } c$
	Lado b cos A	Dividir lado b por cos A	$\frac{b}{\cos A} = \text{lado } c$

No es posible realizar el trazado correcto de un ángulo sirviéndose de un transportador corriente, y a efectos de extremar la máxima precisión se recomienda el uso de un sencillo instrumento que llamaremos «Regla de senos», las dimensiones usuales para su construcción y detalles del manejo, se indican a continuación.



H = Altura para medir por medio de escantillones planos o galgas Blocks.

C = Longitud constante. D = Diámetro de los rodillos.

Con el fin de poder utilizar cualquier serie de escantillones de que se disponga, tanto en pulgadas inglesas como milímetros, la dimensión C es igual a 10 pulgadas, equivalente a 254 milímetros, y  $D = 1'' = 25,4 \text{ mm.}$ , siendo la fórmula

$$H = C \times \operatorname{sen} \alpha$$

Tabla para determinar la altura H en pulgadas y milímetros en función del valor  $\operatorname{sen} \alpha$  en grados.

Grados	1°	2°	3°	4°	5°	6°	7°	8°	9°	10°
Pulgadas mm.	0,1745 4,432	0,3490 8,864	0,5234 13,294	0,6976 16,937	0,8716 22,138	1,0453 26,550	1,2187 30,954	1,3917 35,349	1,5643 39,783	1,7365 44,107
Grados	11°	12°	13°	14°	15°	16°	17°	18°	19°	20°
Pulgadas mm.	1,9081 48,465	2,0791 52,809	2,2495 57,137	2,4192 61,447	2,5882 65,740	2,7564 70,012	2,9237 74,261	3,0902 78,491	3,2557 82,694	3,4202 86,873
Grados	21°	22°	23°	24°	25°	26°	27°	28°	29°	30°
Pulgadas mm.	3,5837 91,025	3,7461 95,150	3,9073 99,145	4,0674 103,311	4,2262 106,345	4,8837 111,345	4,5399 115,313	4,6947 119,245	4,8481 123,141	5,0000 127
Grados	31°	32°	33°	34°	35°	36°	37°	38°	39°	40°
Pulgadas mm.	5,1504 130,820	5,2992 134,599	5,4464 138,338	5,5919 142,034	5,7358 145,689	5,8779 149,298	6,0182 152,862	6,1566 156,377	6,2932 159,847	6,4279 163,268
Grados	41°	42°	43°	44°	45°					
Pulgadas mm.	6,5606 166,639	6,6913 169,958	6,820 173,228	6,9466 177,228	7,0711 179,605					

Cuando el valor de  $\alpha$  sea en grados y minutos, se aplicará la fórmula general  

$$H = C \times \operatorname{sen} \alpha$$

Ejemplo:  $\alpha = 30^\circ 45'$ . Seno  $\alpha = 0,51129$  (véase tablas trigonométricas).  
 $H = 254 \times 0,51129 = 129,867 \text{ mm.}$        $H = 10 \times 0,51129 = 5,1129 \text{ pulgadas.}$

## SEÑOS DE SEGUNDOS

Segundos	Seno	Segundos	Seno	Segundos	Seno
1	0,0000048	21	0,0001018	41	0,0001987
2	0,0000096	22	0,0001066	42	0,0002036
3	0,0000145	23	0,0001115	43	0,0002084
4	0,0000193	24	0,0001163	44	0,0002133
5	0,0000242	25	0,0001212	45	0,0002181
6	0,0000290	26	0,0001260	46	0,0002230
7	0,0000339	27	0,0001309	47	0,0002278
8	0,0000387	28	0,0001367	48	0,0002327
9	0,0000436	29	0,0001406	49	0,0002375
10	0,0000484	30	0,0001454	50	0,0002424
11	0,0000532	31	0,0001502	51	0,0002472
12	0,0000581	32	0,0001551	52	0,0002521
13	0,0000630	33	0,0001599	53	0,0002569
14	0,0000678	34	0,0001648	54	0,0002618
15	0,0000727	35	0,0001699	55	0,0002666
16	0,0000775	36	0,0001745	56	0,0002715
17	0,0000824	37	0,0001793	57	0,0002763
18	0,0000872	38	0,0001842	58	0,0002811
19	0,0000921	39	0,0001890	59	0,0002860
20	0,0000969	40	0,0001939	60	0,0002908

Para cuando sea preciso operar con segundos, como, por ejemplo,  $15^\circ 30' 24''$ , se utilizará esta tabla.

Seno de  $15^\circ 30' = 0,26724$ . Seno de  $24'' = 0,0001163$ .

Sumadas ambas cantidades, el seno de  $15^\circ 30' 24'' = 0,2673563$ .

Cuando exceda el valor del ángulo de  $20^\circ$  se utilizarán estas constantes de corrección.

Constante para  $20$  a  $30^\circ$ :  $0,0000045$ .  $30$  a  $40^\circ$ :  $0,0000038$ .  $40$  a  $50^\circ$ :  $0,0000033$ .

$50$  a  $60^\circ$ :  $0,0000026$ . Seno de segundo corregido = Constante  $\times$  N.º de segundos.

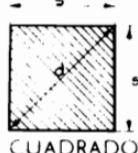
Ejemplo:  $41^\circ 30' 24''$ . Seno:  $41^\circ 30' = 0,66262$ . Seno:  $24'' = 0,0001163$ .

Corrección:  $24 \times 0,0000033 = 0,000079$ . Seno:  $24'' = 0,000079$ .

Resumen: Seno de  $41^\circ 30' 24'' = 0,662699$

Magnitud	n	Magnitud	n	Magnitud	n
$\pi$	$\pi^3$	3,1415927	306,01969	$\sqrt{2} : \pi$	2,5066280
$2\pi$	$\pi^6$	6,2831853	961,38919	$\sqrt{\pi : 2}$	1,253314
$3\pi$	$9,4247780$	$\sqrt{\pi}$	1,7724539	$\sqrt{2 : \pi}$	0,797885
$5\pi$	15,7096973	$\sqrt[3]{\pi}$	1,4645919	$\sqrt{90 : \pi}$	5,352372
$\pi : 2$	1,5707963	$\sqrt[6]{\pi}$	1,2102032	$1 : 2g$	0,050968
$\pi : 3$	1,0471976	$\pi \sqrt[3]{\pi}$	5,5683280	$2 \sqrt[3]{g}$	6,264184
$\pi : 5$	0,6283185	$\pi \sqrt[3]{\pi}$	4,6011511	$\sqrt[3]{2g}$	4,429447
$\pi : 7$	0,4487990	$4\pi^2$	39,4784180	$\pi \sqrt[3]{g}$	9,839757
$\pi : 16$	0,1963495	$\pi^2 : 4$	2,4674011	$\pi : \sqrt[3]{2g}$	0,709252
$\pi : 32$	0,0981749	$\pi \sqrt{2}$	4,4428829	$\pi^2 : g$	1,006076
$\pi : 64$	0,0490874	$g$	9,81		
$\pi : 180$	0,0174533	$g^2$	96,2361		
$\pi^2$	9,8696044	$\sqrt{g}$	3,1320919		
$\pi^3$	31,0062770	$\pi : \sqrt[3]{2}$	2,2214420		
$\pi^4$	97,409091	$2\sqrt{\pi}$	3,544908		
				$\pi = 3,141592653;$	
				$g = \text{aceleración de la gravedad}$	

ÁREAS Y DIMENSIONES DE FIGURAS PLANAS, SUPERFICIES  
Y VOLUMEN DE SÓLIDOS: CENTROS DE GRAVEDAD



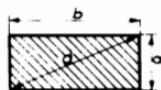
$A = \text{ÁREA}$

$$A = \frac{1}{2} d^2 \quad A = s^2$$

$$s = 0,7071 \quad d = \sqrt{A}$$

$$d = 1,414 \times s = 1,414 \sqrt{A}$$

CUADRADO



$A = \text{ÁREA}; \quad A = ab$

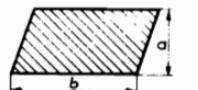
$$A = a\sqrt{d^2 - a^2} = b\sqrt{d^2 - b^2}$$

$$d = \sqrt{a^2 + b^2}$$

$$a = \sqrt{d^2 - b^2} = \frac{A}{b}$$

$$b = \sqrt{d^2 - a^2} = \frac{A}{a}$$

RECTÁNGULO

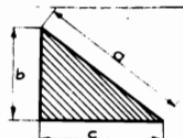


$A = \text{ÁREA}$

$$A = ab$$

$$a = \frac{A}{b}; \quad b = \frac{A}{a}$$

PARALELOGRAMO



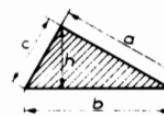
$A = \text{ÁREA}; \quad A = \frac{bc}{2}$

$$a = \sqrt{b^2 + c^2}$$

$$b = \sqrt{a^2 - c^2}$$

$$c = \sqrt{a^2 - b^2}$$

TRIÁNGULO  
RECTÁNGULO



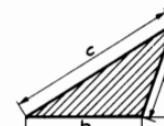
$$A = \text{ÁREA}; \quad A = \frac{bh}{2}$$

$$A = \frac{b}{2} \sqrt{a^2 - \left( \frac{a^2 + b^2 - c^2}{2b} \right)^2}$$

$$\text{Dado } S = \frac{1}{2}(a + b + c)$$

$$A = \sqrt{S(S - a)(S - b)(S - c)}$$

TRIÁNGULO  
ACUTÁNGULO



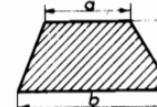
$$A = \text{ÁREA} \quad \frac{Bh}{2} = A$$

$$A = \frac{b}{2} \sqrt{a^2 - \left( \frac{c^2 - a^2 - b^2}{2b} \right)^2}$$

$$\text{Dado } S = \frac{1}{2}(a + b + c)$$

$$A = \sqrt{S(S - a)(S - b)(S - c)}$$

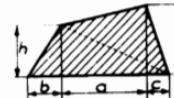
TRIÁNGULO  
OBTUSÁNGULO



$A = \text{ÁREA}$

$$A = \frac{(a + b)}{2} h$$

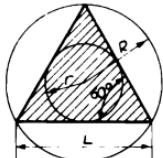
TRAPECIO



$A = \text{ÁREA}$

$$A = \frac{(H + h)a + bh + cH}{2}$$

TRAPEZOIDE



TRIÁNGULO  
EQUILÁTERO

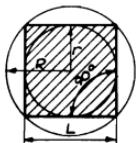
LA SUMA DE LOS TRES ÁNGULOS  
ES IGUAL A 180°  
Y CADA UNO EQUIVALE A 60°

FÓRMULAS

$$R = 0,577 \times L; \quad r = 0,289 \times L$$

$$L = 1,732 \times R; \quad L = 3,464 \times r$$

$$A = 0,433 \times L^2 = 1,299 \times R^2 = 5,192 \times r^2$$



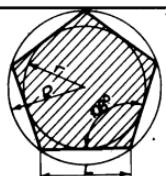
CUADRADO

$$r = 0,5 \times L$$

$$R = 0,707 \times L$$

$$L = 1,414 \times R = 2 \times r$$

$$A = L^2 = 2 R^2 = 4 \times r^2$$



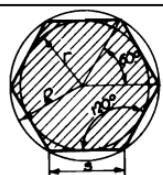
PENTAGONO

$$R = 0,851 \times L; \quad r = 0,688 \times L$$

$$L = 1,176 \times R = 1,453 \times r$$

$$A = 1,720 \times L^2$$

$$A = 2,378 \times R^2 = 3,633 \times r^2$$



HEXÁGONO

$$A = 2,598 \times s^2 = 2,598 \times R^2$$

$$A = 3,464 \times r^2$$

$$R = s = 1,155 \times r$$

$$r = 0,866 \times s = 0,866 \times R$$



HÉPTAGONO

A = ÁREA

$$R = 1,152 \times L; \quad r = 1,038 \times L$$

$$L = 0,868 \times R; \quad L = 0,963 \times r$$

$$A = 3,634 \times L^2 = 2,736 \times R^2 = 3,371 \times r^2$$



OCTAGONO

A = ÁREA

$$R = \text{Radio del círculo circunscrito}$$

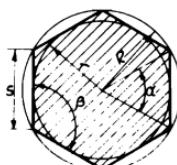
$$r = \text{Radio del círculo inscrito}$$

$$A = 4,828 \times S^2 = 2,828 R^2 = 3,314 r^2$$

$$R = 1,307 \times S = 1,082 \times r$$

$$r = 1,207 \times S = 0,924 \times R$$

$$S = 0,765 \times R = 0,828 \times r$$



POLIGONO  
REGULAR

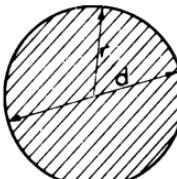
A = ÁREA; n = NÚMERO DE LADOS

$$\alpha = \frac{360}{n}; \quad \beta = 180 - \alpha$$

$$A = \frac{nSr}{2} = \frac{ns}{2} \sqrt{R^2 - \frac{S^2}{4}}$$

$$R = \sqrt{r^2 + \frac{S^2}{4}}$$

$$r = \sqrt{R^2 - \frac{S^2}{4}}; \quad S = 2 \sqrt{R^2 - r^2}$$



CÍRCULO

A = ÁREA; C = CIRCUNFERENCIA

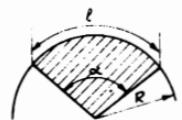
$$A = \pi r^2 = 3,1416 r^2 = 0,7854 d^2$$

$$C = 2\pi r; \quad 6,2832 r = 3,1416 d$$

$$r = \frac{C}{6,2832} = \sqrt{\frac{A}{3,1416}} = 0,564 \sqrt{A}$$

$$d = \frac{C}{3,1416} = \sqrt{\frac{A}{0,7854}} = 1,128 \sqrt{A}$$

Longitud del arco correspondiente al ángulo de centro de 1° = 0,008727 d



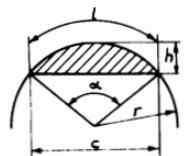
$A = \text{ÁREA}$ ;  $l = \text{LONGITUD DEL ARCO}$   
 $\alpha = \text{ÁNGULO DEL SECTOR}$

$$l = \frac{r \times \alpha \times 3,1416}{180} = 0,01745r\alpha = \frac{2A}{r}$$

$$A = \frac{1}{2}rl = 0,008727r^2\alpha$$

$$\alpha = \frac{57,296l}{r}; \quad r = \frac{2A}{l} = \frac{57,296l}{\alpha}$$

SECTOR CIRCULAR



$A = \text{ÁREA}$ ;  $l = \text{LONGITUD DEL ARCO}$   
 $\alpha = \text{ÁNGULO DEL SEGMENTO}$

$$c = 2\sqrt{h(2r - h)} \quad A = \frac{1}{2}(rl - c(r - h))$$

$$r = \frac{C^2 + 4h^2}{8h}; \quad l = 0,01745r\alpha$$

$$h = r - \frac{1}{2}\sqrt{4r^2 - c^2}; \quad \alpha = \frac{57,296l}{r}$$

SEGMENTO CIRCULAR



CORONA CIRCULAR

$A = \text{ÁREA}$

$$A = \pi(R^2 - r^2) = 3,1416(R^2 - r^2)$$

$$A = 3,1416(R + r)(R - r) = \\ = 0,7854(D^2 - d^2) = \\ = 0,7854(D + d)(D - d)$$



SECTOR DE CORONA CIRCULAR

$\alpha = \text{ÁNGULO DEL SECTOR}$ ;  $A = \text{ÁREA}$

$$A = \frac{\alpha\pi}{360}(R^2 - r^2) =$$

$$= 0,00873\alpha(R^2 - r^2) =$$

$$= \frac{\alpha\pi}{4 \times 360}(D^2 - d^2) =$$

$$= 0,00218\alpha(D^2 - d^2)$$



ELÍPSE

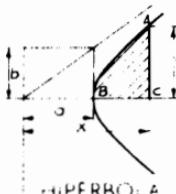
$A = \text{ÁREA}$ ;  $P = \text{PERIMETRO}$

$$A = \pi ab = 3,1416 ab$$

FÓRMULAS APROXIMADAS DEL PERÍMETRO

$$P = \pi \sqrt{2(a^2 + b^2)}$$

$$P = \pi \sqrt{2(a^2 + b^2)} - \frac{(a - b)^2}{2,2}$$

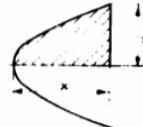


HIPERBOLA A

$A = \text{ÁREA } BCD$

$$A = \frac{X \times Y}{2}$$

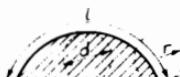
$$= \frac{a \times b}{2} \text{ HIP log} \left( \frac{X}{a} + \frac{Y}{b} \right)$$



PARABOLA

$A = \text{ÁREA}$ ;  $A = \frac{1}{3}XY$

El área de la parábola es equivalente a los dos tercios del rectángulo, siendo Y la altura y X la base



CICLOIDE

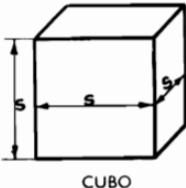
$A = \text{ÁREA}$

$l = \text{LONGITUD DE CICLOIDE}$

$$A = 3\pi r^2 = 9,4248r^2 =$$

$$= 2,3562d^2 = 3 \times \text{ÁREA DEL CÍRCULO GENERATRIZ}$$

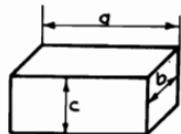
$$l = 8r = 4 \times d$$



V = VOLUMEN

$$V = s^3; \quad s = \sqrt[3]{V}$$

CUBO

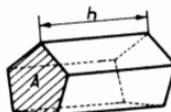


V = VOLUMEN

$$V = a \times b \times c$$

$$a = \frac{V}{bc}; \quad b = \frac{V}{ac}; \quad c = \frac{V}{ab}$$

PARALELEPIPEDO

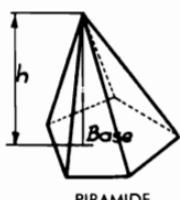


V = VOLUMEN; A = ÁREA DE LA BASE

$$V = A \times h$$

Las fórmulas para determinar las áreas de las bases están indicadas en las páginas anteriores; «h» se entiende perpendicular a la base

PRISMA

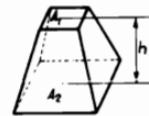


V = VOLUMEN;  $V = \frac{1}{3}h \times \text{ÁREA DE LA BASE}$

Si la base es un polígono regular de «n» lados; «s» la longitud del lado;  $r$  = radio del círculo inscrito, y  $R$  = radio del círculo circunscrito, tenemos:

$$V = \frac{nsh}{6} = \frac{nsh}{6} \sqrt{R^2 - \frac{s^2}{4}}$$

PIRAMIDE

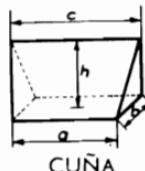


A = ÁREA DE LA BASE MENOR

A = ÁREA DE LA BASE MAYOR

V = VOLUMEN

$$V = \frac{h}{3} (A_1 + A_2 + \sqrt{A_1 \times A_2})$$



V = VOLUMEN

$$V = \frac{(2a + c)bh}{6}$$

CUÑA



CILINDRO

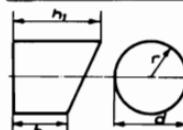
V = VOLUMEN; S = ÁREA DE LA SUPERFICIE LATERAL DEL CILINDRO

$$V = 3,1416r^2h = 0,7854d^2h$$

$$S = 6,2832rh = 3,1416dh$$

A = ÁREA TOTAL DEL CILINDRO = = SUPERFICIE LATERAL MÁS LA SUPERFICIE DE LAS BASES

$$A = 6,2832r(r + h) = 3,1416d(\frac{1}{2}d + h)$$

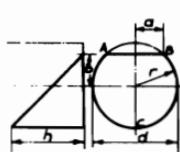


PORCIÓN  
DE CILINDRO

S = ÁREA LATERAL; V = VOLUMEN

$$V = 1,5708r^2(h_1 + h_2) = 0,3927d^2(h_1 + h_2)$$

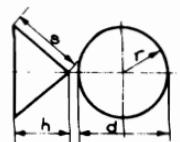
$$S = 3,1416r(h_1 + h_2) = 1,5708d(h_1 + h_2)$$



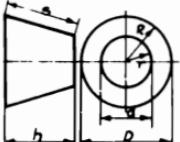
PORCIÓN  
DE CILINDRO



CILINDRO HUECO



CONO



CONO  
TRUNCADO

$V = \text{VOLUMEN}; \quad S = \text{ÁREA LATERAL}$

$$V = (\frac{2}{3} a^3 \pm b \times \text{ÁREA. ABC}) \frac{h}{r \pm b}$$

$$S = (ad \pm b \times \text{longitud de arco ABC})$$

$$\frac{h}{r \pm b}$$

Usar más o menos, según que el área de la base sea mayor o menor que la mitad del círculo.

$$\begin{aligned} V &= \text{VOLUMEN}; \quad V = 3,1416h(R^2 - r^2) \\ &= 0,7854h(D^2 - d^2) = 3,1416ht(2R - t) \\ &= 3,1416ht(D - t) = 3,1416ht(2r + t) \\ &= 3,1416ht(d + t) = 3,1416ht(R + r) \\ &= 1,5708ht(D + d) \end{aligned}$$

$V = \text{VOLUMEN};$

$A = \text{ÁREA DE LA SUPERFICIE CÓNICA},$

$$V = \frac{3,1416 r^2 h}{3} = 1,0472r^2h = 0,2618d^2h$$

$$A = 3,1416r\sqrt{r^2 + h^2} = 3,1416rs = 1,5708ds$$

$$S = \sqrt{r^2 + h^2} = \sqrt{\frac{d^2}{4} + h^2}$$

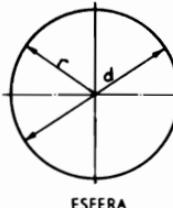
$A = \text{ÁREA DE LA SUPERFICIE LATERAL DEL TROZO DE CONO};$

$V = \text{VOLUMEN}$

$$V = 1,0472h(R^2 + Rr + r^2) = 0,2618h(D^2 + Dd + d^2)$$

$$A = 3,1416 \times s(R + r) = 1,5708s(D + d)$$

$$a = R - r; \quad s = \sqrt{a^2 + h^2} = \sqrt{(R - r)^2 + h^2}$$



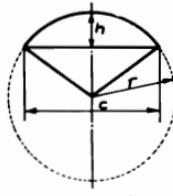
ESFERA

$A = \text{ÁREA o SUPERFICIE}$

$$V = \frac{4\pi r^3}{3} = \frac{\pi d^3}{6} = 4,1888r^3 = 0,5236d^3$$

$$A = 4\pi r^2 = \pi d^2 = 12,5664r^2 = 3,1416d^2$$

$$r = \sqrt[3]{\frac{3V}{4\pi}} = 0,6204 \sqrt[3]{V}$$

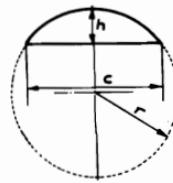


SECTOR ESFÉRICO

$\text{ÁREA TOTAL DE LA SUPERFICIE ESFÉRICA Y CÓNICA} = A; \quad V = \text{VOLUMEN}$

$$V = \frac{2\pi r^2 h}{3} = 2,0944r^2 h; \quad A = 3,1416\left(2h + \frac{C}{2}\right)$$

$$C = 2\sqrt{h(2r - h)}$$



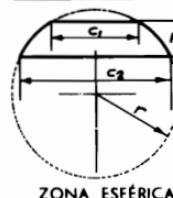
SEGMENTO ESFÉRICO

$A = \text{ÁREA DE LA SUPERFICIE ESFÉRICA}$   
 $V = \text{VOLUMEN}$

$$V = 3,1416h\left(r - \frac{h}{3}\right) = 3,1416h\left(\frac{C^2}{8} + \frac{h^2}{6}\right)$$

$$A = 2\pi rh = 6,2832rh = 3,1416\left(\frac{C^2}{4} + h^2\right)$$

$$C = 2\sqrt{h(2r - h)}; \quad r = \frac{C^2 + 4h^2}{8h}$$



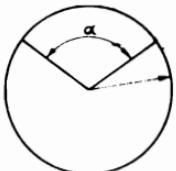
ZONA ESFÉRICA

$A = \text{ÁREA DE LA SUPERFICIE ESFÉRICA}$   
 $V = \text{VOLUMEN}$

$$V = 0,5236h\left(\frac{3C_1^2}{4} + \frac{3C_2^2}{4} + h^2\right)$$

$$A = 2\pi rh = 6,2832rh$$

$$r = \sqrt{\frac{C_1^2}{4} + \left(\frac{C_1^2 - C_2^2 - 4h^2}{8h}\right)}$$

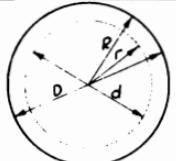


**A = ÁREA DE LA SUPERFICIE ESFÉRICA**  
 $\alpha$  = ÁNGULO DE CENTRO EN GRADOS  
**V = VOLUMEN**

$$V = \frac{\alpha}{360} \times \frac{4\pi r^3}{3} = 0,0116\alpha r^3$$

$$A = \frac{\alpha}{360} \times 4\pi r^2 = 0,0349\alpha r^2$$

CUÑA ESFÉRICA

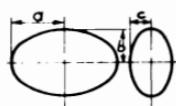


ESFERA HUECA

**V = VOLUMEN**

$$V = \frac{4\pi}{3} (R^3 - r^3) = 4,1888(R^3 - r^3) =$$

$$= \frac{\pi}{6} \times (D^3 - d^3) = 0,5236(D^3 - d^3)$$



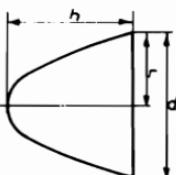
ELIPSOIDE

**A = ÁREA; V = VOLUMEN**

$$V = \frac{4\pi}{3} \times abc = 4,1888abc$$

En una elipsoide o esferoide de revolución, cuando  $b = c$

$$V = 4,1888 ab^2 \text{ y } A = \frac{4\pi}{\sqrt{2}} \times b \sqrt{a^2 + b^2}$$



PARABOLOIDE

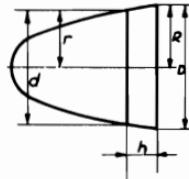
**V = VOLUMEN;**

$$V = \frac{1}{2}\pi r^2 h = 0,3927d^2h$$

**A = ÁREA;**

$$A = \frac{2\pi}{3p} \left[ \sqrt{\left( \frac{d^2}{4} + p^2 \right)^3} - p^3 \right]$$

$$p = \frac{d^2}{8h}$$

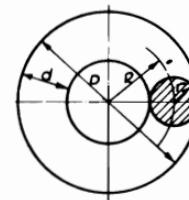


SEGMENTO PARABOLOIDE

**V = VOLUMEN**

$$V = \frac{\pi}{2} h(R^2 + r^2) = 1,5708h(R^2 + r^2)$$

$$= \frac{\pi}{8} h(D^2 + d^2) = 0,3927h(D^2 + d^2)$$



TORO

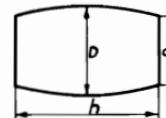
**V = VOLUMEN; A = ÁREA**

$$V = 2\pi^2 Rr^2 = 19,739Rr^2 =$$

$$= \frac{\pi^2}{4} \times Dd^2 = 2,4674Dd^2$$

$$A = 4\pi^2 Rr = 39,478Rr =$$

$$= \pi^2 Dd = 9,8696Dd$$



BARRIL

**V = VOLUMEN APROXIMADO**

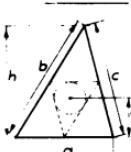
Si los lados curvados son arcos de círculo,

$$V = \frac{1}{12}\pi h(2D^2 + d^2) = 0,262h(2D^2 + d^2)$$

Si los arcos curvados son de parábola,

$$V = 0,209h(2D^2 + Dd + \frac{1}{12}d^3)$$

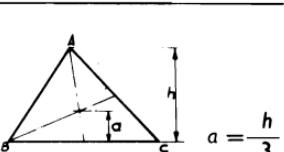
## CENTROS DE GRAVEDAD



**PERÍMETRO**

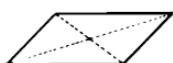
$$d = \frac{h(b+c)}{2(a+b+c)}$$

TRIÁNGULO

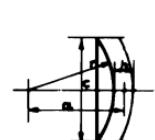


TRIÁNGULO

PARALELOGRAMO  
PERÍMETRO Y ÁREA

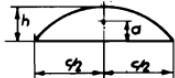


El centro de gravedad es la intersección de las diagonales



$$a = \frac{r \times c}{\ell} = \frac{c(c^2 + 4h^2)}{8 \times \ell \times h}$$

ARCO CIRCULAR



ARCO CIRCULAR  
 $a = \frac{2}{3} h$   
APROXIMADA

$$b = \frac{c^3}{12A} = \frac{2}{3} \times \frac{r^3 \operatorname{sen}^3 x}{A}$$

Siendo A = Área del segmento  
SEGMENTO CIRCULAR

$$b = \frac{2rc}{3\ell} = \frac{r^2 c}{3A} = 38,197 \frac{r \operatorname{sen} x}{x}$$

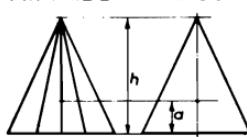
SECTOR CIRCULAR

$$b = 38,197 \frac{(R^3 - r^3) \operatorname{sen} \alpha}{(R^2 - r^2)^2}$$



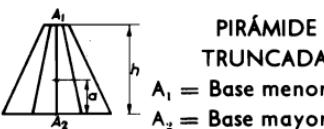
PARTDE ANILLO CIRCULAR

## PIRÁMIDE — CONO



Sólido  $a = \frac{1}{3} h$

Superficie cónica  $a = \frac{1}{3} h$



PIRÁMIDE TRUNCADA  
 $A_1$  = Base menor  
 $A_2$  = Base mayor

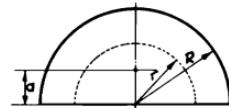
$$a = \frac{h(A_1 + 2\sqrt{A_1 \times A_2} + 3A_2)}{4(A_1 + \sqrt{A_1 \times A_2 + A_2})}$$

SEGMENTO ESFÉRICO SÓLIDO

$$a = \frac{3(2r-h)^2}{4(3r-h)}$$

$$b = \frac{h(4r-h)}{4(3r-h)}$$

Para media esfera  $a = b = \frac{3}{8}\pi r^3$



MITAD DE ESFERA HUECA

$$a = \frac{3(R^4 - r^4)}{8(R^3 - r^3)}$$

SÓLIDO

$$a = \frac{h(R^2 + 2Rr + 3r^2)}{4(R^2 + Rr + r^2)}$$

Superficie cónica

$$a = \frac{h(R+2r)}{3(R+r)}$$

CONO TRUNCADO

CUÑA



$$a = \frac{h(b+c)}{2(2b+c)}$$

SECTOR ESFÉRICO SÓLIDO

$$a = \frac{1}{3}(1 + \cos x)r = (2r - h)$$



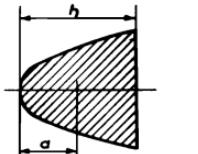
PARABOLOIDE SÓLIDO

$$a = \frac{1}{3}h$$

DOS CUERPOS SÓLIDOS

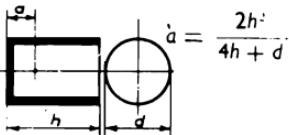
$$b = \frac{Q \times a}{P+Q}; \quad c = \frac{P \times a}{P+Q}$$

# TORNILLO Y POLEA DIFERENCIAL



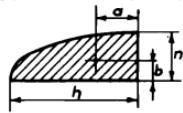
$$\text{PARÁBOLA } a = \frac{3h}{5}$$

ÁREA



$$a = \frac{2h^2}{4h + d}$$

Cilindro de bases paralelas  
(DEPOSITO)



$$\text{MITAD DE PARÁBOLA } a = \frac{3h}{5}; \quad b = \frac{3n}{8}$$

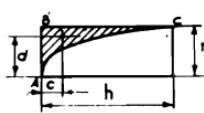
ÁREA



Cilindro cortado  
por un plano  
inclinado:

$$a = \frac{h}{2} + \frac{r^2 \times \operatorname{tg}^2 z}{8 \times h}$$

$$b = \frac{r^2 \times \operatorname{tg} z}{4 \times h}$$

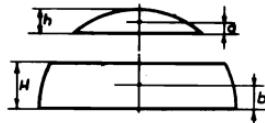


$$\text{COMPLEMENTO } A \times B \times C \\ c = 0,3h; \quad d = 0,75n$$

ÁREA

$$\text{Porción de cilindro sólido:} \\ a = \frac{3}{16} \times 3,1416 r; \\ b = \frac{3}{32} \times 3,1416 \times h$$

$$\text{Porción de superficie cilíndrica} \\ a = \frac{1}{4} \times 3,1416 r; \\ b = \frac{1}{8} \times 3,1416 \times h$$



CASQUETE Y ZONA  
ESFÉRICA

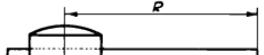
$$a = \frac{h}{2}; \quad b = \frac{H}{2}$$



Porción de cilindro hueco:

$$a = \frac{3}{16} \times 3,1416 \times R^4 - r^4 \\ R^3 - r^3$$

$$b = \frac{3}{32} \times 3,1416 \times \frac{H^4 - h^4}{H^3 - h^3}$$



$Q = \text{Carga.}$

$R = \text{Brazo de Palanca.}$

$r = \text{Radio de la rosca.}$

$P = \text{Paso de la rosca.}$

$F = \text{Fuerza aplicada en el extremo de la palanca.}$

FÓRMULA SIN ESTIMAR LA FRICCIÓN:

$$F = Q \times \frac{P}{6.2832 \times R};$$

$$Q = \frac{6.2832 \times R}{P} \times F.$$

FÓRMULA ESTIMANDO EL COEFICIENTE DE FRICCIÓN:

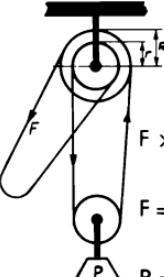
Para movimiento en dirección a Q:

$$F = Q \times \frac{P - 6.2832 \times \mu \times r}{6.2832 \times r + \mu \times P} \times \frac{r}{R}$$

Para movimiento opuesto a Q:

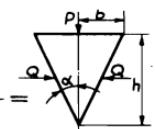
$$F = Q \times \frac{P + 6.2832 \times \mu \times r}{6.2832 \times r - \mu \times P} \times \frac{r}{R}$$

## DIFERENCIAL



## CUÑA

Sin fricción.



$$P = 2Q \times \frac{b}{h} = \frac{2Q}{\operatorname{tg} \alpha} = 2Q \times \operatorname{cot} \phi$$

$$Q = P \times \frac{h}{2b} = \frac{1}{2} P \operatorname{cot} \phi$$

Con fricción.

Coeficiente de fricción:

$$\mu = \operatorname{tg} \phi$$

$$P = 2Q \times \operatorname{tg}(\alpha + \phi)$$

# PALANCAS

## TIPOS DE PALANCAS

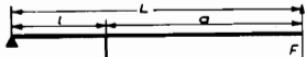
$$\frac{F}{P} = \frac{l}{L}$$

$$F \times L = P \times l$$

$$F = \frac{P \times l}{L}$$

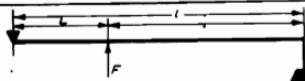
$$P = \frac{F \times L}{l}$$

$$L = \frac{P \times a}{P + F}; \quad l = \frac{F \times a}{P + F}; \quad I = \frac{F \times a}{P + F} = \frac{F \times L}{P}$$



$$\frac{F}{P} = \frac{l}{L}; \quad F \times L = P \times l; \quad F = \frac{P \times l}{L}; \quad P = \frac{F \times L}{l}$$

$$L = \frac{P \times a}{P - F} = \frac{P \times l}{F}; \quad l = \frac{F \times a}{P - F} = \frac{F \times l}{P}$$



$$\frac{F}{P} = \frac{l}{L}; \quad F \times L = P \times l; \quad F = \frac{P \times l}{L}; \quad P = \frac{F \times L}{l}$$

$$L = \frac{P \times a}{F - P} = \frac{P \times l}{F}; \quad l = \frac{F \times a}{F - P} = \frac{F \times l}{P}$$

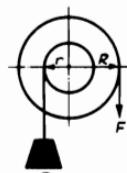


$$F \times x = P \times a + P' \times b + P'' \times c;$$

$$x = \frac{P \times a + P' \times b + P'' \times c}{F}$$

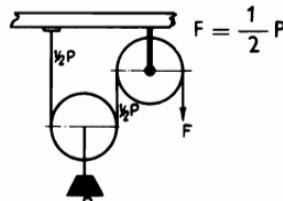
$$F = \frac{P \times a + P' \times b + P'' \times c}{x}$$

# RUEDAS Y POLEAS



$$\frac{F}{P} = \frac{r}{R}; \quad F \times R = P \times r; \quad F = \frac{P \times r}{R}$$

$$P = \frac{F \times R}{r}; \quad R = \frac{P \times r}{F}; \quad r = \frac{F \times R}{P}$$



$$F = \frac{1}{2} P$$

$$\frac{F}{P} = \frac{\sec x}{2}$$

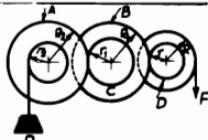


$$F = \frac{P \times \sec x}{2}$$

$$P = 2 \times F \times \cos x$$



$n$  = Número de ramales o partes del cable  
( $n_1, n_2$ , etc.)



A, B, C y D son los diámetros primitivos de las ruedas.

$$F = \frac{P \times r \times r_1 \times r_2}{R \times R_1 \times R_2};$$

$$F = \frac{1}{n} \times P$$

$$P = \frac{F \times R \times R_1 \times R_2}{r \times r_1 \times r_2}$$

# CÁLCULO DE ENGRANAJES

## INTRODUCCIÓN ELEMENTAL

Uno de los más importantes medios de movimiento en las máquinas es el sistema de engranajes; éstos se clasifican como sigue:

Destinados a transmitir movimiento de ejes paralelos:

- I. Engranajes rectos o cilíndricos.
- II. Engranajes helicoidales a ejes paralelos.
- III. Engranajes de cadena.

Destinados a transmitir movimiento de ejes perpendiculares:

- IV. Engranajes cónicos.
- V. Tornillo sin-fin y su rueda.
- VI. Engranajes helicoidales a ejes perpendiculares.

### ENGRANAJES RECTOS

Para transmitir un movimiento circular continuo de un eje a otro que esté paralelo, se puede imaginar el montaje de dos cilindros frotando uno sobre el otro (figura 1). Si la adherencia de los dos cilindros es suficiente, la rotación transmitida por uno de ellos pondrá en movimiento circular continuo al otro, en sentido inverso del primero. Con este sistema los deslizamientos son lógicos, y para evitar esto, se proveen las superficies en contacto de dientes, engranando los unos con los otros; una parte de cada diente se establece al interior del cilindro liso, y la otra al exterior; el cilindro liso en realidad desaparece, pero no es así, sino que subsiste sobre los trazos. Esta es la norma fundamental de todo engranaje y se le denomina círculo

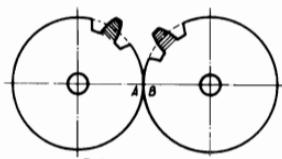


Fig. I

primitivo; este círculo es el punto de partida para el cálculo de engranajes.

La fórmula para determinar el Diámetro del círculo primitivo es:

Módulo multiplicado por el número de dientes:  $D_p = M \times N$ .

$D_p$  = Diámetro primitivo.

$M$  = Módulo.

$N$  = Número de dientes.

### PASO CIRCUNFERENCIAL

Los engranajes pueden tener infinitud de tamaños, y se precisa definir una unidad de medida; la manera más simple está caracterizada por el paso, y éste se determina por la distancia de un punto de un diente a otro correspondiente al diente siguiente. Como ya se dijo, los engranajes pueden estar asimilados a dos cilindros lisos correspondientes a los Diámetros primitivos; por tanto, si

medirá el paso sobre el Diámetro primitivo, dándole el nombre de paso circunferencial, y si, por ejemplo, tenemos que un engranaje tiene 10 milímetros de paso, éste será medido en el Diámetro primitivo, correspondiendo 5 milímetros al espesor del diente y 5 milímetros al espacio entre dos dientes.

El paso circunferencial está dado, y la longitud del Diámetro primitivo desarrollada dependerá del número de dientes del engranaje.

El Diámetro primitivo desarrollado es igual al paso, multiplicado por el número de dientes.  $P \times N$ .

$P$  = Paso circunferencial.

$N$  = Número de dientes.

El Diámetro primitivo, por tanto, es igual a  $\frac{P \times N}{\pi}$  ó  $\frac{P}{\pi} \times N$ ;  $\pi = 3,1416$ .

### MÓDULO

Se señala que para todo cálculo de Diámetro primitivo intervendrá el factor Módulo, siendo éste igual al paso dividido por 3,1416.

$$M = \frac{P}{3,1416}; \quad M = \text{Módulo.}$$

Si se toma para el paso un número entero, el Módulo no será nunca un número entero, y, por consiguiente, el Diámetro primitivo tampoco; este inconveniente es particularmente molesto porque lleva consigo que para un juego de engranajes la cota de distancias entre ejes y diámetros es fraccionaria.

Para vencer esta dificultad se toma como paso circular los múltiplos de  $\pi$  en lugar de tomar números enteros, siendo tan simple la regla del sistema de Módulo que no consiste en más que el paso contiene una, dos, tres, etc., veces el número del Módulo multiplicado por 3,1416.

Ejemplo: Paso del Módulo núm. 5.

$$5 \times 3,1416 = 15,708 \text{ Paso.}$$

He aquí una fórmula sencilla para encontrar el Módulo de un engranaje; se mide el Diámetro exterior y éste se divide por el número de dientes que tenga el engranaje, aumentando dos dientes.

$$\text{De} = \text{Diámetro exterior}; \quad N = \text{Núm. de dientes}; \quad M = \frac{\text{De}}{N + 2}$$

Ejemplo: Supongamos que tenemos una rueda dentada que mide 410 milímetros y tiene 80 dientes, ¿qué Módulo le corresponderá?

$$\text{Fórmula: } \frac{410}{82} = \text{Módulo 5.}$$

Las fórmulas generales del Módulo son:

$$M = \frac{P}{3,1416} = \frac{D_p}{N} = \frac{\text{De}}{N + 2}$$

y, como ya se dijo, la ventaja de este sistema reside en que el Diámetro primitivo y Diámetro exterior son siempre números enteros.

## DIMENSIONES DE LOS DIENTES EN FUNCIÓN DEL MÓDULO

El Módulo no solo sirve para caracterizar los Diámetros de un engranaje, sino que los dientes están también relacionados con él; las diferentes partes de un diente se denominan lo que se detalla en la figura 2.

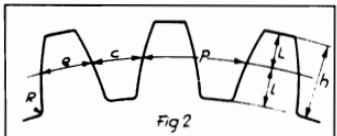


Fig 2

Formulas:

$$h = 2.167 \times \text{Módulo.}$$

$$L = \text{Módulo.}$$

$$l = 1.167 \times \text{Módulo.}$$

$$R = 0.3 \times \text{Módulo (máximo).}$$

- $h$  = Altura total del diente.
- $L$  = Altura de la cabeza del diente.
- $l$  = Altura del pie del diente.
- $R$  = Radio del pie del diente.
- $P$  = Paso circunferencial.
- $c$  = Espesor del diente.
- $e$  = Espacio entre dientes.

## DIÁMETRO EXTERIOR

$De$  = Diámetro exterior.

Este Diámetro está compuesto del Diámetro primitivo,  $D_p$ , más dos veces el Módulo.

$$De = D_p + 2M.$$

o Módulo multiplicado por el número de dientes más dos.

$$De = M \times (N + 2).$$

## DIÁMETRO INTERIOR

$Di$  = Diámetro interior, es igual al Diámetro primitivo, menos dos veces la altura del pie del diente.

$$Di = D_p - (2 \times l).$$

## DISTANCIA ENTRE EJES O CENTROS DE DOS RUEDAS

Esta distancia es igual a la mitad de la suma de los Diámetros primitivos.

$A$  = Distancia entre ejes.

$$A = \frac{D_p + d_p}{2} = \frac{N + n}{2} \times M.$$

## DIFFERENTES FORMAS DE LOS DIENTES

A parte del sistema de dentado ya descrito, existen otros perfiles de dientes, los cuales vamos a detallar.

En función de las distintas exigencias de la construcción moderna de máquinas y elementos de tracción, fue preciso estudiar engranajes de elevadas condiciones de resistencia, modificando los ángulos de presión, y uno de los que primero se conoció fue el diente «Stub», traducido al español «diente sin punta». Esta innovación se debe a la casa americana Fellows Shaper Co., que en 1899 aplicó este sistema a diversos organismos de máquinas; su resultado fue excelente, y se generalizó muy lentamente, encontrando su lugar preferente en la industria del automóvil y máquinas-herramientas.

Posteriormente la casa R. D. Nuttall Co. siguió análogo procedimiento de dentado, marcando sus normas de una manera distinta a Fellows, según veremos después; ambas casas muestran una diversa opinión relacionada con las alturas de la cabeza y del pie del diente, a partir (claro está) del círculo primitivo, y veamos en qué consisten esas diferencias, advirtiendo antes que respecto la ángulo de presión existe una completa conformidad.

La Comisión de Normalización Alemana (DIN) adopta el sistema de diente «Stub» conservando las alturas normales del diente; también la American Standard en su norma tiene una ligera variación, por tanto vamos a comparar los distintos sistemas tomando por referencia el Diametral Pitch núm. 4, equivalente al Módulo 6.35

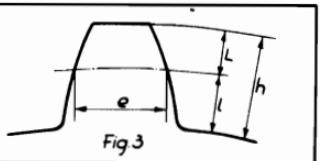


Fig. 3

SISTEMA	Diametral PITCH	$e$	$L$	$l$	$h$	Diferencia en altura con el diente normal	Ángulo de presión
Fellows	$\frac{4}{5}$	0,3927	0,200	0,250	0,450	0,0893 — = 2,26 mm	20°
Nuttall	4	0,3927	0,1963	0,2355	0,4318	0,1075 — = 2,73 mm	20°
Americano Standard	4	0,3927	0,200	0,250	0,450	0,0893 — = 2,26 mm	20°
Dimensiones en pulgadas							

Referente a las características fundamentales que deben conocerse sobre estos sistemas son las siguientes: Norma Fellows, los numeradores representan al Diametral Pitch por el que se determina el Diámetro primitivo, y los denominadores el Diametral Pitch que servirá para determinar las alturas de los dientes.

Fórmulas:

$$\text{Diámetro primitivo} = \frac{\text{Número de dientes}}{\text{Numerador Diametral Pitch}}$$

Diámetro exterior =

$$= \text{Diámetro primitivo} + \left( 2 \times \frac{1}{\text{Denominador Diametral Pitch}} \right)$$

$$\text{Altura de la cabeza del diente} = \frac{1}{\text{Denominador Diametral Pitch}}$$

#### Norma Nuttal

Fórmulas:

$$\text{Altura de la cabeza del diente} = 0,250 \times \text{Paso circunferencial.}$$

$$\text{Altura del pie del diente} = 0,300 \times \text{Paso circunferencial.}$$

$$\text{Diámetro primitivo} = \frac{\text{Número de dientes}}{\text{Diametral Pitch}}$$

$$\text{Diametral Pitch} = \frac{\text{Número de dientes}}{\text{Diámetro primitivo}}$$

$$\text{Paso circunferencial} = \frac{3,1416}{\text{Diametral Pitch}} = \frac{\text{Diámetro primitivo} \times 3,1416}{\text{Número de dientes}}$$

**Norma American Standard A. G. M. A.** (Asociación Americana de Fabricantes de Engranajes)

Fórmulas:

$$\text{Altura de la cabeza del diente} = \frac{0,8}{\text{Diametral Pitch}} = 0,2546 \times \text{Paso.}$$

$$\text{Altura del pie del diente} = \frac{1}{\text{Diametral Pitch}} = 0,3183 \times \text{Paso.}$$

$$\text{Altura total del diente} = \frac{1,8}{\text{Diametral Pitch}} = 0,5729 \times \text{Paso.}$$

$$\text{Diametral Pitch} = \frac{3,1416}{\text{Paso}} = \frac{\text{Número de dientes}}{\text{Diámetro primitivo}}$$

$$\text{Paso circunferencial} = \frac{3,1416}{\text{Diametral Pitch}} = \frac{\text{Diámetro primitivo} \times 3,1416}{\text{Número de dientes}}$$

$$\text{Diámetro primitivo} = \frac{\text{Número de dientes}}{\text{Diametral Pitch}} = \frac{\text{Número de dientes} \times \text{Paso}}{3,1416}$$

$$\text{Diámetro exterior} = \frac{\text{Número de dientes} + 1,6}{\text{Diametral Pitch}}$$

$$\text{Espesor del diente en el Diámetro primitivo} = \frac{1,5708}{\text{Diametral Pitch}} = 0,5 \times \text{Paso.}$$

Hasta aquí lo que se refiere a la forma de diente «Stub» 20° de ángulo de presión, y conviene hacer presente que estas son las normas empleadas universalmente; a pesar de las diversas comisiones de normalización que en casi todas las naciones trabajan para normalizar la mecánica, nada en concreto que las supere o mejore puede mencionarse, si bien es digno de tenerse en cuenta el trabajo realizado por el C. N. M. (Comité de Normalización Francés), el cual adoptó un perfil de diente que lo emplea ya la industria francesa, cuyo fundamento viene siendo el ángulo de presión 20°.

$$\text{Altura de la cabeza del diente} = 0,75 \times \text{Módulo.}$$

$$\text{Altura del pie del diente} = 0,95 \times \text{Módulo.}$$

#### FORMA DEL DIENTE «STUB» DE 20° COMPARADO CON EL DIENTE NORMAL DE 15°

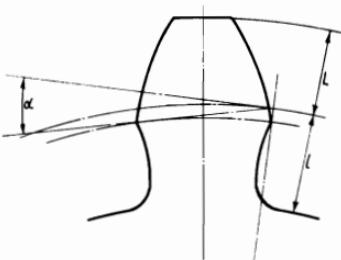
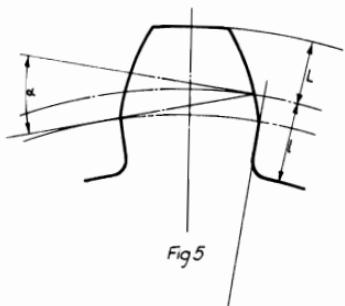


Fig 4

Diente normal en un piñón de 10 dientes.



Diente «Stub» en un piñón de 10 dientes.

Finalmente, en el mayor deseo de dar a conocer todos los tipos de engranajes existentes, indicaremos un procedimiento que revoluciona todo lo hasta ahora de uso normal; se trata de un perfil de diente de inmejorable resultado, muy poco conocido, pero muy aplicado; este es el sistema Bostock y Bramley, cuya aplicación principal es: engranajes reductores de velocidad, muy especialmente utilizados en la propulsión de buques accionados por turbinas de vapor.

Sus características son notables, como podrá observarse en los gráficos que se publican en la colección de datos sobre engranajes de este libro, las cuales muestran diversas comparaciones relacionadas con la cremallera, diente normal de 15° y 20° y el sistema de que se trata, puede verse la zona de rodadura y deslizamiento, apreciándose la enorme ventaja sobre todo otro sistema o norma de diente, que trate de cumplir la aplicación especial asignada a éste.

También puede observarse que el Díámetro primitivo se encuentra en la proximidad del pie del diente en el piñón, y en la casi terminación de la cabeza del diente en la rueda y cremallera, por tanto, nada se hizo en materia de engranajes con las características del diente tan originales como este sistema Bostock y Bramley.

Otro perfil de diente que alcanza una gran aceptación, utilizándose mucho, es el «British Standard»; este perfil tiene un ángulo de 20° y su aplicación principal es: engranajes de tracción, cajas reductoras para turbinas de vapor en

aviación, y otras aplicaciones especiales, y su uso más generalizado es engranajes helicoidales con ejes paralelos.

Se clasifican en tres grados:

**Clase A.** Precisión, engranajes con una velocidad periférica que excede de 600 metros por minuto.

**Clase B.** Alta clase, para engranajes con una velocidad periférica de 230 a 900 metros por minuto.

**Clase C.** Tipo comercial para engranajes corrientes, con una velocidad periférica inferior a 360 metros por minuto.

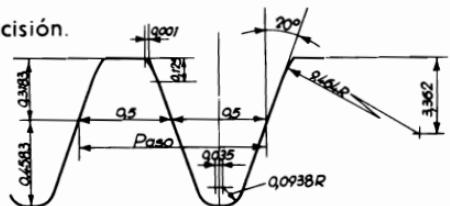
Las fórmulas para este sistema de engranajes son las siguientes:

Clase A.—PRECISIÓN		
Dimensión a calcular	Conocido el Diametral Pitch	Conocido el circular Pitch.
Altura de la cabeza del diente.	1 Diametral Pitch	0,3183 x circular Pitch.
Altura del pie del diente.	1,44 Diametral Pitch	0,4583 x circular Pitch.
Altura total del diente.	2,44 Diametral Pitch	0,7766 x circular Pitch.
Espesor del diente en el Díámetro primitivo.	1,5708 Diametral Pitch	0,5 x circular Pitch.

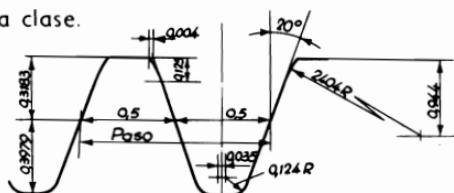
Clase B.—ALTA CLASE C.—CLASE COMERCIAL		
Altura de la cabeza del diente	1 Diametral Pitch	0,3183 x circular Pitch.
Altura del pie del diente.	1,25 Diametral Pitch	0,3979 x circular Pitch.
Altura total del diente.	2,25 Diametral Pitch	0,7162 x circular Pitch.
Espesor del diente en el Díámetro primitivo.	1,5708 Diametral Pitch	0,5 x circular Pitch.

**Trazado "British Standard" para el perfil del diente en la cremallera y fresas para tallar este sistema.**

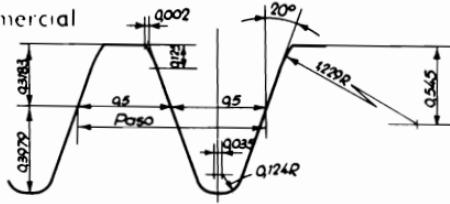
Clase A. — Precisión.



Clase B. — Alta clase.



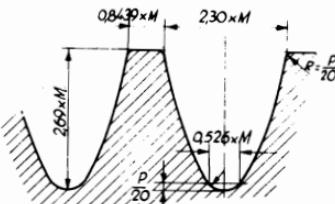
Clase C. — Comercial



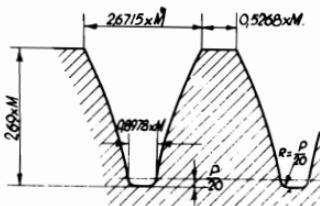
Multiplicar los valores dados por el paso.

Para engranajes helicoidales el perfil del diente aplicado a una sección en ángulo recto con la hélice.

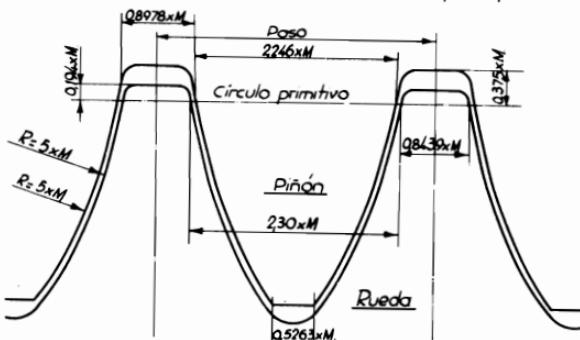
**Engranajes Bostock & Bramley**



Sección normal en el perfil del diente para cremallera y ruedas.



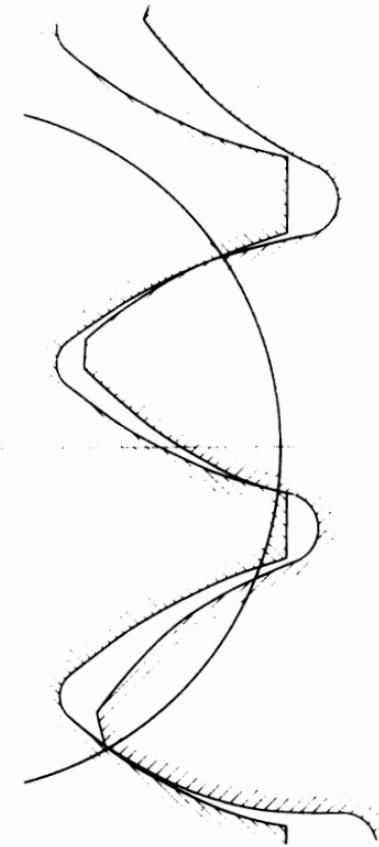
Sección normal en el perfil de los dientes para piñones.



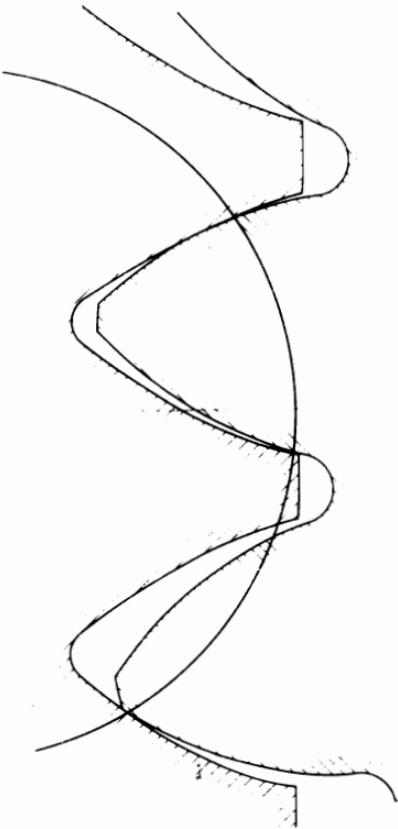
Sección normal de los dientes engranando.



Piñón de 30 dientes  
Rueda de 180 dientes  
Comparación entre dientes Bramley & Bostock, y diente  
Normal de  $20^\circ$  (Línea  
= diente Normal)



Deslizamiento  
Rodadura  
Piñón de 30 dientes con la cremallera



### TABLA COMPARATIVA DE PASOS

Según el circular pitch, diametral pitch y el módulo:  $cp = \frac{\pi}{dp} = \frac{M\pi}{25,4}$

Circular pitch en pulgadas inglesas	Diametral pitch	MODULO	Paso en milímetros	Circular pitch en pulgadas inglesas	Diametral pitch	MODULO	Paso en milímetros
3	1,047	24,25	76,1986	15/16	3,351	7,579	23,8120
2 3/4	1,142	22,20	69,4887	7/8	3,590	7,074	22,2245
2 1/2	1,256	20,25	63,4988	13/16	3,867	6,569	20,6371
2 1/4	1,392	18,22	57,1489	1/16	4,189	6,075	19,0496
2	1,571	16,18	50,7990	11/16	4,569	5,558	17,4621
1 7/8	1,676	15,16	47,6241	5/16	5,026	5,053	15,8747
1 3/4	1,795	14,15	44,4491	9/8	5,585	4,547	14,2872
1 5/8	1,933	13,13	41,2742	1/16	6,283	4,050	12,6997
1 1/8	2,094	12,12	38,0993	1/2	7,181	3,537	11,1122
1 1/2	2,185	11,62	36,5118	3/16	8,378	3,031	9,5248
1 3/16	2,285	11,11	34,9243	5/8	10,053	2,526	7,9373
1 1/8	2,513	10,12	31,7494	1/16	12,566	2,02	6,3998
1 1/4	2,646	9,60	30,1619	1/4	16,755	1,515	4,7624
1 5/16	2,646	9,60	28,5744	3/16	25,132	1,01	3,1749
1 1/8	2,793	9,10	26,9870	1/8	50,265	0,505	1,5874
1 1/16	2,957	8,580	25,3995	1/16			
3,142	8,085						

# TABLA COMPARATIVA DE PASOS

Según el diametral pitch, circular pitch y el módulo:  $dp = \frac{\pi}{cp} = \frac{25,4}{M}$

Diametral pitch	Circular pitch en pulgadas inglesas	MO-DULO	Paso en milímetros	Diametral pitch	Circular pitch en pulgadas inglesas	MO-DULO	Paso en milímetros
1/4	3,141	25,40	79,795	11	0,285	2,31	7,254
2,513	20,32	63,837	12	0,261	2,12	6,646	
2,094	16,93	53,197	14	0,224	1,814	5,700	
1 1/2	1,795	14,51	45,597	16	0,196	1,587	4,986
3/4	1,570	12,70	39,397	18	0,174	1,411	4,432
2	1,396	11,29	35,465	20	0,157	1,270	3,990
2 1/4	1,256	10,16	31,917	22	0,142	1,154	3,627
2 1/2	1,142	9,24	29,016	24	0,130	1,058	3,325
2 3/4	1,047	8,47	26,598	26	0,120	0,977	3,068
3	0,897	7,26	22,799	28	0,112	0,907	2,850
3 1/2	0,785	6,35	19,949	30	0,104	0,847	2,659
4	0,785	5,08	15,959	32	0,098	0,794	2,494
5	0,628	5,08	13,299	36	0,087	0,705	2,217
6	0,523	4,23	11,399	40	0,078	0,635	1,994
7	0,448	3,63	9,974	48	0,065	0,529	1,661
8	0,392	3,17	8,867	60	0,052	0,423	1,331
9	0,349	2,82	7,981		0,039	0,317	0,998
10	0,314	2,54					

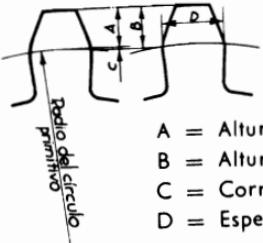
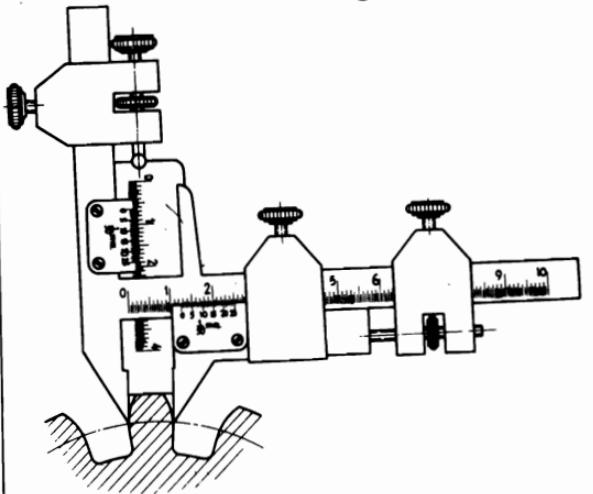
Fórmulas para engranajes según normas inglesa y americana, en función del diametral PITCH y circular PITCH.

Diametral PITCH, nombre bajo el que se comprende el número de dientes por pulgada inglesa en el diámetro primitivo. Ejemplo: A una rueda de 84 dientes que mida 14 pulgadas de diámetro primitivo le corresponde 6 dientes por pulgada; por consiguiente, el diametral PITCH es = 6.

Circular PITCH, se comprende el paso circular del diente en medida inglesa sobre el círculo primitivo. PITCH, traducido al español = PASO.

Fórmulas según el diametral PITCH		Fórmulas según el circular PITCH	
Para obtener	Fórmula	Para obtener	Fórmula
Diametral PITCH P	$P = \frac{N}{D}$	Circular PITCH P'	$P' = \frac{3,1416}{P}$
Circular PITCH P'	$P' = \frac{3,1416}{P}$	Diametral PITCH P	$P = \frac{3,1416}{P'}$
Número de dientes N	$N = P \times D'$ $N = O \times P - 2$	Número de dientes N	$N = \frac{3,1416 \times D'}{P'}$
PITCH DIAMETER (Diámetro primitivo) D	$D = O - 2S$ $D = \frac{N}{P}$	PITCH DIAMETER (Diámetro primitivo) D	$D = \frac{N \times P'}{3,1416}$
Diámetro EXTERIOR O	$O = D + 2S$ $O = \frac{N + 2}{P}$	Diámetro EXTERIOR O	$O = \frac{(N + 2) \times P'}{3,1416}$ $O = D + 2S$
Altura total del diente W	$W = \frac{2,157}{P}$	Altura total del diente W	$W = 0,6866 \times P'$
Altura de la cabeza S	$S = \frac{1}{P}$	Altura de la cabeza S	$S = \frac{P'}{3,1416}$
Espesor del diente T	$T = \frac{1,5708}{P}$	Espesor del diente T	$T = \frac{P'}{2}$
Distancia entre centros C	$C = \frac{N + n}{2P}$ $C = \frac{D + d}{2}$	Distancia entre centros C	$C = \frac{(N + n) \times P'}{6,2832}$

## Calibre especial para medir dientes de engranaje



A = Altura normal.  
 B = Altura corregida.  
 C = Corrección.  
 D = Espesor efectivo.

## Detalles para el uso del calibre especial para medir dientes de engranajes

TABLA PARA EL CALCULO DE VALORES PARA FIJAR LAS DIMENSIONES EN EL CALIBRE

Número de dientes	Para engranajes rectos según el sistema de Módulo		Número de dientes	Para engranajes rectos según el sistema de Módulo		Número de dientes	Para engranajes rectos según el sistema de Módulo	
	ab	bc		ab	bc		ab	bc
10	1.062	1.564	19	1.032	1.569	28-29	1.022	1.570
11	1.056	1.565	20	1.031	1.569	30-31	1.021	1.570
12	1.051	1.566	21	1.029	1.569	32-33	1.020	1.570
13	1.047	1.567	22	1.028	1.569	34-35	1.019	1.570
14	1.044	1.567	23	1.027	1.570	36-37	1.018	1.570
15	1.041	1.568	24	1.026	1.570	38-39	1.017	1.570
16	1.038	1.568	25	1.025	1.570	40-42	1.016	1.570
17	1.036	1.568	26	1.024	1.570	43-44	1.015	1.570
18	1.034	1.569	27	1.023	1.570	45-00	1.014	1.571

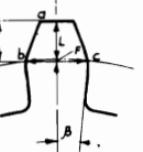
Los valores de esta tabla son para hacer la corrección por el número de dientes, hasta 45, siguiendo la diferencia entre la cuerda y el arco; a partir de 45 dientes, esta diferencia es insignificante, y, por tanto, dentro de la más exigente tolerancia.

Para determinar los valores de fijación en el calibre (altura de la cabeza, ab, y espesor, bc) cuando las ruedas se adapten al sistema de Módulo, los valores ab y bc se multiplican por el Módulo con que se trata de construir el engranaje.

EJEMPLO: Determinar la fijación del calibre para medir los dientes de una rueda de 25 dientes tallada con el Módulo 5.

ab = altura de la cabeza del diente; la tabla indica  $1.025 \times 5 = 5.125$ .

bc = espesor del diente en el círculo primitivo; la tabla indica  $1.570 \times 5 = 7.850$



N = Número de dientes.

P = Paso.

M = Módulo.

D<sub>p</sub> = Diámetro primitivo.

e = Espacio entre dientes.

S = Cuerda.

F = Flecha del arco.

L = Altura del diente a partir del diámetro primitivo = M.

FORMULAS

$$\beta = \frac{90}{N}$$

$$S = D_p \times \operatorname{sen} \beta$$

$$F = \frac{D_p (1 - \cos \beta)}{2}$$

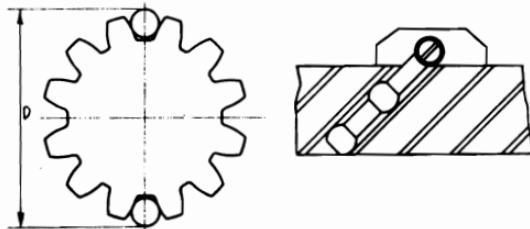
$$ab = L + F.$$

$$bc = S.$$

Para dentaduras interiores, ab = L - F.

## La medición de ruedas y piñones helicoidales

En los mecanismos de precisión se hace necesario un riguroso control de diámetros en zonas de contacto en los flancos de los dientes. Esto puede realizarse, a falta de aparatos especiales, con un sencillo procedimiento, y por medio de un micrómetro corriente, según se detalla a continuación:



Se usan zarcillos porque el sistema sea inverso, donde pueda operarse según el Módulo o Diametral Pitch inglés. Deben prepararse dos barras con unos discos esféricos que puedan sustituir a las bolas, y cuyo detalle se indica en el dibujo. Los diámetros más convenientes se determinarán por las siguientes fórmulas.

### PARA EL SISTEMA DE MODULO

$$\text{Diámetro en mm. de los rodillos esféricos} = \frac{1.750}{K} \times 25.4$$

### PARA EL SISTEMA DIAMETRAL PITCH

$$\text{Diámetro en pulgadas de los rodillos esféricos} = \frac{1.750}{\text{Diametral}}$$

El factor K será el que pertenezca al módulo que se utilice según tabla. Despues se procede a determinar la dimensión D sobre rodillos esféricos, cuya fórmula es:

### PARA EL SISTEMA DE MODULO

$$D \text{ en mm.} = \frac{F}{K} \times 25.4$$

$$D \text{ en pulgadas} = \frac{F}{\text{Diametral}}$$

El factor F será el que pertenezca, en función de número de dientes y ángulo de presión según tabla.

EJEMPLOS: Piñón de 26 dientes. Módulo 5. Ángulo de presión,  $14\frac{1}{2}^\circ$

$$\text{Factor K} = 5.080$$

$$\text{Factor F} = 28.520$$

La conversión del módulo y diametral es la siguiente:

$$M = \text{Módulo}$$

$$DP = \text{Diametral Pitch}$$

$$M = \frac{25.4}{DP}$$

$$DP = \frac{25.4}{M}$$

Todos los cálculos precedentes se refieren a módulo y diametral normal.

Núm. de dien- tes	Dientes pares. Factor F.			Núm. de dien- tes	Dientes impares. Factor F.			
	Ángulo de presión				Ángulo de presión			
	14 $\frac{1}{2}^\circ$	20°	25°		14 $\frac{1}{2}^\circ$	20°	25°	
10	12,415	12,413	12,431	9	11,256	11,258	11,277	
12	14,436	12,428	14,442	11	13,307	13,302	13,318	
14	16,454	16,440	16,450	13	15,348	15,335	15,347	
16	18,468	18,450	18,458	15	17,376	17,359	17,368	
18	20,482	20,458	20,463	17	19,400	19,378	19,384	
20	22,493	22,465	22,468	19	21,420	21,394	21,398	
22	24,502	24,470	24,472	21	23,437	23,406	23,409	
24	26,512	26,475	26,475	23	25,452	25,417	25,419	
26	28,520	28,481	28,479	25	27,464	27,427	27,427	
28	30,526	30,484	30,482	27	29,476	29,435	29,433	
30	32,532	32,487	32,484	29	31,485	31,442	31,439	
32	34,536	34,491	34,486	31	33,495	33,449	33,444	
34	36,542	36,494	36,488	33	35,503	35,454	35,448	
36	38,547	38,496	38,489	35	37,511	37,460	37,453	
38	40,553	40,499	40,491	37	39,516	39,463	39,455	
40	42,557	42,502	42,492	39	41,523	41,467	41,458	
42	44,561	44,503	44,493	41	43,529	43,472	43,463	
52	54,576	54,510	54,498	43	45,534	45,475	45,465	
				53	55,554	55,486	55,474	

Módulo	Factor K						
1	25,400	3	8,466	6	4,233	13	1,954
1,25	20,320	3,25	7,815	6,5	3,906	14	1,814
1,5	16,933	3,5	7,257	7	3,628	15	1,696
1,75	14,514	3,75	6,773	8	3,175	16	1,587
2	12,700	4	6,350	9	2,822	18	1,411
2,25	11,289	4,5	5,644	10	2,540	20	1,270
2,5	10,160	5	5,080	11	2,309	22	1,155
2,75	9,230	5,5	4,619	12	2,117	24	1,058
						25	1,016

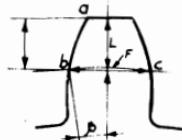
### ADVERTENCIA IMPORTANTE

Para espesores y alturas en los dientes de las ruedas helicoidales, en la corrección de ajuste del calibre, deben tomarse los valores a, b, c, por el número de dientes ficticio NF, según la fórmula:

$$NF = \frac{\text{Núm. de dientes}}{\cos^2 \alpha}$$

$$\alpha = \text{Ángulo de la hélice}$$

### EL USO DEL CALIBRE ESPECIAL PARA MEDIR DIENTES DE ENGRANAJE



MEDICIÓN DE LA DENTADURA DE UN ENGRANAJE  
POR MEDIO DE UN CALIBRE CORRIENTE



Tabla indicadora del número de espacios comprendidos en la medida K en función del número de dientes del engranaje y ángulo de presión.

EJEMPLO PARA SU USO

Ángulo de presión, 20° Núm. de dientes, 45 Núm. de espacios, C = 4

NUMERO DE ESPACIOS C	ANGULO DE PRESION				
	14° 30'	17°	20°	22° 30'	25°
	NUMERO DE DIENTES DE ENGRANAJE				
1	12 = 25	12 = 21	12 = 18	12 = 16	12 = 14
2	26 = 37	22 = 32	19 = 27	17 = 24	15 = 21
3	38 = 50	33 = 42	28 = 36	25 = 32	22 = 29
4	51 = 62	43 = 53	37 = 45	33 = 40	30 = 35
5	63 = 75	54 = 64	46 = 54	41 = 48	37 = 43
6	76 = 87	65 = 74	55 = 63	49 = 56	44 = 51
7	88 = 100	75 = 85	64 = 72	57 = 64	52 = 58
8		86 = 96	73 = 81	65 = 72	59 = 65

M = Módulo.

C = Espacios.

Y = Núm. de espacios C.

N = Núm. de dientes del engranaje.

$\alpha$  = Ángulo de presión.

$\alpha_1$  = Ángulo de presión en radianes.

Fórmula general para cualquier ángulo de presión:

$$K = M \left[ \pi \left( Y + \frac{1}{2} \right) \cos \alpha + N \cos \alpha (\operatorname{tg} \alpha - \operatorname{tg} \alpha_1) \right]$$

Fórmula para 14° 30' simplificada:

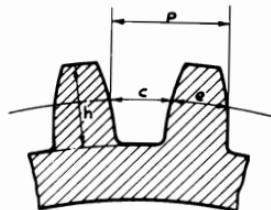
$$K = M [(3,04280 \times Y) + 1,5218 + (0,00514 \times N)]$$

Fórmula para 15° simplificada:

$$K = M [(3,03455 \times Y) + 1,5177 + (0,00594 \times N)]$$

Fórmula para 20° simplificada:

$$K = M [(2,952 \times Y) + 1,476 + (0,014 \times N)]$$



Dimensiones del diente en los pasos normales del módulo

Módulo. . . . .	1	1,25	1,5	1,75	2	2,25	2,5	2,75	3	3,25
Paso. . . . . mm	3,14	3,93	4,71	5,5	6,28	7,07	7,85	8,64	9,42	10,21
Espacio entre dientes. " "	1,57	1,97	2,36	2,75	3,14	3,54	3,93	4,32	4,71	5,11
Espesor del diente. " "	2,17	2,71	3,25	3,79	4,33	4,87	5,42	5,96	6,5	7,04

Módulo. . . . .	3,5	3,75	4	4,25	4,5	4,75	5	5,25	5,5	5,75
Paso. . . . . mm	11	11,78	12,56	13,35	14,13	14,92	15,70	16,49	17,28	18,06
Espacio entre dientes. " "	5,5	5,89	6,29	6,68	7,07	7,46	7,86	8,25	8,64	9,03
Espesor del diente. " "	7,58	8,13	8,67	9,21	9,75	10,29	10,83	11,38	11,92	12,46

Módulo. . . . .	6	6,25	6,5	7	7,5	8	9	10	11	12
Paso. . . . . mm	10,64	19,64	20,42	21,99	23,56	25,13	28,27	31,42	34,56	37,7
Espacio entre dientes. " "	9,43	9,82	10,21	11	11,78	12,57	14,14	15,71	17,28	18,85
Espesor del diente. " "	13	13,54	14,08	15,17	16,25	17,32	19,5	21,67	23,83	26

Módulo. . . . .	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
Paso. . . . . mm	40,84	43,98	47,12	50,27	53,41	56,55	59,69	62,83	65,97	69,12
Espacio entre dientes. " "	20,42	21,99	23,56	25,13	26,70	28,27	29,85	31,42	32,98	34,56
Espesor del diente. " "	28,17	30,33	32,5	34,67	36,83	39	41,17	43,33	45,5	47,67

Módulo. . . . .	25	28	30	32	35	38	40	50	
Paso. . . . . mm	78,54	87,96	94,25	100,53	109,96	109,38	125,66	157,08	
Espesor del diente. " "	39,27	43,98	47,12	50,26	54,98	59,69	62,83	78,54	
Profundidad del diente. " "	53,9	60,4	64,7	69	75,5	81,9	86,3	107,8	

# Tallado de ruedas rectas con dentado evolvente

## JUEGO DE FREAS

8 fresas por juego, utilizadas para Módulo 1-10

N.º 1 para ruedas de 12-13 dientes	N.º 5 para ruedas de 26-34 dientes
» 2 » 14-16 » » 6 » 35-54 »	
» 3 » 17-20 » » 7 » 55-134 »	
» 4 » 21-25 » » 8 » 135-cremallería	

15 fresas por juego, utilizadas para Módulo 11 y mayores

N.º 1 para ruedas de 12 dientes	N.º 4 1/2 para ruedas de 23-25 dientes
» 1 1/2 » 13 » » 5 1/2 » 26-29 »	
» 2 » 14 » » 5 1/2 » 30-34 »	
» 2 1/2 » 15-16 » » 6 » 35-41 »	
» 3 » 17-18 » » 6 1/2 » 35-54 »	
» 3 1/2 » 19-20 » » 7 » 55-79 »	
» 4 » 21-22 » » 7 1/2 » 80-134 »	

N.º 8, para ruedas de 135 dientes hasta cremallera

## FRESAS PARA «DIAMETRAL PITCH»

Si el cálculo para engranajes se efectúa según Diametral o Circular Pitch, el número de fresas por juego es como sigue:

8 fresas por juego, utilizadas para Diametral Pitch 36-2 1/2

N.º 1 para ruedas de 135 dientes a cremallera	N.º 5 para ruedas de 21-25 dientes
» 2 » 55-134 dientes	» 6 » 17-20 »
» 3 » 35-54 »	» 7 » 14-16 »
» 4 » 26-34 »	» 8 » 12-13 »

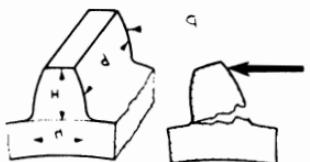
15 fresas por juego, utilizadas para Diametral Pitch 2 1/2-1

N.º 1, para ruedas de 135 dientes a cremallera

N.º 1 1/2 para ruedas de 80-134 dientes	N.º 5 para ruedas de 21-25 dientes
» 2 » 55-79 »	» 5 1/2 » 19-20 »
» 2 1/2 » 42-54 »	» 6 » 17-18 »
» 3 » 35-41 »	» 6 1/2 » 15-16 »
» 3 1/2 » 30-34 »	» 7 » 14 »
» 4 » 26-29 »	» 7 1/2 » 13 »
» 4 1/2 » 23-25 »	» 8 » 12 »

Se advierte que las dos tablas últimas se dan a conocer porque en América (U. S. A.) e Inglaterra marcan las fresas con números a la inversa del sistema de Módulo.

## Resistencia del diente en los engranajes



El diente de un engranaje trabaja por resistencia a la flexión, y debe ser calculado como un sólido encastreado en la base, soportando en la extremidad de la cabeza el esfuerzo o carga; por tanto, se calculará como si un solo diente soportara el esfuerzo tangencial.

La más notable teoría sobre esta materia fue dada a conocer por Mr. Wilfred Lewis, en Filadelfia, el 15 de octubre de 1892, y todo cuanto se ha investigado y modificado, está basado en los principios LEWIS. A continuación se dan los datos más elementales para resolver los cálculos en los casos corrientes de engranajes, dejando los de altos estudios de proyección y rendimientos máximos para aquellos que trabajan en el grado superior de la técnica; por tanto, nos limitaremos a estas fórmulas generales, que estimamos suficientes:

DESIGNACION	FORMULAS
P = Presión o esfuerzo tangencial para el diente en Kg.	$P = \frac{75 \times F}{V}$
V = Velocidad periférica o lineal en el diámetro primitivo en metros por segundo.	$V = \frac{DP \times \pi \times N}{60} = \frac{75 \times F}{P}$
F = Fuerza en C. V. (caballos de vapor) a transmitir.	
M = Módulo.	
h = Espesor del diente en la raíz.	$W = \frac{b \times h^2}{6}$
H = Altura del diente.	
b = Ancho del diente.	$M = \sqrt{\frac{P}{C \times 1.52}}$ (Véase tabla de valores C)
W = Momento de resistencia de la sección rectangular.	
C = Carga de seguridad o coeficiente de trabajo por flexión en Kg. mm <sup>2</sup> .	
Dp = Diámetro primitivo (en metros).	$F = \frac{P \times V}{75}$
N = Número de revoluciones por minuto.	

# Resistencia del diente en los engranajes

Tabla para valores (C) coeficiente de trabajo a la flexión en la raíz del pie de los dientes

MATERIALES	C = Kgs. x mm.
Fundición 18 a 19 Kgs. mm <sup>2</sup>	4 - 5
Acero moldeado.	9 - 10
Acero al carbono:	
C = 0,15 - 0,25 %	14 - 17
C = 0,40 - 0,50 %	24 - 27
Acero al níquel:	
Ni = 3,25 - 3,75 %	27 - 31
Acero al cromo níquel:	
Cr = 0,45 Ni = 1 %	24 - 28
Cr = 0,75 Ni = 1,5 %	31 - 42
Bronce fosforoso	5 - 6
Duraluminio	10
Cuproaluminio	16
Aluminio	3
Materias plásticas, fenolita, etc.	1,5

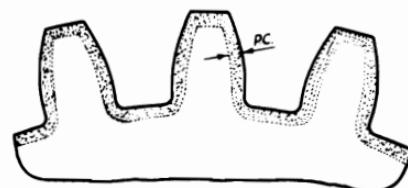
Valores C, basados en los límites de elasticidad de los diversos materiales a emplear, y están comprendidos entre 70 a 80 % de la resistencia a la tracción.

## FORMULA

$$\text{Aprox. } C = \frac{\text{Límite elástico}}{2}$$

# Tratamiento térmico de ruedas dentadas con dientes cementados

(Valedero inclusive para ruedas con dientes rectificados)



PC = Profundidad de penetración de la cementación que deben tener los dientes

M = Módulo.

Módulo	PC mm.	Módulo	PC mm.
1	0,2	3 - 3,25	0,7
1,25 - 1,5	0,3	3,5	0,8
1,75	0,4	3,75 - 4	0,9
2 - 2,25	0,5	4,5 - 5	1
2,5 - 2,75	0,6	5,5 - 6	1,3

Del módulo 6 en adelante se aplicará la siguiente

## FORMULA

$$PC = \frac{M \times \pi}{2} \times \frac{15}{100} = 0.235 \times M$$

# Engranajes cilíndricos, tolerancias de fabricación para dentaduras fresadas o rectificadas

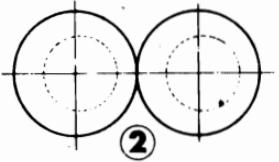
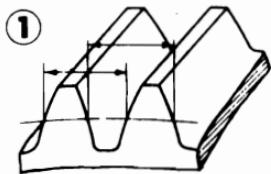
## CLASE ALTA PRECISION

### TOLERANCIA EN LA DENTADURA

DESIGNACION	MODULO			
	1 a 4	4,5 a 7	7 a 10	Mayor de 10
① Error de división.	De 0,005	De 0,008	De 0,010	De 0,012
Suma de dos flancos de dientes.	a 0,008	a 0,010	a 0,012	a 0,015
Excentricidad máxima entre el par de engranajes.	0,010	0,015	0,020	0,025
③ Holgura entre dientes ISA. E - 9.	De 0,014 a 0,030	De 0,020 a 0,050	De 0,025 a 0,061	De 0,032 a 0,075
④ Error máximo sobre el flanco del diente, derecho o izquierdo.	0,003	0,005	0,008	0,010
⑤ Paralelismo del diente respecto al agujero.	De 0,002 a 0,003	De 0,003 a 0,005	De 0,005 a 0,008	De 0,008 a 0,012
⑥ Perpendicularidad de la cara del diente respecto al agujero.	0,010	0,020	0,030	0,040

### TOLERANCIA EN LA DISTANCIA ENTRE EJES Y DIAMETRO EXTERIOR

DESIGNACION	MODULO			
	1 a 3	3,25 a 5	5,5 a 10	Más de 10
Diametro exterior ISA. b - 11.	- 0,14 - 0,20	- 0,14 - 0,21	- 0,15 - 0,24	- 0,15 - 0,26
Distancia entre ejes ISA. E - 8.	+ 0,028 + 0,014	+ 0,038 + 0,020	+ 0,047 + 0,025	+ 0,059 + 0,032



# Engranajes cilíndricos, tolerancias de fabricación para dentaduras fresadas o rectificadas

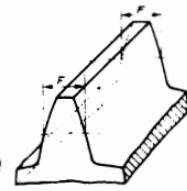
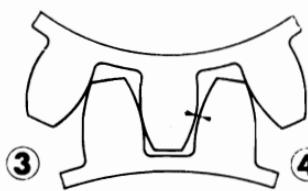
## CLASE PRECISION

### TOLERANCIA EN LA DENTADURA

DESIGNACION	MODULO			
	1 a 4	4,5 a 7	7 a 10	Mayor de 10
① Error de división.	De 0,015 a 0,020	De 0,02 a 0,03	De 0,03 a 0,04	De 0,05 a 0,06
Suma de dos flancos de dientes.				
Excentricidad máxima entre el par de engranajes.	0,05	0,08	0,10	0,12
③ Holgura entre dientes ISA. D - 10.	De 0,020 a 0,060	De 0,03 a 0,08	De 0,04 a 0,08	De 0,05 a 0,12
④ Error máximo sobre el flanco del diente, derecho o izquierdo.	0,006	0,008	0,010	0,012
⑤ Paralelismo del diente respecto al agujero.	De 0,006 a 0,008	De 0,008 a 0,010	De 0,010 a 0,015	De 0,015 a 0,020

### TOLERANCIA EN LA DISTANCIA ENTRE EJES Y DIAMETRO EXTERIOR

DESIGNACION	MODULO			
	1 a 3	3,25 a 5	5,5 a 10	Más de 10
Diametro exterior ISA. b - 11.	- 0,14 - 0,20	- 0,14 - 0,21	- 0,15 - 0,24	- 0,15 - 0,26
Distancia entre ejes ISA. E - 9.	+ 0,039 + 0,014	+ 0,050 + 0,020	+ 0,061 + 0,025	+ 0,075 + 0,032



# Engranajes cilíndricos, tolerancias de fabricación para dentaduras fresadas o rectificadas

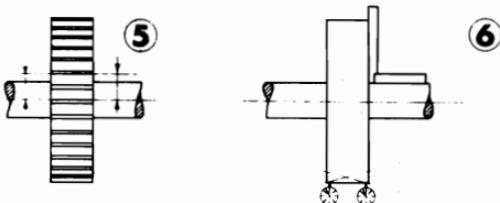
## CLASE CORRIENTE

### TOLERANCIA EN LA DENTADURA

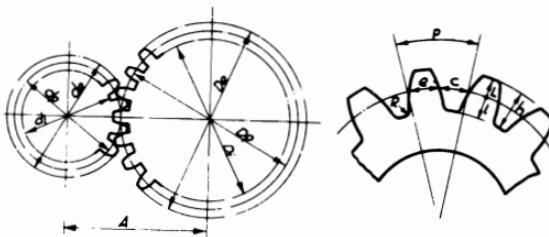
DESIGNACION	MODULO		
	3 a 5	5,5 a 10	Mayor de 10
(1) Error de división. Suma de dos flancos de dientes.	De 0,03 a 0,04	De 0,05 a 0,06	De 0,06 a 0,08
(2) Excentricidad máxima entre el par de engranajes.	0,1	0,15	0,20
(3) Holgura entre dientes ISA. D - 11.	De 0,03 a 0,1	De 0,04 a 0,13	De 0,05 a 0,16
(4) Error máximo sobre el flanco del diente, derecho o izquierdo.	0,01	0,015	0,02
(5) Paralelismo del diente respecto al agujero.	De 0,01 a 0,015	De 0,015 a 0,02	De 0,07 a 0,03

### TOLERANCIA EN LA DISTANCIA ENTRE EJES Y DIAMETRO EXTERIOR

DESIGNACION	MODULO		
	3 a 5	3,5 a 10	Más de 10
Diámetro exterior ISA. a - 11.	- 0,27 - 0,33	- 0,27 - 0,34	- 0,28 - 0,37
Distancia entre ejes ISA. D - 10.	+ 0,06 + 0,03	+ 0,10 + 0,04	+ 0,12 + 0,05



# FORMULAS GENERALES para engranajes rectos según el sistema normal de Módulo



### DESIGNACION

P = Paso.

M = Módulo.

Dp = Diámetro primitivo.

De = Diámetro exterior.

Di = Diámetro interior.

c = Espacio entre dientes.

e = Espesos del diente.

h = Altura total del diente.

L = Altura de la cabeza del diente.

f = Altura del pie del diente.

R = Radio del pie del diente.

A = Distancia entre ejes o centros.

$$M = \frac{P}{\pi} = \frac{D_p}{N} = \frac{D_e}{N + 2} \quad e = \frac{P}{2} = M \times 1,5708.$$

$$P = M \times \pi.$$

$$D_p = M \times N.$$

$$D_e = M \times (N + 2).$$

$$D_i = D_p - (2M \times 1,167).$$

$$c = \frac{P}{2} = M \times 1,5708.$$

$$h = M \times 2,167.$$

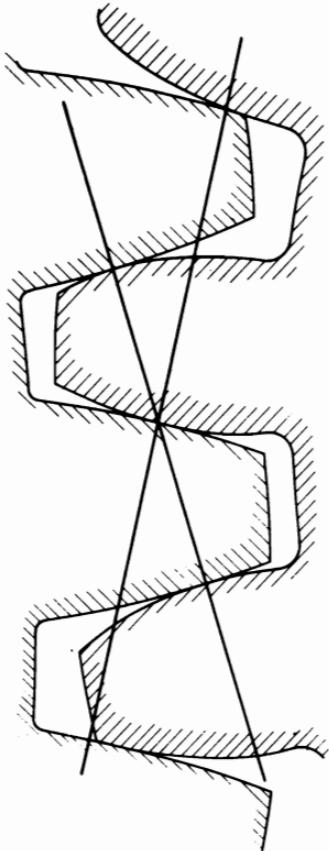
$$A = \frac{D_p + d_p}{2} = \frac{N + n}{2} \times M.$$

$$L = M.$$

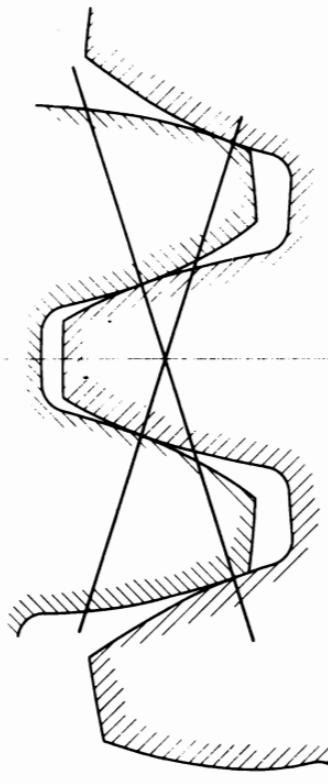
$$f = M \times 1,167$$

$$R = 0,3 \times M = \frac{c}{6}$$

$$(Máximo.) \quad (Mínimo.)$$



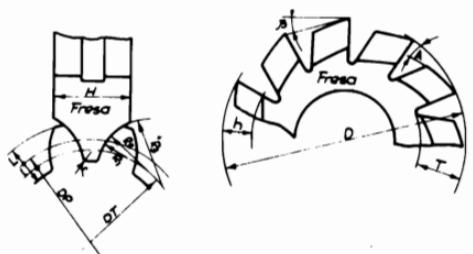
Deslizamiento  
Rodadura  
Diente 15°. Perfil Normal



Deslizamiento  
Rodadura  
Dentadura de dos piñones de 30 dientes engranando,  
con ángulo de presión a 20°

# CONSTRUCCION DE FREASAS TIPO SIMPLE

para talla de engranajes según el sistema de Módulo



$$H = 3.6 \times M. \quad L = \text{Cabeza del diente} = \text{Módulo}. \quad e = \frac{\text{paso}}{2}.$$

$$M = \text{Módulo}. \quad f = \text{Pie del diente}. \quad r = 0.3 \times M.$$

$$DP = M \times N. \quad N = \text{Número de dientes de la rueda}.$$

$$\begin{array}{l} DT \mid \text{Círculo de trazado de los} \\ \quad \quad \quad \text{dientes.} \end{array} \quad K = \text{Coseno del ángulo de presión}.$$

$$DT = K \times DP. \quad \text{Radios de trazado} = R_1 R_2 R_3.$$

## DATOS PARA DESTALONADO

$$A = \frac{D \times 3,1416 \times \operatorname{Tg} \beta}{n}; \quad T = h + 1 \text{ Módulo}; \quad \beta = \begin{cases} 6^\circ \text{ Mínimo. } 10^\circ \text{ Máximo} \\ \text{Ángulo de incidencia.} \end{cases}$$

*n* = Número de dientes cortantes de la fresa.

*h* = Altura normal del diente en la fresa en función del ancho *H*.

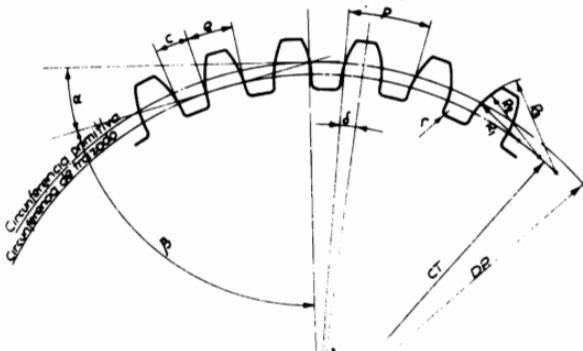
## ANGULOS DE PRESION MAS USUALES

Ruedas con más de 25 dientes	$14\frac{1}{2}^\circ$	a $20^\circ$ .
» de 23 a 25 dientes	$17\frac{1}{2}^\circ$	a $20^\circ$ .
» 18 a 22 »	20	a $22^\circ$ .
» 14 a 17 »	22 $\frac{1}{2}^\circ$ .	
» 10 a 13 »	25°, menos de 10 dientes	25 a $28^\circ$ .

Para trazados de los dientes véanse las fórmulas generales.

# TRAZADO DE LOS DIENTES

para engranajes con menos de 30 dientes



## DESIGNACION

P = Paso.	$\gamma$ = Ángulo de presión.
M = Módulo.	$\delta$ = Ángulo de flanco.
c = Espacio entre dientes.	e = Espesos del diente.
CT = Diámetro del círculo de trazado.	DP = Diámetro primitivo.
$R_1 R_2 R_3$ = Radios para el trazado del diente.	r = Radio de pie del diente.
	$\beta$ = Ángulo de complemento.
	N = Número de dientes.

## FÓRMULAS

$$P = M \times 3,1416; \quad M = \frac{P}{3,1416} = \frac{DP}{N} = \frac{DE}{N+2}; \quad DP = M \times N;$$

$$e = 0.5 \times P = DP \times \operatorname{Sen} \delta; \quad c = 0.5 \times P (\text{Holgura neutra}); \quad \delta = \frac{90^\circ}{N};$$

$$\begin{array}{ll} \text{Para } \gamma = 15^\circ & \beta = 75^\circ \\ CT = 0,96592 \times DP & R_1 = 0,07 \times DP \quad R_2 = 0,22 \times DP \quad R_3 = 0,33 \times DP \\ R_1 = 0,07 \times DP & \end{array}$$

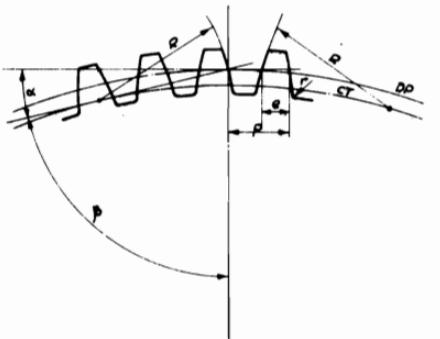
$$\begin{array}{ll} \text{Para } \gamma = 14\frac{1}{2}^\circ & \beta = 75\frac{1}{2}^\circ \\ CT = 0,96815 \times DP & R_1 = 0,07 \times DP \quad R_2 = 0,22 \times DP \quad R_3 = 0,33 \times DP \\ R_1 = 0,07 \times DP & \end{array}$$

$$\begin{array}{ll} \text{Para } \gamma = 20^\circ & \beta = 75^\circ \\ CT = 0,93969 \times DP & R_1 = 0,068 \times DP \quad R_2 = 0,2140 \times DP \quad R_3 = 0,321 \times DP \\ R_1 = 0,068 \times DP & \end{array}$$

$$r = 0,3 \times M (\text{Máximo}) \quad \cos \gamma \times DP = CT$$

Para complementos usar fórmulas generales.

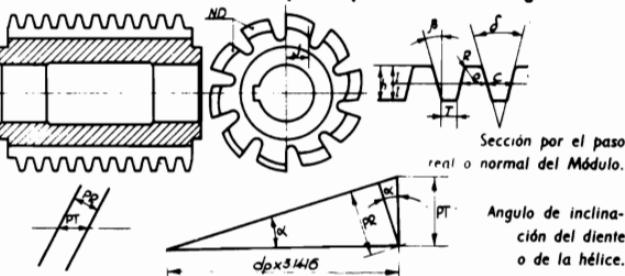
## Trazado de los dientes para engranajes con más de 30 dientes



DESIGNACION	FORMULAS
DP = Diámetro primitivo.	$P = M \times 3,1416.$
CT = Diámetro del círculo de trazado.	$M = \frac{P}{3,1416} = \frac{DP}{N} = \frac{DE}{N+2}$
r = Radio del pie del diente.	$e = 0,5 \times P; C = 0,5 \times P.$
R = Radio para trazado del diente.	$DP = M \times N.$
P = Paso.	Para $x = 14\frac{1}{2}^\circ$ ; $\beta = 75\frac{1}{2}^\circ.$
c = Espacio entre dientes.	$CT = 0,96815 \times DP.$
e = Espesor del diente.	Para $x = 15^\circ$ ; $\beta = 75^\circ.$
x = Ángulo de presión.	$CT = 0,96592 \times DP.$
$\beta$ = Ángulo de complemento.	Para $x = 20^\circ$ ; $\beta = 70^\circ.$
N = Número de dientes.	$CT = 0,93969 \times DP.$
M = Módulo.	$R = \frac{DP}{8}$
Holgura neutra.	$r = 0,3 \times M$ (Máximo).
	$\cos x \times DP = CT.$

Para complementos usar fórmulas generales.

## Fresas para tallar engranajes rectos y helicoidales sobre máquinas automáticas de talla continua por el procedimiento de generación



DESIGNACION	FORMULAS
M = Módulo.	$M = \frac{P}{3,1416}.$
de = Diámetro exterior.	$de = dp + 2 \times \ell.$
dp = Diámetro primitivo.	$dp = de - 2 \times \ell.$
$x$ = Ángulo de inclinación del filete o de la hélice.	$\ell = 1,167 \times M.$
PR = Paso real o normal del módulo.	$h = 2,334 \times M.$
PT = Paso del tornillo.	$R = 0,05 \times P.$
	$PR = M \times 3,1416.$
$\ell$ = Alturas de la cabeza y pie del diente (en este caso ambas iguales).	$PT = \frac{PR}{\cos x}$ , que será el paso para roscar en el torno.
$h$ = Altura total del diente.	$SP = dp \times 3,1416 \times \cotg x.$
e = Espesor del diente.	$\operatorname{Sen} x = \frac{PR}{dp \times 3,1416} = \frac{M}{dp}$
c = Espacio entre dientes.	$\beta =$ Diente normal = $14\frac{1}{2}^\circ$ . $\beta =$ » reforzado = $20^\circ$ .
$\beta$ = Ángulo en el flanco del diente.	$\delta =$ Diente normal = $29^\circ$ . $\delta =$ » reforzado = $40^\circ$ .
$\delta$ = Ángulo total entre flancos.	$T = \left( \frac{PT \times \cotg \beta}{4} - \ell \right) \times 2 \times \operatorname{tg} \beta.$
T = Ancho en el fondo del diente y ancho de la punta de la cuchilla para roscar.	$SP =$ Paso de la espiral de corte.
SP = Paso de la espiral de corte.	$ND =$ Número de dientes de la fresa.
ND = Número de dientes de la fresa.	$J =$ Ancho del diente cortante.
J = Ancho del diente cortante.	$R =$ Radio en la cabeza del diente.
R = Radio en la cabeza del diente.	$ND = \frac{de \times 3}{2PT}.$
	$J = h + 3 \text{ mm}.$

# TORNILLO SIN-FIN Y SU RUEDA

TIPO A	DESIGNACION	TIPO B
<p>M = Módulo. P = Paso. DP = Diámetro primitivo. DE = Diámetro exterior. D1 · D2 = Diámetro mayor y sobre aristas. E = Distancia entre ejes de la rueda y sin-fin. A = Ancho de la rueda. r = Radio de la cabeza. R = Concavidad periférica. x = Ángulo de las caras. N = Número de dientes. L = Altura de la cabeza del diente. h = Altura del pie del diente.</p>	<p>M = Módulo. P = Paso. DP = Diámetro primitivo. DE = Diámetro exterior. D1 · D2 = Diámetro mayor y sobre aristas. E = Distancia entre ejes de la rueda y sin-fin. A = Ancho de la rueda. r = Radio de la cabeza. R = Concavidad periférica. x = Ángulo de las caras. N = Número de dientes. L = Altura de la cabeza del diente. h = Altura total del diente. e = Espesor del diente. c = Espacio entre dientes.</p>	<p>M = Módulo. P = Paso. DP = Diámetro primitivo. DE = Diámetro exterior. D1 · D2 = Diámetro mayor y sobre aristas. E = Distancia entre ejes de la rueda y sin-fin. A = Ancho de la rueda. r = Radio de la cabeza. R = Concavidad periférica. x = Ángulo de las caras. N = Número de dientes. L = Altura de la cabeza del diente. h = Altura total del diente. e = Espesor del diente. c = Espacio entre dientes.</p>

## FÓRMULAS TIPO A

$$M = \frac{P}{3,1416} = \frac{D_p}{N}$$

$$DE = (N + 2) \times M$$

$$DP = N \times M$$

D1 = DE + (0,4775 × P), para tornillo sin-fin de filete simple y doble.

D1 = DE + (0,3183 × P), para triple y cuádruple.

A = 2,38 × P + 6 mm., para simple y doble.

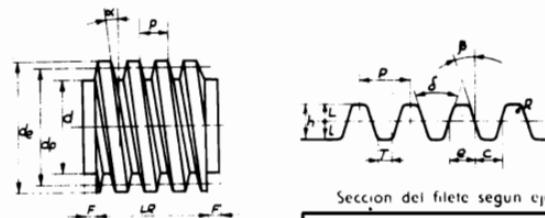
A = 2,15 × P + 5 mm., para triple y cuádruple.

$$R = 0,5 \times dp - M$$

$$r = 0,25 \times P$$

$$E = \frac{DP + dp}{2}$$

# TORNILLO SIN-FIN Y SU RUEDA



## FORMULAS

$$M = \frac{P}{3,1416}; \quad P = M \times 3,1416$$

Paso para el torno si el tornillo tiene más de un filete o entrada =  $P \times n$ .

$$Tg \alpha = \frac{dp \times 3,1416}{dp} = \frac{M}{dp}$$

$$de = dp + 2M = dp + 2L$$

$$dp = de - 2M = de - 2L$$

$$d = de - 2h; \quad h = 2,167 \times M$$

$$L = M; \quad l = 1,167 \times M$$

$$e = \frac{P}{2}; \quad c = \frac{P}{2}$$

$$3 = Filete normal 14 \frac{1}{2}^{\circ}$$

$$3 = Filete reforzado 20^{\circ}$$

$$3 = Filete para pasos largos 30^{\circ}$$

$$T = \left( \frac{P \times \cot \beta}{4} - l \right) \times 2 \times \operatorname{tg} \beta$$

$$LR =$$

$$P \times \left( 4,5 + \frac{N. \text{ de dientes rueda}}{50} \right)$$

$$F = P; \quad R = 0,05 \times P$$

**Nota.** — Como norma actual en los tornillos sin-fin de:

Filete simple y doble,  $\beta = 29^{\circ}$ .

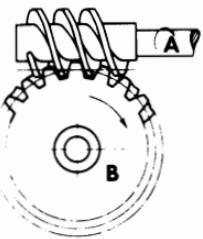
Filete triple y cuádruple,  $\beta = 40^{\circ}$ .

Filetes para pasos largos,  $\beta = 60^{\circ}$ .

En algunos casos también se utiliza  $40^{\circ}$  para filete simple y doble.

## Tornillo sin-fin y su rueda

### Relaciones que existen en diversos casos



1.º Si el número de filetes y revoluciones por minuto de un tornillo sin-fin son conocidos, así como el número de dientes de la rueda.

Se determina el número de revoluciones de esta rueda por medio de la fórmula:

Revoluciones de la rueda =

$$= \frac{\text{N.º de revoluciones del sin-fin} \times \text{N.º de filetes}}{\text{N.º de dientes de la rueda}}$$

EJEMPLO:

Tornillo sin-fin A tiene doble filete y gira a 240 revoluciones, la rueda B tiene 80 dientes, el número de revoluciones de esta rueda será igual

$$\frac{240 \times 2}{80} = 6 \text{ revoluciones.}$$

2.º Calcular el número de dientes de una rueda a tornillo sin-fin para una velocidad determinada, conocidos el número de filetes del tornillo sin-fin, y el número de revoluciones por minuto del tornillo y la rueda.

FORMULA: N.º de dientes de la rueda =

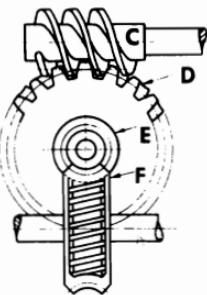
$$= \frac{\text{N.º de revoluciones del tornillo} \times \text{N.º de filetes}}{\text{N.º de revoluciones de la rueda}}$$

EJEMPLO:

El tornillo sin-fin A es de triple filete y gira a 360 revoluciones, la rueda B debe girar a 10 revoluciones, el número de dientes será:

$$\frac{360 \times 3}{10} = 108 \text{ dientes.}$$

3.º Velocidad de ruedas a tornillo sin-fin compuestas.



### DATOS PARA EL CALCULO

C = Tornillo sin-fin motriz con filete simple, girando a 1600 revoluciones.

E = Tornillo sin-fin a doble filete.

D = Rueda de 80 dientes.

F = Rueda de 40 dientes.

Determinar el número de revoluciones de la rueda F.

$$\frac{1600 \times (1 \times 2)}{80 \times 40} = 1 \text{ revolución.}$$

La operación consiste en multiplicar el número de revoluciones del tornillo sin-fin motriz por el producto del número de filetes de los tornillos, y dividir por el producto del número de dientes de las ruedas.

4.º Velocidad de un tornillo sin-fin con las ruedas compuestas.

Se opera del modo siguiente:

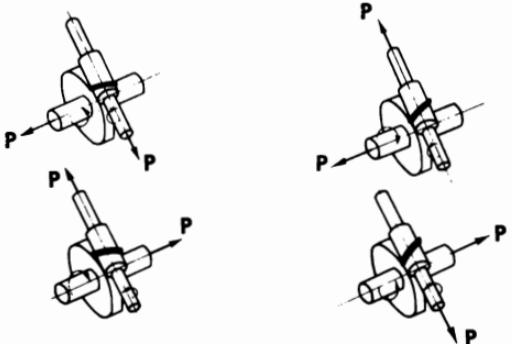
EJEMPLO:

Si los tornillos sin-fin C y E tienen doble filete, la rueda D 40 dientes, y la rueda P 20 dientes, el número de revoluciones del sin-fin motriz C será igual al resultado de

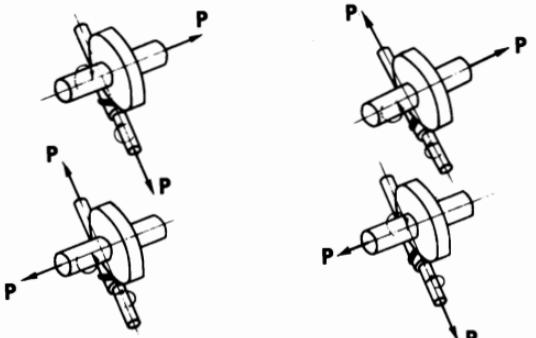
$$\frac{F \times D}{C \times E} = \frac{20 \times 40}{2 \times 2} = 200 \text{ revoluciones.}$$

# Empujes axiales (P) de tornillos sin-fin y sus ruedas girando en diversos sentidos

Sin-fin trabajando sobre la rueda.



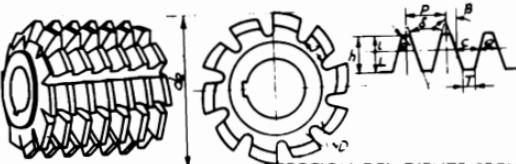
Sin-fin trabajando debajo de la rueda



Sin-fin con filetes roscados a izquierda.

Sin-fin con filetes roscados a derecha.

## Fresa sin-fin para tallar únicamente ruedas a tornillo sin-fin

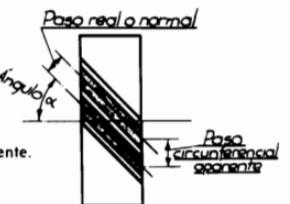
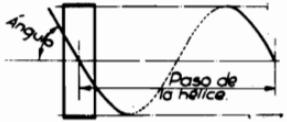


SECCION DEL DIENTE SEGUN EL EJE

DESIGNACION	FORMULAS
P = Paso.	$M = \frac{P}{3,1416}; P = M \times 3,1416.$
M = Módulo.	
de = Diámetro exterior.	
dp = Diámetro primitivo.	
h = Altura del diente.	
L = Altura que corresponde a la cabeza, y en la fresa es a la inversa.	
f = Altura que corresponde al pie, y en la fresa es a la inversa.	
e = Espesor del diente.	
c = Espacio entre dientes.	
R = Radio de la cabeza del diente.	
J = Ancho del diente cortante.	
$\beta$ = Ángulo en el flanco del diente.	
$\delta$ = Ángulo total entre flancos.	
$\alpha$ = Ángulo de inclinación del filete o de la hélice.	
T = Ancho en el fondo del diente y ancho de la punta de la cuchilla para roscar.	
SP = Paso de la espiral de corte.	
ND = Número de dientes de la fresa.	
n = Número de filetes o entradas.	
t = División milimétrica.	
Para filete simple / $Tg \alpha = \frac{P}{dp \times \pi} = \frac{M}{dp}$ .	
Para más de 1 filete / $Tg \alpha = \frac{n \times t}{dp \times \pi}$ .	
$SP = dp \times 3,1416 \times \cot \alpha.$	
$ND = \frac{de \times 3}{2P}$ (aprox.).	
$T = \left( \frac{P \times \cot \beta}{4} - L \right) \times 2 \times Tg \beta.$	

Nota.—Terminada de tallar la espiral de corte SP en la fresa, hacer una plantilla del perfil del filete por la sección perpendicular a la hélice, esta plantilla servirá para destalonar.

# ENGRANAJES HELICOIDALES



M = Módulo normal o real.

Ma = Módulo del paso circunferencial aparente.

Pr = Paso real o normal.

Pa = Paso aparente.

Dp = Diámetro primitivo.

De = Diámetro exterior.

h = Altura del diente.

P = Paso de la hélice.

N = Número de dientes.

NF = Número de dientes ficticio para elegir la fresa (si se talla en fresadora universal).

## FORMULAS

$$Ma = \frac{M}{\cos z}$$

$$De = Dp + 2M.$$

$$Pa = \frac{Pr}{\cos z} = \frac{Dp \times 3,1416}{N}$$

$$N = \frac{Dp}{Ma}$$

$$h = 2,167 \times M.$$

$$Pr = Pa \times \cos z = 3,1416 \times M.$$

$$M = Ma \times \cos z.$$

$$NF = \frac{N}{\cos^2 z} = \frac{Dp}{M \times \cos^2 z}$$

$$Dp = N \times Ma = \frac{N \times Pa}{3,1416}$$

$$P = Dp \times 3,1416 \times \cot g z.$$

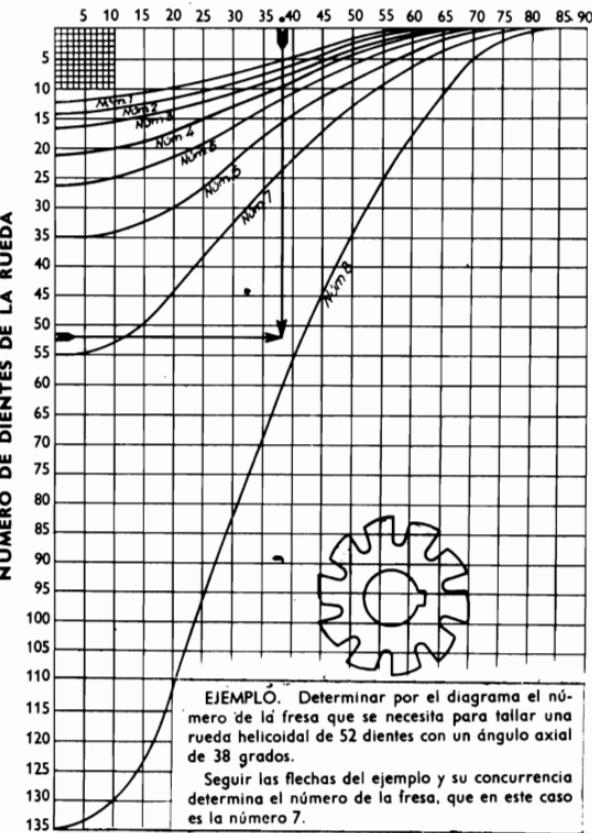
Para engranajes helicoidales a ejes paralelos, se recomiendan los ángulos siguientes:  $z = 10^\circ$  para ruedas de pequeña velocidad;  $z = 30^\circ$  para ruedas de elevada velocidad;  $z = 45^\circ$  para ruedas de gran velocidad.

Ángulo usual para engranajes helicoidales con ejes perpendiculares.

Relación	ANGULO DE LA HELICE		Relación	ANGULO DE LA HELICE	
	Rueda motriz	Rueda receptor		Rueda motriz	Rueda receptor
1 : 1	45°	45°	1 : 3,5	74° 03'	15° 57'
1 : 1,5	56° 19'	33° 41'	1 : 4	75° 58'	14° 02'
1 : 2	63° 26'	26° 34'	1 : 4,5	77° 28'	12° 32'
1 : 2,5	68° 12'	21° 48'	1 : 5	78° 41'	11° 19'
1 : 3	71° 34'	18° 26'			

# Diagrama para calcular el número de la fresa para tallar ruedas helicoidales

## GRADOS DEL ANGULO AXIAL DE LOS DIENTES DE LA RUEDA



EJEMPLO. Determinar por el diagrama el número de la fresa que se necesita para tallar una rueda helicoidal de 52 dientes con un ángulo axial de 38 grados.

Seguir las flechas del ejemplo y su concurrencia determina el número de la fresa, que en este caso es la número 7.

# ANGULO DE LAS HELICES

P = Paso de la hélice.  
DP = Diámetro primitivo.

$$\text{Cotangente } \alpha = \frac{P}{DP \times 3,1416}$$

Paso de la hélice =  $DP \times 3,1416 \times \text{cotangente } \alpha$



P DP	Grados del ángulo								
0,01	89° 49'	0,46	81° 40'	1,75	60° 54'	3,85	39° 14'	12,50	14° 7'
0,02	89° 38'	0,48	81° 19'	1,80	60° 13'	3,90	38° 53'	13,00	13° 38'
0,03	82° 27'	0,50	80° 58'	1,85	59° 32'	3,95	38° 31'	13,50	13° 8'
0,04	89° 16'	0,52	80° 36'	1,90	58° 52'	4,00	38° 10'	14,00	12° 39'
0,05	89° 5'	0,54	80° 14'	1,95	58° 11'	4,05	37° 48'	14,50	12° 13'
0,06	88° 54'	0,56	79° 53'	2,00	57° 31'	4,10	37° 28'	15,00	11° 50'
0,07	88° 43'	0,58	79° 32'	2,05	56° 53'	4,15	37° 7'	15,50	11° 27'
0,08	88° 32'	0,60	79° 11'	2,10	56° 15'	4,20	36° 48'	16,00	11° 6'
0,09	88° 21'	0,62	78° 50'	2,15	55° 37'	4,25	36° 27'	16,50	10° 46'
0,10	88° 11'	0,64	78° 29'	2,20	55° 0'	4,30	36° 8'	17,00	10° 28'
0,11	88° 0'	0,66	78° 8'	2,25	54° 24'	4,40	35° 30'	17,50	10° 5'
0,12	87° 49'	0,68	77° 47'	2,30	53° 48'	4,60	34° 19'	18,00	9° 54'
0,13	87° 38'	0,70	77° 26'	2,35	53° 12'	4,80	33° 12'	19,00	9° 23'
0,14	87° 27'	0,72	77° 5'	2,40	52° 37'	5,00	32° 8'	20,00	8° 56'
0,15	87° 16'	0,74	76° 44'	2,46	52° 5'	5,25	30° 54'	22,50	8° 0'
0,16	87° 5'	0,76	76° 23'	2,50	51° 30'	5,50	29° 44'	25,00	7° 10'
0,17	86° 54'	0,78	75° 3'	2,55	50° 56'	5,75	28° 40'	27,50	6° 33'
0,18	86° 43'	0,80	75° 43'	2,60	50° 23'	6,00	27° 38'	30,00	5° 59'
0,19	86° 32'	0,82	75° 22'	2,65	49° 52'	6,25	26° 41'	32,50	5° 32'
0,20	86° 21'	0,84	75° 1'	2,70	49° 22'	6,50	25° 49'	35,00	5° 7'
0,21	86° 11'	0,86	74° 40'	2,75	48° 39'	6,75	25° 0'	37,50	4° 47'
0,22	86° 0'	0,88	74° 20'	2,80	48° 16'	7,00	24° 10'	40,00	4° 29'
0,23	85° 49'	0,90	74° 0'	2,85	47° 47'	7,25	23° 26'	45,00	4° 0'
0,24	85° 38'	0,92	73° 40'	2,90	47° 17'	7,50	22° 44'	50,00	3° 36'
0,25	85° 27'	0,94	73° 20'	2,95	46° 48'	7,75	22° 4'	55,00	3° 17'
0,26	85° 16'	0,96	73° 0'	3,00	46° 19'	8,00	21° 26'	60,00	3° 0'
0,27	85° 5'	0,98	72° 40'	3,05	45° 50'	8,25	20° 51'	70,00	2° 34'
0,28	84° 54'	1,00	72° 21'	3,10	45° 23'	8,50	20° 17'	80,00	2° 15'
0,29	84° 43'	1,05	71° 32'	3,15	44° 56'	8,75	19° 45'	90,00	2° 0'
0,30	84° 32'	1,10	70° 43'	3,20	44° 28'	9,00	19° 15'	100,00	1° 48'
0,31	84° 21'	1,15	69° 55'	3,25	44° 0'	9,25	18° 47'	110,00	1° 39'
0,32	84° 10'	1,20	69° 8'	3,30	43° 36'	9,50	18° 20'	120,00	1° 30'
0,33	84° 0'	1,25	68° 20'	3,35	43° 10'	9,75	17° 53'	130,00	1° 23'
0,34	83° 49'	1,30	67° 32'	3,40	42° 44'	10,00	17° 27'	140,00	1° 17'
0,35	83° 38'	1,35	66° 46'	3,45	42° 20'	10,25	17° 2'	150,00	1° 12'
0,36	83° 27'	1,40	66° 0'	3,50	41° 57'	10,50	16° 39'	160,00	1° 7'
0,37	83° 16'	1,45	65° 15'	3,55	41° 32'	10,75	16° 16'	170,00	1° 3'
0,38	83° 5'	1,50	64° 30'	3,60	41° 7'	11,00	15° 55'	180,00	1° 0'
0,39	82° 54'	1,55	63° 45'	3,65	40° 44'	11,25	15° 36'	190,00	0° 57'
0,40	82° 43'	1,60	63° 0'	3,70	40° 21'	11,50	15° 17'	200,00	0° 54'
0,42	82° 22'	1,65	62° 18'	3,75	39° 58'	11,75	14° 58'		
0,44	82° 2'	1,70	61° 36'	3,80	39° 35'	12,00	14° 40'		

Esta tabla simplifica la operación para encontrar el valor en grados del ángulo de la hélice, pues basta dividir el paso de la hélice entre el diámetro primitivo y buscar en la tabla una cantidad igual al cociente hallado, de la cual se leerá el número de grados.

EJEMPLO: Paso de la hélice: 800 mm.  
Diámetro primitivo = 50 mm.

$$\frac{800}{50} = 16 = 11° 6'.$$

## Cálculo de engranajes helicoidales en casos diversos

Ruedas helicoidales con diámetros iguales y número de dientes distinto, ángulo de los ejes 90°.

Como orientación para su cálculo, se indican estas sencillas reglas:

Ángulo de los dientes de una rueda =  $\alpha$ .

Ángulo de los dientes de otra rueda =  $\alpha_1$ .

en los cuales pondremos como norma:

$\alpha$  = Rueda de menor número de dientes.

$\alpha_1$  = Rueda de mayor número de dientes.

### FORMULA

$$\text{Tg } \alpha = \frac{\text{Relación de los números de r. p. m.}}{\text{Relación de los diámetros primitivos}}$$

$$\alpha_1 = 90^\circ - \alpha.$$

Ejemplo: Calcular los ángulos de los dientes de dos ruedas con 12 y 24 dientes, Módulo 5, ejes a 90°. Diámetros primitivos iguales.

$$\text{Rueda 12 dientes Tg } \alpha = \frac{\left(\frac{24}{12}\right)}{1} = 2. \text{ (Ver tablas de tangentes.)}$$

Rueda 24 dientes  $\alpha_1 = 90^\circ - \alpha$ .

Por tanto, tendremos: Rueda de 12 dientes  $63^\circ 26'$  ángulo.

Rueda de 24 dientes  $26^\circ 34'$  ángulo.

La relación del número de r. p. m. de la primera rueda a la segunda, será la inversa de la de los números de dientes, o sea  $\frac{24}{12}$ .

Las demás características se calcularán por las fórmulas generales.

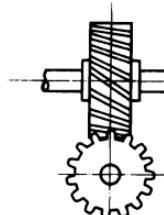
Ruedas helicoidales, con número de dientes y diámetros distintos, ángulo de los ejes 90°.

Calcular los ángulos de los dientes de dos ruedas de 30 y 36 dientes, siendo la relación del diámetro de la primera a la segunda de  $\frac{10}{8}$  y el ángulo de los ejes 90°.

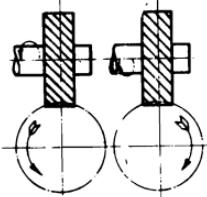
$$\text{Tg } \alpha = \frac{\text{Relación de los números de r. p. m.}}{\text{Relación de los diámetros primitivos}} = \frac{\frac{36}{30}}{\frac{8}{10}} = 1.5.$$

(Véase tablas de tangentes.)

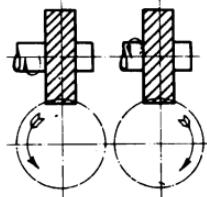
$$\alpha_1 = 90^\circ - \alpha; \quad \alpha = 56^\circ 19'; \quad \alpha_1 = 33^\circ 41'.$$



**DETALLE PARA APRECIAR EL SENTIDO DE GIRO  
DE RUEDAS HELICOIDALES  
CON EJES PERPENDICULARES**

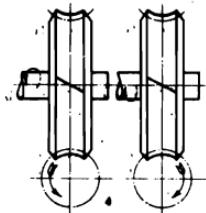


Ruedas talladas  
a mano derecha.

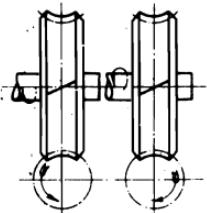


Ruedas talladas  
a mano izquierda.

**DETALLE PARA APRECIAR EL SENTIDO DE GIRO  
DE LAS RUEDAS A TORNILLO SIN-FIN**

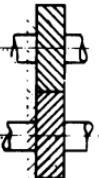


Ruedas talladas  
a mano derecha.



Ruedas talladas  
a mano izquierda.

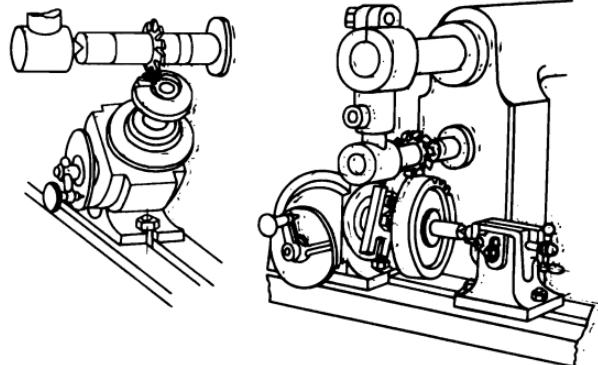
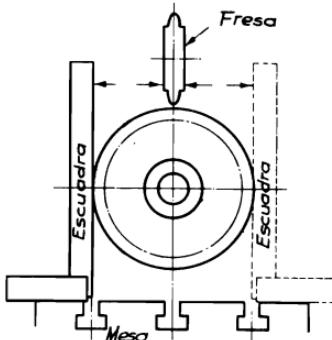
Derecha.



Izquierda.

Cuando dos ruedas helicoidales con ejes paralelos engranan entre sí, deben tallarse una a la derecha y otra a la izquierda.

**CENTRADO DE UNA RUEDA  
con la fresa en una máquina fresadora**



# TALLA DE ENGRANAJES

Observaciones que deben seguirse para evitar la interferencia en los dientes

Interferencia se nombra a la figura que toman los dientes al ser tallados, y que consiste en una socavación que se produce en el pie del diente, esto es, cuando se talla con fresa sin-fin por el procedimiento de generación y en dentaduras rectas.

Para evitar la interferencia en la talla de un piñón que debe conservar su altura normal en los dientes y tallado con fresa sin-fin de serie, tendremos como valor teórico la siguiente fórmula:

$N_m = \text{Número de dientes mínimo que puede tallarse.}$

$\alpha = \text{Ángulo de presión de la fresa.}$

$N_m = \frac{2}{\operatorname{sen}^2 \alpha}$ , con lo cual se obtiene el resultado.

Para  $15^\circ N_m = 30$ . Si bien en la práctica puede reducirse a  $5/6$  el número teórico, con lo cual resulta para  $15^\circ N_m = 25$  y para

$20^\circ N_m = 17$ .

Para obtener el perfil del diente sin interferencia se puede proceder de tres formas:

- 1.º Ampliación del ángulo de presión.
- 2.º Reducción de la altura del diente (Dentadura «Stub»).
- 3.º Sustituir la dentadura recta por la helicoidal.

La dentadura helicoidal permite reducir el número mínimo de dientes de un piñón, y solamente se nota la interferencia cuando el número de dientes es inferior a lo que determina la fórmula  $N_m \times \cos \beta$  y se aclara que  $N_m$  pertenece al número mínimo de dientes admisible para un engranaje con dentadura recta, y que el valor de  $\beta$  es igual al ángulo de inclinación del diente en la rueda helicoidal.

Ampliación del ángulo de presión en los engranajes helicoidales:

$$\text{Nuevo valor Tang } \gamma = \frac{\operatorname{Tg} \gamma}{\cos \beta} \text{ (conocida).}$$



Diente con interferencia.

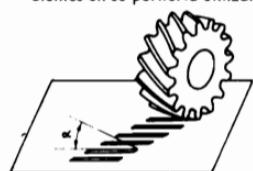


Diente sin interferencia.

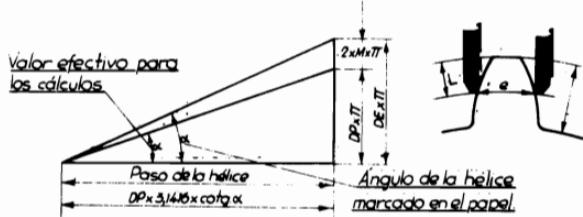
# CALCULO PARA RUEDAS HELICOIDALES

## cuando se trata de tomar datos de una rueda como muestra o en estado deteriorada

Para determinar el ángulo de los dientes de una rueda helicoidal cuando se dispone de muestra o modelo, bastará el entintar ligeramente las cabezas de los dientes en su periferia utilizando un támpon de los empleados para sellos; verificada esta operación se pasará la rueda sobre un papel blanco y dejará marcado en el mismo las huellas del diente, lo cual permitirá hallar correctamente su ángulo.



Al tomar por las huellas marcadas en el papel el ángulo de la hélice, corresponderá al diámetro exterior de la rueda, debiendo considerarse como operación previa; el ángulo efectivo para las características del engranaje es el correspondiente al diámetro primitivo, por tanto, se procederá a realizar el trazado para determinar el valor del ángulo en grados según los datos siguientes:



Se puede también hallar el Módulo normal tomando como referencia la altura total del diente y comprobando después el espesor «e» fijando el calibre especial para dientes con la altura  $L = \text{Módulo normal}$ .

Fórmulas auxiliares para comprobación:

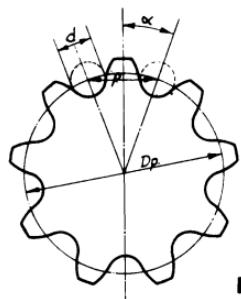
$$\text{Módulo normal } M = \frac{DE}{\left( \frac{N}{\cos \alpha} + 2 \right)}; \quad DE = \left( \frac{N}{\cos \alpha} + 2 \right) M.$$

$$\text{Paso de la hélice } P = DP \times \pi \times \operatorname{cotg} \alpha = \frac{\pi \times DP}{\operatorname{Tg} \alpha}.$$

$$\operatorname{Tg} \alpha = \frac{\pi \times DP}{P}; \quad DP = N \times \frac{M}{\cos \alpha}.$$

$$\text{Distancia entre ejes de las ruedas} = \frac{DP + dp}{2}.$$

# RUEDAS Y PIÑONES DE CADENA

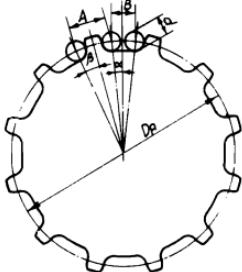


## TIPO SIMPLE

De = Diámetro exterior.  
 Dp = Diámetro primitivo.  
 Di = Diámetro interior.  
 d = Diámetro de los rodillos.  
 P = Distancia entre centros de los rodillos = Paso de la cadena.  
 N = Número de dientes.

## FORMULAS

$$De = Dp + d; \quad Dp = \frac{P}{\operatorname{sen} \gamma}; \quad Di = Dp - d; \quad \gamma = \frac{180^\circ}{N};$$



## TIPO DOBLE

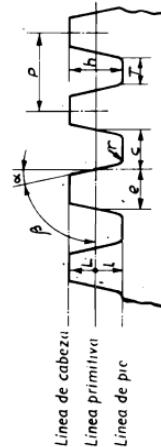
De = Diámetro exterior.  
 Dp = Diámetro primitivo.  
 Di = Diámetro interior.  
 A = Distancia entre centros de los rodillos.  
 B = Distancia entre ejes de los agujeros en el eslabón de unión.  
 N = Número de dientes.

## FORMULAS

$$De = Dp + d; \quad Dp = \frac{A}{\operatorname{sen} \beta}; \quad Di = Dp - d.$$

$$\gamma = \frac{180^\circ}{N}; \quad \operatorname{Tang} \beta = \frac{\operatorname{sen} \gamma}{B + \cos \gamma}.$$

## Cremallera



$$M = \frac{P}{3.1416} = \text{Módulo.}$$

$$P = M \times 3.1416.$$

$$h = \text{Altura total del diente} = M \times 2.167.$$

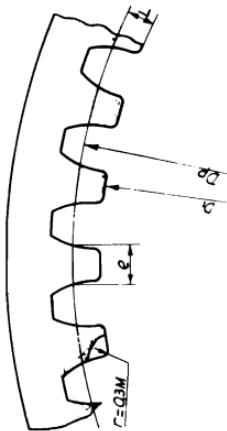
$$e = \text{Espesor del diente} = 0.5 \times P.$$

$$r = \text{Radio en el pie del diente} = 0.3 \times M (\text{máximo}).$$

$$T = \text{Ancho del fondo entre dientes} =$$

$$= \left( \frac{P \times \operatorname{cotg} z}{4} - L \right) \times 2 \times \operatorname{tg} \gamma.$$

## Engranajes interiores



$$Dp = \text{Diámetro primitivo} = M \times N.$$

$$Di = \text{Diámetro interior} = M \times (N - 2).$$

$$M = \text{Módulo}; \quad P = \text{Paso} = M \times 3.1416.$$

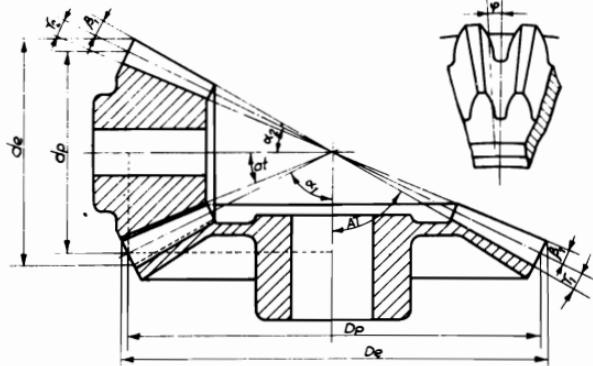
$$N = \text{Número de dientes},$$

$$e = \text{Espesor del diente} = 0.5 \times P.$$

$$L = \text{Altura de la cabeza, medida entre el diámetro primitivo y el diámetro interior} = M.$$

El trazado de esta clase de engranajes se efectúa por igual procedimiento que los engranajes normales, con arcos en sentido contrario.

## ENGRANAJES CONICOS CON EJES PERPENDICULARES



### DESIGNACION RUEDA                    PIÑON

M = Módulo.

P = Paso.

D<sub>p</sub> = Diámetro primitivo.

D<sub>e</sub> = Diámetro exterior.

N = Número de dientes.

$\gamma_1$  = Ángulo del primitivo.

$\beta_1$  = Ángulo de la cabeza del diente.

$\gamma_3$  = Ángulo del pie.

$\gamma_2$  = Ángulo de espesor del diente.

AT = Ángulo de talla.

M = Módulo.

P = Paso.

d<sub>p</sub> = Diámetro primitivo.

d<sub>e</sub> = Diámetro exterior.

n = Número de dientes.

$\gamma_2$  = Ángulo del primitivo.

$\beta_2$  = Ángulo de la cabeza del diente.

$\gamma_1$  = Ángulo del pie.

$\gamma_3$  = Ángulo de espesor del diente.

at = Ángulo de talla.

### FORMULAS

$$M = \frac{P}{\pi} = \frac{D_p}{N} = \frac{D_e}{N + (2 \times \cos \gamma_1)}$$

$$D_p = N \times M.$$

$$D_e = (2M \times \cos \gamma_1) + D_p.$$

$$\operatorname{Tg} \gamma_1 = \frac{N}{n} = \frac{D_p}{d_p}.$$

$$\operatorname{Tg} \gamma_1 = \frac{2 \times \operatorname{Sen} \gamma_1}{N}$$

$$\gamma_1 = \sqrt{N^2 + n^2}.$$

$$AT = \gamma_1 - \gamma_3.$$

$$M = \frac{P}{\pi} = \frac{d_p}{n} = \frac{d_e}{n + (2 \times \cos \gamma_2)}.$$

$$d_p = n \times M.$$

$$d_e = (2M \times \cos \gamma_2) + d_p.$$

$$\operatorname{Tg} \gamma_2 = \frac{n}{N} = \frac{d_p}{D_p}.$$

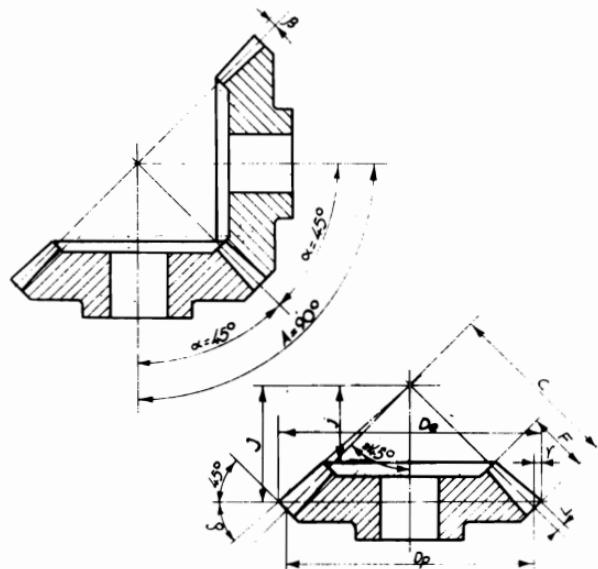
$$\operatorname{Tg} \gamma_2 = \frac{2 \times \operatorname{Sen} \gamma_2}{N}$$

$$\gamma_2 = \sqrt{N^2 + n^2}.$$

$$at = \gamma_2 - \gamma_3.$$

El ángulo del pie  $\gamma_3$  se calcula por la tabla final de esta sección.

## ENGRANAJES CONICOS CON EJES A 90° Y NUMERO DE DIENTES IGUALES



### FORMULAS

$$\alpha = 45^\circ; \quad J = \frac{D_e}{2} \times \operatorname{tg} \delta; \quad j = J \times \frac{c - F}{c}.$$

$$c = 0,707 \times D_p. \quad Y = 0,707 \times L; \quad N_l = 1,41 \times N.$$

$$F = \frac{c}{3}; \quad D_e = 1,41422M + D_p \quad \operatorname{Tg} \beta = \frac{1,41422}{N}.$$

N<sub>l</sub> = Número de dientes imaginario para elegir la fresa con que debe tallarse este juego de engranajes.

## ENGRANAJES CONICOS CON EJES EN ANGULO AGUDO

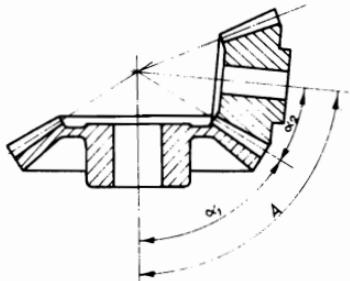
### FORMULAS

Para  $A < 90^\circ$ .

$$\operatorname{Tg} \alpha_2 = \frac{\operatorname{Sen} A}{\frac{N}{n} + \cos A}$$

$$\operatorname{Tg} \alpha_1 = \frac{\operatorname{Sen} A}{\frac{n}{N} + \cos A}$$

$$A = \alpha_1 + \alpha_2.$$



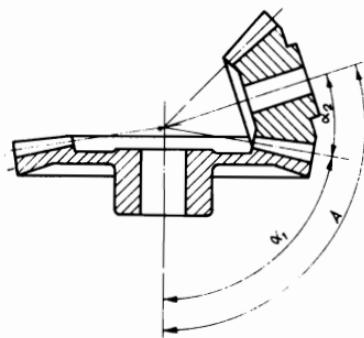
## ENGRANAJES CONICOS CON EJES EN ANGULO OBTUSO

### FORMULAS

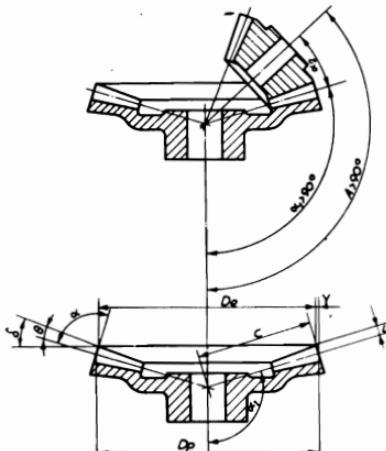
Para  $A > 90^\circ$ .

$$\operatorname{Tg} \alpha_2 = \frac{\operatorname{Sen} (180 - A)}{\frac{N}{n} - \cos (180 - A)}$$

$$\operatorname{Tg} \alpha_1 = \frac{\operatorname{Sen} (180 - A)}{\frac{n}{N} - \cos (180 - A)}$$



## Engranajes cónicos tipo interior



### FORMULAS

$$\operatorname{Tg} \alpha_1 = \frac{\operatorname{Sen} (180 - A)}{\frac{n}{N} - \cos (180 - A)}$$

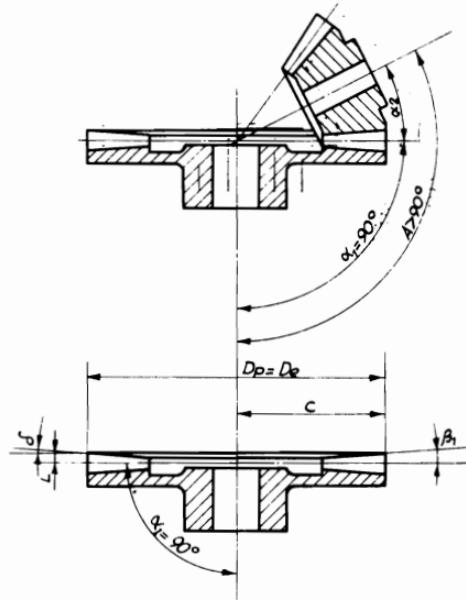
$$Dp = Dp - 2Y; \quad Y = L \times \cos (180 - \alpha_2).$$

$$\operatorname{Tg} \alpha_2 = \frac{\operatorname{Sen} (180 - A)}{\frac{N}{n} - \cos (180 - A)}$$

$$\delta = \alpha_1 + 4 - 90^\circ; \quad C = \frac{Dp}{2 \operatorname{Sen} (180 - \alpha_2)}.$$

Número de dientes imaginario para elegir la fresa con que debe tallarse la rueda:  $N_i = \frac{N}{\cos (180 - \alpha_2)}$

## Engraneje cónico tipo corona



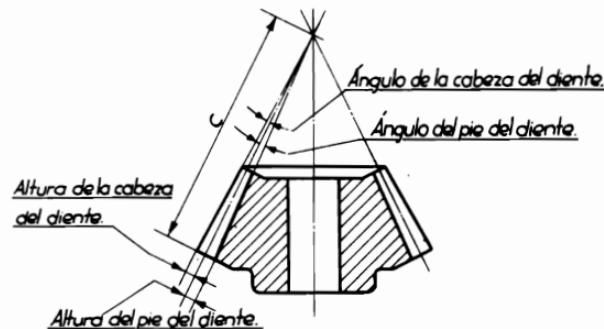
### FORMULAS

$$\operatorname{Sen} \alpha_2 = \frac{n}{N}; \quad A = 90^\circ + \alpha_2; \quad C = \frac{D_p}{2}.$$

Angulo normal de la cabeza del diente  $\delta = \beta_1$ .

Número de dientes (imaginario) para elegir la fresa con que debe tallarse la corona = Cremallera - (Infinito).

## ENGRANAJES CONICOS



Cuando los ejes de los engranajes cónicos no están en ángulo recto, o cuando la altura del diente sea mayor o menor que las dimensiones normales, procédase de la manera siguiente:

Primeramente se calculará el ángulo de la cabeza del diente por medio de la siguiente fórmula:

$$\text{Tang. del ángulo de la cabeza del diente} = \frac{\text{Altura de la cabeza}}{C}$$

Conocido el valor del ángulo de la cabeza del diente, se obtiene directamente el valor del ángulo del pie del diente por medio de la tabla que se incluye para dientes normales.

Ejemplo: Angulo de la cabeza del diente =  $2^\circ 45'$ .

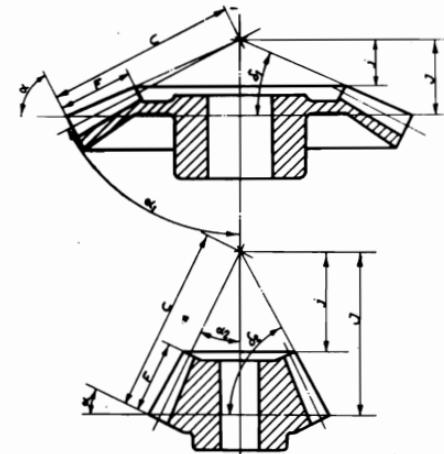
Buscar el número de grados en la columna horizontal, y los minutos en la vertical opuesta; la intersección de ambas nos dará el valor en grados del ángulo del pie del diente que en este caso es  $3^\circ 11'$ .

# Angulo del pie del diente en función del ángulo de la cabeza

MINU-TOS	GRADOS					MINU-TOS	GRADOS					
	0	1	2	3	4		0	1	2	3	4	5
0	1° 9'	2° 19'	3° 28'	4° 38'	5° 47'	30	0° 35'	1° 44'	2° 54'	4° 3'	5° 12'	6° 22'
1	1 11	2 21	3 31	4 40	5 49	31	0 36	1 45	2 55	4 4	5 14	6 23
2	0 02	1 13	2 22	3 32	4 41	5 51	32	0 37	1 46	2 56	4 5	5 15
3	0 05	1 14	2 23	3 33	4 42	5 52	33	0 38	1 48	2 57	4 6	5 16
4	0 06	1 15	2 25	3 34	4 44	5 53	34	0 39	1 49	2 58	4 8	5 17
5	0 07	1 16	2 26	3 35	4 45	5 54	35	0 40	1 50	2 59	4 9	5 18
6	0 08	1 18	2 27	3 36	4 46	5 55	36	0 42	1 51	3 1	4 10	5 19
7	0 09	1 19	2 28	3 38	4 47	5 56	38	0 43	1 52	3 2	4 11	5 21
8	0 10	1 20	2 29	3 39	4 48	5 58	39	0 44	1 53	3 3	4 12	5 22
9	0 12	1 21	2 30	3 40	4 49	5 59	40	0 45	1 55	3 4	4 13	5 23
10	0 13	1 22	2 32	3 41	4 50	6 0	41	0 47	1 57	3 6	4 15	5 24
11	0 14	1 23	2 33	3 42	4 52	6 1	42	0 49	1 58	3 7	4 16	5 25
12	0 15	1 24	2 34	3 43	4 53	6 2	43	0 50	1 59	3 9	4 18	5 26
13	0 16	1 26	2 35	3 44	4 54	6 3	44	0 51	2 0	4 19	5 29	6 38
14	0 17	1 27	2 36	3 46	4 55	6 5	45	0 52	2 1	4 20	5 30	6 39
15	0 19	1 28	2 37	3 47	4 56	6 6	46	0 53	2 2	4 22	5 31	6 40
16	0 20	1 29	2 39	3 48	4 57	6 7	47	0 54	2 4	4 23	5 32	6 42
17	0 21	1 30	2 40	3 49	4 59	6 8	48	0 56	2 5	4 24	5 33	6 43
18	0 22	1 31	2 41	3 50	5 0	6 9	49	0 57	2 6	4 25	5 34	6 44
19	0 23	1 33	2 42	3 51	5 1	6 10	50	0 58	2 7	4 26	5 36	6 45
20	0 24	1 34	2 43	3 53	5 2	6 11	51	0 59	2 8	4 27	5 37	6 46
21	0 25	1 35	2 44	3 54	5 3	6 13	52	1 0	2 10	3 18	4 28	5 47
22	0 27	1 36	2 45	3 55	5 4	6 14	53	1 1	2 11	3 19	4 30	5 48
23	0 27	1 37	2 45	3 56	5 5	6 15	54	1 2	2 12	3 20	4 31	5 49
24	0 28	1 38	2 46	3 57	5 6	6 16	55	1 4	2 13	3 23	4 32	5 51
25	0 29	1 38	2 46	3 58	5 7	6 17	56	1 5	2 14	3 24	4 33	5 53
26	0 30	1 40	2 49	3 59	5 8	6 18	57	1 6	2 15	3 25	4 34	5 54
27	0 31	1 41	2 50	4 0	5 9	6 19	58	1 7	2 17	3 26	4 35	5 55
28	0 33	1 42	2 51	4 1	5 10	6 20	59	1 8	2 18	3 27	4 37	5 56
29	0 34	1 43	2 52	4 11	5 11	6 21						

# ENGRANAJES CONICOS

## Fórmulas para el trazado



### RUEDA

$$J = \frac{De}{2} \times \operatorname{tg} \delta_1.$$

$$j = J \times \frac{C - F}{C}.$$

$$C = \frac{Dp}{2 \times \operatorname{sen} z_1}.$$

$$F = \text{Paso} \times 2.5 \text{ (Normal).}$$

$$F = \frac{C}{3} \text{ (Máximo).}$$

### PÍON

$$J = \frac{de}{2} \times \operatorname{tg} \delta_2.$$

$$j = J \times \frac{C - F}{C}.$$

$$C = \frac{dp}{2 \times \operatorname{sen} z_2}.$$

$$F = \text{Paso} \times 2.5 \text{ (Normal).}$$

$$F = \frac{C}{3} \text{ (Máximo).}$$

Para valores de  $z_1$ ,  $z_2$ ,  $\delta_1$  y  $\delta_2$  véanse tablas.

# ANGULOS DEL CONO DEL DIAMETRO PRIMITIVO $\alpha_1$ , $\alpha_2$

## NUMERO DE DIENTES DE LA RUEDA

NUMERO DE DIENTES DEL PIÑON	72	71	70	69	68	67	66	65	64	63	62	61
12	80°-33'	80°-25'	80°-16'	80°-8'	79°-8'	79°-51'	79°-42'	79°-32'	79°-23'	79°-13'	79°-3'	78°-52'
12	9°-27'	9°-35'	9°-44'	9°-52'	10°-1'	10°-9'	10°-18'	10°-28'	10°-37'	10°-47'	10°-57'	11°-8'
13	79°-46'	79°-37'	79°-29'	79°-20'	79°-11'	79°-1'	78°-51'	78°-41'	78°-31'	78°-20'	78°-9'	77°-58'
13	10°-14'	10°-23'	10°-31'	10°-40'	10°-49'	10°-59'	11°-9'	11°-19'	11°-29'	11°-51'	12°-2'	12°-2'
14	79°-0'	78°-51'	78°-41'	78°-32'	78°-22'	78°-11'	77°-51'	77°-40'	77°-30'	77°-20'	77°-10'	77°-5'
14	11°-11'	11°-19'	11°-19'	11°-28'	11°-38'	11°-49'	11°-59'	12°-9'	12°-20'	12°-32'	12°-43'	12°-55'
15	78°-14'	78°-4'	77°-54'	77°-44'	77°-34'	77°-23'	77°-12'	77°-0'	76°-48'	76°-36'	76°-24'	76°-11'
15	11°-46'	11°-56'	12°-6'	12°-16'	12°-26'	12°-37'	12°-48'	13°-0'	13°-12'	13°-24'	13°-36'	13°-49'
16	77°-28'	77°-18'	77°-7'	76°-57'	76°-45'	76°-34'	76°-22'	76°-10'	75°-58'	75°-45'	75°-32'	75°-18'
16	12°-32'	12°-22'	12°-13'	13°-13'	13°-23'	13°-33'	13°-43'	13°-50'	14°-2'	14°-15'	14°-24'	14°-42'
17	76°-43'	76°-32'	76°-21'	76°-10'	75°-58'	75°-45'	75°-33'	75°-21'	75°-8'	74°-54'	74°-40'	74°-25'
17	13°-17'	13°-28'	13°-19'	13°-30'	14°-2'	14°-14'	14°-27'	14°-39'	14°-52'	15°-13'	15°-20'	15°-35'
18	75°-58'	75°-46'	75°-35'	75°-23'	75°-10'	74°-58'	74°-45'	74°-31'	74°-17'	74°-3'	73°-49'	73°-33'
18	14°-24'	14°-25'	14°-37'	14°-37'	15°-15'	15°-29'	15°-43'	15°-57'	16°-11'	16°-27'	16°-33'	16°-37'
19	75°-13'	75°-1'	74°-49'	74°-36'	74°-23'	74°-10'	73°-56'	73°-42'	73°-28'	73°-13'	72°-58'	72°-42'
19	14°-47'	14°-59'	15°-11'	15°-24'	15°-37'	15°-50'	16°-4'	16°-18'	16°-32'	16°-47'	17°-27'	17°-18'
20	74°-29'	74°-16'	74°-7'	73°-50'	73°-37'	73°-23'	73°-9'	72°-54'	72°-39'	72°-23'	72°-7'	71°-51'
20	15°-31'	15°-44'	15°-57'	16°-10'	16°-23'	16°-42'	16°-51'	17°-6'	17°-21'	17°-37'	17°-53'	18°-9'
21	73°-45'	73°-32'	73°-18'	73°-7'	72°-50'	72°-36'	72°-23'	72°-6'	71°-50'	71°-31'	71°-17'	71°-0'
21	16°-15'	16°-20'	16°-42'	16°-56'	17°-10'	17°-24'	17°-39'	17°-54'	18°-10'	18°-26'	18°-43'	19°-0'
22	73°-1'	72°-47'	72°-33'	72°-19'	72°-4'	71°-49'	71°-34'	71°-18'	71°-2'	70°-45'	70°-28'	70°-10'
22	16°-59'	17°-13'	17°-27'	17°-41'	17°-56'	18°-11'	18°-26'	18°-42'	18°-58'	19°-15'	19°-34'	19°-50'
23	72°-17'	72°-3'	71°-49'	71°-34'	71°-18'	70°-47'	70°-30'	70°-14'	69°-57'	69°-39'	69°-20'	69°-10'
23	17°-43'	17°-57'	18°-11'	18°-26'	18°-41'	18°-57'	19°-13'	19°-30'	19°-46'	20°-20'	20°-31'	20°-40'
24	71°-34'	71°-19'	71°-5'	70°-49'	70°-34'	70°-17'	70°-7'	70°-1'	69°-44'	69°-26'	69°-80'	68°-31'
24	18°-26'	18°-41'	19°-11'	19°-26'	19°-43'	20°-19'	20°-26'	20°-34'	20°-51'	21°-10'	21°-29'	21°-39'
25	70°-51'	70°-36'	70°-21'	70°-7'	69°-55'	69°-32'	69°-15'	68°-57'	68°-40'	68°-21'	68°-3'	67°-43'
25	19°-59'	19°-34'	19°-20'	19°-11'	20°-28'	20°-45'	21°-3'	21°-20'	21°-39'	22°-58'	22°-27'	22°-17'
26	70°-9'	69°-53'	69°-37'	69°-21'	69°-48'	68°-30'	68°-12'	67°-54'	67°-34'	67°-15'	66°-55'	66°-35'
26	19°-51'	20°-7'	20°-23'	20°-39'	20°-56'	21°-12'	21°-30'	21°-48'	22°-6'	22°-22'	22°-45'	23°-5
27	69°-27'	69°-10'	68°-54'	68°-38'	68°-20'	68°-8'	67°-45'	67°-26'	67°-8'	66°-48'	66°-28'	66°-7'
27	20°-33'	20°-50'	21°-6'	21°-22'	21°-40'	21°-57'	22°-15'	22°-34'	22°-52'	23°-12'	23°-23'	23°-33'
28	68°-45'	68°-29'	68°-12'	67°-55'	67°-37'	67°-19'	67°-6'	66°-42'	66°-22'	66°-5'	65°-21'	65°-11'
28	21°-15'	21°-31'	21°-48'	22°-5'	22°-23'	22°-41'	22°-59'	23°-18'	23°-38'	23°-58'	24°-18'	24°-39'
29	66°-47'	67°-47'	67°-30'	67°-12'	66°-54'	66°-36'	66°-17'	65°-57'	65°-37'	65°-16'	64°-55'	64°-34'
29	21°-56'	22°-13'	22°-30'	22°-48'	23°-6'	23°-24'	23°-43'	24°-23'	24°-24'	25°-23'	25°-26'	25°-36'
30	67°-23'	67°-23'	67°-23'	67°-23'	67°-23'	67°-23'	67°-23'	67°-23'	67°-23'	67°-23'	67°-23'	67°-23'
30	23°-37'	23°-54'	23°-12'	23°-30'	23°-48'	24°-8'	24°-27'	24°-46'	25°-7'	25°-28'	25°-50'	26°-11'
31	66°-42'	66°-25'	66°-5'	65°-48'	65°-29'	65°-10'	64°-50'	64°-30'	64°-9'	63°-48'	63°-26'	63°-3'
31	23°-18'	23°-35'	23°-54'	24°-12'	24°-31'	24°-50'	25°-10'	25°-30'	25°-51'	26°-12'	26°-31'	26°-49'
32	65°-23'	65°-44'	65°-26'	64°-57'	64°-47'	63°-47'	63°-26'	63°-16'	63°-4'	62°-42'	62°-19'	62°-1
32	23°-58'	24°-16'	24°-34'	24°-53'	25°-12'	25°-32'	26°-13'	26°-34'	27°-18'	27°-41'	28°-10'	28°-31'
33	65°-23'	65°-4'	64°-45'	64°-26'	64°-7'	63°-47'	63°-26'	63°-5'	62°-43'	62°-21'	61°-58'	61°-35'
33	24°-37'	24°-56'	25°-15'	25°-34'	25°-53'	26°-13'	26°-34'	26°-55'	27°-17'	27°-39'	28°-2'	28°-25'
34	64°-43'	64°-56'	64°-53'	64°-52'	64°-51'	63°-45'	62°-45'	62°-23'	62°-1'	61°-38'	61°-51'	60°-52'
34	25°-17'	25°-35'	25°-25'	26°-14'	26°-34'	26°-55'	27°-25'	27°-37'	27°-59'	28°-22'	28°-45'	29°-8'
35	64°-5'	63°-45'	63°-46'	62°-46'	62°-25'	61°-42'	61°-19'	60°-57'	60°-33'	60°-9'	59°-27'	59°-11'
35	25°-55'	26°-55'	26°-34'	26°-54'	27°-34'	27°-54'	28°-18'	28°-41'	29°-27'	29°-57'	30°-37'	30°-52'
36	63°-26'	63°-7'	62°-47'	62°-27'	62°-6'	61°-45'	61°-23'	60°-30'	60°-15'	59°-51'	59°-27'	58°-11'
36	26°-34'	26°-53'	27°-13'	27°-23'	27°-54'	28°-15'	28°-37'	28°-59'	29°-22'	29°-45'	30°-9'	30°-33'
37	62°-48'	62°-28'	62°-8'	61°-68'	61°-27'	61°-5'	60°-64'	60°-21'	59°-58'	59°-35'	59°-10'	58°-46'
37	27°-12'	27°-32'	27°-52'	28°-12'	28°-33'	28°-55'	29°-16'	29°-39'	30°-2'	30°-25'	30°-50'	31°-14'
38	62°-11'	61°-51'	61°-30'	61°-69'	60°-48'	60°-26'	59°-41'	59°-18'	58°-54'	58°-30'	58°-5'	57°-35'

Los grados de arriba corresponden a la rueda y los grados de abajo al piñón

# ANGULOS DEL CONO DEL DIAMETRO PRIMITIVO $\alpha_1$ , $\alpha_2$

## NUMERO DE DIENTES DEL PIÑON

NUMERO DE DIENTES DEL PIÑON	60	59	58	57	56	55	54	53	52	51	50	49
12	78°-19'	78°-11'	78°-3'	78°-10'	78°-21'	78°-13'	78°-23'	78°-15'	78°-7'	78°-17'	78°-0'	78°-30'
12	11°-19'	11°-30'	11°-41'	11°-53'	12°-6'	12°-18'	12°-32'	12°-45'	13°-13'	13°-24'	13°-30'	13°-46'
13	77°-46'	77°-34'	77°-22'	77°-9'	76°-56'	76°-42'	76°-28'	76°-13'	75°-78'	75°-52'	75°-26'	75°-8'
13	12°-14'	12°-26'	12°-38'	12°-51'	13°-4'	13°-16'	13°-32'	13°-47'	14°-2'	14°-17'	14°-34'	14°-52'
14	76°-52'	76°-44'	76°-35'	76°-26'	76°-12'	75°-58'	75°-43'	75°-28'	74°-17'	74°-56'	74°-39'	74°-13'
14	15°-14'	15°-24'	15°-36'	15°-48'	15°-60'	15°-57'	15°-73'	15°-87'	15°-13'	15°-31'	15°-48'	15°-62'
15	75°-58'	75°-44'	75°-30'	75°-15'	75°-0'	74°-44'	74°-29'	74°-13'	73°-55'	73°-37'	73°-18'	72°-58'
15	14°-14'	14°-24'	14°-36'	14°-48'	14°-60'	14°-57'	14°-73'	14°-87'	14°-13'	14°-31'	14°-48'	14°-62'
16	75°-4'	74°-49'	74°-35'	74°-21'	74°-7'	73°-47'	73°-30'	73°-13'	72°-52'	72°-35'	72°-15'	71°-55'
16	14°-56'	15°-11'	15°-25'	15°-41'	15°-57'	16°-13'	16°-30'	16°-47'	17°-13'	17°-30'	17°-47'	18°-55'
17	74°-11'	73°-16'	73°-10'	73°-4'	73°-2'	72°-49'	72°-31'	72°-13'	71°-51'	71°-34'	71°-15'	70°-52'
17	15°-49'	16°-4'	16°-20'	16°-36'	17°-11'	17°-29'	17°-17'	17°-47'	18°-10'	18°-26'	18°-45'	19°-8'
18	73°-18'	73°-2'	72°-45'	72°-29'	72°-11'	71°-53'	71°-34'	71°-15'	70°-57'	70°-37'	70°-17'	69°-50'
18	16°-26'	17°-8'	17°-20'	17°-47'	18°-10'	18°-26'	18°-45'	19°-1'	19°-23'	19°-43'	20°-26'	20°-48'
19	72°-26'	72°-9'	71°-52'	71°-15'	70°-57'	70°-37'	70°-17'	70°-0'	69°-57'	69°-37'	69°-17'	68°-58'
19	17°-34'	17°-51'	18°-8'	18°-26'	18°-45'	19°-1'	19°-23'	19°-43'	19°-60'	19°-57'	19°-37'	19°-17'
20	70°-43'	70°-16'	70°-59'	70°-40'	70°-21'	70°-1'	69°-41'	69°-21'	69°-59'	69°-39'	69°-19'	68°-57'
20	16°-26'	18°-44'	19°-20'	19°-39'	20°-19'	20°-54'	21°-3'	21°-23'	21°-53'	21°-33'	21°-13'	21°-22'
21	70°-43'	70°-24'	70°-6'	69°-66'	69°-26'	68°-6'	68°-23'	68°-7'	67°-60'	67°-30'	67°-10'	66°-67'
21	15°-17'	16°-36'	16°-54'	17°-13'	17°-41'	18°-21'	18°-49'	19°-1'	19°-23'	19°-51'	19°-31'	19°-11'
22	69°-52'	69°-33'	69°-13'	68°-54'	68°-33'	68°-13'	67°-52'	67°-32'	66°-51'	66°-31'	66°-11'	65°-55'
22	20°-8'	20°-20'	20°-47'	21°-6'	21°-24'	21°-51'	22°-42'	22°-22'	21°-60'	21°-39'	21°-19'	21°-29'
23	69°-2'	68°-42'	68°-22'	68°-10'	67°-32'	67°-12'	66°-51'	66°-31'	65°-50'	65°-30'	65°-10'	64°-55'
23	21°-28'	21°-48'	21°-68'	21°-88'	21°-108'	21°-128'	22°-58'	22°-18'	21°-97'	21°-77'	21°-57'	21°-37'
24	68°-12'	67°-52'	67°-31'	67°-10'	66°-42'	66°-22'	65°-51'	65°-31'	64°-50'	64°-30'	64°-10'	63°-55'
24	21°-42'	21°-62'	21°-82'	21°-102'	21°-122'	21°-142'	22°-52'	22°-32'	21°-91'	21°-71'	21°-51'	21°

# ANGULOS DEL CONO DEL DIAMETRO PRIMITIVO $\alpha_1$ $\alpha_2$

NUMERO DE DIENTES DEL PIÑON	NUMERO DE DIENTES DE LA RUEDA												
	48	47	46	45	44	43	42	41	40	39	38	37	
12	75° 58'	75° 41'	75° 23'	75° 5'	74° 45'	74° 25'	74° 7'	73° 41'	73° 18'	72° 54'	72° 28'	72° 2'	
14	14° 2'	14° 19'	14° 37'	14° 56'	15° 15'	15° 35'	15° 57'	16° 19'	16° 42'	17° 6'	17° 32'	17° 58'	
13	74° 51'	74° 32'	73° 13'	73° 53'	73° 32'	73° 11'	72° 48'	72° 25'	71° 59'	71° 34'	71° 7'	70° 39'	
15	15° 9'	15° 28'	15° 47'	16° 7'	16° 28'	16° 49'	17° 12'	17° 35'	18° 1'	18° 26'	18° 53'	19° 21'	
14	73° 44'	73° 25'	73° 16'	73° 56'	73° 35'	73° 21'	71° 58'	71° 34'	71° 9'	70° 43'	70° 15'	69° 46'	69° 16'
16	16° 16'	16° 35'	16° 55'	17° 17'	17° 39'	18° 2'	18° 26'	18° 51'	19° 17'	19° 45'	20° 14'	20° 44'	
15	72° 39'	72° 18'	71° 56'	71° 34'	71° 10'	70° 46'	70° 21'	69° 54'	69° 26'	68° 68'	68° 28'	67° 54'	
15	17° 17'	17° 42'	18° 16'	18° 50'	19° 14'	19° 39'	20° 6'	20° 34'	21° 2'	21° 32'	22° 4'		
16	71° 34'	71° 12'	70° 49'	70° 26'	70° 1'	69° 35'	69° 9'	68° 41'	68° 12'	67° 42'	67° 10'	66° 37'	
17	18° 48'	18° 19'	19° 11'	19° 34'	19° 59'	20° 25'	20° 51'	21° 19'	21° 48'	22° 18'	22° 50'	23° 23'	
17	70° 30'	70° 7'	69° 43'	69° 17'	68° 52'	68° 26'	67° 58'	67° 29'	66° 58'	66° 27'	65° 54'	65° 19'	
18	69° 26'	69° 3'	68° 38'	68° 12'	67° 45'	67° 17'	66° 48'	66° 18'	65° 46'	65° 14'	64° 39'	64° 4'	
19	68° 25'	67° 59'	67° 34'	67° 6'	66° 38'	66° 10'	65° 39'	65° 8'	64° 36'	64° 2'	63° 26'	62° 49'	
20	67° 23'	66° 67'	66° 30'	66° 6'	65° 33'	65° 3'	64° 32'	64° 0'	63° 26'	62° 51'	62° 14'	61° 37'	
22	20° 37'	23° 3'	23° 58'	24° 27'	25° 57'	25° 28'	26° 0'	26° 34'	27° 9'	27° 46'	28° 23'		
21	66° 22'	65° 55'	65° 24'	64° 59'	64° 29'	63° 58'	63° 26'	62° 53'	62° 18'	61° 42'	61° 6'	60° 25'	
22	20° 34'	24° 5'	24° 32'	25° 1'	25° 31'	26° 2'	26° 34'	27° 7'	27° 42'	28° 18'	28° 56'	29° 35'	
22	65° 23'	64° 55'	64° 26'	63° 57'	63° 26'	62° 54'	62° 21'	61° 47'	61° 11'	60° 54'	59° 56'	59° 15'	
24	20° 37'	25° 25'	25° 34'	26° 3'	26° 34'	27° 6'	27° 39'	28° 13'	28° 49'	29° 26'	30° 4'	30° 45'	
23	64° 24'	63° 55'	63° 26'	62° 56'	62° 24'	61° 52'	61° 18'	60° 42'	60° 6'	59° 28'	58° 49'	58° 8'	
25	20° 36'	26° 5'	26° 33'	27° 4'	27° 36'	28° 8'	28° 42'	29° 18'	29° 54'	30° 32'	31° 11'	31° 52'	
24	63° 26'	62° 57'	62° 27'	61° 56'	61° 23'	60° 50'	60° 15'	59° 39'	59° 2'	58° 23'	57° 44'	57° 2'	
24	20° 34'	27° 3'	27° 33'	28° 4'	28° 37'	29° 10'	29° 45'	30° 21'	30° 58'	31° 37'	32° 16'	32° 58'	
25	62° 29'	61° 59'	61° 29'	60° 57'	60° 24'	59° 50'	59° 14'	58° 38'	58° 0'	57° 50'	56° 50'	55° 57'	
25	21° 31'	28° 1'	28° 21'	29° 3'	29° 36'	30° 10'	30° 46'	31° 22'	32° 0'	32° 40'	33° 20'	34° 3'	
26	61° 35'	61° 3'	60° 51'	59° 59'	59° 23'	58° 50'	58° 14'	57° 37'	56° 58'	56° 19'	55° 37'	54° 54'	
26	20° 27'	25° 29'	25° 1'	25° 35'	25° 33'	31° 10'	31° 46'	32° 23'	33° 2'	33° 41'	34° 23'	35° 6'	
27	60° 38'	60° 7'	59° 35'	59° 52'	58° 28'	57° 53'	57° 16'	56° 38'	55° 59'	55° 18'	54° 36'	53° 53'	
27	20° 29'	22° 53'	23° 30'	23° 50'	23° 32'	32° 7'	32° 44'	33° 22'	34° 1'	34° 32'	35° 24'	36° 7'	
28	59° 45'	59° 13'	58° 40'	58° 7'	57° 32'	56° 56'	56° 19'	55° 40'	55° 0'	54° 19'	53° 37'	52° 53'	
30	30° 15'	30° 47'	31° 23'	31° 53'	32° 28'	33° 4'	33° 41'	34° 20'	35° 0'	35° 41'	36° 33'	37° 7'	
29	58° 52'	58° 19'	57° 46'	57° 12'	56° 37'	56° 0'	55° 23'	54° 44'	54° 3'	53° 22'	52° 39'	51° 55'	
29	31° 8'	31° 41'	32° 14'	32° 48'	33° 23'	34° 0'	34° 37'	35° 16'	35° 57'	36° 38'	37° 21'	38° 5'	
30	50° 0'	50° 27'	50° 56'	50° 24'	50° 53'	55° 5'	55° 28'	52° 48'	52° 7'	51° 26'	51° 42'	50° 58'	
30	32° 32'	32° 33'	33° 7'	33° 41'	34° 17'	34° 55'	35° 32'	36° 12'	36° 53'	37° 34'	38° 39'	39° 2'	
31	56° 8'	56° 36'	56° 11'	55° 26'	54° 50'	54° 12'	53° 34'	52° 54'	52° 13'	51° 31'	50° 48'	49° 55'	
32	52° 32'	52° 34'	53° 39'	54° 34'	55° 10'	53° 48'	53° 26'	57° 6'	57° 47'	58° 29'	59° 12'	59° 58'	
32	56° 19'	55° 45'	55° 11'	54° 35'	53° 58'	53° 21'	52° 42'	52° 2'	51° 20'	50° 38'	49° 54'	49° 9'	
33	55° 30'	54° 56'	54° 21'	53° 45'	53° 8'	52° 29'	51° 50'	51° 10'	50° 29'	49° 46'	49° 2'	48° 16'	
34	54° 41'	54° 7'	53° 32'	52° 56'	51° 43'	50° 25'	50° 1'	50° 20'	49° 38'	49° 55'	48° 11'	47° 25'	
35	53° 19'	53° 53'	53° 26'	53° 37'	54° 27'	53° 20'	52° 8'	50° 51'	50° 12'	49° 31'	48° 46'	47° 35'	
35	53° 54'	52° 44'	52° 8'	51° 30'	50° 51'	50° 12'	49° 31'	48° 46'	48° 29'	47° 12'	47° 55'	46° 35'	
36	52° 6'	52° 40'	52° 17'	51° 36'	50° 38'	50° 26'	49° 46'	49° 29'	48° 0'	47° 17'	46° 33'	45° 47'	
36	52° 37'	52° 37'	52° 36'	52° 36'	52° 36'	39° 17'	39° 56'	38° 40'	39° 22'	40° 6'	40° 51'		
37	55° 23'	55° 12'	55° 10'	54° 17'	54° 37'	54° 21'	54° 10'	54° 29'	54° 17'	54° 33'	54° 47'	54° 47'	
37	50° 37'	50° 13'	50° 49'	50° 25'	49° 47'	49° 43'	49° 23'	48° 42'	48° 26'	48° 10'	48° 46'	48° 46'	
38	51° 51'	51° 28'	49° 47'	49° 11'	48° 32'	47° 52'	46° 32'	45° 50'	44° 32'	44° 15'	44° 46'	44° 46'	
38	50° 22'	50° 57'	50° 33'	49° 11'	48° 28'	47° 48'	46° 32'	45° 50'	44° 32'	44° 15'	44° 46'	44° 46'	

Los grados de arriba corresponden a la rueda y los grados de abajo al piñón.

# ANGULOS DEL CONO DEL DIAMETRO PRIMITIVO $\alpha_1$ $\alpha_2$

NUMERO DE DIENTES DEL PIÑON	NUMERO DE DIENTES DE LA RUEDA												
	36	35	34	33	32	31	30	29	28	27	26	25	
12	71° 34'	71° 5'	70° 34'	70° 1'	69° 26'	68° 50'	68° 12'	67° 31'	66° 48'	66° 2'	65° 44'	65° 22'	
13	70° 9'	69° 37'	69° 5'	68° 30'	67° 53'	67° 15'	66° 34'	65° 51'	65° 6'	64° 17'	63° 26'	62° 31'	
14	68° 45'	68° 12'	67° 37'	67° 0'	66° 23'	65° 42'	64° 59'	64° 14'	63° 26'	62° 43'	61° 42'	60° 45'	
15	67° 23'	66° 48'	66° 12'	65° 33'	64° 53'	64° 10'	63° 26'	62° 51'	61° 56'	61° 20'	60° 51'	59° 2'	
16	66° 25'	65° 46'	64° 18'	64° 4'	63° 26'	62° 45'	62° 1'	61° 55'	60° 28'	59° 37'	58° 44'	57° 48'	
17	64° 43'	64° 6'	63° 26'	62° 34'	62° 15'	61° 50'	60° 28'	59° 32'	58° 20'	57° 31'	56° 37'	55° 41'	
18	63° 26'	62° 47'	62° 6'	61° 23'	60° 38'	59° 51'	58° 2'	57° 10'	56° 19'	55° 37'	54° 51'	53° 51'	
19	62° 10'	51° 30'	60° 48'	60° 4'	59° 18'	58° 57'	57° 39'	56° 46'	55° 51'	54° 52'	53° 51'	52° 46'	
20	60° 57'	59° 32'	58° 47'	58° 0'	57° 10'	56° 19'	55° 54'	55° 24'	54° 28'	53° 28'	52° 28'	51° 20'	
21	59° 45'	59° 52'	58° 18'	57° 32'	56° 43'	55° 53'	55° 0'	54° 5'	53° 57'	52° 57'	51° 57'	50° 49'	
22	58° 34'	57° 51'	57° 6'	56° 19'	55° 29'	54° 38'	53° 45'	52° 49'	51° 50'	50° 54'	49° 51'	48° 59'	
23	57° 26'	56° 41'	55° 55'	55° 7'	54° 34'	53° 26'	52° 31'	51° 20'	50° 23'	49° 36'	48° 30'	47° 23'	
24	55° 19'	55° 33'	54° 47'	53° 58'	52° 8'	51° 50'	50° 31'	49° 20'	48° 18'	47° 24'	46° 22'	45° 10'	
25	55° 13'	54° 40'	53° 24'	52° 36'	51° 52'	50° 35'	49° 25'	48° 14'	47° 12'	46° 10'	45° 30'	44° 23'	
26	54° 10'	53° 24'	52° 36'	51° 37'	50° 54'	50° 1'	49° 5'	48° 7'	47° 6'	46° 5'	45° 46'	44° 35'	
27	53° 7'	52° 21'	51° 33'	50° 43'	49° 51'	48° 57'	48° 0'	47° 3'	46° 2'	45° 23'	44° 37'	43° 53'	
28	52° 8'	51° 20'	50° 32'	49° 41'	48° 49'	47° 55'	46° 58'	46° 46'	45° 40'	44° 46'	43° 48'	42° 43'	
29	51° 9'	50° 21'	49° 32'	48° 41'	47° 49'	46° 54'	45° 58'	44° 55'	43° 53'	42° 51'	41° 46'	40° 43'	
30	50° 12'	49° 24'	48° 35'	47° 43'	46° 51'	45° 56'	44° 50'	43° 45'	42° 40'	41° 36'	40° 36'	39° 33'	
31	49° 16'	48° 28'	47° 39'	46° 47'	45° 54'	44° 50'	43° 45'	42° 40'	41° 35'	40° 32'	39° 29'	38° 26'	
32	48° 22'	47° 34'	46° 44'	45° 53'	44° 57'	43° 53'	42° 50'	41° 45'	40° 42'	39° 38'	38° 35'	37° 32'	
33	47° 29'	46° 41'	45° 51'	44° 9'	43° 49'	42° 45'	41° 42'	40° 39'	39° 36'	38° 33'	37° 30'	36° 27'	
34	46° 38'	45° 50'	44° 62'	43° 74'	42° 86'	41° 98'	40° 100'	39° 102'	38° 104'	37° 106'	36° 108'	35° 110'	
35	45° 48'	44° 57'	43° 66'	42° 75'	41° 84'	40° 93'	39° 102'	38° 111'	37° 120'	36° 129'	35° 138'	34° 147'	
36	45°	44° 57'	43° 66'	42° 75'	41° 84'	40° 93'	39° 102'	38° 111'	37° 120'	36° 129'	35° 138'	34° 147'	

Los grados de arriba corresponden a la rueda y los grados de abajo al piñón.

# ANGULOS DEL CONO DEL DIAMETRO PRIMITIVO $\alpha_1$ , $\alpha_2$

## NUMERO DE DIENTES DE LA RUEDA

	24	23	22	21	20	19	18	17	16	15	14	13
12	62° 26'	62° 27'	61° 23'	60° 15'	59° 2'	57° 44'	56° 19'	54° 47'	53° 7'	51° 20'	49° 24'	47° 17'
	26° 34'	27° 33'	28° 37'	29° 45'	50° 14'	56° 58'	55° 37'	54° 10'	52° 36'	50° 54'	49° 5'	47° 7'
13	61° 33'	60° 31'	59° 27'	30° 35'	31° 46'	33° 32'	34° 23'	35° 50'	37° 24'	39° 6'	40° 55'	42° 53'
	27° 29'	28° 27'	29° 29'	30° 35'	31° 41'	35° 0'	36° 23'	37° 52'	39° 28'	41° 12'	43° 2'	45°
14	59° 45'	58° 40'	57° 32'	56° 19'	55° 0'	53° 37'	52° 8'	50° 32'	48° 48'	46° 58'	44° 51'	42° 43'
	30° 15'	31° 20'	32° 18'	33° 41'	35° 0'	36° 23'	37° 52'	39° 28'	41° 12'	43° 2'	45°	47°
15	58° 0'	56° 53'	55° 43'	54° 28'	53° 7'	51° 42'	50° 12'	48° 35'	46° 51'	45°	43° 25'	43° 9'
	32° 0'	33° 7'	34° 17'	35° 32'	36° 53'	38° 18'	39° 48'	41° 25'	43° 9'	45°	47°	49°
16	56° 19'	55° 11'	53° 58'	52° 42'	51° 20'	49° 54'	48° 22'	46° 44'	45°	43° 16'	41° 38'	40° 6'
	34° 41'	34° 49'	36° 2'	37° 18'	38° 40'	40° 6'	41° 38'	43° 16'	45°	47°	49°	51°
17	54° 41'	53° 32'	52° 18'	51° 0'	49° 38'	48° 11'	46° 38'	41° 49'	43° 22'	45°	43° 22'	41° 49'
	35° 19'	36° 28'	37° 42'	39° 0'	40° 22'	41° 49'	43° 22'	45°	47°	49°	51°	53°
18	53° 7'	51° 57'	50° 43'	49° 24'	48° 0'	46° 33'	45°	43° 27'	42° 0'	40° 36'	38° 3'	36° 53'
	36° 29'	38° 3'	39° 17'	40° 36'	42° 0'	43° 27'	45°	47°	49°	51°	53°	55°
19	51° 38'	50° 26'	49° 11'	47° 52'	46° 28'	43° 32'	45°	47°	49°	51°	53°	55°
	38° 22'	39° 34'	40° 49'	42° 8'	43° 32'	45°	47°	49°	51°	53°	55°	57°
20	50° 12'	48° 59'	47° 43'	46° 24'	44° 24'	45°	47°	49°	51°	53°	55°	57°
	39° 48'	41° 1'	42° 17'	43° 24'	45°	47°	49°	51°	53°	55°	57°	59°
21	40° 48'	47° 36'	46° 20'	45°	47°	49°	51°	53°	55°	57°	59°	61°
	41° 12'	42° 24'	43° 40'	45°	47°	49°	51°	53°	55°	57°	59°	61°
22	47° 29'	46° 16'	45°	46° 31'	43° 44'	45°	47°	49°	51°	53°	55°	57°
	46° 13'	45°	47°	49°	51°	53°	55°	57°	59°	61°	63°	65°
23	43° 47'	45°	47°	49°	51°	53°	55°	57°	59°	61°	63°	65°
	45°	47°	49°	51°	53°	55°	57°	59°	61°	63°	65°	67°
24	45°	47°	49°	51°	53°	55°	57°	59°	61°	63°	65°	67°

Los grados de arriba corresponden a la rueda y los grados de abajo al piñón.

# ANGULO DE LA CARA DEL DIENTE $\delta_1$ , $\delta_2$

## NUMERO DE DIENTES DE LA RUEDA

	72 -	71	70	69	68	67	66	65	64	63	62	61
12	7° 53'	8°	8° 2'	8° 4'	8° 21'	8° 28'	8° 35'	8° 43'	8° 51'	8° 59'	9° 7'	9° 17'
	76° 59'	78° 50'	79° 39'	78° 30'	78° 19'	78° 10'	77° 59'	77° 47'	77° 35'	77° 25'	77° 13'	77° 1
13	8° 40'	8° 48'	8° 54'	9° 2'	9° 9'	9° 18'	9° 26'	9° 35'	9° 43'	9° 52'	10° 1'	10° 11'
	78° 72'	78° 76'	77° 52'	77° 42'	77° 31'	77° 20'	77° 8'	76° 56'	76° 45'	76° 32'	76° 19'	76° 7
14	9° 26'	9° 34'	9° 42'	9° 50'	9° 59'	10° 8'	10° 16'	10° 25'	10° 33'	10° 45'	10° 54'	11° 5
	79° 76'	79° 77'	79° 74'	79° 70'	79° 64'	79° 56'	79° 48'	79° 40'	79° 35'	79° 30'	79° 25'	79° 15'
15	10° 12'	10° 21'	10° 30'	10° 38'	10° 47'	10° 57'	11° 6'	11° 16'	11° 27'	11° 37'	11° 47'	11° 59'
	79° 40'	79° 26'	79° 16'	79° 10'	79° 5	79° 55'	79° 50'	79° 45'	79° 35'	79° 30'	79° 25'	79° 21'
16	11° 59'	11° 11'	11° 17'	11° 26'	11° 37'	11° 46'	11° 56'	12° 17'	12° 27'	12° 39'	12° 52'	12° 52'
	79° 55'	79° 43'	79° 31'	79° 20'	79° 7	79° 54'	79° 40'	79° 27'	79° 13'	79° 59'	79° 44'	79° 28'
17	11° 44'	11° 54'	12° 13'	12° 24'	12° 34'	12° 46'	12° 56'	13° 7'	13° 21'	13° 32'	13° 45'	13° 45'
	79° 10'	79° 58'	79° 46'	79° 33'	79° 20'	79° 5	79° 32'	79° 23'	79° 13'	79° 52'	79° 32'	79° 25'
18	12° 29'	12° 40'	12° 50'	13° 12'	13° 23'	13° 34'	13° 47'	13° 59'	14° 12'	14° 24'	14° 38'	14° 38'
	79° 25'	79° 14'	79° 7	79° 46'	79° 32'	79° 19'	79° 4	79° 22'	79° 12'	79° 2	79° 14'	79° 11'
19	13° 14'	13° 25'	13° 36'	14°	14° 15'	14° 24'	14° 36'	14° 49'	15° 1'	15° 15'	15° 30'	15° 30'
	79° 40'	79° 27'	79° 14'	79° 7	79° 46'	79° 32'	79° 21'	79° 16'	79° 5	79° 11'	79° 54'	79° 54'
20	13° 59'	14° 11'	14° 23'	14° 34'	14° 46'	15° 4'	15° 11'	15° 25'	15° 39'	15° 52'	16° 7'	16° 21'
	79° 22'	79° 43'	79° 22'	79° 7	79° 45'	79° 29'	79° 15'	79° 56'	79° 30'	79° 21'	79° 7	79° 3
21	14° 43'	14° 55'	15° 8'	15° 21'	15° 33'	15° 46'	15° 59'	16° 13'	16° 28'	16° 42'	16° 58'	17° 13'
	79° 13'	79° 15'	79° 19'	79° 21'	79° 13'	79° 8'	79° 5	79° 41'	79° 20'	79° 8'	79° 59'	79° 63'
22	15° 27'	15° 40'	15° 53'	16° 6'	16° 20'	16° 33'	16° 47'	17° 2'	17° 16'	17° 31'	17° 49'	18° 3
	79° 29'	79° 14'	79° 59'	79° 40'	79° 20'	79° 11'	79° 6'	79° 38'	79° 20'	79° 6'	79° 43'	79° 23'
23	16° 12'	16° 24'	16° 36'	16° 51'	17° 5'	17° 20'	17° 34'	17° 50'	18° 5'	18° 26'	18° 54'	18° 54'
	79° 46'	79° 30'	79° 16'	79° 59'	79° 43'	79° 26'	69° 8'	69° 50'	69° 33'	69° 14'	69° 54'	69° 34'
24	16° 55'	17° 19'	17° 37'	17° 51'	18° 6'	18° 21'	18° 37'	18° 53'	19° 19'	19° 57'	20° 14'	20° 32'
	79° 3	69° 47'	69° 32'	69° 15'	68° 59'	68° 40'	68° 21'	68° 55'	68° 37'	68° 18'	68° 39'	68° 60'
25	17° 39'	17° 52'	18° 10'	18° 36'	18° 52'	19° 7'	19° 24'	19° 40'	19° 57'	20° 10'	20° 26'	20° 45'
	69° 21'	69° 4'	68° 48'	68° 31'	68° 14'	67° 56'	67° 37'	67° 18'	67° 5	66° 39'	66° 60'	65° 58'
26	18° 21'	18° 36'	18° 51'	19° 6'	19° 22'	19° 37'	19° 53'	20° 10'	20° 26'	20° 45'	21° 2'	21° 21'
	68° 39'	68° 22'	68° 6'	67° 48'	67° 30'	67° 13'	66° 53'	66° 34'	66° 14'	65° 53'	65° 32'	65° 11'
27	19° 3'	19° 19'	19° 34'	19° 49'	20° 6'	20° 22'	20° 38'	20° 56'	21° 13'	21° 32'	21° 50'	22° 10'
	67° 57'	67° 39'	67° 27'	67° 5	66° 46'	66° 28'	66° 8'	65° 29'	65° 5	64° 46'	64° 24'	64° 6
28	19° 46'	20° 1'	20° 17'	20° 32'	20° 50'	21° 6'	21° 23'	21° 41'	22° 22'	22° 18'	22° 37'	22° 56'
	66° 16'	66° 59'	66° 44'	66° 22'	66° 4'	65° 44'	65° 25'	65° 5'	64° 44'	64° 22'	64° 1	63° 38'
29	20° 27'	20° 43'	20° 59'	21° 16'	21° 33'	21° 50'	22° 8'	22° 27'	22° 45'	23° 25'	23° 44'	23° 44'
	66° 35'	66° 17'	65° 59'	65° 40'	65° 21'	65° 5'	64° 42'	64° 21'	63° 59'	63° 37'	63° 15'	62° 52'
30	21° 9'	21° 25'	21° 58'	22° 15'	22° 34'	22° 52'	23° 34'	23° 50'	23° 10'	23° 30'	23° 50'	24° 30'
	65° 55'	65° 37'	65° 18'	64° 58'	64° 39'	64° 18'	63° 58'	63° 38'	63° 16'	62° 54'	62° 30'	62° 7
31	21° 50'	22° 6'	22° 24'	22° 59'	23° 17'	23° 35'	23° 55'	24° 14'	24° 38'	24° 58'	25° 18'	25° 39'
	65° 14'	64° 54'	64° 34'	64° 17'	63° 57'	63° 37'	63° 15'	62° 55'	62° 32'	62° 10'	61° 46'	61° 23'
32	22° 31'	22° 48'	23° 4'	23° 23'	23° 40'	23° 59'	24° 18'	24° 38'	24° 58'	25° 18'	25° 39'	26° 1'
	64° 35'	64° 16'	63° 56'	63° 37'	63° 16'	62° 55'	62° 34'	62° 12'	61° 50'	61° 28'	61° 1	60° 39'
33	23° 10'	23° 28'	23° 46'	24° 4'	24° 22'	24° 41'	25° 1'	25° 21'	25° 42'	26° 2'	26° 24'	26° 45'
	63° 56'	63° 36'	63° 16'	62° 56'	62° 36'	62° 15'	61° 53'	61° 31'	61° 8'	60° 44'	60° 20'	59° 55'
34	23° 51'	24° 8'	24° 27'	24° 44'	25° 4'	25° 23'	25° 42'	26° 3'	26° 24'	26° 40'	27° 7'	27° 29'
	63° 17'	62° 58'	62° 36'	61° 56'	61° 33'	61° 12'	60° 49'	60° 26'	60° 5	59° 27'	59° 13'	59° 5
35	24° 29'	24° 48'	25° 6'	25° 25'	25° 44'	26° 4'	26° 24'	26° 45'	27° 6'	27° 28'	27° 50'	28° 13'
	62° 39'	62° 18'	61° 58'	61° 37'	61° 16'	60° 54'	60° 32'	59° 55'	59° 22'	58° 56'	58° 31'	58° 1
36	25° 9'	25° 27'	25° 45'	26° 5'	26° 24'	26° 45'	27° 5'	27° 26'	27° 48'	28° 10'	28° 33'	28° 54'
	62° 1'	61° 41'	61° 20'	60° 59'	60° 36'	60° 15'	59° 51'	59° 28'	59° 4'	58° 40'	58° 15'	57° 50'
37	25° 47'	26° 6'	26° 25'	26° 44'	27° 4'	27° 25'	27° 45'	28° 7'	28° 29'	28° 51'	29° 15'	29° 38'
	61° 23'	61° 6'	60° 41'	60° 20'	59° 58'	59° 35'	58° 25'	58° 5'	58° 1'	57° 50'	57° 10'	56° 35'

Los grados de arriba corresponden a la rueda y los grados de abajo al piñón.

# ANGULO DE LA CARA DEL DIENTE

## NUMERO DE DIENTES DE LA RUEDA

NUMERO DE DIENTES DEL PIÑON	60	59	58	57	56	55	54	53	52	51	50	49
12	9° 26'	9° 35'	9° 45'	9° 55'	10° 6'	10° 16'	10° 28'	10° 39'	10° 52'	11° 3'	11° 15'	11° 30'
12	76° 48'	76° 35'	76° 23'	76° 10'	75° 40'	75° 24'	75° 9'	74° 52'	74° 37'	74° 15'	73° 58'	73° 58'
13	10° 21'	10° 31'	10° 42'	10° 53'	11° 4'	11° 18'	11° 42'	11° 54'	12° 8'	12° 20'	12° 37'	12° 37'
13	75° 53'	75° 39'	75° 26'	75° 11'	75° 56'	74° 40'	74° 24'	74° 8'	73° 50'	73° 32'	73° 12'	73° 53'
14	11° 16'	11° 27'	11° 39'	11° 50'	12° 2'	12° 16'	12° 43'	12° 57'	13° 11'	13° 26'	13° 42'	13° 42'
14	75°	74° 45'	74° 31'	74° 14'	73° 58'	73° 42'	73° 25'	73° 7'	72° 49'	72° 29'	72° 8'	71° 48'
15	12° 11'	12° 22'	12° 35'	12° 48'	13° 1'	13° 16'	13° 38'	13° 43'	13° 59'	14° 14'	14° 30'	14° 47'
15	74° 7'	73° 50'	73° 35'	73° 18'	73° 1'	72° 44'	72° 26'	72° 7'	71° 49'	71° 28'	71° 6'	70° 45'
16	13° 5'	13° 18'	13° 30'	13° 45'	13° 59'	14° 13'	14° 28'	14° 44'	15° 1'	15° 17'	15° 35'	15° 52'
16	73° 13'	72° 56'	72° 40'	72° 23'	72° 5'	71° 47'	71° 28'	71° 8'	70° 49'	70° 27'	70° 5'	69° 42'
17	13° 59'	14° 11'	14° 26'	14° 40'	14° 57'	15° 11'	15° 28'	15° 44'	16° 1'	16° 18'	16° 37'	16° 55'
17	72° 21'	72° 3'	71° 45'	71° 28'	71° 9'	70° 49'	70° 30'	70° 10'	69° 49'	69° 26'	68° 56'	68° 39'
18	14° 52'	15° 6'	15° 21'	15° 36'	15° 52'	16° 7'	16° 26'	16° 42'	17° 1'	17° 20'	17° 39'	17° 58'
18	71° 28'	71° 10'	70° 51'	70° 34'	70° 14'	69° 53'	69° 34'	69° 12'	68° 49'	68° 26'	68° 7'	68° 37'
19	15° 44'	15° 59'	16° 15'	16° 31'	16° 47'	17° 2'	17° 23'	17° 41'	18°	18° 21'	19° 1'	19° 1'
19	70° 30'	70° 17'	69° 10'	69° 49'	69° 39'	69° 19'	68° 58'	68° 38'	68° 15'	67° 52'	67° 29'	67° 4'
16	16° 37'	16° 53'	17° 8'	17° 26'	17° 44'	18° 1'	18° 19'	18° 40'	19°	19° 20'	19° 41'	20° 2'
20	69° 45'	69° 25'	69° 6'	68° 46'	68° 3'	67° 41'	67° 18'	66° 54'	66° 30'	66° 6'	65° 38'	65° 38'
21	17° 28'	18° 46'	18° 1'	18° 20'	18° 39'	18° 57'	19° 16'	19° 37'	19° 58'	20° 19'	20° 41'	21° 3'
21	68° 54'	68° 34'	68° 14'	67° 52'	67° 31'	67° 9'	66° 46'	66° 23'	65° 58'	65° 33'	65° 7'	64° 39'
22	18° 20'	18° 37'	18° 56'	19° 13'	19° 32'	19° 52'	20° 12'	20° 33'	20° 55'	21° 17'	21° 40'	22° 3'
22	68° 4'	67° 43'	67° 22'	67° 11'	66° 39'	65° 52'	65° 27'	65° 3'	64° 37'	64° 10'	63° 41'	63° 41'
23	19° 10'	19° 28'	19° 48'	20° 25'	20° 45'	21° 8'	21° 29'	21° 52'	22° 13'	22° 37'	23° 2'	23° 2'
23	67° 14'	66° 52'	66° 32'	66° 69'	65° 47'	65° 23'	64° 58'	64° 35'	64° 8'	63° 41'	63° 13'	62° 44'
24	20° 1'	20° 19'	20° 39'	20° 58'	21° 19'	21° 39'	22° 24'	22° 46'	23° 10'	23° 36'	24°	24°
24	66° 25'	66° 3'	65° 41'	65° 18'	64° 55'	64° 31'	64° 5'	63° 40'	63° 14'	62° 46'	62° 19'	61° 48'
25	21° 11'	21° 10'	21° 29'	21° 50'	22° 11'	22° 33'	22° 56'	23° 18'	23° 41'	24° 7'	24° 32'	24° 57'
25	65° 37'	65° 14'	64° 51'	64° 28'	64° 5'	63° 39'	63° 14'	62° 48'	62° 21'	61° 53'	61° 24'	60° 53'
21	21° 41'	22°	22° 20'	22° 41'	23° 3'	23° 25'	23° 47'	24° 13'	24° 35'	25° 1'	25° 28'	25° 59'
26	64° 49'	64° 26'	64° 6'	63° 39'	63° 15'	62° 49'	62° 23'	61° 56'	61° 28'	60° 59'	60° 30'	59° 59'
27	22° 29'	22° 49'	23° 10'	23° 31'	23° 53'	24° 16'	24° 40'	25° 5'	25° 29'	25° 55'	26° 22'	26° 44'
27	64° 11'	63° 39'	63° 14'	62° 49'	62° 25'	61° 58'	61° 32'	61° 5'	60° 37'	59° 58'	59° 35'	59° 35'
28	23° 17'	23° 38'	23° 59'	24° 21'	24° 44'	25° 7'	25° 31'	25° 56'	26° 22'	26° 48'	27° 15'	27° 43'
28	63° 15'	62° 52'	62° 27'	62° 1'	61° 36'	61° 9'	60° 43'	60° 14'	59° 46'	59° 16'	58° 55'	58° 13'
29	24° 4'	24° 25'	24° 48'	25° 10'	25° 33'	25° 57'	26° 22'	26° 47'	27° 14'	27° 40'	28° 8'	28° 36'
29	62° 28'	62° 5'	61° 40'	61° 14'	60° 47'	59° 21'	59° 52'	58° 56'	58° 26'	57° 54'	57° 22'	57° 22'
30	24° 51'	25° 12'	26° 35'	26° 55'	26° 22'	26° 46'	27° 12'	27° 38'	28° 4'	28° 32'	29° 28'	29° 28'
30	61° 43'	61° 18'	60° 54'	60° 27'	59° 33'	59° 6'	58° 36'	57° 56'	57° 36'	57° 54'	56° 32'	56° 32'
31	25° 38'	25° 58'	26° 22'	26° 46'	27° 10'	27° 34'	28° 27'	28° 54'	29° 23'	29° 51'	30° 20'	30° 20'
31	60° 58'	60° 34'	60° 8'	59° 42'	59° 14'	58° 46'	58° 15'	57° 49'	57° 18'	56° 47'	56° 15'	55° 42'
32	26° 23'	26° 45'	27° 9'	27° 23'	27° 58'	28° 23'	28° 49'	29° 17'	29° 33'	30° 12'	30° 42'	31° 10'
32	60° 15'	59° 49'	59° 23'	58° 56'	58° 28'	57° 59'	57° 31'	57° 1'	56° 41'	56° 5'	55° 28'	54° 54'
33	27° 9'	27° 31'	27° 56'	28° 19'	28° 45'	29° 10'	29° 37'	30° 5'	30° 32'	31° 1'	31° 31'	32° 1'
33	59° 31'	59° 5'	58° 38'	58° 11'	57° 43'	57° 14'	56° 45'	56° 15'	55° 49'	55° 13'	54° 39'	54° 5'
34	27° 52'	28° 16'	28° 40'	29° 5'	29° 31'	29° 57'	30° 24'	30° 51'	31° 20'	31° 49'	32° 19'	32° 50'
34	50° 48'	52° 58'	52° 57'	52° 27'	52° 56'	52° 29'	52° 56'	52° 29'	54° 58'	54° 27'	53° 53'	53° 20'
35	28° 36'	29° 1'	29° 25'	29° 50'	30° 15'	30° 42'	31° 10'	31° 38'	32° 7'	32° 36'	33° 7'	33° 38'
35	56° 5'	56° 37'	57° 51'	56° 54'	56° 15'	54° 44'	54° 13'	53° 40'	53° 7'	52° 34'	52° 24'	52° 34'
36	29° 20'	29° 43'	30° 9'	30° 35'	31° 1'	31° 27'	31° 55'	32° 23'	32° 53'	33° 23'	33° 53'	34° 25'
36	57° 24'	57° 56'	56° 29'	56° 1'	55° 32'	55° 3'	54° 33'	54° 1'	53° 28'	52° 57'	52° 23'	51° 40'
37	30° 2'	30° 27'	30° 52'	31° 18'	31° 45'	32° 15'	32° 40'	33° 8'	33° 38'	34° 9'	34° 30'	35° 22'
37	56° 16'	56° 15'	55° 48'	55° 20'	54° 50'	53° 50'	52° 46'	51° 30'	50° 56'	51° 21'	51° 4'	51° 4'
38	30° 44'	31° 9'	31° 35'	32° 1'	32° 27'	32° 56'	33° 24'	33° 52'	34° 22'	35° 24'	35° 57'	35° 57'
38	56° 2'	55° 35'	55° 5'	54° 39'	54° 9'	53° 38'	53° 8'	52° 38'	52° 4'	51° 30'	50° 56'	50° 21'

Los grados de arriba corresponden a la rueda y los grados de abajo al piñón.

# ANGULO DE LA CARA DEL DIENTE $\delta_1, \delta_2$

## NUMERO DE DIENTES DE LA RUEDA

NUMERO DE DIENTES DEL PIÑON	48	47	46	45	44	43	42	41	40	39	38	37
12	11° 43'	11° 58'	12° 13'	12° 29'	12° 45'	13° 1'	13° 19'	13° 37'	13° 57'	14° 18'	14° 39'	15° 1'
12	73° 39'	73° 20'	72° 59'	72° 37'	72° 15'	71° 51'	71° 25'	70° 59'	70° 33'	70° 6'	69° 35'	69° 5'
13	12° 51'	13° 7'	13° 23'	13° 58'	14° 16'	14° 35'	15° 17'	15° 39'	16° 1'	16° 25'	16° 43'	16° 5'
13	72° 23'	72° 11'	71° 49'	71° 2'	70° 38'	70° 11'	69° 46'	69° 27'	68° 47'	68° 15'	67° 43'	67° 3
14	13° 59'	14° 15'	14° 33'	14° 51'	15° 10'	15° 30'	15° 51'	16° 13'	16° 34'	17° 57'	17° 50'	17° 1
14	70° 23'	69° 59'	69° 34'	69° 9'	68° 42'	68° 16'	67° 52'	67° 26'	66° 45'	66° 14'	65° 40'	65° 1
15	15° 15'	15° 23'	15° 42'	16° 16'	16° 22'	16° 43'	17° 5'	17° 28'	17° 57'	18° 18'	18° 44'	19° 11'
15	70° 16'	69° 50'	68° 28'	68° 14'	67° 34'	67° 6'	66° 36'	66° 6'	65° 33'	65° 10'	64° 23'	64° 4
16	16° 11'	16° 30'	16° 50'	17° 10'	17° 32'	17° 56'	18° 18'	18° 42'	19° 9'	19° 35'	20° 3'	20° 32'
16	70° 19'	69° 54'	68° 30'	68° 14'	67° 34'	67° 6'	66° 36'	66° 6'	65° 33'	65° 10'	64° 23'	64° 4
17	17° 15'	17° 36'	17° 57'	18° 20'	18° 43'	19° 6'	19° 31'	19° 56'	20° 24'	20° 51'	21° 21'	21° 53'
17	70° 28'	70° 10'	70° 1'	70° 23'	70° 45'	70° 11'	70° 30'	70° 53'	70° 24'	70° 51'	70° 19'	70° 3
18	18° 20'	18° 41'	19° 1'	19° 27'	19° 50'	20° 24'	21° 8'	21° 37'	21° 50'	21° 57'	22° 28'	22° 9
18	70° 20'	69° 41'	68° 13'	67° 34'	66° 55'	66° 26'	65° 48'	65° 19'	64° 31'	64° 10'	63° 23'	63° 1
19	19° 22'	19° 46'	20° 1'	20° 34'	20° 59'	21° 24'	21° 52'	22° 20'	22° 49'	23° 20'	23° 52'	24° 26'
19	70° 16'	69° 45'	68° 28'	67° 50'	66° 30'	65° 43'	64° 24'	63° 44'	62° 36'	61° 21'	60° 14'	60° 44'
20	20° 25'	20° 49'	21° 13'	21° 39'	22° 5'	22° 32'	23° 0'	23° 30'	24° 1'	24° 32'	25° 6'	25° 40'
20	70° 15'	69° 44'	68° 13'	67° 33'	66° 11'	65° 28'	64° 2'	63° 10'	60° 53'	60° 14'	59° 34'	59° 54'
21	21° 27'	21° 52'	22° 17'	22° 43'	23° 10'	23° 20'	24° 8'	24° 39'	25° 10'	25° 43'	26° 18'	26° 53'
21	70° 11'	69° 42'	68° 13'	67° 33'	66° 11'	65° 28'	64° 8'	63° 14'	60° 53'	60° 14'	59° 34'	59° 53'
22	22° 17'	22° 53'	23° 17'	23° 46'	24° 1'	24° 35'	25° 14'	25° 45'	26° 16'	26° 51'	27° 23'	27° 53'
22	70° 10'	69° 39'	68° 11'	67° 32'	66° 10'	65° 28'	64° 8'	63° 14'	60° 53'	60° 14'	59° 34'	59° 53'
23	23° 27'	23° 54'	24° 17'	24° 49'	25° 15'	25° 48'	26° 28'	26° 52'	27° 26'	27° 57'	28° 20'	28° 44'
23	70° 9'	69° 27'	68° 10'	67° 37'	66° 15'	65° 31'	64° 12'	63° 24'	60° 53'	60° 14'	59° 34'	59° 53'
24	24° 26'	24° 53'	25° 27'	25° 57'	26° 20'	26° 50'	27° 25'	27° 57'	28° 21'	28° 51'	29° 26'	29° 50'
24	70° 8'	69° 27'	68° 10'	67° 37'	66° 15'	65° 31'						

# ANGULO DE LA CARA DEL DIENTE $\delta_1 \delta_2$

## NUMERO DE DIENTES DE LA RUEDA

NUMERO DE DIENTES DEL PIÑON

	36	35	34	33	32	31	30	29	28	27	26	25
12	15° 24'	15° 49'	16° 15'	16° 43'	17° 13'	17° 43'	18° 15'	18° 51'	19° 27'	20° 5'	20° 46'	21° 31'
	60° 32'	67° 59'	67° 23'	66° 45'	66° 5'	65° 23'	64° 39'	63° 53'	63° 3'	62° 9'	61° 14'	60° 15'
13	16° 51'	17° 19'	17° 46'	18° 16'	18° 48'	19° 21'	19° 57'	20° 32'	21° 11'	21° 54'	22° 37'	23° 26'
	67° 9'	66° 33'	65° 56'	64° 34'	63° 51'	63° 5'	62° 14'	61° 23'	60° 28'	59° 29'	58° 28'	57° 27'
14	18° 17'	18° 45'	19° 16'	19° 48'	20° 20'	20° 56'	21° 34'	22° 13'	22° 55'	23° 38'	24° 25'	25° 16'
	65° 47'	67° 49'	64° 30'	63° 48'	63° 67'	62° 20'	61° 32'	60° 41'	59° 47'	58° 50'	57° 49'	56° 46'
15	19° 40'	20° 11'	20° 44'	21° 18'	21° 53'	22° 31'	23° 10'	23° 51'	24° 35'	25° 20'	26° 11'	27° 3'
	64° 26'	63° 49'	63° 8'	62° 24'	61° 39'	60° 51'	60° 2'	59° 9'	58° 13'	57° 14'	56° 13'	55° 7'
16	21° 3'	21° 36'	22° 9'	22° 45'	23° 22'	24° 1'	24° 42'	25° 26'	26° 12'	27° 1'	37° 52'	28° 45'
	63° 7'	62° 28'	61° 45'	61° 10'	61° 1'	59° 25'	58° 34'	57° 40'	56° 42'	55° 38'	53° 31'	52° 24'
17	22° 24'	22° 57'	23° 33'	24° 20'	24° 50'	25° 31'	26° 14'	26° 59'	27° 47'	28° 37'	29° 30'	30° 26'
	61° 50'	61° 9'	59° 40'	58° 52'	58° 1'	57° 10'	56° 13'	55° 15'	54° 13'	53° 8'	52° 0'	51° 2'
18	23° 43'	24° 18'	24° 56'	25° 34'	26° 15'	26° 57'	27° 42'	28° 29'	29° 18'	30° 9'	31° 5'	32° 2'
	60° 35'	59° 52'	59° 8'	58° 20'	57° 31'	56° 39'	55° 46'	54° 49'	53° 50'	52° 47'	51° 41'	50° 32'
19	25° 1'	25° 37'	26° 15'	26° 56'	27° 38'	28° 22'	29° 8'	29° 56'	30° 43'	31° 40'	32° 36'	33° 36'
	59° 21'	58° 37'	57° 51'	57° 4'	56° 14'	55° 22'	54° 56'	53° 28'	52° 28'	51° 24'	50° 19'	49° 8'
20	26° 16'	26° 55'	27° 34'	28° 15'	28° 58'	29° 44'	30° 31'	31° 21'	32° 13'	33° 8'	34° 5'	35° 6'
	58° 10'	57° 25'	56° 38'	55° 49'	54° 58'	54° 4'	53° 9'	52° 9'	51° 9'	50° 4'	49° 57'	47° 46'
21	27° 30'	28° 10'	29° 32'	30° 17'	31° 4'	31° 52'	32° 43'	33° 36'	34° 31'	35° 11'	36° 32'	37° 32'
	57° 0'	56° 14'	55° 26'	54° 36'	53° 43'	52° 50'	51° 52'	50° 53'	49° 50'	48° 47'	47° 39'	46° 28'
22	28° 43'	29° 22'	30° 5'	30° 48'	31° 34'	32° 22'	33° 11'	34° 3'	34° 57'	35° 54'	36° 52'	37° 55'
	55° 51'	55° 44'	54° 17'	53° 26'	52° 32'	51° 38'	50° 41'	49° 41'	48° 37'	47° 32'	46° 24'	45° 13'
23	29° 53'	30° 35'	31° 18'	32° 1'	32° 48'	33° 36'	34° 27'	35° 20'	36° 15'	37° 12'	38° 12'	39° 15'
	54° 43'	53° 57'	53° 8'	52° 14'	51° 24'	50° 49'	49° 29'	48° 30'	47° 27'	46° 20'	45° 12'	44° 1'
24	31° 2'	31° 45'	32° 28'	33° 14'	34° 1'	34° 50'	35° 42'	36° 35'	37° 30'	38° 28'	39° 29'	40° 32'
	53° 40'	52° 51'	52° 10'	50° 17'	50° 17'	49° 20'	48° 22'	47° 21'	46° 18'	45° 12'	44° 3'	42° 52'
25	32° 10'	32° 52'	33° 17'	34° 23'	35° 15'	36° 0'	36° 52'	37° 47'	38° 43'	39° 41'	40° 43'	41° 46'
	52° 36'	51° 48'	50° 57'	50° 5'	49° 11'	48° 14'	47° 16'	46° 15'	45° 11'	44° 5'	42° 57'	41° 46'
26	33° 15'	33° 58'	34° 45'	35° 31'	36° 19'	37° 10'	38° 2'	38° 56'	39° 53'	40° 52'	41° 51'	41° 53'
	51° 35'	50° 46'	49° 55'	49° 4'	48° 7'	47° 12'	46° 12'	44° 4'	44° 7'	43° 2'	42° 20'	41° 53'
27	34° 20'	35° 3'	35° 49'	36° 34'	37° 25'	38° 16'	39° 10'	40° 4'	41° 1'	42°	.....	.....
	50° 34'	49° 45'	48° 55'	48° 4'	47° 7'	46° 10'	45° 10'	44° 10'	43° 5'	42°	.....	.....
28	35° 21'	36° 7'	36° 52'	37° 40'	38° 28'	39° 21'	40° 15'	41° 9'	42° 7'	.....	.....	.....
	49° 37'	48° 47'	47° 56'	47° 2'	46° 7'	45° 11'	44° 11'	43° 9'	42° 7'	.....	.....	.....
29	36° 23'	37° 8'	37° 54'	38° 42'	39° 32'	40° 24'	41° 18'	42° 13'	.....	.....	.....	.....
	48° 41'	47° 50'	46° 58'	46° 4'	45° 10'	44° 12'	43° 14'	42°	.....	.....	.....	.....
30	37° 21'	38° 7'	38° 53'	39° 43'	40° 32'	41° 25'	42° 18'	.....	.....	.....	.....	.....
	47° 45'	46° 55'	46° 3'	45° 9'	44° 14'	43° 17'	42°	.....	.....	.....	.....	.....
31	38° 20'	39° 5'	39° 52'	40° 41'	41° 32'	42° 23'	.....	.....	.....	.....	.....	.....
	46° 52'	46° 1'	45° 10'	44° 15'	43° 20'	42°	.....	.....	.....	.....	.....	.....
32	39° 15'	40° 1'	40° 49'	41° 38'	42° 28'	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
	45° 59'	45° 9'	44° 17'	43° 24'	42° 33'	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
33	40° 10'	40° 56'	41° 44'	42° 33'	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
	45° 8'	44° 18'	43° 26'	42°	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
34	41° 4'	41° 49'	42° 37'	43° 27'	44° 20'	45° 29'	46° 22'	47° 15'	48° 10'	49° 5'	50° 4'	51° 3'
	44° 20'	43° 29'	42° 37'	41°	40°	39°	38°	37°	36°	35°	34°	33°
35	41° 55'	42° 41'	41°	40°	39°	38°	37°	36°	35°	34°	33°	32°
	43° 31'	42° 41'	41°	40°	39°	38°	37°	36°	35°	34°	33°	32°
36	42° 45'	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....

Los grados de arriba corresponden a la rueda y los grados de abajo al piñón.

# ANGULO DE LA CARA DEL DIENTE $\delta_1 \delta_2$

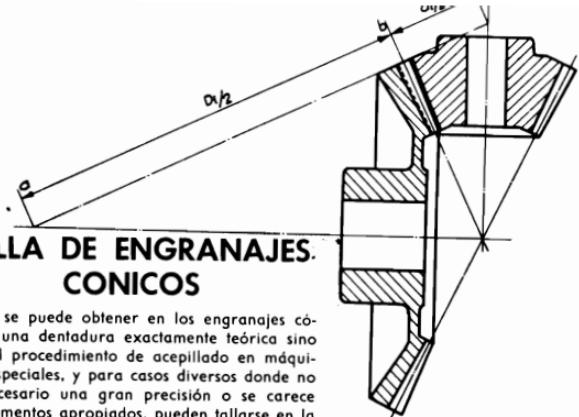
## NUMERO DE DIENTES DE LA RUEDA

NUMERO DE DIENTES DEL PIÑON

	24	23	22	21	20	19	18	17	16	15	14	13
12	22° 18'	23° 8'	24° 3'	25° 2'	26° 3'	27° 11'	28° 25'	29° 43'	31° 11'	32° 44'	34° 26'	36° 16'
13	24° 15'	25° 9'	26° 6'	27° 8'	28° 14'	29° 25'	30° 42'	32° 4'	33° 24'	35° 10'	36° 55'	38° 48'
14	25° 21'	26° 11'	26° 56'	25° 34'	24° 10'	25° 39'	24° 2'	24° 16'	25° 22'	26° 21'	27° 28'	30° 15'
15	27° 58'	28° 58'	30° 31'	29° 6'	28° 1'	29° 32'	30° 36'	34° 56'	36° 23'	37° 57'	38° 38'	.....
16	29° 43'	30° 44'	31° 50'	32° 58'	34° 12'	35° 31'	36° 54'	38° 23'	39° 57'	40° 15'	.....	.....
17	31° 26'	32° 28'	33° 35'	34° 47'	36° 0'	37° 21'	38° 45'	39° 5'	40° 31'	41° 11'	42° 1'	43° 25'
18	33° 4'	34° 8'	35° 15'	35° 28'	37° 45'	39° 5'	40° 31'	.....	.....	.....	.....	.....
19	34° 18'	34° 2'	34° 59'	36° 53'	38° 6'	39° 24'	40° 45'	41° 11'	42° 20'	43° 11'	44° 1'	45° 13'
20	36° 8'	37° 16'	38° 26'	39° 39'	40° 52'	41° 27'	42° 57'	.....	.....	.....	.....	.....
21	37° 37'	38° 44'	39° 54'	40° 41'	41° 8'	42° 34'	43° 11'	44° 8'	45° 5'	46° 2'	47° 1'	48° 1'
22	39° 0'	40° 8'	41° 19'	42° 34'	43° 24'	44° 11'	45° 8'	46° 5'	47° 2'	48° 1'	49° 1'	50° 1'
23	40° 20'	42° 46'	41° 28'	40°	39°	38°	37°	36°	35°	34°	33°	32°
24	41° 38'	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....

Los grados de arriba corresponden a la rueda y los grados de abajo al piñón.

Los valores de los ángulos dados para el trazado de la cara del diente, sirve igualmente para la inclinación del carro del torno en la operación del torneado del cono.



## TALLA DE ENGRANAJES CONICOS

No se puede obtener en los engranajes cónicos una dentadura exactamente teórica sino por el procedimiento de acepillado en máquinas especiales, y para casos diversos donde no es necesario una gran precisión o se carece de elementos apropiados, pueden tallarse en la máquina fresadora y terminar a lima; para elegir la fresa que efectúa el trabajo son los datos que se indican a continuación.

En las ruedas cónicas la fresa no se calcula por el número de dientes real, sino como si se tratase de una rueda recta, donde el radio corresponde a la generatriz  $ab$  del cono complementario de la rueda y  $bc$  del piñón.

### FORMULAS

$D_i, d_i =$  Diámetros imaginarios.

$N_i, n_i =$  Número de dientes imaginarios para  $D_i, d_i$ , por los que la fresa debe elegirse.

### EJEMPLO

Para determinar el número de las fresas para tallar un juego de engranajes cónicos de las características siguientes:

Módulo, 9; rueda de 40 dientes; diámetro primitivo, 360; piñón, 30 dientes; diámetro primitivo, 270.

$$D_p = 9 \times 40 = 360;$$

### RUEDA

$$ab = \frac{360}{2 \times 0,60019};$$

$$\operatorname{Tg} x_1 = \frac{360}{270} = \frac{N}{n} = 1,333;$$

$$N_i = \frac{2 \times 300}{9} = 66,6 \text{ dientes}$$

$$\begin{aligned} \operatorname{Tg} 1,333 &= \text{Grados } 53^{\circ} 7'; \\ \operatorname{sen} 53^{\circ} 7' &= 0,79987; \\ \cos 53^{\circ} 7' &= 0,60019; \end{aligned}$$

$$\text{ó } N_i = \frac{40}{0,60019} = 66,6 \text{ dientes.}$$

Resultado: Para la rueda de 40 dientes se empleará una fresa módulo 9, número 7, para 55 a 134 dientes.

### PIÑON

$$dp = 9 \times 30 = 270.$$

$$n_i = \frac{2 \times 169}{9} = 37,5 \text{ dientes}$$

$$bc = \frac{270}{2 \times 0,79987} = 168,777 \text{ mm.}; \quad \text{ó } n_i = \frac{30}{0,79987} = 37,5 \text{ dientes.}$$

Resultado: Para el piñón de 30 dientes se empleará una fresa módulo 9, número 6, para 35 ó 54 dientes.

No debe tallarse en la fresadora piñones cónicos que tengan menos de 25 dientes, y cuya longitud del diente sea mayor de  $\frac{1}{4}$  de la generatriz del cono del círculo primitivo.

A continuación se dan unas tablas para la elección de la fresa con que se deben tallar los engranajes cónicos.

Estas tablas están adaptadas a las fresas de construcción inglesa y americana, y para usarlas, en el sistema de Módulo, se busca su equivalencia.

### EJEMPLO

Rueda 40 dientes.

Piñón 30 dientes.

La tabla indica: Rueda fresa núm. 2.

Piñón fresa núm. 3.

La equivalencia según la tabla por numeración americana e inglesa:

Fresa núm. 2: 55 a 134 dientes. Fresca núm. 3: 35 a 54 dientes.

Según el sistema del Módulo:

Fresa núm. 6: 35 a 54 dientes. Fresca núm. 7: 55 a 134 dientes.

### PROCEDIMIENTO DE TALLA

Como ya se dijo, no se pueden tallar los engranajes cónicos exactamente, no siendo en máquinas especiales, pero para la talla por aproximación observar las reglas siguientes:

1.º Operación de desbaste: tomar una fresa cuyo espesor corresponda al espacio entre la corona del tronco de cono a a; antes de fresar, inclinar el cabezal divisor donde está montado el piñón a tallar, de forma que el fondo de los dientes sea fresaado horizontalmente; se determina el ángulo de la generatriz del cono y se fija el cabezal; procedase al fresaado en desbaste.

2.º Terminada esta operación anterior, se fresaará cónicamente la mitad del diente, terminando así el perfil cuya guía será en la base del tronco de cono, donde es necesario fresar lo más correctamente posible los dos flancos  $cd$  y  $bd$ , desplazando el piñón girando a derecha e izquierda respectivamente, para dar al diente su perfil y espesor conveniente, el giro será hacia un flanco y otro, estando la fresa en posición central  $\frac{1}{4}$  del paso del diente.

Para los piñones pequeños no es necesario fresaar en tres veces; dos pasadas son suficientes para los flancos  $bd$  y  $cd$ .



**Tabla para determinar el número de la fresa  
para tallar engranajes cónicos**

**PIÑON**

RUEADA	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
12	7.7																		
13	6.7	6.6																	
14	5.7	6.6	6.6																
15	5.7	5.6	5.6	5.5															
16	4.7	5.7	5.6	5.6	5.5														
17	4.7	4.7	4.6	5.6	5.5	5.5													
18	4.7	4.7	4.6	4.6	4.5	4.5	5.5												
19	3.7	4.7	4.6	4.6	4.6	4.5	4.5	4.4											
20	3.7	3.7	4.6	4.6	4.6	4.5	4.5	4.4	4.4										
21	3.8	3.7	3.7	3.6	4.6	4.5	4.5	4.5	4.4	4.4									
22	3.8	3.7	3.7	3.6	3.6	3.5	4.5	4.5	4.4	4.4	4.4								
23	3.8	3.7	3.7	3.6	3.6	3.5	3.5	3.5	3.4	3.4	4.4	4.4							
24	3.8	3.7	3.7	3.7	4.6	3.6	3.6	3.5	3.5	3.4	3.4	3.4	4.4	4.4					
25	2.8	2.7	3.7	3.6	3.6	3.6	3.5	3.5	3.5	3.4	3.4	3.4	3.4	4.4	3.3				
26	2.8	2.7	3.7	3.6	3.6	3.6	3.5	3.5	3.5	3.4	3.4	3.4	3.4	3.3	3.3				
27	2.8	2.7	2.7	2.7	2.6	3.6	3.6	3.5	3.5	3.4	3.4	3.4	3.4	3.3	3.3				
28	2.8	2.7	2.7	2.7	2.6	3.6	3.6	3.5	3.5	3.4	3.4	3.4	3.4	3.3	3.3				
29	2.8	2.7	2.7	2.7	2.6	2.6	3.5	3.5	3.5	3.4	3.4	3.4	3.4	3.3	3.3				
30	2.8	2.7	2.7	2.7	2.7	2.6	2.6	2.5	2.5	2.5	3.4	3.4	3.4	3.4	3.3	3.3			
31	2.8	2.7	2.7	2.7	2.7	2.6	2.6	2.5	2.5	2.5	3.4	3.4	3.4	3.4	3.3	3.3			
32	2.4	2.7	2.7	2.7	2.7	2.6	2.6	2.5	2.5	2.5	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.3			
33	2.8	2.7	2.7	2.7	2.7	2.6	2.6	2.5	2.5	2.5	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.3			
34	2.8	2.7	2.7	2.7	2.7	2.6	2.6	2.5	2.5	2.5	2.4	2.4	2.4	2.4	2.3	2.3			
35	2.0	2.8	2.7	2.7	2.7	2.6	2.6	2.5	2.5	2.5	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.3	3.3	3.3	
36	2.8	2.8	2.7	2.7	2.7	2.6	2.6	2.5	2.5	2.5	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.3	2.3		
37	2.8	2.8	2.7	2.7	2.7	2.6	2.6	2.5	2.5	2.5	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.3	2.3		
38	2.0	2.8	2.7	2.7	2.7	2.6	2.6	2.5	2.5	2.5	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.3	2.3	
39	2.8	2.8	2.7	2.7	2.7	2.6	2.6	2.5	2.5	2.5	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.3	2.3	
40	1.8	2.8	2.7	2.7	2.7	2.6	2.6	2.5	2.5	2.5	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.3	2.3		
41	1.8	1.8	2.7	2.7	2.7	2.6	2.6	2.5	2.5	2.5	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.3	2.3		
42	1.8	1.8	2.7	2.7	2.7	2.6	2.6	2.5	2.5	2.5	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.3	2.3		
43	1.8	1.8	1.7	2.7	2.7	2.6	2.6	2.5	2.5	2.5	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.3		
44	1.8	1.8	1.7	1.7	2.7	2.6	2.6	2.5	2.5	2.5	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.3		
45	1.8	1.8	1.7	1.7	2.7	2.6	2.6	2.5	2.5	2.5	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.3		
46	1.8	1.8	1.7	1.7	1.7	2.6	2.6	2.5	2.5	2.5	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.3		
47	1.8	1.8	1.7	1.7	1.7	1.6	2.6	2.6	2.5	2.5	2.5	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.3	
48	1.8	1.8	1.7	1.7	1.7	1.6	2.6	2.5	2.5	2.5	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.3		
49	1.8	1.8	1.7	1.7	1.7	1.6	1.6	2.5	2.5	2.5	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.3		
50	1.8	1.8	1.7	1.7	1.7	1.6	1.6	2.5	2.5	2.5	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.3		
51	1.8	1.8	1.7	1.7	1.7	1.6	1.6	1.5	2.5	2.5	2.5	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4		
52	1.8	1.8	1.7	1.7	1.7	1.6	1.6	1.5	2.5	2.5	2.5	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4		
53	1.8	1.8	1.7	1.7	1.7	1.6	1.6	1.5	2.5	2.5	2.5	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4		
54	1.8	1.8	1.7	1.7	1.7	1.6	1.6	1.5	2.5	2.5	2.5	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4		
55	1.8	1.8	1.7	1.7	1.7	1.6	1.6	1.5	2.5	2.5	2.5	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4		

La primera cifra corresponde a la rueda; la segunda, al piñón.

**Tabla para determinar el número de la fresa  
para tallar engranajes cónicos**

**PIÑON**

RUEDA	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49
56	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.2	2.2	2.2
57	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.2	2.2	2.2	2.2
58	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.2	2.2	2.2	2.2
59	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.2	2.2	2.2	2.2
60	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.2	2.2	2.2	2.2
61	1.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.2	2.2	2.2	2.2
62	1.3	1.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.2	2.2	2.2	2.2
63	1.3	1.3	1.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.2	2.2	2.2	2.2
64	1.3	1.3	1.3	1.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.2	2.2	2.2	2.2
65	1.4	1.3	1.3	1.3	1.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.2	2.2	2.2	2.2
66	1.4	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.2	2.2	2.2	2.2
67	1.4	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.2	2.2	2.2	2.2
68	1.4	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.2	2.2	2.2	2.2
69	1.4	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.2	2.2	2.2	2.2
70	1.4	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.2	2.2	2.2	2.2
71	1.4	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.2	2.2	2.2	2.2
72	1.4	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	2.3	2.3	2.3	2.2	2.2	2.2	2.2
73	1.4	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	2.3	2.3	2.2	2.2	2.2	2.2
74	1.4	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	2.3	2.2	2.2	2.2	2.2
75	1.4	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	2.2	2.2	2.2	2.2
76	1.4	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	2.2	2.2	2.2
77	1.4	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	2.2	2.2	2.2
78	1.4	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	2.2	2.2
79	1.4	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	2.2	2.2
80	1.4	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	2.2	2.2
81	1.4	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	2.2	2.2
82	1.4	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	2.2	2.2
83	1.4	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	2.2	2.2
84	1.4	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	2.2	2.2
85	1.4	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1												

## Tabla para determinar el número de la fresa para tallar engranajes cónicos

PIÑON	RUEDA																		
	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49
31	3-3																		
32	3-3	3-3																	
33	3-3	3-3	3-3																
34	3-3	3-3	3-3	3-3															
35	3-3	3-3	3-3	3-3	3-3														
36	2-3	3-3	3-3	3-3	3-3	3-3													
37	2-3	2-3	2-3	2-3	3-3	3-3	3-3												
38	2-3	2-3	2-3	2-3	2-3	3-3	3-3	3-3											
39	2-3	2-3	2-3	2-3	2-3	2-3	2-3	2-3	2-2										
40	2-3	2-3	2-3	2-3	2-3	2-3	2-3	2-3	2-3	2-2									
41	2-3	2-3	2-3	2-3	2-3	2-3	2-3	2-3	2-3	2-3	2-2								
42	2-3	2-3	2-3	2-3	2-3	2-3	2-3	2-3	2-3	2-3	2-2	2-2							
43	2-3	2-3	2-3	2-3	2-3	2-3	2-3	2-3	2-3	2-3	2-2	2-2	2-2						
44	2-3	2-3	2-3	2-3	2-3	2-3	2-3	2-3	2-3	2-3	2-2	2-2	2-2	2-2					
45	2-3	2-3	2-3	2-3	2-3	2-3	2-3	2-3	2-3	2-3	2-2	2-2	2-2	2-2	2-2				
46	2-3	2-3	2-3	2-3	2-3	2-3	2-3	2-3	2-3	2-3	2-3	2-2	2-2	2-2	2-2	2-2			
47	2-3	2-3	2-3	2-3	2-3	2-3	2-3	2-3	2-3	2-3	2-3	2-2	2-2	2-2	2-2	2-2			
48	2-3	2-3	2-3	2-3	2-3	2-3	2-3	2-3	2-3	2-3	2-3	2-2	2-2	2-2	2-2	2-2			
49	2-3	2-3	2-3	2-3	2-3	2-3	2-3	2-3	2-3	2-3	2-3	2-2	2-2	2-2	2-2	2-2			
50	2-3	2-3	2-3	2-3	2-3	2-3	2-3	2-3	2-3	2-3	2-3	2-2	2-2	2-2	2-2	2-2			
51	2-3	2-3	2-3	2-3	2-3	2-3	2-3	2-3	2-3	2-3	2-3	2-2	2-2	2-2	2-2	2-2			
52	2-3	2-3	2-3	2-3	2-3	2-3	2-3	2-3	2-3	2-3	2-3	2-2	2-2	2-2	2-2	2-2			
53	2-3	2-3	2-3	2-3	2-3	2-3	2-3	2-3	2-3	2-3	2-3	2-2	2-2	2-2	2-2	2-2			
54	2-3	2-3	2-3	2-3	2-3	2-3	2-3	2-3	2-3	2-3	2-3	2-2	2-2	2-2	2-2	2-2			
55	2-3	2-3	2-3	2-3	2-3	2-3	2-3	2-3	2-3	2-3	2-3	2-2	2-2	2-2	2-2	2-2			

La primera cifra corresponde a la rueda; la segunda, al piñon.

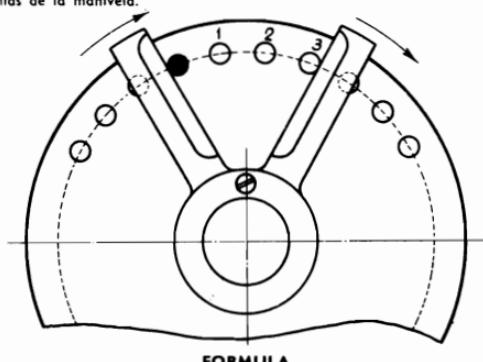
## CABEZAL DIVISOR

### DIVISION NORMAL

T = Número de divisiones a construir.

V = Relación del cabezal divisor y la manivela.

X = Vueltas de la manivela.



### FORMULA

$$V = \frac{40}{1}; \quad X = \frac{V}{T} = \frac{40}{T}$$

Cuando forma el cálculo una fracción, se tiene que el número quebrado aumentará o disminuirá hasta que el denominador sea igual al número de los orificios de uno de los discos.

### EJEMPLO

Factor conocido: T = 13.

Factor desconocido: X.

$$X = \frac{40}{13} = 3 \frac{1}{13} = 3 \frac{3}{39}.$$

Para una división son necesarias tres vueltas de la manivela y  $\frac{1}{39}$  de revolución de la manivela.

Los  $\frac{1}{39}$  de revolución, es hacer girar la manivela tomando tres orificios del disco 39.

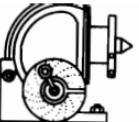
### PUESTA EN PUNTO DEL PLATO DIVISOR

Colocada la clavija de la manivela en el círculo correspondiente de orificios del disco, se procederá a introducir la clavija en un orificio (siempre girando en el sentido marcado por las flechas), según se indica en la figura: la clavija quedará fija en el orificio marcado en negro, y a partir de esta primera posición se contarán los orificios que sea menester girar además de las vueltas de la manivela que resulte del cálculo.

Procédase al ajuste de los dos brazos en ángulo para que dentro de ellos queden comprendidos los orificios necesarios, la primera posición de la clavija no se contará, y su sencillo manejo queda explicado en la figura de esta página.

Una vuelta de la manivela  $9^{\circ}$ .  
 6 orificios del círculo 54 = 1°.  
 Un orificio del círculo 54 = 10 minutos.

# CABEZAL DIVISOR



Orificios 1 Disco 1 - 24-25-28-30-34-37-38-39-41-42-43.  
Orificios 2 - 46-47-49-51-53-54-57-58-59-62-66.

## DIVISION NORMAL RELACION $\frac{40}{1}$

NUMERO DE DIVISIONES	NUMERO DE ORIFICIOS DEL DISCO	VUELTAS	ORIFICIOS	NUMERO DE DIVISIONES	NUMERO DE ORIFICIOS DEL DISCO	ORIFICIOS	NUMERO DE DIVISIONES	NUMERO DE ORIFICIOS DEL DISCO	ORIFICIOS	NUMERO DE DIVISIONES	NUMERO DE ORIFICIOS DEL DISCO	ORIFICIOS	
2	24	20	..	44	..	66	60	104	39	15	205	41	8
3	24	13	8	45	54	48	40	106	42	16	210	42	8
4	10	..	46	46	40	40	106	53	20	212	53	10	
5	8	..	47	47	40	40	108	54	20	215	48	8	
6	24	6	16	48	24	20	110	66	24	216	54	10	
7	28	5	20	49	49	40	112	28	10	220	66	12	
8	5	..	50	25	20	20	114	57	20	224	28	5	
9	54	4	24	51	51	40	115	46	16	228	57	10	
10	4	..	52	39	30	116	58	20	230	46	8		
11	66	3	42	53	40	118	59	20	232	58	10		
12	24	3	8	54	54	40	120	66	22	235	47	8	
13	39	3	3	55	66	48	124	62	20	236	59	10	
14	49	2	42	56	28	20	125	25	8	240	66	11	
15	24	2	16	57	57	40	130	30	12	245	49	8	
16	24	2	12	58	58	40	132	66	20	248	62	10	
17	34	2	12	59	59	40	133	54	16	250	25	4	
18	54	2	12	60	42	28	136	34	10	255	51	8	
19	38	2	4	62	62	40	140	28	8	260	39	6	
20	2	..	64	24	15	144	54	15	264	66	10		
21	42	1	88	65	39	24	145	58	16	270	54	8	
22	66	1	54	66	64	40	148	37	10	272	34	5	
23	46	1	34	68	34	20	150	30	8	280	28	4	
24	24	1	16	70	28	16	152	88	10	290	58	6	
25	25	1	15	72	54	80	155	62	16	296	87	5	
26	39	1	21	74	37	20	156	89	10	300	30	4	
27	54	1	26	75	30	16	160	28	7	304	38	5	
28	42	1	18	76	38	20	164	41	10	310	62	8	
29	58	1	22	78	39	20	165	66	16	312	39	5	
30	24	1	8	80	34	17	168	42	10	320	24	3	
31	62	1	18	82	41	20	170	34	8	328	41	5	
32	28	1	7	84	42	20	172	43	10	330	66	8	
33	66	1	14	85	34	16	176	66	15	336	42	6	
34	34	1	6	86	43	20	180	54	12	340	34	4	
35	28	1	4	88	66	30	184	46	10	344	43	5	
36	54	1	6	90	54	24	185	37	8	340	54	6	
37	37	1	3	92	46	20	188	47	10	343	46	5	
38	38	1	2	94	47	20	190	38	8	370	37	4	
39	39	1	1	95	38	16	192	24	5	376	47	5	
40	1	..	96	24	10	195	39	8	380	38	4		
41	41	..	40	98	49	20	196	49	10	390	39	4	
42	42	..	40	100	25	10	200	30	6	392	49	5	
43	43	..	40	102	51	20	204	51	10	400	30	3	

## DIVISION DIFERENCIAL

Es una ampliación de la división normal y se emplea para las divisiones en que esta forma de división no puede realizarse, especialmente para números primos superiores a 50 y sus múltiplos.

Solamente puede emplearse para tallar ruedas con dientes dirigidos en sentido axial, no pudiéndose utilizar para las ruedas helicoidales.

T = Número de divisiones a construir por cada vuelta de la pieza

T' = Número de divisiones elegidas por aproximación por cada vuelta de la pieza, que ha de ser próximo a T y poder hacerse con la división normal.

L = Número de orificios del disco elegido.

f = Número de orificios para una división.

V = Número de vueltas de la manivela del cabezal divisor por una vuelta completa de la pieza. Normalmente V = 40. Relación 40:1.

X = Relación de transmisión de las ruedas de cambio entre el cabezal y el disco divisor.

A = Rueda en el cabezal conductor.

B = Rueda conducida.

C = Rueda conductora.

D = Rueda del plato divisor conducida.

Para encontrar X para un cierto número de divisiones T se tienen que elegir los factores L y f, es necesario que en la circunferencia de orificios haya factores iguales con el mismo número divisor, o con una de las ruedas de cambio, V x L tiene que ser siempre menor que T x f, aunque también puede ser mayor, pero para simplificar se seguirá la indicación de menor.

### FORMULA

$$V = \frac{40}{1}, \quad D = 48, \quad \frac{A \times C}{B \times D} = X = \frac{(T \times f) - (V \times L)}{L}$$

### EJEMPLO

Factor conocido T = 51. Factor desconocido X, ó  $\frac{A \times C}{B \times D}$

Tómese L = 17 y f = 14.

$$\frac{A \times C}{B \times D} = X = \frac{(51 \times 14) - (40 \times 17)}{17} = \frac{34}{17} = \frac{72 \times 80}{60 \times 48}.$$

Tendrán el mismo sentido de rotación la manivela y el disco, si T' > T, y rotación en sentido contrario si T' < T.

Por tanto:

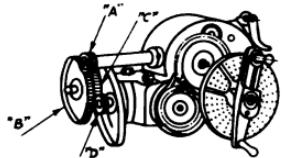
Relación simple: cuando T' es mayor que T se necesita montar una rueda intermedia, y cuando T' es menor que T se necesita montar dos ruedas intermedias.

Relación doble: cuando T' es mayor que T NO se necesita montar rueda intermedia, y cuando T' es menor que T se necesita montar una rueda intermedia.

# CABEZAL DIVISOR UNIVERSAL

Relación 40 1

## DIVISION DIFERENCIAL



Ruedas de cambio 24 - 28 - 30 - 32 - 36 - 37 - 40 - 48 - (3 x) - 49 - 56 - 60 - 64 -  
66 - 68 - 72 - (2 x) - 76 - 78 - 80 - 84 - 86 - 90 - 96 - 100

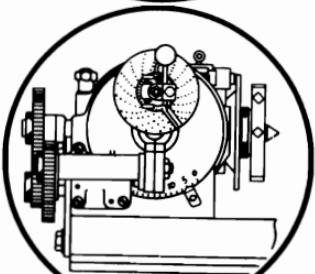
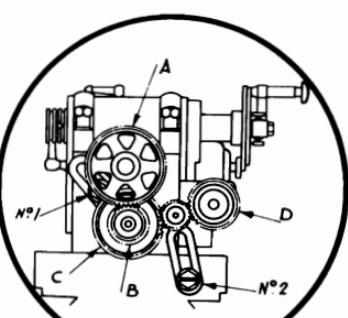
NUMERO DIVISIONES T CIRCULO DE ORIFICIOS	VUELTAS MANIVELA	A	B	C	D	NUMERO DIVISIONES T CIRCULO DE ORIFICIOS	VUELTAS MANIVELA	A	B	C	D		
51	17	14 17	72	60	80	48	112	16	6 16	72	60	80	48
53	20	16 20	64	40	72	48	113	16	6 16	72	48	76	48
57	21	15 21	40	84	72	48	114	19	7 19	72	60	80	48
59	49	35.49	72	56	80	48	117	39	15 39	84	28	80	48
61	39	26.39	36	90	80	48	118	16	6 16	84	28	68	48
63	39	26.39	72	60	80	48	119	17	6 17	72	60	80	48
67	16	10 16	72	64	80	48	121	33	12 33	80	30	72	48
69	20	12 20	56	60	72	48	122	39	13 39	48	60	40	48
71	20	12 20	64	40	78	48	123	39	13 39	40	60	72	48
73	21	12/21	64	56	72	48	125	39	13 39	60	30	40	48
77	21	12/21	80	30	72	48	126	39	13 39	72	60	80	48
79	15	8/15	64	60	96	48	127	39	13 39	84	30	40	48
81	27	14/27	72	60	80	48	129	39	13 39	72	40	80	48
83	20	10 20	60	40	48	48	131	16	5/16	40	64	72	48
87	29	14.29	72	60	80	48	133	19	6/19	72	60	80	48
89	21	10 21	80	28	40	48	134	16	5/16	72	64	80	48
91	39	18.39	72	60	80	48	137	16	5/16	72	48	90	48
93	27	12 27	48	60	80	48	138	23	7/23	72	60	80	48
96	21	9 21	64	56	48	48	139	17	5/17	36	68	80	48
97	27	12 27	84	36	64	48	141	47	14/47	72	60	80	48
99	33	14.33	72	60	80	48	142	17	5/17	72	68	80	48
101	49	20/49	60	49	48	48	143	39	12/39	80	30	72	48
102	17	7 17	72	60	80	48	146	49	14/49	64	28	36	48
103	20	8 20	48	60	72	48	147	49	14/49	72	60	80	48
106	20	8 20	64	40	72	48	149	49	14/49	72	49	84	48
107	20	8 20	72	30	56	48	151	18	5/18	56	48	80	48
109	16	6 16	49	84	72	48	153	17	5/17	84	60	80	48
111	37	14 37	72	60	80	48	154	15	4/15	64	60	48	48

NUMERO DIVISIONES T CIRCULO DE ORIFICIOS	VUELTAS MANIVELA	A	B	C	D	NUMERO DIVISIONES T CIRCULO DE ORIFICIOS	VUELTAS MANIVELA	A	B	C	D		
157	15	4/15	64	30	84	48	214	20	4 20	84	60	64	48
158	15	4/15	64	40	48	48	217	21	4 21	48	84	80	48
159	15	4/15	64	40	72	48	218	16	3 16	49	56	72	48
161	23	6/25	72	30	60	48	219	21	4 21	64	30	72	48
162	15	4.15	64	40	72	48	221	39	8 39	96	60	80	48
163	20	5/20	60	40	24	48	222	37	7 37	72	66	80	48
166	20	5/20	60	48	48	48	223	33	6 33	36	40	48	48
167	20	5/20	56	40	72	48	224	21	4 21	64	36	80	48
169	20	5/20	60	84	72	48	225	27	5 27	72	36	40	48
171	21	5/21	36	36	80	48	226	27	5/27	80	66	40	48
173	20	5/20	72	40	78	48	227	33	6/33	56	66	72	48
174	29	7/29	72	32	60	48	228	33	6/33	64	28	72	48
175	20	5/20	72	24	80	48	229	21	4 21	76	60	64	48
176	20	5/20	72	28	64	48	231	33	6/33	72	66	80	48
177	20	5/20	84	30	68	48	233	33	6 33	78	60	96	48
178	20	5/20	90	28	72	48	234	39	7 39	72	68	80	48
179	20	5/20	84	32	76	48	236	17	3 17	64	24	84	48
181	20	5/20	96	90	84	48	237	27	5 27	80	60	56	48
182	27	6/27	24	60	80	48	238	17	3 17	72	24	80	48
183	27	6/27	48	60	40	48	239	16	3 16	84	68	66	48
186	27	6/27	48	60	80	48	241	17	3 17	86	30	96	48
187	27	6/27	56	40	80	48	242	33	6/33	80	84	72	48
189	27	6/27	64	37	60	48	243	18	3 18	28	60	72	48
191	37	8/37	64	40	36	48	244	18	3 18	48	60	40	48
192	27	6/27	64	35	80	48	246	18	3 18	40	40	72	48
193	27	6/27	64	24	78	48	247	18	3 18	80	40	28	48
194	27	6/27	64	24	56	48	249	18	3 18	48	36	60	48
197	27	6/27	68	30	64	48	250	18	3 18	72	49	40	48
198	27	6/27	90	30	64	48	251	49	8/49	64	60	36	48
199	27	6/27	76	78	80	48	252	18	3/18	72	49	80	48
201	39	8/39	64	78	72	48	253	49	8/49	64	60	48	48
202	39	8/39	64	80	84	48	254	18	3/18	84	48	80	48
203	20	4/20	32	40	72	48	255	18	3/18	72	40	80	48
204	20	4/20	32	60	48	48	256	18	3/18	64	49	80	48
206	20	4/20	48	60	72	48	257	49	8/49	64	60	72	48
207	20	4/20	56	60	72	48	258	43	7/43	72	32	80	48
208	20	4/20	64	40	72	48	259	18	3/18	76	24	64	48
209	20	4/20	72	60	48	48	261	29	5/29	80	30	72	48
211	20	4/20	66	40	96	48	262	18	3/18	80	49	66	48
212	20	4/20	64	40	72	48	263	49	8 49	72	78	96	48
213	20	4/20	64	40	78	48	265	39	6 39	40	78	72	48

NUMERO DIVISIONES T	CIRCULO DE ORIFICIOS	VUELTAS MANIVELA	A	B	C	D	NUMERO DIVISIONES T	CIRCULO DE ORIFICIOS	VUELTAS MANIVELA	A	B	C	D
266	39	6/39	48	78	72	48	314	15	2/15	64	60	84	48
267	39	6/39	56	66	72	48	315	15	2/15	72	60	80	48
268	33	5/33	48	66	40	48	316	15	2/15	64	60	96	48
269	33	5/33	40	66	60	48	317	15	2/15	68	40	96	48
271	33	5/33	60	66	56	48	318	15	2/15	64	32	72	48
272	33	5/33	48	66	80	48	319	29	4/29	96	40	64	48
273	33	5/33	60	66	72	48	321	15	2/15	84	48	64	48
274	33	5/33	60	36	80	48	322	23	3/23	64	78	72	48
275	33	5/33	72	66	40	48	323	39	5/39	66	30	80	48
276	33	5/33	72	66	80	48	324	15	2/15	72	32	64	48
277	33	5/33	78	66	80	48	325	15	2/15	80	30	64	48
278	33	5/33	80	60	84	48	326	15	2/15	78	40	64	48
279	27	4/27	48	60	80	48	327	15	2/15	96	64	72	48
280	20	3/20	72	60	86	48	329	16	2/16	48	37	72	48
282	27	4/27	64	84	80	48	331	37	5/37	100	40	84	48
283	49	7/49	84	84	72	48	332	16	2/16	48	30	60	48
284	49	7/49	32	48	72	48	333	15	2/15	96	48	66	48
285	27	4/27	64	84	80	48	334	16	2/16	56	24	72	48
286	49	7/49	48	60	72	48	335	15	2/15	84	48	64	48
287	49	7/49	40	84	72	48	336	16	2/16	64	56	72	48
288	49	7/49	48	56	96	48	337	16	2/16	68	40	84	48
289	49	7/49	48	36	72	48	338	16	2/16	60	48	72	48
291	27	4/27	84	49	84	48	339	16	2/16	72	32	76	48
292	49	7/49	56	56	72	48	341	16	2/16	72	36	56	48
293	49	7/49	64	60	78	48	342	16	2/16	66	30	72	48
294	49	7/49	72	56	80	48	343	15	2/15	96	32	86	48
295	49	7/49	72	49	80	48	345	16	2/16	80	68	60	48
297	49	7/49	68	28	84	48	346	17	2/17	32	68	72	48
298	49	7/49	72	24	48	48	347	17	2/17	48	86	56	48
299	39	5/39	96	48	72	48	348	43	5/43	24	86	80	48
301	43	6/43	28	72	72	48	349	43	5/43	30	68	80	48
302	21	3/21	56	37	64	48	350	17	2/17	48	28	80	48
303	37	5/37	56	28	30	48	351	39	5/39	48	68	80	48
304	49	7/49	72	28	64	48	352	17	2/17	64	68	72	48
305	49	7/49	80	28	60	48	353	17	2/17	64	68	78	48
306	49	7/49	78	60	64	48	354	17	2/17	64	68	84	48
307	15	2/15	56	60	48	48	355	17	2/17	72	68	80	48
308	15	2/15	64	60	48	48	356	17	2/17	64	48	96	48
309	15	2/15	48	37	72	48	357	17	2/17	64	68	72	48
311	37	5/37	90	60	40	48	358	17	2/17	72	68	96	48
313	15	2/15	64	60	78	48	359	17	2/17	76	68	96	48

Número de Divisiones T	Círculo de Orificios	Vueltas de la Manivela	Rueda	Soporte núm. 1		Rueda	Ruedas Intermedias
				Rueda D	Rueda C	Rueda B	Rueda A
2				20			
3	39	13 1 3 3 9					
4				10			
5				8			
6	39	6 2 6 3 3 9					
7	49	5 3 5 4 4 9					
8				5			
9				4 1 2 2 2 7			
10				4			
11	33	3 2 1 3 3 9					
12	39	3 1 3 3 3 9					
13	39	3 3 9 3 3 9					
14	49	2 4 2 2 4 9					
15	39	2 3 9 2 3 9					
16	20	2 2 0 2 2 0					
17	17	2 1 7 2 2 7					
18	27	2 2 7 2 2 7					
19	19	2 2 1 1 2 9					
20		2					
21	21	1 1 9 1 2 1					
22	33	1 1 7 1 3 3					
23	23	1 1 7 1 2 3					
24	39	1 1 6 1 3 9					
25	20	1 1 2 1 2 0					
26	39	1 1 2 1 1 3 9					
27	27	1 1 3 1 2 7					
28	49	1 2 1 1 3 9					
29	29	1 1 1 1 2 9					

## Cabezal Divisor Universal BROWN & SHARPE



Número de Divisiones <b>T</b>	Círculo de Orificios	Vueltas de la Manivela	Rueda	Soporte núm. 1		Rueda	Ruedas Intermedias	
				Rueda	Rueda		Rueda	Rueda
				<b>C</b>	<b>B</b>		Soporte núm. 1	Soporte núm. 2
30	39	1 $\frac{1}{3}$ $\frac{9}{9}$						
31	31	1 $\frac{1}{3}$ $\frac{1}{1}$						
32	20	1 $\frac{5}{2}$ $\frac{0}{0}$						
33	33	1 $\frac{7}{3}$ $\frac{3}{3}$						
34	17	1 $\frac{3}{1}$ $\frac{7}{7}$						
35	49	1 $\frac{7}{4}$ $\frac{9}{9}$						
36	27	1 $\frac{3}{2}$ $\frac{7}{7}$						
37	37	1 $\frac{3}{3}$ $\frac{7}{7}$						
38	19	1 $\frac{1}{1}$ $\frac{9}{9}$						
39	39	1 $\frac{1}{3}$ $\frac{9}{9}$						
40		1						
41	41	4 $\frac{0}{0}$						
42	21	2 $\frac{0}{0}$						
43	43	4 $\frac{0}{0}$						
44	33	5 $\frac{0}{0}$						
45	27	2 $\frac{4}{4}$ $\frac{7}{7}$						
46	23	2 $\frac{0}{0}$						
47	47	4 $\frac{0}{0}$						
48	18	1 $\frac{5}{6}$ $\frac{8}{8}$						
49	49	4 $\frac{0}{0}$						
50	20	1 $\frac{6}{6}$ $\frac{0}{0}$						
51	17	1 $\frac{4}{7}$ $\frac{7}{7}$	24			48	24	44
52	39	3 $\frac{0}{0}$						
53	49	3 $\frac{5}{4}$ $\frac{9}{9}$	56	40	24	72		
54	27	2 $\frac{0}{0}$						
55	33	2 $\frac{4}{4}$ $\frac{3}{3}$						
56	49	3 $\frac{5}{4}$ $\frac{9}{9}$						

Número de Divisiones <b>T</b>	Círculo de Orificios	Vueltas de la Manivela	Rueda	Soporte núm. 1		Rueda	Ruedas Intermedias		
				Rueda	Rueda		Rueda	Rueda	
				<b>C</b>	<b>B</b>		Soporte núm. 1	Soporte núm. 2	
57	21	1 $\frac{5}{5}$ $\frac{1}{1}$				56			
58	29	2 $\frac{0}{0}$					40	24	44
59	39	2 $\frac{6}{6}$ $\frac{9}{9}$				48	32	44	
60	39	2 $\frac{6}{6}$ $\frac{9}{9}$				48	32	44	
61	39	2 $\frac{6}{6}$ $\frac{9}{9}$				48	32	44	
62	31	2 $\frac{1}{1}$					48	24	44
63	39	2 $\frac{9}{9}$ $\frac{1}{0}$				24	48	44	
64	16	1 $\frac{6}{6}$					48	44	
65	39	2 $\frac{4}{4}$ $\frac{9}{9}$					56	24	44
66	33	2 $\frac{0}{0}$					48	24	44
67	21	1 $\frac{2}{2}$ $\frac{1}{0}$				28	48	44	
68	17	1 $\frac{7}{7}$					56	24	44
69	20	1 $\frac{2}{0}$ $\frac{1}{2}$				40	40	24	
70	49	1 $\frac{9}{9}$					48	24	44
71	18	1 $\frac{0}{0}$ $\frac{8}{8}$				72			
72	27	1 $\frac{5}{5}$ $\frac{7}{7}$					48	24	44
73	21	1 $\frac{2}{2}$ $\frac{1}{1}$				28	48	44	
74	37	2 $\frac{0}{0}$ $\frac{7}{7}$					48	24	44
75	15	1 $\frac{5}{5}$ $\frac{0}{0}$					48	24	44
76	19	1 $\frac{0}{0}$					48	24	44
77	20	1 $\frac{0}{0}$				32	48	44	
78	39	2 $\frac{0}{0}$ $\frac{9}{9}$				48	24	44	
79	20	1 $\frac{0}{0}$				48	24	44	
80	20	1 $\frac{0}{0}$					48	24	44
81	20	1 $\frac{0}{0}$				48	24	44	
82	41	2 $\frac{0}{0}$ $\frac{1}{1}$					48	24	44
83	20	1 $\frac{0}{0}$				32	48	44	

Número de Divisiones T	Círculo de Orificios	Vueltas de la Manivela	Rueda	Soporte núm. 1		Rueda	Ruedas Intermedias	
				Rueda	Rueda		A	Soporte núm. 1
				C	B			Soporte núm. 2
84	21	1 0 2 1	D					
85	17	1 7 2 0						
86	43	4 3 4 3						
87	15	7 1 5	40			24	24	44
88	33	1 5 3 3						
89	18	8 1 8	72			32	44	
90	27	1 2 2 7						
91	39	1 8 3 9	24			48	24	44
92	23	1 0 2 3						
93	18	8 1 8	24			32	24	44
94	47	2 0 4 7						
95	19	8 1 9						
96	21	9 2 1	28			32	24	44
97	20	2 0 4 9	40			48	44	
98	49	2 0 4 9						
99	20	8 2 0	54	28	40	32		
100	20	8 2 0						
101	20	8 2 0	72	24	40	48		24
102	20	8 2 0	40			32	24	44
103	20	8 2 0	40			48	24	44
104	39	1 5 3 9						
105	21	8 2 1						
106	43	1 6 4 3	86	24	24	48		
107	20	8 2 0	40	56	32	64		24
108	27	1 0 2 7						
109	16	6 1 6	32			28	24	44
110	33	1 2 3 3						

Número de Divisiones T	Círculo de Orificios	Vueltas de la Manivela	Rueda	Soporte núm. 1		Rueda	Ruedas Intermedias	
				Rueda	Rueda		A	Soporte núm. 1
				C	B			Soporte núm. 2
111	39	1 3 3 9	24				72	32
112	39	1 3 3 9	24				64	44
113	39	1 3 3 9	24				56	44
114	39	1 3 3 9	24				48	44
115	23	2 3 1 0						
116	29	2 9 1 0						
117	39	1 3 3 9	24				24	56
118	39	1 3 3 9	48				32	44
119	39	1 3 3 9	72				24	44
120	39	1 3 3 9						
121	39	1 3 3 9	72					
122	39	1 3 3 9	48					
123	39	1 3 3 9	24					
124	31	3 1 1 0						
125	39	1 3 3 9	24				40	24
126	39	1 3 3 9	24				48	24
127	39	1 3 3 9	24				56	24
128	16	5 1 6						
129	39	1 3 3 9	24				72	24
130	39	1 2 3 9						
131	20	6 3 0	40				28	44
132	33	1 0 3 3						
133	21	6 2 1	24				48	44
134	21	6 2 1	28				48	44
135	27	5 2 7						
136	17	5 1 7						
137	21	6 2 1	28				24	56

Número de Divisiones <b>T</b>	Círculo de Orificios	Vueltas de la Manivela	Rueda D	Soporte númer. 1		Rueda A	Ruedas Intermedias	
				Rueda C	Rueda B		Rueda 1 Soporte númer. 1	Rueda 2 Soporte númer. 2
138	21	$\frac{6}{21}$	56			32	44	
139	21	$\frac{6}{21}$	56	32	48	24		
140	49	$\frac{14}{49}$						
141	18	$\frac{5}{18}$	48			40	44	
142	21	$\frac{6}{21}$	56			32	24	44
143	21	$\frac{6}{21}$	28			24	24	44
144	18	$\frac{5}{18}$						
145	29	$\frac{8}{29}$						
146	21	$\frac{6}{21}$	28			48	24	44
147	21	$\frac{6}{21}$	24			48	24	44
148	37	$\frac{10}{37}$						
149	21	$\frac{6}{21}$	28			72	24	44
150	15	$\frac{15}{15}$						
151	20	$\frac{5}{20}$	32			72	44	
152	19	$\frac{5}{19}$						
153	20	$\frac{5}{20}$	32			56	44	
154	20	$\frac{5}{20}$	32			48	44	
155	31	$\frac{8}{31}$						
156	39	$\frac{10}{39}$						
157	20	$\frac{5}{20}$	32			24	56	
158	20	$\frac{5}{20}$	48			24	44	
159	20	$\frac{5}{20}$	64	32	56	28		
160	20	$\frac{5}{20}$						
161	20	$\frac{5}{20}$	64	32	56	28		24
162	20	$\frac{5}{20}$	48			24	24	
163	20	$\frac{5}{20}$	32			24	24	44
164	41	$\frac{10}{41}$						

Número de Divisiones <b>T</b>	Círculo de Orificios	Vueltas de la Manivela	Rueda D	Soporte númer. 1		Rueda A	Ruedas Intermedias	
				Rueda C	Rueda B		Rueda 1 Soporte númer. 1	Rueda 2 Soporte númer. 2
165	33	$\frac{8}{33}$						
166	20	$\frac{5}{20}$	32				48	24
167	20	$\frac{5}{20}$	32				56	24
168	21	$\frac{5}{21}$					72	24
169	20	$\frac{5}{20}$	32					
170	17	$\frac{4}{17}$					40	24
171	21	$\frac{5}{21}$	56					
172	43	$\frac{10}{43}$						
173	18	$\frac{4}{18}$	72	56	32	64		
174	18	$\frac{4}{18}$	24			32	56	
175	18	$\frac{4}{18}$	72	40	32	64		
176	18	$\frac{4}{18}$	72	24	24	64		
177	18	$\frac{4}{18}$	72			48	24	
178	18	$\frac{4}{18}$	72			32	44	
179	18	$\frac{4}{18}$	72	24	48	32		
180	18	$\frac{4}{18}$	72					
181	18	$\frac{4}{18}$	72	24	48	32		24
182	18	$\frac{4}{18}$	72			32	24	44
183	18	$\frac{4}{18}$	48				32	24
184	23	$\frac{5}{23}$						
185	37	$\frac{6}{37}$						
186	18	$\frac{4}{18}$	48				64	24
187	18	$\frac{4}{18}$	72	48	24	56		24
188	47	$\frac{10}{47}$						
189	18	$\frac{4}{18}$	32				64	24
190	19	$\frac{4}{19}$						
191	20	$\frac{4}{20}$	40				72	24

Número de Divisiones	Círculo de Orificios	Vueltas de la Manivela	Rueda	Soporte núm. 1		Rueda	Ruedas Intermedias	
				Rueda	Rueda		A	Soporte núm. 1
		D	C	B	A			Soporte núm. 2
192	20	4 20	40			64	44	
193	20	4 20	40			56	44	
194	20	4 20	40			48	44	
195	39	8 39						
196	49	10 49						
197	20	4 20	40			24	56	
198	20	4 20	56	28	40	32		
199	20	4 20	100	40	64	32		
200	20	4 20						
201	20	4 20	72	24	40	24		24
202	20	4 20	72	24	40	48		24
203	20	4 20	40			24	24	44
204	20	4 20	40			32	24	44
205	41	8 41						
206	20	4 20	40			48	24	44
207	20	4 20	40			56	24	44
208	20	4 20	40			64	24	44
209	20	4 20	40			72	24	44
210	21	3 1						
211	16	3 16	64			28	44	
212	43	8 43	86	24	24	48		
213	27	5 27	72			40	44	
214	20	4 20	40	56	32	64		24
215	43	8 43						
216	27	5 27						
217	21	3 1	48			64	24	44
218	16	3 16	64			56	24	44

Número de Divisiones	Círculo de Orificios	Vueltas de la Manivela	Rueda	Soporte núm. 1		Rueda	Ruedas Intermedias	
				Rueda	Rueda		A	Soporte núm. 1
		D	C	B	A			Soporte núm. 2
219	21	4 21				28		
220	33	6 33					48	24
221	17	3 17				24		56
222	18	3 18				24	72	44
223	43	8 43				86	24	64
224	18	5 18				24		64
225	27	3 27				24		40
226	18	3 18				24		24
227	49	8 49				56	28	72
228	18	3 18				24		48
229	18	3 18				24		48
230	23	4 23					44	48
231	18	3 18				32		48
232	29	3 29						
233	18	3 18				48		56
234	18	3 18				24		56
235	47	8 47						
236	18	3 18				48		32
237	18	3 18				48		24
238	18	3 18				72		24
239	18	3 18				72	24	32
240	18	3 18						
241	18	3 18				72	64	32
242	18	3 18				72		24
243	18	3 18				64		24
244	18	3 18				48		24
245	49	8 49						44

Número de Divisiones	Círculo de Orificios	Vueltas de la Manivela	Rueda	Soporte núm. 1		Rueda	Ruedas Intermedias	
				Rueda	Rueda		A	Soporte núm. 1
		D	C	B	A			Soporte núm. 2
246	18	$\frac{3}{18}$	24			24	24	44
247	18	$\frac{3}{18}$	48			56	24	44
248	31	$\frac{5}{31}$						
249	18	$\frac{3}{18}$	32			48	24	44
250	18	$\frac{3}{18}$	24			40	24	44
251	18	$\frac{3}{18}$	48	44	32	64		24
252	18	$\frac{3}{18}$	24			48	24	44
253	33	$\frac{5}{33}$	24			40	56	
254	18	$\frac{3}{18}$	24			56	24	44
255	18	$\frac{3}{18}$	48	40	24	72		24
256	18	$\frac{3}{18}$	24			64	24	44
257	49	$\frac{8}{49}$	56	48	28	64		24
258	43	$\frac{7}{43}$	32			64	24	44
259	21	$\frac{8}{21}$	24			72	44	
260	39	$\frac{6}{39}$						
261	29	$\frac{4}{29}$	48	64	24	72		
262	20	$\frac{3}{20}$	40			28	44	
263	49	$\frac{3}{49}$	56	64	28	72		24
264	33	$\frac{5}{33}$						
265	21	$\frac{3}{21}$	56	40	24	72		
266	21	$\frac{3}{21}$	32			64	44	
267	27	$\frac{4}{27}$	72			32	44	
268	21	$\frac{3}{21}$	28			48	44	
269	20	$\frac{3}{20}$	64	32	40	28		24
270	27	$\frac{4}{27}$						
271	21	$\frac{3}{21}$	56			72	24	
272	21	$\frac{3}{21}$	56			64	24	

Número de Divisiones	Círculo de Orificios	Vueltas de la Manivela	Rueda	Soporte núm. 1		Rueda	Ruedas Intermedias	
				Rueda	Rueda		A	Soporte núm. 2
		D	C	B	A			
273	21	$\frac{3}{21}$	24					24
274	21	$\frac{3}{21}$	56					44
275	21	$\frac{3}{21}$	56					44
276	21	$\frac{3}{21}$	56					44
277	21	$\frac{3}{21}$	56					44
278	21	$\frac{4}{21}$	32	48	24			
279	27	$\frac{7}{27}$	24					44
280	49	$\frac{49}{49}$						
281	21	$\frac{3}{21}$	72	24	56	24		24
282	43	$\frac{6}{43}$	86	24	24	56		
283	21	$\frac{3}{21}$	56					44
284	21	$\frac{3}{21}$	56					44
285	21	$\frac{3}{21}$	56					44
286	21	$\frac{3}{21}$	56					44
287	21	$\frac{3}{21}$	24					44
288	21	$\frac{3}{21}$	28					44
289	21	$\frac{3}{21}$	56					44
290	29	$\frac{4}{29}$						
291	15	$\frac{2}{15}$	40					44
292	21	$\frac{3}{21}$	28					44
293	15	$\frac{2}{15}$	48	32	40	56		
294	21	$\frac{3}{21}$	24					44
295	15	$\frac{2}{15}$	48					44
296	37	$\frac{5}{37}$						
297	33	$\frac{4}{33}$	28	48	24	56		
298	21	$\frac{3}{21}$	28					44
299	23	$\frac{3}{23}$	24					44

Número de Divisiones T	Círculo de Orificios	Vueltas de la Manivela	Rueda	Soporte núm. 1		Rueda	Ruedas Intermedias	
				Rueda C	Rueda B		Rueda A	Soporte núm. 1
300	15	$\frac{6}{16}$						
301	43	$\frac{4}{13}$	24			48	24	44
302	16	$\frac{2}{16}$	32			72	24	
303	15	$\frac{2}{15}$	72	24	40	48		24
304	16	$\frac{2}{16}$	24			48	44	
305	15	$\frac{2}{15}$	48			32	24	44
306	15	$\frac{2}{15}$	40			32	24	44
307	15	$\frac{2}{15}$	72	48	40	56		24
308	16	$\frac{2}{16}$	32			48	44	
309	15	$\frac{2}{15}$	40			48	24	44
310	31	$\frac{4}{31}$						
311	16	$\frac{2}{16}$	64	24	24	72		
312	39	$\frac{5}{39}$						
313	16	$\frac{2}{16}$	32			28	56	
314	16	$\frac{2}{16}$	32			24	56	
315	16	$\frac{2}{16}$	64			40	24	
316	16	$\frac{2}{16}$	64			32	44	
317	16	$\frac{2}{16}$	64			24	44	
318	16	$\frac{2}{16}$	56	28	48	24		
319	29	$\frac{4}{29}$	48	64	24	72		24
320	16	$\frac{2}{16}$						
321	16	$\frac{2}{16}$	72	24	64	24		
322	23	$\frac{3}{23}$	32			64	24	44
323	16	$\frac{2}{16}$	64			24	24	44
324	16	$\frac{2}{16}$	64			32	24	44
325	16	$\frac{2}{16}$	64			40	24	44
326	16	$\frac{2}{16}$	32			24	24	44

Número de Divisiones T	Círculo de Orificios	Vueltas de la Manivela	Rueda	Soporte núm. 1		Rueda	Ruedas Intermedias	
				Rueda D	Rueda C		Rueda B	Rueda A
327	16	$\frac{2}{16}$	32					28
328	41	$\frac{5}{41}$						24
329	16	$\frac{2}{16}$	64	24	24	72		24
330	33	$\frac{3}{33}$						
331	16	$\frac{2}{16}$	64	44	24	48		24
332	16	$\frac{2}{16}$	32				72	44
333	18	$\frac{2}{18}$	24				56	24
334	16	$\frac{2}{16}$	32				56	44
335	33	$\frac{3}{33}$	72	48	44	40		24
336	16	$\frac{2}{16}$	32				64	24
337	43	$\frac{5}{43}$	86	40	32	56		
338	16	$\frac{2}{16}$	32				72	24
339	18	$\frac{2}{18}$	24				56	44
340	17	$\frac{2}{17}$						
341	43	$\frac{5}{43}$	86	24	32	40		
342	18	$\frac{2}{18}$	32				64	44
343	15	$\frac{2}{15}$	40	64	24	86		24
344	43	$\frac{5}{43}$						
345	18	$\frac{2}{18}$	24				40	56
346	18	$\frac{2}{18}$	72	56	32	64		
347	43	$\frac{5}{43}$	86	24	32	40		24
348	18	$\frac{2}{18}$	24				32	56
349	18	$\frac{2}{18}$	72	44	24	48		
350	18	$\frac{2}{18}$	72	40	32	64		
351	18	$\frac{2}{18}$	24				24	56
352	18	$\frac{2}{18}$	72	24	24	64		
353	18	$\frac{2}{18}$	72				56	24

Número de Divisiones T	Círculo de Orificios	Vueltas de la Manivela	Rueda	Soporte núm. 1		Rueda	Ruedas Intermedias	
				Rueda	Rueda		Rueda	Soporte núm. 1
				D	C	B	A	Soporte núm. 2
354	18	$\frac{2}{18}$	72			48	24	
355	18	$\frac{2}{18}$	72			40	24	
356	18	$\frac{2}{18}$	72			32	24	
357	18	$\frac{2}{18}$	72			24	44	
358	18	$\frac{2}{18}$	72	32	48	24		
359	43	$\frac{5}{43}$	86	48	32	100		24
360	18	$\frac{2}{18}$						
361	19	$\frac{2}{19}$	32			64	44	
362	18	$\frac{2}{18}$	72	28	56	32		24
363	18	$\frac{2}{18}$	72			24	24	44
364	18	$\frac{2}{18}$	72			32	24	44
365	20	$\frac{1}{20}$	32	48	24	56		
366	18	$\frac{2}{18}$	48			32	24	44
367	18	$\frac{2}{18}$	72			56	24	24
368	18	$\frac{2}{18}$	72	24	24	64		24
369	41	$\frac{4}{41}$	32	56	28	64		
370	37	$\frac{4}{37}$						
371	21	$\frac{2}{21}$	32	56	24	64		
372	18	$\frac{2}{18}$	48			64	24	44
373	20	$\frac{2}{20}$	40	48	32	72		
374	18	$\frac{2}{18}$	72	64	32	56		24
375	18	$\frac{2}{18}$	24			40	24	44
376	47	$\frac{5}{47}$						
377	29	$\frac{3}{29}$	24			24	56	
378	18	$\frac{2}{18}$	32			64	24	44
379	20	$\frac{2}{20}$	48	56	40	72		
380	19	$\frac{2}{19}$						

Número de Divisiones T	Círculo de Orificios	Vueltas de la Manivela	Rueda	Soporte núm. 1		Rueda	Ruedas Intermedias	
				Rueda	Rueda		Rueda	Soporte núm. 1
				D	C	B	A	Soporte núm. 2
381	18	$\frac{2}{18}$	24				56	24
382	20	$\frac{2}{20}$	40				72	24
383	20	$\frac{2}{20}$	40				68	44
384	20	$\frac{2}{20}$	40				64	44
385	20	$\frac{2}{20}$	32				48	44
386	20	$\frac{2}{20}$	40				56	44
387	43	$\frac{4}{43}$	32	56	28		64	
388	20	$\frac{2}{20}$	40				48	44
389	20	$\frac{2}{20}$	40				44	56
390	39	$\frac{4}{39}$						
391	20	$\frac{2}{20}$	48	24	40	72		
392	49	$\frac{5}{49}$						
393	20	$\frac{2}{20}$	40				28	44
394	20	$\frac{2}{20}$	40				24	56
395	20	$\frac{2}{20}$	64				32	44
396	20	$\frac{2}{20}$	56	28	40	32		
397	20	$\frac{2}{20}$	64	24	40	32		
398	20	$\frac{2}{20}$	100	40	64	32		
399	21	$\frac{2}{21}$	32				64	44
400	20	$\frac{2}{20}$						
401	21	$\frac{2}{21}$	56	32	24	76		
402	21	$\frac{2}{21}$	28				48	44
403	20	$\frac{2}{20}$	64	24	40	32		
404	20	$\frac{2}{20}$	72	24	40	48		
405	20	$\frac{2}{20}$	64					
406	20	$\frac{2}{20}$	40				32	24
407	20	$\frac{2}{20}$	40				24	44

Número de Divisiones <b>T</b>	Círculo de Orificios	Vueltas de la Manivela	Rueda <b>D</b>	Soporte núm. 1		Rueda <b>A</b>	Ruedas Intermedias	
				Rueda <b>C</b>	Rueda <b>B</b>		Soporte núm. 1	Soporte núm. 2
408	20	$\frac{2}{2}$ $\frac{2}{0}$	40			32	24	44
409	20	$\frac{2}{2}$ $\frac{2}{0}$	40	24	32	48		24
410	41	$\frac{4}{4}$ $\frac{1}{1}$						
411	21	$\frac{2}{2}$ $\frac{1}{1}$	28			24	56	
412	20	$\frac{2}{2}$ $\frac{2}{0}$	40			48	24	44
413	21	$\frac{2}{2}$ $\frac{1}{1}$	48			32	44	
414	21	$\frac{2}{2}$ $\frac{1}{1}$	56			32	44	
415	20	$\frac{2}{2}$ $\frac{2}{0}$	32			48	24	44
416	20	$\frac{2}{2}$ $\frac{2}{0}$	40			74	24	44
417	21	$\frac{2}{2}$ $\frac{1}{1}$	56	32	48	24		
418	20	$\frac{2}{2}$ $\frac{2}{0}$	40			72	24	44
419	33	$\frac{3}{3}$ $\frac{3}{3}$	44	28	24	72		
420	21	$\frac{2}{2}$ $\frac{1}{1}$						
421	20	$\frac{2}{2}$ $\frac{2}{0}$	48	56	40	72		24
422	20	$\frac{2}{2}$ $\frac{2}{0}$	40	44	32	64		24
423	21	$\frac{2}{2}$ $\frac{1}{1}$	72	24	56	48		24
424	43	$\frac{4}{3}$ $\frac{3}{3}$	86	24	24	48		
425	21	$\frac{2}{2}$ $\frac{1}{1}$	72	48	56	40		24
426	21	$\frac{2}{2}$ $\frac{1}{1}$	56			32	24	44
427	20	$\frac{2}{2}$ $\frac{2}{0}$	40	48	32	72		24
428	20	$\frac{2}{2}$ $\frac{2}{0}$	40	56	32	64		24
429	21	$\frac{2}{2}$ $\frac{1}{1}$	28			24	24	44
430	43	$\frac{4}{3}$ $\frac{3}{3}$						
431	21	$\frac{2}{2}$ $\frac{1}{1}$	72	44	28	48		24
432	20	$\frac{2}{2}$ $\frac{2}{0}$	40	56	28	64		24
433	20	$\frac{2}{2}$ $\frac{2}{0}$	40	44	24	72		24
434	21	$\frac{2}{2}$ $\frac{1}{1}$	48			64	24	44

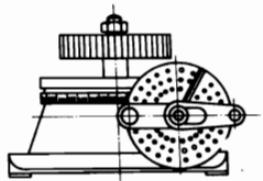
Número de Divisiones <b>T</b>	Círculo de Orificios	Vueltas de la Manivela	Rueda <b>D</b>	Soporte núm. 1		Rueda <b>A</b>	Ruedas Intermedias	
				Rueda <b>C</b>	Rueda <b>B</b>		Soporte núm. 1	Soporte núm. 2
435	21	$\frac{2}{2}$ $\frac{1}{1}$	28				40	24
436	20	$\frac{2}{2}$ $\frac{2}{0}$	40			48	24	24
437	23	$\frac{2}{2}$ $\frac{3}{3}$	32			1	64	44
438	21	$\frac{2}{2}$ $\frac{1}{1}$	28				48	24
439	43	$\frac{4}{3}$ $\frac{3}{3}$	86			24	72	24
440	33	$\frac{3}{3}$ $\frac{3}{3}$						
441	21	$\frac{2}{2}$ $\frac{1}{1}$	32				64	24
442	20	$\frac{2}{2}$ $\frac{2}{0}$	40			56	24	24
443	20	$\frac{2}{2}$ $\frac{2}{0}$	40			48	24	86
444	21	$\frac{2}{2}$ $\frac{1}{1}$	56			24	64	24
445	33	$\frac{3}{3}$ $\frac{3}{3}$	64			32	44	40
446	33	$\frac{3}{3}$ $\frac{3}{3}$	44				24	24
447	21	$\frac{2}{2}$ $\frac{1}{1}$	28				72	24
448	20	$\frac{2}{2}$ $\frac{2}{0}$	40			64	24	72
449	33	$\frac{3}{3}$ $\frac{3}{3}$	64			32	44	72
450	33	$\frac{3}{3}$ $\frac{3}{3}$	44				40	24
451	33	$\frac{3}{3}$ $\frac{3}{3}$	24				24	24
452	33	$\frac{3}{3}$ $\frac{3}{3}$	44				48	24
453	33	$\frac{3}{3}$ $\frac{3}{3}$	44				52	24
454	49	$\frac{4}{9}$ $\frac{4}{9}$	56			28	72	
455	49	$\frac{4}{9}$ $\frac{4}{9}$	28			40	32	
456	21	$\frac{2}{2}$ $\frac{1}{1}$	56			24	72	24
457	33	$\frac{3}{3}$ $\frac{3}{3}$	44				68	24
458	33	$\frac{3}{3}$ $\frac{3}{3}$	44				72	24
459	27	$\frac{2}{2}$ $\frac{2}{2}$	24			48	24	72
460	23	$\frac{2}{2}$ $\frac{2}{3}$	44			24	72	24
461	33	$\frac{3}{3}$ $\frac{3}{3}$	44			28	72	24

Número de Divisiones T	Círculo de Orificios	Vuelertas de la Manivela	Rueda	Soporte núm. 1		Rueda	Ruedas Intermedias	
				Rueda D	Rueda C		Rueda B	A
462	33	$\frac{3}{3}$	32			64	24	44
463	21	$\frac{2}{2}$	56	64	24	86		24
464	33	$\frac{3}{3}$	44	48	28	56		24
465	33	$\frac{3}{3}$	44	24	24	100		24
466	49	$\frac{4}{4}$	56	48	28	64		
467	33	$\frac{3}{3}$	44	48	32	72		24.
468	39	$\frac{3}{3}$	28	48	24	56		
469	49	$\frac{4}{4}$	28			48	44	
470	47	$\frac{4}{4}$						
471	49	$\frac{4}{4}$	56	32	28	76		
472	49	$\frac{4}{4}$	56	32	28	72		
473	33	$\frac{3}{3}$	48	64	32	72		24
474	49	$\frac{4}{4}$	56	32	28	64		
475	49	$\frac{4}{4}$	56	40	28	48		
476	49	$\frac{4}{4}$	56			64	24	
477	27	$\frac{2}{2}$	24	48	24	56		
478	49	$\frac{4}{4}$	56	24	28	64		
479	49	$\frac{4}{4}$	56	32	28	44		
480	49	$\frac{4}{4}$	56	32	28	40		
481	37	$\frac{3}{3}$	24			24	56	
482	33	$\frac{3}{3}$	44	56	24	72		24
483	49	$\frac{4}{4}$	56			32	44	
484	49	$\frac{4}{4}$	56	24	28	32		
485	23	$\frac{2}{2}$	46	24	24	100		24
486	27	$\frac{2}{2}$	32	56	28	64		
487	39	$\frac{3}{3}$	24	72	52	44		
488	33	$\frac{3}{3}$	44	64	24	72		24

Número de Divisiones T	Círculo de Orificios	Vuelertas de la Manivela	Rueda	Soporte núm. 1		Rueda	Ruedas Intermedias	
				Rueda D	Rueda C		Rueda B	A
489	23	$\frac{2}{2}$	46	58	32	64		24
490	49	$\frac{4}{4}$						
491	33	$\frac{3}{3}$	44	68	24	72		24
492	41	$\frac{3}{4}$	28	48	24	56		
493	29	$\frac{2}{2}$	32	64	24	72		
494	39	$\frac{3}{3}$	32			64	44	
495	27	$\frac{2}{2}$	32	40	24	64		
496	49	$\frac{4}{4}$	56	24	28	32		24
497	49	$\frac{4}{4}$	56			32	24	44
498	27	$\frac{2}{2}$	48	56	24	64		
499	49	$\frac{4}{4}$	56	24	28	48		24
500	49	$\frac{4}{4}$	56	32	28	40		24
501	49	$\frac{4}{4}$	56	32	28	44		24
502	49	$\frac{4}{4}$	56	32	28	48		24
503	23	$\frac{2}{2}$	46	64	32	86		24
504	49	$\frac{4}{4}$	56			64	24	24
505	49	$\frac{4}{4}$	56	40	28	48		24
506	49	$\frac{4}{4}$	56	32	28	64		24
507	39	$\frac{3}{3}$	24			24		56
508	49	$\frac{4}{4}$	56	32	28	72		24
509	49	$\frac{4}{4}$	56	32	28	76		24
510	49	$\frac{4}{4}$	56	40	28	64		24
511	49	$\frac{4}{4}$	28			48	24	44
512	49	$\frac{4}{4}$	56	44	28	64		24
513	27	$\frac{2}{2}$	32			64	44	
514	49	$\frac{4}{4}$	56	48	28	64		24
515	27	$\frac{2}{2}$	72	32	24	100		

Número de Divisiones T	Círculo de Orificios	Vueltas de la Manivela	Rueda	Soporte núm. 1		Rueda	Ruedas Intermedias	
				Rueda D	Rueda C	Rueda B	A	Soporte núm. 1 Soporte núm. 2
516	43	$\frac{3}{4}$	32	56	28	64		
517	49	$\frac{4}{9}$	56	48	28	72		24
518	49	$\frac{4}{9}$	28			64	24	44
519	27	$\frac{2}{7}$	72	56	32	64		
520	39	$\frac{3}{9}$						
521	27	$\frac{2}{7}$	72	76	48	64		
522	29	$\frac{2}{9}$	48	64	24	72		
523	27	$\frac{2}{7}$	72	68	48	64		
524	27	$\frac{2}{7}$	72	32	24	64		
525	27	$\frac{2}{7}$	72	40	32	64		
526	49	$\frac{4}{9}$	56	64	28	72		24
527	31	$\frac{3}{11}$	32	64	24	72		
528	27	$\frac{2}{7}$	72	24	24	64		
529	27	$\frac{2}{7}$	72	44	48	64		
530	15	$\frac{1}{5}$	24	56	32	64		
531	27	$\frac{2}{7}$	72			48	24	
532	27	$\frac{2}{7}$	72	32	48	64		
533	27	$\frac{2}{7}$	72	32	48	56		
534	27	$\frac{2}{7}$	72			32	44	
535	27	$\frac{2}{7}$	72	32	48	40		
536	39	$\frac{3}{9}$	52			64	24	44
537	27	$\frac{2}{7}$	72	28	56	32		
538	29	$\frac{2}{9}$	58	56	24	72		
539	49	$\frac{4}{9}$	28	48	24	56		24
540	27	$\frac{2}{7}$						
541	39	$\frac{3}{9}$	52	56	32	48		24
542	39	$\frac{3}{9}$	52	44	32	64		24

Número de Divisiones T	Círculo de Orificios	Vueltas de la Manivela	Rueda	Soporte núm. 1		Rueda	Ruedas Intermedias	
				Rueda D	Rueda C	Rueda B	A	Soporte núm. 1 Soporte núm. 2
543	27	$\frac{2}{7}$	72	24	48	32		24
544	15	$\frac{1}{5}$	40	56	24	64		
545	15	$\frac{1}{5}$	32	44	24	64		
546	39	$\frac{3}{9}$	32				64	24
547	27	$\frac{2}{7}$	72	32	48	56		24
548	27	$\frac{2}{7}$	72	32	48	64		24
549	27	$\frac{2}{7}$	72				48	24
550	15	$\frac{1}{5}$	32	40	24	64		
551	29	$\frac{2}{9}$	32				64	44
552	27	$\frac{2}{7}$	72	24	24	64		24
553	49	$\frac{4}{9}$	28	48	24	72		24
554	27	$\frac{2}{7}$	72	56	48	64		24
555	15	$\frac{1}{5}$	24				72	44
556	15	$\frac{1}{5}$	24	44	40	64		
557	15	$\frac{1}{5}$	40	32	24	86		
558	27	$\frac{2}{7}$	48				64	24
559	39	$\frac{3}{9}$	24				72	24
560	43	$\frac{3}{9}$	86	40	32	64		
561	27	$\frac{2}{7}$	72	56	32	64		24
562	27	$\frac{2}{7}$	72	44	24	64		24
563	29	$\frac{3}{9}$	58				68	44
564	43	$\frac{3}{9}$	86	24	24	56		
565	15	$\frac{1}{5}$	24				56	44
566	43	$\frac{3}{9}$	86	24	24	44		
567	15	$\frac{1}{5}$	32	44	40	64		
568	15	$\frac{1}{5}$	40	32	24	64		
569	29	$\frac{2}{9}$	58				44	24
570	15	$\frac{1}{5}$	32				64	44



# PLATO DIVISOR TIPO MESA

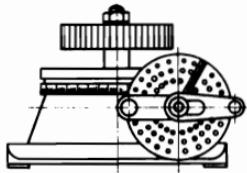
## Tabla para divisores con Relación 1:60

N.º divisiones	N.º orificios	VUELTAS ORIFICIOS										
2	30	23 23	2.14/23	44	33	1.12/33	69	23	20/23			
3	20	24 20	2.10/20	45	33	1.11/33	70	21	18/21			
4	15	25 20	2. 8/20	46	23	1. 7/23	71	18	15/18			
5	12	26 39	2.12/39	47	47	1.13/47	72	37	30/37			
6	10	27 27	2. 6/27	48	20	1. 5/20	75	20	16/20			
7	21	8.12/21	28 21	2. 3/21	49	49	1.11/49	76	19	15/19		
8	24	7.12/24	29 29	2. 2/29	50	26	1. 4/26	78	39	30/39		
9	27	6.18/27	30	2	51	17	1. 3/17	80	20	15/20		
10	6	31 31	1.29/31	52	39	1. 6/39	81	27	20/27			
11	33	5.15/33	32 24	1.21/24	54	27	1. 3/27	82	41	30/41		
12	5	33 33	1.27/33	55	33	1. 3/33	84	21	15/21			
13	39	4.24/39	34 17	1.13/17	56	28	1. 2/28	85	17	12/17		
14	21	4. 6/21	35 21	1.15/21	57	19	1. 1/19	86	43	30/43		
15	4	36 39	1.26/39	58	29	1. 1/29	87	29	20/29			
16	20	3.15/20	37 37	1.23/37	60	1	88	22	15/22			
17	17	3. 9/17	38 19	1.11/19	62	31	30/31	90	39	26/39		
18	39	3.13/39	39 39	1.21/39	63	21	20/21	92	23	15/23		
19	19	3. 3/19	40 20	1.10/20	64	16	15/16	93	31	20/31		
20	1	3	41 41	1.19/41	65	39	36/39	94	47	30/47		
21	21	2.18/21	42 21	1. 9/21	66	33	30/33	95	19	12/19		
22	33	2.24/33	43 43	1.17/43	68	17	15/17	96	16	10/16		

# PLATO DIVISOR TIPO MESA

## Tabla para divisores con Relación 1:60 (Continuación)

N.º divisiones	N.º orificios	VUELTAS ORIFICIOS									
98	49	30/49	140	21	9/21	200	20	6/20	310	31	6/31
99	30	20/30	144	24	10/24	204	17	5/17	320	16	3/16
100	20	12/20	145	29	12,29	205	41	12/41	330	33	6/33
102	17	10/17	147	49	20/49	210	21	6/21	340	17	3/17
104	26	15/26	148	37	15,37	215	43	12/43	345	23	4/23
105	21	12/21	150	20	8/20	216	18	5/18	360	18	3/18
108	27	15/27	155	31	12/31	220	33	9/33	370	37	6/37
110	33	16/33	156	26	10/26	222	27	10/27	372	31	5/31
111	37	20/37	158	79	30/79	225	15	4/15	380	19	3/19
114	19	10/19	160	16	6/16	228	19	5/19	390	39	6/39
115	23	12/23	164	41	15/41	230	23	6/23	400	20	3/20
116	29	15/29	165	33	12/33	234	39	10/39	410	41	6/41
117	39	20/39	170	17	6/17	235	47	12/47	420	21	3/21
120	20	10/20	172	43	15/43	240	20	5/20	430	43	6/43
123	41	20/41	174	29	10/29	245	49	12/49	440	22	3/22
124	31	15/31	180	18	6/18	260	39	9/39	450	15	2/15
126	21	10/21	185	37	12/37	264	44	10/44	460	23	3/23
129	43	20/43	188	47	15/47	270	27	6/27	470	47	6/47
130	39	18/39	190	19	6/19	276	23	5/23	480	16	2/16
132	33	15/33	192	16	5/16	280	14	3/14	510	17	2/17
135	18	8/18	195	39	12/39	290	29	6/29	540	27	3/27
138	23	10/23	196	49	15/49	300	20	4/20	900	20	2/20



# PLATO DIVISOR TIPO MESA

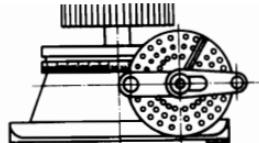
## Tabla para divisores con Relación 1:80

N.º divisiones	N.º orificios	VUELTAS ORÍFICIOS									
2	40	23	23	3.11/23	44	37	1.27/37	75	15	1.1/15	
3	39	26.26/39	24	39	3.13/39	45	18	1.14/18	76	19	1.1/19
4	20	25	20	3. 4/20	46	23	1.17/23	78	39	1.1/39	
5	16	26	39	3. 3/39	47	47	1.33/47	80		1	
6	39	13.13/39	27	27	3.26/27	48	39	1.26/39	82	41	40/41
7	21	11. 9/21	28	21	2.18/21	49	49	1.31/49	84	21	20/21
8	10	29	29	2.22/29	50	20	1.12/20	85	17	16/17	
9	18	9.16/18	30	39	2.16/39	52	39	1.21/39	86	43	40/43
10	8	31	31	2.18/31	54	27	1.13/27	88	33	30/33	
11	33	7. 9/33	32	20	2.10/20	55	33	1.15/33	90	27	24/27
12	18	6.12/18	33	33	2.14/33	56	24	1. 9/24	92	23	20/23
13	39	6. 6/39	34	17	2. 6/17	58	29	1.11/29	94	47	40/47
14	21	5.15/21	35	21	2. 6/21	60	18	1. 6/18	96	18	15/18
15	15	5. 6/15	36	18	2. 4/18	62	31	1. 9/31	98	49	40/49
16	5	37	37	2. 6/37	64	20	1. 5/20	100	20	16/20	
17	17	4.12/17	38	19	2. 2/19	65	39	1. 9/39	104	39	30/39
18	18	4. 8/18	39	39	2. 2/39	66	33	1. 7/33	105	21	16/21
19	19	4. 4/19	40		2	68	17	1. 3/17	108	27	20/27
20	4	41	41	1.39/41	70	21	1. 3/21	110	33	24/33	
21	21	3.11/21	42	21	1.19/21	72	18	1. 2/18	112	21	15/21
22	33	3.21/33	43	43	1.37/43	74	37	1. 3/37	114	23	16/23

# PLATO DIVISOR TIPO MESA

## Tabla para divisores con Relación 1:80 (Continuación)

N.º divisiones	N.º orificios	VUELTAS ORÍFICIOS									
116	29	20/29	184	23	10/23	270	27	8/27	410	41	8/41
120	39	26/39	185	37	16/37	272	17	5/17	420	21	4/21
124	31	30/31	188	47	20/47	280	21	6/21	430	43	8/43
128	16	10/16	190	19	8/19	288	18	5/18	440	33	6/33
130	39	24/39	195	39	16/39	290	29	8/29	460	23	4/23
132	33	20/33	196	49	20/49	296	37	10/37	470	47	8/47
135	27	16/27	200	20	8/20	300	15	4/15	480	18	3/18
136	17	10/17	205	41	16/41	304	19	5/19	490	49	8/49
140	21	12/21	208	39	15/39	310	51	8/51	500	25	4/25
144	27	15/27	210	21	8/21	312	39	10/39	520	39	6/39
145	29	16/29	215	43	16/43	320	16	4/16	540	27	4/27
148	37	20/37	216	27	10/27	328	41	10/41	560	21	3/21
150	15	8/15	220	33	12/33	330	33	8/33	580	29	4/29
152	19	10/19	225	45	16/45	336	21	3/21	600	15	2/15
155	31	16/31	230	23	8/23	340	17	4/17	620	31	4/31
156	39	20/39	232	29	10/29	344	43	10/43	640	16	2/16
160	16	8/16	235	47	16/47	360	18	4/18	660	33	4/33
164	41	20/41	240	18	6/18	368	23	5/23	680	17	2/17
168	21	10/21	245	49	16/49	370	37	8/37	720	18	2/18
170	17	8/17	248	31	10/31	376	47	10/47	800	20	2/20
172	43	20/43	250	25	8/25	380	19	4/19	—	—	—
176	33	15/33	256	16	5/16	390	59	8/59	—	—	—
180	18	8/18	260	39	12/39	400	20	4/20	—	—	—



# PLATO DIVISOR TIPO MESA

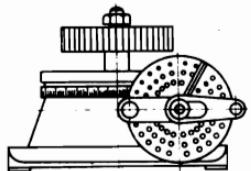
## Tabla para divisores con Relación 1:120

N.º divisiones	N.º orificios	VUELTAS ORIFICIOS	N.º divisiones	N.º orificios	VUELTAS ORIFICIOS	N.º divisiones	N.º orificios	VUELTAS ORIFICIOS
5	24	34 17 3. 9/17	63	21	1.19/21	94	47	1.13/47
6	20	35 49 3.21/49	64	16	1.14/16	95	19	1. 5/19
7 21	17. 3/21	36 33 3.11/33	65	39	1.33/39	96	20	1. 5/20
8	15	37 37 3. 9/37	66	33	1.27/33	97	97	1.23/97
9 18	13. 6/18	38 19 3. 3/19	67	67	1.53/67	98	49	1.11/49
10	12	39 39 3. 3/39	68	17	1.13/17	99	33	1. 7/33
11 22	10.20/22	40 . . . . .	69	23	1.17/23	100	20	1. 4/20
12	10	41 .41 2.38/41	70	49	1.35/49	102	17	1. 3/17
13 39	9. 9/39	42 21 2.18/21	71	71	1.49/71	104	39	1. 6/39
14 49	8.28/49	43 43 2.34/43	72	39	1.26/39	105	21	1. 3/21
15	8	44 33 2.24/33	73	73	1.47/73	106	53	1. 7/53
16 20	7.10/20	45 39 2.26/39	74	37	1.23/37	108	27	1. 3/27
17 17	7. 1/17	46 23 2.14/23	75	20	1.12/20	110	33	1. 3/33
18 39	6.26/39	47 47 2.26/47	76	19	1.11/19	111	37	1. 3/37
19 19	6. 6/19	48 20 2.10/20	77	77	1.43/77	112	28	1. 2/28
20	6	49 .49 2.22/49	78	39	1.21/39	114	19	1. 1/19
21 49	5.35/49	50 20 2. 8/20	80	20	1.10/20	115	23	1. 1/23
22 33	5.15/33	51 17 2. 6/17	81	27	1.13/27	116	29	1. 1/29
23 25	5. 5/23	52 39 2.12/39	82	41	1.19/41	117	39	1. 1/39
24	5	53 53 2.14/53	83	83	1.37/83	118	59	1. 1/59
25 20	4.16/20	54 27 2. 6/27	84	49	1.21/49	120	. . . . .	
26 39	4.24/39	55 33 2. 6/33	85	17	1. 7/17	122	61	60/61
27 27	4.12/27	56 49 2. 7/49	86	43	1.17/43	124	31	30/31
28 49	4.14/49	57 19 2. 2/19	87	29	1.11/29	125	25	24/25
29 29	4. 4/29	58 29 2. 2/29	88	33	1.12/33	126	21	20/21
30	4	59 59 2. 2/59	89	89	1.31/89	127	27	20/27
31 31	3.27/31	60 . . . . .	90	39	1.13/39	128	16	15/16
32 20	3.15/20	61 61 1.59/61	92	23	1. 7/23	129	43	40/43
33 33	3.21/33	62 31 1.29/31	93	31	1. 9/31	130	39	36/39

# PLATO DIVISOR TIPO MESA

## Tabla para divisores con Relación 1:120 (Continuación)

N.º divisiones	N.º orificios	VUELTAS ORIFICIOS									
132	33	31 . . . . .	183	61	40 61	245	49	24 49	335	67	4 . . . . .
134	67	60 67	184	23	15 23	246	41	20 41	340	17	6 17
135	27	24 27	185	37	24 . . . . .	248	31	15 31	344	43	15 43
136	17	15 . . . . .	186	31	20 31	250	25	12 25	345	23	8 23
138	23	20/23	188	47	30/47	252	21	10/21	348	29	10/29
140	49	42/49	190	19	12/19	255	17	8/17	350	35	12/35
141	47	40/47	192	16	10/16	256	33	15/33	354	59	20/59
142	70	60/70	195	39	24 . . . . .	258	43	20/43	360	18	6/18
144	18	15/18	196	49	30/49	260	13	6/13	370	37	12/37
145	29	24/29	198	33	20/33	264	33	15 33	380	19	6/19
146	75	70/73	200	20	12/20	265	53	24 53	390	39	12/39
147	49	40/49	201	67	40/67	267	89	43 89	400	20	6/20
148	37	30/37	204	17	10/17	268	67	30/47	419	41	12/41
150	20	16/20	205	41	24/41	270	27	12/27	420	21	6/21
152	19	15/19	207	69	40/69	276	23	10/23	430	43	12/43
153	51	40/51	208	20	15/20	280	49	21 49	440	22	6 22
154	77	60/77	210	49	28 49	282	47	20/47	450	15	4.15
155	31	24 31	212	53	30/53	284	71	30/71	460	23	6 23
156	39	30/39	213	71	40/71	285	19	8/19	470	47	12/47
158	79	60/79	215	43	24 43	288	24	10/24	480	20	5 20
159	53	40/53	216	27	15/27	290	29	12 29	490	49	12/49
160	16	13 16	219	73	40/73	292	73	30/73	500	25	6 25
162	27	20/27	220	55	30/55	294	49	20 49	510	17	4 17
164	41	30/41	222	37	20/37	295	59	23 59	520	39	9 39
165	33	24 33	225	15	8/15	296	37	15 37	530	53	12 53
166	83	61 83	228	19	10/19	300	20	8 20	540	27	6 22
168	21	15 21	230	23	12/23	305	61	24 61	550	55	12 55
170	17	12 17	231	79	40 79	308	77	30 77	600	20	4 20
172	43	30 43	232	29	15 29	310	31	12 31	700	35	6 35
175	35	24 35	234	39	20 39	312	39	15 39	800	20	3 20
176	22	15 22	235	47	24 47	315	21	8 21	900	15	2 15
177	59	40 59	236	59	30 59	318	53	20 53	1000	25	3 25
178	89	60 89	237	79	40 79	320	16	6 16	—	—	—
180	39	26 39	240	20	10 20	328	41	15 41	—	—	—
182	91	60 91	244	61	30 61	330	33	12 33	—	—	—



# PLATO DIVISOR TIPO MESA

## Tabla para divisores con Relación 1:180

N.º divisiones	N.º orificios	VUELTAS ORIFICIOS									
11	33	16.12 33	38	19	4. 32 37	64	16	2.13 16	92	23	1.22 23
12		15	39	39	4.24/39	66	33	2.24/33	94	47	1.43 47
13	39	1.33 39	40	20	4.10/20	67	67	2.47/67	95	19	1.17/19
14	49	12.42/49	41	41	4.16/41	68	17	2.11/17	96	16	1.14/16
15		12	42	21	4. 6/21	69	23	2.14/23	98	49	1.41/49
16	16	11. 4/16	43	43	4. 8/43	70	49	2.28/49	99	33	1.27/33
17	17	10.10/17	44	35	4. 3/35	71	71	2.38/71	100	20	1.16/20
18		10	45		4	72	20	2.10/20	102	17	1.13/17
19	19	9. 9/19	46	23	3.31/23	73	73	2.34/73	104	26	1.19/26
20		9	47	47	3.29/47	74	37	2.16/37	105	49	1.35/49
21	49	8.25/49	48	20	3.15 20	75	20	2. 6/20	106	53	1.37/53
22	33	8. 6/33	49	49	3.33/49	76	19	2. 7/19	108	27	1.18/27
23	23	7.19/23	50	20	3.12/20	77	77	2.26/77	110	31	1.21/31
24	20	7.10/20	51	17	3.19/17	78	39	2.12/39	111	37	1.23/37
25	20	7. 4/20	52	39	3.18/39	79	70	2.22/70	112	20	1. 7/20
26	39	7.36/39	53	53	3.21/53	80	20	2. 5/20	114	19	1.19/19
27	27	6.18/27	54	27	3. 9/27	81	27	2. 6/27	115	23	1.13/23
28	49	6.21/49	55	33	3. 9/33	82	41	2. 8/41	116	29	1.16/29
29	29	6. 6/29	56	28	3. 6/28	83	83	2.14/83	117	39	1.21/39
30		6	57	19	3. 3/19	84	21	2. 3/21	118	59	1.31/52
31	31	5.25/31	58	29	3. 3/29	85	17	2. 2/17	120	20	1.10/20
32	16	5.10/16	59	59	3. 3/59	86	43	2. 4/43	122	61	1.29/61
33	33	5.15/33	60		3	87	19	2. 2/19	123	41	1.19/41
34	17	5. 5/17	61	61	2.58/61	88	22	2. 1/22	124	31	1.14/31
35	49	5. 7/49	62	31	2.28/31	89	89	2. 2/89	125	25	1.11/25
36		5	63	21	2.18/21	90		2	126	21	1. 9/21

# PLATO DIVISOR TIPO MESA

## Tabla para divisores con Relación 1:180 (Continuación)

N.º divisiones	N.º orificios	VUELTAS ORIFICIOS									
128	32	1.13 32	175	35	1. 1 35	237	79	60 79	350	35	18 35
129	43	1.17 43	176	44	1.1/44	240	48	36/48	360	20	10/20
130	39	1.15/39	177	59	1.1/59	243	27	20/27	370	37	18/37
132	33	1.12/33	178	89	1.1/89	244	61	45/61	375	25	12/25
134	67	1.23/67	180		1	245	40	36/40	380	38	18/38
135	27	1. 9/27	183	61	60/61	246	41	30/41	390	39	18/39
136	34	1.11/34	184	46	45/46	248	62	45/62	400	20	9/20
138	27	1. 7/27	185	37	36/37	249	83	60/83	410	41	13/41
140	49	1.14/49	186	31	30/31	250	25	18/25	420	21	9/21
141	47	1.13/47	188	47	45/47	252	42	30/42	430	43	18/43
142	71	1.11/71	189	21	20/21	260	33	27/33	440	44	18/44
144	20	1. 5/20	190	19	18/19	261	29	20/29	450	27	18/27
145	29	1. 7/29	192	32	30/32	264	44	30/44	460	46	18/46
146	73	1.17/73	195	26	24/26	265	53	36/53	465	31	12/31
147	49	1.11/49	196	49	45/49	267	89	60/89	470	47	18/47
148	37	1. 8/37	198	33	30/33	270	27	18/27	480	24	9/24
150	20	1. 4/20	200	20	18/20	275	55	36/55	490	49	18/49
152	38	1. 7/38	204	17	15/17	276	46	30/46	500	25	9/25
153	51	1. 9/51	205	41	36/41	280	28	18/28	510	34	12/34
154	77	1.13/77	207	23	20/23	282	47	30/47	520	26	9/26
156	39	1. 6/39	210	21	18/21	285	38	27/38	530	53	18/53
158	79	1.11/79	212	53	45/53	288	48	30/48	540	27	9/27
160	32	1. 4/32	215	43	36/43	290	29	19/29	550	55	18/55
162	27	1. 3/27	216	48	40/48	294	49	30/49	560	28	9/28
164	41	1. 4/41	220	44	36/44	300	20	12/20	570	38	12/38
165	33	1. 3/33	222	57	30/57	305	61	36/61	580	29	9/29
166	83	1. 7/83	225	20	16/20	310	31	18/31	600	20	6/20
168	28	1. 2/28	228	35	30/55	315	49	28/49	700	35	9/35
170	34	1. 3/34	230	46	36/46	320	32	18/32	800	40	9/40
171	38	1. 2/38	231	77	60/77	330	33	18/33	900	20	4/20
172	43	1. 2/43	234	39	30/39	335	67	36/67	1000	50	9/50
174	29	1. 1/29	235	47	36/47	340	34	18/34			

Para determinar el paso de la fresadora, se procederá a contar el número de revoluciones de la manivela del aparato divisor por una vuelta del eje central del aparato, y se multiplica este número por el paso del husillo de la mesa.

EJEMPLO: Un aparato divisor está en relación 40/1, el paso del husillo de la mesa es 6 mm.

$$\text{Constante o paso real} = 40 \times 6 = 240 \text{ mm.}$$

## CALCULO Y MONTAJE DE RUEDAS

Durante el fresado helicoidal el movimiento de rotación del divisor es producido por el tornillo sin fin de éste, y la rueda que se monta sobre él es la que produce el movimiento, para determinar las ruedas a emplear se procede como si fuera a efectuar un roscado en el torno, pero contrariamente a lo que se produce en esta máquina, ya que los numeradores de las fracciones representan las ruedas de recepción y los denominadores las ruedas conductoras o de mando. Se designan las ruedas por letras, siendo A y C ruedas conductoras o de mando, B y D ruedas receptoras.

EJEMPLO: Calcular las ruedas necesarias para fresar un paso de 120 mm. en una fresa con paso real 200 mm.

$$\text{Fracción generatriz del paso} \quad \frac{120}{200} = \frac{12}{20} = \frac{2 \times 6}{4 \times 5}$$

Se multiplicarán los dos términos de cada fracción por un número cualquiera, teniendo en cuenta las ruedas de la serie, tomemos, por ejemplo, 10 como multiplicador

$$2 \times 6 = 20B \times 60D \quad \text{Ruedas receptoras}$$

$$4 \times 5 = 40A \times 50C \quad \text{Ruedas conductoras.}$$

$$\text{Prueba} \quad \frac{20 \times 60 \times 200}{40 \times 50} = 120 \text{ mm. paso.}$$

## INCLINACIÓN DE LA MESA O DEL CABEZAL VERTICAL

Durante el fresado helicoidal la fresa debe estar constantemente tangente a la hélice que traza, pero como la inclinación de la hélice varía con la profundidad del filete, es preciso calcular la inclinación media, y ésta se determina por las siguientes fórmulas:

Si se trata de una pieza cualquiera.

$$\text{Diámetro medio} = \frac{\text{Diámetro exterior} + \text{Diámetro del fondo}}{2}$$

Si se trata de un engranaje se tomará el diámetro primitivo como diámetro medio

Tangente para inclinación de la mesa fresando una pieza cualquiera.

$$\text{Tg} = \frac{\text{Diámetro medio} \times 3,1416}{\text{Paso de la hélice}}$$

Tangente de la inclinación de la mesa para fresar un engranaje.

$$\text{Tg} = \frac{\text{Diámetro primitivo} \times 3,1416}{\text{Paso de la hélice}}$$

EJEMPLO: Diámetro primitivo 130 mm., paso de la hélice 1775 mm.

$$\text{Tg} = \frac{130 \times 3,1416}{1775} = 0,2 \cdot 0,2 = 11^\circ 19'$$

Por tanto se inclinará la mesa o cabezal vertical  $11^\circ 19'$ .

## FRESADO HELICOIDAL

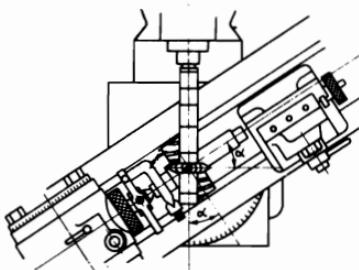
Detalles para poner en punto los ángulos en la mesa de la fresadora y el cabezal vertical.

Las características del fresado helicoidal son las siguientes:  
Paso de la hélice y ángulo, calculándose éstas en función del diámetro primitivo, según las siguientes fórmulas:

$$\text{Paso de la hélice} = \text{DP} \times \pi \times \cotg \alpha$$

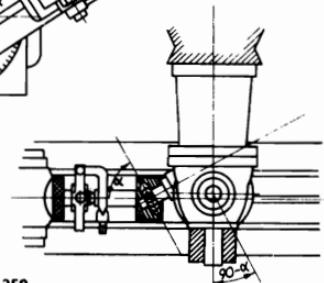
$$\text{Tg } \alpha = \frac{\pi \times \text{DP}}{\text{Paso de la hélice}}$$

Inclinación de la mesa =  $\alpha$ .



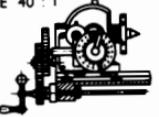
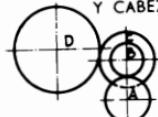
Puesta a punto del cabezal

$$\text{vertical} = 90 - \alpha$$



## TABLA PARA TRABAJOS HELICOIDALES

APLICABLE A FRESADORA UNIVERSAL CON HUSILLO DE 5 mm. DE PASO  
Y CABEZAL DIVISOR DE 40 : 1

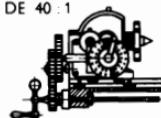
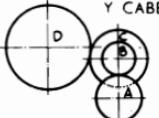


PASO REAL DE LA FRESEADORA PARA EL CALCULO 200 mm.

Paso en mm.	A	B	C	D	Paso en mm.	A	B	C	D	Paso en mm.	A	B	C	D
20	72	24	80	24	150	48	32	64	72	340	24	68	80	52
25	48	24	96	24	160	24	48	80	32	350	24	56	48	36
30	40	24	96	24	170	40	32	64	68	375	32	40	48	72
35	40	28	96	24	175	24	28	48	36	400	36	—	—	72
40	40	24	72	24	180	40	24	48	72	425	24	36	48	68
45	40	36	96	24	185	28	44	68	40	450	24	38	32	48
50	40	32	96	30	190	40	32	64	76	475	24	36	48	76
55	40	44	96	24	200	32	64	72	36	500	28	40	32	56
60	40	32	64	24	205	48	40	52	64	525	24	72	64	56
65	48	52	80	24	210	40	56	48	36	550	24	44	48	72
70	48	56	80	24	215	28	52	76	44	600	24	36	32	64
75	32	36	72	24	220	40	32	64	88	625	24	30	32	80
80	40	32	48	24	225	40	80	64	36	650	24	52	48	72
85	48	68	80	24	230	36	32	68	88	675	24	36	32	72
90	40	48	64	24	235	44	56	52	48	700	24	56	48	72
95	48	76	80	24	240	32	64	80	48	750	24	40	32	72
100	48	—	—	24	245	32	28	40	56	800	24	48	36	72
105	40	36	48	28	250	36	72	64	40	850	24	48	32	68
110	40	44	48	24	260	32	64	80	52	900	24	48	32	72
115	36	44	68	32	270	32	72	80	48	950	24	48	32	76
120	40	36	48	32	280	24	56	80	48	1000	24	48	32	80
125	32	40	72	36	290	28	24	52	88	1100	24	48	32	88
130	40	52	64	32	300	36	30	40	72	1200	24	64	32	72
135	40	48	64	36	310	28	32	56	76	1300	30	78	32	80
140	40	56	48	24	320	36	32	40	72	1400	30	84	32	80
145	52	24	56	88	330	32	48	40	44	1500	24	72	32	80

## TABLA PARA TRABAJOS HELICOIDALES

APLICABLE A FRESEADORA UNIVERSAL CON HUSILLO DE 6 mm. DE PASO  
Y CABEZAL DIVISOR DE 40 : 1

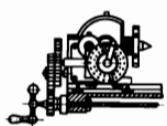
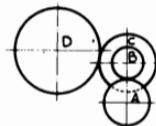


PASO REAL DE LA FRESEADORA PARA EL CALCULO 240 mm.

Paso en mm.	A	B	C	D	Paso en mm.	A	B	C	D	Paso en mm.	A	B	C	D	Paso en mm.	A	B	C	D
24	96	36	90	24	125	96	80	64	40	324	64	96	80	72	800	36	80	64	96
28	96	36	90	28	126	80	56	61	48	336	80	72	36	56	810	64	96	40	90
30	96	40	80	24	128	80	64	72	48	350	96	80	32	56	840	64	96	24	56
32	96	48	90	24	135	96	72	64	48	360	96	72	32	64	864	48	96	40	72
35	96	40	80	28	140	72	56	64	48	375	96	90	48	80	900	64	80	32	96
36	96	36	80	32	144	90	72	48	36	378	80	90	40	56	960	48	96	40	80
40	96	40	80	32	150	96	80	64	48	384	48	96	80	64	1000	36	80	40	90
42	96	48	80	28	160	90	64	48	40	400	96	80	36	72	1028	36	96	56	90
45	96	40	80	36	162	96	72	40	36	405	80	90	48	72	1080	48	96	40	90
48	96	64	80	24	168	96	56	40	48	420	72	90	40	56	1152	96	72	40	96
49	96	56	80	28	175	96	80	64	56	432	80	96	48	72	1200	38	80	40	90
50	96	40	72	36	180	96	80	40	36	448	72	96	40	56	1280	36	80	40	96
54	96	48	80	36	189	80	72	64	56	450	64	80	48	72	1350	32	90	40	80
56	96	56	80	32	192	80	96	72	48	480	24	96	80	40	1440	32	80	40	96
60	96	48	72	36	200	96	72	36	40	486	80	90	40	72	1600	24	80	48	96
63	96	56	80	36	210	96	72	48	56	500	72	90	48	80	1620	32	90	40	96
64	96	64	80	32	216	96	72	40	48	504	64	96	40	56	1800	32	90	36	96
70	96	64	80	40	224	80	64	48	56	512	72	96	40	64	1920	24	80	40	96
72	96	64	80	36	225	96	80	64	72	525	72	90	32	56	2160	24	90	40	96
75	96	48	64	40	240	96	80	40	48	540	64	96	48	72	2400	24	96	36	90
80	96	64	80	40	243	80	90	40	36	576	80	96	36	72	2700	24	90	32	96
81	96	72	80	36	250	96	90	72	80	600	72	90	40	80	—	—	—	—	
84	96	56	80	48	252	96	72	40	56	630	64	96	32	56	—	—	—	—	
90	96	72	80	40	256	90	72	48	64	640	72	96	40	80	—	—	—	—	
96	96	84	80	48	270	40	90	96	48	648	64	96	40	72	—	—	—	—	
100	96	80	72	36	280	96	80	40	56	672	48	96	40	56	—	—	—	—	
105	96	72	48	28	288	96	72	40	64	675	74	80	40	90	—	—	—	—	
108	96	72	80	48	300	96	90	48	64	720	48	90	40	64	—	—	—	—	
112	80	56	72	48	315	80	90	48	56	750	96	90	24	80	—	—	—	—	
120	96	72	48	32	320	96	86	40	64	768	48	96	40	64	—	—	—	—	

# TABLA PARA TRABAJOS HELICOIDALES

APLICABLE A FRESADORA UNIVERSAL CON HUSILLO DE  $\frac{1}{4}$  PULGADA DE PASO, Y CABEZAL DIVISOR 40:1

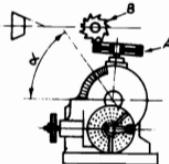


PASO REAL DE LA FRESADORA PARA EL CALCULO 10"

Paso en Pulg.	A	B	C	D	Paso en Pulg.	A	B	C	D	Paso en Pulg.	A	B	C	D
1 $\frac{1}{4}$	72	24	64	24	10 $\frac{1}{2}$	40	24	32	56	27	40	48	32	72
1 $\frac{1}{2}$	100	40	64	24	10 $\frac{3}{4}$	48	24	40	86	27 $\frac{1}{2}$	28	44	32	56
1 $\frac{3}{4}$	100	40	64	28	11	40	24	24	44	28	48	64	100	50
1 $\frac{7}{8}$	64	24	48	24	11 $\frac{1}{4}$	64	24	24	72	29'09	44	48	24	64
2	72	24	40	24	12	40	24	24	48	30	32	48	28	56
2 $\frac{1}{4}$	64	24	40	24	12 $\frac{1}{4}$	40	28	32	56	31'01	86	64	24	100
2 $\frac{1}{2}$	56	28	48	24	12 $\frac{1}{2}$	32	24	24	40	31'5	40	56	32	72
2 $\frac{3}{4}$	100	44	64	40	13 $\frac{1}{4}$	40	24	32	72	31'75	28	64	72	100
3	56	28	40	24	13 $\frac{3}{4}$	32	24	24	44	32	40	56	28	64
3 $\frac{1}{2}$	100	56	64	40	14	40	24	24	44	32'25	40	72	48	86
3 $\frac{3}{4}$	48	24	32	24	15	32	24	24	48	33	40	44	24	72
4	48	32	40	24	15 $\frac{1}{4}$	40	28	32	72	33'51	44	48	28	86
4 $\frac{1}{2}$	100	40	64	72	16	40	24	24	64	34'09	100	48	72	44
5	56	28	42	24	16 $\frac{1}{2}$	48	44	32	72	35	48	56	24	90
5 $\frac{1}{4}$	40	28	32	24	16 $\frac{7}{8}$	64	48	32	72	36	40	64	32	100
5 $\frac{1}{2}$	48	24	40	44	17'04	44	24	32	100	37'04	72	64	24	100
6	56	28	40	48	17 $\frac{1}{2}$	32	24	24	56	37'5	40	72	48	100
6 $\frac{3}{4}$	64	40	24	24	18	40	24	24	72	38'10	28	40	24	64
6 $\frac{1}{2}$	64	24	40	72	18 $\frac{3}{4}$	40	24	32	100	39'09	44	64	32	86
7	40	24	24	28	19 $\frac{1}{4}$	40	44	32	56	40	48	64	24	72
7 $\frac{1}{2}$	64	24	24	48	20	48	32	24	72	41'14	40	64	28	72
7 $\frac{3}{4}$	64	28	40	72	21	40	48	32	56	42	40	56	24	72
8	100	40	32	64	21 $\frac{1}{4}$	40	24	24	86	43	40	64	32	86
8 $\frac{1}{2}$	40	24	32	44	22	40	44	32	64	43'98	44	72	32	86
8 $\frac{3}{4}$	32	24	24	28	22 $\frac{1}{2}$	64	48	24	72	45	32	56	28	72
9	40	24	32	48	24	48	72	40	64	46'07	48	72	28	86
10	48	24	28	56	25	48	40	24	72	48	40	64	24	72

# FRESADO DE DIENTES POR LOS LADOS

Inclinación del cabezal en función del número de dientes de la fresa a tallar y el ángulo de la fresa con que se ha de trabajar



A'' = Fresa a tallar.

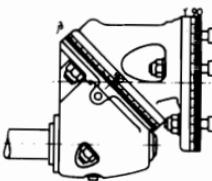
B'' = Fresa a usar.

N.º de dientes de la fresa a tallar	ANGULO DE LA FRESA A USAR							
	45°	50°	60°	65°	70°	75°	80°	85°
6					42° 29'	50° 55'	62° 21'	72° 13'
7					43° 36'	54° 13'	62° 50'	70° 22'
8					32° 57'	54° 44'	62° 12'	68° 39'
9					32° 58'	45° 15'	61° 01'	66° 58'
10					43° 24'	52° 26'	65° 12'	70° 12'
12					54° 44'	61° 02'	70° 32'	74° 23'
14					61° 12'	66° 10'	73° 51'	77° 01'
16					65° 32'	69° 40'	76° 10'	79° 54'
18					68° 39'	72° 13'	77° 52'	80° 13'
20					71° 05'	74° 11'	79° 11'	81° 17'
22					72° 55'	75° 44'	80° 14'	82° 08'
24					74° 28'	77° 00'	81° 06'	82° 49'
26					75° 44'	78° 04'	81° 49'	83° 33'
28					76° 49'	78° 58'	82° 26'	83° 53'
30					77° 44'	79° 45'	82° 57'	84° 18'
32					78° 32'	80° 23'	83° 24'	84° 40'
34					79° 14'	80° 59'	83° 48'	85° 00'
36					79° 29'	81° 29'	84° 09'	85° 17'
38					80° 24'	81° 58'	84° 29'	86° 26'
40					80° 53'	82° 22'	84° 45'	85° 46'
42					81° 20'	82° 44'	85° 00'	85° 48'

## E J E M P L O

Número de dientes a tallar: 20. Grados de la fresa a utilizar: 75.

Inclinación del cabezal: 85°.

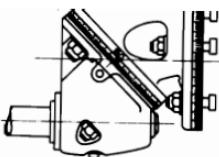


## FRESADORA UNIVERSAL «HURE»

### TIPO DE CABEZAL PARA FRESADO

#### TABLA DE AJUSTE

Ángulo del árbol portafresa al plano horizontal	Graduación del cabezal inclinado $\beta$	Graduación del cabezal vertical $\gamma$	Ángulo del árbol portafresa al piano horizontal	Graduación del cabezal inclinado $\beta$	Graduación del cabezal vertical $\gamma$	Ángulo del árbol portafresa al piano horizontal	Graduación del cabezal inclinado $\beta$	Graduación del cabezal vertical $\gamma$
1°	1° 4	89° 5	30°	42° 9	74° 5	60°	90°	54° 7
1° 30'	2° 1	89° 3	31°	44° 4	73° 9	61°	91° 7	53° 9
2°	2° 8	89°	32°	45° 9	72° 3	62°	93° 5	53° 1
3°	4° 2	88° 5	33°	47° 4	72° 8	63°	95° 3	52° 2
4°	5° 7	88°	34°	48° 8	72° 2	64°	97° 1	51° 3
5°	7° 1	87° 5	35°	50° 3	71° 6	65°	98° 9	50° 4
6°	8° 5	87°	36°	51° 8	71°	66°	100° 7	49° 5
7°	9° 9	86° 5	37°	53° 3	70° 4	67°	102° 6	48° 6
8°	11° 3	86°	38°	54° 8	69° 9	68°	104° 5	47° 6
9°	12° 7	85° 5	39°	56° 3	69° 3	69°	106° 5	46° 6
10°	14° 2	85°	40°	57° 8	68° 6	70°	108° 4	45° 6
11°	15° 6	84° 5	41°	59° 4	68°	71°	110° 4	44° 5
12°	17°	84°	42°	60° 9	67° 4	72°	112° 5	43° 4
13°	18° 4	83° 5	43°	62° 4	66° 8	73°	114° 5	42° 3
14°	19° 8	82° 9	44°	64°	66° 2	74°	116° 7	41° 1
15°	21° 3	82° 4	45°	65° 5	65° 5	75°	118° 8	39° 9
16°	22° 7	81° 9	46°	67° 1	64° 9	76°	121° 1	38° 6
17°	24° 1	81° 4	47°	68° 6	64° 2	77°	123° 4	37° 3
18°	25° 6	80° 9	48°	70° 2	63° 6	78°	125° 7	35° 9
19°	27°	80° 3	49°	71° 8	62° 9	79°	128° 2	34° 5
20°	28° 4	79° 8	50°	73° 4	62° 2	80°	130° 7	33°
21°	29° 9	79° 3	51°	75°	61° 5	81°	133° 4	31° 3
22°	31° 3	78° 8	52°	76° 6	60° 8	82°	136° 2	29° 6
23°	32° 7	78° 3	53°	78° 2	60° 1	83°	139° 1	27° 8
24°	34° 2	77° 7	54°	79° 9	59° 4	84°	142° 3	25° 8
25°	35° 6	77° 2	55°	81° 5	58° 6	85°	145° 4	23° 6
26°	37° 1	76° 6	56°	83° 2	57° 9	86°	149° 7	21° 2
27°	38° 5	76° 1	57°	84° 9	57° 1	87°	153° 6	18° 4
28°	40°	75° 6	58°	86° 6	56° 3	88°	158° 5	15°
29°	41° 5	75° 9	59°	88° 3	55° 5	89°	164° 8	10° 7



## FRESADORA UNIVERSAL «HURE»

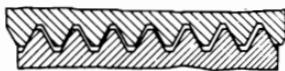
### TIPO DE CABEZAL PARA FRESADO

#### TABLA DE AJUSTE

Ángulo de la tangente de la hélice	Graduación del cabezal en $\beta$	Graduación del cabezal en $\gamma$	Ángulo de la tangente de la hélice	Graduación del cabezal en $\beta$	Graduación del cabezal en $\gamma$	Ángulo de la tangente de la hélice	Graduación del cabezal en $\beta$	Graduación del cabezal en $\gamma$
1°	1° 4	0° 3	20° 30'	29° 1	10° 4	40°	57° 8	21° 3
1° 30'	2° 1	0° 8	21°	29° 9	10° 7	40° 30'	58° 6	21° 7
2°	2° 8	1°	21° 30'	30° 6	10° 9	41°	59° 4	22°
2° 30'	3° 5	1° 3	22°	21° 3	11° 2	41° 30'	60° 1	22° 3
3°	4° 2	1° 5	22° 30'	32°	11° 5	42°	60° 9	22° 6
3° 30'	4° 9	1° 8	23°	32° 7	11° 7	42° 30'	61° 7	22°
4°	5° 7	2°	23° 30'	33° 5	12°	43°	62° 4	23° 2
4° 30'	6° 4	2° 3	24°	34° 2	12° 3	43° 30'	63° 2	23° 5
5°	7° 1	2° 5	24° 30'	34° 9	12° 5	44°	64°	23° 8
5° 30'	7° 8	2° 8	25°	35° 6	12° 8	44° 30'	64° 7	24° 2
6°	8° 5	3°	25° 30'	36° 4	13° 1	45°	65° 5	24° 5
6° 30'	9° 2	3° 3	26°	37° 1	13° 4	45° 30'	66° 3	24° 8
7°	9° 9	3° 5	26° 30'	37° 8	13° 6	46°	67° 1	25° 1
7° 30'	10° 6	3° 8	27°	38° 5	13° 9	47°	68° 8	25° 8
8°	11° 3	4°	27° 30'	39° 3	14° 2	48°	70° 2	26° 4
8° 30'	12°	4° 3	28°	40°	14° 4	49°	71° 8	27° 1
9°	12° 7	4° 5	28° 30'	40° 7	14° 7	50°	73° 4	27° 8
9° 30'	13° 4	4° 8	29°	41° 5	15°	51°	75°	28° 2
10°	14° 2	5°	29° 30'	42° 2	15° 3	52°	76° 6	28° 5
10° 30'	14° 9	5° 3	30°	42° 9	15° 5	53°	78° 2	29° 9
11°	15° 6	5° 5	30° 30'	43° 7	15° 8	54°	79° 9	30° 6
11° 30'	16° 3	5° 8	31°	44° 4	16° 1	55°	81° 5	31° 4
12°	17°	6°	31° 30'	45° 1	16° 4	56°	83° 2	32° 1
12° 30'	17° 7	6° 3	32°	45° 9	16° 7	57°	84°	32° 9
13°	18° 4	6° 5	32° 30'	46° 6	17°	58°	86° 6	33° 7
13° 30'	19° 1	6° 8	33°	47° 4	17° 2	59°	88° 3	34° 5
14°	19° 8	7° 1	33° 30'	48° 1	17° 5	60°	90°	35° 3
14° 30'	20° 6	7° 3	34°	48° 8	17° 8	61°	91° 7	36° 1
15°	21° 3	7° 6	34° 30'	49° 6	18° 1	62°	93° 5	36° 9
15° 30'	22°	7° 8	35°	50° 3	18° 4	63°	95° 3	37° 8
16°	22° 7	8° 1	35° 30'	51° 1	18° 7	64°	97° 1	38° 7
16° 30'	23° 4	8° 3	36°	51° 8	19°	65°	98° 9	39° 6
17°	24° 1	8° 6	36° 30'	52° 5	19° 3	66°	100° 7	40° 5
17° 30'	24° 9	8° 9	37°	53° 3	19° 6	67°	102° 6	41° 4
18°	25° 6	9° 1	37° 30'	54° 1	19° 8	68°	104° 5	42° 4
18° 30'	26° 3	9° 4	38°	54° 8	20° 1	69°	105° 5	43° 4
19°	27°	9° 6	38° 30'	55° 6	20° 4	70°	106° 4	44° 4
19° 30'	27° 7	9° 9	39°	56° 3	20° 7	75°	118° 8	50° 1
20°	28° 4	10° 2	39° 30'	57° 1	21°	80°	130° 7	57°

# **SISTEMA GENERAL DE ROSCAS**

## ROSCAS.—Defectos en el paso y ángulo del filete



### TUERCA TORNILLO

Tornillo: Paso y ángulo del filete correctos.

Tuerca: Ángulo del filete correcto.

El contacto solo se produce en los flancos de los filetes extremos de la tuerca, donde uno solamente soporta toda la carga. Una vez que el filete se ha usado, los otros flancos de los filetes entran sucesivamente en contacto entre ellos, y después de una deformación gradual, la tuerca se afloja.



### TUERCA TORNILLO

Tornillo: Paso y ángulo del filete correctos.

Tuerca: Paso y ángulo del filete incorrectos.

El contacto no se obtiene más que sobre un punto entre los flancos extremos de los filetes de la tuerca. En consecuencia, estos filetes no pueden ofrecer ninguna resistencia al desgaste o a la carga.



### TUERCA TORNILLO

Tornillo: Paso y ángulo del filete correctos.

Tuerca: Paso correcto, ángulo del filete incorrecto.

Las partes fileteadas no hacen contacto más que sobre ciertos puntos, circunstancia que hace resaltar la importancia del ángulo correcto del filete, tanto en las piezas roscadas a torno como el roscado con macho. El perfil simétrico del filete debe fijarse alrededor de una línea que esté perpendicular a la línea central de la rosca considerada como diámetro medio.

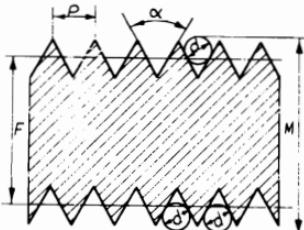
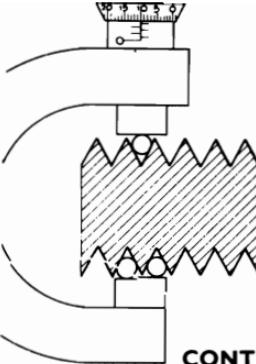


### TUERCA TORNILLO

Tornillo y tuerca. Paso y angulo correctos.

Diámetro medio: Muy grande en la tuerca o muy pequeño en el tornillo.

Esta figura muestra que el paso y el ángulo del filete son mucho más importantes que los diámetros de la rosca; si el paso y el ángulo del filete son correctos, se obtendrá un buen contacto entre los flancos de los filetes, independientemente de las dimensiones del diámetro medio, y la carga se repartirá igualmente sobre todos los filetes.



### CONTROL DE ROSCAS

$D_e$  = Diámetro sobre filetes.

$F$  = Diámetro medio de flancos.

$d_i$  = Diámetro al fondo de los filetes.

$d$  = Diámetro de la barreta o alambre.

$P$  = Paso.

$\gamma$  = Angulo del filete.

$\zeta$  = Corrección

### FORMULAS

$$d = P \times 0.52, \text{ para } 20^\circ, 29^\circ \text{ y } 30^\circ.$$

$$d = P \times 0.57, \text{ para } 55^\circ \text{ y } 60^\circ.$$

$$F = \text{Rosca Whitworth } D_e = 0.6403 \times P, \text{ Rosca internacional S. I. y americana Sellers (U. S. S.) } D_e = 0.6495 \times P.$$

$$M = F + d \times \left( 1 + \frac{1}{\frac{\sin \gamma}{2}} \right) - \frac{P}{2} \times \cot \frac{\gamma}{2} = M + \zeta.$$

$$\zeta = \frac{1}{2} \times d \times \tan \gamma^2 \times \cos \frac{\gamma}{2} \times \cot \frac{\gamma}{2} \quad \text{Tang } \gamma = \frac{P}{3,1416 \times F}$$

### EJEMPLO

Control de una rosca de 20 mm. Sistema Internacional: 2,5 mm. paso,  $60^\circ$  ángulo del filete.

$$d = 2,5 \times 0,57 = 1,425 \text{ mm.} \quad F = 20 - 1,62375 = 18,376 \text{ mm.}$$

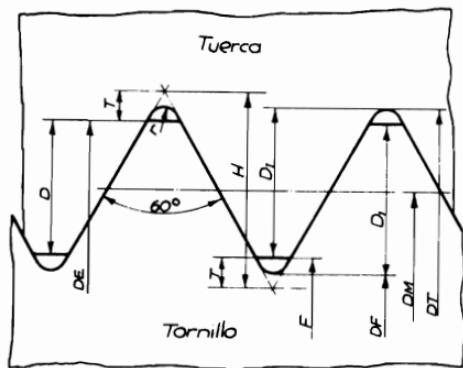
$$M = 18,376 + 1,4 \times \left( 1 + \frac{1}{0,5} \right) - \frac{2,5}{2} \times 1,732 = 20,41 + \zeta.$$

$$\zeta = \frac{1}{2} \times 1,4 \times 0,0433^2 \times 0,866 \times 1,732 = 0,0019. \quad \text{Tang } \gamma = \frac{P}{3,1416 \times F}$$

La corrección  $\zeta$  es 0,0019, y como prácticamente es despreciable, llegamos a la conclusión de que la dimensión  $M$  sobre las barretas o alambres es = 20,41 milímetros.

## Rosca con filete métrico Sistema Internacional (S. I.)

Detalle ampliado para poder apreciar su ajuste, y fórmulas generales de útil aplicación



Designación:

$P$  = Paso.  $r$  = Radio.

$D_1$  = Profundidad del filete.

$DE$  = Diámetro del tornillo.

$DF$  = Diámetro del fondo del tornillo.

$F$  = Diámetro del agujero de la tuerca.

$H$  = Altura del triángulo generador.

$D$  = Altura de contacto.

$DM$  = Diámetro de flancos.

$DT$  = Diámetro del fondo de la tuerca.

$T$  = Altura de la truncatura.

## FORMULAS

$$H = 0.866 \times P$$

$$D_1 = 0.6945 \times P$$

$$D = 0.6495 \times P$$

$$DM = DE - 0.65 \times P$$

$$DF = DE - 1.389 \times P$$

$$r = 0.058 \times P$$

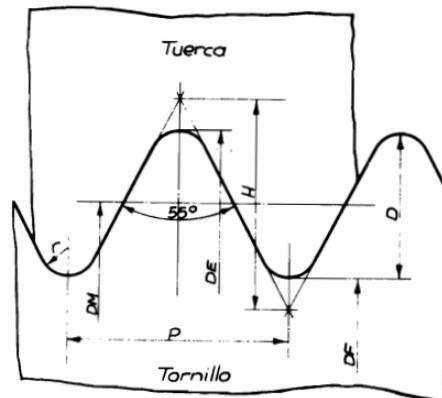
$$DT = DE + 0.09 \times P$$

$$F = DE - 1.3 \times P$$

$$T = 0.125 \times H$$

## ROSCA CON FILETE WHITWORTH

Detalle ampliado para poder apreciar su ajuste, y fórmulas generales de útil aplicación



Designación:

$P$  = Paso en mm.

$H$  = Altura del triángulo generador.

$D$  = Profundidad del filete.

$DE$  = Diámetro del tornillo.

$DM$  = Diámetro de flancos o medio.  $DF$  = Diámetro de fondo e interior.

$N$  = Número de filetes por pulgada inglesa.

$r$  = Radio.

$DE = 1.28 \times P$

$DF = DE - 32.512 / N$

$DM = DE - 1.6403 \times P$

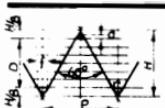
$P = 25.4 / N$

$H = 0.9605 \times P = 24.384 / N$

$$D = 16.256 / N$$

$$DM = DE + DF / 2 = DE - D = DE - 16.256 / N$$

$$r = 0.1373 \times P$$



Rosca fina Sistema Interna-  
cional S. I. Normalizada por  
la International Standards  
Association «I. S. A.»

Diámetro mm.	Pase mm.	Diámetro medio mm.	TORNILLO		TUERCA		Diámetro de la broca para agujeros roscados con 70 - 75 % altura de rosca
			Diámetro al fondo mm.	Área en mm²	Diámetro mayor mm.	Diámetro menor mm.	
1	0,2	0,870	0,72	0,41	1,02	0,74	
1,2	0,2	1,070	0,92	0,66	1,22	0,94	
1,4	0,2	1,270	1,12	0,98	1,42	1,14	
1,7	0,2	1,570	1,42	1,58	1,72	1,44	
2	0,25	1,838	1,65	2,13	2,03	1,68	
2,3	0,25	2,138	1,95	2,98	2,33	1,98	
2,6	0,35	2,373	2,11	3,49	2,64	2,15	
3	0,35	2,773	2,51	4,94	3,04	2,55	
3,5	0,35	3,273	3,01	7,10	3,54	3,05	
4	0,5	3,675	3,30	8,53	4,05	3,35	
4,5	0,5	4,175	3,80	11,32	4,55	3,85	
5	0,5	4,675	4,30	14,50	5,05	4,35	
6	0,75	5,513	4,94	19,20	6,08	5,03	
7	0,75	6,513	5,94	27,75	7,08	6,03	
8	1	7,350	6,59	34,14	8,11	6,70	
9	1	8,350	7,59	45,28	9,11	7,70	
10	1	9,350	8,59	57,99	10,11	8,70	
12	1,5	11,026	9,89	76,81	12,16	10,05	
14	1,5	13,026	11,89	111	14,16	12,05	
16	1,5	15,026	13,89	152	16,16	14,05	
18	1,5	17,026	15,89	198	18,16	16,05	
20	1,5	19,026	17,89	251	20,16	18,05	
22	1,5	21,026	19,89	311	22,16	20,05	
24	2	22,701	21,19	353	24,22	21,40	
27	2	25,701	24,19	459	27,22	24,40	
30	2	28,701	27,19	580	30,22	27,40	
33	2	31,701	30,19	716	33,22	30,40	
36	3	34,051	31,78	793	36,32	32,10	
39	3	37,051	34,78	950	39,32	35,10	
42	3	40,051	37,78	1121	42,32	38,10	
45	3	43,051	40,78	1306	45,32	41,10	
48	3	46,051	43,78	1505	48,32	44,10	
52	3	50,051	47,78	1793	52,32	48,10	
56	4	53,402	50,37	1993	56,43	50,80	
60	4	57,402	54,37	2322	60,43	54,80	
64	4	61,402	58,37	2676	64,43	58,80	
72	4	69,402	66,37	3460	72,43	66,80	
80	4	77,402	74,37	4344	80,43	74,80	



Para roscar con macho. Fórmula:

$Z =$  Diámetro del tornillo — Paso.

lo: Tornillo, 16 mm. diámetro. Paso, 1.5.

Dámetro broca, 14,5 mm.



Rosca corriente Sistema Internacional S. I. Normalizada por la International Standards Association «I. S. A.»

Diámetro mm.	Paso mm.	Diámetro medio mm	TORNILLO		TUERCA		Diámetro de la broca para agujeros roscados con 70-75 % altura de rosca
			Diámetro al fondo mm.	Área en mm²	Diámetro mayor mm.	Diámetro menor mm.	
6	1	5.350	4.59	16.57	6.11	4.70	
7	1	6.350	5.59	24.57	7.11	5.70	
8	1.25	7.188	6.24	30.69	8.14	6.38	
9	1.25	8.188	7.24	41.18	9.14	7.38	
10	1.5	9.026	7.89	48.88	10.16	8.05	
12	1.75	10.863	9.54	71.44	12.19	9.73	
14	2	12.701	11.19	98.26	14.22	11.40	
16	2	14.701	13.19	137	16.22	13.40	
18	2.5	16.376	14.48	165	18.27	14.75	
20	2.5	18.376	16.48	213	20.27	16.75	
22	2.5	20.376	18.48	268	22.27	18.75	
24	3	22.051	19.78	307	24.32	20.10	
27	3	25.051	22.78	407	27.32	23.10	
30	3.5	27.727	25.07	494	30.38	25.45	
33	3.5	30.727	28.07	619	33.38	28.45	
36	4	33.402	30.37	724	36.43	30.80	
39	4	36.402	33.37	875	39.43	33.80	
42	4.5	39.077	35.67	999	42.49	36.15	
45	4.5	42.077	38.67	1174	45.49	39.15	
48	5	44.752	40.96	1318	48.54	41.50	
52	5	48.752	44.96	1588	52.54	45.50	
56	5.5	52.428	48.26	1829	56.60	48.86	
60	5.5	56.428	52.26	2145	60.60	52.86	
64	6	60.103	55.56	2424	64.65	56.21	
68	6	64.103	59.56	2786	68.65	60.21	
72	6	68.103	63.56	3173	72.65	64.21	
76	6	72.103	67.56	3584	76.65	68.21	
80	6	76.103	71.56	4021	80.65	72.21	



*Para roscar con macho. — Fórmula:*

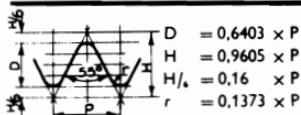
**Z = Diámetro del tornillo — Paso.**

**Ejemplo:** Tornillo, 20 mm. diámetro. Passo, 2.5.

*Didmetro broca*, 17,5 mm.

El diámetro de la broca para agujeros rosados debe ser el indispensable para que no rompa el macho y dar al filete la resistencia necesaria, y está demostrado, en general, que los filetes de la tuerca, con el 70 a 75 % de la profundidad del filete, ofrecen una resistencia muy suficiente.

En materiales muy duros, 65 - 70 %. Aluminio y fundición, 80 %.



**Rosca corriente «Whitworth» B. S. W.**  
Aceptada por la British Engineering Standards Association

Diámetro en pulgadas	Diámetro en mm.	Núm. de hilos por pulgada	Paso en mm.	Diámetro medio mm.	Diámetro al fondo mm.	Diámetro de la broca para agujeros roscados con 75 % (aproximadamente de altura del filete)
1/8 •	3.17	40	0.635	2.76	2.36	2.5
3/16 •	4.76	24	1.058	4.08	3.40	3.7
1/4	6.35	20	1.270	5.53	4.72	5
5/16	7.93	18	1.411	7.03	6.13	6.5
3/8	9.52	16	1.588	8.50	7.49	8
7/16	11.11	14	1.814	9.95	8.78	9.25
1/2	12.70	12	2.117	11.34	9.99	10.5
5/8	15.87	11	2.309	14.39	12.91	13.75
3/4	19.05	10	2.540	17.42	15.79	16.5
7/8	22.22	9	2.822	20.41	18.61	19.5
1"	25.40	8	3.175	23.36	21.33	22.2
1 1/8	28.57	7	3.629	26.25	23.92	25.5
1 1/4	31.75	7	3.629	29.42	27.10	28
1 1/2	34.92	6	4.233	32.21	29.50	30.25
1 3/4	38.10	6	4.233	35.39	32.68	33.5
2 1/4	41.27	5	5.080	38.02	34.77	36
2 1/2	44.45	5	5.080	41.19	37.94	39.5
2 5/8	47.62	4.5	5.645	44.01	40.39	42
2"	50.80	4.5	5.645	47.18	43.57	45
2 1/8	53.97	4.5	5.645	50.36	46.74	48
2 1/4	57.15	4	6.350	53.08	49.02	51
2 1/2	60.32	4	6.350	56.26	52.19	53.5
2 5/16	63.50	4	6.350	59.43	55.37	57
2 13/16	66.67	4	6.350	62.61	58.54	60
2 1/4	69.85	3.5	7.257	65.20	60.55	62.5
2 1/2	73.02	3.5	7.257	68.38	63.73	65
3"	76.20	3.5	7.257	71.55	66.90	69



$Z =$  Diámetro de la broca para agujeros roscados en materiales blandos 88 % de la altura del filete.

Fórmula:  $Z =$  Diámetro rosca — 1.1328 × Paso.

El diámetro de la broca para agujeros roscados debe ser el indispensable para que no rompa el macho y dar al filete la resistencia necesaria, y está demostrado, en general, que los filetes de la tuerca, con el 70 a 75 % de la profundidad del filete, ofrecen una resistencia muy suficiente.

En materiales muy duros. 65 - 70 %. Aluminio y fundición, 80 %.

\* Debe emplearse lo menos posible las roscas marcadas.



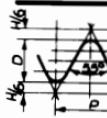
**Rosca fina «Whitworth» B. S. F.**  
Aceptada por la British Standards Association

Diámetro en pulgadas	Diámetro en mm.	Núm de hilos por pulgada	Paso en mm.	Diámetro medio mm.	Diámetro al fondo mm.	Diámetro de la broca para agujeros roscados mm.
7/32	5.55	28	0.9067	4.97	4.39	4.5
1/4	6.35	26	0.9779	5.72	5.08	5.2
9/32	7.14	26	0.9779	6.51	5.89	6
5/16	7.93	22	1.1545	7.18	6.45	6.7
3/8	9.52	20	1.270	8.71	7.89	8
7/16	11.11	18	1.411	10.21	9.29	9.5
1/2	12.7	16	1.588	11.68	10.66	10.75
9/16	14.28	16	1.588	13.26	12.24	12.7
5/8	15.87	14	1.814	14.70	13.53	13.9
11/16	17.46	14	1.814	16.29	15.13	15.5
3/4	19.05	12	2.117	17.67	16.33	16.7
13/16	20.63	12	2.116	19.27	17.91	18.25
7/8	22.22	11	2.309	20.73	19.26	19.85
1"	25.40	10	2.54	23.77	22.13	22.6
1 1/8	28.57	9	2.822	26.76	24.95	25.4
1 1/4	31.75	9	2.822	29.93	28.13	28.5
1 3/8	34.92	8	3.175	32.89	30.85	31.35
1 1/2	38.1	8	3.175	36.06	34.03	34.5
1 5/8	41.27	8	3.175	39.24	37.21	37.7
1 3/4	44.45	7	3.629	42.12	39.80	40.5
2"	50.80	7	3.629	48.47	46.15	46.8
2 1/4	57.15	6	4.234	54.43	51.73	52.4
2 1/2	63.50	6	4.234	60.78	58.07	58.75
2 3/4	69.85	6	4.234	67.13	64.42	65.1
3"	76.20	5	5.080	72.94	69.69	69.85



$Z =$  Diámetro de la broca para agujeros roscados en materiales blandos 88 - 90 % de la altura del filete.

Fórmula:  $Z =$  Diámetro de la rosca — 1.1328 × Paso.



$$\begin{aligned}D &= 0.6403 \times P \\H &= 0.9605 \times P \\H_{\frac{1}{4}} &= 0.16 \times P \\r &= 0.1373 \times P\end{aligned}$$

## Rosca de gas «Whitworth» B. S. P.

Adoptada por la British Standard  
Pipe para roscas en tubos de  
hierro y acero

Diámetro nominal en pulgadas	Diámetro en mm.	Núm. de hilos por pulgada	Paso en mm.	Diámetro medio mm.	Diámetro al fondo mm.	Diámetro de la broca para agujeros roscados mm.
1/8	9,728	28	0,907	9,14	8,56	8,75
1/4	13,158	19	1,337	12,30	11,44	11,5
3/8	16,66	19	1,337	15,80	14,95	15
1/2	20,95	14	1,814	19,79	18,63	19
5/8	22,91	14	1,814	21,75	20,58	21
3/4	26,44	14	1,814	25,28	24,11	24,5
7/8	30,20	14	1,814	29,04	27,87	28
1"	33,25	11	2,309	31,77	30,29	30,5
* 1 1/8	37,89	11	»	36,42	34,94	35,3
1 1/4	41,91	11	»	40,43	38,95	39,3
* 1 3/8	44,32	11	»	42,84	41,36	41,75
1 1/2	47,80	11	»	46,32	44,84	45,25
1 3/4	53,74	11	»	52,27	50,79	50,8
2"	59,61	11	»	58,13	56,65	57,15
2 1/4	65,71	11	»	64,23	62,75	
2 1/2	75,18	11	»	73,70	72,23	
2 3/4	81,53	11	»	80,05	78,58	
3"	87,88	11	»	86,40	84,93	
3 1/4	93,98	11	»	92,50	91,02	
3 1/2	100,33	11	»	98,85	97,37	
3 3/4	106,68	11	»	105,20	103,72	
4"	113,03	11	»	111,55	110,07	
4 1/2	125,73	11	»	124,25	122,77	
5"	138,43	11	»	136,95	135,47	
5 1/2	151,13	11	»	149,65	148,17	
6"	163,83	11	»	162,35	160,87	
7"	189,23	10	2,54	187,61	185,98	
8"	214,63	10	»	213,01	211,38	
9"	240,03	10	»	238,41	236,78	
10"	265,44	10	»	263,81	262,18	
11"	290,84	8	3,175	288,80	286,77	
12"	316,24	8	3,175	314,20	312,17	

Z = Diámetro de la broca para agujeros roscados en materiales blandos.

### FORMULA

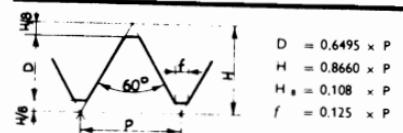
Z = Diámetro de la rosca - 1,1328 × Paso

En materiales tenaces y duros, aumentar ligeramente el diámetro de la broca.

\* Debe emplearse lo menos posible.

## Dimensiones de cabezas de tornillos, tuercas y arandelas, Sistema «Whitworth»

Diámetro del tornillo en pulgadas	Cabeza del tornillo	Tuerca	Contratuerca	Entre caras	Tuerca redonda	Arandela
1/4	5,842	6,604	6	13,3	15,944	13,3
5/16	7,112	8,128	7	15,2	17,526	15,2
3/8	8,636	9,906	8	18	20,222	18
7/16	9,906	11,430	10	20,8	24,130	20,8
1/2	12,934	12,934	11	23,3	26,92	23,3
5/8	14,224	16,256	13	27,9	32,26	27,9
3/4	17,018	19,304	15	33	38,10	33
7/8	19,812	22,606	17	37,5	43,43	37,5
1"	22,606	25,65	19	42,4	49,02	42,4
1 1/8	25,40	29,21	22	47,2	54,61	47,2
1 1/4	28,19	32,26	24	52	60,20	52
1 3/8	30,99	35,56	26	56,3	65,02	56,3
1 1/2	33,78	38,61	29	61,2	70,61	61,2
1 5/8	36,58	41,91	32	65,5	75,69	65,5
1 3/4	39,37	44,96	34	70	81,02	70
1 7/8	42,42	48,26	37	76,5	88,91	76,5
2"	44,96	51,31	39	80	92,45	80
2 1/4	50,55	57,65	44	90	104,14	90
2 1/2	56,13	64,01	50	98,8	114,04	98,8
2 3/4	61,72	70,36	55	106	122,68	106
3"	67,31	76,71	60	115	132,84	115



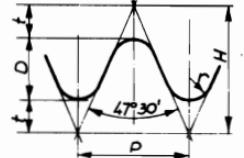
Rosca Americana  
SELLERS  
(U. S. S.)

ROSCA CORRIENTE

Num de hilos por pulgada	Diam exterior mm.	Diam al fondo mm.	Diam medio mm.	Broca para rosca mm.	Designación	Núm. de hilos por pulgada	Diam exterior mm.	Diam al fondo mm.	Diam medio mm.	Broca para rosca mm.
64	1.854	1.338	1.596	1.5	0	80	1.524	1.112	1.318	1.19
56	2.184	1.594	1.889	1.77	1	72	1.854	1.395	1.625	1.5
48	2.515	1.827	2.171	2	2	64	2.184	1.668	1.926	1.75
40	2.845	2.021	2.433	2.25	3	56	2.515	1.925	2.220	2
40	3.175	2.351	2.763	2.56	4	48	2.845	2.157	2.501	2.37
32	3.505	2.473	2.989	2.7	5	44	3.175	2.425	2.800	2.64
32	4.166	3.134	3.650	3.3	6	40	3.505	2.681	3.093	2.85
24	4.826	3.450	4.138	3.75	8	36	4.166	3.250	3.708	3.45
24	5.486	4.110	4.798	4.5	10	32	4.826	3.794	4.310	4
20	6.35	4.700	5.525	5.1	12	28	5.486	4.308	4.897	4.60
18	7.938	6.104	7.021	6.5	1/4	28	6.35	5.171	5.762	5.40
16	9.525	7.463	8.494	8	24	7.938	6.562	7.250	6.50	
14	11.11	8.755	9.934	9.3	7/16	24	9.525	8.150	8.837	8.40
13	12.70	10.16	11.43	10.5	1/2	20	11.11	9.463	10.28	9.90
12	14.28	11.53	12.91	12.3	1/2	20	12.70	11.01	11.17	11.50
11	15.87	12.87	14.37		13.5	18	14.28	12.45	13.37	13.00
10	19.05	15.75	17.40		16.5	18	15.87	14.04	14.95	14.68
9	22.22	18.55	20.39		19.5	16	19.05	16.98	18.01	17.46
8	25.40	21.27	23.33		22	14	22.22	19.86	21.04	20.63
7	28.57	23.86	26.21		25	14	25.40	23.04	24.22	23.8
7	31.75	27.03	29.39		28	12	28.57	25.82	27.20	26.6
6	38.10	32.60	35.35		34	12	31.75	29.00	30.37	29.75
5	44.45	37.85	41.15		39.7	12	38.10	35.35	36.72	36.1
4.5	50.80	43.46	47.13		45.25	2"				
4.5	57.15	49.81	53.48		51.7	2 1/4				
4	63.50	55.25	59.37		57.15	2 1/4				
4	69.85	61.10	65.72		63.5	2 3/4				
4	76.20	67.95	72.07		69.85	3"				

Los tamaños de ambas roscas se pueden determinar por la columna central de la designación.

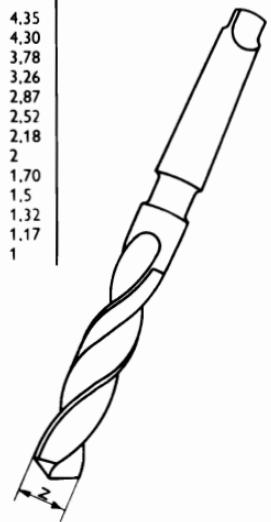
El diámetro de la broca para rosca está calculada para roscar con macho a mano.



Fórmulas:

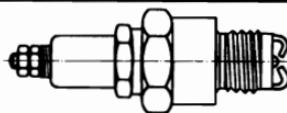
Rosca British Association B. A.  
para pequeña mecánica  
y relojería

Núm.	Diámetro en mm.	PASO en mm.	Diámetro medio en mm.	Diámetro al fondo en mm.	AREA en mm <sup>2</sup>	Diámetro de la broca para agujeros roscados mm.
0	6	1	5.40	4.80	18.10	4.35
1	5.3	0.90	4.75	4.21	13.99	4.30
2	4.7	0.81	4.21	3.73	*10.93	3.78
3	4.1	0.73	3.66	3.22	8.14	3.26
4	3.6	0.66	3.20	2.80	6.20	2.87
5	3.2	0.59	2.84	2.49	4.87	2.52
6	2.8	0.53	2.48	2.16	3.66	2.18
7	2.5	0.48	2.21	1.93	2.89	2
8	2.2	0.43	1.94	1.68	2.22	1.70
9	1.9	0.39	1.66	1.43	1.61	1.5
10	1.7	0.35	1.49	1.28	1.29	1.32
11	1.5	0.31	1.31	1.13	1	1.17
12	1.3	0.28	1.13	0.96	0.73	1
13	1.2	0.25				
14	1	0.23				
15	0.9	0.21				
16	0.79	0.19				
17	0.70	0.17				
18	0.62	0.15				
19	0.54	0.14				
20	0.48	0.12				
21	0.42	0.11				
22	0.37	0.10				
23	0.33	0.09				
24	0.29	0.08				
25	0.25	0.07				



Las roscas hasta el número 12 son muy utilizadas para pequeña mecánica; los demás números tienen su exclusiva aplicación en relojería.

Esta rosca es igual al sistema suizo Thury, y únicamente varía ligeramente en el radio del filete, B. A.  $r = 0.182 \times P$ .



Roscas para bujías de automóviles  
El perfil del filete es rosca  
Sistema internacional

**BRITISH Standard. I. A. E.**

Diámetro nominal mm.	PASO mm.	Diámetro mayor mm.		Diámetro medio mm.		Diámetro menor mm.	
		Rosca MACHO	Rosca HEMBRA	Rosca MACHO	Rosca HEMBRA	Rosca MACHO	Rosca HEMBRA
14	1,25	13,977	14,125	13,035 13,165	13,188 13,278	12,250	12,390
18.	1,5	17,750 17,950	18,162 18,337	16,776 16,976	17,026 17,201	15,639 15,839	16,052 16,226

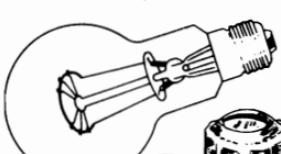
**Americana STANDARD S. A. E. TIPO METRICO**

18 mm.	1,5 mm.	17,975 17,850	18,187	17,001 16,876	17,176 17,051	15,864	16,201 16,076
--------	---------	------------------	--------	------------------	------------------	--------	------------------

**TIPO en pulgadas**

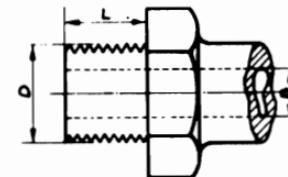
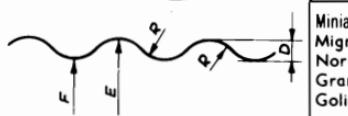
7/8 *	18 hilos en pulgada	0,8750 0,8668	0,8750	0,8384 0,8343	0,8430 0,8389	0,8068	0,8209 0,8149
-------	------------------------	------------------	--------	------------------	------------------	--------	------------------

\* Rosca con perfil Seller; especial S. A. E.



**Roscas Edison**  
para lámparas eléctricas  
y tapones fusibles

TIPO	Núm. de hilos por pulgada	Diá- metro E mm.	Fondo F mm.	Radio R mm.	Altura D mm.
Miniatura	14	9,60	8,60	0,536	0,50
Mignon	9	13,93	12,33	0,825	0,80
Normal	7	26,60	24,30	1,00	1,15
Grande	6	33,10	30,50	1,19	1,30
Goliath	4	39,55	35,95	1,85	1,80

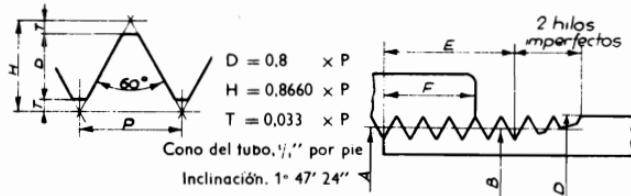


**ESPIGAS PARA GRIFOS, TAPONES,  
ETCETERA; TIPO CORRIENTE DEL  
ALMIRANTAZGO BRITANICO**

**Rosca (ADM. F.) Admiralty Fine**

B Diámetro interior	D Diámetro de espiga	Hilo por pulgadas	L Longitud de espiga
Según aplicación	{		
	3/8	24	3/8
	1/2	20	1/2
	5/8	20	1/2
3/16	3/4	14	5/8
1/4	7/8	»	3/4
3/8	1"	12	7/8
1/2	1 1/4	»	»
5/8	1 3/8	»	»
3/4	1 1/2	»	1"
7/8	1 3/4	»	»

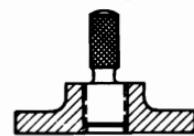
## ROSCA «BRIGGS» AMERICANA PARA TUBOS DE GAS, AGUA Y VAPOR



Diámetro nominal pulgadas	Diámetro medio menor de la rosca A mm.	Diámetro medio mayor de la rosca B mm.	Longitud efectiva de la rosca E mm.	Longitud que entrará a mano F mm.	Diámetro del tubo D mm.	Número de hilos por pulgada
$1/8$	9,23	9,51	6,70	4,57	10,28	27
$1/4$	12,12	12,44	10,20	5,08	13,71	18
$3/8$	15,54	15,92	10,35	6,09	17,14	18
$1/2$	19,26	19,77	13,55	8,12	21,33	14
$5/8$	24,57	25,11	13,86	8,61	26,67	14
1	30,82	31,46	17,34	10,16	33,40	$11\frac{1}{2}$
$1\frac{1}{8}$	39,55	40,21	17,95	10,26	42,16	$11\frac{1}{2}$
$1\frac{1}{4}$	45,62	46,28	18,37	10,66	48,26	$11\frac{1}{2}$
2	57,63	58,32	19,21	11,74	60,23	$11\frac{1}{2}$
$2\frac{1}{8}$	69,07	70,15	28,89	17,23	72,05	8
3	84,85	86,06	30,48	19,45	88,90	8
$3\frac{1}{8}$	97,47	98,77	31,75	20,85	101,6	8
4	110,09	111,43	33,02	21,43	114,3	8
$4\frac{1}{8}$	122,71	124,10	34,29	22,22	127	8
5	136,92	138,41	35,72	23,80	141,3	8
6	163,73	165,25	38,41	24,33	168,27	8
7	188,97	190,56	40,95	25,40	193,67	8
8	214,21	215,90	43,49	27,00	219,07	8
9	239,45	241,24	46,03	28,70	244,47	8
10	267,85	269,77	48,89	30,73	273,05	8
11	293,09	295,13	51,43	32,63	298,45	8
12	318,33	320,49	53,97	34,54	323,85	8

## Roscado de tubería con sus bridas y manguitos

Es preciso que al construir piezas en serie se utilicen calibres de roscado, los cuales deben ajustarse según se muestra en el grabado.



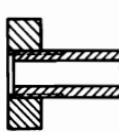
**NORMAL**  
Entrada justa hasta el borde



**NORMAL**  
Entrada justa hasta el borde



**MINIMA TOLERANCIA**  
Queda un filete sin entrar



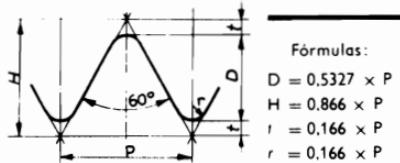
**MAXIMA TOLERANCIA**  
Queda un filete sin entrar



**MAXIMA TOLERANCIA**  
Entra un filete mas



**MINIMA TOLERANCIA**  
Entra un filete mas



**Rosca C. E. I.**  
«Cycle Engineering Institute» para bicicletas y motocicletas

Diámetro en pulgada	Número de hilos en pulgada	Diámetro al fondo mm.	Broca para rosca mm.	Diámetro en pulgada	Número de hilos en pulgada	Diámetro al fondo mm.	Broca para rosca mm.
0.056	62	0.96	1	0.266	26	5.71	5.78
0.064	62	1.19	1.22	0.281	26	6.09	6.14
0.072	62	1.39	1.43	3/16	26	6.89	6.96
0.080	62	1.59	1.64	5/16	26	8.48	8.57
0.092	56	1.85	1.88	9/16	20	12.93	13
0.104	44	2.02	2.1	1"	26	24.35	24.5
1/4	40	2.45	2.5	1.290	24	31.64	31.75
0.145	40	3.23	3.28	1.370	24	33.67	33.80
0.175	32	3.60	3.66	1 7/16	24	35.38	35.50
3/16	32	3.91	3.97	1 11/16	24	36.97	37.10
1/4	26	5.30	5.36				

Ángulo del filete, 50°.

Altura del filete, 0.8 × P

Radio en la cabeza del filete, 0.093 × P

Radio en el fondo, 0.0732 × P

### Rosca suiza «PROGRESS»

para tornillería de relojes

Número	Diámetro mm.	PASO mm.	Número	Diámetro mm.	PASO mm.
4	0.40	0.100	10	1	0.250
4.5	0.45	0.100	11	1.1	0.275
5	0.50	0.125	12	1.2	0.300
5.5	0.55	0.125	13	1.3	0.325
6	0.60	0.150	14	1.4	0.350
6.5	0.65	0.150	15	1.5	0.375
7	0.70	0.175	16	1.6	0.320
7.5	0.75	0.175	17	1.7	0.340
8	0.80	0.200	18	1.8	0.360
8.5	0.85	0.200	19	1.9	0.380
9	0.90	0.225	20	2	0.400
9.5	0.95	0.225			

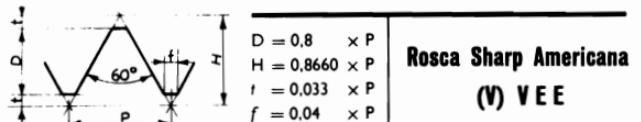
## Rosca de la Sociedad de Ingenieros de Automóviles Americanos

### S. A. E. (STANDARD)

Las fórmulas de esta rosca, es igual a la U. S. S.

La rosca fina es muy empleada en aviación

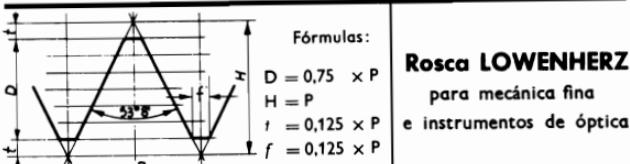
Diámetro de la rosca	Hilos por pulgada		Diámetro de la rosca	Hilos por pulgada		Diámetro de la rosca	Hilos por pulgada	
	Corriente	Fina		Corriente	Fina		Corriente	Fina
1/4 "	28	36	1 7/8 "	12	16	4"	10	16
5/16 "	24	32	2"	12	16	4 1/8 "	10	16
3/8 "	24	32	2 1/8 "	12	16	4 1/4 "	10	16
7/16 "	20	28	2 1/4 "	12	16	4 3/8 "	10	16
1/2 "	20	28	2 3/8 "	12	16	4 1/2 "	10	16
9/16 "	18	24	2 1/2 "	12	16	4 5/8 "	10	16
5/8 "	18	24	2 5/8 "	12	16	4 3/4 "	10	16
11/16 "	16	24	2 3/4 "	12	16	4 7/8 "	10	16
3/4 "	16	20	2 7/8 "	12	16	5"	10	16
7/8 "	14	20	3"	10	16	5 1/8 "	10	16
1"	14	20	3 1/8 "	10	16	5 1/4 "	10	16
1 1/8 "	12	18	3 1/4 "	10	16	5 3/8 "	10	16
1 1/4 "	12	18	3 3/8 "	10	16	5 1/2 "	10	16
1 3/8 "	12	18	3 1/2 "	10	16	5 5/8 "	10	16
1 1/2 "	12	18	3 5/8 "	10	16	5 3/4 "	10	16
1 5/8 "	12	16	3 3/4 "	10	16	5 7/8 "	10	16
1 3/4 "	12	16	3 7/8 "	10	16	6"	8	16



Diámetro en pulgadas	Hilos por pulgada						
1/16	.72	5/8	11	1 3/8	6	2 1/4	4 1/2
2/12	.56	11/16	11	1 7/16	6	2 3/8	4 1/2
1/8	.40	3/4	10	1 1/2	6	2 1/2	4
3/32	.32	13/16	10	1 9/16	6	2 5/8	4
8/16	.24	7/8	9	1 3/8	5	2 3/4	4
7/32	.24	13/16	9	1 11/16	5	2 1/8	4
1/4	.20	1"	8	1 3/4	5	3"	3 1/2
5/16	.18	1 1/16	8	1 13/16	5	3 1/2	3 1/4
3/8	.16	1 1/8	7	1 7/8	4 1/2	4"	3
7/16	.14	1 8/16	7	1 15/16	4 1/2	4 1/2	3 3/4
1/2	.12	1 1/4	7	2"	4 1/2	5"	2 1/2
9/16	.12	1 3/16	7	2 1/8	4 1/2	6"	2 1/4

### Rosca British Standard para tubos de cobre, perfil Whitworth

Diámetro interior del tubo nominal pulgadas	Diámetro exterior del tubo mm.	Diámetro exterior de la rosca mm.	Diámetro al fondo mm.	Número de hilos por pulgada	Broca para rosca mm.
1/8	6.42	6.27	5.13	28	5.25
1/4	10.00	9.88	8.25	20	8.4
3/8	13.18	13.05	11.43	20	11.6
1/2	16.35	16.23	14.70	20	14.85
5/16	19.53	19.40	17.78	20	17.95
3/4	22.70	22.58	20.95	20	21.15
7/16	25.88	25.75	24.13	20	24.25
1"	29.46	29.33	27.70	20	27.85
1 1/16	35.81	35.68	34.06	20	34.20
1 1/8	42.16	42.01	40.51	20	40.70
1 3/16	49.12	46.99	47.16	16	47.40
2"	55.47	55.34	53.31	16	53.50
2 1/16	61.82	61.69	59.66	16	59.90
2 1/8	68.17	68.04	66.01	16	66.25
2 3/16	74.52	72.39	72.36	16	72.60
3"	80.88	81.35	79.32	16	79.50
3 1/16	87.83	87.70	85.67	16	85.95
3 1/8	94.79	94.66	92.63	16	92.85
3 3/16	101.14	101.1	98.98	16	99.25
4"	108.10	107.97	105.94	16	106.20



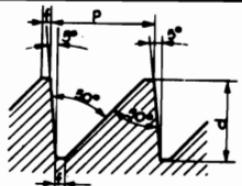
Diámetro en mm.	PASO en mm.	Diámetro medio en mm.	Diámetro al fondo mm.	Broca para rosca	Diámetro en mm.	PASO en mm.	Diámetro medio en mm.	Diámetro al fondo mm.	Broca para rosca
1	0,25	0,81	0,62	0,66	5	0,80	4,40	3,80	3,91
1,2	0,25	1,01	0,82	0,84	5,5	0,90	4,82	4,15	4,30
1,4	0,30	1,17	0,95	1	6	1	5,75	4,5	4,62
1,7	0,35	1,43	1,17	1,17	7	1,10	6,17	5,35	5,5
2	0,40	1,70	1,40	1,5	8	1,20	7,10	6,20	6,35
2,3	0,40	2	1,70	1,77	9	1,30	8,02	7,05	7,13
2,6	0,45	2,26	1,92	1,99	10	1,40	8,95	7,90	8
3	0,50	2,62	2,25	2,37	12	1,60	10,6	9,60	9,80
3,5	0,60	3,05	2,60	2,70	14	1,80	12,8	11,30	11,5
4	0,70	3,47	2,95	3	16	2	14,5	13	13,5
4,5	0,75	3,93	3,37	3,45	18	2,20	16,35	14,7	15



### Rosca para engrasadores STAUFFER

Tamaño número.....	1	2	3	4	5	6	7	8
Diámetro interior mm.....	15	20	30	40	50	60	70	80
Rosca Gas en la espiga.....	1/8	1/4	1/4	1/4	1/4	1/4	3/8	3/8

# Perfiles de rosca para alta resistencia



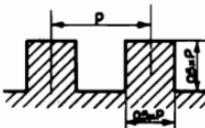
Diente de sierra, lado inclinado 5°

## FORMULA

$$P = \text{Paso}$$

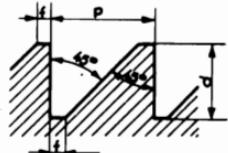
$$d = 0,690 \times P$$

$$f = 0,125 \times P$$



Rosca cuadrada

$$P = 0,2 \times \text{Diámetro del tornillo.}$$



Diente de sierra perpendicular al eje del tornillo.

**WHITWORTH STANDARD y AMERICANA STANDARD**

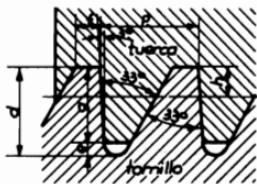
## FORMULA

$$P = \frac{2 \times \text{Diámetro del tornillo}}{15}$$

$$d = 0,750 \times P$$

$$f = 0,125 \times P$$

P = Paso



Diente de sierra alemán

## FORMULA

$$d = 0,86777 \times P$$

$$g = 0,75 \times P$$

$$h = 0,341 \times P$$

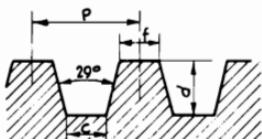
$$f = 0,26384 \times P$$

$$R = 0,12427 \times P$$

$$e = 0,11777 \times P$$

P = Paso

# ROSCA ACME (Americana)



## FORMULAS

Para tornillos

$$d = 0,5 \times P + 0,25 \text{ mm.}$$

$$c = 0,3707 \times P - 0,13 \text{ mm.}$$

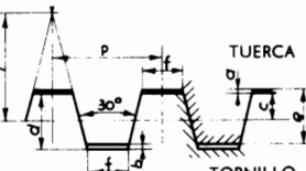
$$f = 0,3707 \times P. \quad P = \text{Paso.}$$

Para machos de roscar

$$d = 0,5 \times P + 0,5.$$

$$f \text{ y } c = 0,3707 \times P - 0,13 \text{ mm.}$$

# ROSCA TRAPEZOIDAL METRICA



## FORMULAS

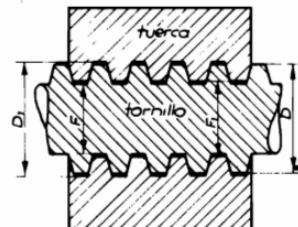
$$d = 0,5 \times P + a. \quad c = 0,5 \times P + 2a - b$$

$$f = 0,634 \times P - 0,536 \times d.$$

$$T = 0,933 \times P. \quad c = 0,25 \times P.$$

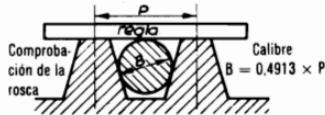
$$a = \begin{cases} 0,25 \text{ mm. en pasos de 3 a 12 mm.} \\ 0,5 \text{ mm. en pasos de 14 a 26 mm.} \\ 0,5 \text{ mm. en pasos de 3 a 4 mm.} \end{cases}$$

$$b = \begin{cases} 0,75 \text{ mm. en pasos de 5 a 12 mm.} \\ 1,5 \text{ mm. en pasos de 14 a 26 mm.} \end{cases}$$

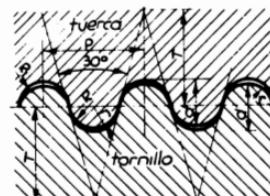


Tornillos | D = Diámetro exterior.  
F = Diámetro Fondo de la  
rosca.

Tuerca | D<sub>t</sub> = D + 0,5 mm.  
F<sub>t</sub> = F + 0,5 mm.



Comprobación de la  
rosca | Calibre  
B = 0,4913 × P



## ROSCA REDONDA

Para material de ferrocarril, contra incendios y riego.

## FORMULAS

$$d = 0,5 \times P. \quad T = 0,933 \times P.$$

$$R = 0,25597 \times P. \quad R_t = 0,22105 \times P.$$

$$r = 0,23851 \times P.$$

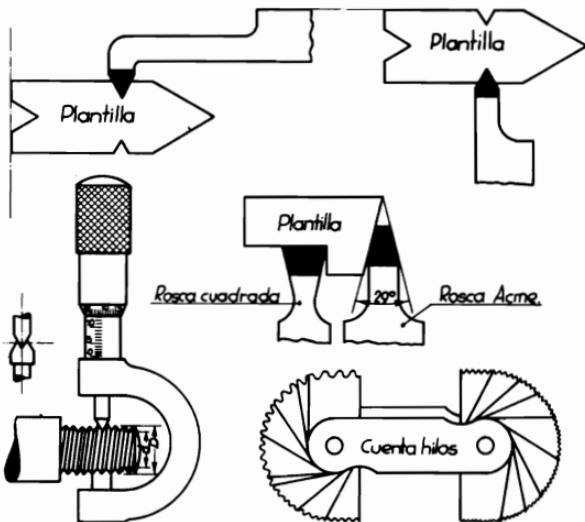


## CUCHILLAS PARA ROSCA TRIANGULAR

### GRADOS DE LA ROSCA

SISTEMA DE ROSCA	GRADOS $\alpha$
WHITWORTH y ADM F.	55°
SELLERS (U. S. S.) y S. A. E. STANDARD	60°
B. A. BRITISH ASSOCIATION	47° 30'
SISTEMA INTERNACIONAL (S. I.)	60°
C. E. I. CICLE ENGINEERS INSTITUTE	60°
(V. E. E.) SHARP	60°
BRIGGS (CAÑO)	60°
LOEWENHERZ	53° 8'
VEANSE FORMULAS GENERALES	

## Colocación de cuchillas para roscar y medición de roscas



**Sistema Whitworth**

### FORMULAS

$$d = D - \frac{32.512}{\text{n\'um. de hilos}} = d \text{ mm.}$$

$$d = D - 1.40725 \times \text{Paso}$$

$$d = D - \frac{1.280654}{\text{n\'um. de hilos}} = d \text{ pulgs.}$$

### FORMULA

Verificador (o Dial) para hacer coincidir los hilos cuando se rosca en el torno.

Con el dispositivo indicado no se necesita contramarcha para roscar y puede con toda seguridad trabajarse, además del siguiente ahorro de tiempo.



#### INSTRUCCIONES PARA EL USO

Para hilos pares embragar la tuerca del husillo principal del torno en cualquiera división.

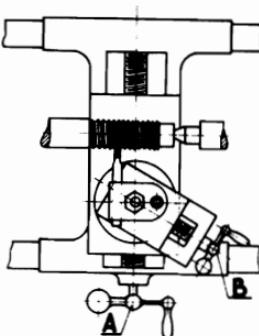
Para hilos impares puede embragarse la tuerca en cualquier división numerada.

Para roscas que su número de hilos en pulgada señale medio hilo (por ejemplo, 5 1/2 hilos por pulgada) debe embragarse la tuerca en cualquier número par de las divisiones.

## METODO PARA ROSCAR CON CUCHILLA EN EL TORNO

Cuando se rosca, y muy especialmente en serie, operar del modo siguiente:

1.º Procédase a inclinar el carro porta-herramientas «B», cuya inclinación será igual a la mitad de los grados del hilo de rosca que se trata de construir, más 2 grados complementarios para el afinado (durante la descendente del carro inclinado «B») del flanco opuesto al flanco de corte, a medida que corta y profundiza uno, afina el otro.



2.º Colocar la cuchilla en el porta-herramientas, utilizando para ello la plantilla; esto facilita un roscado perfecto y corrige, dando ya su perfil normal afinado, el defecto que pudiera tener el hilo de la rosca al aumentar los 2 grados complementarios.

3.º Al roschar debe retirarse la herramienta por medio del carro transversal «A», que será fijado siempre en igual posición al volver a avanzar, pues como se dijo, solo servirá para retirar rápidamente la cuchilla, siendo el carro «B» el que se utilizará para poner corte. Las figuras dadas indican estas operaciones.

Utilizando los métodos anteriores, puede roscar con peine los metales siguientes: Latón, cobre y aluminio. La tabla sirve de guía para el número de pasadas o cortes que deben darse.

Num. de hilos en pulgada	Num. de cortes o pasadas
8	18
10	14
11	13
12	11
13	10
16	9
20	8

# ROSCA CUADRADA

## DATOS PARA DETERMINAR EL PERFIL DE LA HERRAMIENTA

Herramienta para terminar

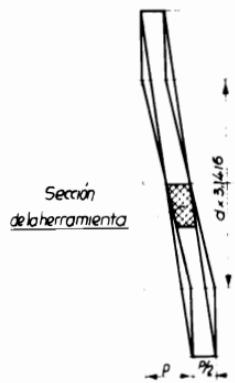


Hélice a la izquierda

Herramienta para terminar



Hélice a la derecha



P. Paso.

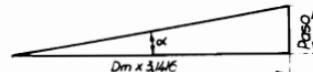
D. Diámetro exterior.

d. Diámetro al fondo del hilo

Dm. Diámetro medio

$$\text{Tangente } \alpha = \frac{P}{Dm \times 3,1416}$$

Los flancos de la herramienta deben tener el suficiente despejo para evitar el rozamiento  
Ejemplo para construcción de rosca de un solo hilo



Si el roscado tiene varios hilos o entradas la fórmula es

$$\text{Tangente } \alpha = \frac{P \times \text{Núm. de hilos}}{Dm \times 3,1416}$$

Fórmula para determinar el diámetro medio.

$$Dm = \frac{D + d}{2}$$

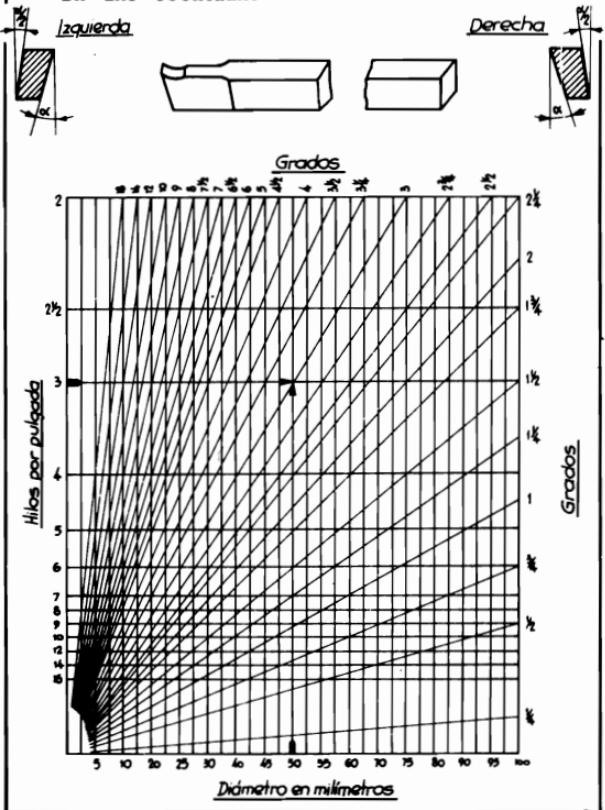
# UCHILLAS PARA ROSCA CUADRADA



Para rosca cuadrada, debe darse a la herramienta el ancho normal teórico para tornillos y piezas roscadas exteriormente, y para la tuerca, debe ser algo mayor, para permitir la entrada de la tuerca en el tornillo. Para machos de roscar, el ancho de la cuchilla debe ser menor, para que al pasar el macho, quede el hueco necesario en la tuerca.

Hilos en pul- gada	Ancho de la cuchilla			Hilos en pul- gada	Ancho de la cuchilla		
	Machos de roscar A mm.	Torni- llos A mm.	Tuer- cas A mm.		Machos de roscar A mm.	Torni- llos A mm.	Tuer- cas A mm.
1	12,601	12,7	12,788	8	1,562	1,587	1,612
1 1/3	9,436	9,525	9,613	9	1,386	1,412	1,437
1 1/2	8,389	8,465	8,542	10	1,244	1,270	1,295
1 3/4	7,180	7,256	7,332	11	1,129	1,155	1,181
2	6,286	6,35	6,413	12	1,033	1,059	1,084
2 1/2	5,016	5,08	5,143	13	0,952	0,977	1,033
3	4,170	4,234	4,297	14	0,894	0,906	0,919
3 1/2	3,378	3,629	3,680	15	0,833	0,835	0,858
4	3,136	3,175	3,213	16	0,779	0,792	0,805
4 1/2	2,783	2,821	2,859	18	0,693	0,706	0,718
5	2,501	2,54	2,578	20	0,622	0,635	0,647
5 1/2	2,270	2,308	2,345	22	0,503	0,576	0,589
6	2,077	2,115	2,153	24	0,515	0,520	0,541
7	1,785	1,813	1,851				

## DIAGRAMA PARA DETERMINAR LOS ANGULOS EN LAS CUCHILLAS PARA ROSCAS CUADRADAS



## Tablas para roscar en el torno con husillo inglés de 2-3 y 4 hilos en pulgada y métrico de 8-10-12 mm.

A, B, C, D. Letras con las cuales se indican las ruedas para su montaje; se pueden cambiar sin que altere el paso, montando la A en C, y la B en D.  
Cálculo de ruedas para roscar pasos ingleses.

Roscado con dos ruedas.

### EJEMPLO

Construir una rosa de 10 hilos por pulgada en un torno con husillo patrón de 4 hilos por pulgada.

Hilos husillo patrón  $4 \times 5 = 20$  rueda A conductora.

Hilos rosa a realizar  $10 \times 5 = 50$  rueda B conducida,

o bien  $4 \times 10 = 40$  A

$10 \times 10 = 100$  B.

Para roscar 16 hilos por pulgada en un torno con husillo patrón de 2 hilos por pulgada, se opera del modo siguiente:

Hilos husillo patrón  $2 \times 10 = 20$  A conductora.

Hilos rosa a realizar  $16 \times 10 = 160$  B conducida o receptora.

Si no tenemos la rueda 160 se procede al tren compuesto de 4 ruedas.

Rueda A

20

$2 \times 10$

10

5

Tendremos 20 50

100

80

Rueda B

160

$10 \times 16$

10

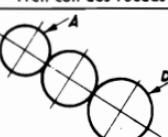
5

Las ruedas de 20 y 50 son conductoras.

Las ruedas 100 y 80 son conducidas o receptoras.

### FORMULAS PARA PROBAR EL PASO CALCULADO

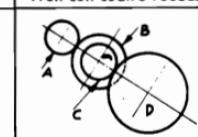
Tren con dos ruedas



$$Ph = \frac{D \times PH}{A}$$

$$P = \frac{A \times PT}{D}$$

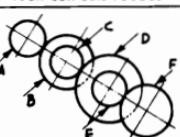
Tren con cuatro ruedas



$$Ph = \frac{B \times D \times PH}{A \times C}$$

$$P = \frac{A \times C \times PT}{B \times D}$$

Tren con seis ruedas



$$Ph = \frac{B \times D \times F \times PH}{A \times C \times E}$$

$$P = \frac{A \times C \times E \times PT}{B \times D \times F}$$

P = Paso a realizar en mm. PT = Paso del husillo del torno en mm.

Ph = Paso a realizar en hilos por pulgada.

PH = Paso del husillo del torno en hilos por pulgada.

# PASOS METRICOS

## Roscado con 2 ruedas

### EJEMPLOS

Calcular las ruedas necesarias para roscar un paso de 2 mm. en un torno con husillo de 5 mm. de paso.

$$\frac{\text{Paso a roscar}}{\text{Paso del husillo del torno}} = \frac{2}{5} = \frac{2 \times 10}{5 \times 10} = \frac{20 \text{ A}}{50 \text{ B}}$$

$$\frac{2}{5} = \frac{2 \times 20}{5 \times 20} = \frac{40 \text{ A}}{100 \text{ B}}$$

$$\frac{2}{5} = \frac{2 \times 15}{5 \times 15} = \frac{30 \text{ A}}{75 \text{ B}}$$

Cualquiera de estas combinaciones.

## Roscado con 4 ruedas

Calcular las ruedas necesarias para roscar un paso de 3 mm. en un torno con husillo de 8 mm. de paso.

$$3 = 1 \times 3 \quad 8 = 2 \times 4 \quad \times \frac{3}{4} = \frac{20 \text{ A}}{40 \text{ B}} \times \frac{45 \text{ C}}{60 \text{ D}}$$

## Roscado de pasos métricos en torno con husillo de paso en pulgadas

Calcular las ruedas necesarias para roscar un paso de 8 mm. en un torno con husillo de 2 hilos por pulgada.

$$\frac{\text{Paso a roscar}}{\text{Paso del husillo del torno}} = \frac{8}{1} \cdot \frac{25,4}{2} = \frac{8}{1} \times \frac{2}{25,4} = \frac{40 \text{ A}}{30 \text{ B}} \times \frac{60 \text{ C}}{127 \text{ D}}$$

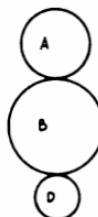
~

## Roscado de pasos en pulgadas en torno con husillo métrico

Calcular las ruedas necesarias para roscar un paso de 8 hilos en pulgada en un torno con husillo de 10 mm. de paso.

$$\frac{\text{Paso a roscar}}{\text{Paso del husillo del torno}} = \frac{25,4}{8} \quad 10 = \frac{25,4}{8} \times \frac{1}{10} = \frac{20 \text{ A}}{80 \text{ B}} \times \frac{127 \text{ C}}{100 \text{ D}}$$

# ROSCAS DE PASO INGLES



N = Hilos en pulgada.

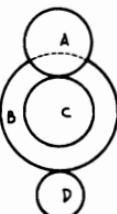
Z = Hilos del husillo en pulgada.

A = Rueda del cabezal.

B = Intermedia conducta.

C = Intermedia conductora.

D = Rueda del husillo.



## Tabla para torno con husillo de 2 hilos por pulgada

N = Hilos en pulgada	A	B	C	D	N = Hilos en pulgada	A	B	C	D
					1/2	20	80	50	100
1	20	40	100	25	17	20	85	50	100
1 1/2	20	25	50	30	18	20	90	50	100
2	20	40	50	25	19	20	95	50	100
2 1/2	30	40	80	75	20	20	80	40	100
3	20	50	100	60	21	20	100	50	105
3 1/4	20	70	100	50	22	20	100	50	110
4	20	50	75	100	23	20	100	50	115
4 1/2	20	30	60	90	24	20	60	25	100
5	20	30	50	100	25	20	75	30	100
5 3/4	20	25	50	100	26	20	65	25	100
6	25	Cual.		75	27	20	75	25	90
6 1/2	20	»		65	28	20	70	25	100
7	20	»		70	29	20	87	30	100
7 1/2	20	»		75	30	20	75	25	100
8	25	»		100	31	20	93	30	100
8 1/2	20	»		85	32	20	80	25	100
9	20	»		90	33	20	110	40	120
9 1/2	20	»		95	34	20	85	25	100
10	20	»		100	35	20	100	30	105
11	20	»		110	36	20	90	25	100
12	20	»		120	37	20	74	20	100
13	20	65	50	100	38	20	95	30	120
14	20	70	50	100	39	20	120	20	65
15	20	75	50	100	40	20	100	30	120

# PASOS METRICOS

## Torno de 2 hilos por pulgada

P = Paso en mm.	A	B	C	D	P = Paso en mm.	A	B	C	D
0,3	15	100	20	127	3	30	Cual. <sup>a</sup>		127
0,4	20	100	20	127	3,2	40	50	40	127
0,5	20	100	25	127	3,5	35	Cual. <sup>a</sup>		127
0,6	20	100	30	127	3,6	40	50	45	127
0,7	20	100	35	127	4	40	Cual. <sup>a</sup>		127
0,75	25	100	30	127	4,4	55	50	40	127
0,8	20	100	40	127	4,5	45	Cual. <sup>a</sup>		127
0,9	20	100	45	127	4,8	60	50	40	127
1	25	100	40	127	5	50	Cual. <sup>a</sup>		127
1,1	20	100	55	127	5,2	40	50	65	127
1,2	30	100	40	127	5,5	55	Cual. <sup>a</sup>		127
1,25	25	100	50	127	5,6	35	50	80	127
1,3	20	100	65	127	6	60	Cual. <sup>a</sup>		127
1,4	35	100	40	127	6,4	40	50	80	127
1,5	30	100	50	127	6,5	65	Cual. <sup>a</sup>		127
1,6	20	50	40	127	7	80	40	35	127
1,75	35	100	50	127	8	60	50	100	127
1,8	20	50	45	127	9	40	30	60	127
2	20	Cual. <sup>a</sup>		127	10	45	40	50	127
2,2	20	50	55	127	11	80	40	55	127
2,25	25	50	45	127	12	80	40	60	127
2,4	30	50	40	127	14	80	40	70	127
2,5	25	Cual. <sup>a</sup>		127	16	60	30	80	127
2,6	20	50	65	127	18	60	30	90	127
2,8	35	50	40	127	20	60	30	100	127

# ROSCAS DE PASO INGLES



N = Hilos en pulgada.

Z = Hilos del husillo en pulgada.

A = Rueda del cabezal.

B = Rueda intermedia conducida.

C = Rueda intermedia conductora.

D = Rueda del husillo.



## Tabla para torno con husillo de 3 hilos en pulgada

N = Hilos en pulgada	A	B	C	D	N = Hilos en pulgada	A	B	C	D
1	60	40	50	25	12	20	40	30	60
1 1/4	60	50	70	35	12 1/2	20	50	45	75
1 1/2	60	45	75	50	13	30	65	25	50
1 3/4	90	75	50	35	13 1/2	30	60	40	90
2	60	20	40	80	14	25	70	60	100
2 1/4	80	90	60	40	15	20	50	50	60
2 1/2	50	25	45	75	16	20	40	30	80
2 3/4	90	75	50	55	16 1/2	50	90	30	110
3	60	30	50	100	17	25	50	30	85
3 1/4	100	50	30	70	17 1/2	20	50	30	70
4	60	40	45	90	18	25	75	45	90
4 1/4	60	45	42	84	19	30	100	50	95
5	90	60	20	50	20	25	75	45	100
5 1/4	20	60	90	55	21	20	60	45	105
6	45	75	50	60	22	20	40	30	110
6 1/4	20	60	90	65	22 1/2	20	90	30	50
7	25	35	60	100	23	30	50	25	115
7 1/4	30	75	90	90	24	25	60	30	100
8	30	40	60	120	25	20	50	30	100
8 1/4	40	85	60	80	26	20	65	50	80
9	30	45	20	40	27	20	60	40	120
9 1/4	40	95	45	60	28	25	70	30	100
10	20	40	30	50	29	20	145	45	60
10 1/4	20	35	60	120	30	20	60	30	100
11	30	55	45	90	40	20	100	30	80
11 1/4	20	30	45	115	50	30	100	25	125

# PASOS METRICOS

## Torno de 3 hilos por pulgada

P = Paso en mm.	A	B	C	D	P = Paso en mm.	A	B	C	D
1	20	100	65	110	15	65	20	60	110
1,5	30	100	65	110	16	65	50	80	55
2	50	75	65	110	17	65	50	85	55
2,5	30	60	65	110	18	90	25	65	110
3	45		127		19	65	50	95	55
3,5	42	24	30	127	20	60	30	65	55
4	40	24	36	127	21	90	24	84	127
4,5	60	40	45	127	22	65	25	30	60
5	45	18	30	127	23	90	18	69	127
5,5	90	96	88	127	24	65	25	60	55
6	60	50	65	110	25	75	30	65	55
6,5	60	24	39	127	28	70	25	65	55
7	60	24	42	127	30	65	20	60	55
7,5	60	40	65	110	32	80	25	65	55
8	90	45	60	127	33	65	80	60	50
8,5	85	40	60	127	34	85	25	65	55
9	90	30	45	127	35	70	20	65	55
9,5	95	30	45	127	36	90	25	65	55
10	60	30	65	110	38	95	25	65	55
10,5	90	24	42	127	40	120	30	65	55
11	60	30	65	100	44	120	25	65	60
11,5	90	36	69	127	45	90	20	65	55
12	90	30	60	127	48	120	25	65	55
12,5	100	48	90	127	50	100	80	65	55
13	90	18	69	127	55	120	80	65	60
14	65	50	/0	55	60	120	20	65	55

# ROSCAS DE PASO INGLES

N = Hilos en pulgada.

Z = Hilos del husillo en pulgada.

A = Rueda del cabezal.

B = Rueda intermedia conducida.

C = Rueda intermedia conductora.

D = Rueda del husillo.



## Tabla para torno con husillo de 4 hilos en pulgada

N = Hilos en pulgada	A	B	C	D	N = Hilos en pulgada	A	B	C	D
1/2	40	20	100	25	16	20	Cual. <sup>a</sup>		80
1	40	20	60	30	17	20	"		85
1 1/2	30	45	100	25	18	20	"		90
2	40	30	75	50	19	20	"		95
2 1/2	30	45	60	25	20	20	"		100
3	30	45	80	40	21	20	"		105
3 1/2	20	70	100	25	22	20	"		110
4	30	45	60	40	23	20	"		105
4 1/2	20	90	100	25	24	20	"		120
5	30	45	60	50	25	20	50	40	100
5 1/2	20	55	50	25	26	25	65	40	100
6	20	60	100	50	27	20	60	40	90
6 1/2	20	65	50	25	28	30	70	40	120
7	30	45	60	70	29	20	87	40	100
7 1/2	30	45	60	75	30	20	60	40	100
8	30	40	60	90	31	20	62	40	100
8 1/2	30	45	60	85	32	25	80	40	100
9	30	45	60	90	33	20	60	40	110
9 1/2	30	45	60	95	34	25	85	40	100
10	30	45	60	100	35	20	70	40	100
11	20	45	60	110	36	25	90	40	100
12	30	45	60	120	37	20	74	40	100
13	40	65	45	90	38	25	95	40	100
14	20	Cual. <sup>a</sup>		70	39	20	65	40	120
15	20	"		75	40	20	60	30	100

# PASOS METRICOS

## Torno de 4 hilos por pulgada

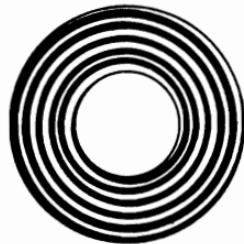
P = Paso en mm.	A	B	C	D	P = Paso en mm.				
						A	B	C	D
0,25	20	100	25	127	2,6	40	50	65	127
0,3	20	100	30	127	2,8	35	25	40	127
0,35	20	100	35	127	3	60	Cual. <sup>a</sup>		
0,4	20	100	40	127	3,2	40	50	80	127
0,45	20	100	45	127	3,5	35	50	100	127
0,5	20	50	25	127	3,6	45	25	40	127
0,6	20	50	30	127	4	50	25	40	127
0,7	20	50	35	127	4,4	55	25	40	127
0,75	25	50	30	127	4,5	50	25	45	127
0,8	20	50	40	127	4,8	60	25	40	127
0,9	20	50	45	127	5	50	20	40	127
1	20	Cual. <sup>a</sup>			5,2	40	25	65	127
1,1	20	50	55	127	5,5	55	20	40	127
1,2	30	50	40	127	6	60	20	40	127
1,25	25	Cual. <sup>a</sup>			6,5	65	20	40	127
1,3	20	50	60	127	7	50	25	70	127
1,4	35	50	40	127	8	60	30	80	127
1,5	30	Cual. <sup>a</sup>			9	45	127	100	25
1,6	30	50	40	127	10	50	20	80	127
1,75	35	Cual. <sup>a</sup>			11	55	20	80	127
1,8	40	50	45	127	12	60	20	80	127
2	40	Cual. <sup>a</sup>			14	70	20	80	127
2,2	40	50	55	127	16	80	25	100	127
2,4	30	25	40	127	18	90	25	100	127
2,5	30	Cual. <sup>a</sup>			20	80	20	100	127

## TABLA PARA TORNOS DE 10 mm. DE PASO

B = Rueda intermedia conducida.  
C = Rueda intermedia conductora.  
D = Rueda del husillo.



P = Paso en mm.	A	B	C	D	P = Paso en mm.	A	B	C	D
1	40	100	20	80	34	40	20	85	50
1,5	30	40	20	100	35	35	20	80	40
2	20	50	30	60	36	45	25	80	40
2,5	40	80	25	50	37	75	35	95	55
3	40	80	30	50	38	40	20	95	50
3,5	35	50	40	80	39	60	20	65	50
4	20	30	60	100	40	30	15	80	40
4,5	20	25	45	100	41	50	15	80	65
5	20	25	50	80	42	60	25	35	20
5,5	20	40	55	50	43	85	25	95	75
6	30	20	40	100	44	40	20	110	50
6,5	20	40	65	50	45	90	40	40	20
7	35	20	40	100	46	65	30	85	40
7,5	20	40	75	50	47	80	20	100	85
8	40	25	50	100	48	30	20	80	25
8,5	20	40	85	50	49	35	20	100	25
9	40	20	45	100	50	50	30	50	20
9,5	20	25	95	80	55	90	20	44	36
10	40	20	60	120	60	80	40	60	20
10,5	35	25	60	80	65	52	30	90	24
11	40	20	55	100	70	100	50	70	20
11,5	55	45	80	85	75	60	40	80	16
12	40	20	60	100	80	80	30	60	20
12,5	50	20	40	80	85	100	18	26	17
13	30	25	65	60	90	90	20	60	30
13,5	45	25	75	100	95	110	30	70	27
14	50	25	70	100	100	100	20	60	30
14,5	60	35	55	65	105	50	28	100	17
15	50	20	60	100	110	100	25	55	20
15,5	55	60	110	65	115	90	17	50	23
16	40	20	80	100	120	90	20	40	15
16,5	55	25	75	100	125	50	20	80	16
17	40	20	85	100	130	65	20	100	25
17,5	35	40	100	50	135	60	25	40	16
18	40	25	90	80	140	100	25	70	20
18,5	75	35	95	110	145	60	25	100	18
19	50	25	95	100	150	50	15	90	20
19,5	60	20	65	100	155	100	20	90	29
20	50	20	80	100	160	80	20	100	25
20,5	91	35	95	120	165	90	15	55	20
21	60	20	70	100	170	100	25	85	20
21,5	40	42	100	85	175	70	16	100	25
22	55	20	80	100	180	100	25	90	20
22,5	45	40	100	50	185	50	15	100	18
23	65	30	85	80	190	100	16	70	23
23,5	40	20	100	85	195	100	19	100	27
24	60	20	40	50	200	60	15	100	20
24,5	35	25	35	20	205	80	15	100	26
25	25	20	60	50	210	90	15	70	20
26	65	20	40	50	215	100	16	110	32
27	45	20	60	50	220	90	24	100	17
28	40	20	70	50	225	90	16	100	25
29	55	35	120	65	230	70	16	100	19
30	50	25	60	40	235	90	23	90	15
31	55	30	110	65	240	100	25	90	15
32	40	20	80	50	245	90	23	100	16
33	80	40	33	20	250	100	18	90	20



## Métodos para el corte de roscas planas, o en espiral, para realizar en el torno

Esta clase de trabajo especial, como son las coronas en espiral plano para los platos de garras universales, que se utilizan en los tornos, se recurrirá al carro transversal del torno combinando el movimiento automático con el tornillo patrón del torno.

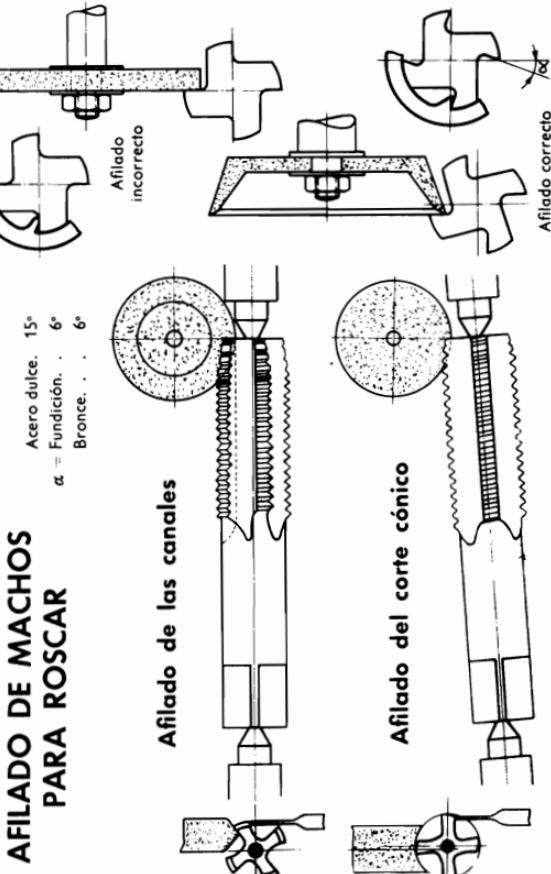
En primer lugar se debe tener presente que la relación existente o paso que representa el tornillo patrón del torno está excluido completamente, no sirviendo en este caso más que el eje cabezal que transmite el movimiento, donde la relación en sentido transversal es tratado con diferentes datos por no ser igual a la del longitudinal.

Operé así: para probar el paso del carro transversal en razón de un giro del eje cabezal del torno, se montarán dos ruedas con igual número de dientes, una en el eje cabezal, y la otra sobre el tornillo patrón; se embraga el carro transversal y se marcará un punto cuando el carro comienza a moverse, desde este momento se comenzarán a contar un cierto número de vueltas del eje cabezal, que también será marcado con otro punto al mismo tiempo que el carro; una vez conocidas el número de vueltas que se hizo girar al eje cabezal, se medirá el avance que efectuó el carro, y se dividirá por el número de vueltas con lo cual queda establecida una relación, bien en pulgadas o milímetros, según tenga la rosca el husillo del carro transversal.

Si se trata de cortar dos roscas destinadas al acoplamiento entre si, como sucede con los elementos de un plato Universal, una será roscada del exterior al interior, y la otra del interior al exterior, así quedarán establecidas la rosca a derecha e izquierda.

NO DESEMBRAGAR DURANTE EL PROCESO DE TRABAJO, hacer girar el torno a la derecha y a izquierda.

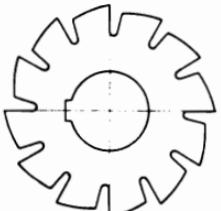
Si un disco una vez de roscado se destina a garras de un plato Universal, se dividirá en 6 u 8 partes (según sea el plato) y se numerarán progresivamente del 1 al 6 ó del 1 al 8 para que las piezas al cortarlas formen un juego los números impares y otro los pares.



**AFILADO DE MACHOS  
PARA ROSCAR**

# CALCULO DE RUEDAS ENGRANAJES

para «Torno destalonador» empleado en la construcción de machos para roscar y fresas de perfil constante



## INSTRUCCIONES

Conociendo el número de vueltas «N» del árbol diferencial, y el número de dientes «n» de la fresa a destalonar, el cálculo es lo mismo que para las ruedas que ordinariamente se emplean para roscar.

La rueda que representa el número de dientes de la fresa a destalonar será siempre montada sobre el árbol diferencial como rueda de mando, y la rueda receptora sobre el árbol portador de los camones (o excéntricas).

## EJEMPLO

Siendo A y C ruedas de mando

B y D receptoras

$n = \text{Núm. de dientes destalonados}$

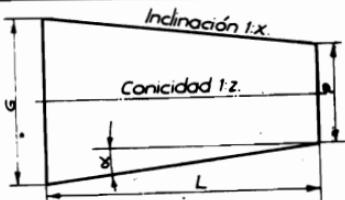
$N = \text{Transporte del diferencial}$

$$\frac{n}{N} = \frac{A \times C}{B \times D} \quad \text{Si, por ejemplo, } n = 14 \text{ y } N = 8.$$

## FORMULA

$$\frac{14}{8} = \frac{3,5 \times 4}{2 \times 4} = \frac{\frac{A}{B} \times \frac{C}{D}}{25 \times 40}.$$

## Torneado cónico. Teoría fundamental de los conos



### DESIGNACION

G = Diámetro mayor.

P = Diámetro menor.

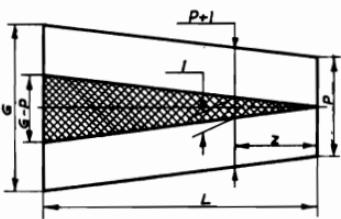
L = Longitud del cono.

1 : Z = Conicidad.

1 : X = Inclinación.

$\alpha$  = Ángulo para el torneado.

$\alpha \times 2$  = Ángulo total del cono.



### CONICIDAD

Conicidad sobre toda la longitud.

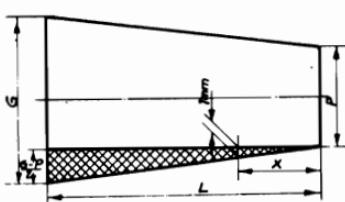
$$= G - P$$

$$\text{Conicidad } 1 : Z = \frac{L}{G - P}$$

Conicidad por milímetro de longitud.

$$= \frac{G - P}{L}$$

$$\text{Conicidad por \%} = \frac{G - P}{L} \times 100.$$



### INCLINACION

$$1 : X = \frac{G - P}{2} : L \quad (\text{indica que en una longitud de } X \text{ mm el radio del cono varía } 1 \text{ mm.})$$

Inclinación para el carro del torno.

$$\text{Tangente } \alpha = \frac{G - P}{2L}$$

$$\text{Tangente } \alpha = \frac{\text{Inclinación \%}}{100}$$

$$\text{Tangente } \alpha = \frac{\text{Conicidad por \%}}{200}$$

\* En el supuesto de que se indique así la característica del cono.

**EJEMPLO:** Calcular la inclinación en grados que debe darse al carro del torno para tornear un cono cuyas características son las siguientes:

$$G = 100 \text{ mm} \quad P = 76 \text{ mm} \quad L = 150 \text{ mm}$$

$$\text{Tg } \alpha = \frac{100 - 76}{300} = 0,08. \quad \text{La tabla de tangentes indica un ángulo de } 4^\circ 35'.$$

Si la característica del cono fuere conicidad por %, tendremos que:

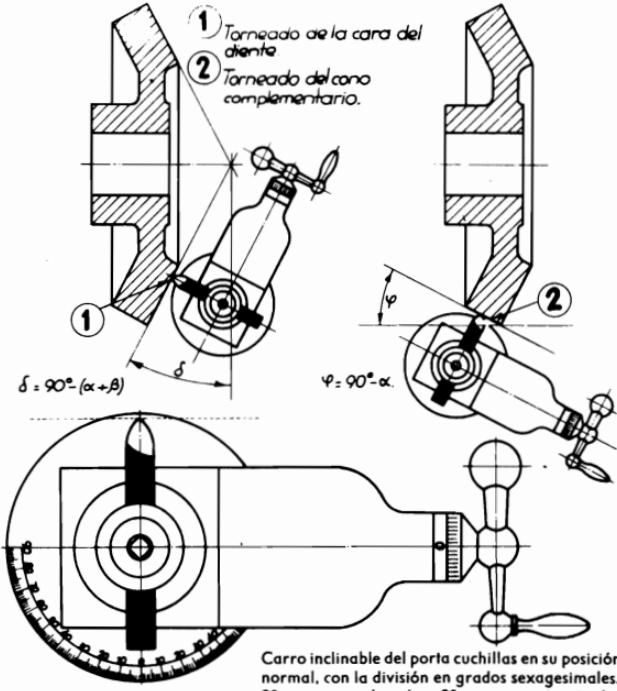
$$\text{Conicidad } 16 \% \text{ Tg } \alpha = \frac{16}{200} = 0,08 = 4^\circ 35'.$$

$$\text{Inclinación } 8 \% \text{ Tg } \alpha = \frac{8}{100} = 0,08 = 4^\circ 35'.$$

## Torneado cónico. Ejemplos diversos

### Rueda con dentado cónico

Trabajo para ser realizado utilizando un plato de garras



$N$  = Número de dientes de la Rueda

$n$  = Número de dientes del Piñón

### RUEDA

$$\operatorname{Tg} \alpha = \frac{N}{n}$$

$$\operatorname{Tg} \beta = \frac{2 \times \operatorname{sen} \alpha}{N}$$

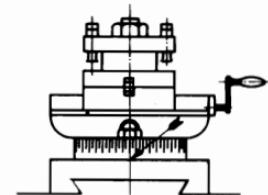
### PIÑÓN

$$\operatorname{Tg} \alpha = \frac{n}{N}$$

$$\operatorname{Tg} \beta = \frac{2 \times \operatorname{sen} \alpha}{n}$$

## TORNEADO DE CONOS

Fórmulas para encontrar por la tangente la inclinación que debe darse al carro del torno.



1.º Tornear un cono 2 % de conicidad:

$$\frac{2}{100} = 0,020 \text{ Tangente } 1^\circ 10'.$$

Como la inclinación es igual a la mitad de la conicidad, tendremos que:

$$1^\circ 10' = \frac{70 \text{ minutos}}{2} = 35' \text{ que será la inclinación que debe darse al carro.}$$

2.º Tornear un cono de 4 % de inclinación:

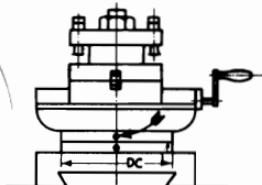
$$\frac{4}{100} = 0,04 \text{ Tangente } 2^\circ 17' \text{ inclinación que se dará al carro del torno.}$$

Se obtiene la tangente del ángulo de inclinación, dividiendo la diferencia de diámetros del cono por dos veces la longitud.

Conocidas todas las dimensiones de un cono, calcular la inclinación que debe darse al carro del torno:

$$G = 160. P = 150. L = 200. \frac{G - P}{L \times 2} = 0,025 = 1^\circ 26' \text{ de inclinación.}$$

# TORNEADO DE CONOS



Cálculo de cantidad en milímetros que debe ponerse en el círculo transportador del carro de los tornos antiguos que no tienen graduado el mismo.

Para marcar la cantidad que debe girar el círculo, usar una regla flexible de acero, marcada si es posible en  $\frac{1}{2}$  milímetros.

$M$  = Milímetros a girar.

$D_c$  = Diámetro del círculo transportador del carro.

## FORMULAS

1.<sup>a</sup> Conociendo la longitud y diámetros del cono:

$$M = \frac{D_c \times (G - P)}{4 \times L}$$

2.<sup>a</sup> Cono dado por su inclinación:

$$M = \frac{\text{Inclinación} \times D_c}{200}$$

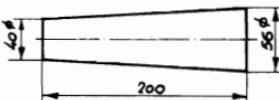
3.<sup>a</sup> Cono dada su conicidad:

$$M = \frac{\text{Conicidad} \times D_c}{400}$$

## SENCILLO METODO PARA CALCULAR LOS GRADOS DE UN CONO SIN HACER USO DE LAS TABLAS TRIGONOMETRICAS

Para calcular la inclinación que debe ponerse al carro del torno, conociendo la longitud y diámetros del cono a realizar, es suficiente multiplicar la mitad de la diferencia de los diámetros del cono por 57,3 y dividir el producto por la longitud del cono.

Ejemplo:



¿A qué grados se inclinará el carro?

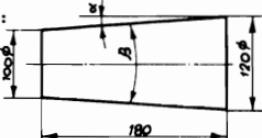
$56 - 40 = 16 \quad 16 : 2 = 8 \quad 8 \times 57,3 = 458,4 \quad 458,4 : 200 = 2,29$  (2 grados con 29 centésimas de grado).

Si 100 centésimas de grado valen 60 minutos, tendremos que:

$$\frac{29 \times 60}{100} = 17' \text{ minutos.}$$

Por tanto, se inclinará el carro  $2^{\circ} 17'$  equivalente a  $2^{\circ} 29$  centésimas de grado. ( $57,3 = \text{Cosecante de } 1^{\circ}$ .)

Otro método:



¿Cuál es el valor del ángulo total del cono y a qué grados se inclinará el carro?

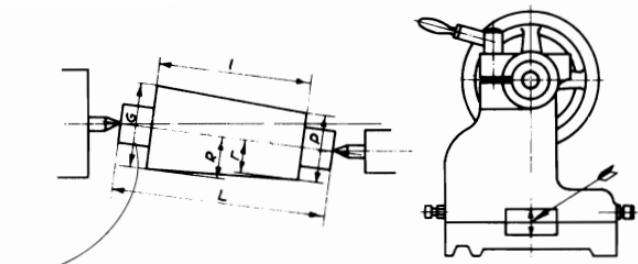
La diferencia de diámetros del cono nos da  $120 - 100 = 20$  mm., que representa un triángulo teniendo 20 mm. de base y 180 mm. de altura, comprendido este triángulo en una circunferencia  $360^{\circ}$  y haciendo una proporción, el ángulo de esta porción de circunferencia siendo de 20 mm. nos dará:

$$\text{Radio} \times 2 = \text{Diámetro} \text{ ó } 180 \times 2 = 360 \text{ mm.}$$

Diámetro  $\times \pi =$  Longitud de la circunferencia ó  $360 \times 3,1416 = 1130,97$  mm.

En 1 mm. se tendrá:  $\frac{360}{1130,97}$  y en 20 mm. de cota:  $\frac{20 \times 360}{1130,97} = 6^{\circ} 36$  centésimas

$6^{\circ} 36$  centésimas =  $6^{\circ} 21'$   $\beta = 6^{\circ} 21'$   $\alpha = 3^{\circ} 10'$   $3^{\circ} 10'$  inclinación del carro.



## Torneado de conos por desplazamiento del contrapunto del torno

$G$  = Diámetro mayor del cono.

$P$  = Diámetro menor del cono.

$R$  = Radio mayor del cono.

$r$  = Radio menor del cono.

$L$  = Longitud total de la pieza.

$l$  = Longitud del cono.

### FORMULAS

$$1. \frac{(R-r) \times L}{l} = \text{Desplazamiento.}$$

$$2. \frac{(G-P) \times L}{l \times 2} = \text{Desplazamiento.}$$

**1.<sup>o</sup> EJEMPLO:** Calcular el desplazamiento, si el cono a tornear tiene las dimensiones siguientes:

$$R = 50 \text{ mm. } l = 200 \text{ mm. } \frac{(R-r) \times L}{l} = \frac{(50-40) \times 300}{200} = 15 \text{ mm.}$$

$$r = 40 \text{ mm. } L = 300 \text{ mm. }$$

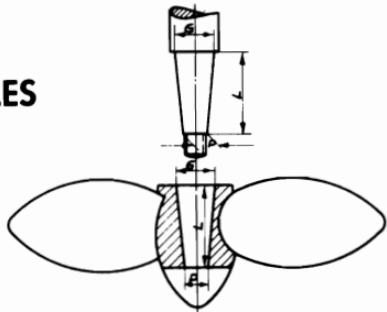
**2.<sup>o</sup> EJEMPLO:**

$$G = 100 \text{ mm. } l = 200 \text{ mm. } \frac{(100-80) \times 300}{200 \times 2} = 15 \text{ mm.}$$

### NOTAS IMPORTANTES:

Refrentar y poner la pieza a su longitud antes de mover el contrapunto. La cuchilla deberá estar exactamente a igual altura que los puntos del torno.

## CONOS SISTEMA INGLES



PARA CALCULAR	CONOCIENDO	F O R M U L A S	
Cono por pulgada $B$	Cono por pie.	Dividir por 12.	$\frac{A}{12} = B$
Cono por pie $A$	Cono por pulgada.	Multiplicar por 12:	$B \times 12 = A$
Cono por pie $A$	Diámetros $G, P$ y longitud $L$ en pulgadas.	Restar los dos diámetros, multiplicar por 12 y dividir por la longitud del cono.	$\frac{(G-P) \times 12}{L} = A$
Diámetro menor en pulgadas $P$	Diámetro mayor, longitud del cono en pulgadas y conicidad por pie.	Multiplicar el cono por pie por la longitud del cono, y dividir por 12, restar el resultado con el diámetro mayor.	$G - \frac{A \times L}{12} = P$
Diámetro mayor en pulgadas $G$	Diámetro menor, longitud del cono en pulgadas y cono por pie.	Multiplicar el cono por pie por la longitud del cono, y dividir por 12, sumando al resultado el diámetro menor.	$P + \frac{A \times L}{12} = G$
Cantidad de cono en pulgadas	Cono por pie y longitud en pulgadas.	Multiplicar la longitud del cono por el cono por pie, y dividir por 12.	$\frac{L \times A}{12} = C$
Longitud del cono en pulgadas $L$	Cono por pie y los dos diámetros en pulgadas.	Restar los dos diámetros y multiplicar por 12, y dividir por cono por pie.	$\frac{(G-P) \times 12}{A} = L$

$G$  = Diámetro mayor.

$P$  = Diámetro menor.

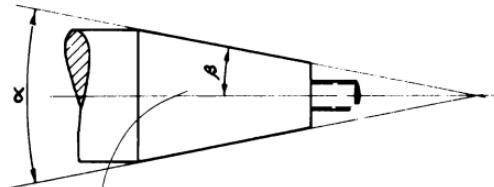
$L$  = Longitud.

Cono por pie =  $A$ .

Cono por pulgada =  $B$ .

Cantidad de cono en pulgadas =  $C$ .

# CONO POR PIE INGLES Y ANGULOS CORRESPONDIENTES



Conociendo el cono en pulgadas por pie se calcula el valor del ángulo  $\gamma$  por la siguiente fórmula:

## EJEMPLO

La conicidad es equivalente a 2 pulgadas por pie.

Dividir el cono en pulgadas por pie entre 24, el cociente será la tangente que multiplicada por 2 nos dará el valor de  $\gamma$

$$2/24 = \operatorname{Tg} 0.0833 = 4^\circ 45' 49''$$

$$4^\circ 45' 49'' \times 2 = 9^\circ 31' 37''$$

$$\beta = \alpha/2$$

CONO POR PIE	VALOR ANGULO TOTAL	INCLINACION DEL CARRO DEL TORNO	CONO POR PIE	VALOR ANGULO TOTAL	INCLINACION DEL CARRO DEL TORNO
1/64	0° 4' 28"	0° 2' 14"	15/32	2° 14' 17"	1° 7' 8"
1/32	0° 8' 58"	0° 4' 29"	1/2	2° 23' 12"	1° 11' 36"
1/16	0° 17' 53"	0° 8' 57"	17/32	2° 32' 10"	1° 16' 5"
3/32	0° 26' 52"	0° 13' 26"	9/16	2° 41' 7"	1° 20' 34"
1/8	0° 35' 47"	0° 17' 54"	19/32	2° 50' 4"	1° 25' 2"
5/32	0° 44' 45"	0° 22' 23"	5/8	2° 59' 3"	1° 29' 31"
3/16	0° 53' 44"	0° 26' 52"	21/32	3° 7' 57"	1° 33' 59"
7/32	1° 2' 39"	0° 31' 20"	11/16	3° 16' 56"	1° 38' 28"
1/4	1° 11' 38"	0° 35' 49"	23/32	3° 25' 51"	1° 42' 55"
9/32	1° 20' 33"	0° 40' 16"	3/4	3° 34' 48"	1° 47' 24"
5/16	1° 29' 31"	0° 44' 46"	25/32	3° 43' 44"	1° 51' 52"
11/32	1° 38' 30"	0° 49' 15"	13/16	3° 52' 42"	1° 56' 21"
3/8	1° 47' 25"	0° 53' 42"	27/32	4° 1' 38"	2° 0' 49"
13/32	1° 56' 24"	0° 58' 12"	7/8	4° 10' 32"	2° 5' 16"
7/16	2° 5' 18"	1° 2' 39"	29/32	4° 19' 31"	2° 9' 46"

# CONO POR PIE INGLES Y ANGULOS CORRESPONDIENTES (CONTINUACION)

CONO POR PIE	VALOR ANGULO TOTAL	INCLINACION DEL CARRO DEL TORNO	CONO POR PIE	VALOR ANGULO TOTAL	INCLINACION DEL CARRO DEL TORNO
15/16	4° 28' 26"	2° 14' 13"	3.7/8	18° 20' 35"	9° 10' 18"
31/32	4° 37' 25"	2° 18' 42"	4	18° 55' 31"	9° 27' 45"
1	4° 46' 19"	2° 23' 10"	4.1/8	19° 30' 18"	9° 45' 9"
1. 1/16	5° 4' 12"	2° 32' 6"	4.1/4	20° 5' 1"	10° 2' 31"
1. 1/8	5° 22' 2"	2° 41' 1"	4.3/8	20° 39' 44"	10° 19' 52"
1. 3/16	5° 39' 55"	2° 49' 58"	4.1/2	21° 14' 20"	10° 37' 10"
1. 1/4	5° 57' 45"	2° 58' 53"	4.5/8	21° 48' 55"	10° 54' 28"
1. 5/16	6° 15' 38"	3° 7' 49"	4.3/4	22° 23' 27"	11° 11' 43"
1. 3/8	6° 33' 29"	3° 16' 44"	4.7/8	22° 57' 50"	11° 28' 55"
1. 7/16	6° 51' 21"	3° 25' 41"	5	23° 32' 12"	11° 46' 6"
1. 1/2	7° 9' 10"	3° 34' 35"	5.1/8	24° 6' 28"	12° 3' 14"
1. 9/16	7° 27' 0"	3° 43' 30"	5.1/4	24° 40' 43"	12° 20' 21"
1. 5/8	7° 44' 49"	3° 52' 24"	5.3/8	25° 14' 50"	12° 37' 25"
1.11/16	8° 2' 38"	4° 1' 19"	5.1/2	25° 48' 53"	12° 54' 27"
1. 3/4	8° 20' 28"	4° 10' 14"	5.5/8	26° 22' 52"	13° 11' 26"
1.13/16	8° 38' 17"	4° 19' 8"	5.3/4	26° 56' 48"	13° 28' 24"
1. 7/8	8° 56' 2"	4° 28' 1"	5.7/8	27° 30' 35"	13° 45' 18"
1.15/16	9° 13' 54"	4° 36' 55"	6	28° 4' 20"	14° 2' 10"
2	9° 31' 37"	4° 45' 49"	6.1/8	28° 37' 59"	14° 19' 0"
2. 1/8	10° 7' 11"	5° 3' 35"	6.1/4	29° 11' 36"	14° 35' 48"
2. 1/4	10° 42' 41"	5° 21' 21"	6.3/8	29° 45' 4"	14° 52' 32"
2. 3/8	11° 18' 12"	5° 39' 6"	6.1/2	30° 18' 28"	14° 9' 14"
2. 1/2	11° 53' 38"	5° 56' 49"	6.5/8	30° 51' 49"	15° 25' 55"
2. 5/8	12° 29' 2"	6° 14' 31"	6.3/4	31° 25' 2"	15° 42' 31"
2. 3/4	13° 4' 25"	6° 32' 13"	6.7/8	31° 58' 11"	15° 59' 5"
2. 7/8	13° 39' 44"	6° 49' 52"	7	32° 31' 14"	16° 15' 37"
3	14° 15' 0"	7° 7' 30"	7.1/8	33° 4' 10"	16° 32' 5"
3. 1/8	14° 50' 15"	7° 25' 8"	7.1/4	33° 37' 3"	16° 48' 32"
3. 1/4	15° 25' 27"	7° 42' 43"	7.3/8	34° 9' 43"	17° 4' 55"
3. 3/8	16° 0' 34"	8° 0' 17"	7.1/2	34° 42' 30"	17° 21' 15"
3. 1/2	16° 35' 41"	8° 17' 50"	7.5/8	35° 15' 3"	17° 37' 32"
3. 5/8	17° 10' 42"	8° 35' 21"	7.3/4	35° 47' 33"	17° 53' 46"
3. 3/4	17° 45' 40"	8° 52' 50"	8	36° 52' 11"	18° 26' 6"

# INCLINACION EN GRADOS DE LOS CONOS S/tanto por %.

Angulo Tg = Valor % de la inclinación sobre el radio mayor R.

(La conicidad es el doble de la inclinación.)

$$Tg \alpha = \frac{\text{Inclinación \% sobre } R}{100}; \text{ Valor \%} = Tg \alpha \times 100.$$



Valor %	Inclinación						
1	0° 34' 23"	26	14° 34' 28"	51	27° 1' 17"	76	37° 14' 6"
2	1° 8' 45"	27	15° 6' 35"	52	27° 28' 26"	77	37° 35' 46"
3	1° 43' 6"	28	15° 38' 30"	53	27° 55' 24"	78	37° 58' 15"
4	2° 17' 26"	29	16° 10' 19"	54	28° 22' 7"	79	38° 18' 30"
5	2° 51' 44"	30	16° 41' 58"	55	28° 48' 38"	80	38° 39' 35"
6	3° 26' 3"	31	17° 13' 23"	56	29° 14' 54"	81	39° 0' 24"
7	4° 0' 13"	32	17° 44' 40"	57	29° 41' 0"	82	39° 21' 5"
8	4° 34' 26"	33	18° 15' 47"	58	30° 6' 49"	83	39° 41' 35"
9	5° 8' 34"	34	18° 46' 40"	59	30° 32' 25"	84	40° 1' 49"
10	5° 42' 37"	35	19° 17' 23"	60	30° 57' 50"	85	40° 21' 53"
11	6° 16' 38"	36	19° 47' 55"	61	31° 23' 0"	86	40° 41' 42"
12	6° 50' 34"	37	20° 18' 16"	62	31° 47' 56"	87	41° 1' 23"
13	7° 24' 25"	38	20° 48' 25"	63	32° 12' 39"	88	41° 20' 50"
14	7° 58' 10"	39	21° 18' 20"	64	32° 37' 7"	89	41° 40' 9"
15	8° 31' 50"	40	21° 48' 5"	65	33° 1' 26"	90	41° 59' 11"
16	9° 5' 23"	41	22° 17' 37"	66	33° 25' 30"	91	42° 18' 7"
17	9° 38' 51"	42	22° 47' 16"	67	33° 49' 20"	92	42° 36' 51"
18	10° 12' 14"	43	23° 16' 3"	68	34° 12' 57"	93	42° 55' 22"
19	10° 45' 26"	44	23° 44' 58"	69	34° 36' 20"	94	43° 13' 41"
20	11° 18' 35"	45	24° 13' 40"	70	34° 59' 32"	95	43° 31' 52"
21	11° 51' 34"	46	24° 42' 8"	71	35° 22' 28"	96	43° 49' 51"
22	12° 24' 27"	47	25° 10' 25"	72	35° 45' 15"	97	44° 7' 38"
23	12° 57' 8"	48	25° 38' 26"	73	36° 7' 46"	98	44° 25' 17"
24	13° 29' 43"	49	26° 6' 17"	74	36° 30' 5"	99	44° 42' 42"
25	14° 2' 9"	50	26° 33' 52"	75	36° 52' 12"	100	45° 0' 0"

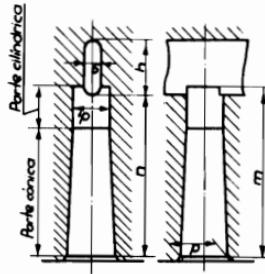
La Inclinación del carro del torno será igual a los grados dados.

## CONOS METRICOS

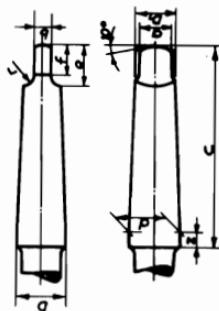
Núm.	D	r	D	d	d <sub>c</sub>	L <sub>i</sub>	L <sub>e</sub>	L <sub>t</sub>	a	b	c	r
6	6	6	6,2	4,3	4	34	38	•	44	4	3	9
9	9	9	9,2	6,525	6,2	49,5	53,5	•	60	4	4	10
12	12	12	12,2	9,4	9	52	56	•	64	4	5	12
18	18	18	18,2	14,5	14	70	74	•	84	4	6,5	15
24	24	24	24,2	19,6	19	88	92	•	104	4	8	18
32	32	32	32,2	26,7	26	106	110	•	124	4	11	22
40	40	40	40,2	33,8	33	124	128	•	144	4	14	27
50	50	50	50,25	42,9	42	142	147	•	165	5	17	32
60	60	60	60,30	52	51	160	166	•	186	6	20	37
70	70	70	70,35	61,1	60	178	185	•	207	7	23	42
80	80	80	80,40	70,2	69	196	204	•	228	8	26	47
90	90	90	90,45	79,3	78	214	223	•	249	9	29	52
100	100	100	100,50	88,4	87	232	242	•	270	10	32	57
110	110	110	110,55	97,5	96	250	261	•	291	11	35	62
120	120	120	120,60	106,6	105	268	280	•	312	12	38	67
130	130	130	130,65	115,7	114	286	299	•	333	13	41	72
140	140	140	140,70	124,8	123	304	318	•	354	14	44	77
150	150	150	150,75	133,9	132	322	337	•	375	15	47	82

Conicidad = 1 : 20  
NOTA. Se dará al carro del torno una inclinación igual a 1° 25' 56"





## CONOS MORSE



Cono num.	d	D	Conicidad		Z	a	b	c	e	f	r	d <sub>1</sub>	g	h	m	n	D <sub>1</sub>
			%	1 : X													
0	9,04	9,21	5,20	19,21	3,2	5,9	3,9	59,5	10,5	6,5	4	6,7	4,1	15	52	49	6,11
1	12,06	12,24	4,98	20,04	3,5	8,7	5,2	65,5	13,5	8,5	5	9,7	5,4	19	56	52	8,97
2	17,78	17,98	4,99	20,02	4	13,6	6,3	78,5	16,5	10,5	6	14,9	6,6	22	67	63	14,05
3	23,82	24,05	5,02	19,92	4,5	18,6	7,9	98	20	13	7	20,2	8,2	27	84	78	19,13
4	31,26	31,54	5,19	19,25	5,3	24,6	11,9	123	24	15	9	26,5	12,2	32	107	98	25,15
5	44,39	44,73	5,26	19	6,8	35,7	15,9	155,5	30,5	19,5	11	38,2	16,2	37	135	125	36,54
6	63,34	63,75	5,21	19,18	7,9	51,3	19	217,5	45,5	28,5	17	54,8	19,3	48	187	177	52,41

— 320 —

## CONO «BROWN & SHARPE»



### NUMEROS

I	2	3	4	5	6
D	6,072	7,606	9,777 <sup>*</sup>	10,212	13,282
d	5,080	6,350	7,925	8,890	11,430
L	23,812	30,162	44,449	31,749	44,449
a	4,762	6,350	7,937	8,731	9,525
b	3,175	3,968	4,762	5,556	6,350
E	4	5	6	7	8

Conicidad uniforme de 1 : 24 excepto el cono número 10, cuya conicidad es de 1 : 23,2513.

$$D = d + \frac{L}{24}$$

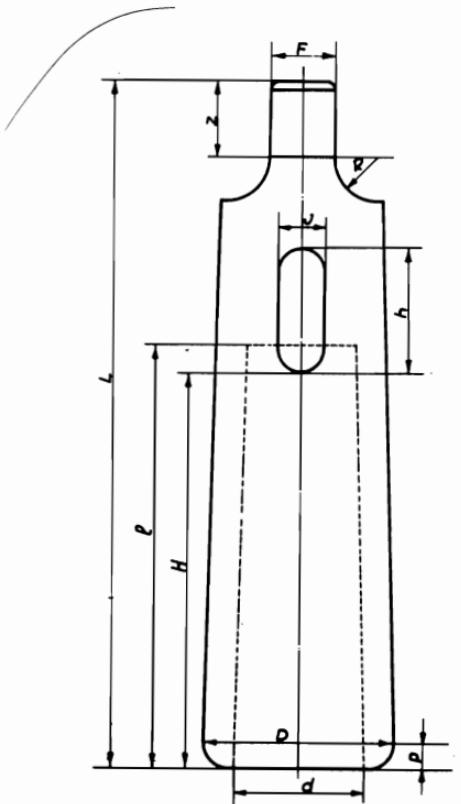
### NUMEROS

7	8	9	10	11	12
D	18,415	22,820	27,093	31,993	38,894
d	15,240	19,050	22,860	26,530	31,750
L	76,199	90,486	101,600	126,998	171,450
a	11,906	12,699	14,287	16,668	16,668
b	7,937	8,731	9,525	11,112	11,112
E	10	11	12	13	14

NOTA. Se dará al carro del torno una inclinación igual a 1° 11' 33"

— 321 —

## Casquillos para conos MORSE



Véase tabla de conos Morse para la terminación de la lengüeta.

## Casquillos para conos MORSE

Número y dimensiones mm.	INT. 1 EXT. 2	INT. 2 EXT. 3	INT. 3 EXT. 4	INT. 4 EXT. 5	INT. 5 EXT. 6
D	17,78	23,82	31,26	44,39	63,34
d	12,06	17,78	23,82	31,26	44,39
L	90,48	112,71	136,52	166,27	219,07
I	55,56	66,67	82,55	104,77	133,35
H	52,38	63,50	77,78	98,42	125,41
h	19,05	22,22	30,16	31,75	38,1
J	5,41	6,60	8,17	12,14	16,12
E	6,35	7,93	11,90	15,87	19,05
Z	11,11	14,28	15,87	19,05	28,57
R	5	7	8	9,5	12,7
P	15,87	19,05	19,05	19,05	9,52

## Conicidades normalmente aplicadas a diversas piezas en la construcción de máquinas

CLASE DE PIEZA	Valor total en grados	Inclinación $\alpha$ para la máquina	Conicidad 1 : X	Conicidad por %
Válvulas para motores de aviación.	120°	60°	1 : 0,289	346
Válvulas para motores de automóvil.	90°	45°	1 : 0,500	200
Vástagos de pistones en locomotoras.	3° 49'	1° 54' 30"	1 : 15	6,66
Vástagos de pistón y crucetas en máquinas marinas.	18° 56'	9° 28'	1 : 3	3,33
Ejes propulsores de buques y su hélice.	3° 49'	1° 54' 30"	1 : 15	6,66
	4° 46' 20"	2° 23' 10"	1 : 12	8,33
Mechas de aluminio en los buques.	7° 37' 46"	3° 49'	1 : 7,5	13,33
Machos de grifería.	9° 32'	4° 46'	1 : 6	16,66
Juntas cónicas rarcod, para tubería pequeña.	60°	30°	1 : 0,866	115
Juntas cónicas para tubería grande.	36° 52'	18° 26'	1 : 1,5	66,66
Puntos de torno.	60°	30°	1 : 0,866	115
Pasadores cónicos.	1° 8' 44"	0° 34' 22"	1 : 50	2
Acoplamiento de fricción.	11° 25'	5° 42' 30"	1 : 5	20
Muñones de manivela.	9° 32'	4° 46'	1 : 6	16,66
Pernos y bulones de mecanismos.	5° 44'	2° 52'	1 : 10	10

**FORMULAS:** Inclinación  $\alpha$  para la máquina-herramienta

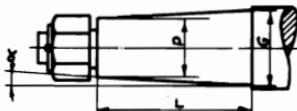
$$\operatorname{Tg} \alpha = \frac{G - P}{2L} \quad \operatorname{Tg} \alpha = \frac{\text{Pendiente por \%}}{100}$$

$$\operatorname{Tg} \alpha = \frac{\text{Conicidad por \%}}{200}$$

DATOS AUXILIARES

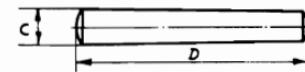
$$\text{Conicidad por \%} = \frac{G - P}{L} \times 100$$

$$\text{Conicidad } 1 : X = \frac{L}{D} \quad D = \text{Diferencia de diámetros} = G - P.$$



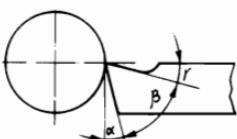
## PASADORES CÓNICOS

Conicidad 2 %.



TAMAÑO N.º	DIÁMETRO DEL ESCARIADOR		LONGITUD		BROCA PARA AGUJERO	D	C
	A	B	L	I			
000	3,3	2,56	51	34,9	2,64	25,4	3,17
00	3,68	2,89	57	38,1	2,94	25,4	3,48
0	4,08	3,22	60	41,2	3,25	31,75	3,94
1	4,62	3,7	64	44,4	3,78	31,75	4,36
2	5,18	4,11	76	50,8	4,21	38,10	4,90
3	5,84	4,64	89	57,1	4,8	44,45	5,56
4	6,37	5,28	101	63,5	5,4	50,80	6,35
5	7,69	6,09	114	76,2	6,35	57,15	7,34
6	9,01	7,08	127	92	7,14	76,20	8,66
7	10,79	8,40	152	114,3	8,73	95,25	10,38
8	12,87	10,10	171	133,3	10,31	114,3	12,49
9	15,49	12,24	203	155,5	12,3	133,35	15,01
10	18,46	14,75	228	177,8	15,08	152,4	17,93
11	22,30	17,93	286	209,8	18,25	184,15	21,76
12	26,67	21,38	340	254	21,03	222,25	25,6
13	31,75	27,69	406	304,8	25,79	273,05	31,24
14	39,12	31,75	464	355,6	28,97	317,5	38,10

## Cuchillas para tornos, mandrinadoras y acepilladoras



DESIGNACION	
$\alpha$	Angulo libre o incidencia.
$\beta$	Angulo de talla o filo.
$\gamma$	Angulo de salida o ataque.
$\alpha + \beta$	Angulo de corte.

## AGRUPACION DEL MATERIAL A TRABAJAR

AGRUPACION DEL MATERIAL A TRABAJAR		VALOR DE LOS ANGULOS			
		$\alpha$	$\beta$	$\gamma$	$\alpha + \beta$
A.	Aluminio y metales ligeros.	8°	50°	32°	58°
	Cobre.	a	a	a	a
	Antifricción.				
A.	Materiales prensados (plásticos).	10°	52°	28°	62°
	Aceros hasta 60 kgs. mm <sup>2</sup> .	6°	55°	29°	61°
			a	a	a
A.	Aceros de 60 a 100 kgs. mm <sup>2</sup> .		58°	26°	64°
	Acero inoxidable.				
	Fundición gris.				
	Fundición semidura.	6°	65°	19°	71°
	Fundición maleable.		a	a	a
	Acero moldeado.				
	Bronces blandos.		68°	16°	74°
A.	Fundición dura.		77°	8°	82°
	Bronces duros.	5°	a	a	a
	Acero duro 12 % manganeso.		85°	0°	90°

## DIMENSIONES DE LAS CUCHILLAS

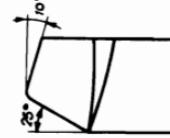
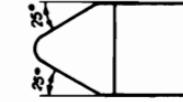
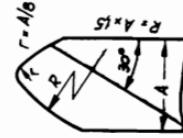
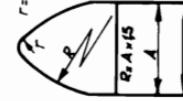
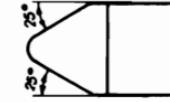
DIMENSIONES DE LOS COCHIELES					
TAMAÑO	I	II	III	IV	V
Lado del cuadrado	A	15	20	25	32
Longitud normal.	L	100	175	225	250
Longitud mínima por desgaste.	* C	50	100	130	140
					175

## OBSERVACIONES GENERALES

- \* La dimensión C es la mínima para retirarla del uso, y debe procederse a su estirado pasando al tamaño inmediato inferior de la serie.

## **CUCHILLAS PARA TORNOS Y ACEPILLADORAS**

## **NOMENCLATURA Y ANGULOS LATERALES**

CUCHILLAS PARA TORNOS Y ACEPILLADORAS					
NOMENCLATURA Y ANGULOS LATERALES					
N.º	NOMBRE	N.º	NOMBRE	N.º	NOMBRE
1	Afinar y pequeña pasada	2	Desbaste a gran pasada	3	Desb. fuerte mano izq.
5	Desb. ligero mano izq.	6	Desb. ligero mano dcha.	7	Desbast. a dos manos
4	Desb. fuerte mano dcha.				
					
					
					
					
					
					
					

## CUCHILLAS PARA TORNOS Y ACEPILLADORES

### NOMENCLATURA Y ANGULOS LATERALES

Nº	NOMBRE	Nº	NOMBRE	Nº	NOMBRE	Nº	NOMBRE
9	Tornear int. mano izq.	10	Tornear int. mano dcha.	11	Esquinar inferior	12	Acanalar interior
13	Refr. gran pasada izq.	14	Refr. gran pasada dcha.	15	Universal para tornos Reviver	16	Costado mano Izquierda

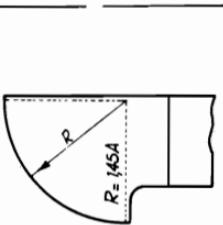
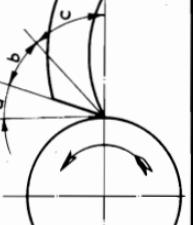
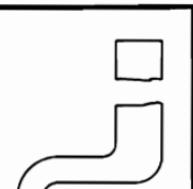
## CUCHILLAS PARA TORNOS Y ACEPILLADORES

### NOMENCLATURA Y ANGULOS LATERALES

Nº	NOMBRE	Nº	NOMBRE	Nº	NOMBRE	Nº	NOMBRE
17	Costado mano derecha	18	Acanalar en profundidad	19	Acanalar	20	Afinar rígida
21	Referir a dos manos					23	Trunnion

## CUCHILLAS PARA TORNOS Y ACEPILLADORES

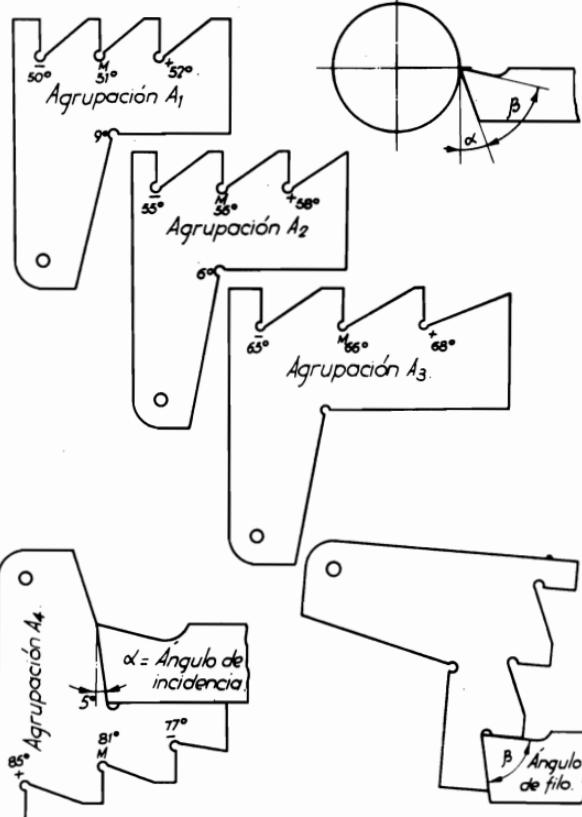
### NOMENCLATURA Y ANGULOS LATERALES

N.º 25	NOMBRE	N.º 26	NOMBRE	N.º 27	NOMBRE
Radio simple mano derecha		Roscado interior		Cuchilla para acepilladora	
					

N.º 28	NOMBRE	N.º 29	NOMBRE
	Tronzar especial		Plana de muelle afilar

## Modo de medir el ángulo en las cuchillas para Tornos, Acepilladoras y Mandrinadoras Plantillas de 4 Grupos





4



3



2



1



8



7



6



5

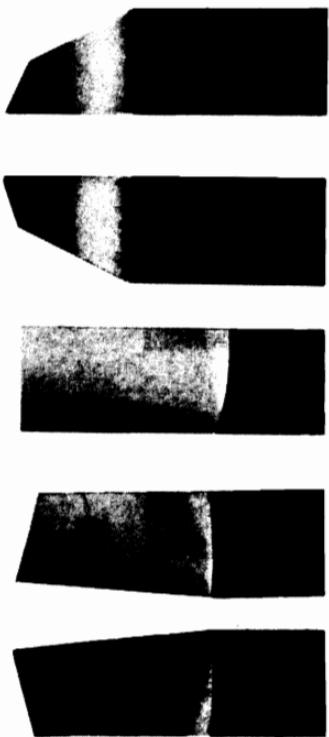


(12)

(11)

(10)

(9)



(17)

(16)

(15)

(14)

(13)



21



20



19



18



25



24

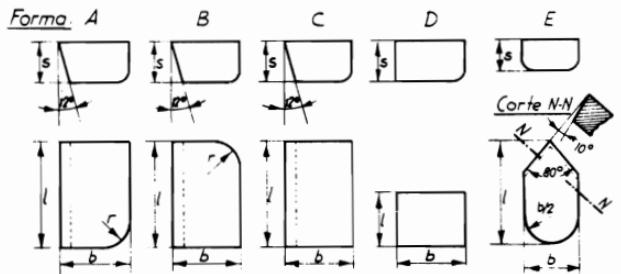


23



22

## Cuchillas de metal duro según normas «DIN»

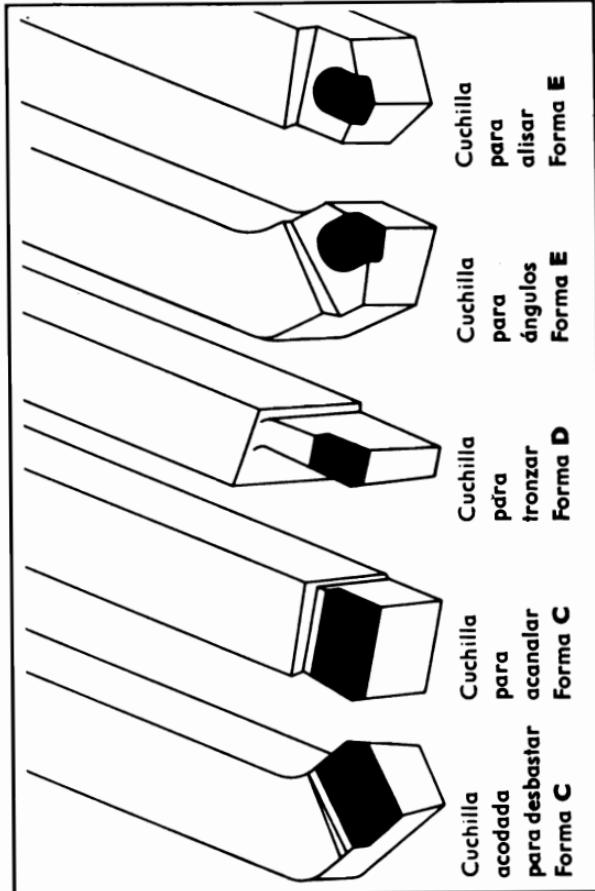
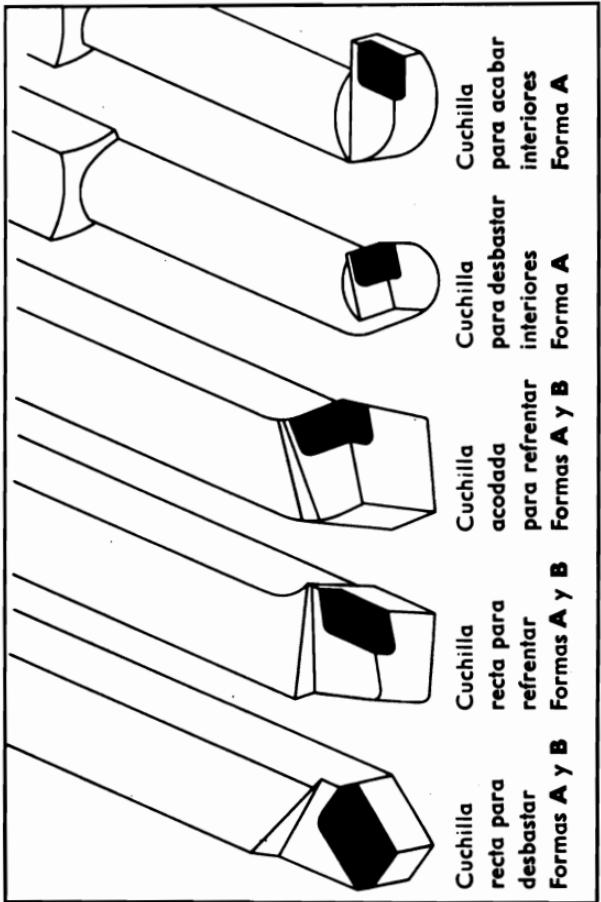


DIMENSIONES DE LAS LENGÜETAS EN mm.

Longitud L	Formas A y B			Forma C		Forma D		Forma E	
	b	s	r	b	s	b	s	b	s
4						6	3		
5						8	4		
6						10	5		
8	5	3	3	5	3	12	6	4	3
10	6	4	3	6	4	16	8	5	3
12	8	4	4	8	4	20	10	6	3
16	10	5	4	10	5	25	12	8	4
20	12	6	8	12	6			10	5
25	16	8	8	16	8			12	6
32	20	10	10	20	10			16	8
40	25	12	10	25	12				
50	32	16	12	32	16				

## Cuchillas de Metal Duro Widia para Tornos, Mandrinadoras y Acepilladoras

Material a trabajar	Resistencia y dureza del material a trabajar	Marca WIDIA	$\alpha$	Angulo libre o incidencia.
			$\beta$	Angulo de talla o filo.
			$\gamma$	Angulo de salida o ataque.
			$\alpha + \beta$	Angulo de corte.
Acero.	Hasta 50 kg/mm <sup>2</sup> .	S 1 - S 2	6°	62° 22° 68°
	50 - 60 kg/mm <sup>2</sup> .	S 1 - S 2	6°	65° 19° 71°
	60 - 70 kg/mm <sup>2</sup> .	S 1 - S 2	5°	67° 18° 72°
	70 - 85 kg/mm <sup>2</sup> .	S 1 - S 2	5°	71° 14° 76°
	85 - 110 kg/mm <sup>2</sup> .	S 1 - S 2	5°	74° 11° 79°
	110 - 140 kg/mm <sup>2</sup> .	S 1 - S 2	5°	77° 8° 82°
	140 - 180 kg/mm <sup>2</sup> .	S 1 - S 2	5°	80° 5° 85°
Acero.	50 - 70 kg/mm <sup>2</sup> .	S 1 - S 2	5°	75° 10° 80°
Moldeado.	70 - 100 kg/mm <sup>2</sup> .	S 1 - S 2	5°	80° 5° 85°
Acero duro 12 % manganeso.			-	
		S 1 - S 2	4°	82° 4° 86°
Acero inoxidable.	60 - 70 kg/mm <sup>2</sup> .	S 1 - S 2	5°	73° 12° 78°
Fundición gris.	Dureza Brinell hasta 200	G 1	5°	75° 10° 80°
Fundición gris.	Dureza Brinell de 200 - 400	H 1	4°	77° 9° 81°
Fundición endurecida.	Dureza Shore 75 - 90	H 1	3°	85° 2° 88°
Hierro maleable.		H 1	5°	78° 7° 83°
Bronce.		G 1	6°	69° 15° 75°
Bronce fosforoso.		G 1	5°	77° 8° 82°
Cobre.		G 1	6°	58° 26° 64°
Latón.		G 1	6°	70° 14° 76°
Aleaciones de aluminio	Blandas.	G 1	6°	70° 14° 76°
Aleaciones de aluminio	Duras.	G 1	6°	74° 10° 80°
Duraluminio.		G 1	6°	70° 14° 76°



Marca Widia	EMPLÉO
<b>S 1</b> (antes XX)	Trabajo a altas velocidades de corte con avances hasta de 1 mm. por vuelta.
<b>S 2</b> (antes X-58)	Trabajo a medianas velocidades de corte con avances hasta de 2 mm. por vuelta, especialmente al emplear herramientas Widia en máquinas-herramientas más antiguas, así como al efectuar cortes interrumpidos o al trabajar a profundidades de corte variables. Las velocidades de corte son, aproximadamente, un 40 % inferiores a las empleadas con la calidad S 1. — La calidad S 2 es especialmente apropiada para el fresado de aceros y acero moldeado.
<b>S 3</b> (antes S-58)	Trabajo a bajas y medianas velocidades de corte con avances hasta de 3 mm. por vuelta, especialmente para casos de profundidades de corte muy variables o para cortes interrumpidos. Las velocidades de corte son, aproximadamente, un 60 % inferiores a las empleadas con la calidad S 1. — La calidad S 3 es especialmente apropiada para el cepillado de acero y acero moldeado.
<b>F 1</b> (antes S-246)	
Para el acabado finísimo del torneado y taladrado de acero; es decir, para trabajar con secciones de viruta muy reducidas y a altas velocidades de corte.	

PARA TODA CLASE DE ACEROS Y ACERO COLADDO

Marca Widia	EMPLÉO
<b>G 1</b> (antes N)	Para trabajar hierro fundido hasta 200 Brinell; cobre, aleaciones de cobre, latón, metales ligeros, resinas sintéticas y materiales parecidos. Para proveer de Widia los puntos de tornos, calibres y otras herramientas de medición, así como piezas de máquinas expuestas a un desgaste fuerte.
<b>G 2</b> (antes G)	Para trabajar maderas artificiales y maderas duras; materiales fibrosos, resinas sintéticas prensadas, así como para herramientas perforantes a golpe.
<b>G 3</b> (antes NK)	Para trabajar carbono de electrodos.
<b>H 1</b> (antes H)	
Para fundición endurecida en coquilla, hierro fundido de más de 200 Brinell, hierro fundido con partes muy duras en la capa, fundición maleable, vidrio, piedras, porcelana, papel duro y metales ligeros aleados con Si.	
<b>H 2</b> (antes H-167)	
Fundición endurecida en coquilla de más de 100 Shore. Para el acabado finísimo del torneado y taladrado de fundición gris de más de 200 Brinell.	

PARA TRABAJAR OTROS MATERIALES

## Velocidades de corte (\*), profundidades de viruta y avances al emplear herramientas Widia

v = velocidad de corte m/min. a = profundidad de viruta en mm. s = avance en mm.

Material y resistencia	Marca Widia	Velocidades de corte y secciones de viruta posibles		Valores medios buenos	
		Para desbastar	Para afinar	Para desbastar	Para afinar
Acero 40 - 50 kg/mm <sup>2</sup> .	S 1	v 150 - 350 m.	150 - 250 m.	250 - 350 m.	
	S 2	v 50 - 200 m. a 1 - 30 mm. s 0,2 - 2,5 mm.	50 - 150 m. 5 - 10 mm. aprox. 1 mm.	75 - 200 m. aprox. 1 mm. aprox. 0,2 mm.	
	S 1	v 110 - 275 m.	110 - 200 m.	150 - 275 m.	
	S 2	v 35 - 150 m. a 1 - 30 mm. s 0,2 - 2,5 mm.	35 - 120 m. 5 - 10 mm. aprox. 1 mm.	50 - 150 m. aprox. 1 mm. aprox. 0,2 mm.	
Acero 60 - 85 kg/mm <sup>2</sup> .	S 1	v 70 - 200 m.	70 - 140 m.	140 - 200 m.	
	S 2	v 22 - 150 m. a 1 - 30 mm. s 0,2 - 2 mm.	22 - 70 m. 5 - 10 mm. aprox. 1 mm.	40 - 150 m. aprox. 1 mm. aprox. 0,2 mm.	
	S 1	v 60 - 150 m.	60 - 100 m.	100 - 150 m.	
	S 2	v 20 - 110 m. a 1 - 30 mm. s 0,2 - 2 mm.	20 - 65 m. 5 - 10 mm. aprox. 1 mm.	30 - 110 m. aprox. 1 mm. aprox. 0,2 mm.	
Acero 110 - 140 kg/mm <sup>2</sup> .	S 1	v 45 - 100 m.	45 - 70 m.	70 - 100 m.	
	S 2	v 15 - 75 m. a 1 - 25 mm. s 0,2 - 2 mm.	15 - 50 m. 5 - 10 mm. aprox. 0,5 mm.	22 - 75 m. aprox. 1 mm. aprox. 0,2 mm.	
	S 1	v 20 - 60 m.	20 - 40 m.	40 - 60 m.	
	S 2	v 10 - 40 m. a 0,5 - 10 mm. s 0,2 - 1 mm.	10 - 30 m. 5 - 10 mm. aprox. 0,5 mm.	18 - 40 m. aprox. 0,5 mm. aprox. 0,2 mm.	

(\*) Las velocidades de corte indicadas se refieren a metros minuto.

Para tiempos de conservación del filo más largos hay que reducir proporcionalmente las velocidades de corte.

Al taladrar con brocas Widia se emplean velocidades de corte que corresponden a un 75 % de las cifras indicadas arriba con avances algo más finos de los usuales al trabajar con brocas de acero rápido. Para taladrar agujeros pequeños recomendamos avance a mano.

v = velocidad de corte m/min. a = profundidad de viruta en mm. s = avance en mm.

Material y resistencia	Marca Widia	Velocidades de corte y secciones de viruta posibles		Valores medios buenos	
		Para desbastar	Para afinar	Para desbastar	Para afinar
Acero inoxidable.	S 1	v 50 - 120 m.		50 - 70 m.	80 - 120 m.
	S 2	v 20 - 90 m. a 1 - 20 mm. s 0,2 - 2 mm.		20 - 60 m. 4 - 8 mm. aprox. 1 mm.	30 - 90 m. aprox. 1 mm. aprox. 0,2 mm.
	S 1	v 10 - 35 m.		10 - 20 m.	20 - 35 m.
	S 2	a 1 - 10 mm. s 0,2 - 1 mm.		3 - 10 mm. 0,3 - 0,5 mm.	aprox. 1 mm. aprox. 0,2 mm.
Acero duro al 12 % de manganoso.	S 1	v 60 - 150 m.		60 - 100 m.	100 - 150 m.
	S 2	v 22 - 110 m. a 1 - 30 mm. s 0,2 - 2 mm.		22 - 70 m. 5 - 10 mm. aprox. 1 mm.	35 - 110 m. aprox. 1 mm. aprox. 0,2 mm.
	S 1	v 30 - 80 m.		30 - 60 m.	50 - 80 m.
	S 2	v 15 - 70 m. a 1 - 30 mm. s 0,2 - 2 mm.		15 - 45 m. 5 - 10 mm. aprox. 1 mm.	25 - 70 m. aprox. 1 mm. aprox. 0,2 mm.
Fundición de acero 50 - 70 kg/mm <sup>2</sup> .	H 1	v 4 - 10 m.		4 - 6 m.	4 - 9 m.
	H 2	a 1 - 6 mm. s 2 - 8 mm.		3 - 6 mm. aprox. 2-3 mm.	aprox. 1 mm. aprox. 4-8 mm.
	H 1	v 5 - 8 m.		5 - 8 m.	5 - 8 m.
	H 2	a Resulta automáticamente por la colocación radial de la herramienta.		s 0,1 - 0,2 mm.	0,1 - 0,2 mm.
Fundición de hierro al silice (hasta 16 % Si).	H 1	v 20 - 40 m.		20 - 22 m.	38 - 40 m.
	H 2	a 1 - 5 mm. s 0,2 - 1 mm.		4 mm. 0,8 mm.	1 mm. 0,2 mm.
	G 1	v 250 - 500 m.		aprox. 300 m.	300 - 500 m.
	G 2	a 0,5 - 30 mm. s 0,2 - 2,5 mm.		5 - 10 mm. aprox. 1 mm.	aprox. 1 mm. aprox. 0,2 mm.

Al taladrar con brocas Widia se emplean velocidades de corte que corresponden a un 75 % de las cifras indicadas arriba con avances algo más finos de los usuales al trabajar con brocas de acero rápido. Para taladrar agujeros pequeños recomendamos avance a mano.

*v* = velocidad de corte m/min. *a* = profundidad de viruta en mm. *s* = avance en mm.

Material	Marca Widia	Velocidades de corte y secciones de viruta posibles	Valores medios buenos	
			Para desbastar	Para afinar
Aluminio.	G 1	<i>v</i> 800 - 1.300 m. <i>a</i> 1 - 30 mm. <i>s</i> 0,2 - 4 mm.	aprox. 1.000 m. 5 - 10 mm. aprox. 1 mm.	aprox. 1.200 m. aprox. 1 mm. aprox. 0,2 mm.
Fundición gris hasta 200 Brinell.	G 1	<i>v</i> 50 - 120 m. <i>a</i> 1 - 30 mm. <i>s</i> 0,2 - 4 mm.	75 - 100 m. 5 - 10 mm. aprox. 1-2 mm.	80 - 120 m. aprox. 1 mm. aprox. 0,2 mm.
Fundición gris de 200 - 400 Brinell.	H 1	<i>v</i> 40 - 80 m. <i>a</i> 1 - 25 mm. <i>s</i> 0,2 - 3 mm.	40 - 75 m. 5 - 10 mm. 1 - 2 mm.	50 - 80 m. aprox. 1 mm. aprox. 0,2 mm.
Perforar mármol.	H 1	<i>v</i>	aprox. 22 m.	Ejemplo: Agujero 12 milímetros diámetro, 20 milímetros profundidad, tiempo de perforación: 8 segundos.
Piedra.	H 1	<i>v</i> 300 - 600 m. <i>a</i> 1 - 30 mm. <i>s</i> 1 - 4 mm.	aprox. 400 m. aprox. 10 mm. aprox. 1 mm.	400 - 600 m. aprox. 1 mm. aprox. 1 mm.
Vidrio.	H 1	<i>v</i> 40 - 100 m. <i>a</i> 0,2 - 3 mm. <i>s</i> 0,1 - 0,4 mm.	40 - 60 m. 1 - 3 mm. aprox.: 0,1 - 0,4 mm.	60 - 100 m. 0,1 - 0,2 mm. 0,1 - 0,2 mm.
Porcelana según su dureza.	H 1	<i>v</i> 6 - 30 m. <i>a</i> 0,5 - 5 mm. <i>s</i> aprox. 0,5 mm.	6 - 20 m. 0,5 - 1 mm. aprox. 0,5 mm.	10 - 30 m. aprox. 0,5 mm. aprox. 0,2 mm.
Granito.	H 1	<i>v</i> 6 - 10 m. <i>a</i> 1 - 10 mm. <i>s</i> 1 - 4 mm.	aprox. 6 m. aprox. 4 mm. aprox. 2,5 mm.	aprox. 10 m. aprox. 1 mm. aprox. 1-2 mm.

Al taladrar con brocas Widia se emplean velocidades de corte que corresponden a un 75 % de las cifras indicadas arriba con avances algo más finos de los usuales al trabajar con brocas de acero rápido. Para taladrar agujeros pequeños recomendamos avance a mano.

*v* = velocidad de corte m/min. *a* = profundidad de viruta en mm. *s* = avance en mm

Material	Marca Widia	Velocidades de corte y secciones de viruta posibles	Valores medios buenos	
			Para desbastar	Para afinar
Cobre para colectores.	G 1	<i>v</i> 250 - 350 m. <i>a</i> 0,2 - 10 mm. <i>s</i> 0,2 - 1 mm.	aprox. 250 m. aprox. 5 mm. aprox. 1 mm.	aprox. 320 m. aprox. 0,2 mm. aprox. 0,2 mm.
Goma endurecida. estabilita, ebonita, etc.	G 1	<i>v</i> 200 - 300 m. <i>a</i> 0,5 - 30 mm. <i>s</i> 0,3 - 1 mm.	aprox. 200 m. 1 - 6 mm. 0,3 - 0,5 mm.	aprox. 300 m. 0,5 - 1 mm. 0,3 - 0,5 mm.
Carbón de electrodos.	G 3	<i>v</i> 50 - 100 m. <i>a</i> 1 - 30 mm. <i>s</i> 1 - 3 mm.	60 - 80 m. 5 - 10 mm. aprox. 1 mm.	80 - 100 m. aprox. 1 mm. aprox. 0,5 mm.

Al taladrar con brocas Widia se emplean velocidades de corte que corresponden a un 75 % de las cifras indicadas arriba con avances algo más finos de los usuales al trabajar con brocas de acero rápido. Para taladrar agujeros pequeños recomendamos avance a mano.

## Resumen

Al emplear herramientas Widia se consigue, en resumen, las ventajas siguientes:

1. Aumento de la velocidad de corte y del tiempo de conservación del filo.
2. Ganancia de tiempo y disminución de los gastos generales.
3. Aumento de la conservación de la exactitud de medidas y acabado más fino de la superficie.
4. Unión en una sola de las operaciones de desbastar y afinar.
5. Trabajo finísimo, especialmente en piezas con paredes delgadas.
6. Ahorro de jornales del personal encargado de graduar las máquinas.
7. Aumento de la producción.

Los gastos más altos de las herramientas originados por el empleo del metal Widia son compensados con larguezas por estas ventajas.

## **Los incidentes más frecuentes al trabajar con herramientas Widia y sus causas**

### **A) ANTES DE EMPLEAR LA HERRAMIENTA**

#### **Grietas en la lengüeta Widia**

1. Material no adecuado para el mango, de resistencia demasiado reducida, o base del mango demasiado débil.
2. No haber empleado hoja metálica para soldar herramientas Widia S 2 y Widia S 1. (Para soldar las lengüetas Widia S 2 y Widia S 1 en los mangos se recomienda especialmente el empleo de hoja metálica de soldar.)
3. El empleo de material para la soldadura no adecuado.
4. No haber enfriado las herramientas soldadas en polvo de carbón de electrodos.
5. Calentamiento excesivo al afilar en seco por presión de afilar demasiado alta.
6. Refrigeración insuficiente durante el afilado en húmedo.
7. Calentamiento durante el afilar en seco y enfriamiento repentino posterior en agua fría.
8. Refrigeración alternativa durante el afilar. El agua no ha estado corriendo desde el principio del afilado.
9. Herramientas calentadas por el trabajo se han reafilado empleando agua fría, sin haberlas dejado enfriar antes.
10. El empleo de muelas de afilar inadecuadas o demasiado duras.

### **B) DURANTE EL TRABAJO**

#### **Destrucción del filo de la lengüeta Widia**

1. Reafilado malo, piedra de afilar demasiado basta, filo mellado.
2. Herramienta fijada en la máquina con salida excesiva.
3. Sección del mango demasiado débil para la sección de viruta exigida, o espesor de la lengüeta demasiado reducido.
4. Al trabajar piezas con interrupciones de corte, falta del ángulo de inclinación, o ángulo de inclinación demasiado pequeño.
5. Parada de la máquina durante el corte sin desembragar el avance.
6. Haber seguido trabajando con filo gastado que ya no corta.
7. Forma de herramienta no apropiada.
8. Trepidación al tornear ejes delgados.
9. Velocidad de corte demasiado pequeña.
10. Ángulos de corte inexactos.

## **El trabajo con herramientas Widia**

### **Observaciones generales**

Condición previa para trabajar con Widia con resultado positivo son herramientas construidas en forma exacta y bien terminadas, máquinas herramientas apropiadas, procedimientos de trabajo adecuados y personal obrero adiestrado.

Al trabajar con herramientas Widia hay que observar cuidadosamente las siguientes reglas básicas:

1. Todas las herramientas Widia hay que fijarlas muy firmes y con la salida la más corta posible, lo mismo si son herramientas de desbastar, cepillar, estriar o cuchillas fijadas en cabezales.
2. Herramientas Widia tienen que ajustarse bien al canto delantero del soporte. (La superficie de apoyo de la herramienta debe rectificarse a muela.)
3. Herramientas giratorias, como cabezales, fresas, etc., tienen que girar absolutamente libres de golpes. De otra forma pueden sufrir desperfectos los filos de las herramientas.
4. La máquina no se debe parar de repente con carga de corte o de avance sin antes desembragar el avance. Al parar de repente la máquina sin antes desembragar el avance se transforma, a menudo, el esfuerzo de presión en un esfuerzo de tracción, lo cual puede conducir a un desperfecto del filo.
5. En caso de pararse la máquina alguna vez durante el corte, hay que aflojar los tornillos del soporte de la herramienta retirando ésta con cuidado.

## Trabajo en seco y en húmedo

Con Widia se puede trabajar en general en seco. Al trabajar acero resulta ventajoso refrigerar con líquido normal de refrigeración. De esta forma se prolonga la conservación del filo de la herramienta Widia o se puede aumentar la velocidad de corte en un 25 %, aproximadamente. Pero al refrigerar hay que cuidar que no se interrumpa la refrigeración; si el líquido de refrigerar solo cae a gotas o si lo apartan las virutas, entonces se trabaja alternativamente en húmedo y en seco pudiendo producirse grietas finas en el filo del metal duro, que al seguir trabajando conducen fácilmente a que se desmorone el filo.

## Colocación de las herramientas Widia en relación al centro de la pieza a trabajar

La colocación de la herramienta Widia en relación al centro de la pieza a trabajar hay que efectuarla con más exactitud que la acostumbrada al trabajar con herramientas de acero rápido (fig. 1a, a 1c.). Los ángulos libres generalmente solo son de 4°; esto trae como consecuencia que, por ejemplo, al cilindrar con colocación demasiado alta de la cuchilla con relación al centro de la pieza a trabajar, roza la superficie de ésta en el frente del ángulo libre de la herramienta.

Fig. 1a.

Al tornear acero:  
hasta el 1 1/2 % del  
diámetro de la  
pieza a trabajar  
encima del centro  
de ésta.

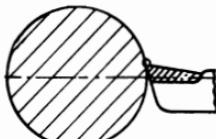


Fig. 1b

Al tornear fundición,  
latón, bronce,  
etc.

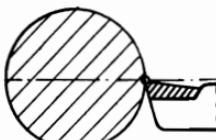
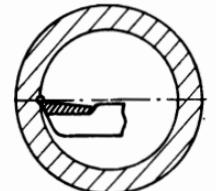


Fig. 1c.

Al tornear internamente cualquier material.



## FORMAS DE LAS HERRAMIENTAS PARA DESBASTAR Y CEPILLAR

Para herramientas de desbastar recomendamos la forma de cuchillas acodadas (fig. 2), porque en ésta es absorbida mejor la presión de corte lateral por el mango de la herramienta.

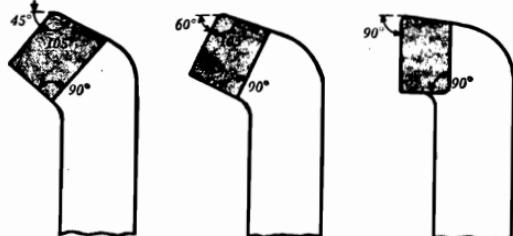


Fig. 2. Formas apropiadas para herramientas de desbastar

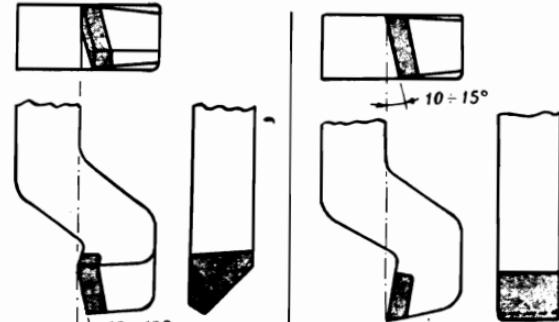


Fig. 3a. Herramienta de cepillar  
para afinar. Forma de cuchilla  
con punta.

Fig. 3b. Herramienta de cepillar  
para afinar. Forma de cuchilla  
ancha.

# La hechura de las herramientas Widia

## Observaciones generales

El metal duro Widia no es un acero tenaz, sino un producto de metales cerámicamente ligados que soporta bien presiones, pero no tan bien esfuerzos a la flexión. Por este motivo todas las disposiciones constructivas de las herramientas de metales duros tienen por finalidad construirlas más fuertes, aumentar su seguridad contra la rotura y amoldar desde el punto de vista de la técnica de corte la formación del filo que trabaja, a las características del metal duro así como a la clase y resistencia de la pieza a trabajar.

Para llegar a formas apropiadas de las herramientas de metal duro, hay que observar siempre las siguientes reglas básicas:

1. Las herramientas de metal duro hay que construirlas en tal forma, que en casos de esfuerzos en forma de golpes, por ejemplo, al tornear con interrupciones de corte y al fresar, quede recogido el golpe por el canto del filo y no por la punta de este filo. Esto se consigue por un ángulo de inclinación positivo (fig. 5). Un refuerzo suficiente de los filos disminuye además el peligro de rotura.
2. Las herramientas hay que construirlas a ser posible, en tal forma, que se eviten formaciones de grietas en las lengüetas de metal duro por efecto de entalladuras y aglomeraciones de calor. El tamaño de la lengüeta Widia tiene que ser suficientemente amplio, para que el calor producido por el trabajo, y que depende de la velocidad de corte y de la sección de la viruta, pueda pasar al mango con la suficiente rapidez.
3. Cuanto mayor sea el esfuerzo que tiene que sufrir la lengüeta, tanto más fuerte tiene que ser ésta, por ejemplo, al tornear superficies con interrupciones o al trabajar materiales en los cuales se presentan presiones de corte muy altas, como en fundición dura.



Fig. 5. Ángulo de inclinación positivo.

4. Cuanto más fuerte sea el mango de la herramienta, con tanto mayor facilidad absorbe sacudidas y vibraciones alejándolas de la lengüeta de metal duro.

## Material para los mangos

Para los mangos de las herramientas Widia normales vale generalmente un acero al carbono con un 0,6 al 0,7 % de C.

Solo para herramientas especiales como cuchillas pequeñas para ranurar, brocas, escariadores, fresas, etc., en las cuales los mangos están expuestos a esfuerzos muy altos de flexión y torsión, se emplea para los mangos acero aleado o acero rápido. Naturalmente, el acero aleado para herramientas para los mangos ofrece la ventaja de mayor dureza y tenacidad, pero, en cambio, tiene también el inconveniente de una proporción menos favorable de la dilatación por el calor producido al soldar la lengüeta sobre el mango.

Por el empleo de una hoja de metal de soldar (véase pág. 355), que se suelda entre el mango y la lengüeta Widia, se puede evitar que se formen en el metal duro grietas por la tensión que pueda producir la dilatación diferente al calentarse metal duro y acero rápido. Más detalles sobre este extremo siguen en el capítulo «Material para la soldadura».

Materiales no apropiados de poca resistencia no se debía emplear nunca para los mangos, puesto que el trabajar con ellos solo tiene consecuencias desfavorables.

Como el acero al carbono que se emplea en la mayoría de los casos, no tiene la resistencia de los aceros rápidos, el constructor de las herramientas debía elegir siempre algo más fuerte la sección del mango para herramientas de metal duro que la usual al emplear aceros rápidos.

## La soldadura de las lengüetas Widia

### Preparación del mango y de la lengüeta Widia

Se prepara el mango en la fragua, piedra de afilar, fresa o con lima, hasta que el asiento para la lengüeta Widia se ajuste completamente a ésta

sin dejar ningún hueco. Con objeto de conseguir mejor firmeza de adhesión de la soldadura se afila previamente todas las superficies de la lengüeta. Por último es conveniente ajustar cuidadosamente las lengüetas en las superficies de su asiento repasando éstas con un rascador (fig. 6), teniendo ya en cuenta el ángulo de viruta correspondiente al material que se ha de trabajar.



Fig. 6. La lengüeta Widia tiene que estar bien ajustada sin hueco ninguno.

En esta operación hay que observar:

1. Que en la garganta del mango quede algo de luz entre mango y lengüeta para que asienten bien las otras dos superficies, y
2. Que la superficie de asiento del mango para la lengüeta sobresalga 1 a 2 mm. hacia todos los lados según el tamaño de la herramienta para que la soldadura fluida pueda llegar mejor debajo de la lengüeta Widia (fig. 7).

En herramientas anchas y relativamente delgadas se aconseja dejar el mango más grueso antes de la soldadura, para evitar que se formen grietas en la lengüeta Widia debido a la deformación del mango. En este caso hay que fresar el mango a su espesor definitivo después de terminada la soldadura de la lengüeta.

## Material para la soldadura

Como soldadura se emplea generalmente solo el cobre electrolítico. Excepcionalmente se sueldan herramientas con lengüetas pequeñas con soldadura de plata o de bronce, porque estas soldaduras tienen un punto de fusión más bajo no teniéndose que temer un calentamiento excesivo del mango de estas herramientas pequeñas. No se debe emplear soldadura de latón, porque no sirve para compensar la tensión en la junta de la soldadura. Tampoco son apropiados los polvos de soldar.

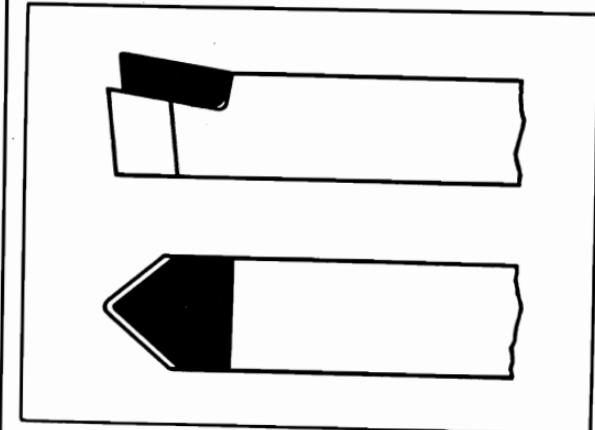


Fig. 7. El asiento para la lengüeta Widia debe sobresalir de ésta 1 a 2 mm.

Para herramientas Widia S 2 y Widia S 1 se emplea ventajosamente una hoja metálica de soldadura.

Para soldaduras en ranuras, en que hay que soldar la cuchilla o la lengüeta Widia en una ranura de una broca o de una fresa, es decir, en ambos lados de las superficies de asiento grandes, se debía emplear la hoja metálica de soldadura para ranuras, fabricada para este fin especial.

## Hornos para soldar

Como horno para soldar es lo más apropiado un horno a gas, eléctrico o de mufla, que reuna las condiciones siguientes:

1. Se debe poder mantener la temperatura justo encima del punto de fusión del cobre electrolítico (1.100 a 1.150° C.).
2. La mezcla del gas en el horno debe tener un efecto reductor, es decir, en los hornos a gas hay que trabajar con exceso de gas.

Para eliminar con seguridad una acción nociva de la llama de soldar sobre la lengüeta Widia, hay que proteger la lengüeta Widia por una pared refractaria contra las acciones de la llama.

Con el mechero de soldar no se deben soldar en general las lengüetas Widia; solo tratándose de herramientas más pequeñas se puede trabajar con una llama de soplete de gas a presión y oxígeno, teniendo cuidado que la llama del soplete solo alcance el mango de la herramienta y no la lengüeta Widia.

3. Lo mejor es utilizar la máquina eléctrica de soldar.

## Procedimiento de soldar

Lo mismo soldando solo con cobre electrolítico o también con hoja metálica de soldar, en cualquier caso hay que calentar previamente el mango preparado a unos 800° C. Para que las superficies de soldadura del mango preparadas para el asiento de las lengüetas no oxidén hay que colocar encima de ellas durante este calentamiento previo bórax, para lo cual no se necesita sacar el mango del horno. El bórax se coloca en su sitio con una especie de cuchara de mango bastante largo y preparado de un material que no oxide.

Junto con el mango se debe calentar también previamente la lengüeta Widia y en caso de usarla también la hoja metálica de soldar, para eliminar suciedades de cualquier clase, como grasa, manchas de óxido, el sudor de la mano, etc.

Después de fundido el bórax se limpia la superficie a soldar del mango fuera del horno con un raspador o con un cepillo de alambres, para quitar los últimos restos de óxido, etc. Después empieza la operación de soldar propiamente dicha.

Primero se coloca la lengüeta Widia y al soldar con hoja metálica también ésta en el asiento del mango y la soldadura, que se va a emplear (cobre electrolítico), encima de la lengüeta Widia. Después de esparcido sobre la

herramienta, la lengüeta y el cobre electrolítico, colocados encima de ella, abundante cantidad de bórax (fig. 8), se la introduce en el horno, donde se deja añadiendo varias veces bórax, hasta que se ha fundido el cobre introduciéndose en las juntas de soldadura. Después se retira la herramienta del horno y se opriime la lengüeta con un punzón a mano puntiagudo firmemente contra la base de apoyo (fig. 9), para que quede una capa delgada de cobre. Una capa de soldadura demasiado gruesa influye desfavorablemente sobre la firmeza de la soldadura.



Fig. 8. Herramienta sin hoja metálica de soldar lista para la soldadura.

El punzón a mano debe ser puntiagudo para que no se enfrie de repente la lengüeta todavía caliente por el contacto con un cuerpo de acero mayor y frío.



Fig. 9  
Forma de apretar una lengüeta Widia después de la soldadura.

Para proteger a las lengüetas Widia de un enfriamiento demasiado rápido, hay que colocar todas las herramientas, después de solidificarse el cobre en carbón de electrodos molido, que se puede adquirir en el comercio (fig. 10), lo mismo si han sido soldadas en el horno de soldar o con el mechero. Solo después de enfriada completamente la herramienta se la puede afilar.



Fig. 10. Las herramientas Widia soldadas se colocan en carbón de electrodos molido.

## Afilado de las herramientas Widia

### Observaciones generales

El afilado de los filos de las herramientas Widia y los ángulos de corte justos son de una importancia extraordinaria y bastante mayor de lo que generalmente se supone. El rendimiento de corte y la conservación del filo de la herramienta, así como la calidad del acabado de la superficie y la conservación de la exactitud de las dimensiones de las piezas terminadas, dependen en alto grado de la calidad intachable del filo de la herramienta Widia.

El empleo de una plantilla de afilar debía ser natural en todos los talleres. (Fig. 11a - d.)

Con un procedimiento de afilar adecuado y con muelas de afilar apropiadas se puede conseguir el mismo acabado intachable del filo de las herramientas Widia como de las de acero rápido. Para ello apenas se necesita más tiempo para el afilado y los gastos tampoco resultan más altos, a pesar de que el Widia es mucho más duro.

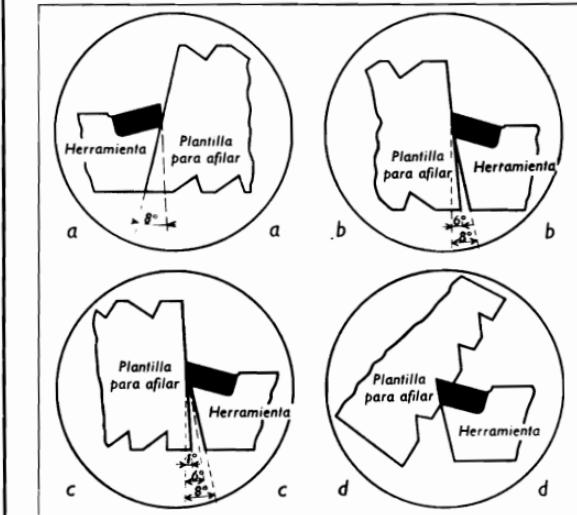


Fig. 11a - d. Empleo de la plantilla de afilar.

El afilado de las herramientas Widia se compone en general de tres operaciones, en algunos casos también de cuatro, a saber:

1. Afilado del mango: para ello se necesita una muela de corundun basta. Se deja el ángulo libre aproximadamente 2° mayor que el ángulo libre de la lengüeta Widia, para que el material del mango no llegue en contacto con la muela especial de carburo de silicio. El material blando del mango embotaría la muela de carburo de silicio.
2. Afilado previo de desbaste de la lengüeta Widia: para esto sirve solo una muela especial de carburo de silicio de grano más bien basto. Después de esta operación queda el filo aún imperfecto y mellado.

- Afilado final de la lengüeta Widia: Para ello también sirve solo una muela especial de carburo de silicio, pero de grano más fino. Las herramientas de desbastar y afinar ya se dejan afiladas en esta operación con los ángulos de corte indicados en nuestra tabla de ángulos (pág. 339). A las herramientas para un trabajo finísimo se les deja aún un ángulo 2° mayor de lo indicado en dicha tabla.
- Afilado extrafino de la lengüeta Widia: Esta operación solo es posible efectuarla con un disco de afilar con polvo de diamante y se precisa, ante todo, para herramientas para un trabajo finísimo y con las cuales se desea obtener superficies de un acabado limpísimo.



Fig. 12. Reproduce una herramienta Widia con afilado extrafino afilada correctamente.



Fig. 13. Presenta una herramienta Widia completamente estropeada por haberla afilado con muelas no apropiadas.



Afilado previo de desbaste.



Afilado final.



Afilado extrafino.

Fig. 14. Reproduce los distintos grados del afilado.

## Afilado a mano o afilado automático

Las herramientas Widia deben afilarse en general solo a mano. En los casos en que no se puede evitar el afilado automático teniendo en cuenta

la forma y exactitud de la herramienta, hay que emplear para el afilado final muelas especiales de carburo de silicio con ligazón más blanda o discos de afilar de diamante. Para el uso de estas muelas especiales de carburo de silicio está dando buen resultado una velocidad de circunferencia de 4 a 10 m/seg.

## Afilado en húmedo o en seco

La cuestión tan discutida, si se debe afilar en húmedo o en seco, la podemos contestar después de las experiencias de un decenio, en el sentido de que con un afilado en húmedo correctamente ejecutado hasta ahora nunca se han presentado dificultades, mientras que al afilar en seco se está observando a menudo formaciones de grietas en las lengüetas (figs. 15 y 16). El afilado en seco es suficiente en algunos casos, pero el afilado en húmedo se puede recomendar siempre.



Fig. 15.  
Calentamiento excesivo del filo de una herramienta Widia al afilar en seco, con una muela no apropiada o con una presión de afilado demasiado fuerte.

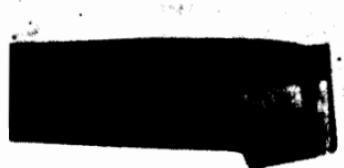


Fig. 16.  
Formación de grieta debida a calentamiento excesivo.

Pero no es suficiente refrigerar solo a gotas, sino el agua de refrigerar clara tiene que correr abundantemente. El agua de refrigerar tiene que estar clara, para que el operario vea al afilar lo que está afilado.

Por este motivo el agua debe salir del tubo de conducción en un chorro continuo e igual, como se ve en la fig. 17.



Fig. 17. Conducción del agua correcta durante el afilar.

Hay que observar con sumo cuidado, que herramientas que al trabajar han perdido el filo y se han calentado, no deben afilarse en este estado caliente con agua fría, porque podían formarse grietas. Es preciso dejar enfriar antes completamente estas herramientas.

## Elección de las muelas de afilar

El consumidor debe elegir cuidadosamente las muelas especiales necesarias para el afilado de las herramientas Widia, en lo que a calidad, grano, dureza y especialmente tamaño se refiere. Es conveniente emplear muelas de las dimensiones siguientes:

Sección del mango de la herramienta	Diámetro de las muelas	Ancho de las muelas
más de 40 mm. <input type="checkbox"/>	400 hasta 500 mm.	60 a 80 mm.
20 hasta 40 mm. <input type="checkbox"/>	300 hasta 400 mm.	40 a 60 mm.
menos de 20 mm. <input type="checkbox"/>	200 hasta 300 mm.	30 a 40 mm.

Muelas de diámetros demasiado pequeños vuelven a producir siempre un afilado cóncavo del frente del ángulo libre, variando así forzosamente



Fig. 18a. Frente del ángulo libre afilado correctamente.

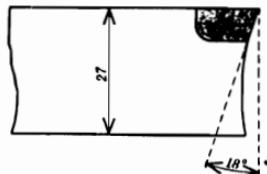


Fig. 18b. Frente del ángulo libre afilado en cóncavo y por lo tanto, falso.

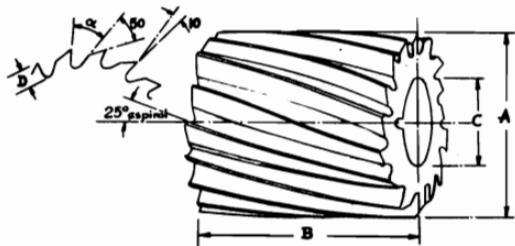
el tamaño de los ángulos libres no ofreciéndose a la lengüeta Widia un apoyo suficiente (fig. 18 a y b).

Antes de adquirir muelas y máquinas de afilar se debe también aclarar, si conviene afilado de circunferencia o de frente. Se recomienda efectuar todos los trabajos de afilado en la superficie de la salida de viruta, así como el afilado previo del frente del ángulo libre en la circunferencia de la muela de afilar y solo el afilado final del frente del ángulo libre con afilado de frente.

Antes de empezar a trabajar hay que igualar las muelas con el diamante, para que marchen sin golpe, y después hay que volver a dejar áspera la superficie de las muelas con ruedecitas de tornear las muelas.

Las muelas deben girar a la velocidad de circunferencia indicada en la etiqueta, y que es, como término medio, de aproximadamente 25 m/seg.

## FRESA DE PLANEAR NORMAL

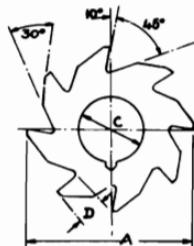
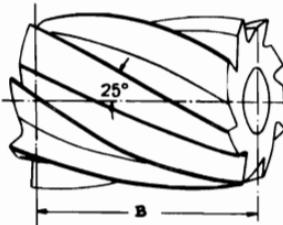


### DIMENSIONES DE LA FRESA

A	B	C	D	$\alpha$	PASO	N.º de DIENTES	CHAVETERO
75	100	26	10	65°	504	16	8 x 8
100	150	32	12	60°	672	16	10 x 10

## FRESA DE PLANEAR PARA DESBASTE

Materiales tenaces

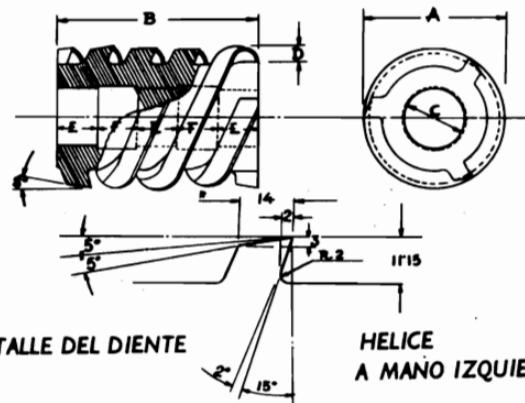


### DIMENSIONES DE LA FRESA

A	B	C	D	Paso de la HELICE	N.º de DIENTES	$\times$ de la HELICE
75	100	32		504	8	25°
100	150	38		672	8	25°

## FRESA DE PLANEAR

Para Aluminio, Bronces y Aceros blandos



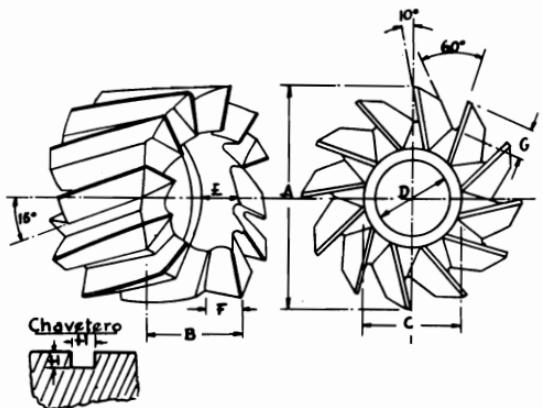
### DETALLE DEL DIENTE

HELICE  
A MANO IZQUIERDA

### DIMENSIONES DE LA FRESA

A	B	C	D	E	F	PASO de la HELICE
75	100	32	10	32	38	106
100	150	38	10	25	38	137

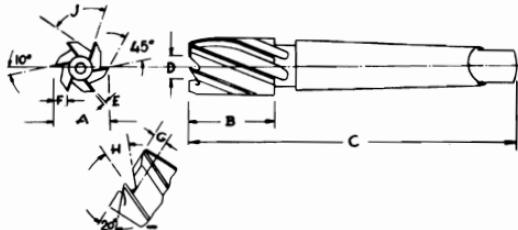
# FRESA FRONTAL PARA MANDRIL



DIMENSIONES DE LA FRESA

A	B	C	D	E	F	G	N.º de DIENTES	PASO	CHAVETERO H x H
50	50	27	19	10	6	6	12	586	5 x 5
60	50	35	25	13	7	8	»	702	6.5 x 6.5
75	60	38	»	16	9	10	»	878	8 x 8
100	70	57	»	19	11	13	»	1.171	10 x 10

— 366 —



DIMENSIONES DE LA FRESA - mm.

A	B	C	D	E	F	G	H	J	ANGULO de la HELICE	PASO	CONO MORSE N.º
7	16	88	2	0.4	1.2	1.25	20°	90°	7	179	1
10	20	90	3	0.4	1.5	1.5	20°	90°	7	251	1
15	26	102	5	0.8	2	2	20°	90°	7	383	1
20	31	122	8	0.8	4	3	30°	90°	7	512	2
25	41	150	9	0.8	4.7	4	30°	90°	12	369	3
30	50	160	12	0.8	5	5	25°	75°	12	443	3
40	57	188	18	0.8	6.3	6	25°	75°	12	591	4
50	67	200	25	0.8	7	6	30°	70°	12	759	4

FRESAS DE DOS CORTES PARA CHAVETERO

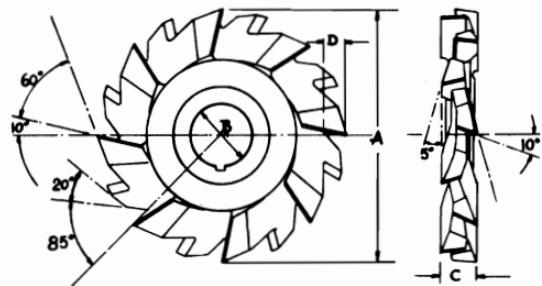


DIMENSIONES DE LA FRESA - mm.

A	B	C	D	CONO MORSE N.º
5 a 7	10	75	65	1
8 a 10	15	80	65	1
11 a 15	20	85	65	1
16 a 20	28	106	78	2
21 a 25	35 a 38	113 a 133	78 a 95	2 a 3
26 a 30	45	140	95	3

— 367 —

**FRESA PARA RANURAR**  
corte por tres caras-dientes en zig zag

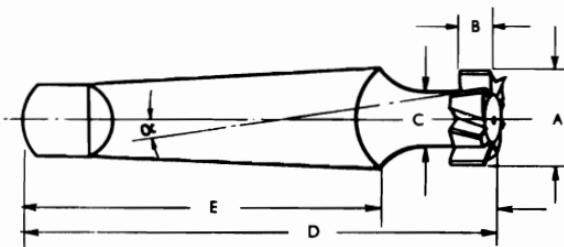


DIMENSIONES DE LA FRESA

A	B	C	D	PASO DE LA HELICE	ANGULO $\alpha$	N.º de DIENTES
75	22	10	7.5	1676	10°	18
75	22	15	7.5	»	»	»
100	26	12	10	2235	»	20
100	26	18	»	»	»	»
150	32	16	15	3352	»	22
150	32	20	»	»	»	»
175	38	22	17.5	3911	»	24
175	38	25	»	»	»	»

— 368 —

**FRESAS DE FORMA T PARA CANALES**

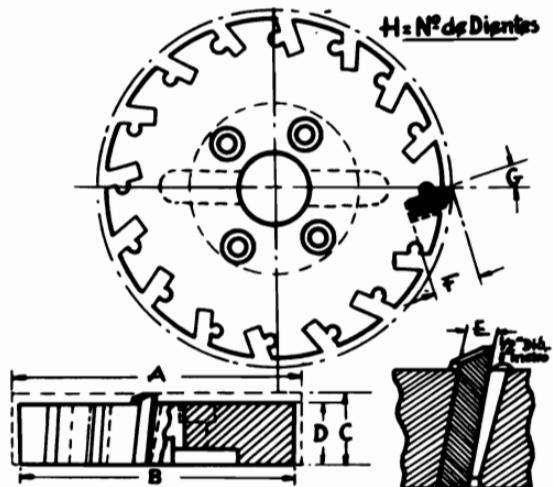


DIMENSIONES DE LA FRESA mm.

A	B	C	D	E	ANGULO $\alpha$	PASO	CONO MORSE
15.5	5	7	84	65	12°	229	1
17.5	5.5	8	86	65	»	258	1
19.5	6	9	88	65	»	288	1
21.5	6.5	10			»	317	
23.5	7	12	104	78	»	347	2
26	7.75	14	106	78	»	378	2
30	8.75	16	108	78	»	443	2
34	9.75	18			»	506	
38.5	11	20	131	95	»	521	3
42.5	12				»	627	
49	13.3	26	137	95	»	724	3
55	14.3				»	812	

— 369 —

## FRESA TIPO CORONA PARA ENCARAR



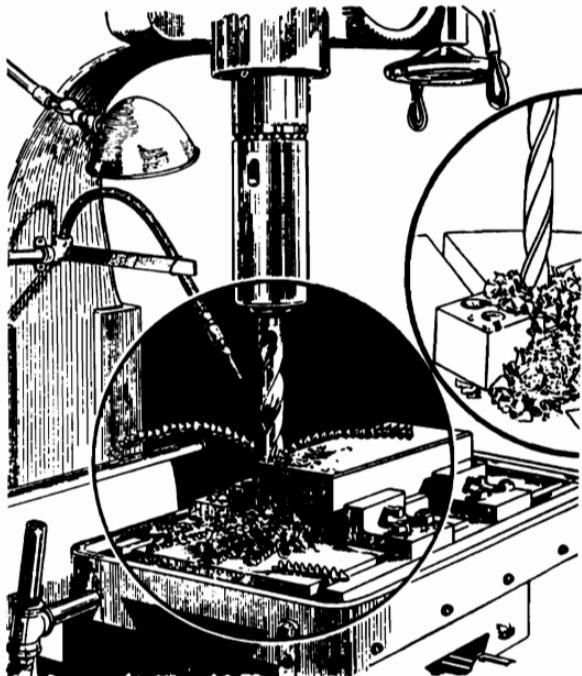
DIMENSIONES DE LA FRESA EN mm.

A	B	C	D	E	F	G	Dientes
203	187	54	44	10	30	15°	12
254	238	60	50	10	30	»	16
305	285	73	64	13	32	»	18
355	338	86	75	13	»	»	22
406	381	98	88	13	»	»	24
457	437	98	88	13	»	»	28

## BROCAS

Es necesario observar un correcto afilado para que trabaje bien la broca.

La herramienta está bien afilada cuando sale la viruta de una forma rizada y continua; y defectuosa si la viruta sale en pequeñas partes sin rizar.



# AFILADO DE BROCAS

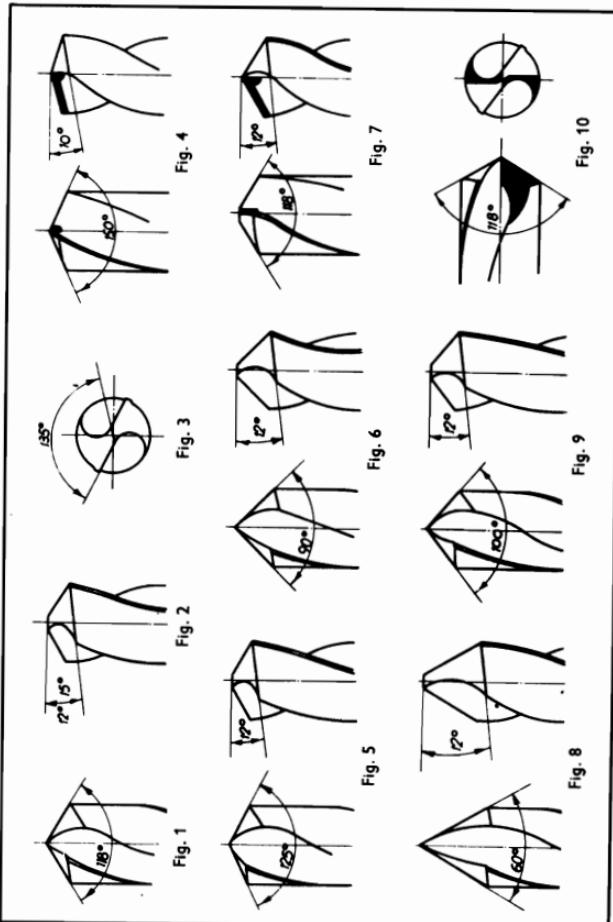
Figura núm.	MATERIAL A TALADRAR
1-2-3	Afilado normal para acero dulce y fundición.
4	Acero de carriles 7 % a 13 % de manganeso y materiales duros.
5	Acero forjado y de tratamiento hasta una dureza Brinell 250.
6	Hierro fundido blando.
7	Bronce y latón.
8	Madera dura, bakelite, goma, fibra y ebonita.
9	Cobre, aluminio, metal blanco.
10	Afilado de pequeñas brocas para perforaciones muy profundas.

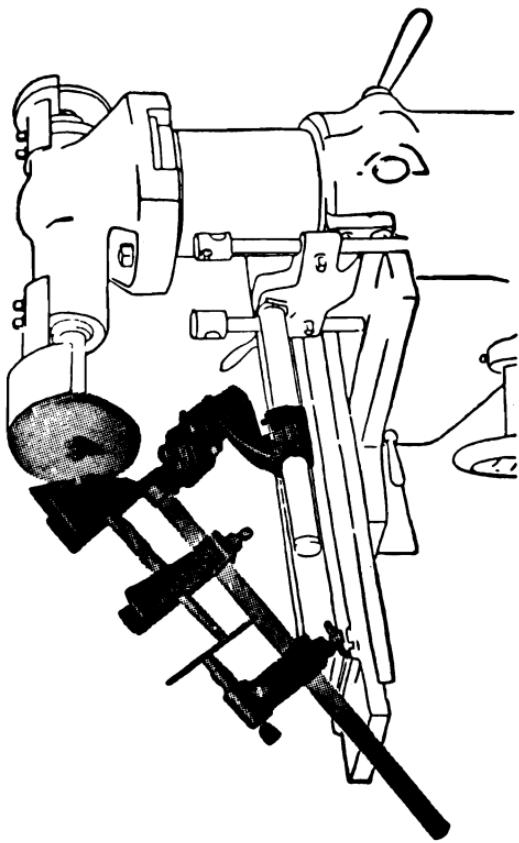
## IMPORTANTE

Al empezar la operación de taladrar, es de gran importancia para la conservación de la broca, el perforar dos o tres agujeros con avances y velocidades reducidas en lugar de trabajar en seguida a los avances y velocidades normales.

De este modo se produce un calentamiento progresivo en la broca, lo que aumenta su resistencia y duración.

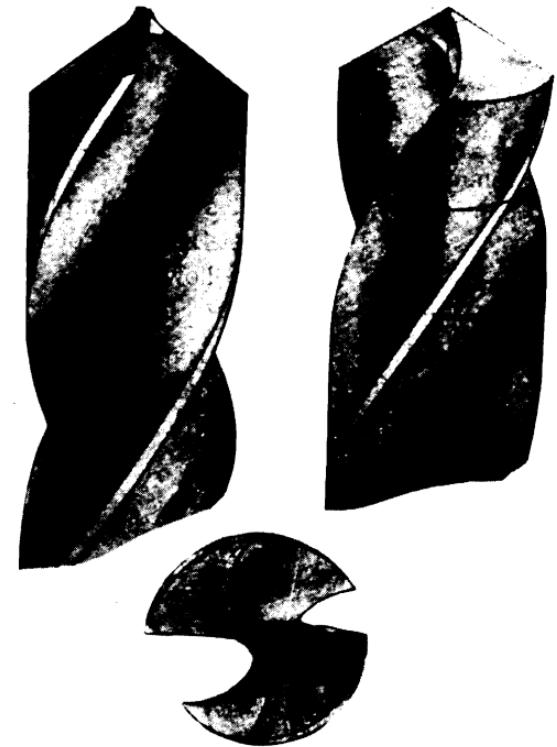
**Refrigerar constantemente**





Dispositivo para afilado correcto de brocas

**DETALLES DE UNA BROCA BIEN AFILADA**



## DEFECTOS EN EL TRABAJO DE LAS BROCAS MAL AFILADAS

A = Filos de longitud desigual, el diámetro del agujero producido es mayor que la broca.

B = Filos desiguales y ángulos de corte distintos, el agujero resulta excesivamente grande, la broca oscila.

C = Ángulos de corte desiguales, punta descendida, solo corta uno de los filos, la broca trabaja desequilibrada y tiende a oscilar.

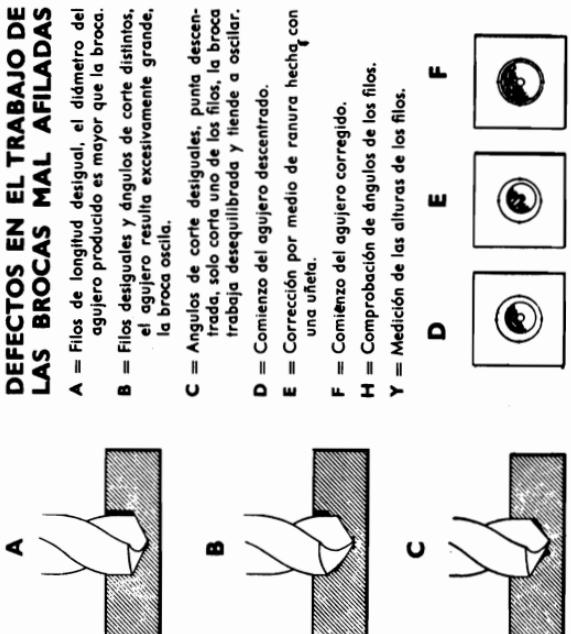
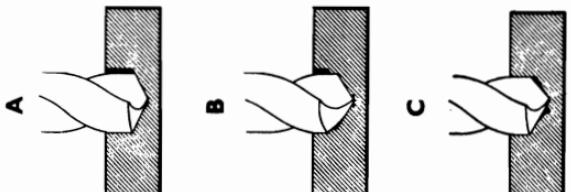
D = Comienzo del agujero descentrado.

E = Corrección por medio de ranura hecha con una uñeta.

F = Comprobación de ángulos de los filos.

H = Comienzo de las alturas de los filos.

Y = Medición de las alturas de los filos.



## DIAGNOSTICO DE LA BROCA

SINTOMA	CAUSA	REMEDIO
Broca rota.	Alabeo en la máquina o en la pieza. Muy poco espacio de labio. Muy poca velocidad. Refrigerante inadecuado.	Examine la rigidez de la máquina o la pieza a taladrar. Reafilese bien. Aumentese la velocidad. Emplee el refrigerante adecuado.
Puntas exteriores de filos de corte, rotas.	El material que se taladra es sucio o muy duro. Demasiada velocidad.	Redúzcase la velocidad y límpie el agujero que se practica.
Espiga rota.	Demasiado avance o más probablemente la espiga no ajusta en la boquilla del taladro a causa de estar sucia o gastada.	Redúzcase el avance o límpie y examine si ajusta bien en la boquilla.
Labios o filos de corte astillados.	Excesivo avance o demasiado espacio de labio.	Redúzcase el avance. Reafilese bien.
Broca de alta velocidad astillada o rajada.	Calentada muy rápidamente al afilar o taladrar.	Caliéntese despacio antes de usarla.
Agujero mayor que la broca.	Filos de corte o ángulos desiguales, o ambos defectos a la vez.	Reafilese bien.
Agujero con paredes rugosas.	Broca rota o mal afilada. Lubricante malo y falta de lubricante.	Lubríquese bien o reafile si está desafilado.
El centro se raja.	Muy poco espesor el labio o excesivo avance.	Reafilese con debido espacio de labio. Redúzcase el avance.

# BROCAS



A = Diámetro de la broca.

B = Peso de la Hélice.

C = Ángulo de inclinación de la mesa de la fresadora.

L = Longitud total.

D = Espesor del alma.

E = Ancho de la guía.

F = Diámetro de la parte desafilada.

T = Longitud del espiral de corte.

## N.º DEL CONO MORSE PARA BROCAS

	1 de	3 a 14 mm.
	2 de	15 a 23 mm.
	3 de	24 a 32 mm.
	4 de	32 a 50 mm.
	5 de	51 a 75 mm.

A	B	C	D	E	F	L	T	A	B	C	D	E	F	L	T
3	30	16°	0.7	0.7	2.60	130	43	27	177	26°	4.23	1.75	25.75	287	168
4	40	17°	0.8	»	3.60	136	49	28	180	»	4.39	2	26.75	298	181
5	50	»	0.9	»	4.50	152	65	29	188	27°	4.55	»	27.75	302	184
6	55	»	1.00	0.8	5.50	155	68	30	188	»	4.71	»	28.75	305	187
7	65	18°	1.10	0.9	6.40	159	75	31	192	»	4.86	»	29.75	308	190
8	70	19°	1.25	»	7.30	162	78	32	197	28°	5.02	»	30.75	358	214
9	77	20°	1.35	»	8.30	171	87	33	200	»	5.18	»	31.5	362	217
10	82	»	1.50	»	9.20	178	94	34	203	»	5.33	2.25	32.5	364	220
11	87	»	1.73	»	10.20	184	100	35	207	»	5.49	»	33.5	368	224
12	95	21°	1.88	1.25	11.20	190	106	36	210	29°	5.65	»	34.5	374	230
13	103	»	2.04	»	12.20	203	119	37	214	»	5.80	»	35.5	378	236
14	110	22°	2.20	»	13.20	209	123	38	217	»	5.96	»	36.5	381	240
15	117	»	2.36	»	14	221	124	39	220	30°	6.12	2.75	37.5	»	244
16	122	»	2.51	»	15	221	»	40	223	»	6.28	»	38.5	394	248
17	128	23°	2.66	»	16	234	136	41	226	»	6.49	»	39.5	396	252
18	133	»	2.82	1.50	17	241	143	42	230	»	6.59	»	40.5	406	255
19	140	»	2.88	»	18	247	149	43	232	»	6.75	»	41.5	»	»
20	145	24°	3.14	»	19	254	152	44	235	31°	6.90	3	42.5	412	257
21	150	»	3.30	»	20	»	155	45	237	»	7.02	»	43.5	412	»
22	154	»	3.45	»	21	»	155	46	240	»	7.22	»	44.5	»	262
23	158	»	3.60	1.75	22	»	»	47	243	32°	7.37	»	45.5	»	»
24	163	25°	3.76	»	22.75	273	»	48	245	»	7.53	»	46.5	422	»
25	167	»	3.92	»	23.75	279	162	49	250	»	7.70	»	47.5	»	»
26	172	26°	4.08	»	24.75	282	165	50	255	»	8.00	»	48.5	»	»

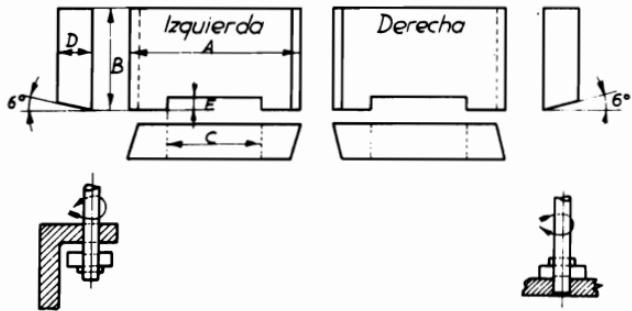
# BROCAS

Equivalencias en mm. de la clasificación americana  
en galga y letras para indicar diámetros de brocas

Galga núm.	mm.	Galga núm.	mm.	Galga núm.	mm.	Galga núm.	mm.	LETRA	mm.
1	5,79	21	4,04	41	2,43	61	0,99	A	5,94
2	5,61	22	3,99	42	2,37	62	0,96	B	6,04
3	5,41	23	3,91	43	2,26	63	0,94	C	6,14
4	5,30	24	3,86	44	2,18	64	0,91	D	6,24
5	5,21	25	3,78	45	2,08	65	0,89	E	6,35
6	5,18	26	3,73	46	2,05	66	0,84	F	6,52
7	5,10	27	3,65	47	1,99	67	0,81	G	6,62
8	5,05	28	3,56	48	1,93	68	0,78	H	6,75
9	4,98	29	3,45	49	1,85	69	0,73	I	6,90
10	4,91	30	3,26	50	1,77	70	0,71	J	7,03
11	4,85	31	3,05	51	1,70	71	0,66	K	7,13
12	4,80	32	2,94	52	1,61	72	0,63	L	7,36
13	4,70	33	2,87	53	1,50	73	0,61	M	7,49
14	4,62	34	2,82	54	1,39	74	0,56	N	7,67
15	4,57	35	2,79	55	1,32	75	0,53	O	8,02
16	4,49	36	2,70	56	1,17	76	0,50	P	8,20
17	4,39	37	2,64	57	1,09	77	0,45	Q	8,43
18	4,30	38	2,57	58	1,06	78	0,40	R	8,61
19	4,21	39	2,52	59	1,04	79	0,36	S	8,83
20	4,09	40	2,48	60	1,01	80	0,34	T	9,09
								V	9,57
								W	9,80
								X	10,08
								Y	10,26
								Z	10,49

# UCHILLAS O LAMAS PARA MANDRINOS DE TALADROS

Serie normal para refrentar asientos de tuercas «Whitworth»



Para tuerca de	Para tuerca de					Diametro del mandrino para esta cuchilla							
	A	B	C	D	E								
1/4"	17	12,5	5,5	3	1,5	6,3	1 1/4"	56	24	26,5	6	3	28,5
5/16"	18	12,5	6,5	3	1,5	7,9	1 1/4"	62	24	29,5	6	3	31,7
3/8"	22	18	8	3	1,5	9,5	1 3/4"	67	29	33	6	3	34,9
7/16"	26	18	9,5	3	1,5	11	1 1/2"	72	34	36	8	4	38
1/2"	28	18	11	5	2,5	12,7	1 3/4"	77	39	39	8	4	41,2
9/16"	32	18	12	5	2,5	14,2	1 3/4"	83	39	42	8	4	44,4
5/8"	34	18	13,5	5	2,5	15,8	2"	94	48	48	8	4	50,7
11/16"	37	18	15,5	5	2,5	17,4	2 1/4"	106	48	54,5	8	4	57
3/4"	40	18	17	5	2,5	19	2 1/2"	116	48	61	10	5	63,4
13/16"	42	22	18,5	5	2,5	20,6	2 3/4"	125	48	67,5	10	5	69,8
7/8"	45	22	20	6	3	22,2	3"	135	48	73,5	10	5	76
1"	51	24	23,5	6	3	25,4							

# MANDRINOS PARA TALADROS

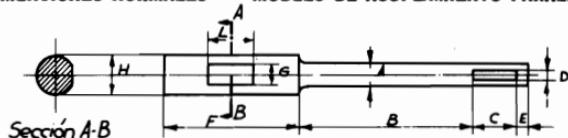
## DIMENSIONES NORMALES + MODELO CÓNICO



A mm.	B mm.	C mm.	D mm.	E mm.	CONO MORSE NUM.	CONO MORSE NUM.					
						A mm.	B mm.	C mm.	D mm.	E mm.	
10	150	20	3	9	2	31	250	35	10	30	3
11	150	20	3	9	2	32	250	35	10	30	3
12	150	20	3	9	2	33	250	35	10	30	3
13	150	20	3	9	2	34	250	35	10	30	3
14	150	20	5	15	2	35	250	35	10	30	4
15	150	20	5	15	2	36	250	40	10	30	4
16	150	20	5	15	2	37	250	40	10	30	4
17	150	20	5	15	2	38	250	40	10	30	4
18	150	20	5	15	2	39	250	40	10	30	4
19	150	20	5	15	2	40	250	45	12	36	4
20	250	25	6	18	3	41	250	45	12	36	4
21	250	25	6	18	3	42	250	45	12	36	4
22	250	25	6	18	3	43	250	45	12	36	4
23	250	25	6	18	3	44	250	45	12	36	4
24	250	25	6	18	3	45	250	50	12	36	4
25	250	30	8	24	3	46	250	50	12	36	4
26	250	30	8	24	3	47	250	50	12	36	4
27	250	30	8	24	3	48	250	50	12	36	4
28	250	30	8	24	3	49	250	50	12	36	4
29	250	30	8	24	3	50	250	55	12	36	4
30	250	35	10	30	3						

# MANDRINOS PARA TALADROS

DIMENSIONES NORMALES + MODELO DE ACOPLAMIENTO PARALELO



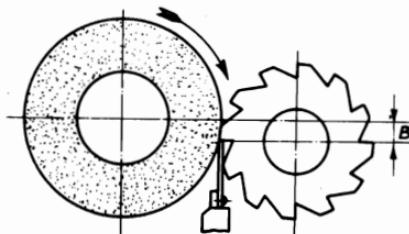
$$L = \frac{F}{2}$$

$$G = \frac{H}{2}$$

A	B	C	D	E	F	Acopla- miento H	A	B	C	D	E	F	Acopla- miento H
mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.						
10	150	20	3	9	75	25	31	250	35	10	30	75	25
11	150	20	3	9	75	25	32	250	35	10	30	75	25
12	150	20	3	9	75	25	33	250	35	10	30	75	25
13	150	20	3	9	75	25	34	250	35	10	30	75	25
14	150	20	5	15	75	25	35	250	35	10	30	75	25
15	160	20	5	15	75	25	36	250	40	10	30	75	25
16	150	20	5	15	75	25	37	250	40	10	30	75	25
17	150	20	5	15	75	25	38	250	40	10	30	75	25
18	150	20	5	15	75	25	39	250	40	10	30	75	25
19	150	20	5	15	75	25	40	250	45	12	36	75	38
20	250	25	6	18	75	25	41	250	45	12	36	75	38
21	250	25	6	18	75	25	42	250	45	12	36	75	38
22	250	25	6	18	75	25	43	250	45	12	36	75	38
23	250	25	6	18	75	25	44	250	45	12	36	75	38
24	250	25	6	18	75	25	45	250	50	12	36	75	38
25	250	30	8	24	75	25	46	250	50	12	36	75	38
26	250	30	8	24	75	25	47	250	50	12	36	75	38
27	250	30	8	24	75	25	48	250	50	12	36	75	38
28	250	30	8	24	75	25	49	250	50	12	36	75	38
29	250	30	8	24	75	25	50	250	55	12	36	75	38
30	250	35	10	30	75	25							

## AFILADO DE FREAS

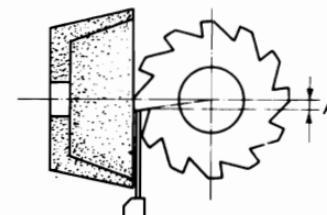
# NORMAS PARA AFILADO DE FRESAS



B = Diferencia de altura entre el centro de la fresa y la muela.  
El soporte de apoyo quedará siempre a igual altura que el centro de la fresa.

DIAMETRO DE LA MUELA	B PARA 5. <sup>o</sup>	B PARA 7. <sup>o</sup>	DIAMETRO DE LA MUELA	B PARA 5. <sup>o</sup>	B PARA 7. <sup>o</sup>
mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.
50	2	3	121	5	7
57	2	4	127	6	8
63	3	4	133	6	8
70	3	4	140	6	9
76	3	5	146	6	9
83	4	5	152	7	10
89	4	6	158	7	10
95	4	6	165	7,25	10,25
102	4	6	171	7,5	10,5
108	5	7	177	7,8	11
114	5	7			

# NORMAS PARA AFILADO DE FRESAS



A = Diferencia de altura entre el centro del eje y el soporte de apoyo

Fórmula para hallar la distancia A entre el soporte de apoyo y el centro del eje

## FORMULA

$$\text{Grados de incidencia} \times \text{diámetro de la fresa} \times 0,0088 = A$$

$$0,0088 = \text{CONSTANTE}$$

$\alpha$  = GRADOS DE INCIDENCIA

Diámetro de la fresa	A para 5. <sup>o</sup>	A para 7. <sup>o</sup>	Diámetro de la fresa	A para 5. <sup>o</sup>	A para 7. <sup>o</sup>	Diámetro de la fresa	A para 5. <sup>o</sup>	A para 7. <sup>o</sup>
mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.
5 a 6	0,27	0,385	45 a 50	2	3,04	128 a 140	6,14	7,62
7 a 10	0,38	0,55	51 a 57	2,51	3,42	141 a 152	6,70	9,14
11 a 13	0,55	0,76	58 a 63	2,79	3,81	153 a 165	7,26	9,90
14 a 16	0,71	0,93	64 a 70	3,07	4,19	166 a 178	7,82	10,66
17 a 19	0,83	1	71 a 76	3,35	4,57	179 a 190	8,38	11,43
20 a 22	0,93	1,32	77 a 82	3,63	4,95	191 a 203	8,94	12,19
23 a 25	1	1,52	83 a 89	3,91	5,33	204 a 229	10	13,71
26 a 29	1,27	1,70	90 a 95	4,15	5,71	230 a 254	11,17	15,24
30 a 32	1,39	1,90	96 a 102	4,47	6,09	254 a 260	11,44	16,12
33 a 38	1,67	2,28	103 a 114	5	6,85	261 a 270	11,88	16,63
39 a 44	1,95	2,66	114 a 127	5,58	7,62	271 a 280	12,32	17,24

Las dimensiones dadas en la tabla para A son un promedio entre diámetros de las fresas. Por eso no coinciden exactamente con la aplicación de la fórmula.

## Afilado de fresas

Las fresas para tallar engranajes y fresado de formas varias, las cuales se conocen con el nombre de perfil constante, deben afilarse radialmente, otra forma de afilado cambia el perfil, lo cual hace que el trabajo de la fresa sea imperfecto.

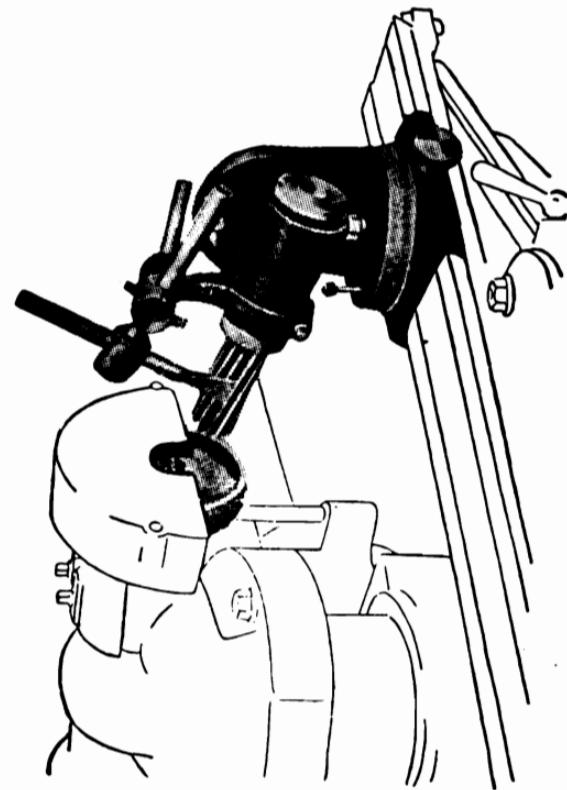
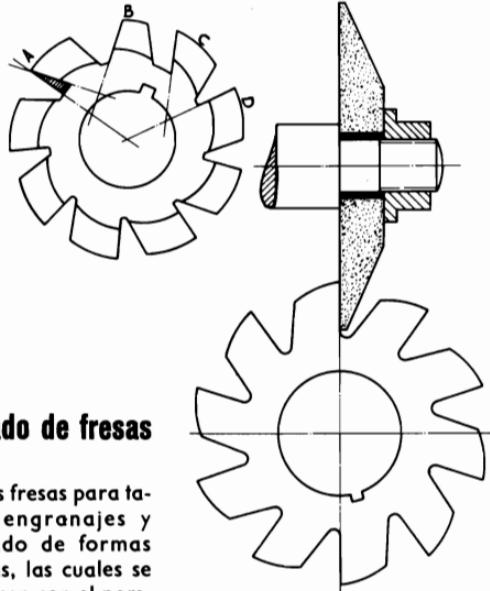
Las figuras detallan:

A = Afilado radial pero oblicuo al eje, es, por tanto, incorrecto.

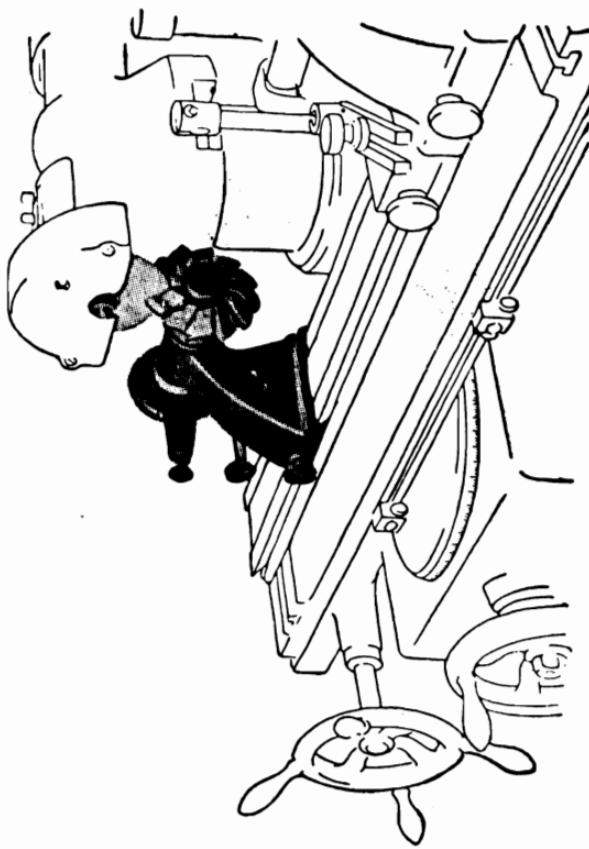
B y C = Afilados incorrectos.

D = Afilado radial correcto.

Se muestra también una buena posición de la muela con la fresa para afilado correcto.



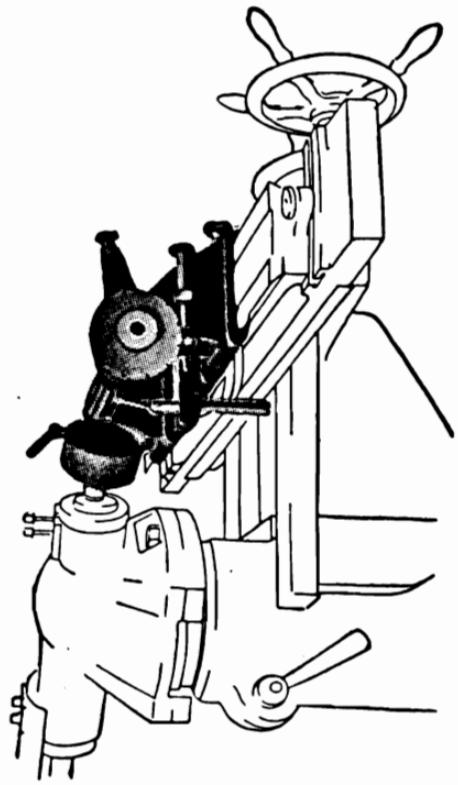
Afilado frontal de una fresa



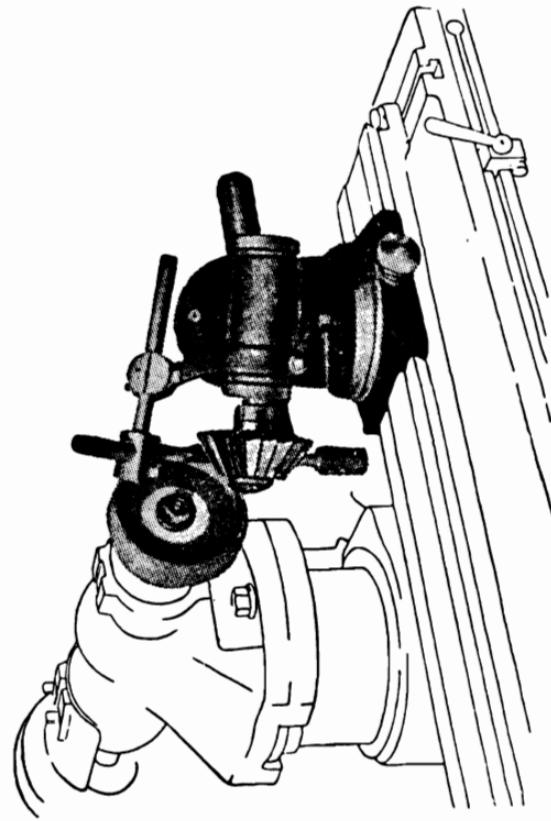
Afilado de una fresa módulo



Afilado de una fresa sinfin para tallar dientes de engranaje



Afilado de fresas



Afilado de una fresa cónica

## Números de revoluciones de las Muelas en cifras aproximadas

Diámetro de la muela mm.	VELOCIDAD PERIFERICA EN METROS POR SEGUNDO								Diámetro de la muela mm.
	15 m.	20 m.	25 m.	30 m.	35 m.	40 m.	45 m.	80 m.	
NUMERO DE REVOLUCIONES POR MINUTO									
25	12.000	15.300	19.100	23.000	26.750	30.550	34.370	61.150	25
50	6.000	7.650	9.550	11.450	13.400	15.275	17.185	30.570	50
75	4.000	5.100	6.380	7.650	9.000	10.185	11.455	20.380	75
100	3.000	3.825	4.775	5.730	6.700	7.640	8.600	15.290	100
125	2.400	3.050	3.800	4.600	5.300	6.110	6.875	12.230	125
150	2.000	2.550	3.200	3.800	4.450	5.100	5.730	10.190	150
175	1.715	2.200	2.730	3.270	3.825	4.365	4.910	8.730	175
200	1.500	1.910	2.390	2.875	3.343	3.820	4.300	7.650	200
225	1.335	1.700	2.100	2.550	2.975	3.395	3.820	6.800	225
250	1.200	1.525	1.900	2.300	2.675	3.055	3.440	6.120	250
300	1.000	1.275	1.590	1.900	2.230	2.550	2.865	5.100	300
350	860	1.090	1.370	1.640	1.900	2.180	2.450	4.370	350
400	750	960	1.200	1.450	1.675	1.910	2.150	3.820	400
450	665	850	1.060	1.275	1.425	1.700	1.910	3.400	450
500	600	770	960	1.150	1.340	1.525	1.720	3.050	500
550	545	700	850	1.030	1.200	1.390	1.565	2.780	550
600	500	640	800	950	1.110	1.275	1.430	2.550	600
650	460	590	730	875	1.030	1.175	1.320	2.350	650
700	430	540	675	810	950	1.090	1.225	2.180	700
800	375	475	600	715	835	955	1.075	1.910	800
1.000	300	380	480	570	670	765	860	1.530	1.000

Para obtener un rendimiento favorable recomendamos la velocidad periférica de 22-25 metros por segundo para el afilaje a mano y de 25-30 metros por segundo para el afilaje automático. Las revoluciones impresas en las columnas encuadradas deben considerarse como velocidades máximas, bien que todas las muelas poseen una resistencia considerablemente superior, y son probadas a una velocidad de un 40 % más elevada.

**IMPORTANTE:** Material blando = muela dura; material duro = muela blanda.  
Si la muela no corta bastante y se abrillanta, es prueba de que resulta demasiado dura, en este caso, conviene reducir la velocidad. Si, por el contrario, se nota un fácil desgaste, conviene aumentar la velocidad.

## MUELAS DE ESMERIL

### FABRICACION «NORTON»

Muelas recomendadas para trabajar diversos materiales

MATERIAL	ABRASIVO	GRAÑO	GRADO
<b>PISTONES DE ALUMINIO:</b>			
Trabajando exterior.....	Sic. Vit.	36	J
<b>PISTONES HIERRO FUNDIDO:</b>			
Trabajando exterior.....	Sic. Vit.	36	K
<b>BULONES DE PISTON:</b>			
Trabajando exterior.....	Al. Vit.	60	M
<b>AROS DE PISTON:</b>			
Trabajando exterior.....	Sic. Vit.	36	K
<b>RECTIFICACION DE CILINDROS:</b>			
Trabajando en desbaste.....	Sic. Vit.	24	H
» afinado.....	Al. Vit.	46	L
<b>VALVULAS DE MOTOR:</b>			
Trabajando asientos.....	Al. Vit.	60	N
» vástago.....	Al. Vit.	46	M
<b>CIGÜEÑALES</b>			
Trabajando en desbaste.....	Al. Vit.	36	Q
» afinado.....	Al. Vit.	50	N
<b>RODAMIENTO A BOLAS:</b>			
Trabajando pistas.....	Al. Sil.	3.820	J 6 70-K
» ranura exterior.....	Al. Rub.	80	Q
» ranura interior.....	Al. Rub.	80	N
Afinado de ranuras.....	Al. Rub.	120	N
<b>AFILADO DE BROCAS:</b>			
Al. Vit.	46	N	
<b>RECTIFICADO DE BROCAS:</b>			
Trabajando en desbaste.....	Al. Vit.	60	L
» afinado.....	Al. Rub.	120	N

# MUELAS DE ESMERIL

## FABRICACION «NORTON»

Muelas recomendadas para trabajar diversos materiales

MATERIAL	ABRASIVO	GRANO	GRADO
<b>ALUMINIO:</b>			
Trabajando exterior.....	Sic. Vit.	40	J
» interior.....	Sic. Shel.	30	J
» superficies planas.....	Al. Vit.	3,824	I
<b>LATON:</b>			
Trabajando exterior.....	Sic. Vit.	36	J
» interior.....	Sic. Vit.	36	J
» superficies planas.....	Sic. Vit.	24	H
<b>BRONCE DURO:</b>			
Trabajando exterior.....	Al. Vit.	46	K
» interior.....	Al. Vit.	60	J
» superficies planas.....	Al. Bak.	60	P
<b>HIERRO FUNDIDO:</b>			
Trabajando exterior.....	Sic. Vit.	36	J
» interior.....	Sic. Vit.	46	I
» superficies planas.....	Sic. Vit.	16	H
<b>COBRE:</b>			
Trabajando exterior .....	Sic. Shel.	70	L
» superficies planas.....	Sic. Vit.	16	H
<b>ACERO DULCE:</b>			
Trabajando exterior.....	Al. Vit.	46	M
» interior.....	Al. Vit.	3,846	L
» superficies planas.....	Al. Vit.	36	K
<b>ACERO TEMPLADO:</b>			
Trabajando exterior.....	Al. Vit.	3,846	L
» interior.....	Al. Vit.	60	L
» superficies planas.....	Al. Sil.	3,830	G
<b>METAL MONEL:</b>			
Trabajos de afilado.....	Al. Bak.	36	P
» desbaste.....	Al. Vit.	24	Q

# MUELAS DE ESMERIL

## FABRICACION «NORTON»

Muelas recomendadas para trabajar diversos materiales

MATERIAL	ABRASIVO	GRANO	GRADO
<b>SIERRAS CIRCULARES PARA MESALES:</b>			
.....	Al. Vit.	60	P
<b>MACHOS PARA ROSCAR:</b>			
.....	Al. Vit.	60	N
<b>AFILADO DE FRESCAS Y ESCARIADORES:</b>			
.....	Al. Vit.	46 - 60	J - M
<b>CUCHILLAS PARA TORNOS Y ACEPILLADORAS:</b>			
Afilado a mano:			
Cuchillas pequeñas.....	Al. Vit.	46	N
» grandes.....	Al. Vit.	30	O
Afilado automático.....	Al. Vit.	16	P
<b>CUCHILLAS «WIDIA»:</b>			
Afilado en desbaste.....	Sic. Vit.	60	I
» afinado.....	Sic. Vit.	100	I
» muy finas.....	Sic. Vit.	220	G
<b>USO GENERAL EN TALLERES DE CALDERERIA.....</b>			
.....	Al. Vit.	12 - 24	Q - S
<b>TALLERES DE FORJA Y ESTAMPACION.....</b>			
.....	Al. Vit.	14 - 24	P - S
<b>TALLERES DE FUNDICION:</b>			
Rebarbando bronce.....	Al. Vit.	14 - 36	N - O
» fundición gris.....	Sic. Vit.	24 - 36	P - S
» piezas pequeñas.....	Sic. Vit.	12 - 16	P - S
» » grandes.....	Sic. Vit.	12 - 16	M - P
Fundición dura.....	Sic. Vit.	16 - 24	N - P
» de acero.....	Sic. Vit.	12 - 16	M - O
» maleable.....	Sic. Vit.	12 - 16	M - O
<b>ABRASIVOS</b>			

Abreviaciones usadas en las tablas:

Sic. = Carburo de silicio. Al. = Aluminio. Vit. = Vitrificado.  
Sil. = Silicato. Rub. = Goma. Bak = Bakelite.

## **GRADOS DE DUREZA** (de acuerdo con la fórmula americana)

## a) COMPOSICION CERAMICA

E.	F.	G.	H.	blando	Q.	R.	S.	T.
J.	K.	L.		semi-blando.	U.	V.	W.	X.
M.	N.	O.	P.	medio	Y.	Z.		
				extra-duro				
				semi-duro				
				duro				

## b) COMPOSICION VEGETAL

1, 1 $\frac{1}{2}$ , 2, 2 $\frac{1}{2}$ .....	semi-blando
3, 4 .....	medio
5, 6, 7 .....	semi-duro
10, 12 .....	14, 16 .....
	20, 24, 30 .....
	36, 46 .....
	semi-basito .....
	basito .....
	muy basito .....
50, 60, 70 .....	80, 90, 100 .....
	120, 150, 180, 200, 250 .....

## **GRANOS (de acuerdo con la fórmula americana)**

Para la elección de las medidas observarse lo siguiente:

**Material blando** = Muelas duras.  
**Material duro** = Muelas blandas.

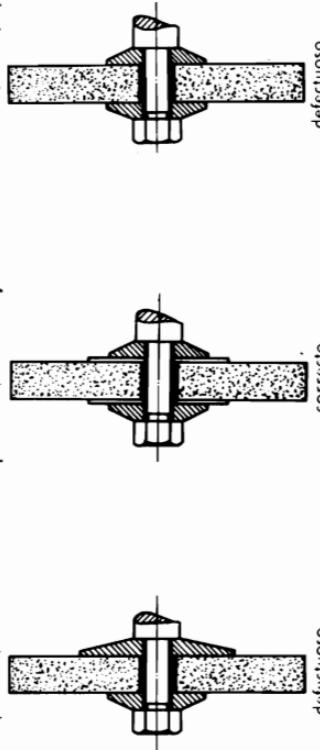
Cierto es más lento que el número de introducción de las dianas.

Cuanto más elevado sea el número de revoluciones, más blanda deberá ser la muela.

Las muelas deben retornarse si por la clase de trabajo quedan deformadas y su marcha no es circular. Las dosbridas de sujeción para la muela deben ser algo huecas y tener el mismo diámetro, el cual, por lo menos, ha de ser  $\frac{1}{3}$  del diámetro de la muela. Entre la brida y la muela deben intercalarse inserciones de papel secano, goma o

El atornillado de las tuercas de las bridas debe efectuarse no demasiado fuerte, el grado perfecto del atornillado será el determinado por la fuerza de una similar.

En la operación de afilar a mano libre, procúrese disponer de apoyos ajustables, uno armado de la correspondiente llave.



## Diamantes para retornear muelas de esmeril

Tamaños.....	I	II	III	IV	V	VI
Blancos.....						
Negros.....						

Tamaño natural de los diamantes corrientes, sin engastar

DIAMETRO DE LAS MUELAS	PESO DEL DIAMANTE	TAMAÑOS CORRESPONDIENTES
De menos de 200 mm.....	$\frac{1}{2}$ a $\frac{5}{8}$ de quilate	I - II
Hasta 300 mm.....	$\frac{3}{4}$ a $\frac{7}{8}$ de quilate	III - IV
Hasta 500 mm.....	1 quilate	V
De más de 500 mm.....	$1\frac{1}{4}$ a 2 quilates	VI



**1. Diamantes blancos (Boarts).** — La forma del diamante tiene siempre menor importancia que la calidad y la elección del tamaño apropiado. Generalmente se presta demasiada atención a la forma de estas piedras.

El tamaño del diamante a elegir dependerá del diámetro y grano de las muelas que se han de retornear. No hace falta decir que un diamante demasiado débil para el trabajo a que se le somete, actuará sobre cargado y se gastará rápidamente, además de que se saldrá a menudo.

Una muela de grano extraordinariamente basto o de marcha muy rápida, esforzará naturalmente mucho más a los diamantes. Es recomendable, pues, escoger una piedra algo mayor que la que acusa la tabla precedente. Los diamantes demasiado pequeños son siempre antiéconómicos; téngase siempre esto en cuenta para obtener un trabajo racional.

**2. Diamantes negros (Carbons).** — Al contrario de los diamantes blancos, que son cristalinos, los diamantes negros son amorfos y deformes. Los Carbons son generalmente mucho más duros que los Boarts. — De todas maneras, en los Carbons se constata a menudo diferencias de dureza mucho más pronunciadas que en los Boarts. El precio del diamante negro de buena calidad es sensiblemente más elevado que el del Boart. — Por lo que a la economía del Carbón se refiere, hemos de aclarar que aquéllo no depende únicamente del precio, y sí principalmente del uso a que se destina el diamante. — Muchas veces se ignora que a pesar de su mayor dureza absoluta tiene una dureza de desgaste inferior a la del Boart. — De ello se desprende que el diamante negro puede emplearse con utilidad para el retornado de muelas de marcha moderada, siendo, sin embargo, inadequado para rectificar muelas de marcha rápida.

## OBSERVACIONES PARA EL USO DE LAS MUELAS



Las muelas deben estar debidamente rodeadas por protectores de material tenaz.

La muela debe ajustar debidamente sobre el eje, pero en ningún caso debe quedar demasiado apretada o agarrada.

Cúdese de que el eje de la máquina gire en cojinetes de libre juego y de que no golpee. Al poner en marcha la muela, procúrese llegar al número necesario de revoluciones en forma paulatina.

En la primera puesta en marcha y especialmente cuando la muela esté descubierta o poco protegida, tégase cuidado en no ponerse delante de la muela. Protéjase la muela contra golpes.

Al afilar, la muela se calienta; este calentamiento no debe producirse demasiado rápidamente. Si se somete una muela fría a un rápido y muy fuerte esfuerzo, es de temer desprendimientos de la muela, especialmente en invierno.

Si la muela debe ser esforzada muy fuertemente en sus lados, procúrese emplear muelas correspondientemente gruesas. Si este trabajo lateral es continuo, utilícese las correspondientes muelas de forma.

## ¿POR QUÉ SE ROMPEN TANTO LAS SIERRAS PARA METALES?

Antes de usar una sierra usted necesita saber varias cosas que no se deben hacer:

No se debe hacer presión al retroceder.

No lubrífique la sierra cuando corte hierro fundido.

No corte acero fundido o blando sin lubricarlo.

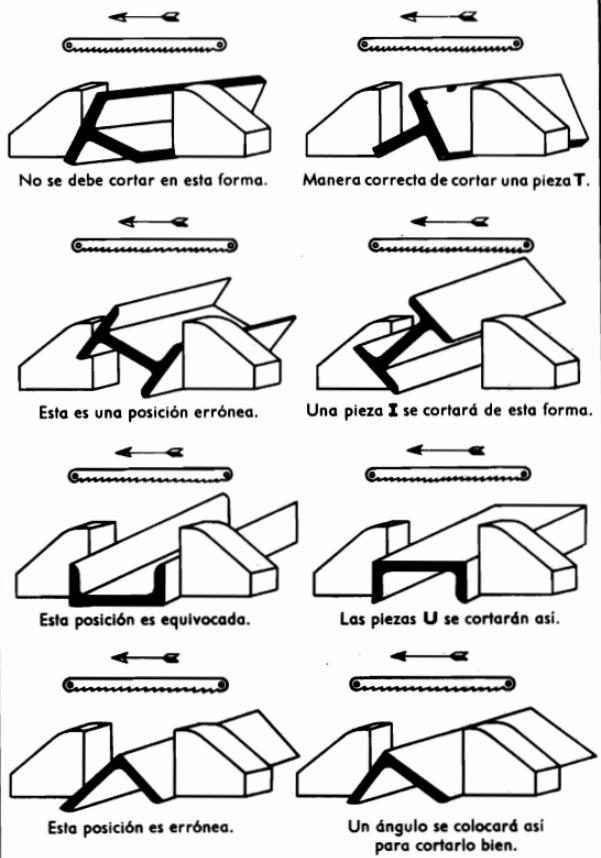
No esfuerce la sierra poniéndola demasiado tensa.

No emplee una hoja nueva en un corte viejo.

No sacuda o vibre una sierra de mano como si fuera un arco.

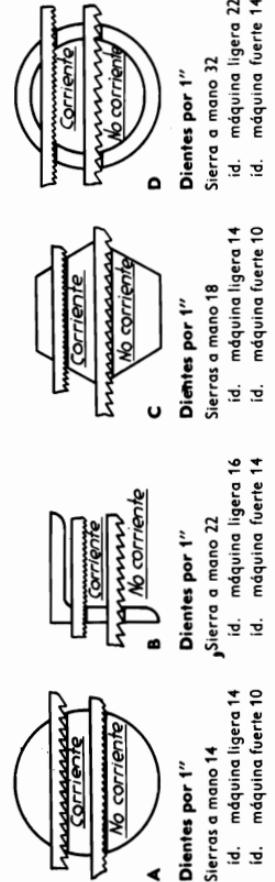


# CÓMO DEBE ASERRARSE



## Instrucciones para el uso de hojas de sierra a mano y mecánicas

**La distancia entre dientes nunca debe ser mayor que el espesor del material**



- A.** — Para cortar material dulce.
- B.** — Angulos de latón, cobre y tubería de hierro.
- C.** — Trabajos generales en acero, secciones; redonda, plana, cuadrada.
- D.** — Tubos de electricidad de poco grueso y chapas de metal, idem.

Núm. de pasadas para el buen trabajo y rendimiento de la sierra: **50 por minuto.**

Sobre instrucciones de la casa fabricante de las hojas de sierra «Boirais».

En la Fabricación de Limas se emplean las normas aproximadas siguientes:

### SERIE NORMAL

Bastardas	de 20 a 25	dientes por pulgada inglesa.
Entrefinas	» 30 a 40	»
Finas	» 50 a 60	»
Muy finas	» 70 a 80	»

### LIMAS ESPECIALES PARA AJUSTADORES DE HERRAMIENTAS, PLANTILLAS Y ESCANTILLONES

NUMERACION SEGUN ESCALA AMERICANA U.S.A.

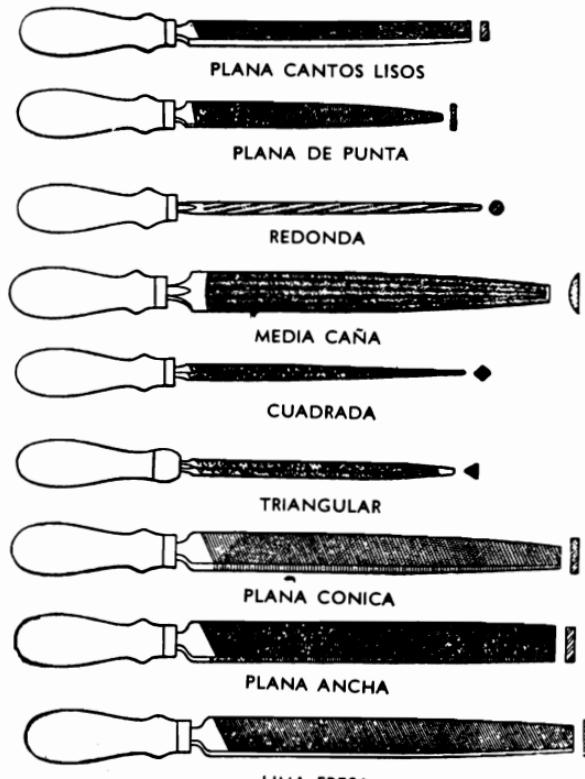
Núm. 0 - 35 dientes por pulgada inglesa.

» 1 - 55	»
» 2 - 80	»
» 3 - 90	»
» 4 - 125	»
» 5 - 140	»
» 6 - 180	»

NUMERACION SEGUN ESCALA «GROBET» SUIZA

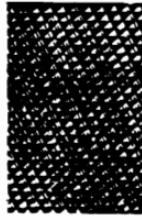
Núm. 0 - 40 dientes por pulgada inglesa.

» 1 - 75	»
» 2 - 88	»
» 3 - 100	»
» 4 - 120	»
» 5 - 150	»
» 6 - 200	»



## CARACTERÍSTICAS DE LIMAS

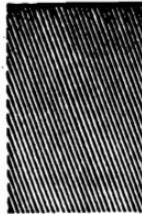
### PICADURA DOBLE



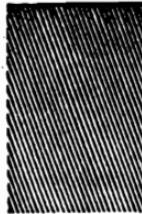
ASPERA O BASTA



MEDIANA



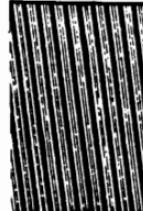
ENTREFINA



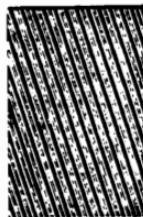
MUY FINA

## CARACTERÍSTICAS DE LIMAS

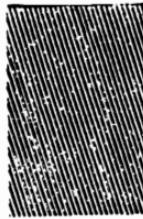
### PICADURA SENCILLA



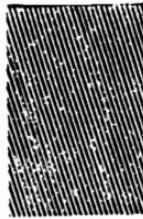
ASPERA O BASTA



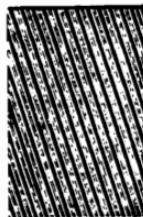
MEDIANA



FINA



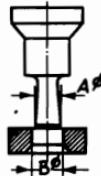
ENTREFINA



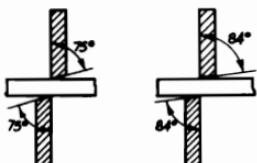
MUY FINA

## PUNZONADO Y CIZALLADO

### PUNZONES



### UCHILLAS PARA CIZALLAS ANGULO DE CORTE



### HOLGURA ENTRE PUNZON «A» Y MATERIAZ «B»

Fórmula:	Dividir el espesor de la chapa a punzonar por su constante.	
	Metales blandos, latón y acero dulce.....	20
CONSTANTE	Acero semi-duro.....	16
	Acero duro.....	14

Esta holgura debe llevarla bien el punzón o la matriz, depende de la pieza a producir, si su medida básica es interior o exterior.

### PRESION EN KILOGRAMOS PARA PUNZONAR Y CIZALLAR

Fórmula: Longitud del corte x espesor del material x resistencia al cizallamiento en kgs. mm<sup>2</sup> del material.

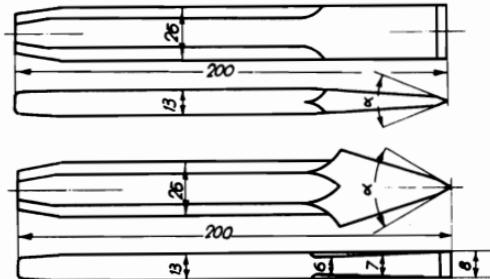
### RESISTENCIA A LA CIZALLA DE LOS MATERIALES MAS USUALES EN KGS. mm<sup>2</sup>

Latón.....	25	Estano.....	4
Bronce fosforoso.....	28	Acero níquel 3.5 %.....	50
Cobre.....	20	Acero inoxidable.....	50
Cupro-níquel.....	28	Acero dulce.....	32
Metal monel.....	46	» 0,25 % carbono.....	38
Aluminio.....	11	» 0,50 » » .....	50
Duraluminio.....	21	» 0,75 » » .....	56
Plata.....	21	» 1 » » .....	60
Cinc.....	10	» 1,20 » » .....	67

## Cinceles y buriles

modelos para trabajar a máquina y a mano

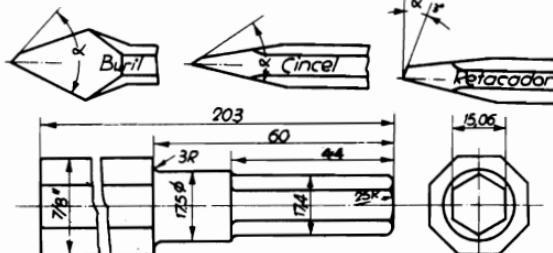
### Modelos para trabajar a mano



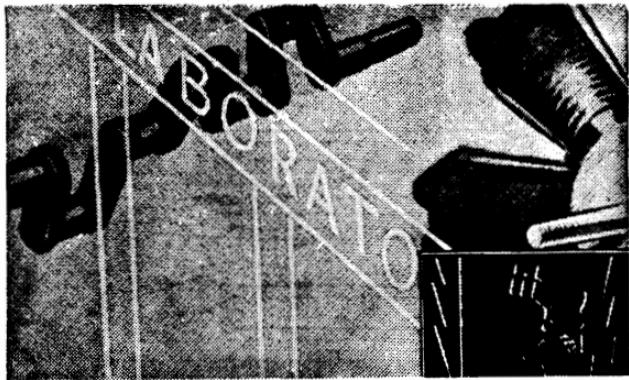
### Angulo de corte $\alpha$ para todos los modelos

Material . . . . .	$\alpha$
Bronce . . . . .	50°
Acero dulce . . . . .	60°
Fundición . . . . .	80°

### Modelos para trabajar a máquina



Los tipos de máquinas neumáticas corresponden a los fabricados por «Chicago Pneumatic Tool Company», los cuales son, no obstante, Universales.



## Resistencia de materiales

### TERMINOS CONVENCIONALES

**Carga de rotura.** — Es la carga que se necesita aplicar sobre un cuerpo dado, para producir su rotura, ya sea por cizalla, flexión, tracción, etc.

**Carga de trabajo.** — Es la carga que obra sobre los cuerpos, llamada carga o esfuerzo solicitante.

**Carga límite de elasticidad.** — Cuando una fuerza es aplicada sobre un cuerpo cualquiera, éste tiene continuamente deformación, si quitamos la fuerza solicitante y la deformación desaparece, la pieza recobra su forma primitiva, entonces la deformación producida es elástica; si por el contrario la deformación sigue, se nombra permanente.

**Coeficiente de elasticidad.** — Es la tensión bajo la cual un cuerpo sometido a un esfuerzo en el sentido de su longitud se alarga y vuelve a su primitiva longitud; suponiendo que tal deformación sea posible.

$$E = \frac{t}{i}$$

**E** = Coeficiente de elasticidad.

**i** = Alargamiento producido por el esfuerzo % mm.

**t** = Coeficiente de trabajo por milímetro cuadrado.

**Coeficiente de rotura.** — Es la carga susceptible de determinar la rotura de una fibra elemental (1 milímetro cuadrado de sección).

Este coeficiente, así como la elasticidad de los metales, se determina sobre las Barretas o probetas de ensayo cortadas del material a ensayar, según dibujo a continuación:

**R** = Carga de rotura.

**S** = Sección de la barreta.

**r** = Coeficiente de rotura.

$$r = \frac{R}{S}$$

Antes de someter la barreta al ensayo se marcan dos puntos con las distancias que indica el dibujo de las barretas para poder así determinar el alargamiento total producido.

## EJEMPLO

Una barreta que tiene una sección  $30 \times 4$  milímetros rompió bajo un esfuerzo de 5.200 kgs. y la distancia entre marcas después de la rotura es 254 mm.

$$\text{Sección} = 30 \times 4 = 120 \text{ mm}^2$$

$$\text{Carga de rotura} = 5.200 \text{ kgs.}$$

$$\text{Coeficiente de rotura} = \frac{5.200}{120} = 43,3 \text{ kgs.}$$

$$\text{Alargamiento total} = 254 - 200 = 54 \text{ mm.}$$

$$\text{que corresponden a } \frac{54}{2} = 27 \text{ %.}$$

Resumen, el material ensayado dio una resistencia a la rotura de 43,3 kgs. por milímetro cuadrado, con un alargamiento de 27 % sobre 200 mm. de longitud útil.

**Coeficiente de trabajo.** — Es la carga de trabajo por milímetro cuadrado de sección, derivándose de esto la tasa de trabajo o fatiga.

**Coeficiente de seguridad a la rotura.** — Se comprende así que los materiales empleados en la construcción de piezas, no pueden estar cargadas hasta su rotura, y que el coeficiente debe forzosamente ser menor, que el coeficiente de rotura.

## FORMULA

$$\text{Coeficiente de seguridad a la rotura} = \frac{\text{Coeficiente de rotura}}{\text{Coeficiente de trabajo}}$$

## TRACCION

Una pieza está sometida a tracción cuando la fuerza solicitante obra al centro de gravedad de su sección, y en la dirección de su eje, y el esfuerzo solicitante produce (generalmente) un alargamiento de la pieza.

$$P = \text{Carga de trabajo en kilogramos.}$$

$S$  = Sección en milímetros cuadrados apreciada perpendicularmente al eje de la pieza.

$$t = \text{Coeficiente de trabajo por milímetro cuadrado.}$$

## FORMULAS

$$P = S \times t \quad t = \frac{P}{S}$$

$$i = \text{Alargamiento \% mm.}$$

$$l = \text{Alargamiento total.}$$

$$L = \text{Longitud de la pieza.}$$

$$E = \text{Coeficiente de elasticidad.}$$

$$E = \frac{t}{i} \quad i = \frac{t}{E}$$

$$l = i \times L = \frac{t \times L}{E} = \frac{P \times L}{S \times E}$$

## EJEMPLO

Una barreta redonda de Acero dulce de 20 mm. de diámetro, soporta una carga de 2.500 kgs.; calcular su coeficiente de trabajo.

$$S = \frac{3.1416 \times 20^2}{4} = 314 \text{ mm}^2$$

$$t = \frac{P}{S} = \frac{2.500}{314} = 8 \text{ kgs. por mm}^2$$

## COMPRESION

Una pieza está comprimida, cuando la carga solicitante obra siguiendo su eje, y en tendencia en hacer entrar dos secciones próximas la una en la otra; el esfuerzo solicitante dará una disminución de longitud de la pieza.

Las fórmulas de compresión son exactamente las mismas que las dadas para la tracción.

## CORTADURA O CIZALLA

Se llama cortadura o cizallamiento, cuando la pieza está solicitada por dos esfuerzos de igual dirección cargando en la misma sección y perpendicularmente al eje de la pieza.

Las fórmulas de cizallamiento son las mismas que para la tracción, pero el coeficiente de trabajo debe ser  $\frac{4}{5}$  de la tracción.



# Resistencia de materiales

## FORMULAS INGLESAS

A = Área o sección en pulgadas cuadradas.

E = Módulo de elasticidad.

P = Resistencia total en libras.

S = Resistencia de trabajo en libras por pulgada cuadrada.

e = Alargamiento en pulgadas.

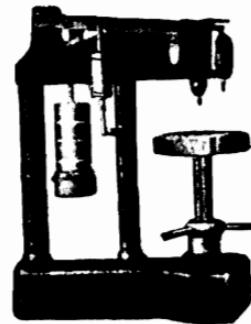
l = Longitud en pulgadas.

Para tracción y compresión.

$$P = A \times S \quad e = \frac{P \times l}{A \times E} \quad S = \frac{P}{A}$$

Para cortadura o cizalla.

$$P = A \times S$$



Máquina «ROCKWELL» para ensayos de dureza



Esfera del micrómetro de la máquina «ROCKWELL» para ensayos de dureza

# Lectura de la esfera del micrómetro de la máquina «ROCKWELL» para ensayos de dureza

Ejemplos: La aguja de la esfera marca en la escala C 68  $\frac{1}{2}$  cifras de dureza (con penetrador de punta diamante cónico tallado a 120°) 68  $\frac{1}{2}$  Rockwell = 700 Brinell.

La aguja de la esfera marca en la escala B 98  $\frac{1}{4}$  cifras de dureza (con penetrador bola de acero  $\frac{1}{16}$ " de diámetro) 98  $\frac{1}{4}$  Rockwell = 231 Brinell.

El penetrador de diamante se utiliza para ensayos de materiales duros y el penetrador de bola para materiales blandos.

## Relación entre las cifras de dureza Rockwell y Brinell

ESCALA B						ESCALA C			
Rockwell	Brinell								
B-100	242	66	117	32	74	C-65	682	31	288
99	235	65	116	31	73	64	665	C-30	280
98	228	64	114	B-30	72	63	650	29	272
97	222	63	112	29	71	62	635	28	265
96	216	62	110	28	71	61	621	27	258
95	210	61	108	27	70	C-60	607	26	252
94	205	B-60	107	26	69	59	594	25	246
93	200	59	106	25	68	58	581	24	240
92	195	58	104	24	67	57	568	23	234
91	190	57	103	23	66	56	555	22	228
B- 90	185	56	101	22	66	55	542	21	222
89	179	55	100	21	65	54	530	C-20	216
88	176	54	98	B-20	65	53	518		

## Relación entre las cifras de dureza Rockwell y Brinell

ESCALA B						ESCALA C			
Rockwell	Brinell								
87	172	53	97	19	64	52	506	—	—
86	169	52	96	18	64	51	494	—	—
85	165	51	95	17	63	C-50	482	—	—
84	162	50	93	16	63	49	470	—	—
83	159	B-49	92	15	62	48	458	—	—
82	156	48	90	14	62	47	447	—	—
81	153	47	88	13	62	46	436	—	—
B-80	150	46	87	12	61	45	425	—	—
79	147	45	86	11	61	44	414	—	—
78	144	44	85	B-10	60	43	403	—	—
77	141	43	83	9	60	42	392	—	—
76	139	42	82	8	59	41	381	—	—
75	137	41	81	7	59	C-40	370	—	—
74	135	B-40	80	6	58	39	360	—	—
73	132	39	79	5	58	38	350	—	—
72	130	38	78	4	58	37	340	—	—
71	127	37	77	3	58	36	331	—	—
B-70	125	36	76	2	57	35	322	—	—
69	123	35	75	1	57	34	319	—	—
68	121	34	75	B- 0	57	33	304	—	—
67	119	33	74	—	—	32	296	—	—

## Cifras de dureza Brinell para varios metales

Bronce Naval.....	75
Cobre.....	98
Bronce fosforoso.....	110 - 130
Acero dulce.....	115 - 150
Hierro fundido (blando).....	150
» (duro).....	172
Acero fundido (blando).....	100 - 150
» (duro).....	180 - 207
Acero Bessemer.....	187
Carriles.....	190 - 206
Acero al carbono (laminado).....	228 - 273
» (medio templado).....	330 - 345
Acero manganeso (medio templado).....	203 - 228
» (forjado).....	277
Acero cromo-níquel (templado).....	420 - 720
Acero al Tungsteno (temple al aire).....	630
Acero con gran cantidad de carbono (templado).....	640 - 713

## Datos para determinar la cifra de dureza Brinell

Presión sobre la bola 3.000 Kgs. cuando H = más de 100.

» 1.000 » H = 30 a 120.

» 500 » H = 12 a 36.

H = Cifra de dureza.

W = Presión sobre la bola en Kgs.

A = Área de la superficie esférica de penetración en milímetros cuadrados.

D = Diámetro de la bola en mm.

d = Diámetro de la impresión en mm.

h = Altura de la penetración en mm.

### FORMULA

$$H = \frac{W}{A} = \frac{W}{\frac{3,1416 \times D}{2} \times (D - \sqrt{D^2 - d^2})} \stackrel{\circ}{=} \frac{W}{3,1416 \times D \times 1}$$

Para medir la impresión de la bola, debe utilizarse un microscopio.

## Probetas de tracción más utilizadas para ensayo de materiales

### Inglesa

Sección 0.250 pulgadas<sup>2</sup>



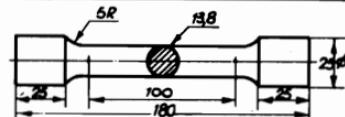
### Americana

Sección 0.1964 pulgadas<sup>2</sup>



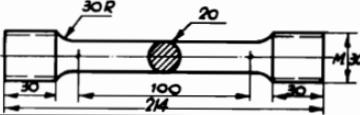
### Francesa

Sección 150 mm<sup>2</sup>



### Alemana corta

Sección 314.16 mm<sup>2</sup>



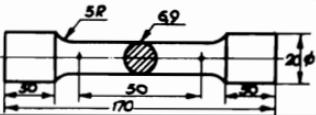
### Alemana larga

Sección 314.16 mm<sup>2</sup>



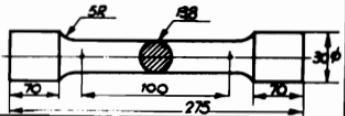
### Española

Sección 31,5 mm<sup>2</sup>



### Española

Sección 150 mm<sup>2</sup>



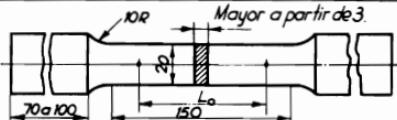
## Diversos tipos de probetas para ensayo de materiales

Probeta plana de tracción para ensayos de chapas.  
 L<sub>0</sub> = Longitud inicial.  
 e = Espesor de la chapa.  
 L<sub>0</sub> =  $\sqrt{66,67 \times e \times 10}$



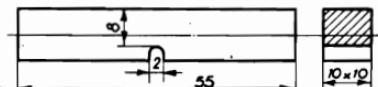
Probeta plana de tracción para ensayos de chapas.

$$L_0 = \sqrt{66,67 \times e \times 20}$$



Probeta de resiliencia (ensayo de choque)

Tipo Mesnager para péndulo Charpy de 30 Kgmt.



Probeta de resiliencia tipo Charpy grande.

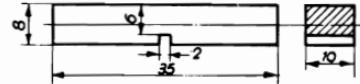


Punto para golpe de martillo

Probeta de resiliencia tipo Izod.



Probeta de resiliencia tipo Fremont.



Fórmulas: L<sub>0</sub> = Longitud inicial. L<sub>1</sub> = Longitud final. S<sub>0</sub> = Área de la sección recta inicial. S<sub>1</sub> = Área de la sección recta final en la zona de máxima contracción.

$\epsilon$  = Estricción. A = Alargamiento %. L<sub>0</sub> = Ley de similitud.

$$L_1 = \frac{L_0^2}{S_0} \quad L_0 = \sqrt{L_1 \times S_0} \quad \epsilon = \frac{S_0 - S_1}{S_0} \times 100 \quad A = \frac{L_1 - L_0}{L_0} \times 100.$$

## Kilogramos por milímetro cuadrado a toneladas por pulgada cuadrada inglesa y viceversa

Kgs. por mm <sup>2</sup>	Tons. por pulg. <sup>2</sup> inglesa	Kgs. por mm <sup>2</sup>	Tons. por pulg. <sup>2</sup> inglesa	Kgs. por mm <sup>2</sup>	Tons. por pulg. <sup>2</sup> inglesa	Kgs. por mm <sup>2</sup>	Tons. por pulg. <sup>2</sup> inglesa	Kgs. por mm <sup>2</sup>		
1	0,635	23	14,6	46	29,2	1	1,57	26	40,95	
2	1,270	24	15,2	47	29,8	2	3,15	27	43,52	
3	1,905	25	15,9	48	30,5	3	4,72	28	44,10	
4	2,540	26	16,6	49	31,1	4	6,30	29	45,67	
5	3,175	27	16,1	50	31,75	5	7,87	30	47,25	
6	3,610	28	17,1	51	32,4	7	11,02	32	50,40	
7	4,445	29	18,4	52	33,0	8	12,60	33	51,97	
7,5	4,762	30	19,0	53	33,7	9	14,17	34	63,55	
8	5,080	31	19,7	54	34,3	10	15,75	35	65,12	
9	5,715	32	20,3	55	34,9		11	17,32	36	56,70
10	6,35	33	21,0	56	35,6	12	18,90	37	58,27	
11	6,98	34	21,6	57	36,2	13	20,47	38	59,85	
12	7,62	35	22,2	58	36,8	14	22,05	39	61,42	
13	8,25	36	22,9	59	37,5	15	23,62	40	63,00	
14	8,89	37	23,5	60	38,1	16	25,20	41	64,57	
15	9,52	38	24,1	65	41,3	17	26,77	42	66,15	
16	10,16	39	24,8	70	44,4	19	29,92	44	69,30	
17	10,79	40	25,4	75	47,6	20	31,50	45	70,87	
18	11,43	41	26,0	80	50,8					
19	12,06	42	26,7	85	54,0	21	33,07	46	72,45	
20	12,7	43	27,3	90	57,1	22	34,65	47	74,02	
21	13,3	44	27,9	95	60,3	23	36,22	48	75,60	
22	14,0	45	28,6	100	63,5	24	37,80	49	77,17	
					25	39,37	50	78,75		

EQUIVALENCIAS ENTRE CARGAS EXPRESADAS EN MEDIDAS INGLESES,  
RESISTENCIAS EN TONELADAS, Y LIBRAS POR PULGADA CUADRADA Y  
KILOGRAMOS POR mm<sup>2</sup>, Y CORRESPONDENCIAS CON LOS NUMEROS DE  
DUREZA BRINELL, VICKERS, ROCKWELL Y SHORE

Toneladas por 1" $\square$	Libras por 1" $\square$	Resistencia Kgs./mm <sup>2</sup>	Diám. de la huella de bola 10 mm.	Dureza Brinell con 3.000 Kgs.	Dureza Rockwell	Dureza Shore
Rb.	Rc.					
1	2.240	1.57				
2	4.480	3.15				
3	6.720	4.72				
4	8.960	6.30				
5	11.200	7.87				
6	13.440	9.45				
7	15.680	11.02				
8	17.920	12.60				
9	20.160	14.17				
10	22.400	15.75				

Toneladas por 1" $\square$	Libras por 1" $\square$	Resistencia Kgs. x mm <sup>2</sup>	Diám. de la huella de bola 10 mm.	Dureza Brinell con 3.000 Kgs.	Dureza Vickers	Dureza Rockwell	Dureza Shore
Rb.	Rc.						
11	24.640	17.32					
12	26.880	18.90					
13	29.120	20.47					
14	31.360	22.05					
15	33.600	23.62					
16	35.840	25.20					
17	38.080	26.77					
18	40.320	28.35					
19	42.560	29.92					
20	44.800	31.50					
21	47.040	33.07					
22	49.280	34.65					
23	51.520	36.22					
24	53.760	37.80					

Toneladas por 1"	Libras por 1"	Resistencia Kgs. x mm²	Diám. de la huella de bola 10 mm.	Dureza Brinell con 3.000 Kgs.	Dureza Vickers	Rb.	Rc.	Dureza Rockwell	Dureza Shore
25	56.000	39.37	5.64	110		64.5			
26	58.240	40.95	5.51	115		67.5			
27	60.480	42.52	5.39	121		70.5			
28	62.720	44.10	5.33	124		71.5			
29	64.960	45.67	5.23	129		73.5			
30	67.200	47.25	5.18	132		74.5			
31	69.440	48.82	5.08	138		76.5			
32	71.680	50.40	5.03	141		77.5			
33	73.920	51.97	4.94	146		79.5			
34	76.160	53.35	4.90	149		80			
35	78.400	55.12	4.81	155		82			
36	80.640	56.70	4.73	161		84			
37	82.880	58.27	4.70	163		84.5			
38	85.120	59.85	4.53	176		190			

Toneladas por 1"	Libras por 1"	Resistencia Kgs. x mm²	Diám. de la huella de bola 10 mm.	Dureza Brinell con 3.000 Kgs.	Dureza Vickers	Rb.	Rc.	Dureza Rockwell	Dureza Shore
39	87.360	61.42	4.49	179		194		89	
40	89.600	63.00	4.42	186		200		90	
41	91.840	64.57	4.35	192		207		92	
42	94.080	66.15	4.32	195	*	209		92	
43	96.320	67.72	4.25	202		216		94	
44	98.560	69.30	4.22	205		219		95	
45	100.800	70.87	4.16	211		226		96	
46	103.040	72.45	4.13	214		229		96	
47	105.280	74.02	4.08	220		235		18	
48	107.520	75.60	4.02	226		242		20	
49	109.760	77.17	4.00	229		244		99	
50	112.000	78.75	3.95	235		251		100	
51	114.240	80.50	3.90	241		257		101	
52	116.480	81.90	3.87	245		261		23	

Toneladas por 1"	Libras por 1"	Resistencia Kgs. x mm <sup>2</sup>	Diám. de la huella de bola 10 mm.	Dureza Brinell con 3.000 Kgs.	Dureza Vickers	Dureza Rockwell	Dureza Shore
Rb.	Rc.			Rb.	Rc.	Rb.	Rc.
53	118.720	83.47	3.83	251	266		40
54	120.960	85.00	3.81	253	269	103	40
55	123.200	86.00	3.78	257	273		41
56	125.440	88.20	3.74	263	279		
57	127.680	89.77	3.70	269	285	105	
58	129.920	91.35	3.68	272	289	28	43
59	132.160	92.92	3.64	278	295	106	29
60	134.400	94.50	3.60	285	302	107	30
61	136.640	96.25	3.58	288	305		45
62	138.880	97.65	3.54	295	312	108	
63	141.120	99.20	3.53	297	314		46
64	143.360	100.80	3.49	304	321		47
65	145.600	102.37	3.47	307	325	109	
66	147.840	103.95	3.44	313	330		48

Toneladas por 1"	Libras por 1"	Resistencia Kgs. x mm <sup>2</sup>	Diám. de la huella de bola 10 mm.	Dureza Brinell con 3.000 Kgs.	Dureza Vickers	Dureza Rockwell	Dureza Shore
Rb.	Rc.			Rb.	Rc.	Rb.	Rc.
67	150.080	105.52	3.41	319	336	110	49
68	152.320	107.10	3.39	323	340	110	49
69	154.560	108.67	3.36	329	346	35	50
70	156.800	110.25	3.35	331	348		51
71	159.040	111.82	3.32	337	354	111	51
72	161.280	113.40	3.31	339	357		52
73	163.520	114.97	3.28	345	363	37	
74	165.760	116.55	3.26	350	368		
75	168.000	118.12	3.25	352	370		53
76	170.240	119.70	3.22	359	377	112	
77	172.480	121.27	3.21	361	379		
78	174.720	122.85	3.19	366	384		39
79	176.960	124.42	3.17	370	389		
80	179.200	126.00	3.15	375	394		40

Toneladas por 1"	Libras por 1"	Resistencia Kgs. x mm. "	Diám. de la huella de bola 10 mm.	Dureza Brinell con 3.000 Kgs.	Dureza Rockwell		Dureza Shore
					Rb.	Rc.	
81	181.440	127.57	3.13	380	399		56
82	183.680	129.15	3.12	383	401		
83	185.920	130.72	3.10	388	407	41	57
84	188.160	132.30	3.09	390	410		
85	190.400	133.87	3.06	398	418	42	58
86	192.640	135.45	3.05	401	421		
87	194.880	137.02	3.03	406	427		59
88	197.120	138.60	3.02	409	431	43	
89	199.360	140.17	3.01	412	434		
90	201.600	141.75	2.99	418	440		
91	203.840	143.32	2.98	420	443		44
92	206.080	144.90	2.96	426	450		
93	208.320	146.47	2.95	429	453		
94	210.560	148.05	2.94	432	457	45	62

Toneladas por 1"	Libras por 1"	Resistencia Kgs. x mm. "	Diám. de la huella de bola 10 mm.	Dureza Brinell con 3.000 Kgs.	Dureza Rockwell		Dureza Shore
					Rb.	Rc.	
95	212.800	149.62	2.92	438	463		
96	215.040	151.20	2.91	441	467		63
97	217.280	152.77	2.90	444			
98	219.520	154.35	2.89	448	474		
99	221.760	155.92	2.87	454	482		
100	224.000	157.50	2.86	457	486		65
101	226.240	159.00	2.85	461	490		
102	228.480	160.60	2.84	464	494		66
103	230.720	162.10	2.83	467	498	48	66
104	232.960	163.80	2.82	471	502		
105	235.200	165.37	2.81	474	506		67
106	237.440	166.95	2.80	478	511		
107	239.680	168.52	2.78	485	520		68
108	241.920	170.10	2.78	485	520		

Toneladas por 1"	Libras por 1"	Resistencia Kgs. x mm <sup>2</sup>	Diám. de la huella de bola 10 mm.	Dureza Brinell con 3.000 Kgs.	Dureza Vickers	Dureza Rockwell	Dureza Shore
Rb.	Rc.						
109	244.160	171.97	2.77	490			
110	246.400	173.25	2.76	492	529		69
111	248.640	174.82	2.75	495	533		50
112	250.880	175.84	2.74	499	538		70
113	253.120	177.31	2.74	499	538		
114	255.360	178.98	2.73	503	543		
115	257.600	180.55	2.72	507	548		51
116	259.840	183.12	2.70	514	558		72
117	262.080	183.69	2.70	514	558		72
118	264.320	185.26	2.69	518	564		
119	266.560	186.83	2.68	522	570		73
120	268.800	188.40	2.67	526	575		
121	271.040	189.97	2.67	526	575		
122	273.280	191.54	2.66	530	581		74

Toneladas por 1"	Libras por 1"	Resistencia Kgs. x mm <sup>2</sup>	Diám. de la huella de bola 10 mm.	Dureza Brinell con 3.000 Kgs.	Dureza Vickers	Dureza Rockwell	Dureza Shore
Rb.	Rc.						
123	275.520	193.11	2.65	534	587		53
124	277.760	194.68	2.64	538	593		75
125	280.000	196.25	2.64	538	593		75
126	282.240	197.82	2.63	543	599		
127	284.480	199.39	2.62	547	606		54
128	286.720	200.96	2.61	551	612		77
129	288.960	202.53	2.61	551	612		77
130	291.200	204.10	2.60	555	619		
131	293.440	205.61	2.59	560	626		55
132	295.680	207.24	2.59	560	626		55
133	297.920	208.81	2.58	564	633		79
134	300.160	210.38	2.57	569	640		79
135	302.400	211.95	2.56	573	647		56
136	304.640	213.52	2.56	573	647		56
							80

Toneladas por 1"	Libras por 1"	Resistencia Kgs. x mm <sup>2</sup>	Diám. de la huella de bola 10 mm.	Dureza		Dureza Shore
				Rockwell	Rb.	
137	306.880	215.09	2.55	578	654	80.5
138	309.120	216.66				
139	311.360	218.23	2.54	582	662	57
140	313.600	219.80				81
141	315.840	221.37	2.53	587	671	57
142	318.080	222.94				81.7
143	320.320	224.51	2.52	592	679	58
144	322.560	226.08				
145	324.800	227.65	2.51	597	688	83
146	327.040	229.22				
147	329.280	230.79	2.50	602	697	83.7
148	331.520	232.36				
149	333.760	233.93	2.49	606	707	59
150	336.000	235.50				84.5

## RESISTENCIAS PRACTICAS O FACTORES DE SEGURIDAD DE LOS METALES

Se comprende por resistencia práctica, el coeficiente de trabajo específico que puede producir el esfuerzo máximo admisible en la construcción de piezas o elementos para máquinas en función del material a emplear.

El factor de seguridad  $F_s$ , se considera el producto de los factores primarios designados A, B, C, D, siendo la fórmula:

$$F_s = A \times B \times C \times D$$

Representan estos factores primarios lo siguiente:

A = Relación entre la resistencia máxima del material y el límite de elasticidad cuando este material es elástico, y no permanente; para materiales ordinarios el factor A = 2; para aceros níquel, forjado y templado se estima A = 1.5.

B = Factor que depende de la aplicación de la pieza en función de si las cargas son producidas del modo siguiente:

B = 1. Para cargas continuas.

B = 2. Para cargas que varían de 0 al máximo.

B = 3. Para cargas producidas alternativamente a tracción y compresión en igual proporción. \*

C = Factor supeditado a la forma de obrar de la carga en la pieza.

C = 1. Para carga gradualmente aplicada.

C = 2. Si la carga es aplicada repentinamente.

D = Factor de precaución; se le denomina corrientemente de este modo, porque, así como otros factores provienen de condiciones conocidas, éste tiene las suyas desconocidas, ya que su valor se estima por la apreciación siguiente: cargas accidentales, previsión de cargas excesivas, desconfianza por la imperfección de materiales, etc., que normalmente se valoran en 1.5 a 2 y en ocasiones hasta la elevada cantidad de 10. Cuando las condiciones del material son completamente conocidas y no hay peligro de sobrecargas, este factor se le puede considerar D = 1.5 para acero dulce, y 2 para hierro fundido.

Para la aplicación de estos factores veamos el siguiente ejemplo:

Tenemos que construir un vástago para un pistón de una máquina de vapor para el cual emplearemos una barra de acero dulce forjado, se calculará el factor de seguridad  $F_s$  como sigue límite de elasticidad probable, la mitad de la resistencia a la rotura A = 2.

Como el vástago está sometido a un movimiento alternativo de tracción y compresión, tendremos el valor de B = 3.

Si tenemos en cuenta que en algún caso la presión del vapor puede aplicarse repentinamente, será el factor C = 2.

Si el material a utilizar es de toda confianza entonces el factor es D = 1.5.

### RESUMEN

$$\text{Tendremos } F_s = 2 \times 3 \times 2 \times 1.5 = 18$$

# Tabla de factores de seguridad determinados por el método analítico

ELEMENTOS VARIOS	FACTORES PRIMARIOS				FACTOR $F_s$
	A	B	C	D	
Ruedas con llantas de hierro fundido.	2	1	1	10	20
Ruedas con llanta de acero.	2	1	1	4	8
Ejes para ruedas de coches y vagones. Volantes para máquinas. Bastidores o armazones.	1,5 a 2	3	1	1,5	6,75 a 9
Calderas.	2	1	1	2,25 a 3	4,5 a 6
Vástagos de pistón para máquinas de vapor simples.	1,5 a 2	2	2	1,5	9 a 12
Vástagos de pistón para máquinas de vapor dobles.	1,5 a 2	3	2	1,5	13,5 a 18
Construcciones metálicas para edificación.	2	1	1	2	4
Construcciones metálicas para puentes.	2	1	1	2,5	5
MATERIALES	VALORES MINIMOS				
Hierro fundido y otras fundiciones.	2	1	1	2	4
Bronce y latón en barras y forjado.	2	1	1	1,5	3
Acero dulce.	2	1	1	1,5	3
Acero templado.	1,5	1	1	2	3
Acero níquel temple al aceite.	1,5	1	1	1,5	2,25

Método usual en que se estiman los coeficientes de trabajo o fatiga según la siguiente TABLA					
CLASE DE MATERIAL	TRACCION			CIZALLA	
	Kgs. mm <sup>2</sup>	COMPRESION	Kgs. mm <sup>2</sup>	Kgs. mm <sup>2</sup>	FLEXION
Fundición.	a <sup>1</sup>	a <sup>2</sup>	a <sup>3</sup>	a <sup>4</sup>	a <sup>5</sup>
	3	2	1	9	6
	9 a 12	6 a 8	3 a 4	9 a 12	6 a 8
Aceros dulces.	12	12	8 a 10	4 a 5	9 a 12
	8 a 10	4 a 5	10	12	6 a 8
	15	15	12	8	4
Aceros de alta resistencia.	12	12	9,5	6,5	12
	8 a 10	4 a 5	10	12	9 a 12
	15	15	12	8	4
Aceros moldeados.	6 a 9	4 a 6	2 a 3	9 a 12	6 a 9
	12	12	9 a 12	2 a 3	6 a 9
	15	15	12	8	4
	18	18	12	8	4
	22	22	15	12	8
	25	25	18	15	12
	30	30	22	18	15
	35	35	25	22	18
	40	40	30	25	22
	45	45	35	30	25
	50	50	40	35	30
	55	55	45	40	35
	60	60	50	45	40
	65	65	55	50	45
	70	70	60	55	50
	75	75	65	60	55
	80	80	70	65	60
	85	85	75	70	65
	90	90	80	75	70
	95	95	85	80	75
	100	100	90	85	80
	105	105	95	90	85
	110	110	100	95	90
	115	115	105	100	95
	120	120	110	105	100
	125	125	115	110	105
	130	130	120	115	110
	135	135	125	120	115
	140	140	130	125	120
	145	145	135	130	125
	150	150	140	135	130
	155	155	145	140	135
	160	160	150	145	140
	165	165	155	150	145
	170	170	160	155	150
	175	175	165	160	155
	180	180	170	165	160
	185	185	175	170	165
	190	190	180	175	170
	195	195	185	180	175
	200	200	190	185	180
	205	205	195	190	185
	210	210	200	195	190
	215	215	205	200	195
	220	220	210	205	200
	225	225	215	210	205
	230	230	220	215	210
	235	235	225	220	215
	240	240	230	225	220
	245	245	235	230	225
	250	250	240	235	230
	255	255	245	240	235
	260	260	250	245	240
	265	265	255	250	245
	270	270	260	255	250
	275	275	265	260	255
	280	280	270	265	260
	285	285	275	270	265
	290	290	280	275	270
	295	295	285	280	275
	300	300	290	285	280
	305	305	295	290	285
	310	310	300	295	290
	315	315	305	300	295
	320	320	310	305	300
	325	325	315	310	305
	330	330	320	315	310
	335	335	325	320	315
	340	340	330	325	320
	345	345	335	330	325
	350	350	340	335	330
	355	355	345	340	335
	360	360	350	345	340
	365	365	355	350	345
	370	370	360	355	350
	375	375	365	360	355
	380	380	370	365	360
	385	385	375	370	365
	390	390	380	375	370
	395	395	385	380	375
	400	400	390	385	380
	405	405	395	390	385
	410	410	400	395	390
	415	415	405	400	395
	420	420	410	405	400
	425	425	415	410	405
	430	430	420	415	410
	435	435	425	420	415
	440	440	430	425	420
	445	445	435	430	425
	450	450	440	435	430
	455	455	445	440	435
	460	460	450	445	440
	465	465	455	450	445
	470	470	460	455	450
	475	475	465	460	455
	480	480	470	465	460
	485	485	475	470	465
	490	490	480	475	470
	495	495	485	480	475
	500	500	490	485	480
	505	505	495	490	485
	510	510	500	495	490
	515	515	505	500	495
	520	520	510	505	500
	525	525	515	510	505
	530	530	520	515	510
	535	535	525	520	515
	540	540	530	525	520
	545	545	535	530	525
	550	550	540	535	530
	555	555	545	540	535
	560	560	550	545	540
	565	565	555	550	545
	570	570	560	555	550
	575	575	565	560	555
	580	580	570	565	560
	585	585	575	570	565
	590	590	580	575	570
	595	595	585	580	575
	600	600	590	585	580
	605	605	595	590	585
	610	610	600	595	590
	615	615	605	600	595
	620	620	610	605	600
	625	625	615	610	605
	630	630	620	615	610
	635	635	625	620	615
	640	640	630	625	620
	645	645	635	630	625
	650	650	640	635	630
	655	655	645	640	635
	660	660	650	645	640
	665	665	655	650	645
	670	670	660	655	650
	675	675	665	660	655
	680	680	670	665	660
	685	685	675	670	665
	690	690	680	675	670
	695	695	685	680	675
	700	700	690	685	680
	705	705	695	690	685
	710	710	700	695	690
	715	715	705	700	695
	720	720	710	705	700
	725	725	715	710	705
	730	730	720	715	710
	735	735	725	720	715
	740	740	730	725	720
	745	745	735	730	725
	750	750	740	735	730
	755	755	745	740	735
	760	760	750	745	740
	765	765	755	750	745
	770	770	760	755	750
	775	775	765	760	755
	780	780	770	765	760
	785	785	775	770	765
	790	790	780	775	770
	795	795	785	780	775
	800	800	790	785	780
	805	805	795	790	785
	810	810	800	795	790
	815	815	805	800	795
	820	820	810	805	800
	825	825	815	810	805
	830	830	820	815	810
	835	835	825	820	815
	840	840	830	825	820
	845	845	835	830	825
	850	850	840	835	830
	855	855	845	840	835
	860	860	850	845	840
	865	865	855	850	845
	870	870	860	855	850
	875	875	865	860	855
	880	880	870	865	860
	885	885	875	870	865
	890	890	880	875	870
	895	895	885	880	875
	900	900	890	885	880
	905	905	895	890	885
	910	910	900	895	890
	915	915	905	900	895
	920	920	910	905	900
	925	925	915	910	905
	930	930	920	915	910
	935	935	925	920	915
	940	940	930	925	920
	945	945	935	930	925
	950	950	940	935	930
	955	955	945	940	935
	960	960	950	945	940
	965	965	955	950	945
	970	970	960	955	950
	975	975	965	960	955
	980	980	970	965	960
	985	985	975	970	965
	990	990	980	975	970
	995	995	985	980	975
	1000	1000	990	985	980

DESIGNACION DE COEFICIENTES		
a1	a2	a3
Carga Permanente de 0 a + MAXIMA	Carga Variable de 0 a + MAXIMA	Carga Máxima a 0 de 0 a + MAXIMA a 0 = MAXIMA a 0

## ELECCION DE MATERIALES

Una cuestión de vital importancia en la construcción de máquinas es la elección de materiales; en determinados casos no se presta a este asunto toda la atención que merece, y hemos de insistir sobre tan fundamental tema recordando que, antes de decidirse por un material determinado, por sencilla y poca importancia que se le conceda a una pieza a construir, se elija el que reúna las características más apropiadas, no ya solo por su resistencia, sino por su facilidad de maquinado y tratamiento, y muy especialmente también por el factor económico que puede influir notablemente en el coste de fabricación, por tanto, elijase el más apropiado con todo detenimiento.

Signos: R = Recocido. M = Mejorado.  
 A = Temple en aire. M D = Mejorado Dulce.  
 M T = Mejorado Tenaz. M T D = Mejorado Tenaz Duro.  
 C = Cementado. L = Laminado.

En la composición del Acero intervienen los varios componentes que a continuación se detallan.

COMPONENTES	SUS EFECTOS
Hierro.	Elemento básico del Acero.
Carbono.	El determinativo.
Azufre.	Mina la resistencia.
Fósforo.	Debilita la unión.
Oxígeno.	Destruye la resistencia.
Manganese.	Proporciona resistencia.
Niquel.	Proporciona resistencia y tenacidad.
Tungsteno.	Dureza y resistencia al calor.
Cromo.	Resistencia al choque.
Vanadio.	Resistencia a la fatiga y purifica.
Silicio.	Dureza e impureza.
Titanio.	Alieja el Nitrógeno y Oxígeno.
Molibdeno.	Dureza y resistencia al calor.
Aluminio.	Desoxida el Acero.

## ACEROS NO ALEADOS

(ACEROS CARBONO PARA MAQUINARIA)

APLICACION	COMPOSICION TIPO %	Características mecánicas		
		Límite de elasticidad kgs. mm <sup>2</sup>	Carga de rotura kgs. mm <sup>2</sup>	Alargamiento %
Aceros para piezas forjadas y partes de Máquinas sometidas a choque o a esfuerzos alternativos, Bielas y Manivelas, piezas embutidas, engranajes y ejes de moderada resistencia.	Carbono 0,20	L 38-36	42-51	31-26
		R 25-34	38-46	32-27
Para Vástagos, Bielas y Manivelas sometidas a grandes esfuerzos y dureza contra el desgaste. Tornillos sinfin, chavetas, Husillos de prensa, ejes de Turbinas y propulsión, cigüeñales, ruedas dentadas sin cementar y no sometidas a grandes esfuerzos. Pernos, Bulones, Tornillos para bielas y acoplamiento de ejes.	Carbono 0,45	L 36-45	63-70	22-16
		R 28-35	53-60	26-20
	M55 apro.	80 aprox.	13 aprox.	

# ACERO PARA HERRAMIENTAS

## ACERO FUNDIDO AL CARBONO

CLASE DE HERRAMIENTAS	CONTENIDO POR % DE CARBONO
Estampas gruesas, Matrices para forjar, Tajaderas, Degüellos, Aplanadores y demás herramientas de Forja.	0,60 a 0,65
Punzones, Cinceles y Buriles, Cuchillas largas para Cizallas, Llaves para tuercas, Alicates, Herramientas para Madera, Mordazas para platos de Tornos, Martillos.	0,75 — 0,85
Punzones y Matrices, Puntos para Tornos, Cuchillas de Cizallas, Troqueles, Matrices para cortar y embutir.	0,85 — 0,95
Machos para roscar, Escariadores de mano, Peines para roscar, Rodillos de expansionador, Cuchillas para máquina de labrar madera, Saetas o Brochas para trabajar a máquina, Cuños, Letras y Numeraciones.	1,00 a 1,10
Brocas, Fresas, Cojinetes de Terraja, Cuchillas de forma y afinar para Tornos, Escariadores para Máquina.	1,15 a 1,25
Herramienta de Grabador, Cuchillas para papel.	1,40 a 1,50

## Aceros empleados en la construcción mecánica

### ACERO CROMO-NIQUEL DE TRATAMIENTO

APLICACION	COMPOSICION TIPO	CARACTERISTICAS MECANICAS		
		Límite de elasticidad Kgs/mm	Carga de rotura Kgs/mm	Alargamiento %
Construcción de engranajes en alta resistencia.	Cromo .... 1.5 Niquel.... 5.0 Carbono... 0.35 Manganoso 0.40-0.60	R 70	90	15
Para cigüeñales, bielas y ejes de alta resistencia en autos y tractores.	Cromo .... 0.8 Niquel.... 4.00 Carbono.... 0.40 Manganoso. 0.50	MD 75-85 MT 85-95	90-100 100-120	14-10 12-8
Para cigüeñales y ejes de motores Diesel, bulones de pistones	Cromo.. 0.50-0.80 Niquel.. 1.5 -2.00 Carbono 0.35-0.45 Manganoso 0.50-0.80 Molibdeno 0.30-0.40	R 50-60 MT 85-100 MTD 100-115	70-80 100-115 115-130	23-19 16-14 15-12
Para cigüeñales y bielas en general, rótulas y ejes de autos.	Cromo .... 0.60 Niquel..... 3.00 Carbono... 0.31 Manganoso. 0.50	MD 65-75 MDT 75-85	80-90 90-100	16-12 13-9
Para ejes (cardan y traseros), rótulas de dirección, bielas en autos, etc.	Cromo..... 0.6 Niquel.... 3.5 Carbono.... 0.22 Manganoso. 0.45	MD 60-70 MDT 70-80	75-85 85-95	18-14 15-11
Para piezas de maquinaria que necesiten material tenaz.	Cromo .... 0.5 Niquel.... 1.5 Carbono.... 0.35 Manganoso. 0.40	M 60	80	12

## ACEROS CROMO-NIQUEL DE CEMENTACION

APLICACION	COMPOSICION TIPO %	CARACTERISTICAS MECANICAS		
		Límite de elasticidad Kgs. mm <sup>2</sup>	Carga de rotura Kgs. mm <sup>2</sup>	Alargamiento %
Engranajes en general, y toda clase de piezas cementadas que hayan de trabajar en condiciones muy forzadas.	Cromo..... 1,5 Niquel..... 5,0 Manganese. 0,5 Carbono 0,10-0,17	R 45-50 C 105-120	65-75 130-145	18-13 10-8
Engranajes, ejes y piezas en general que hayan de trabajar en condiciones forzadas.	Cromo..... 1,0 Niquel..... 3,0 Manganese. 0,40 Carbono 0,10-0,17	R 35-45 C 85-105	60-70 105-125	20-15 12-8

## ACERO NIQUEL DE CEMENTACION

Para ejes y todas clases de piezas que hayan de ser cementadas y tener muy elevada resistencia al choque.	Niquel..... 1,5-2 Cromo..... 0,20 Manganese. 0,50 Carbono 0,10-0,17	R 25-35 C 43-53	40-50 60-75	30-25 16-12
---	--	--------------------	----------------	----------------

## ACERO AL CARBONO DE CEMENTACION

Acero Dulce para piezas en general y no tengan que trabajar en condiciones forzadas.	Carbono 0,10-0,15 Manganese 0,30-0,40	L 25-30 C 43-53	45-50 65-75	28-32 20-12
--	--	--------------------	----------------	----------------

## ACERO NIQUEL DE TRATAMIENTO

APLICACION	COMPOSICION TIPO %	CARACTERISTICAS MECANICAS		
		Límite de elasticidad Kgs. mm <sup>2</sup>	Carga de rotura Kgs. mm <sup>2</sup>	Alargamiento %
Para ejes de gran tenacidad y resistencia a la torsión.	Niquel..... 5	R 40-50 M 50-60	65-70 75-85	20-15 19-15
Para ejes delanteros y traseros de autos, bielas para motores Diesel y piezas con gran resistencia a la torsión.	Niquel..... 3	R 35-45 M 50-60	50-60 70-80	26-21 19-15

## ACEROS INOXIDABLES

Para válvulas de escape en motores, paletas de turbinas, ejes de bombas, etc.	Cromo..... 13-14 Carbono.... 0,35	R 35-45 MD 55-65 MDT 60-75	60-70 70-80 75-90	15-10 14-10 12-8
TIPO TURBINA Para paletas, ejes de bámbas, partes de válvulas, pistones.	Carbono.... 0,12 Cromo..... 12,50 Niquel..... 0,40 Silicio..... 0,20 Manganese. 0,40			
TIPO VALVULA Núm. 1 Para válvulas de motores Diesel.	Carbono.... 0,50 Cromo.... 8,75 Vanadio.... 0,15 Manganese. 0,50 Silicio..... 2,75			
TIPO VALVULA Núm. 2 Especial para válvulas de exhaustión, motores de automóviles y aviaci.	Carbono.... 0,45 Cromo.... 10,00 Manganese. 0,40 Silicio..... 0,90 Aluminio.... 1,80			

## ACEROS INOXIDABLES

APLICACION	COMPOSICION TIPO %	CARACTERISTICAS MECANICAS		
		Límite de elasticidad Kgs. mm <sup>2</sup>	Carga de rotura Kgs. mm <sup>2</sup>	Alargamiento %
TIPO ESPECIAL Para rodamientos a bolas y sus pistas.	Carbono..... 1,05 Cromo..... 17,00 Manganoso. 0,40 Silicio..... 0,45			
TIPO DE CIRUGIA Dental y cuchilleria.	Carbono.... 0,70 Cromo..... 16,50 Manganoso. 0,45 Silicio..... 0,40			
Aceros para casos de extrema corrosión.	Núm. 1  Cromo..... 18-23 Carbono.... 0,12  Núm. 2  Cromo..... 23-30 Carbono.... 0,12			
Aceros para adornos en arquitectura y automóviles.	Cromo..... 15-18 Carbono.... 0,12			
Acero resistente a la oxidación del calor hasta 1.100° C. y a la corrosión química.	Cromo..... 18,00 Níquel..... 25,00 Manganoso. 0,60 Carbono.... 0,20 Silicio..... 2,50			
Aceros para puer tas de hornos, retortas, tubos, placas de calor.	Cromo.... 25,00 Níquel..... 20,00 Manganoso. 0,60 Carbono.... 0,15 Silicio..... 1,00			
Acero para agua salina y ácido sulfúrico, para elementos de buques, como tubos de periscopio, ejes de bombas, válvulas, etc.	Cromo.... 8,00 Níquel..... 21,00 Cobre..... 1,25 Manganoso. 0,75 Silicio..... 1,25 Carbono.... 0,35			

## ACEROS ALEADOS PARA HERRAMIENTAS

CLASE DE HERRAMIENTA	COMPOSICION TIPO %	DUREZA ROCKWELL C
Martillos, Buterolas, Cinceles, Buriles y Retacadores para trabajar con máquina neumática.	Carbono..... 0,40- 0,50 Manganoso..... 0,15- 0,35 Cromo..... 1,25- 1,50 Vanadio..... 0,15- 0,25 Tungsteno..... 2,00- 3,00	Cinceles y Buriles 45-48 Estampas y Buterolas 40-43
Punzones y Matrices para grandes producciones.	Carbono..... 1,45- 1,70 Manganoso..... 0,20- 0,40 Silicio..... 0,20- 0,40 Cromo..... 11,00-12,50 Vanadio..... 15 Cobalto..... 0,40- 0,60 Molibdeno..... 0,70- 1,00	60-63
Estampas para el prensado en caliente de aleaciones de latón y cobre, punzonar y cortar metales en caliente.	Carbono..... 0,32- 0,42 Manganoso..... 0,20- 0,40 Silicio..... 0,20- 0,35 Cromo..... 3,25- 3,75 Vanadio..... 0,60- 0,75 Tungsteno..... 13,50-15,00	52-56
ACEROS RAPIDOS		
Para cuchillas de Tornos, torneando Bandajes de Material Ferroviario y Tranvías, Cilindros de Laminación y Fundición dura.	Tungsteno..... 23 Vanadio..... 1,50 Molibdeno..... 0,50	
Para cuchillas de Tornos en trabajos normales, Fresas, Brocas, Escariadores, etc.	Tungsteno..... 18,00 Vanadio..... 1,00 Molibdeno..... 0,50	
Para Peines de Terrajas, Fresas y Brocas para Latón, etc.	Tungsteno..... 14,00 Vanadio..... 0,10 Molibdeno..... 0,20	

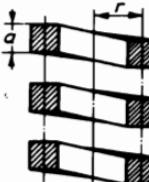
## MATERIALES PARA RESORTES

CLASE DE MATERIAL Y USO DEL RESORTE	COMPOSICION	RESISTENCIA DEL MATERIAL EMPLEADO	
		Carga de rotura Kgs. mm <sup>2</sup>	Límite de elasticidad Kgs. mm <sup>2</sup>
Alambre comercial especial para resortes.	Carbono..... 0,50 a 0,65 Manganeseo. 0,70 a 1,00 Silicio..... 0,10 a 0,20	140 a 210	85 a 126
Alambre cuerda de piano para resortes pequeños.	Carbono.... 0,70 a 1,00 Manganeseo. 0,25 a 0,40 Silicio..... 0,10 a 0,20	175	
Alambre recocido para resortes, con alto contenido de carbono. Muy indicado para válvulas.	Carbono.... 0,90 a 1,15 Manganeseo. 0,30 a 0,45 Silicio..... 0,10 a 0,20	175 a 210	105 a 175
Alambre de acero manganeseo-silicio para resortes sujetos a gran fatiga.	Carbono.... 0,55 a 0,65 Manganeseo. 0,60 a 0,90 Silicio..... 1,80 a 2,20 Fósforo.... 0,040 Máx. Azufre..... 0,050 Máx.	140 a 175	105 a 126
Acero cromo-vanadio para resortes de válvulas en compresores y motores donde exista elevada temperatura.	Carbono.... 0,45 a 0,55 Manganeseo. 0,50 a 0,80 Cromo..... 0,90 a 1,20 Silicio..... 0,10 a 0,20 Vanadio.... 0,15 a 0,20	140 a 210	112 a 175
Acero inoxidable para resortes de alta resistencia a la corrosión y temperaturas hasta 360°C.	Carbono..... 0,12 Cromo..... 17 a 20 Níquel..... 8 a 10	105 a 196	52 a 105
Bronce fosforoso para resortes en los cuales el acero se corroee rápidamente.	Estafio..... 5 % Fósforo..... 0,5 Cobre, el resto	66	35
Metal «Monel» para resortes contra la corrosión y para elevadas temperaturas.	Níquel..... 66 Cobre..... 29 Aluminio..... 2,75 Hierro..... 0,9 Manganeseo..... 0,4 Silicio..... 0,25	100 a 122	
Metal «Inconel» de excepcional resistencia para altas temperaturas y corrosión.	Níquel..... 79,5 Cromo..... 13 Hierro..... 6,5 Cobre..... 0,2 Silicio..... 0,25 Manganeseo..... 0,25	115 a 129	

Véase tabla y fórmulas de resistencias prácticas o factor de seguridad de los metales

## RESORTES

### Fórmulas para el cálculo



Sección CUADRADA  
FÓRMULA

$$P = \frac{R_2 \times a^2}{3r \times \sqrt{2}}$$

$$a = \sqrt[3]{\frac{P \times 3r\sqrt{2}}{R_2}}$$

$$f = \frac{12 \times \pi \times n \times P \times r^2}{G \times a^4}$$

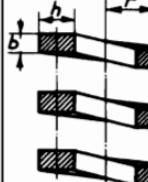


Sección REDONDA  
FÓRMULA

$$P = \frac{\pi \times d^2 \times R_2}{16 \times r}$$

$$d = \sqrt[3]{\frac{16 \times P \times r}{\pi \times R_2}}$$

$$f = \frac{64 \times n \times P \times r^2}{G \times d^4}$$



Sección RECTANGULAR  
FÓRMULA

$$P = \frac{R_2}{r}$$

$$b \times h \times \sqrt{\frac{b^2 + h^2}{6}}$$

$$f = \frac{24 \times \pi \times n}{G} \times \frac{r^2}{b \times h(b^2 + h^2)}$$

### D E S I G N A C I O N

P = Esfuerzo de tracción o compresión en kgms.

R<sub>2</sub> = Resistencia práctica del metal al cizallamiento por mm<sup>2</sup>

r = Radio del centro de gravedad de la sección en mm.

f = Flexión en mm. soportando la carga P.

n = Número de espiras útiles.

G = Módulo de elasticidad al cizallamiento por mm<sup>2</sup>

d = Diámetro del alambre redondo.

a = Lado del alambre cuadrado.

b, h = Lados del alambre rectangular.

### Valores de G y R<sub>2</sub> para acero

G = Módulo de elasticidad al cizallamiento por mm<sup>2</sup>  
8.000 a 10.000

R<sub>2</sub> = Resistencia práctica del metal al cizallamiento por mm<sup>2</sup>  
30 a 40 kgs.

## MATERIALES PARA DIVERSAS APLICACIONES

CLASE DE MATERIAL Y APLICACION	COMPOSICION	CARACTERISTICAS MECANICAS		
		Tracción Kgs. mm <sup>2</sup>	Límite de elasticidad Kgs. mm <sup>2</sup>	Alargamiento tomado sobre 50 mm.
Aluminio man-ganeso.	Aluminio, 90 %; man-ganeso, 10 %.			
Aluminio mag-nesio.	Aluminio, 90 %; mag-nesio, 10 %.			
Aluminio para pistones y cilindros de motores de aviación.	Cobre, 3,75 a 4,25 %; níquel, 1,8 a 2,3 máx.; magnesio, 1,2 a 1,7; hierro, 1 máx.; silicio, 0,7 máx.; aluminio, el resto.	Moldeado en arena, 16; tra-tado, 21; mol-de metálico 18; tratado, 28.		
Aluminio para cárters o carcasas, y piezas di-versas en moto-res de automó-viles, canoas y aviación.	Cobre, 4 a 5 %; sili-cio, 1,2 máx.; hierro, 1,2 máx.; manganeso, 0,3; magnesio, 0,05 máx.; cinc, 0,2; alu-minio, el resto.	20 a 25		3 a 6 %
Aluminio para pistones de mo-tores de automó-viles y tractores.	Silicio, 6,5 a 7,5 %; magnesio, 0,7 a 1,3; níquel, 1 a 3; cobre, 0,5 a 1,5; hierro, 1,3 máx.; aluminio, el resto.			
Duraluminio co-mercial en cha-pas, tubos, ba-rras, alambre, fleje y demás perfiles lamina-dos. Tuercas, tornillos, rema-ches y piezas es-tampadas.	Cobre, 3,5 a 4,5 %; manganeso, 0,4 a 1; magnesio, 0,2 a 0,15; aluminio, el resto.	35 a 38 recocido 24	22	10 a 18 %

## MATERIALES PARA DIVERSAS APLICACIONES

CLASE DE MATERIAL Y APLICACION	COMPOSICION	CARACTERISTICAS MECANICAS		
		Tracción Kgs. mm <sup>2</sup>	Límite de elasticidad Kgs. mm <sup>2</sup>	Alargamiento tomado sobre 50 mm.
Metal «Monel», resistente a la co-rrosión en agua caliente, fría y salina, propia para ejes de bombas, hélices y tubos de condensador, etc.	Níquel, 65 a 67 %; cobre, 29 a 30; hierro, 0,9 a 1,5; silicio, 0,25 a 3 %; manganeso, 0,3 a 1 %; carbono, 0,15 a 0,20.	Recocido, 45 a 60; forjado, 56 a 77	17 a 34; 42 a 60	35 a 50 %; 20 a 40 %
Cupro-níquel para tubos de condensador.	Cobre, 70 %; níquel, 30			
Empaquetadura metálica para vástago de pi-stón y válvulas.	Plomo, 76 %; estaño, 14; antimonio, 10.			
Empaquetadura metálica para vástago de pi-stón de marcha rápida.	Plomo, 73 %; estaño, 12 %; antimonio, 15.			
Aluminio comer-cialmente puro.	Aluminio, 99 % mi-nimo.	10 a 16 s/temple	Recocido, 3; templa-do, 80 a 95 % de la tracción	Templado, 1 a 4 %; recocido, 15 a 30 %
Cobre comer-cialmente puro.	99,5 %	Blando, 25 a 26; duro, 24 a 28		Blando, 20 a 25 %; duro, 8 a 15 %

## MATERIALES PARA DIVERSAS APLICACIONES

CLASE DE MATERIAL Y APLICACION	COMPOSICION	CARACTERISTICAS MECANICAS		
		Tracción Kgs. mm <sup>2</sup>	Límite de elasticidad Kgs. mm <sup>2</sup>	Alargamiento tomado sobre 50 mm.
Bronce duro para aros de pistón en bombas.	Cobre, 78 %; estaño, 22.			
Bronce para válvulas de válvulas.	Cobre, 32 %; cinc, 6; plomo, 1.			
Bronce para válvulas de vapor.	Cobre, 87 %; estaño, 7; cinc, 3; plomo, 3.			
Bronce para válvulas hidráulicas.	Cobre, 85 %; estaño, 10; cinc, 2; plomo, 3; fósforo, 0,25.			
Bronce para engranajes.	Cobre, 88 a 90 %; estaño, 10 a 12; fósforo, 0,10 a 0,30.	24	14	10 %
Bronce para cojinetes.	Cobre, 83 a 86 %; estaño, 4,5 a 6; cinc, 2; plomo, 8 a 10.	18	8,5	8 %
Bronce fosforoso.	Cobre, 78,5 a 81,5 %; estaño, 9 a 11; plomo, 9 a 11; fósforo, 0,5 a 0,25; cinc, 0,75.	18	8,5	8 %
Bronce duro.	Cobre, 86 a 89 %; estaño, 9 a 11; plomo, 0,20 máx.; hierro, 0,35 máx.; cinc, el resto.	21	10,5	14 %
Cobre aluminio.	Cobre, 50 %; aluminio, 50 %.			

## MATERIALES PARA DIVERSAS APLICACIONES

CLASE DE MATERIAL Y APLICACION	COMPOSICION	CARACTERISTICAS MECANICAS		
		Tracción Kgs. mm <sup>2</sup>	Límite de elasticidad Kgs. mm <sup>2</sup>	Alargamiento tomado sobre 50 mm.
Latón naval.	Cobre, 59 a 62 %; estaño, 0,5 a 1,50; hierro, 0,10 máx.; plomo, 0,30; cinc, el resto.	38 a 45	15 a 22	25 a 40 %
Latón amarillo para piezas fundidas.	Cobre, 62 a 67 %; estaño, 1; níquel, 0,25; plomo, 1,50 a 3,50; hierro, 0,75; fósforo, 0,03; aluminio, 0,3; antimonio, 0,15; cinc, el resto.	14		15 %
Latón para propulsores.	Cobre, 16 %; estaño, 2; cinc, 38.			
Latón para placas de condensador.	Cobre, 61 %; estaño, 1; cinc, 38.			
Latón para ferulas de condensador.	Cobre, 70 %; estaño, 1; cinc, 29.			
Latón para impulsores de bombas para agua.	Cobre, 84 a 86 %; estaño, 4 a 6; plomo, 4 a 6; cinc, 4 a 6; hierro, 25 máx.; níquel, 0,75; fósforo, 0,05; azufre, 0,05; antimonio, 0,05.	18	8,5	15 %
Latón blanco al níquel para volantes y palancas de maniobra y usos análogos.	Cobre, 55 a 64 %; níquel, 18 mínimo; hierro, 0,35 máx.; cinc, el resto.	21		20 %
Bronce Almirantazgo para tubos de condensador.	Cobre, 70 %; cinc, 29; estaño, 1.			
Bronce de cañón.	Cobre, 88 %; estaño, 10; cinc, 2.			
Bronce resistente al ácido.	Cobre, 86 %; estaño, 3; cinc, 2; plomo, 9.			

## METAL ANTIFRICCION PARA DIVERSAS APLICACIONES COMPOSICION

NOMBRE Y APLICACION	ESTAÑO	COPRE	ANTI-MONIO	PLOMO	HIERRO	ARENICO	RESTANTE
Metal blanco «Almirante-tango» para maquinaria de buques.	85 a 89 %	2 a 7 %	8 a 9 %				Cinc. 28 a 30 %
Latón blanco «Parsons» para turbinas de vapor.	65 a 68 %	1 a 2 %		0,05 a 0,15 %			
Metal «Babbitt» para automóviles.	84 %	7 %	9 %				Bismuto. 0,08 % Máx.
Metal «Babbitt» para aviación.	90 %	4 a 5 %	4 a 5 %	0,35 % Máx.	0,08 % Máx.	0,10 % Máx.	
Metal blanco para motores eléctricos de alta velocidad.	88 %	3,5 %	8 %				Bismuto. 0,5 %
Metal blanco para eje-céntricas.	5 %	2 %	15 %	75 a 77 %			Bismuto. 0,25 %
Metal blanco para material ferroviario.	42 %	2 %					Cinc. 56 %

**COEFICIENTE DE DILATACION LINEAL  $\alpha$  EN LOS METALES, CORRESPONDIENTE AL AUMENTO DE TEMPERATURA DE  $t$  °C. ENTRE 0° Y 100°**  
 (Unidad de longitud 1 metro)

METAL	$\alpha$	METAL	$\alpha$
Acero.....	0,000012	Latón.....	0,000019
Hierro.....	0,000012	Cobre.....	0,000017
Aluminio.....	0,000024	Estaño.....	0,000023
Bronce.....	0,000018	Cinc.....	0,000029
Fundición.....	0,000011	Plomo.....	0,000028
Níquel.....	0,000013	Plata.....	0,000019
Platino.....	0,000009	Oro.....	0,000015

$\alpha$  = Coeficiente de dilatación lineal de  $t$  °C.  
 Los coeficientes de dilatación son:

$$\text{Superficial} = 2 \alpha \quad \text{Cúbica} = 3 \alpha$$

$L$  = Longitud antes de calentar.

$l$  = Aumento de longitud.

$t$  = Temperatura en grados centígrados.

$S$  = Superficie.  $V$  = Volumen.

**EJEMPLOS:** Una barra con una determinada longitud  $L$  en milímetros, calentada a la temperatura de  $t$  °C. el aumento de longitud  $l$  de esta barra en mm., se determina por la fórmula  $l = \alpha L t$ .

Igualmente una chapa de superficie  $S$  mm<sup>2</sup>, si se calienta a  $t$  °C. tendrá un aumento de superficie  $s$ , según la siguiente fórmula:  $s = 2 \alpha S t$ .

Un cuerpo cualquiera de volumen  $V$  mm<sup>3</sup>, que se calienta a  $t$  °C. tendrá un aumento de mm.  $v$ , Fórmula:  $v = 3 \alpha V t$ .

MATERIAL	Símbolo	Peso específico	Peso atómico	Punto de fusión °C.	Calor específico c	Calor de fusión kcal/kg t a °C.	Medición de fusión kcal/kg	kWh/kg
Aluminio...	Al	2,69	26,97	658,5	0,2370	650	92,4	0,29
Antimonio...	Sb	6,69	121,76	630,9	0,0549	600	24,3	0,069
Arsénico...	As	5,72	74,93	817,0	0,0787	20		
Bario.....	Ba	3,60	137,36	850,0	0,0680	20		
Berilio.....	Be	1,84	9,02	1278	0,5060	300	341	
Plomo.....	Pb	11,34	207,21	327	0,0362	327	5,65	17,48
Boro.....	B	1,73	10,82	ca. 2300	0,5100	900		
Cadmio.....	Cd	8,64	112,41	320,9	0,0667	320	12,9	34,3
Calcio.....	Ca	1,55	40,07	803	0,1724	795	78,5	216,93
Cerio.....	Ce	6,8	140,13	623	0,0511	100		0,252
Cromo.....	Cr	7,1	52,01	1560	0,1554	1500	32	270
Hierro.....	Fe	7,86	55,84	1530	0,1726	1500	49	329,69
Oro.....	Au	19,3	197,2	1063	0,0364	1000	15,7	54,39
Iridio.....	Ir	22,4	193,1	2440	0,0401	1400		0,0632
Cobalto.....	Co	8,8	58,94	1490	0,1579	1400	58	302,27
Diamante	C	3,51			0,4590	985		
Grafito ..	C	2,25			0,5350	3000		
Cobre.....	Cu	8,93	63,57	1083	0,1105	1000	42	169,57
Magnesio...	Mg	1,74	24,32	650	0,3000	650	46,5	250,5
Manganoso.	Mn	7,3	54,93	1245	0,1673	550	37	0,291
Molibdeno..	Mo	10,2	96,0	ca. 2600	0,0722	550		
Níquel....	Ni	8,85	58,69	1452	0,1279	1300	65	256,1
Osmio.....	Os	22,48	190,8	ca. 2500	0,0311	100		0,298
Paladio....	Pd	11,5	106,7	1557	0,076	1500	36,3	15,43
Platino.....	Pt	21,4	195,23	1770	0,0362	1600	27,2	90,92
Rodio.....	Rh	12,3	102,9	1970	0,0580	100		
Rutenio....	Ru	12,28	101,7	1950	0,0611	100		
Plata.....	Ag	10,50	107,88	960,5	0,0650	900	24,9	87,03
Silicio.....	Si	2,34	28,60	1414	0,2096	900		0,101
Estroncio....	Sr	2,60	87,63	797	0,0550	200		
Tantalo....	Ta	16,6	181,36	ca. 3000	0,0435	1400		
Talio.....	Te	6,25	127,5	453	0,0500	880		
Teluro.....	Tl	11,85	204,4	303,5	0,0326	100	3,67	13,46
Torio.....	Th	11,5	232,12	1842	0,0276	100		0,0156
Titano.....	Ti	4,5	47,90	ca. 1800	0,1462	440	90	353,16
Uranio.....	U	18,7	238,14	1690	0,0619	100		
Vanadio...	V	5,7	50,95	1710	0,1153	100		
Bismuto...	Bi	9,8	209,00	271	0,0338	271	14,1	23,15
Tungsteno ..	W	19,1	184,00	3357	0,0479	2200	40	202,38
Cinc.....	Zn	7,14	65,38	419,4	0,1100	419	23,6	69,73
Estaño.....	Sn	7,28	118,7	231,8	0,0662	231,8	13,8	29,14
Zirconio....	Zr	6,53	91,22	1927	0,0660	100	61	188,18
								0,219

# Coeficiente de contracción en los metales

(MILIMETROS POR METRO)

METALES	CONTRACCION		
	LINEAL	SUPERFICIAL	CUBICA
Acero.....	$0,018 = \frac{1}{55}$	$0,036 = \frac{1}{28}$	$0,054 = \frac{1}{18}$
Hierro.....	$0,014 = \frac{1}{71}$	$0,028 = \frac{1}{35}$	$0,042 = \frac{1}{24}$
Fundición Gris.....	$0,010 = \frac{1}{100}$	$0,020 = \frac{1}{50}$	$0,030 = \frac{1}{33}$
Fundicón Maleable.....	$0,021 = \frac{1}{48}$	$0,042 = \frac{1}{24}$	$0,063 = \frac{1}{16}$
Aluminio.....	$0,018 = \frac{1}{55}$	$0,036 = \frac{1}{28}$	$0,054 = \frac{1}{18}$
Bronce ordinario.....	$0,008 = \frac{1}{125}$	$0,016 = \frac{1}{62}$	$0,024 = \frac{1}{42}$
Bronce de Cañón.....	$0,007 = \frac{1}{142}$	$0,014 = \frac{1}{71}$	$0,021 = \frac{1}{48}$
Bronce aluminio.....	$0,018 = \frac{1}{55}$	$0,036 = \frac{1}{28}$	$0,054 = \frac{1}{18}$
Latón.....	$0,015 = \frac{1}{66}$	$0,030 = \frac{1}{33}$	$0,045 = \frac{1}{22}$
Estaño.....	$0,008 = \frac{1}{125}$	$0,016 = \frac{1}{62}$	$0,024 = \frac{1}{42}$
Cinc.....	$0,016 = \frac{1}{62}$	$0,032 = \frac{1}{31}$	$0,048 = \frac{1}{21}$
Plomo.....	$0,011 = \frac{1}{90}$	$0,022 = \frac{1}{45}$	$0,033 = \frac{1}{30}$

## EJEMPLO

Para fundir una barra de Aluminio con una longitud de 2 metros, la relación del modelo deberá ser:

$$\text{Longitud del modelo} = 2 \text{ m.} + \frac{1,018 \times 2}{55} = 0,037 = 2 + 0,037 = 2,037 \text{ m.}$$

En idénticas condiciones, y utilizando el correspondiente coeficiente, puede operarse para las contracciones superficial y cúbica.

# Depósitos cilíndricos sometidos a presión interior

D = Diámetro en centímetros.

P = Presión por centímetro cuadrado.

e = Espesor del material en centímetros.

t = Fatiga del material por centímetro cuadrado.

C = Cantidad variable según el material.

Se toma corrientemente para Hierro o Acero Dulce C = 3 mm.

Se toma corrientemente para Fundición 6 a 10 mm.

K = Relación entre la resistencia del remachado o de la chapa punzonada a la chapa sin punzonar.

## FORMULAS

Depósitos construidos sin emplear remaches.

$$e = \frac{P \times D}{2 \times t} + C.$$

Si los depósitos son construidos con remaches.

$$e = \frac{P \times D}{2 \times K \times t} + C.$$

Valores medios de K.

Remachado con recubrimiento.

Remachado Simple K = 0.60

» Doble K = 0.65

» Triple K = 0.75

Remachado con doble cubrejuntas.

Remachado Simple K = 0.65

» Doble K = 0.75

» Triple K = 0.88

Para juntas soldadas K = 0.70

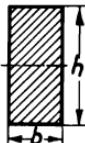
Estas fórmulas no son más que aplicables para depósitos de espesores sencillos y donde las presiones no sean muy elevadas.

## Cargas que pueden soportar los tornillos y tuercas con rosca corriente sistema "WHITWORTH"

Diámetro del tornillo	CARGA DE SEGURIDAD APROXIMADA EN KGS.					
	RESISTENCIA DEL MATERIAL					
	28 kgs. mm <sup>2</sup>	35 kgs. mm <sup>2</sup>	40 kgs. mm <sup>2</sup>	50 kgs. mm <sup>2</sup>	55 kgs. mm <sup>2</sup>	65 kgs. mm <sup>2</sup>
2 1/16"	25	32	38	44	51	57
1 1/4"	48	61	73	85	97	109
5/16"	83	103	124	145	170	186
3/8"	122	153	183	215	251	276
7/16"	169	211	227	282	338	381
1 1/8"	218	272	326	382	446	490
9/16"	279	349	418	488	558	618
5/8"	367	459	551	638	729	821
3/4"	537	684	820	956	1093	1230
7/8"	760	950	1139	1329	1519	1710
1"	997	1246	1496	1746	1993	2245
1 1/4"	1254	1568	1882	2196	2509	2821
1 1/2"	1609	2012	2414	2812	3215	3615
1 5/16"	1914	2380	2850	3330	3624	4279
1 1/8"	2338	2913	3507	4063	4644	5225
1 3/8"	2659	3312	3974	4630	5292	5953
1 1/4"	3155	3944	4733	5494	6277	7065
1 1/8"	3575	4468	5362	6155	7150	8044
2"	4160	5200	6240	7276	8316	9355
2 1/4"	5266	6583	7900	9213	10530	11846
2 1/8"	6719	8399	10079	11656	13434	15115
2 3/4"	8035	10044	12042	14049	16056	18063
3"	9810	12262	14715	17136	19584	22032

# TABLAS DE CALCULO

## Momentos de inercia J y momentos de resistencia W



$$J_{\max} = \frac{b \cdot h^3}{12}$$

$$J_{\min} = \frac{h \cdot b^3}{12}$$

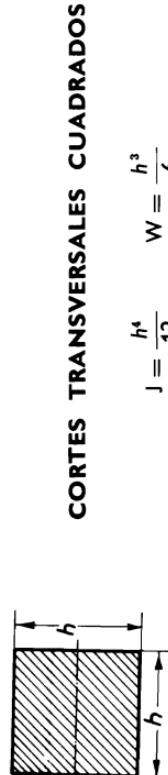
$$W_{\max} = \frac{b \cdot h^2}{6}$$

$$W_{\min} = \frac{h \cdot b^2}{6}$$

## CORTES TRANSVERSALES RECTANGULARES

<b>h</b> mm.	<b>b</b> mm.	<b>J<sub>min.</sub></b> cm <sup>4</sup>	<b>W<sub>max.</sub></b> cm <sup>3</sup>	<b>h</b> mm.	<b>b</b> mm.	<b>J<sub>min.</sub></b> cm <sup>4</sup>	<b>W<sub>max.</sub></b> cm <sup>3</sup>	<b>h</b> mm.	<b>b</b> mm.	<b>J<sub>min.</sub></b> cm <sup>4</sup>	<b>W<sub>max.</sub></b> cm <sup>3</sup>
2	1	0,1667	0,6667		8	512,00	192,00		14	4573,3	933,33
2	1	0,2500	1,5000		9	729,00	216,00		16	6826,7	1066,7
	2	2,0000	3,0000		10	1000,00	240,00		18	9720,0	1200,0
					11	1331,00	264,00				
4	2	2,6667	8,0000		6	234,00	169,00		10	1833,3	806,67
					7	371,58	197,17		12	3168,0	968,00
5	2	3,3333	8,3333		8	554,67	225,33		14	5030,7	1129,3
					9	789,75	253,50		16	7509,3	1290,7
5	4	11,250	12,500		10	1083,3	281,67		18	10692	1452,0
					11	1441,9	309,83		20	14667	1613,3
6	3	13,500	18,000		12	1872,0	338,00				
6	4	32,000	24,000								
					5	62,500	30,000				
3		15,750	24,500								
7	4	37,333	32,667								
					5	72,917	40,833				
					6	126,00	49,000				
4		42,667	42,667								
8	5	83,333	53,333								
					6	144,00	64,000				
					7	228,67	74,667				
4		48,000	54,000								
9	5	93,750	67,500								
					6	162,00	81,000				
					7	257,25	94,500				
					8	384,00	108,00				
5		104,17	83,333								
10	6	180,00	100,00								
					7	285,83	116,67				
					8	426,67	133,33				
					9	607,50	150,00				
5		114,58	100,83								
11	6	198,00	121,00								
					7	314,42	141,17				
					8	469,33	161,33				
					9	668,25	181,50				
					10	916,67	201,67				
12	6	216,00	144,00								
	7	343,00	168,00								
					20	10	1166,7	666,67			
					12	2880,0	800,00				

## CORTES TRANSVERSALES CUADRADOS

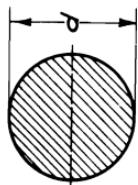


$$J = \frac{h^4}{12}$$

$$W = \frac{h^3}{6}$$

<b>h</b> mm.	<b>J</b> cm <sup>4</sup>	<b>W</b> cm <sup>3</sup>	<b>h</b> mm.	<b>J</b> cm <sup>4</sup>	<b>W</b> cm <sup>3</sup>	<b>h</b> mm.	<b>J</b> cm <sup>4</sup>	<b>W</b> cm <sup>3</sup>
1	0,0833	0,1667	11	1220,1	221,83	21	16207	1543,5
2	1,3333	1,3333	12	1728,0	288,00	22	19521	1774,7
3	6,7500	4,5000	13	2380,1	366,17	23	23320	2027,8
4	21,333	10,667	14	3201,3	457,33	24	27648	2304,0
5	52,083	20,833	15	4218,8	562,50	25	32552	2604,2
6	108,00	36,000	16	5461,3	682,67	26	38081	2929,3
7	200,08	57,167	17	6960,1	818,83	27	44287	3280,5
8	341,33	85,333	18	8748,0	972,00	28	51221	3658,7
9	546,75	121,50	19	10860	1143,2	29	58940	4064,8
10	833,33	166,67	20	13333	1333,3	30	67500	4500,0

## CORTES TRANSVERSALES CIRCULARES



$$J = \frac{\pi d^4}{64} \quad W = \frac{\pi d^4}{32} \approx \frac{1}{10} d^4$$

$$d = \sqrt[3]{\frac{32W}{\pi}} \approx \sqrt[3]{10W}$$

$d$ cm.	$J$ $\text{cm}^4$	$W$ $\text{cm}^3$	$d$ cm.	$J$ $\text{cm}^4$	$W$ $\text{cm}^3$	$d$ cm.	$J$ $\text{cm}^4$	$W$ $\text{cm}^3$
2.5	1.917	1.534	10.5	596.7	113.7	25	19175	1534
3	3.976	2.651	11	718.7	130.7	26	22432	1726
3.5	7.366	4.209	11.5	858.5	149.3	27	26087	1932
4	12.57	6.283	12	1018	169.6	28	30172	2155
4.5	20.13	8.946	12.5	1198	191.7	29	34719	2394
5	30.68	12.27	13	1402	215.7	30	39761	2651
5.5	44.92	16.33	14	1886	269.4	32	51472	3217
6	63.62	21.21	15	2485	331.3	34	65597	3859
6.5	87.62	26.96	16	3217	402.1	36	82448	4580
7	117.9	33.67	17	4100	482.3	38	102354	5387
7.5	155.3	41.42	18	5153	572.6	40	125664	6283
8	201.1	50.27	19	6397	673.4	42	152745	7274
8.5	256.2	60.29	20	7854	785.4	44	183984	8363
9	322.1	71.57	21	9547	909.2	46	219787	9556
9.5	399.8	84.17	22	11499	1045	48	260576	10857
10	490.9	98.17	23	13737	1194	50	306796	12272
				16286	1357			

# CEMENTACION

## MODO DE PREPARAR LAS PIEZAS

Deben utilizarse cajas especiales de un material compuesto de Cromo Níquel; ello asegura una larga duración de la caja, resistente a altas temperaturas con el mínimo grado de distorsión y deterioro por oxidación. Debe evitarse el empleo de cajas construidas de chapa de Acero Dulce, ya que son antieconómicas por su rápido deterioro. Las de Hierro Fundido su duración es mayor, pero solo se usarán a falta de las de Cromo Níquel.

Se coloca la pieza dentro (véase figura) de la caja donde previamente se ha depositado una cama de carburante (o compuesto de cementar) de un espesor de 20 a 30 milímetros; este espesor debe conservarse alrededor de la pieza, o piezas, como mínimo; al lado de la pieza a cementar se coloca una barreta de igual material de la pieza y que denominaremos «Barreta Testigo» y tiene por objeto conocer la penetración efectiva de la cementación y estado del núcleo del material una vez tratado; sobre el carburante se pone una chapa de arcilla y se coloca la tapa.

La caja debe tener un orificio lateral para introducir una segunda barreta que se pueda extraer las veces que sean necesarias desde el exterior sin necesidad de abrir la caja; a ésta se le llama «Barreta de Comprobación» y tiene por objeto, primero comprobar el comienzo de la igualdad de calor entre la pieza y el Horno, para asegurarse de que la temperatura dentro de la caja y en la pieza es igual que la existente en el Horno; ello se verifica por comparación entre el color de la barreta y el del Horno; cuando ambos coincidan será el momento de anotar el comienzo de la cementación de la pieza y a partir de esto se le tiene el número de horas previsto para la carburación. La segunda misión de esta barreta de comprobación es, llegado el tiempo final de la carburación se saca la barreta, se procede a su tratamiento y rotura para comprobar si efectivamente la penetración ha sido la prevista; entonces puede retirarse la caja del Horno. El tratamiento de endurecimiento depende de la aplicación de la pieza y clase de acero a tratar; como norma usual se dan los datos siguientes:

## TRATAMIENTOS

Acero Dulce para cementación con 0.10 de carbono para piezas que no formen parte de organismos de máquinas, como son elementos para Herramientas, cuyo objeto principal es conseguir dureza para resistencia al desgaste.

**Temperatura de Cementación 900° C.** — El número de horas según la penetración deseada (véase tabla) de acuerdo con el tamaño de las piezas.

**Temple.** — Terminado el periodo de cementación se retira la caja del Horno, se extraen las piezas y, acto seguido, con una temperatura aproximada de a 800° C., se las enfria en agua; este procedimiento se le llama «Temple Rápido».

Si las piezas de este material se deben emplear en máquinas y con objeto de evitar la deformación, consiguiendo una buena dureza en la superficie, el tratamiento es el siguiente:

**Temperatura de Cementación 900° C.** — Retirar la caja del Horno y dejarla enfriar al aire en reposo sin sacar las piezas hasta que se hayan enfriado; una vez

logrado esto, se sacan las piezas de la caja y se meten nuevamente en el Horno a fin de proceder a un nuevo calentamiento a 800° C. el tiempo que se considere imprescindible para suponer que la temperatura en la pieza haya llegado correctamente a la totalidad del núcleo; verificado esto, se sacan del Horno y se enfrian en agua; a este tratamiento se le llama «Temple Sencillo».

Si se desea obtener una gran dureza en la superficie y máxima tenacidad en el núcleo, la operación es la siguiente:

Cementar a 900° C., sacar la caja del Horno y enfriar seguidamente la pieza en agua, volver a colocarla en el Horno y calentar a 780° C., enfriar en agua. A este tratamiento se le conoce por «Temple Doble».

## ACEROS AL NIQUEL PARA CEMENTAR

### COMPOSICION DE NIQUEL 1,5 a 3 % MAXIMA

**Temple Rapido** | Cementar a una temperatura de 880° C.  
Sacar la caja del Horno y enfriar las piezas acto seguido en agua.

**Temple Sencillo** | Cementar a una temperatura de 880° C.  
Sacar la caja del Horno y dejarla enfriar en aire en reposo.  
Cuando estén frías las piezas se sacan de la caja y se meten en el Horno calentándolas a 780° C. y después se enfriarán en agua.

**Temple Doble** | Cementar a una temperatura de 880° C.  
Retirar la caja del Horno, sacar las piezas e inmediatamente enfriarlas en aceite.  
Volver a calentarlas a una temperatura de 780° C. y enfriarlas en agua.

### REVENIDO

Las piezas después de tratadas deben revenirse y, para ello, el procedimiento más apropiado es introducirlas en agua hirviendo (100° C.) y tenerlas como mínimo media hora.

### RECOCIDO DEL ACERO NIQUEL DE CEMENTACION

Después de forjada una pieza, para reducir o afinar el grano y conseguir una mecanización buena y fácil, se tratará el acero de la manera siguiente:

Calentar la pieza a una temperatura de 850° C. y enfriar en aceite; volver a calentarla a 650° C. y enfriar dentro del Horno.

## ACERO CROMO NIQUEL DE CEMENTACION

### COMPOSICION APROXIMADA: CROMO, 0,75; NIQUEL, 2,5

### TRATAMIENTO

**Temple Rapido** | Cementar a una temperatura de 880° C.  
Sacar la caja del Horno y enfriar las piezas acto seguido en aceite.

Cementar a una temperatura de 880° C.  
Sacar la caja del Horno y dejarla enfriar en aire en reposo.  
Cuando las piezas estén frías se sacan de la caja y se meten en el Horno, calentándolas a 800° C., después se enfriarán en aceite.

**Temple Doble** | Cementar a una temperatura de 880° C.  
Al retirar la caja del Horno, sacar las piezas e inmediatamente enfriarlas en aceite.  
Volver a calentarlas a una temperatura de 800° C. y enfriar en aceite.

### REVENIDO

En general, agua hirviendo (100° C.) durante media hora, aproximadamente.

### RECOCIDO

Después de forjada una pieza, para reducir o afinar el grano y conseguir una buena y fácil mecanización, se tratará el acero de la manera siguiente:

Calentar la pieza a 850° C., enfriar en aceite, volver a calentarla a 650° C. y enfriar dentro del Horno.

## ACERO CROMO NIQUEL DE CEMENTACION

### COMPOSICION APROXIMADA: CROMO, 0,75 a 1,10; NIQUEL, 3,00 a 5,00

### TRATAMIENTO

**Temple Rapido** | Cementar a una temperatura de 860° C.  
Sacar la caja del Horno y enfriar las piezas acto seguido en aceite.

**Temple Sencillo** | Cementar a una temperatura de 860° C.  
Sacar la caja del Horno y dejarla enfriar en aire en reposo.  
Cuando las piezas estén frías se sacan de la caja y se meten en el Horno, calentándolas a 800° C., después se enfriarán en aceite.

**Temple Doble** | Cementar a una temperatura de 860° C.  
Al retirar la caja del Horno sacar las piezas e inmediatamente enfriarlas en aceite.  
Volver a calentarlas a una temperatura de 800° C. y enfriar en aceite.

### REVENIDO

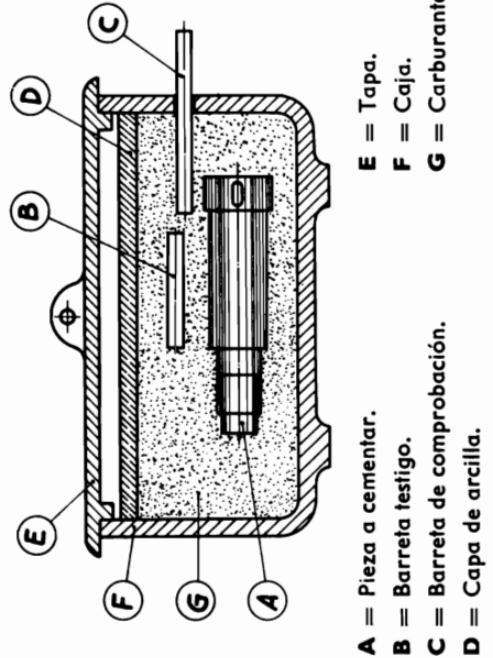
En general, en agua hirviendo (100° C.) durante media hora, aproximadamente.

### RECOCIDO

Después de forjada una pieza, para reducir o afinar el grano y conseguir una buena y fácil mecanización, se tratará el acero de la manera siguiente:

Calentar la pieza a 850° C., enfriar en aceite, volver a calentar a 620° C. y enfriar dentro del Horno.

## Modo de preparar una caja para la cementación



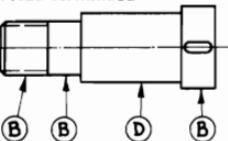
## CEMENTACION PARCIAL

Constantemente se presentan casos en los cuales la pieza a cementar requiere una cementación parcial, ya que aún no fue ajustada en su lugar y, además, le falta realizar operaciones posteriores, las cuales necesariamente hay que ejecutarlas en montaje, como son: agujeros, chaveteros y roscas, partes estas de las piezas que no deben ser endurecidas.

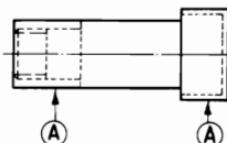
Una vieja costumbre, que debe rechazarse, es el revestir de barro o arcilla las partes que se quiere no sean carburadas durante el proceso de cementación, ya que no es eficaz; no debe ocultarse que la acción térmica sobre la arcilla hace que ésta se agriete, y por ella penetran los efectos de la carburación.

En lugar de esta forma de operar existe otra con preparados que comercialmente se les denomina anticementita; en algunos casos no deja de producir resultados satisfactorios, pero en otros (en la mayoría) son negativos sus efectos. Por ello, y como la única solución normal que debe adoptarse, es la de conceder aumentos de material a las piezas en las partes que no deban quedar endurecidas, haciéndolas desaparecer (antes de templar) en el torno, y en algunos casos después de templar en la recifadora; con ello se logra la desaparición de la superficie cementada de la forma más sencilla; a continuación se detallan los ejemplos para aumentos de material.

Pieza terminada



Pieza con aumento para cementar



### TABLA DE PENETRACION NORMAL EN LA OPERACION DE CEMENTAR BASADOS EN 8 HORAS DE CARBURACION

Temperatura en grados centígrados	CARBURANTE USADO Y VALOR DE PENETRACION EN MM.			
	Carbon madera 60 % Carbonato bario 40 %	Ferracianuro 66 % Bicromato 34 %	Ferracianuro solamente	Carbon de madera en polvo solamente
800	0,5	0,85	0,5	0,5
900	2,10	1,75	3	1,2
995	3,25	3,25	3,25	2,5
1093	4,5	4,5	5	3,5

El Carbon de madera pulverizada, usado solamente, es muy indicado para cementar ACERO CROMO NIQUEL.

Debe tenerse en cuenta, para el uso de los diversos carburantes, que el MANGANESO, CROMO, TUNGSTENO, MOLIBDENO, incrementan el valor de penetración; en cambio, el NIQUEL, SILICIO, TITANIO y ALUMINIO, lo retardan. 5 % de Silicio reduce ésta a 0.

## **PESO Y DATOS DE MATERIALES**

## PESO POR METRO DE HIERROS.

Gramos  
— 1.000 — = Kgs.

### FORMULA

$$\begin{aligned} D \times D \times 6.79 &= \text{Peso EXAG.} \\ D \times D \times 6.74 &= \text{Peso OCTOG.} \end{aligned}$$



EXAGONALES  
y OCTOGONOS

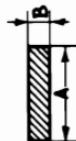
### FORMULA

$$D \times D \times 7.85 = \text{Peso}$$

### FORMULA

$$\begin{aligned} D \times D \times 6.16 &= \text{Peso} \\ A \times B \times 7.85 &= \text{Peso} \end{aligned}$$

### FORMULA



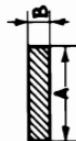
CUADRADOS

### FORMULA



REDONDOS

### FORMULA



PARA OTROS METALES MULTIPLIQUESE EL PRODUCTO  
DE LAS FORMULAS DADAS POR LOS FACTORES SIGUIENTES

Aceros al carbono	Aceros rápidos	Fundición	Cobre	Latón	Bronce	Cinc	Plomo	Níquel
1,002	1,010	0,930	1,137	1,095	1,103	0,922	1,450	1,132

PLANOS

## Denominación de Hierros Comerciales

### HIERROS PLANOS

Flejes, de 1 a 4 mm. de espesor.

Pletinas, de 4 mm. de espesor en adelante, con ancho hasta 100 mm.

Llantas, desde 50 × 15 mm.

Llantones, los de 150 a 400 mm. de ancho.

Planos Anchos, mayor de 400 mm.

### HIERROS DE SECCION CUADRADA

Cuadrillos, los menores de 20 × 20 mm.

Palanquillas, 20 × 20 a 40 × 40 mm.

Tochuelos, de 40 × 40 a 70 × 70 mm.

Tochos, desde 70 × 70 mm. en adelante.

### CHAPAS

Chapa fina, la de espesor inferior a 5 mm.

Chapa gruesa, de 5 mm. en adelante.

### ALAMBRES REDONDOS

Alambre, de 0,15 a 5 mm.

Varilla de alambre, hasta 10 mm.

Hilo de alambre, menor de 0,15.

### HIERROS DE SECCION REDONDA

Redondos, a partir de 10 mm.

## Ejemplos para uso de las fórmulas de pesos de Hierros por metro

(PESO ESPECIFICO 7,85)

¿Cuánto pesará por metro una barra cuadrada de Hierro de 50 mm.?

$$50 \times 50 \times 7,85 = 19,625 \text{ kilogramos.}$$

Si la barra fuese de Cobre, cuál sería su peso?

$$50 \times 50 \times 7,85 \times 1,137 = 22,313 \text{ kilogramos}$$

$$\text{ ó } 50 \times 50 \times \text{Factor de densidad del cobre} = \text{Peso.}$$

Determinar el peso por metro de una barra Exagonal de Hierro de 30 mm.

$$30 \times 30 \times 6,798 = 6,118 \text{ kilogramos.}$$

La misma barra del ejemplo anterior siendo de Latón.

$$30 \times 30 \times 6,798 \times 1,095 = 6,699 \text{ kilogramos.}$$

Una barra redonda de Hierro 40 mm. diámetro su peso por metro será

$$40 \times 40 \times 6,16 = 9,856 \text{ kilogramos.}$$

Una barra de Plomo de igual dimensión su peso por metro sería

$$40 \times 40 \times 6,16 \times 1,450 = 14,291 \text{ kilogramos.}$$

Determinar el peso por metro de una llanta de Hierro, siendo sus dimensiones de 10 x 50 mm.

$$10 \times 50 \times 7,85 = 3,925 \text{ kilogramos.}$$

El peso de la misma llanta en Bronce sería

$$10 \times 50 \times 7,85 \times 1,103 = 4,329 \text{ kilogramos}$$

$$\text{ ó } 10 \times 50 \times \text{Factor de densidad del Bronce} = \text{Peso.}$$

## METODO PARA CALCULAR EL PESO DE LAS PLANCHAS DE DIVERSOS METALES

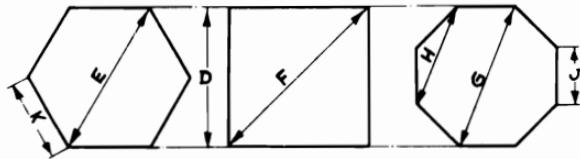
Se calcula el peso de una plancha (o chapa) en kilos por metro cuadrado, midiendo el espesor y multiplicando por el factor de densidad ( $\text{dm}^3$ ), según tabla siguiente:

Para Acero dulce	espesor x	7,85 Densidad
» Hierro forjado	» x	7,86 »
» Acero colado	» x	7,5 »
» Cobre fundido	» x	8,85 »
» Cobre laminado	» x	8,95 »
» Aluminio fundido	» x	2,56 »
» Aluminio laminado	» x	2,7 »
» Oro	» x	19,25 »
» Estaño	» x	7,35 »
» Platino	» x	21,5 »
» Plomo	» x	11,37 »
» Cinc	» x	7,13 »
» Bronce	» x	8,8 »
» Níquel	» x	8,80 »
» Fundición blanca	» x	7,5 »
» Fundición gris	» x	7,2 »
» Latón	» x	8,5 »
» Plata	» x	10,5 »

### EJEMPLO

¿Cuánto pesa un metro cuadrado de una plancha de plomo de 5 mm. de espesor?

$$5 \times 11,37 = 56,85 \text{ kilos}$$



**Relaciones en función de la dimensión entre caras "D"**  
**barras cuadradas, exagonales y octogonales**

$$E = 1,1547 \times D$$

$$F = 1,4142 \times D$$

$$G = 1,0824 \times D$$

$$H = 0,7654 \times D$$

$$J = 0,4142 \times D$$

$$K = \frac{E}{2}$$

$$D = F \times 0,7072 \text{ (para el cuadrado)}$$

## SECCIONES DE LAS BARRAS

### EXAGONO

$$\text{Area} = 2,598 \times K^2 = 2,598 \times R^2 = 3,464 \times r^2$$

### OCTOGONO

$$\text{Area} = 4,828 \times J^2 = 2,828 \times R^2 = 3,314 \times r^2$$

### CUADRADO

$$\text{Area} = D \times D$$

### REDONDO

$$\text{Area} = 3,1416 \times r^2 = 0,7854 \times D^2$$

### TRIANGULO

$$\text{Area} = \frac{1}{2} \text{ base por altura perpendicular.}$$

## ACEROS

Peso en kilos por metro, y sección en mm<sup>2</sup> de las barras redondas y cuadradas

Dímetro o lado D mm.	Longitud de la barra de diámetro o lado D mm.	Peso en Kg. x metro	Sección en mm <sup>2</sup>		Longitud de la barra redonda = D en mm.	Peso en Kg. x metro x metro x metro
			Redonda	Cuadrada		
1	3.142	0.7854	1	0.006	21	65.973
2	6.283	3.1416	4	0.025	22	69.115
3	9.425	7.0686	9	0.055	23	72.257
4	12.566	12.5664	16	0.099	24	75.398
5	15.708	19.6350	25	0.15	25	78.540
6	18.850	28.2743	36	0.22	26	81.681
7	21.991	38.4845	49	0.30	27	84.823
8	25.133	50.2645	64	0.39	28	87.962
9	28.274	63.6173	81	0.50	29	91.106
10	31.416	78.5398	100	0.62	30	94.248
11	34.558	95.0332	121	0.75	31	97.389
12	37.699	113.097	144	0.89	32	100.531
13	40.841	132.732	169	1.04	33	103.673
14	43.982	153.938	196	1.21	34	106.814
15	47.124	176.715	225	1.39	35	109.956
16	50.265	201.062	256	1.58	36	113.097
17	53.407	226.980	289	1.78	37	116.239
18	56.549	254.469	324	2.00	38	119.381
19	59.690	283.529	361	2.23	39	122.522
20	62.832	314.159	400	2.47	40	125.664

# ACEROS

Peso en kilos por metro, y sección en mm<sup>2</sup> de las barras redondas y cuadradas

Diametro D mm.	Longitud de la circunferencia de diámetro D mm.	Peso en Kgs. x metro en mm <sup>2</sup>	Sección en mm <sup>2</sup>		Peso en Kgs. x metro en mm <sup>2</sup>					
			Diametro D mm.	Longitud de la circunferencia de diámetro D mm.						
41	128.805	1320.25	1.681	10.36	13.20	61	191.64	292.47	22.94	29.21
42	131.51	1385.44	1.764	10.88	13.85	62	194.78	3019.07	3.844	30.18
43	135.09	1452.20	1.849	11.40	14.51	63	197.92	3117.25	3.969	24.47
44	138.23	1520.58	1.936	11.94	15.20	64	201.06	3216.99	4.069	32.15
45	141.37	1590.43	2.025	12.48	15.90	65	204.20	3318.31	4.225	26.05
46	144.51	1616.90	2.116	13.05	16.61	66	207.35	3421.19	4.356	26.86
47	147.65	1734.94	2.209	13.62	17.34	67	210.49	3525.65	4.489	27.68
48	150.80	1809.56	2.304	14.21	18.09	68	213.63	3631.68	4.624	28.51
49	153.94	1885.74	2.401	14.80	18.85	69	216.77	3739.28	4.761	29.35
50	157.08	1963.50	2.500	15.41	19.63	70	219.91	3848.45	4.900	30.21
51	170.22	2042.82	2.601	16.04	20.42	71	223.05	3959.19	5.041	31.08
52	163.36	2123.72	2.704	16.67	21.23	72	226.19	4071.50	5.184	31.96
53	166.50	2206.18	2.809	17.32	22.05	73	229.34	4185.39	5.329	32.86
54	169.65	2290.22	2.916	17.98	22.89	74	232.48	4300.84	5.476	33.76
55	172.79	2375.83	3.025	18.65	23.75	75	235.62	4417.86	5.625	34.68
56	175.93	2463.01	3.136	19.33	24.62	76	238.76	4536.46	5.776	35.61
57	179.07	2551.76	3.249	20.03	25.50	77	241.90	4656.63	5.929	36.55
58	182.21	2642.08	3.364	20.74	26.41	78	245.04	4778.19	6.034	37.51
59	185.35	2733.97	3.481	21.46	27.33	79	248.19	4891.67	6.241	38.48
60	188.50	2827.43	3.600	22.20	28.26	80	251.33	5026.55	6.400	39.46
										50.24

# ACEROS

Peso en kilos por metro, y sección en mm<sup>2</sup> de las barras redondas y cuadradas

Diametro D mm.	Longitud de la circunferencia de diámetro D mm.	Peso en Kgs. x metro en mm <sup>2</sup>	Sección en mm <sup>2</sup>		Peso en Kgs. x metro en mm <sup>2</sup>					
			Diametro D mm.	Longitud de la circunferencia de diámetro D mm.						
81	254.47	5153.00	6.561	40.45	51.50	101	317.30	8011.85	10.201	62.89
82	257.61	5281.02	6.774	41.46	52.78	102	320.44	8171.28	10.404	64.14
83	260.75	5410.61	6.889	42.47	54.08	103	323.58	8332.29	10.609	65.41
84	263.89	5441.77	7.036	43.50	55.39	104	326.73	8494.87	10.816	66.68
85	267.04	5674.50	7.225	44.54	56.72	105	329.87	8559.61	11.025	67.97
86	270.18	5808.80	7.396	45.60	58.06	106	333.01	8824.73	11.236	69.27
87	273.32	5944.68	7.569	46.67	59.42	107	336.15	8992.02	11.449	70.59
88	276.46	6082.12	7.744	47.74	60.79	108	339.29	9160.88	11.664	71.91
89	279.60	6221.14	7.921	48.84	62.18	109	342.43	9331.32	11.881	73.25
90	282.74	6361.73	8.100	49.94	63.59	110	345.58	9503.32	12.100	74.60
91	285.88	6503.88	8.281	51.06	65.01	111	348.72	9676.89	12.321	75.96
92	289.03	6647.61	8.464	52.18	66.44	112	351.86	9852.03	12.544	77.34
93	292.17	6792.91	8.649	53.32	67.89	113	355.00	10028.70	12.769	78.73
94	295.31	6939.78	8.836	54.48	69.36	114	358.14	10207.12	12.996	80.13
95	298.45	7088.22	9.025	55.64	70.85	115	361.28	10386.9	13.225	81.54
96	301.59	7238.23	9.216	56.82	72.35	116	364.42	10568.3	13.456	82.96
97	304.73	7389.84	9.409	58.01	73.86	117	367.57	10751.83	13.689	84.40
98	307.88	7542.96	9.604	59.21	75.39	118	370.71	10935.9	13.924	85.85
99	311.02	7687.69	9.801	60.43	76.94	119	373.85	11122.0	14.161	87.31
100	314.16	7853.98	10.000	61.65	78.50	120	376.99	11309.7	14.400	88.78

# ACEROS

Peso en kilos por metro, y sección en mm<sup>2</sup> de las barras redondas y cuadradas

D Dímetro o lado D mm.	Longitud de la circularidad = D de diá. Circunferencia = D lado D mm.	Peso en Kgs. x metro en Kgs. x metro Sección en mm <sup>2</sup>	Peso en Kgs. x metro en Kgs. x metro Sección en mm <sup>2</sup>		Peso en Kgs. x metro en Kgs. x metro Sección en mm <sup>2</sup>						
			D Dímetro o lado D mm.	Longitud de la circularidad = D de diá. Circunferencia = D lado D mm.							
121	380.13	11499.0	14.641	90.27	114.93	141	442.96	1561.45	19.881	122.57	156.07
122	383.27	11689.9	14.884	91.77	116.84	142	446.11	1583.68	20.164	124.32	158.29
123	386.42	11882.3	15.129	93.28	118.76	143	449.15	1606.00	20.449	126.08	160.52
124	389.56	12076.3	15.376	94.80	120.70	144	452.39	1628.61	20.736	127.85	162.78
125	392.70	12271.9	15.625	96.33	122.66	145	455.53	1651.30	21.025	129.63	165.05
126	395.84	12469.0	15.876	97.88	124.63	146	458.67	1674.15	21.316	131.42	167.33
127	398.98	12667.7	16.124	99.44	126.61	147	461.81	16971.7	21.609	133.23	169.63
128	402.12	12868.0	16.384	101.01	128.61	148	465.96	17203.4	21.904	135.05	171.95
129	405.27	13069.8	16.641	102.60	130.63	149	468.10	17436.7	22.201	136.88	174.28
130	408.41	13273.3	16.900	104.20	132.67	150	471.24	17671.5	22.500	138.72	176.63
131	411.55	13478.2	17.161	105.80	134.71	151	474.38	17907.9	22.801	140.58	178.99
132	414.69	13684.8	17.424	107.43	136.78	152	477.52	18145.8	23.104	142.44	181.37
133	417.83	13892.9	17.689	109.06	138.86	153	480.66	18385.4	23.409	144.33	183.76
134	420.97	14102.6	17.956	110.71	140.95	154	483.81	18626.5	23.716	146.22	186.17
135	424.12	14313.9	18.225	112.36	143.07	155	486.95	18869.2	24.025	148.12	188.60
136	427.26	14526.7	18.496	114.03	145.19	156	490.09	19113.4	24.336	150.04	191.04
137	430.40	14741.2	18.769	115.72	147.34	157	493.23	19159.3	24.649	151.97	193.49
138	433.54	14957.2	19.044	117.41	149.50	158	496.37	19460.7	24.964	153.91	195.97
139	436.68	15174.7	19.321	119.12	151.67	159	499.51	19855.7	25.281	155.87	198.46
140	439.82	15393.8	19.600	120.84	153.86	160	502.65	20106.2	25.600	157.83	200.96

# ACEROS

Peso en kilos por metro, y sección en mm<sup>2</sup> de las barras redondas y cuadradas

D Dímetro o lado D mm.	Longitud de la circularidad = D de diá. Circunferencia = D lado D mm.	Peso en Kgs. x metro en Kgs. x metro Sección en mm <sup>2</sup>	Peso en Kgs. x metro en Kgs. x metro Sección en mm <sup>2</sup>		Peso en Kgs. x metro en Kgs. x metro Sección en mm <sup>2</sup>						
			D Dímetro o lado D mm.	Longitud de la circularidad = D de diá. Circunferencia = D lado D mm.							
161	505.80	20358.3	25.921	159.81	203.5	181	568.63	2570.4	32.761	201.98	259.2
162	508.94	20612.0	26.244	161.80	206.0	182	571.77	26015.5	33.124	204.2	260.0
163	512.08	20867.2	26.569	163.81	208.6	183	574.91	26302.2	33.489	206.5	262.9
164	515.22	21124.1	26.896	165.82	211.1	184	578.05	26590.4	33.856	208.7	265.8
165	518.36	21382.5	27.225	178.18	217.3	185	189.19	26810.3	34.225	211.0	268.7
166	521.50	21642.4	27.556	169.89	216.3	186	584.34	27171.6	34.596	213.3	271.6
167	524.65	21904.2	27.889	171.95	218.9	187	587.48	27446.4	34.969	215.6	274.5
168	527.79	22167.1	28.224	174.01	221.6	188	590.62	27759.2	35.344	217.9	277.5
169	530.93	22431.8	28.561	176.09	224.2	189	593.76	28055.2	35.721	220.2	280.4
170	534.07	22698.0	28.900	188.81	226.9	190	596.90	28352.9	36.100	222.6	283.4
171	537.21	22965.8	29.241	180.28	229.5	191	600.04	28652.1	36.484	224.9	286.4
172	540.35	23235.2	29.584	182.40	232.2	192	603.19	28925.9	36.864	227.3	289.4
173	543.50	23506.2	29.929	184.52	234.9	193	606.33	29253.3	37.249	229.7	292.4
174	546.64	23778.7	30.276	186.66	237.7	194	609.47	29559.4	37.636	232.2	295.4
175	549.78	24052.8	30.625	188.81	240.4	195	612.61	29848.8	38.025	234.4	298.5
176	552.92	24328.5	30.976	190.98	243.2	196	615.75	30171.9	38.416	236.9	301.6
177	556.06	24605.7	31.329	193.16	245.9	197	618.89	30480.5	38.809	239.3	304.7
178	559.20	24884.6	31.684	195.34	248.7	198	622.04	30790.7	39.204	241.7	307.8
179	562.35	25164.9	32.041	197.55	251.5	199	625.18	31020.6	39.601	244.2	310.9
180	565.49	25446.9	32.400	199.76	254.3	200	628.32	31415.9	40.000	246.6	314.0

# CHAPAS DE ALUMINIO

## PESO POR METRO CUADRADO

ESPESOR mm.	PESO Kgs.						
0.2	0,54	2,1	5,67	4,8	12,96	7,5	20,25
0.25	0,67	2,2	5,94	4,9	13,23	7,6	20,52
0.3	0,81	2,3	6,21	5	13,5	7,7	20,79
0.35	0,94	2,4	6,48	5,1	13,77	7,8	21,06
0.4	1,08	2,5	6,75	5,2	14,04	7,9	21,33
0.45	1,21	2,6	7,02	5,3	14,31	8	21,6
0.5	1,35	2,7	7,29	5,4	14,58	8,1	21,87
0.55	1,48	2,8	7,56	5,5	14,85	8,2	22,14
0.6	1,62	2,9	7,83	5,6	15,12	8,3	22,41
0.65	1,75	3	8,1	5,7	15,39	8,4	22,68
0.7	1,89	3,1	8,37	5,8	15,66	8,5	22,95
0.75	2,02	3,2	8,64	5,9	15,93	8,6	23,22
0.8	2,16	3,3	8,91	6	16,2	8,7	23,49
0.85	2,29	3,4	9,18	6,1	16,47	8,8	23,76
0.9	2,43	3,5	9,45	6,2	16,74	8,9	24,03
0.95	2,56	3,6	9,72	6,3	17,01	9	24,30
1	2,7	3,7	9,99	6,4	17,28	9,1	24,57
1,1	2,97	3,8	10,26	6,5	17,55	9,2	24,84
1,2	3,24	3,9	10,53	6,6	17,82	9,3	25,11
1,3	3,51	4	10,8	6,7	18,09	9,4	25,38
1,4	3,78	4,1	11,07	6,8	18,36	9,5	25,65
1,5	4,05	4,2	11,34	6,9	18,63	9,6	25,92
1,6	4,32	4,3	11,61	7	18,9	9,7	26,19
1,7	4,59	4,4	11,88	7,1	19,17	9,8	26,46
1,8	4,86	4,5	12,15	7,2	19,44	9,9	26,73
1,9	5,13	4,6	12,42	7,3	19,71	10	27
2	5,4	4,7	12,69	7,4	19,98		

# PESOS DE LOS TUBOS DE HIERRO FORJADO PARA AGUA, GAS Y CALEFACCION

Diámetro interior en pulgadas	Espesor del Tubo en milímetros	Peso por metro del Tubo en kgs.
1/8	1,9	0,400
1/4	2,1	0,570
3/8	2,3	0,870
1/2	2,7	1,160
5/8	3	1,150
3/4	3	1,720
7/8	3,3	2,250
1"	3,3	2,440
1 1/4	3,7	3,400
1 1/2	3,9	4,200
1 3/4	4	4,600
2"	4,3	5,800
2 1/4	4,5	6,800
2 1/2	4,7	7,700
2 3/4	4,8	8,900
3"	5	10
3 1/2	5,3	11,500
4"	5,3	13,500

NOTA. — Los Tubos se clasifican midiendo su interior; entre la fabricación Inglesa y la de los demás países que tienen adoptado el sistema métrico, existe una pequeña diferencia en la denominación.

Ejemplo: Un Tubo de fabricación Inglesa de 1/4" en dimensiones métricas, se conoce por Tubo de 8 x 13.

**Peso de los Tubos de Plomo en kgs. por m. lineal**

Diámetro interior del Tubo mm.	ESPESOR EN MILIMETROS					
	3	4	5	6	8	9
20	2,400	3,400	4,400			
30	3,500	4,800	6,200			
40	4,600	6,300	8,000			
50	5,700	7,700	9,800	12,000	14,800	18,100
60	7,800	9,100	11,600	14,000	17,900	22,000
70	8,900	10,500	13,400	16,300	22,200	25,300
80	9,900	12,000	15,000	18,500	23,100	28,100
90	10,000	13,400	16,800	20,600	27,900	31,800
100	12,100	14,800	18,600	22,600	30,800	35,000
110	13,100	16,300	20,000	24,900	33,600	38,200
120	14,200	17,700	22,200	27,100	36,500	41,400
130	15,300	19,100	24,000	29,100	39,300	44,600
140	16,400	20,500	25,700	31,200	42,200	47,800
150		22,200	27,500	33,300	45,000	51,000
160				35,400	47,900	54,200
170				37,600	50,600	57,500
180				39,700	53,600	60,700

**TUBOS DE COBRE (Fabricación normal)**

Diámetro interior mm.	ESPESOR EN MILIMETROS					
	1	1,5	2	2,5	3	4
10	0,300	0,500	0,700			
15	0,500	0,700	1,000			
20	0,600	1,000	1,300	1,600		
25	0,800	1,200	1,700	2,100		
30	1,000	1,500	2,000	2,500		
35	1,100	1,700	2,300	2,900		
40	1,300	1,900	2,600	3,200		
45	1,400	2,100	2,900	3,600		
50	1,600	2,400	3,200	4,000		
55	1,700	2,600	3,500	4,400		
60	1,900	2,800	3,800	4,800	5,700	7,600
65	2,000	3,000	4,100	5,100	6,100	8,030
70	2,200	3,300	4,400	5,600	6,700	8,820
75	2,400	3,600	4,800	6,000	7,200	9,380
80	2,500	3,800	5,100	6,400	7,600	9,950
90	2,800	4,300	5,700	7,100	8,600	11,080
100	3,100	4,700	6,300	7,900	9,400	12,210
110	3,500	5,200	6,900	8,600	10,300	13,340
120	3,800	5,700	7,500	9,400	11,400	14,480
130				10,200	13,300	15,600
140				11,000	13,200	16,730
150					14,000	17,880
160					15,000	19,000
180					16,800	21,260

# TUBOS DE FUNDICION (tipo corriente)

## PESO POR METRO LINEAL

Diámetro interior en mm.	Espesor para 6 a 7 ATM mm.	Diámetro de la Brida mm.	Espesor de la Brida mm.	Núm. de agujeros	Diámetro de los agujeros	Largo- tud de un tubo metros	Peso por metro kilogramos
40	8	150	18	4	13	2	10,7
50	8	160	18	4	15,5	2	12,8
60	8,5	175	19	4	15,5	3	15
70	8,5	185	19	4	15,5	3	17,1
80	9	200	20	4	15,5	3	20,5
90	9	215	20	4	15,5	3	23
100	9	230	20	4	19	3	25,5
125	10	260	21	4	19	3	33
150	10	290	22	6	19	3	41
175	10,5	320	22	6	19	3	50
200	11	350	23	6	19	3	60
225	11,5	370	23	6	19	3	69
250	12	400	24	8	19	3	80
275	12,5	425	25	8	19	3	91
300	13	450	25	8	19	3	102
325	13,5	490	26	10	22,5	3	114
350	14	520	26	10	22,5	3	125
375	14	550	27	10	22,5	3	138
400	14,5	575	27	10	22,5	3	152
425	15	600	28	12	22,5	3	161
450	15	630	28	12	22,5	3	180
475	15,5	655	29	12	22,5	3	194
500	16	680	30	12	22,5	3	208
550	16,5	740	33	14	26	3	241
600	17	790	33	16	26	3	271
650	18	850	33	18	26	3	305
700	19	900	33	18	26	3	345
750	20	950	33	20	26	3	383
800	21	1020	36	20	29,5	3	432
900	22,5	1120	36	22	29,5	3	522
1000	24	1220	36	24	29,5	3	624

## Peso de los tubos de latón en kgs. por metro lineal

Diámetro interior mm.	ESPESOR EN MILÍMETROS						
	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4
20	0,590	0,920	1,280	1,650	2,080		
25	0,720	1,120	1,550	2,200	2,490		
30	0,890	1,320	1,810	2,330	2,880		
35	0,980	1,520	2,080	2,530	3,280	3,920	
40	1,120	1,720	2,350	2,870	3,680	4,400	
45	1,180	1,920	2,610	3,200	4,010	4,860	
50	1,280	2,120	2,880	3,670	4,480	5,300	
55	1,490	2,320	3,150	4,000	4,890	5,800	6,700
60	1,560	2,540	3,410	4,350	5,280	6,260	7,250
65	1,760	2,740	3,680	4,670	5,730	6,730	7,800
70					6,080	7,200	8,350
75					6,480	7,740	8,860
80					6,880	8,100	9,380
85					7,380	8,650	9,900
90						9,060	10,460
100						10,000	11,500
110						10,900	12,600
120						11,880	13,660

## Peso de los hilos de cobre

Diámetro en mm.	Sección en mm²	Peso en kgs. por 1.000 metros	Diámetro en mm.	Sección en mm²	Peso en kgs. por 1.000 metros
0,1	0,0079	0,0699	1,1	0,9503	8,458
0,2	0,0314	0,2796	1,2	1,1310	10,066
0,3	0,0707	0,6291	1,3	1,3273	11,813
0,4	0,1257	1,1184	1,4	1,5394	13,200
0,5	0,1963	1,7475	1,5	1,7671	15,728
0,6	0,2827	2,5164	1,6	2,0106	17,895
0,7	0,3848	3,4251	1,7	2,2698	20,201
0,8	0,5027	4,4736	1,8	2,5447	22,684
0,9	0,6362	5,6619	1,9	2,8353	25,234
1,0	0,7854	6,990	2,0	3,1416	27,960

## Peso de los hilos de cobre

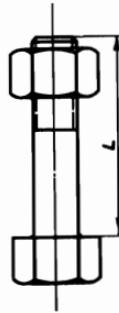
Diámetro en mm.	Sección en mm <sup>2</sup>	Peso en kgs. por 1.000 metros	Diámetro en mm.	Sección en mm <sup>2</sup>	Peso en kgs. por 1.000 metros
2,1	3,4636	30,826	4,3	14,5220	129,24
2,2	3,8013	33,832	4,4	15,2053	135,33
2,3	4,1548	36,977	4,5	15,9043	141,55
2,4	4,5239	40,263	4,6	16,6190	147,91
2,5	4,9087	43,688	4,7	17,3494	154,41
2,6	5,3093	47,253	4,8	18,0956	161,05
2,7	5,7256	50,957	4,9	18,8574	167,83
2,8	6,1575	54,802	5,0	19,6350	174,75
2,9	6,6052	58,786	5,1	20,4282	181,81
3,0	7,0696	62,910	5,2	21,2372	189,01
3,1	7,5477	67,174	5,3	22,0618	196,35
3,2	8,0425	75,578	5,4	29,9022	203,83
3,3	8,5530	76,122	5,5	23,7583	211,45
3,4	9,0792	80,805	5,6	24,6301	219,21
3,5	9,6211	85,628	5,7	25,7166	227,11
3,6	10,1788	90,591	5,8	26,4208	235,14
3,7	10,7521	95,694	5,9	27,3397	243,32
3,8	11,3412	100,94	6,0	28,2743	251,64
3,9	11,9459	106,32	6,1	29,2247	260,10
4,0	12,5664	111,84	6,2	30,1907	268,70
4,1	13,2025	117,50	6,3	31,1725	277,43
4,2	13,8544	123,30	6,4	32,1699	286,31

## Alambre de aluminio

### PESO POR 1.000 METROS

Diámetro en mm.	Peso kgs.	Sección en mm <sup>2</sup>
1,0	2,10	0,7854
1,5	4,72	1,7671
2	8,4	3,1416
2,5	13,12	4,9087
3	18,9	7,0686
3,5	25,72	9,6211
4	33,6	12,5664
4,5	42,5	15,9043
5	52,5,	19,6350
5,5	63,5	23,7583
6	75,6	28,2743
6,5	88,7	33,1831
7	102,9	38,4845
7,5	118	44,1786
8	134	50,0685
8,5	151	56,7450
9	170	63,6173
9,5	189	70,8222
10	210	78,5398
11	254	95,03
12	302	113,10
13	354	132,73
14	411	153,94
15	472	176,71
16	537	201,06
17	606	226,98

# Peso de tornillos de hierro forjado con rosca Sistema «Whitworth» corriente



Este peso se refiere a tornillo con su tuerca, según se indica en el dibujo.

## PESO EN KILOGRAMOS

Longitud L en pulgadas	DIAMETRO DEL TORNILLO												
	1/4	3/8	1/2	5/8	3/4	7/8	1"	1 1/8	1 1/4	1 3/8	1 1/2	1 5/8	1 3/4
3/4	0.014	0.035	0.079										
7/8	0.015	0.040	0.082										
1"	0.016	0.042	0.085	0.157									
1 1/8	0.017	0.044	0.085	0.157	0.251								
1 1/4	0.018	0.045	0.092	0.161	0.257	0.385							
1 5/8	0.019	0.047	0.095	0.166	0.265	0.394	0.558						
1 3/8	0.019	0.052	0.104	0.177	0.277	0.408	0.572	0.730					
1 1/2	0.020	0.056	0.110	0.187	0.291	0.427	0.599	0.762	1.057				
2"	0.021	0.059	0.117	0.197	0.306	0.446	0.671	0.794	1.103	1.407			
2 1/8	0.023	0.063	0.123	0.207	0.320	0.463	0.649	0.826	1.114	1.452	1.825		

NOTA — Las longitudes dadas son las de fabricación normal.

## DIAMETRO DEL TORNILLO

Longitud L en pulgadas	DIAMETRO DEL TORNILLO												
	1/4	3/8	1/2	5/8	3/4	7/8	1"	1 1/8	1 1/4	1 3/8	1 1/2	1 5/8	1 3/4
2 1/8	0.024	0.066	0.129	0.217	0.334	0.481	0.671	0.858	1.180	1.502	1.870	2.165	
2 3/4	0.026	0.070	0.136	0.227	0.348	0.503	0.699	0.884	1.216	1.548	1.929	2.229	2.664
3"	0.028	0.074	0.142	0.236	0.363	0.522	0.721	0.921	1.262	1.598	1.997	2.297	2.742
3 1/2	0.031	0.088	0.155	0.256	0.391	0.559	0.776	0.985	1.339	1.693	2.111	2.428	2.896
4"	0.034	0.088	0.167	0.276	0.419	0.599	0.830	1.048	1.421	1.788	2.224	2.565	3.050
4 1/2	0.036	0.094	0.180	0.296	0.448	0.635	0.876	1.112	1.498	1.884	2.324	2.696	3.205
5"	0.040	0.102	0.193	0.317	0.476	0.676	0.926	1.180	1.575	1.988	2.451	2.832	3.359
5 1/2	0.044	0.108	0.206	0.325	0.503	0.712	0.976	1.243	1.657	2.074	2.551	2.964	3.513
6"	0.047	0.116	0.218	0.361	0.521	0.763	1.018	1.307	1.734	2.170	2.678	3.096	3.668
6 1/2	0.050	0.123	0.231	0.375	0.568	0.789	1.075	1.371	1.816	2.265	2.792	3.232	3.822
7"	0.053	0.130	0.246	0.394	0.590	0.830	1.125	1.434	1.893	2.360	2.905	3.364	3.977
7 1/2	0.056	0.137	0.256	0.414	0.617	0.867	1.167	1.498	1.970	2.456	3.005	3.503	4.131
8"	0.059	0.144	0.269	0.434	0.644	0.908	1.225	1.561	2.052	2.551	3.132	3.632	4.285
8 1/2	0.063	0.151	0.282	0.454	0.671	0.944	1.280	1.639	2.129	2.686	3.246	3.763	4.440
9"	0.066	0.158	0.295	0.472	0.703	0.985	1.330	1.688	2.210	2.742	3.359	3.889	4.594
9 1/2	0.071	0.165	0.307	0.490	0.730	1.021	1.380	1.742	2.288	2.837	3.459	4.031	4.748
10"	0.072	0.172	0.320	0.513	0.758	1.062	1.430	1.816	2.365	2.952	3.568	4.167	4.907
11"	0.078	0.186	0.345	0.549	0.817	1.139	1.529	1.943	2.524	3.123	3.813	4.431	5.216
12"	0.085	0.190	0.371	0.590	0.871	1.216	1.643	2.070	2.683	3.314	4.040	4.698	5.525

NOTA — Las longitudes dadas son las de fabricación normal.

**Peso de tuercas y arandelas  
de hierro forjado para tornillos  
Sistema «WHITWORTH»**

Diámetro del Tornillo	Peso en kgs. por Tuerca	Peso en kgs. por Arandela
$\frac{1}{4}$	0,006	0,003
$\frac{5}{16}$	0,010	0,004
$\frac{3}{8}$	0,016	0,007
$\frac{7}{16}$	0,023	0,009
$\frac{1}{2}$	0,034	0,013
$\frac{5}{8}$	0,060	0,018
$\frac{3}{4}$	0,097	0,036
$\frac{7}{8}$	0,143	0,049
1"	0,208	0,058
$1\frac{1}{8}$	0,287	0,062
$1\frac{1}{4}$	0,383	0,074
$1\frac{3}{8}$	0,484	0,113
$1\frac{1}{2}$	0,626	0,170
$1\frac{5}{8}$	0,760	0,196
$1\frac{3}{4}$	0,932	0,247
$1\frac{7}{8}$	1,225	0,275
2"	1,388	0,345
$2\frac{1}{4}$	1,983	0,488
$2\frac{1}{2}$	2,620	0,586
$2\frac{3}{4}$	3,224	0,800
3"	5,095	1,120

**NOTA.** — Las Tuercas de la serie Rosca Fina pesan aproximadamente igual.

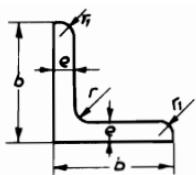
Para dimensiones véase tabla en sistema general de roscas.

# REMACHES

**Peso por cien cabezas  
(APROXIMADO)**

CABEZA ESFERICA		CABEZA AVELLANADA	
Diámetro del remache mm.	Peso por cien cabezas kgs.	Diámetro del remache mm.	Peso por cien cabezas kgs.
6	0,210	6	0,185
8	0,425	8	0,415
10	0,765	10	0,835
12	1,295	12	1,385
14	2,175	14	2,290
16	3,185	16	3,370
18	4,225	18	4,550
20	6,090	20	6,700
24	10,750	24	11,450
30	20,200	30	22,800

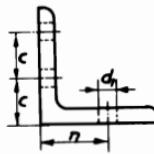
Estos datos solo se refieren a la cabeza, para calcular el peso del cuerpo del remache, véase fórmula para pesos de hierros redondos.



## ANGULARES DE LADOS IGUALES

L	DIMENSIONES EN mm.				Sección cm <sup>2</sup>	Peso por metro P kilogramos
	b	e	r	r <sub>1</sub>		
<u>15</u> <u>15</u>	15	3	8,5	2	0,82	0,64
		4			1,05	0,82
<u>20</u> <u>20</u>	20	3	3,5	2	1,12	0,88
		4			1,45	1,14
<u>25</u> <u>25</u>	25	3	3,5	2	1,42	1,12
		4			1,85	1,45
<u>30</u> <u>30</u>	30	3	5	2,5	1,73	1,36
		5			2,78	2,19
<u>35</u> <u>35</u>	35	4	5	2,5	2,67	2,10
		6			3,87	3,04
<u>40</u> <u>40</u>	40	4	6	3	3,08	2,42
		6			4,48	3,52
		8			5,80	4,55

Perfiles de «Altos Hornos de Vizcaya»  
BILBAO



Para o hasta 100 mm., una fila de agujeros.

Para b > 100 mm., dos filas de agujeros, colocados al tresbolillo.

## ANGULARES DE LADOS IGUALES

L	DIMENSIONES EN mm.				Sección cm <sup>2</sup>	Peso por metro P kgs.	n mm.	n <sub>1</sub> mm.	d <sub>1</sub> mm.
	b	e	r	r <sub>1</sub>					
<u>45</u> <u>45</u>	45	5			4,30	3,38	25	—	11
		7			5,86	4,60			
		9			7,34	5,76			
<u>50</u> <u>50</u>	50	5			4,80	3,77	30	—	14
		7			6,56	5,15			
		9			8,24	6,47			
<u>55</u> <u>55</u>	55	6			6,31	4,95	30	—	17
		8			8,23	6,46			
		10			10,07	7,90			
<u>60</u> <u>60</u>	60	6			6,91	5,42	35	—	17
		8			9,03	7,09			
		10			11,07	8,69			
<u>65</u> <u>65</u>	65	7			8,70	6,83	35	—	20
		9			10,98	8,82			
		11			13,17	10,34			
<u>70</u> <u>70</u>	70	7			9,40	7,38	40	—	20
		9			11,90	9,34			
		11			14,30	11,23			

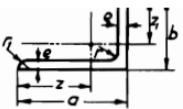
# ANGULARES DE LADOS IGUALES

L	DIMENSIONES EN mm.				Sec- ción cm <sup>2</sup>	Peso por metro P kgs.	n mm.	n <sub>1</sub> mm.	d <sub>1</sub> mm.
	b	e	r	r <sub>1</sub>					
75 75	75	8			11,5	9,03			20
		10	10	5	14,1	11,07	40	—	23
		12			16,7	13,11			23
76 76	76	6,6	7,6	3,3	9,6	7,50			20
		9,3	10,3	4,6	13,2	10,40	40	—	20
80 80	80	8			12,3	9,66			20
		10	10	5	15,1	11,85	45	—	23
		12			17,9	14,05			23
90 90	90	9			15,5	12,17			23
		11	11	5,5	18,7	14,68	50	—	23
		13			21,8	17,11			26
100 100	100	10			19,2	15,07			23
		12	12	6	22,7	17,82	55	—	23
		14			26,2	20,57			26
102 102	102	13			24,8	19,50			23
		16	12	7	30,2	23,80	55	—	26

# ANGULARES DE LADOS IGUALES

L	DIMENSIONES EN mm.				Sec- ción cm <sup>2</sup>	Peso por metro P kgs.	n mm.	n <sub>1</sub> mm.	d <sub>1</sub> mm.
	b	e	r	r <sub>1</sub>					
120 120	120	11			25,4	19,94			23
		13	13	6,5	29,7	23,31	50	30	23
		15			33,9	26,61			26
127 127	127	9,5	10	5	23,2	18,25			23
		12,7	13	7	30,9	24,27			23
		13,2	13	7	32,2	25,31	50	35	23
		14,2	14	7	34,4	27,00			26
140 140	140	16,76	16	8	40,0	31,44			26
		13			35,0	27,48			
		15	15	7,5	40,0	31,40	55	45	26
150 150	150	17			45,0	35,33			
		14			40,3	31,64			
		16	16	8	45,7	35,87	55	55	26
		18			51,0	40,04			

d<sub>1</sub> = Diámetro de los agujeros para remaches y tornillos.



## ANGULARES LADOS DESIGUALES

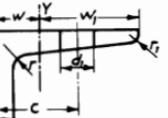
Número del perfil	DIMENSIONES					Sección cm <sup>2</sup>	Peso por metro P kgs.
	a mm.	b mm.	e mm.	r mm.	r <sub>1</sub> mm.		
25 15	25	15	4	3,5	1,7	1,44	1,15
30 20	30	20	4	4	2	1,88	1,48
40 25	40	25	4,5	5	2,5	2,74	2,16
50 40	50	40	5,8	6	3	5,00	3,95
60 30	60	30	4 6	4 4	2 2	3,45 5,05	2,75 3,18
60 45	60	45	5 7	6	3	5,00 6,87	3,90 5,30
60 50	60	50	7 9	8	4	7,40 9,20	5,80 7,22
65 40	65	40	5 7	7	3,5	5,03 6,95	3,94 5,45

## ANGULARES LADOS DESIGUALES

Número del perfil	DIMENSIONES					Sección cm <sup>2</sup>	Peso por metro P kgs.
	a mm.	b mm.	e mm.	r mm.	r <sub>1</sub> mm.		
70 50	70	50	7 9 11	7 9 11	3,5 4,5 5,5	8,00 10,12 12,15	6,28 7,95 9,55
76 64	76	64	7,1 7,25 8,75	7,5 7,5 4	4 4,5	9,40 9,55 11,50	7,40 7,50 9,00
80 50	80	50	6 8 10	6 8 10	3 4 5	7,45 9,97 12,20	5,84 7,80 9,57
90 60	90	60	5 7 9	5 7 9	2,5 3,5 4,5	7,39 10,16 12,89	5,80 7,98 10,12
90 70	90	70	9 11	9 11	4,5 5,5	13,75 16,60	10,80 13,03
90 75	90	75	9 11	9 11	4,5 5,5	14,20 17,15	11,14 13,46

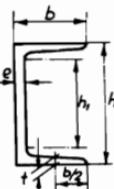
# ANGULARES LADOS DESIGUALES

Número del perfil	DIMENSIONES					Sección cm <sup>2</sup>	Peso por metro P kgs.
	a mm.	b mm.	e mm.	r mm.	r <sub>1</sub> mm.		
<u>100</u> <u>70</u>	100	70	10	10	5	16,17	12,69
			12	12	6	19,17	15,00
			14	14	7	22,02	17,28
<u>100</u> <u>85</u>	100	85	10	10	5	17,65	13,85
			12	12	6	20,90	16,40
<u>110</u> <u>70</u>	110	70	8	8	4	13,75	10,80
<u>110</u> <u>90</u>	110	90	10	10	5	19,15	15,00
			12	12	6	22,80	18,00
<u>120</u> <u>80</u>	120	80	10	10	5	19,10	14,99
			12	12	6	22,70	17,82
<u>125</u> <u>100</u>	125	100	11	11	5,5	23,67	18,58
			13	13	6,5	27,62	21,68
<u>150</u> <u>75</u>	150	75	10	10	5	21,65	16,87
			12	12	6	25,75	20,21



# HIERROS EN U

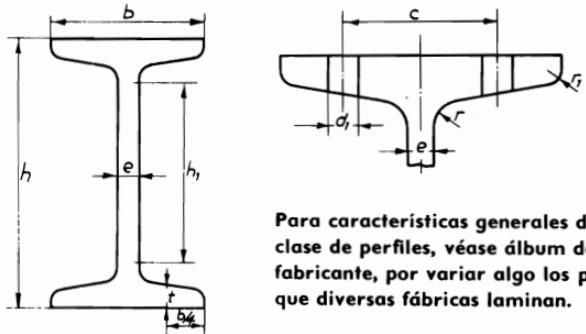
## PESOS y DIMENSIONES



## ALTOS HORNOS DE VIZCAYA

Número del perfil	DIMENSIONES EN MILÍMETROS						Sección cm <sup>2</sup>	Peso por metro P kgs.	c mm.	d <sub>1</sub> mm.
	h	b	e	t - r	r <sub>1</sub>	h <sub>1</sub>				
8	80	45	6	8	4	46	11,0	8,64	25	14
10	100	50	6	8,5	4,5	64	19,5	10,60	30	14
12	120	55	7	9	4,5	82	17,0	13,40	30	17
14	140	60	7	10	5	98	20,4	16,01	35	17
16	160	65	7,5	10,5	5,5	115	24,0	18,84	35	20
18	180	70	8	11	5,5	133	28,0	22,00	40	20
20	200	75	8,5	11,5	6	151	32,2	25,30	40	23
22	220	80	9	12,5	6,5	167	37,4	29,40	45	23
25/ <sub>10</sub>	250	80	10	12,5	6,5	195	42,5	34,00	45	23
25/ <sub>10</sub>	250	100	10	16	8	180	53,7	42,20	55	26
30	300	90	13	14	4	230	60,7	47,65	50	26

d<sub>1</sub> = Diámetro de los agujeros para remaches o tornillos



Para características generales de toda clase de perfiles, véase álbum de cada fabricante, por variar algo los perfiles que diversas fábricas laminan.

## VIGUETAS NORMALES

### PESOS y DIMENSIONES

### ALTOS HORNOS DE VIZCAYA

Número del perfil	DIMENSIONES EN MILÍMETROS					Sección en cm <sup>2</sup>	Peso por metro P kgs.	c mm.	d <sub>1</sub> mm.
	h	b	e - r	t	r <sub>1</sub>				
8	80	42	3,9	5,9	2,3	60	7,58	5,95	22
10	100	50	4,5	6,8	2,7	75	10,6	8,32	26
12	120	58	5,1	7,7	3,1	90	14,2	11,2	30
14	140	66	5,7	8,6	3,4	109	18,3	14,4	34
16	160	74	6,3	9,5	3,8	125	22,8	17,9	38
17 *	175	80	10,0	12,0	5,0	130	36,0	28,40	42
18	180	82	6,9	10,4	4,1	142	27,9	21,9	44
20	200	90	7,5	11,3	4,5	159	33,5	26,3	46

\* Especial.

## VIGUETAS NORMALES

### PESOS Y DIMENSIONES

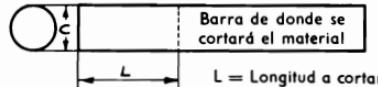
Número del perfil	DIMENSIONES EN MILÍMETROS						Sección en cm <sup>2</sup>	Peso por metro P kgs.	c mm.	d <sub>1</sub> mm.
	h	b	e - r	t	r <sub>1</sub>	h <sub>1</sub>				
22	220	98	8,1	12,2	4,9	175	39,6	31,1	52	17
24	240	106	8,7	13,1	5,2	190	46,1	36,2	56	17
25 *	250	110	10,0	11,7	5,4	200	49,5	38,80	58	20
26	260	113	9,4	14,1	5,6	208	53,4	41,9	58	20
28	280	119	10,1	15,2	6,1	225	61,1	48,0	62	20
30	300	125	10,8	16,2	6,5	240	69,1	54,2	64	20
32	320	131	11,5	17,3	6,9	257	77,8	61,1	70	20
34	340	137	12,2	18,3	7,3	274	86,8	68,1	74	20
36	360	143	13,0	19,5	7,8	290	97,1	76,2	74	23
38	380	149	13,7	20,5	8,2	306	107	84,0	80	23
40	400	155	14,4	21,6	8,6	323	118	92,6	84	23
42 1/2	425	163	15,3	23,0	9,2	343	132	104	86	26
45	450	170	16,2	24,3	9,7	363	147	115	92	26
47 1/2	475	178	17,1	25,6	10,3	388	163	128	96	26
50	500	185	18,0	27,0	10,8	404	180	141	100	26
55	550	200	19,0	30,0	11,9	444	213	187	110	26
60	600	215	21,6	32,4	13,0	485	254	198	120	26

\* Especial.

## CUBICACION DE MATERIALES PARA FORJA Y ESTAMPACION



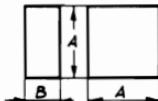
Pieza a construir



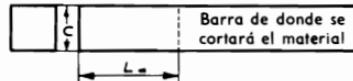
Barra de donde se cortará el material

$L = \text{Longitud a cortar}$

$$\text{Fórmula } L = \frac{0.7854 \times A^2}{0.7854 \times C^2} \times B$$

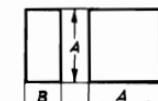


Pieza a construir

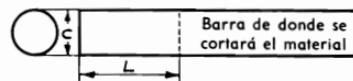


Barra de donde se cortará el material

$$L = \frac{A^2}{C^2} \times B$$



Pieza a construir

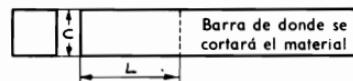


Barra de donde se cortará el material

$$L = \frac{A^2}{0.7854 \times C^2} \times B$$



Pieza a construir



Barra de donde se cortará el material

$$L = \frac{0.7854 \times A^2}{C^2} \times B$$

A la longitud L se aumentará la cantidad correspondiente por la merma que produce la oxidación durante el calentamiento y forjado, según los valores aproximados siguientes. — Acero hasta 15 % C — 7 %, acero 30 % C — 5 % latón 4 % acero cromo níquel 1 % — acero níquel 1,5 %.

## DATOS GENERALES

## Centros protegidos para torneado de piezas

Una de las mayores atenciones que exigen las piezas que deben ponerse entre puntos del torno es un buen centro, para de esta forma asegurar una perfecta centricidad. En todos los torneados, los centros deben hacerse protegidos por un rebaje, según detalles y tabla que a continuación se indican.

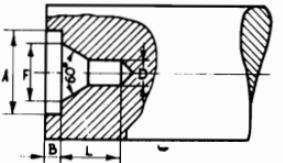
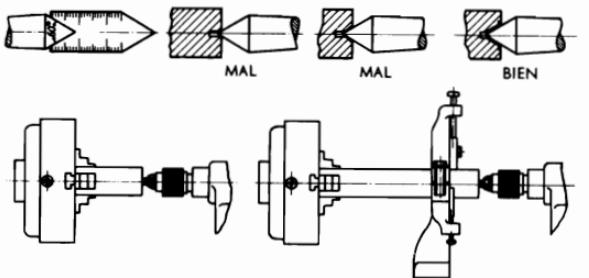


Tabla dando dimensiones para el centraje de piezas

DIAMETRO DE LAS PIEZAS en mm.	D en mm.	F en mm.	L en mm.	A en mm.	B en mm.
Hasta 5	1	2	2.5	3	1
6 a 15	1.5	2.5	3.5	4-6.5	1.5
16 a 35	2	3	5	9	2
36 a 50	2.5	4	6	12	2.5
51 a 75	2.5	5	7.5	15	2.5
76 a 100	3	6	9	18	3
101 a 120	3	7	9	21	3
121 a 140	4	8 *	12	24	4
141 a 150	4	10	12	30	4



## CHAVETAS SISTEMA «WOODRUFF»

Tabla original del inventor

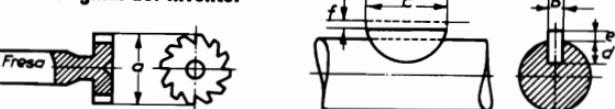
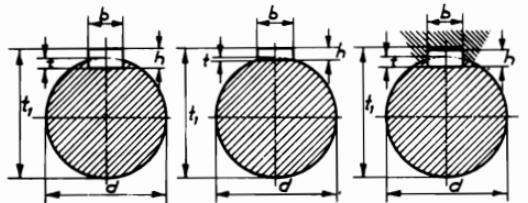


Tabla de dimensiones

Diámetro de la fresa a	Ancho de la chaveta y de la fresa b	Longitud de la chaveta c	Profundidad de la canal d	Altura de la chaveta sobre el eje e	f
1/32"	1/16"	1/2"	11/64"	1/32"	3/64
1/32"	3/32"	1/2"	5/32"	3/64"	1/16
1/2"	1/8"	1/2"	9/64"	1/16"	
5/8"	3/32"	5/8"	13/64"	3/64"	
5/8"	1/8"	5/8"	3/16"	1/16"	
5/8"	5/32"	5/8"	11/64"	5/64"	
5/8"	3/16"	5/8"	5/32"	3/32"	
3/4"	1/8"	3/4"	1/4"	1/16"	
3/4"	5/32"	3/4"	15/64"	5/64"	
3/4"	3/16"	3/4"	7/32"	3/32"	
3/4"	1/4"	3/4"	3/16"	1/8"	1/16
7/8"	5/32"	7/8"	10/64"	5/64"	
7/8"	3/16"	7/8"	9/32"	3/32"	
7/8"	7/32"	7/8"	17/64"	7/64"	
7/8"	1/4"	7/8"	1/4"	1/8"	
1"	3/16"	1"	11/32"	3/32"	
1"	7/32"	1"	21/64"	7/64"	
1"	1/4"	1"	5/16"	1/8"	
1"	5/16"	1"	9/32"	5/32"	
1"	3/8"	1"	1/4"	3/16"	
1.1/8"	3/16"	1.1/8"	25/64"	3/32"	
1.1/8"	7/32"	1.1/8"	3/8"	7/64"	
1.1/8"	1/4"	1.1/8"	23/64"	1/8"	
1.1/8"	5/16"	1.1/8"	21/64"	5/32"	
1.1/4"	3/16"	1.1/4"	29/64"	3/32"	
1.1/4"	7/32"	1.1/4"	7/16"	7/64"	
1.1/4"	1/4"	1.1/4"	27/64"	1/8"	
1.1/4"	5/16"	1.1/4"	25/64"	5/32"	
1.1/4"	3/8"	1.1/4"	23/64"	3/16"	
1.3/8"	1/4"	1.3/8"	15/32"	1/8"	
1.3/8"	5/16"	1.3/8"	7/16"	5/32"	
1.3/8"	3/8"	1.3/8"	13/32"	3/16"	
1.1/2"	1/4"	1.1/2"	33/64"	1/8"	
1.1/2"	5/16"	1.1/2"	31/64"	5/32"	
1.1/2"	3/8"	1.1/2"	29/64"	3/16"	

## Ranuras, chavetas y chaveteros



Diámetro del eje mm.	CHAVETA ENCASTRADA			CHAVETA PLANA			CHAVETA					
	Ancho b	Alto h	Profundidad de la entalla del eje t	Ancho b	Alto h	Altura del rebate t	Ancho b	Alto h	Profundidad de la entalla del eje t1			
10- 12	4	4	2,5	d + 1,5	—	—	—	4	4	2,5	d + 1,7	
12- 17	5	5	3	d + 2	—	—	—	5	5	3	d + 2,2	
17- 22	6	6	3,5	d + 2,5	—	—	—	6	6	3,5	d + 2,7	
22- 30	8	7	4	d + 3	8	4	1	d + 3	8	7	4	d + 3,2
30- 38	10	8	4,5	d + 3,5	10	5	1,5	d + 3,5	10	8	4,5	d + 3,7
38- 44	12	8	4,5	d + 3,5	12	5	1,5	d + 3,5	12	8	4,5	d + 3,7
44- 50	14	9	5	d + 4	14	5	1	d + 4	14	9	5	d + 4,2
50- 58	16	10	5	d + 5	16	6	1	d + 5	16	10	5	d + 5,2
58- 68	18	11	6	d + 5	18	7	2	d + 5	18	11	6	d + 5,3
68- 70	20	12	6	d + 6	20	8	2	d + 6	20	12	6	d + 6,3
78- 92	24	14	7	d + 7	24	9	2	d + 7	24	14	7	d + 7,3
92-110	28	16	8	d + 8	28	10	2	d + 8	28	16	8	d + 8,3
110-130	32	18	9	d + 9	32	11	2	d + 9	32	18	9	d + 9,3
130-150	36	20	10	d + 10	36	13	3	d + 10	36	20	10	d + 10,3
150-170	40	22	11	d + 11	40	14	3	d + 11	40	22	11	d + 11,3
170-200	45	25	13	d + 12	45	16	4	d + 12	45	25	13	d + 12,3

Las chavetas tienen una inclinación de 1 : 100. La medida referente a la altura de la chaveta se refiere a la parte más alta de la cuña.

## Ejes y agujeros con chavetas sólidas y múltiples

### SISTEMAS DE CHAVETAS PARALELAS

#### FORMULAS

$$360^\circ - 2\alpha^\circ$$

$$K = \operatorname{seno} \left( \frac{N}{2} \right) \times D$$

$$\operatorname{seno} \alpha = \frac{A}{2} : \frac{D}{2} = \frac{A}{D}$$

#### DESIGNACION

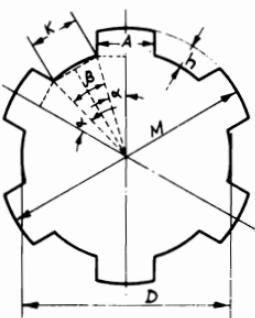
N = Número de chavetas.

A = Ancho de las chavetas.

K = Ancho al fondo de las canales.

D = Diámetro de fondo.

Si el ángulo  $\beta$  es conocido.



\* GRADOS

#### AJUSTE FIJO

$$A = 0,25 \times M$$

$$h = 0,05 \times M$$

$$D = 0,9 \times M$$

#### NORMA USUAL

$$A = 0,25 \times M$$

$$h = 0,075 \times M$$

$$D = 0,850 \times M$$

#### AJUSTE DESLIZANTE

### Sistema de dientes o entallas en forma de V.

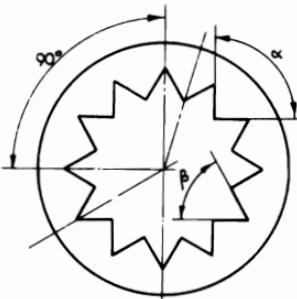
#### FORMULA

$$\beta = \operatorname{Grados} \alpha - \frac{360^\circ}{N}$$

#### EJEMPLO

Calcular el ángulo  $\beta$

siendo el ángulo del diente  $\alpha = 90^\circ$  y n.º de dientes 60

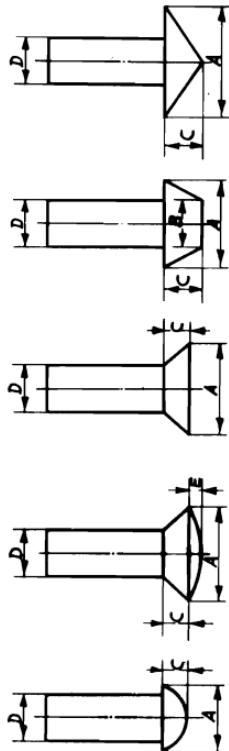
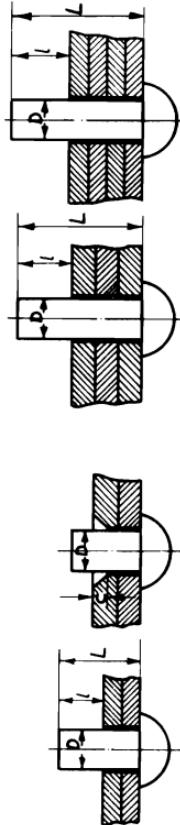


$$\beta = 90^\circ - \frac{360^\circ}{60} = 90^\circ - 6^\circ = 84^\circ$$

# ROBLONES O REMACHES

## FORMULAS NORMALES

Para trabajos de calderería y construcciones metálicas. (Para construcciones navales varian las cabezas de los remaches, según norma de cada constructor.)



## Roblones o remaches. - Fórmulas normales

Para trabajos de calderería y construcciones metálicas

(Para construcciones navales, varían las cabezas de los remaches s/ norma de cada constructor)

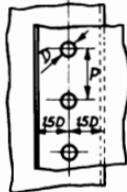
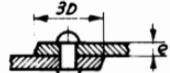
Cabeza esférica Fórmula $A = 1,75 \times D$ $C = 0,75 \times D$	
Cabeza avellanada (o fresada) Fórmula $A = 1,839 \times D$ $C = 0,5 \times D$ $E = 0,16 \times D$ En remaches con cabeza «gota de sebo».	
Cabeza cónica Fórmula $A = 1,75 \times D$ $B = 0,9375 \times D$ $C = 0,875 \times D$	
En las construcciones metálicas la cabeza esférica de los remaches es algo menor que la empleada en trabajos de calderería, siendo la fórmula $A = 1,6 \times D$ $C = 0,638 \times D$	
Angulos de los remaches avellanados	
Diámetro D mm.      Grados del ángulo	
1 a 16	75°
17 a 25	60°
26 a 44	45°

L = Longitud total.  
I = Longitud necesaria para remachar.  
D = Diámetro del remache.

Fórmula para dos espesores Cabeza esférica $I = D \times 1,5$ Remachado a mano. $I = D \times 1,7$ Remachado a máquina.
Fórmula para tres espesores Cabeza esférica $I = D \times 1,53$ Remachado a mano. $I = D \times 1,72$ Remachado a máquina.
Fórmula para cuatro espesores Cabeza esférica $I = D \times 1,57$ Remachado a mano. $I = D \times 1,73$ Remachado a máquina.
Remachado en chapa para cabeza avellanada (o fresada) Fórmula $c = 0,5 \times D$ $A = 1,839 \times D$ $I = 0,7 \times D$ . Longitud necesaria para remachar.
<b>NOTAS</b> Longitud total del remache = $I + E$ - peso de las chapas. El agujero debe ser mayor que el remache, según la siguiente fórmula: $D \times 1,06 =$ Diámetro del agujero

## REMACHADO

### Remachado de simple cortadura

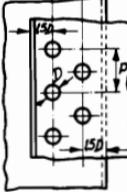


Para Acero Dulce  $D = e + 10$

Para Acero Tenaz  $D = e + 11$

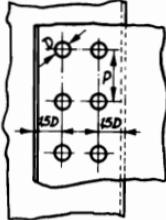
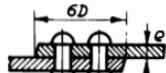
Para Acero Dulce  $P = 2.25 \times D$

Para Acero Tenaz  $P = 2.125 \times D$

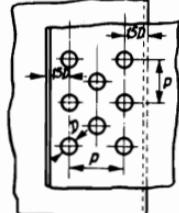


Para Acero Dulce  $D = e + 8; P = 3.25 D$

Para Acero Tenaz  $D = e + 10; P = 3 D$



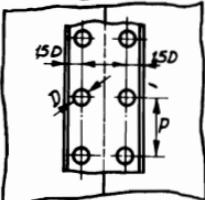
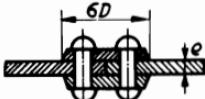
Para Acero Dulce  $D = e + 7; P = 2.75 D$   
Para Acero Tenaz  $D = e + 8; P = 2.5 D$



$P = 3 D + 22$

## REMACHADO

### Remachado doble cortadura

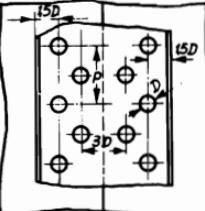
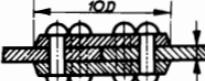
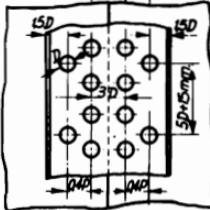
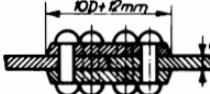


Para Acero Dulce

$D = e + 6.5; P = 2.75 D$

Para Acero Tenaz

$D = e + 4.75; P = 2.5 D$

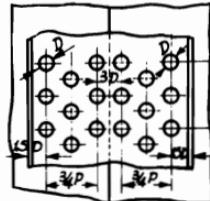


Para Acero Dulce

$D = e + 4.75; P = 4.5 D$

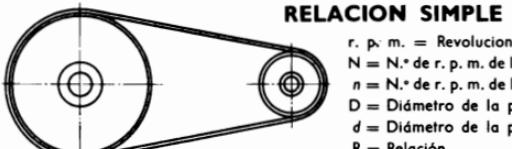
Para Acero Tenaz

$D = e + 6.5; P = 4 D$



$P = 6 D + 20 \text{ mm.}$

# Transmisión por correa. Cálculo general



## RELACION SIMPLE

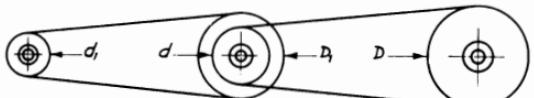
r. p. m. = Revoluciones por minuto.  
N = N.º de r. p. m. de la polea mayor.  
n = N.º de r. p. m. de la polea menor.  
D = Diámetro de la polea mayor.  
d = Diámetro de la polea menor.  
R = Relación.

$$R = \frac{D}{d} = \frac{n}{N} \quad D = \frac{d \times n}{N} \quad d = \frac{D \times N}{n} \quad N = \frac{d \times n}{D} \quad n = \frac{D \times N}{d}$$

### Ejemplo:

$$D = 900 \text{ mm.} \quad N = 300 \text{ mm.} \quad d = 150 \text{ mm.} \quad n = \frac{900 \times 300}{150} = 1.800$$

## RELACION COMPLEJA



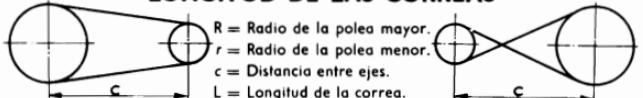
$$D \times D_1 \times N = d \times d_1 \times n, \quad \text{de donde,} \quad \frac{n}{N} = \frac{D \times D_1}{d \times d_1}$$

### Ejemplo:

$$D = 1.800 \text{ mm.} \quad D_1 = 1.600 \text{ mm.} \quad d = 600 \text{ mm.} \quad d_1 = 400 \text{ mm.} \quad N = 120$$

$$n = \frac{D \times D_1}{d \times d_1} \times N = \frac{1.800 \times 1.600}{600 \times 400} \times 120 = 1.440$$

## LONGITUD DE LAS CORREAS



### CORREA NORMAL

$$L = \pi \times (R + r) + 2 \times c + \frac{(R - r)^2}{c} \quad L = \pi \times (R + r) + 2 \times c + \frac{(R + r)^2}{c}$$

Aprox.

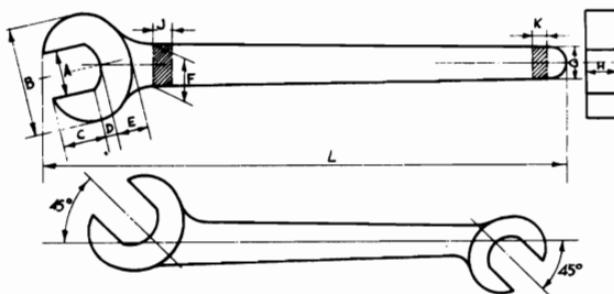
Aprox.

## CAPACIDAD DE TRANSMISION DE UN ARBOL CON RELACION AL NUMERO DE REVOLUCIONES

Diámetro del eje mm.	CAPACIDAD EN HP CON $n =$																
	50	75	100	125	150	175	200	225	250	275	300	350	400	500	600	800	1000
REVOLUCIONES POR MINUTO																	
25	0.1	0.1	0.2	0.2	0.3	0.3	0.4	0.4	0.5	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	1.5	1.9
30	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	1.1	1.2	1.4	1.6	2.0	2.3	3.1	3.9
35	0.4	0.5	0.7	0.9	1.1	1.3	1.4	1.6	1.8	2.0	2.2	2.5	2.9	3.6	4.3	5.8	7.2
40	0.6	0.9	1.2	1.5	1.9	2.2	2.5	2.8	3.1	3.4	3.7	4.3	5.0	6.2	7.4	9.9	12.0
45	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.4	4.9	5.4	5.9	6.9	7.9	9.9	12.0	16.0	20.0
50	1.5	2.3	3.0	3.8	4.5	5.3	6.0	6.8	7.5	8.3	9.0	11.0	12.0	15.0	18.0	24.0	30.0
55	2.2	3.3	4.4	5.5	6.6	7.7	8.8	9.9	11	12	13	15	18	22	26	35	44
60	3.1	4.7	6.3	7.8	9.4	11	13	14	16	17	19	22	25	31	38	50	63
65	4.3	6.5	8.6	11	13	15	17	19	22	24	26	30	34	43	52	69	86
70	5.8	8.7	12	14	17	20	23	26	29	32	35	41	46	58	69	93	116
75	7.6	11	15	19	23	27	31	34	38	42	46	53	61	76	92	122	153
80	9.9	15	20	25	30	35	40	44	49	54	59	69	79	99	119	159	198
85	13	19	23	31	38	44	50	57	63	69	76	88	101	126	151	201	252
90	16	24	32	40	47	55	63	71	79	87	95	111	127	158	190	253	316
100	24	36	48	60	72	84	96	109	121	133	145	169	193	241	289	386	482
110	35	53	71	88	106	124	141	159	177	194	212	247	282	353	424	—	—
115	42	63	84	105	127	148	169	190	211	232	253	295	337	422	506	—	—
120	50	75	100	125	150	175	200	225	250	275	300	350	400	—	—	—	—
125	59	88	118	147	177	206	235	265	294	324	353	412	471	—	—	—	—
135	80	120	160	200	240	280	320	360	400	440	481	—	—	—	—	—	—
140	93	139	185	232	278	324	371	417	463	509	556	—	—	—	—	—	—
150	122	183	244	305	366	427	488	509	610	—	—	—	—	—	—	—	—
160	158	237	316	395	474	553	632	711	790	—	—	—	—	—	—	—	—
170	201	302	403	503	604	705	806	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
180	253	380	506	633	760	886	1013	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

# LLAVES PARA TUERCAS

## DATOS PARA SU CONSTRUCCION



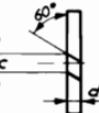
Diámetro del tornillo en pulgs.	A	B	C	D	E	F	G	H	J	K	L
mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.
1/4"	13.4	25	6	3	6	13	19	6	6	6	140
5/16"	15.3	30	8	4	8	14	19	8	8	8	152
3/8"	18.1	35	9	5	10	16	19	10	8	8	173
7/16"	20.9	40	10	6	11	17	19	11	8	8	203
1/2"	23.4	44	13	6	13	19	22	13	8	8	228
9/16"	25.7	49	14	7	14	22	22	14	8	8	254
5/8"	28	54	16	8	16	25	22	16	.9	9	280
3/4"	33.1	64	19	10	19	28	25	17	9	9	317
7/8"	37.7	74	21	11	21	33	25	19	11	9	368
1"	46.6	84	24	13	24	38	25	22	13	9	419
1 1/16"	47.4	94	27	14	27	41	27	24	13	11	457
1 1/8"	52.2	103	29	14	29	45	27	25	14	11	508
1 3/16"	56.5	112	32	16	32	48	28	28	16	11	559
1 1/4"	61.4	122	35	17	35	50	28	32	16	13	610
1 5/16"	65.7	132	38	19	38	57	30	32	17	13	660
1 3/8"	70.25	141	41	21	41	60	30	35	17	13	711
1 7/16"	76.75	152	43	22	43	63	32	35	19	14	762
2"	80.25	162	46	24	46	67	32	38	19	14	838
2 1/16"	90.30	181	51	25	51	76	33	41	22	16	889
2 1/8"	99.1	199	57	28	57	82	35	44	25	16	990
3"	115.3	238	68	35	68	98	38	50	28	17	1168

# MAQUINAS DE VAPOR

## DATOS PARA AROS DE PISTONES



X = Diámetro del cilindro + A (antes de cortar)  
 XX = » . » » — B ( » » » )



### AROS CONCENTRICOS

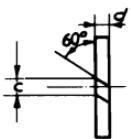
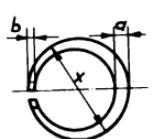
#### TABLA DE DIMENSIONES NORMALES

Diámetro del cilindro en mm.	$\frac{X}{+ A}$ en mm.	$\frac{XX}{- B}$ en mm.	Corte c en mm.	Ancho d en mm.
400 a 450	17.8	9	51	12.5
475 a 525	19.8	10.5	57	14
550 a 600	21.8	11.5	63.5	16
625 a 675	23.9	12.5	70	17.5
700 a 750	25.9	14	76	19
775 a 825	28	15	82.5	20.5
850 a 900	29	16	89	22
925 a 975	32	17	95	24
1000 a 1050	34	18.5	102	25.5
1075 a 1125	36	19.5	108	27
1150 a 1200	38	20.5	114.5	28.5
1225 a 1275	40	22	120.5	29
1300 a 1350	42	23	127	31.5
1375 a 1425	44	24	133.5	33
1450 a 1500	46	25.5	140	35
1525 a 1575	48.5	26.5	146	36.5
1600 a 1650	50	27.5	152.5	38
1675 a 1725	52	28.5	159	39.5
1750 a 1800	54	29	165	41
1825 a 1875	58	31	171.5	42.5

NOTA. — El diámetro de los aros se dejará en desbaste para terminar el torneado después de cortar y en posición de cerrado; el diámetro exterior a que deben terminarse será igual al interior del cilindro.

# MAQUINAS DE VAPOR

## DATOS PARA AROS DE PISTONES



**AROS EXCENTRICOS**

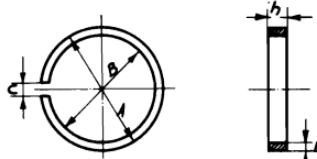
### TABLA DE DIMENSIONES NORMALES

Diámetro del cilindro en mm.	Diámetro del aro antes del corte X en mm.	ESPESORES		Corte de la junta c en mm.	Ancho del aro d en mm.
		Mayor en mm.	Menor b en mm.		
150	153	6.5	4.5	9.5	9.5
175	178.5	7	4.5	11	9.5
200	204	8	4.5	12.5	9.5
225	229.5	8.5	5	14	11
250	256	9.5	5	16	11
275	280.5	10	5.5	17.5	11
300	306	11	5.5	19	12.5
325	331.5	12	6	20.5	12.5
350	357	12.5	6.5	22	14
375	382.5	13.5	6.5	24	14

**NOTAS.** — La razón para usar aros excéntricos es para asegurar una adaptación uniforme en el interior del cilindro.

El diámetro de los aros, se dejará en desbaste para terminar el torneado después de cortar y en posición de cerrado; el diámetro exterior a que deben terminarse será igual al interior del cilindro.

### Aros para pistones de motores de automóviles, camiones, tractores, automotores, etc.



Los aros se terminarán una vez cortados en C y en posición de cerrados, torneando la dimensión A al diámetro del cilindro, y B de acuerdo con el espesor radial.

### Cálculos para el maquinado

D = Diámetro del cilindro.

A = Diámetro para tornear en desbaste. EXTERIOR.

B = Diámetro para tornear en desbaste. INTERIOR.

C = Corte (Longitud de arco).

K = Constante para el corte.

T = Constante para el diámetro del torneado en desbaste.

H = Huelgo para dilatación térmica en la junta del aro.

E = Espesor radial del aro. h = ancho.

**FORMULAS:** A = T × D.      B = A — (E 2 × 1.25).      K = 0.03.

C =  $\pi \times K \times A$  corte para tornear cerrado.

C =  $\pi \times K \times D$  así quedará terminado.      T = 1.04.      H =  $\frac{D}{300}$

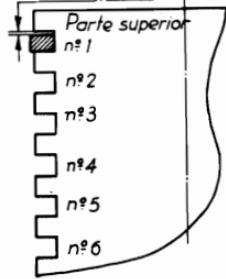
### ANCHO de aros Standard S. A. E.

Diámetro del cilindro mm.	Ancho mm.	ESPESOR RADIAL
50 a 112	3,17	Este será de acuerdo con el diámetro del cilindro y fondo del pistón, teniendo en cuenta la holgura entre el fondo de la canal y el aro.
113 a 138	3,96	
139 a 164	4,76	
165 a 200	6,35	

**Diversas formas de juntas**



## Huelgo lateral de los aros del pistón.



# MOTORES DIESEL

Diámetro del cilindro  
De 200 a 400 mm.

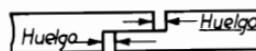
Aros /	Núms. 1 y 2..... 0.08 mm. » 3 y 4..... 0.05 » » 5 y 6..... 0.025 »	Huelgos
--------	--	---------

De 400 a 600 mm.

Aros /	Núms. 1 y 2..... 0.127 mm. » 3 y 4..... 0.08 » » 5 y 6..... 0.05 »	Huelgos
--------	--	---------

Los demás aros, ajuste suave.

## Huelgo en las juntas de los aros



Diametro del cilindro en mm.

250	Núms. 1 y 2..... 1.20 mm. » 3 y 4..... 0.96 » » 5 y 6..... 0.71 »	Huelgos
-----	---	---------

400	Núms. 1 y 2..... 1.77 mm. » 3 y 4..... 1.42 » » 5 y 6..... 1.06 »	Huelgos
-----	---	---------

500	Núms. 1 y 2..... 2.38 mm. » 3 y 4..... 1.90 » » 5 y 6..... 1.47 »	Huelgos
-----	---	---------

600	Núms. 1 y 2..... 2.92 mm. » 3 y 4..... 2.38 » » 5 y 6..... 1.82 »	Huelgos
-----	---	---------

## Huelgo entre el casquillo de la biela y el bulón del pistón

Material ... Metal antifricción. Bien ajustado.  
Bronce 0.001 x mm. de diámetro del bulón del pistón.



## ¡PRECAUCION!

Prestar verdadera atención en la forma de elevar pesos, así como en la elección de cadenas, cables, cuerdas y cáncamos que hayan de utilizarse, esto evita muchos accidentes y pérdidas considerables.

Las Tablas que a continuación se insertan dan una aproximada norma, para que en función del peso a elevar se dispongan los elementos más apropiados.

# CADENAS

(FABRICACION NORMAL)

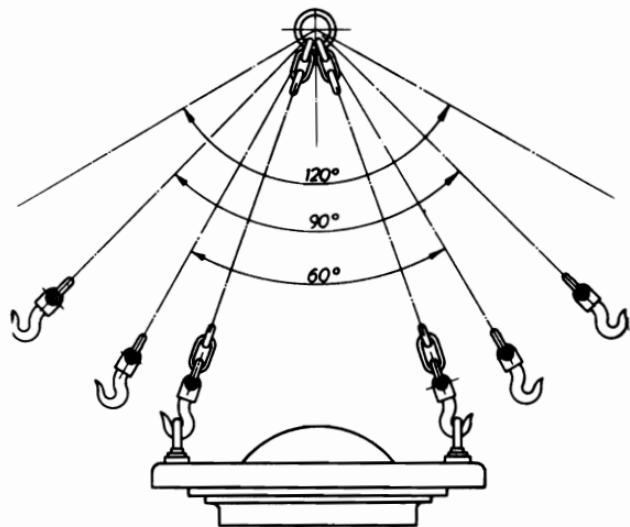
Grueso del Eslabón mm.	Carga de rotura en kilos	
7	1460	La carga de prueba es = a la mitad de la carga de rotura.
8	2000	
9,5	3000	
11	4160	
13	5160	
16	9600	La carga de seguridad (o esfuerzo de tracción) en servicio es = $\frac{1}{4}$ de la carga de rotura.
19	14400	
22	20000	
24	24000	
27	30800	
30	38400	Se recomienda recocer las cadenas para normalización de su material una o dos veces al año.
33	45800	
35	56000	
40	59600	
44	84800	

d = Grueso del Eslabón.

E = Ancho interior del Eslabón  $1,5 \times d$ .

G = Longitud interior del Eslabón  $2,6 \times d$ .

Carga de seguridad en kilos para doble cadena elevando pesos formando ángulos

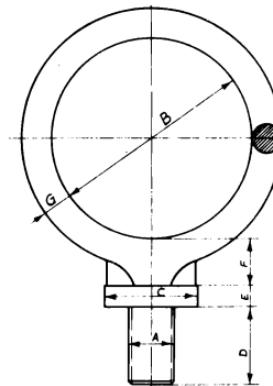


Diámetro de la cadena	▲ Máxima	▲ 60°	▲ 90°	▲ 120°
6.5	900	780	635	450
8	1300	1200	900	650
9.5	1900	1600	1350	960
11	2700	2300	1900	1350
13	3600	3100	2265	1812
16	5580	4800	3905	2790

**CABLES METALICOS REDONDOS  
PARA ELEVACION DE PESOS**  
(FABRICACION NORMAL)

Diámetro del cable mm.	Peso kilogramos por metro	Carga de rotura en kgs.		Número de alambres	Diámetro de los alambres mm.
		Hierro de 55 kg/mm <sup>2</sup>	Acero de 120 kg/mm <sup>2</sup>		
7	0.20	1000	2250	24	1.0
9	0.30	1500	3375	36	1.0
10	0.35	1750	3950	42	1.0
11	0.40	2050	4600	49	1.0
12	0.45	2230	4900	36	1.2
13	0.50	2600	5700	42	1.2
14	0.55	3050	6660	36	1.4
15	0.70	4000	8670	36	1.6
16	0.85	4660	10120	42	1.6
17	0.90	5050	10980	36	1.8
18	1.00	5900	12810	42	1.8
19	1.10	6200	13570	36	2.0
21	1.30	7260	15830	42	2.0
23	1.60	8800	19100	42	2.2
25	1.95	9700	21100	56	2.0
27	2.60	14500	31600	84	2.0
30	2.85	16600	36190	96	3.0
33	3.45	20060	43770	96	2.2
35	4.40	24620	53780	96	2.3
37	4.50	25920	56540	108	2.5
41	5.55	31370	68290	126	2.4
45	6.20	35910	78330	133	2.5
50	7.80	45090	98200	133	2.8
55	9.60	55200	120500	133	3.1
60	11.50	63360	145000	133	3.4

**CANCAMOS DE HIERRO FORJADO  
para levantar pesos**



A ROSCA	B mm.	C mm.	D mm.	E mm.	F mm.	G mm.	Número de hilos en 1"	Resistencia de la rosca en kilos	Carga de seguridad de la anilla G en kilos
$\frac{3}{8}$	51	19	16	5	10	6	16	306	524
$1\frac{1}{2}$	54	25	19	6	12	8	12	567	771
$\frac{5}{8}$	57	32	25	8	16	11	11	917	1589
$\frac{3}{4}$	60	37	28	8	17	12	10	1361	2043
$\frac{7}{8}$	63	43	35	10	19	16	9	1915	3041
1"	70	48	38	12	22	19	8	2501	4540
$1\frac{1}{8}$	73	54	41	12	25	20	7	3146	4767
$1\frac{1}{4}$	76	60	44	12	28	22	7	4030	5448
$1\frac{3}{8}$	79	67	47	14	30	25	6	4765	6800
$1\frac{1}{2}$	83	70	50	16	32	27	6	5864	7708
$1\frac{5}{8}$	86	76	54	17	35	28	$5\frac{1}{2}$	6878	8853
$1\frac{3}{4}$	89	83	57	19	38	31	5	7617	9759
$1\frac{7}{8}$	92	89	60	20	41	33	5	9302	11804
2"	95	95	63	22	45	35	$4\frac{1}{2}$	10442	12993

# **CUERDAS DE CAÑAMO**

(Fabricación corriente)

**Usadas en polipastos, tornos de obras, bragas o (estrobo) para suspender pesos**

Diámetro de la cuerda mm.	Cáñamo rastrellado		Cáñamo agramado	
	Peso de la cuerda por metro lineal Kgs.	Carga de trabajo en Kgs.	Peso de la cuerda por metro lineal Kgs.	Carga de trabajo en Kgs.
16	0,21	230	0,20	200
20	0,31	350	0,38	314
23	0,39	470	0,38	416
26	0,51	600	0,50	531
29	0,67	740	0,65	660
33	0,80	960	0,78	855
36	0,96	1145	0,93	1017
39	1,15	1340	1,10	1194
46	1,50	187	1,45	1661
52	1,95	2390	1,90	2122

**NOTA:** Las resistencias dadas son aproximadas, y para una cuerda en estado nuevo, en cuerdas muy usadas reducir a la mitad la carga de trabajo.

## **NORMAS INTERNACIONAL I. S. A.**

## **PARA AJUSTES**



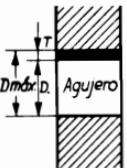
**El operario moderno NO debe ajustar si no es utilizando un procedimiento científico, con ello logrará: seguridad de un ajuste perfecto, economía de tiempo y, por tanto, aumento en la producción, competencia y prestigio profesional; el resultado será:**



## PRODUCCIÓN Y MANO DE OBRA DE CALIDAD

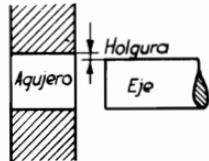
La Norma Internacional I. S. A. te ayudará. Destierra los viejos procedimientos de pruebas y tanteos, impracticables en las grandes series, y antiéconómico en las pequeñas.

# EJEMPLOS GRAFICOS RELATIVOS AL SISTEMA DE AJUSTE «ISA» Y OTROS



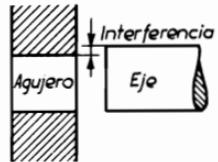
**Tolerancia**  
Es la inexactitud admisible de fabricación, y la diferencia entre el valor máximo y mínimo concedido para una determinada dimensión.

**T = Tolerancia.**  
**D. MAX. = Diámetro máximo.**  
**D = Diámetro mínimo.**



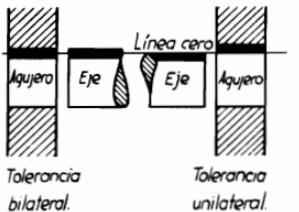
### Holgura

Es la diferencia entre el diámetro efectivo del agujero y el efectivo del eje, cuando el primero es mayor que el segundo.



### Interferencia u Holgura negativa

Es la diferencia entre el diámetro efectivo del agujero y el efectivo del eje, cuando al ensamblar dos piezas el diámetro del agujero es menor que el del eje.



### Tolerancia Unilateral

Cuando la total tolerancia referida al diámetro básico es en una sola dirección de la linea cero.

### EJEMPLO

Diámetro = 100 — 0,050 ó 100 + 0,050

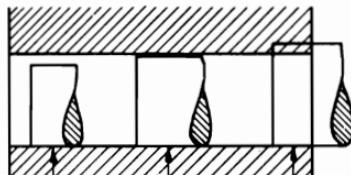
### Tolerancia Bilateral

Cuando es dividida en partes más o menos de la linea cero.

Ejemplo: 100 + 0,0025 — 0,0025 ó 100 ± 0,0025

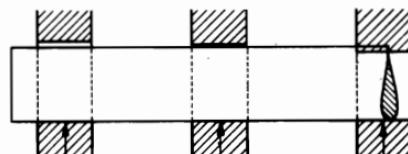
# AJUSTES AGUJERO UNICO Y EJE UNICO

## AGUJERO UNICO



Ajustes: Giratorio Deslizante Fijo

## EJE UNICO



Ajustes: Giratorio Deslizante Fijo

## ESPECIFICACION

**Agujero Unico:** Este es común para todos los ajustes de igual calidad. Los ejes se tornearán mayores o menores que el agujero para obtener la holgura o aprieto deseado.

**Eje Unico:** Este es común para todos los ajustes de igual calidad. Los agujeros se tornearán mayores o menores que el eje para obtener la holgura o aprieto deseado.

**Unidad de Tolerancia:** La unidad de tolerancia en que se funda el sistema I. S. A. es según la relación.

$$\mu = 0.45 \sqrt[3]{D} + 0.001 D \quad (D \text{ en mm.})$$

μ significa Micro equivalente a 1/1000 de milímetro.

**TEMPERATURA REFERENCIA:** 20° C.

Valor en milésimas de milímetro de la Tolerancia **T** fundamental «ISA» para la calidad de trabajo de **1 a 16** para diversos grupos de dimensiones

## IT = TOLERANCIA DEL «ISA» (Abreviada)

GRUPO DE DIMENSIONES mm.	CALIDAD															
	IT 1	IT 2	IT 3	IT 4	IT 5	IT 6	IT 7	IT 8	IT 9	IT 10	IT 11	IT 12	IT 13	IT 14	IT 15	IT 16
De 1 a 3	0.0015	0.002	0.003	0.004	0.005	0.007	0.009	0.014	0.025	0.040	0.060	0.090	0.140	0.250	0.400	0.600
De más 3 a 6	0.0015	0.002	0.003	0.004	0.005	0.008	0.012	0.018	0.030	0.046	0.075	0.120	0.180	0.300	0.480	0.750
8 a 10	0.0015	0.002	0.003	0.004	0.006	0.009	0.015	0.022	0.036	0.058	0.090	0.150	0.220	0.360	0.580	0.900
10 a 18	0.0015	0.002	0.003	0.005	0.008	0.011	0.018	0.027	0.043	0.070	0.110	0.180	0.270	0.430	0.700	1.100
18 a 30	0.0015	0.002	0.004	0.006	0.009	0.013	0.021	0.033	0.052	0.084	0.130	0.210	0.330	0.520	0.840	1.300
30 a 50	0.002	0.003	0.004	0.007	0.011	0.016	0.025	0.039	0.062	0.100	0.160	0.250	0.390	0.620	1.000	1.600
50 a 80	0.002	0.003	0.005	0.008	0.013	0.019	0.030	0.046	0.074	0.120	0.190	0.300	0.460	0.740	1.200	1.900
80 a 120	0.003	0.004	0.006	0.010	0.015	0.022	0.035	0.054	0.087	0.140	0.220	0.350	0.540	0.870	1.400	2.200
120 a 180	0.004	0.005	0.008	0.012	0.018	0.025	0.040	0.063	0.100	0.160	0.250	0.400	0.630	1.000	1.600	2.500
180 a 250	0.005	0.007	0.010	0.014	0.020	0.029	0.046	0.072	0.115	0.185	0.290	0.460	0.720	1.150	1.850	2.900
250 a 315	0.006	0.008	0.012	0.016	0.023	0.032	0.051	0.081	0.130	0.210	0.320	0.520	0.810	1.300	2.100	3.200
315 a 400	0.007	0.009	0.013	0.018	0.025	0.036	0.057	0.089	0.130	0.210	0.320	0.520	0.810	1.300	2.100	3.200
400 a 500	0.008	0.010	0.015	0.020	0.027	0.040	0.063	0.097	0.155	0.250	0.400	0.630	0.970	1.550	2.500	4.000

Para trabajos ordinarios en piezas atisadas, tales como laminado, estirado, prensado, etcétera.

Para trabajos de piezas destinadas a ser acopladas entre ellas.

Para trabajos de calibres.

En esta tabla se estiman las tolerancias fundamentales, cuyo ejemplo es el siguiente: Tolerancia en un agujero calidad IT 7 sobre la línea ideal cero, o sea, **H7** y diámetro 200 mm. es = + 0.06 y 0.000. En iguales condiciones el **EJE h 6** de 200 mm. diámetro es = -0.029 y + 0.000.

## COMPLEMENTOS SOBRE AJUSTES

### Posición de la Tolerancia del Sistema «ISA»



Letras mayúsculas de las tablas corresponden al **AGUJERO**; la letra **H** se reserva para indicar el campo de tolerancia cuya diferencia inferior es la línea cero (**AGUJERO UNICO**) o línea límite.

Las letras **A**, **B**, **C**, **D**, **E**, **F**, **G**, significan agujeros con ajuste móvil, y las letras **J**, **K**, **M**, **N**, **P**, **R**, **S**, **T**, **U**, **V**, **X**, **Y**, **Z**, significan agujeros con ajustes fijos y a presión.

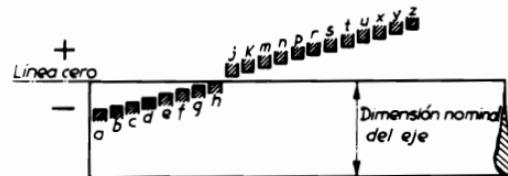
Al designar el acoplamiento de un ajuste se indicará siempre primero el agujero y después el eje.

#### EJEMPLO

**H 7 - j 6**

## COMPLEMENTOS SOBRE AJUSTES

### Posición de la Tolerancia del Sistema I.S.A.



Letras minúsculas de las tablas corresponden al **EJE**; la letra **h** se reserva para indicar el campo de tolerancia cuya diferencia inferior es la linea cero (**EJE UNICO**) o linea limite.

Las letras **a**, **b**, **c**, **d**, **e**, **f**, **g**, significan ejes con ajuste móvil, y las letras **j**, **k**, **m**, **n**, **p**, **r**, **s**, **t**, **u**, **x**, **y**, **z**, significan ajustes fijos y a presión.

Al designar el acoplamiento de un ajuste se indicará siempre primero el agujero y después el eje.

#### EJEMPLO

**H 7 - g 6**

## ELECCION DE AJUSTES «ISA»

### AGUJERO H 6 AJUSTE DE PRECISION

Para los ejes corres-  
ponden esta serie de  
ajustes.....

- Ajuste forzado n 5.  
» de arrastre m 5.  
» de adherencia k 5.  
» de entrada suave j 5.  
» de deslizamiento h 5.  
» de juego libre g 5.

### AGUJERO H 7 AJUSTE FINO

Para los ejes corres-  
ponden esta serie de  
ajustes.....

- Ajuste a presión s 6 y r 6.  
» forzado n 6.  
» de arrastre m 6.  
» de adherencia k 6.  
» de entrada suave j 6.  
» de deslizamiento h 6.  
» de juego libre justo g 6.  
» de juego libre f 7.  
» de juego ligero e 8.  
» juego fuerte d 9.

### AGUJERO H 8 AJUSTE CORRIENTE

Para los ejes corres-  
ponden esta serie de  
ajustes.....

- Ajuste con deslizamiento h 8 y h 9.  
» con juego libre f 8 y e 9.  
» gran juego libre d 10.

### AGUJERO H 11 AJUSTE ORDINARIO O BASTO

Para los ejes corres-  
ponden esta serie de  
ajustes.....

- Ajuste basto según  
h 11, d 11, e 11, b 11, a 11.  
(Véanse ejemplos de aplicación)

## ELECCION DE AJUSTES I.S.A.

### EJE h 5 AJUSTE DE PRECISION

Para los agujeros co-  
rresponden esta serie  
de ajustes.....

- Ajuste forzado N 6.  
» de arrastre M 6.  
» de adherencia K 6.  
» de entrada suave J 6.  
» de deslizamiento H 6 y G 6.

### EJE h 6 AJUSTE FINO

Para los agujeros co-  
rresponden esta serie  
de ajustes.....

- Ajuste a presión S 7 y R 7.  
» forzado N 7.  
» de arrastre M 7.  
» de adherencia K 7.  
» de entrada suave J 7.  
» de deslizamiento H 7.  
» de juego libre justo G 7.  
» de juego libre F 7.  
» de juego ligero E 8.  
» juego fuerte D 9.

### EJE h 8 y h 9 AJUSTE CORRIENTE

Para los agujeros co-  
rresponden esta serie  
de ajustes.....

- Ajuste de deslizamiento H 8.  
» de juego libre F 8 y E 9.  
» de juego libre fuerte D 10.

### EJE h 11 AJUSTE ORDINARIO O BASTO

Para los agujeros co-  
rresponden esta serie  
de ajustes.....

- Ajuste basto según  
H 11, D 11, C 11, B 11, A 11.  
(Véanse ejemplos de aplicación)

# APLICACION DE AJUSTES I.S.A.

## AJUSTES DE PRECISION Y FINO

Se utilizan en Máquinas-Herramientas y Maquinaria fina.

Ajuste de precisión utilizado en ajustes fijos, forzados, de arrastre, de adherencia, de entrada suave, deslizamiento; su condición debe ser una gran igualdad en la construcción, siendo sus características las siguientes:

**AJUSTE A PRENSA.** — Utilizado para piezas de ajuste permanente unidas con mucha precisión; estos ajustes dependen de la forma de las piezas (véanse ajustes por contracción), ya que en algunos acoplamientos, cuando se trata de máquinas grandes, se precisan interferencias mayores.

Algunas aplicaciones: Casquillos de cojinetes en sus soportes, en Ruedas, en Bielas motrices de motores, etc.

**AJUSTE FORZADO.** — Utilizado para piezas que deban quedar sólidamente acopladas en cualquier caso, pudiendo acoplarse y desacoplarse únicamente por medio de presión, el movimiento de giro debe asegurarse por medio de chaveta u otro.

Algunas aplicaciones: Ejes montados para Vagonetas, Ejes de Dínamos y Motores eléctricos, Ruedas dentadas y Poleas partidas sobre ejes motores, Coronas de bronce sobre núcleos de hierro fundido para dentar después de montadas, Manubrios o Manivelas sobre ejes, Palancas oscilantes, Muñones o Botones de manivela sobre platos.

**AJUSTE DE ARRASTRE.** — Utilizado en piezas con acoplamiento fijo que solo puedan acoplarse y desacoplarse a golpe de martillo pesado; el movimiento de giro debe asegurarse por medio de chaveta u otro.

Algunas aplicaciones: Ruedas dentadas y Poleas, Anillos de rodamientos a bolas montados sobre ejes para cargas normales, Palancas, Casquillos.

**AJUSTE DE ADHERENCIA.** — Utilizado para piezas que tengan acoplamiento fijo, y su desmontaje no sea frecuente, pudiendo acoplarse y desacoplarse a golpe de martillo corriente de mano en pequeñas piezas, y martillo fuerte en las grandes; es preciso asegurar el movimiento, de giro por medio de chaveta u otro, así como el movimiento longitudinal.

Algunas aplicaciones: Casquillos en Ruedas, Poleas y Bielas, Platos para acoplamientos de ejes, Excéntricas de distribución sobre ejes, Rodamientos a bolas sobre ejes para cargas medias, Volantes, Rodetes de turbinas y Bombas centrífugas, Pernos en bielas, Inducidos sobre sus ejes, Discos de freno, Manguitos de prensaestopas; Crucetas de timón y Casquillos de bocinas, Arbotantes y tambores de cabrestantes en Construcción Naval.

**AJUSTE DE ENTRADA SUAVE.** — Se utiliza en piezas que deban acoplarse y desacoplarse a mano o a golpe suave con el mazo de madera.

Algunas aplicaciones: Anillos interiores de rodamientos a bolas para cargas pequeñas y Anillos exteriores de rodamientos a bolas en sus cajas, Ruedas de cajas de velocidades, Anillos de fijación, Pernos y bulones de articulaciones de bielas y horquillas de distribución, Casquillos en soportes de frecuente desmontaje, Tapas en soportes de cojinetes.

**AJUSTE DE DESLIZAMIENTO.** — Se utiliza para piezas que bien engrasadas se las pueda acoplar y desacoplar a mano.

Algunas aplicaciones: Anillos de fijación, Pistones en frenos de aceite, Platos de acoplamiento deslizantes, Ruedas de cambio sobre ejes, Poleas de una pieza con chaveta, Columnas y barras portabrocas de taladros, Acoplamiento de fricción montados en sus ejes, Torneado de muñones en ejes cigüeñales y de manubrios o manivelas.

**AJUSTE DE JUEGO LIBRE MUY JUSTO.** — Se utiliza en piezas que deban tener una holgura no muy perceptible.

Algunas aplicaciones: Ruedas dentadas deslizantes en cajas de cambio de marcha, Acoplamientos deslizantes, Mecanismos para reguladores, Cojinetes de máquinas rectificadoras, Cojinetes de ejes cigüeñales.

**AJUSTE DE JUEGO LIBRE.**—Se utiliza en piezas que deban tener una holgura bien perceptible.

Algunas aplicaciones: Aros de pistón, Cojinetes de ejes cigüeñales, Cojinetes de ejes de levas, Correderas en sus guías, Cojinetes principales en Fresadoras, Tornos y Taladros, Cojinetes exactos, en transmisiones normales, Ejes cardán.

**AJUSTE DE JUEGO LIGERO.**—Se utiliza en piezas que deban tener una holgura bastante apreciable entre ambas..

Algunas aplicaciones: Ejes con cojinetes múltiples, Husillos de tornos en sus soportes.

**AJUSTE DE JUEGO FUERTE.**—Se utiliza en piezas que deban tener una holgura amplia entre ambas.

Algunas aplicaciones: Cojinetes de turbogeneradores, Transmisiones de máquinas con elevado número de revoluciones, Casos especiales en los que se precise holgura con gran exactitud.

## AJUSTE CORRIENTE

Empleado cuando las exigencias de la medida o exactitud no sean tan precisas como las que requiere el AJUSTE DE PRECISIÓN Y FINO, y se aplica solamente en ajustes móviles, siendo sus características las siguientes:

**AJUSTE DE DESLIZAMIENTO.**—Se utiliza en piezas que deban acoplarse fácilmente y cuyo desplazamiento pueda hacerse con un ligero esfuerzo.

Algunas aplicaciones: Polea de transmisión de una pieza, Anillos de fijación, Acoplamientos, Ruedas dentadas, etc., elementos que deban deslizarse por los ejes.

**AJUSTE DE JUEGO LIBRE.**—Se utiliza en piezas que acopladas tengan movimiento recíproco y cuya holgura pueda ser desde la más sensible hasta una prudente amplitud.

Algunas aplicaciones: Cojinetes de motores eléctricos y dinámicos, Cojinetes principales en ejes cigüeñales, Cojinetes de manivelas o manubrios, Guías de vástagos de pistones, Vástagos de correderas, Varillas o vástagos de válvulas en los motores de combustión, Embolo tipo Buzo en su prensaestopa; Anillos de prensaestopa, Cojinetes de bombas centrífugas y ventiladores, Cojinetes de ejes de distribución y de muñones en crucetas de vástagos, Manguetas de ejes delanteros en automóviles.

**AJUSTE DE JUEGO FUERTE.**—Se utiliza en piezas que acopladas tengan gran holgura recíproca.

Algunas aplicaciones: Poleas lisas, Transmisiones ordinarias, Piezas de prensaestopa, Ranuras de aros de pistón, Cojinetes de maquinaria agrícola, Casquillos para ejes delanteros de camiones.

## AJUSTE ORDINARIO O BASTO

**AJUSTE ORDINARIO.**—Se utiliza en ajustes de piezas que tengan holgura amplia y una gran tolerancia de fabricación; muy conveniente para mecanismos expuestos a la oxidación, tales como aparatos de maniobra en la cubierta de Buques.

Algunas aplicaciones: H 11 y h 11 agujeros de Manivelas y Palancas de mano, Casquillos de distancia, Correderas y guías de vástagos, Cojinetes para palancas de freno y embrague.

H 11 y d 11 Palancas y bulones de horquillas, Varillas articuladas en mecanismos ordinarios.

H 11 y e 11 Muñones o gorrones giratorios en vagones de ferrocarril, Elementos de máquinas agrícolas.

H 11 y b 11 Elementos para interruptores conmutadores y demás piezas similares en material eléctrico.

H 11 y a 11 Elementos de Locomotoras tales como Puertas de cajas de humos y de hogar, Soportes de freno, Suspensión de frenos y resortes, Tirantes de regulador, Bulones de enganche, Rodillos para puertas de vagones, etc.

## AJUSTE POR CONTRACCION (o en caliente)

A parte de lo especificado en las normas de ajuste I.S.A. se indican a continuación unas normas que sancionadas por la práctica, y de uso universal, se utilizan para infinidad de trabajos y que vamos a considerar en tres grupos.

### GRUPO 1.º LIGERA PRESION

Aplicaciones: Piezas con secciones ligeras o extremadamente largas, propio para Coronas dentadas de precisión montadas sobre núcleo de Hierro fundido; puede utilizarse para Hierro fundido.

### GRUPO 2.º PRESION MEDIA

Aplicaciones: Piezas con secciones medianas o largos ajustes, por ejemplo: Casquillos o camisas de bronce en ejes de propulsión para buques; Coronas dentadas en bronce o acero montadas sobre núcleos de hierro fundido, este ajuste puede utilizarse para hierro fundido calidad gris blando.

### GRUPO 3.º GRAN PRESION

Aplicaciones: Este ajuste se emplea en piezas de acero donde el metal queda sometido a una gran tensión sin que ésta exceda del límite de elasticidad, **NO PUEDE UTILIZARSE PARA HIERRO FUNDIDO**, se utiliza para bandajes o llantas de ruedas para Ferrocarriles y Tranvías, Discos y manivelas de cigüeñales para máquinas grandes, Brazos de timón en Construcción Naval.

Fórmulas promedio de Interferencia.....	Grupo 1.º $I = 0,00025 \times D$ Grupo 2.º $I = 0,0005 \times D$ Grupo 3.º $I = 0,001 \times D$
--	---

$I$  = Interferencia del metal, o cantidad de aumento o exceso de material en el diámetro de la pieza interior del acoplamiento.

$D$  = Diámetro base en milímetros de la pieza que se trate de ajustar.

**NOTA.** — El calentamiento debe efectuarse uniformemente en evitación de sobre tensiones en distintas partes de la pieza.

## Ajustes Internacional I.S.A.

### AGUJERO UNICO

### DIFERENCIAS NOMINALES

\* CIFRAS MARCADAS CON ASTERISCO NO PASA

DIAMETROS NOMINALES mm.	AGUJERO H 6 	E J E S      NO PASA *      PASA *						
		No pasa	Pasa	n 5	m 5	k 5	j 5	h 5
1 a 3	+ 0,007* 0,000	+ 0,011 + 0,006*	+ 0,007 + 0,002*			+ 0,004 - 0,001*	0,000 - 0,005*	- 0,003 - 0,008*
Más de 3 a 6	+ 0,008* 0,000	+ 0,013 + 0,008*	+ 0,009 + 0,004*			+ 0,004 - 0,001*	0,000 - 0,005*	0,004 - 0,009*
Más de 6 a 10	+ 0,009* 0,000	+ 0,016 0,010*	+ 0,012 0,006*	+ 0,007 + 0,001*	+ 0,004 - 0,002*	0,000 - 0,006*	- 0,003 0,011*	- 0,005 - 0,005*
Más de 10 a 18	+ 0,011* 0,000	+ 0,020 + 0,012*	+ 0,015 + 0,007*	+ 0,009 + 0,001*	+ 0,005 - 0,003*	0,000 - 0,008*	- 0,003 - 0,014*	- 0,006 - 0,014*
Más de 18 a 30	+ 0,013* 0,000	+ 0,024 + 0,015*	+ 0,017 + 0,008*	+ 0,011 + 0,002*	+ 0,005 - 0,004*	0,000 - 0,009*	- 0,003 - 0,016*	- 0,007 - 0,016*
Más de 30 a 40	+ 0,016* 0,000	+ 0,028 + 0,017*	+ 0,020 0,009*	+ 0,013 + 0,002*	+ 0,006 - 0,005*	0,000 - 0,011*	- 0,003 - 0,020*	- 0,009 - 0,009*
Más de 40 a 50								
Más de 50 a 65	+ 0,019* 0,000	+ 0,033 + 0,020*	+ 0,024 + 0,011*	+ 0,015 + 0,002*	+ 0,006 - 0,007*	0,000 - 0,013*	- 0,003 - 0,023*	- 0,010 - 0,010*
Más de 65 a 80								
Más de 80 a 100	+ 0,022* 0,000	+ 0,038 + 0,023*	+ 0,028 + 0,013*	+ 0,018 + 0,003*	+ 0,006 - 0,009*	0,000 - 0,015*	- 0,012 - 0,027*	- 0,012 - 0,012*
Más de 100 a 120								
Más de 120 a 140	+ 0,025* 0,000	+ 0,045 + 0,027*	+ 0,033 + 0,015*	+ 0,021 + 0,003*	+ 0,007 - 0,011*	0,000 - 0,018*	- 0,014 - 0,032*	- 0,014 - 0,014*
Más de 140 a 160								
Más de 160 a 180								
Más de 180 a 200	+ 0,029* 0,000	+ 0,051 + 0,031*	+ 0,037 + 0,017*	+ 0,024 + 0,004*	+ 0,007 - 0,013*	0,000 - 0,020*	- 0,015 - 0,035*	- 0,015 - 0,015*
Más de 200 a 225								
Más de 225 a 250								
Más de 250 a 280	+ 0,032* 0,000	+ 0,057 + 0,034*	+ 0,043 + 0,020*	+ 0,027 + 0,004*	+ 0,007 - 0,016*	0,000 - 0,023*	- 0,017 - 0,040*	- 0,017 - 0,017*
Más de 280 a 315								

# Ajustes Internacional I.S.A.

## AGUJERO UNICO

### DIFERENCIAS NOMINALES

\* CIFRAS MARCADAS CON ASTERISCO NO PASA

DIAMETROS NOMINALES mm.	AGUJERO H 7 	E J E S    N O P A S A					
		No pasa - Pasa	s 6	r 6	n 6	m 6	k 6
1 a 3 *	+ 0.009* 0.000	+ 0.022 + 0.015*	+ 0.019 + 0.012*	+ 0.013 + 0.006*	+ 0.009 + 0.002*		
Más de 3 a 6	+ 0.012* 0.000	+ 0.027 + 0.019*	+ 0.023 + 0.015*	+ 0.016 + 0.008*	+ 0.012 + 0.004*		
Más de 6 a 10	+ 0.015* 0.000	+ 0.032 + 0.023*	+ 0.028 + 0.019*	+ 0.019 + 0.010*	+ 0.015 + 0.006*	+ 0.010 + 0.001*	
Más de 10 a 18	+ 0.018* 0.000	+ 0.039 + 0.028*	+ 0.034 + 0.023*	+ 0.023 + 0.012*	+ 0.018 + 0.007*	+ 0.012 + 0.001*	
Más de 18 a 30	+ 0.021* 0.000	+ 0.048 + 0.035*	+ 0.041 + 0.028*	+ 0.028 + 0.015*	+ 0.028 + 0.008*	+ 0.015 + 0.002*	
Más de 30 a 40	+ 0.025* 0.000	+ 0.059 + 0.043*	+ 0.050 + 0.034*	+ 0.033 + 0.017*	+ 0.025 + 0.009*	+ 0.018 + 0.002*	
Más de 40 a 50							
Más de 50 a 65	+ 0.030* 0.000	+ 0.072 + 0.053*	+ 0.060 + 0.041*	+ 0.039 + 0.041*	+ 0.030 + 0.020*	+ 0.021 + 0.011*	
Más de 65 a 80		+ 0.078 + 0.059*	+ 0.062 + 0.043*	+ 0.020*	+ 0.011*	+ 0.002*	
Más de 80 a 100	+ 0.035* 0.000	+ 0.093 + 0.071*	+ 0.073 + 0.051*	+ 0.045 + 0.045*	+ 0.035 + 0.023*	+ 0.025 + 0.013*	
Más de 100 a 120		+ 0.101 + 0.079*	+ 0.076 + 0.054*	+ 0.023*	+ 0.013*	+ 0.003*	
Más de 120 a 140	+ 0.040* 0.000	+ 0.117 + 0.092*	+ 0.088 + 0.063*	+ 0.052	+ 0.040	+ 0.028	
Más de 140 a 160		+ 0.125 + 0.100*	+ 0.090 + 0.065*				
Más de 160 a 180		+ 0.133 + 0.108*	+ 0.093 + 0.068*	+ 0.027*	+ 0.015*	+ 0.003*	
Más de 180 a 200	+ 0.046* 0.000	+ 0.151 + 0.122*	+ 0.106 + 0.077*	+ 0.060	+ 0.046	+ 0.033	
Más de 200 a 225		+ 0.159 + 0.130*	+ 0.109 + 0.080*				
Más de 225 a 250		+ 0.169 + 0.140*	+ 0.113 + 0.084*	+ 0.031*	+ 0.017*	+ 0.004*	
Más de 250 a 280	+ 0.052* 0.000	+ 0.190 + 0.158*	+ 0.126 + 0.094*	+ 0.066	+ 0.052	+ 0.036	
Más de 280 a 315		+ 0.202 + 0.170*	+ 0.130 + 0.098*	+ 0.034*	+ 0.020*	+ 0.004*	

# Ajustes Internacional I.S.A.

## AGUJERO UNICO

### DIFERENCIAS NOMINALES

\* CIFRAS MARCADAS CON ASTERISCO NO PASA

DIAMETROS NOMINALES mm.	AGUJERO H 7 	E J E S    N O P A S A						
		No pasa - Pasa	j 6	h 6	g 6	f 7	e 8	d 9
1 a 3	+ 0.009* 0.000	+ 0.006 - 0.001	- 0.003 - 0.007*	- 0.010 - 0.010	- 0.016 - 0.016	- 0.028 - 0.028	- 0.045 - 0.045	- 0.020
Más de 3 a 6	+ 0.012* 0.000	+ 0.007 - 0.001	0.000 - 0.008*	- 0.004 - 0.012	- 0.010 - 0.022	- 0.020 - 0.038	- 0.030 - 0.060	- 0.030
Más de 6 a 10	+ 0.015* 0.000	+ 0.032 + 0.023*	+ 0.028 + 0.019*	+ 0.019 + 0.010*	+ 0.015 + 0.006*	+ 0.010 + 0.001*	+ 0.025 + 0.025	+ 0.040
Más de 10 a 18	+ 0.018* 0.000	+ 0.039 + 0.028*	+ 0.034 + 0.023*	+ 0.023 + 0.012*	+ 0.018 + 0.007*	+ 0.012 + 0.001*	+ 0.032 + 0.032	+ 0.050
Más de 18 a 30	+ 0.021* 0.000	+ 0.048 + 0.035*	+ 0.041 + 0.028*	+ 0.028 + 0.015*	+ 0.028 + 0.008*	+ 0.015 + 0.002*	+ 0.040 + 0.040	+ 0.065
Más de 30 a 40	+ 0.025* 0.000	+ 0.059 + 0.043*	+ 0.050 + 0.034*	+ 0.033 + 0.017*	+ 0.025 + 0.009*	+ 0.018 + 0.002*	+ 0.050 + 0.050	+ 0.080
Más de 40 a 50								
Más de 50 a 65	+ 0.030* 0.000	+ 0.072 + 0.053*	+ 0.060 + 0.041*	+ 0.039 + 0.041*	+ 0.030 + 0.030*	+ 0.021 + 0.021*	+ 0.040 + 0.040	+ 0.076
Más de 65 a 80		+ 0.078 + 0.059*	+ 0.062 + 0.043*	+ 0.020*	+ 0.011*	+ 0.002*	+ 0.025 + 0.025	+ 0.076
Más de 80 a 100	+ 0.035* 0.000	+ 0.093 + 0.071*	+ 0.073 + 0.051*	+ 0.045 + 0.045*	+ 0.035 + 0.023*	+ 0.025 + 0.013*	+ 0.032 + 0.032	+ 0.050
Más de 100 a 120		+ 0.101 + 0.079*	+ 0.076 + 0.054*	+ 0.023*	+ 0.013*	+ 0.003*	+ 0.032 + 0.032	+ 0.093
Más de 120 a 140		+ 0.117 + 0.092*	+ 0.088 + 0.063*	+ 0.052	+ 0.040	+ 0.028		
Más de 140 a 160		+ 0.125 + 0.100*	+ 0.090 + 0.065*					
Más de 160 a 180		+ 0.133 + 0.108*	+ 0.093 + 0.068*	+ 0.027*	+ 0.015*	+ 0.003*		
Más de 180 a 200	+ 0.046* 0.000	+ 0.151 + 0.122*	+ 0.106 + 0.077*	+ 0.060	+ 0.046	+ 0.033		
Más de 200 a 225		+ 0.159 + 0.130*	+ 0.109 + 0.080*					
Más de 225 a 250		+ 0.169 + 0.140*	+ 0.113 + 0.084*	+ 0.031*	+ 0.017*	+ 0.004*		
Más de 250 a 280	+ 0.052* 0.000	+ 0.190 + 0.158*	+ 0.126 + 0.094*	+ 0.066	+ 0.052	+ 0.036		
Más de 280 a 315		+ 0.202 + 0.170*	+ 0.130 + 0.098*	+ 0.034*	+ 0.020*	+ 0.004*		

# Ajustes Internacional I.S.A.

AGUJERO UNICO  
DIFERENCIAS NOMINALES

\* CIFRAS MARCADAS CON ASTERISCO NO PASA

DIAMETROS NOMINALES mm.	AGUJERO H 8 	EJES NO PASA  PASA 				
		h 8	h 9	f 8	e 9	d 10
1 a 3	+ 0.014* 0.000	0.000	0.000	- 0.007	- 0.014	- 0.020
Más de 3 a 6	+ 0.018* 0.000	0.000	0.000	- 0.010	- 0.020	- 0.030
Más de 6 a 10	+ 0.022* 0.000	0.000	0.000	- 0.013	- 0.025	- 0.040
Más de 10 a 18	+ 0.027* 0.000	0.000	0.000	- 0.016	- 0.032	- 0.050
Más de 18 a 30	+ 0.033* 0.000	0.000	0.000	- 0.020	- 0.040	- 0.065
Más de 30 a 40	+ 0.039* 0.000	0.000	0.000	- 0.025	- 0.050	- 0.080
Más de 40 a 50	+ 0.046* 0.000	0.000	0.000	- 0.030	- 0.060	- 0.100
Más de 50 a 65	+ 0.046* 0.000	0.000	0.000	- 0.074*	- 0.134*	- 0.220*
Más de 65 a 80	+ 0.054* 0.000	0.000	0.000	- 0.036	- 0.072	- 0.120
Más de 80 a 100	+ 0.063* 0.000	0.000	0.000	- 0.043	- 0.085	- 0.145
Más de 100 a 120	+ 0.072* 0.000	0.000	0.000	- 0.050	- 0.100	- 0.170
Más de 120 a 140	+ 0.072* 0.000	0.000	0.000	- 0.072*	- 0.115*	- 0.195*
Más de 140 a 160	+ 0.081* 0.000	0.000	0.000	- 0.056	- 0.110	- 0.190
Más de 160 a 180	+ 0.081* 0.000	0.000	0.000	- 0.063*	- 0.100*	- 0.185*
Más de 180 a 200	+ 0.081* 0.000	0.000	0.000	- 0.072*	- 0.115*	- 0.215*
Más de 200 a 225	+ 0.081* 0.000	0.000	0.000	- 0.072*	- 0.115*	- 0.215*
Más de 225 a 250	+ 0.081* 0.000	0.000	0.000	- 0.072*	- 0.115*	- 0.215*
Más de 250 a 280	+ 0.081* 0.000	0.000	0.000	- 0.072*	- 0.115*	- 0.215*
Más de 280 a 315	+ 0.081* 0.000	0.000	0.000	- 0.081*	- 0.130*	- 0.240*

# Ajustes Internacional I.S.A.

AGUJERO UNICO  
DIFERENCIAS NOMINALES

\* CIFRAS MARCADAS CON ASTERISCO NO PASA

DIAMETROS NOMINALES mm.	AGUJERO H 11 	EJES NO PASA  PASA 				
		h 11	d 11	e 11	b 11	a 11
1 a 3	+ 0.060* 0.000	0.000	- 0.020	- 0.060	- 0.140	- 0.270
Más de 3 a 6	+ 0.075* 0.000	0.000	- 0.030	- 0.070	- 0.140	- 0.330*
Más de 6 a 10	+ 0.090* 0.000	0.000	- 0.040	- 0.080	- 0.150	- 0.280
Más de 10 a 18	+ 0.110* 0.000	0.000	- 0.050	- 0.095	- 0.150	- 0.290
Más de 18 a 30	+ 0.130* 0.000	0.000	- 0.065	- 0.110	- 0.160	- 0.300
Más de 30 a 40	+ 0.160* 0.000	0.000	- 0.080	- 0.120	- 0.170	- 0.310
Más de 40 a 50	+ 0.190* 0.000	0.000	- 0.100	- 0.130	- 0.180	- 0.320
Más de 50 a 65	+ 0.220* 0.000	0.000	- 0.120	- 0.160	- 0.200	- 0.340
Más de 65 a 80	+ 0.220* 0.000	0.000	- 0.140	- 0.190	- 0.230	- 0.350*
Más de 80 a 100	+ 0.220* 0.000	0.000	- 0.170	- 0.220	- 0.270	- 0.380
Más de 100 a 120	+ 0.220* 0.000	0.000	- 0.180	- 0.240	- 0.300	- 0.410
Más de 120 a 140	+ 0.250* 0.000	0.000	- 0.200	- 0.260	- 0.320	- 0.460
Más de 140 a 160	+ 0.250* 0.000	0.000	- 0.210	- 0.280	- 0.350*	- 0.520
Más de 160 a 180	+ 0.250* 0.000	0.000	- 0.230	- 0.300	- 0.380	- 0.580
Más de 180 a 200	+ 0.290* 0.000	0.000	- 0.240	- 0.340	- 0.420	- 0.660
Más de 200 a 225	+ 0.290* 0.000	0.000	- 0.250	- 0.350	- 0.450	- 0.710*
Más de 225 a 250	+ 0.320* 0.000	0.000	- 0.280	- 0.460	- 0.550	- 0.770*
Más de 250 a 280	+ 0.320* 0.000	0.000	- 0.300	- 0.510*	- 0.620*	- 1.240*
Más de 280 a 315	+ 0.320* 0.000	0.000	- 0.330	- 0.540	- 0.650*	- 1.370*

# Ajustes Internacional I.S.A.

## EJE UNICO

### DIFERENCIAS NOMINALES

#### • CIFRAS MARCADAS CON ASTERISCO NO PASA

DIAMETROS NOMINALES mm.	EJE h 5 	AGUJEROS PASA  NO PASA						
		No pasa - Pasa						
		N 6	M 6	K 6	J 6	H 6	G 6	
1 a 3		0,000	-0,004*	0,000*	+0,003*	+0,007*	+0,010*	
		-0,005*	-0,011	-0,007	-0,004	0,000	+0,003	
Más de 3 a 6		0,000	-0,005*	-0,001*	+0,004*	+0,008*	+0,012*	
		-0,005*	-0,013	-0,009	-0,004	0,000	+0,004	
Más de 6 a 10		0,000	-0,007*	-0,003*	+0,002*	+0,005*	+0,009*	+0,014*
		0,006*	-0,016	-0,012	-0,007	-0,004	0,000	+0,005
Más de 10 a 18		0,000	-0,009*	-0,004*	+0,002*	+0,006*	+0,011*	+0,017*
		-0,008*	-0,020	-0,015	-0,009	-0,005	0,000	+0,006
Más de 18 a 30		0,000	-0,011*	-0,004*	+0,002*	+0,008*	+0,013*	+0,020*
		-0,009*	-0,024	-0,017	-0,011	-0,005	0,000	+0,007
Más de 30 a 40		0,000	-0,012*	-0,004*	+0,003*	+0,010*	+0,016*	+0,025*
Más de 40 a 50		-0,011*	-0,028	-0,020	-0,013	-0,006	0,000	+0,009
Más de 50 a 65		0,000	-0,014*	-0,005*	+0,004*	+0,013*	+0,019*	+0,029*
Más de 65 a 80		-0,013*	-0,033	-0,024	-0,015	-0,006*	0,000	+0,010
Más de 80 a 100		0,000	-0,016*	-0,006*	+0,004*	+0,016*	+0,022*	+0,034*
Más de 100 a 120		-0,015*	-0,038	-0,028	-0,018	-0,006	0,000	+0,012
Más de 120 a 140		0,000	-0,020*	-0,008*	+0,004*	+0,018*	+0,025*	+0,039*
Más de 140 a 160		-0,018*	-0,045	-0,033	-0,021	-0,007	0,000	+0,014
Más de 160 a 180		0,000	-0,022*	-0,008*	-0,005*	+0,022*	+0,029*	+0,04 *
Más de 180 a 200		-0,020*	-0,051	-0,037	-0,024	-0,007	0,000	+0,015
Más de 200 a 225		0,000	-0,025	-0,009*	+0,005*	+0,025*	+0,032*	+0,049*
Más de 225 a 250		-0,023*	-0,057	-0,041	-0,027	-0,007	0,000	+0,017
Más de 250 a 280		0,000	-0,025	-0,009*	+0,005*	+0,025*	+0,032*	+0,049*
Más de 280 a 315		-0,023*	-0,057	-0,041	-0,027	-0,007	0,000	+0,017

# Ajustes Internacional I.S.A.

## EJE UNICO

### DIFERENCIAS NOMINALES

#### • CIFRAS MARCADAS CON ASTERISCO NO PASA

DIAMETROS NOMINALES mm.	EJE h 6 	AGUJEROS PASA  NO PASA					
		No pasa - Pasa					
		S 7	R 7	N 7	M 7	K 7	J 7
1 a 3		0,000	-0,013*	-0,010*	-0,004*	0,000*	+0,003*
		-0,007*	-0,022	-0,019	-0,013	-0,009	-0,006
Más de 3 a 6		0,000	-0,015*	-0,011*	-0,004*	0,000*	+0,005*
		-0,008*	-0,027	-0,023	-0,016	-0,012	-0,007
Más de 6 a 10		0,000	-0,017*	-0,013*	-0,004*	0,000*	+0,005*
		-0,009*	-0,032	-0,028	-0,019	-0,015	-0,010
Más de 10 a 18		0,000	-0,021*	-0,016*	-0,005*	0,000*	+0,006*
		-0,011*	-0,039	-0,034	-0,023	-0,018	-0,008
Más de 18 a 30		0,000	-0,027*	-0,020*	-0,007*	0,000*	+0,006*
		-0,013*	-0,048	-0,041	-0,028	-0,021	-0,015
Más de 30 a 40		0,000	-0,034*	-0,025*	-0,008*	-0,000*	+0,007*
		-0,016*	-0,059	-0,050	-0,033	-0,025	-0,018
Más de 40 a 50		0,000	-0,042*	-0,030*	-0,009*	0,000*	+0,009*
		-0,019*	-0,072	-0,060	-0,039	-0,030	-0,021
Más de 50 a 65		0,000	-0,048*	-0,032*	-0,010*	0,000*	+0,018*
		-0,019*	-0,078	-0,062	-0,039	-0,030	-0,012
Más de 65 a 80		0,000	-0,058*	-0,038*	-0,010*	0,000*	+0,022*
		-0,022*	-0,093	-0,073	-0,045	-0,035	-0,013
Más de 80 a 100		0,000	-0,066*	-0,041*	-0,010*	0,000*	+0,010*
		-0,022*	-0,101	-0,076	-0,045	-0,035	-0,013
Más de 100 a 120		0,000	-0,077*	-0,048*	-0,012*	0,000*	+0,012*
		-0,025*	-0,117	-0,088	-0,040	-0,030	-0,026*
Más de 120 a 140		0,000	-0,085*	-0,050*	-0,012*	0,000*	+0,012*
		-0,025*	-0,125	-0,090	-0,045	-0,035	-0,028
Más de 140 a 160		0,000	-0,093*	-0,053*	-0,025*	-0,040	-0,028
		-0,025*	-0,133	-0,093	-0,052	-0,040	-0,028
Más de 160 a 200		0,000	-0,105*	-0,060*	-0,014*	0,000*	+0,030*
		-0,029*	-0,151	-0,106	-0,060	-0,046	-0,033
Más de 200 a 225		0,000	-0,113*	-0,063*	-0,015*	0,000*	+0,036*
		-0,029*	-0,159	-0,109	-0,066	-0,052	-0,041
Más de 225 a 250		0,000	-0,123*	-0,067*	-0,020*	0,000*	+0,036*
		-0,032*	-0,169	-0,113	-0,066	-0,052	-0,041
Más de 250 a 280		0,000	-0,138*	-0,074*	-0,014*	0,000*	+0,036*
		-0,032*	-0,190	-0,126	-0,066	-0,052	-0,041
Más de 280 a 315		0,000	-0,150*	-0,078*	-0,020*	0,000	+0,036*

**Ajustes Internacional I.S.A.**  
**EJE UNICO**  
 **DIFERENCIAS NOMINALES**

• CIFRAS MARCADAS CON ASTERISCO NO PASA

DIAMETROS NOMINALES mm	EJE h 6 	AGUJEROS NO PASA   PASA				
		H 7	G 7	F 7	E 8	D 9
1 a 3	0,000 -- 0,007*	+ 0,009* 0,000	+ 0,012* + 0,003	+ 0,016* + 0,007	+ 0,028* + 0,014	+ 0,045* + 0,020
Más de 3 a 6	0,000 -- 0,008*	+ 0,012* 0,000	+ 0,016* + 0,004	+ 0,022* + 0,010	+ 0,038* + 0,020	+ 0,060* + 0,030
Más de 6 a 10	0,000 -- 0,009*	+ 0,015* 0,000	+ 0,020* + 0,005	+ 0,028* + 0,013	+ 0,047* + 0,025	+ 0,076* + 0,040
Más de 10 a 18	0,000 -- 0,011*	+ 0,018* 0,000	+ 0,024* + 0,006	+ 0,034* + 0,016	+ 0,059* + 0,032	+ 0,093* + 0,050
Más de 18 a 30	0,000 -- 0,013*	+ 0,021* 0,000	+ 0,028* + 0,007	+ 0,041* + 0,020	+ 0,073* + 0,040	+ 0,117* + 0,065
Más de 30 a 40	0,000 -- 0,016*	+ 0,025* 0,000	+ 0,034* + 0,009	+ 0,050* + 0,025	+ 0,089* + 0,050	+ 0,142* + 0,080
Más de 40 a 50	0,000 -- 0,019*	+ 0,030* 0,000	+ 0,040* + 0,010	+ 0,060* + 0,030	+ 0,106* + 0,060	+ 0,174* + 0,100
Más de 50 a 65	0,000 -- 0,022*	+ 0,035* 0,000	+ 0,047* + 0,012	+ 0,071* + 0,036	+ 0,126* + 0,072	+ 0,207* + 0,120
Más de 65 a 80	0,000 -- 0,025*	+ 0,040* 0,000	+ 0,054* + 0,014	+ 0,083* + 0,043	+ 0,148* + 0,085	+ 0,245* + 0,145
Más de 80 a 100	0,000 -- 0,028*	+ 0,046* 0,000	+ 0,061* + 0,015	+ 0,096* + 0,050	+ 0,172* + 0,100	+ 0,285* + 0,170
Más de 100 a 120	0,000 -- 0,032*	+ 0,052* 0,000	+ 0,069* + 0,017	+ 0,108* + 0,056	+ 0,191* + 0,110	+ 0,320* + 0,190
Más de 120 a 140	0,000 -- 0,035*	+ 0,056* 0,000	+ 0,074* + 0,018	+ 0,112* + 0,060	+ 0,200* + 0,130	+ 0,355* + 0,220
Más de 140 a 160	0,000 -- 0,038*	+ 0,060* 0,000	+ 0,084* + 0,020	+ 0,132* + 0,072	+ 0,220* + 0,140	+ 0,400* + 0,270
Más de 160 a 180	0,000 -- 0,042*	+ 0,064* 0,000	+ 0,088* + 0,024	+ 0,140* + 0,080	+ 0,240* + 0,160	+ 0,440* + 0,310
Más de 180 a 200	0,000 -- 0,046*	+ 0,068* 0,000	+ 0,092* + 0,028	+ 0,160* + 0,100	+ 0,300* + 0,170	+ 0,500* + 0,350
Más de 200 a 225	0,000 -- 0,050*	+ 0,072* 0,000	+ 0,096* + 0,032	+ 0,172* + 0,110	+ 0,340* + 0,210	+ 0,550* + 0,410
Más de 225 a 250	0,000 -- 0,054*	+ 0,076* 0,000	+ 0,100* + 0,040	+ 0,200* + 0,120	+ 0,400* + 0,280	+ 0,600* + 0,460
Más de 250 a 280	0,000 -- 0,058*	+ 0,080* 0,000	+ 0,104* + 0,044	+ 0,220* + 0,124	+ 0,480* + 0,360	+ 0,680* + 0,540
Más de 280 a 315	0,000 -- 0,062*	+ 0,084* 0,000	+ 0,108* + 0,048	+ 0,240* + 0,132	+ 0,520* + 0,400	+ 0,720* + 0,580

**Ajustes Internacional I.S.A.**  
**EJE UNICO**  
 **DIFERENCIAS NOMINALES**

• CIFRAS MARCADAS CON ASTERISCO NO PASA

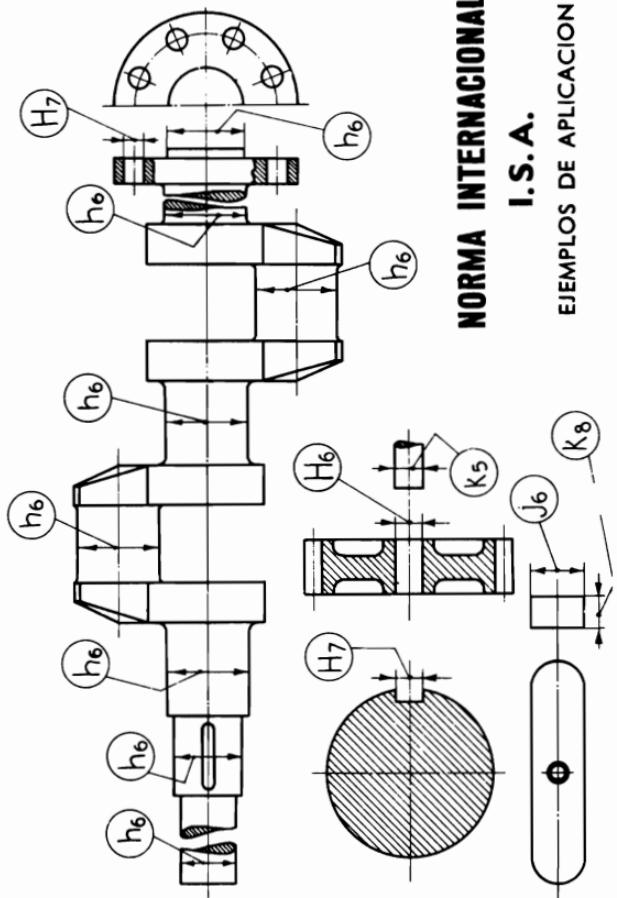
DIAMETROS NOMINALES mm	EJES No pasa  Pasa 	AGUJEROS NO PASA   PASA				
		h 8	h 9	h 8	f 8	e 9
1 a 3	0,000 -- 0,014*	0,000 -- 0,025*	0,000 + 0,007	+ 0,014* + 0,014	+ 0,021* + 0,007	+ 0,039* + 0,014
Más de 3 a 6	0,000 -- 0,018*	0,000 -- 0,030*	0,000 + 0,010	+ 0,018* + 0,010	+ 0,028* + 0,020	+ 0,050* + 0,030
Más de 6 a 10	0,000 -- 0,022*	0,000 -- 0,036	0,000 + 0,013	+ 0,022* + 0,013	+ 0,035* + 0,025	+ 0,061* + 0,040
Más de 10 a 18	0,000 -- 0,027*	0,000 -- 0,043*	0,000 + 0,016	+ 0,027* + 0,016	+ 0,043* + 0,032	+ 0,075* + 0,050
Más de 18 a 30	0,000 -- 0,033*	0,000 -- 0,052*	0,000 + 0,020	+ 0,033* + 0,020	+ 0,053* + 0,040	+ 0,092* + 0,065
Más de 30 a 40	0,000 -- 0,039*	0,000 -- 0,062*	0,000 + 0,025	+ 0,039* + 0,025	+ 0,064* + 0,050	+ 0,112* + 0,080
Más de 40 a 50	0,000 -- 0,046*	0,000 -- 0,074*	0,000 + 0,030	+ 0,046* + 0,030	+ 0,076* + 0,060	+ 0,134* + 0,100
Más de 50 a 65	0,000 -- 0,054*	0,000 -- 0,084*	0,000 + 0,030	+ 0,046* + 0,030	+ 0,096* + 0,070	+ 0,174* + 0,120
Más de 65 a 80	0,000 -- 0,064*	0,000 -- 0,094*	0,000 + 0,036	+ 0,054* + 0,036	+ 0,090* + 0,066	+ 0,210* + 0,140
Más de 80 a 100	0,000 -- 0,074*	0,000 -- 0,104*	0,000 + 0,040	+ 0,054* + 0,040	+ 0,090* + 0,072	+ 0,260* + 0,180
Más de 100 a 120	0,000 -- 0,084*	0,000 -- 0,114*	0,000 + 0,046	+ 0,054* + 0,046	+ 0,090* + 0,072	+ 0,300* + 0,220
Más de 120 a 140	0,000 -- 0,094*	0,000 -- 0,124*	0,000 + 0,050	+ 0,063* + 0,050	+ 0,106* + 0,085	+ 0,350* + 0,250
Más de 140 a 160	0,000 -- 0,104*	0,000 -- 0,134*	0,000 + 0,056	+ 0,063* + 0,056	+ 0,108* + 0,088	+ 0,400* + 0,300
Más de 160 a 180	0,000 -- 0,114*	0,000 -- 0,144*	0,000 + 0,062	+ 0,063* + 0,062	+ 0,116* + 0,092	+ 0,450* + 0,350
Más de 180 a 200	0,000 -- 0,124*	0,000 -- 0,154*	0,000 + 0,068	+ 0,063* + 0,068	+ 0,122* + 0,100	+ 0,500* + 0,400
Más de 200 a 225	0,000 -- 0,134*	0,000 -- 0,164*	0,000 + 0,074	+ 0,063* + 0,074	+ 0,122* + 0,100	+ 0,550* + 0,450
Más de 225 a 250	0,000 -- 0,144*	0,000 -- 0,174*	0,000 + 0,080	+ 0,063* + 0,080	+ 0,122* + 0,100	+ 0,600* + 0,500
Más de 250 a 280	0,000 -- 0,154*	0,000 -- 0,184*	0,000 + 0,086	+ 0,063* + 0,086	+ 0,132* + 0,110	+ 0,650* + 0,550
Más de 280 a 315	0,000 -- 0,164*	0,000 -- 0,194*	0,000 + 0,092	+ 0,063* + 0,092	+ 0,142* + 0,120	+ 0,700* + 0,600

**Ajustes Internacionales I.S.A.**  
**EJE UNICO**  
**DIFERENCIAS NOMINALES**

\* CIFRAS MARCADAS CON ASTERISCO NO PASAN

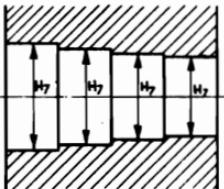
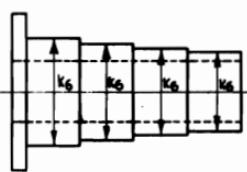
DIAMETROS NOMINALES mm.	EJE h 11 	AGUJEROS PASA  NO PASA				
		H 11	D 11	C 11	B 11	A 11
1 a 3	0,000 — 0,060*	+ 0,060* 0,000	+ 0,080* + 0,020	+ 0,120* + 0,060	+ 0,200* + 0,140	+ 0,330* + 0,270
Más de 3 a 6	0,000 — 0,075*	+ 0,075* 0,000	+ 0,105* + 0,030	+ 0,145* + 0,070	+ 0,215* + 0,140	+ 0,345* + 0,270
Más de 6 a 10	0,000 — 0,090*	+ 0,090* 0,000	+ 0,130* + 0,040	+ 0,170* + 0,080	+ 0,240* + 0,150	+ 0,370* + 0,280
Más de 10 a 18	0,000 — 0,110*	+ 0,110* 0,000	+ 0,160* + 0,050	+ 0,205* + 0,095	+ 0,260* + 0,150	+ 0,400* + 0,290
Más de 18 a 30	0,000 — 0,130*	+ 0,130* 0,000	+ 0,195* + 0,065	+ 0,240* + 0,110	+ 0,290* + 0,160	+ 0,430* + 0,300
Más de 30 a 40	0,000 — 0,160*	+ 0,160* 0,000	+ 0,240* + 0,080	+ 0,280* + 0,120	+ 0,330* + 0,170	+ 0,470* + 0,310
Más de 40 a 50				+ 0,290* + 0,130	+ 0,340* + 0,180	+ 0,480* + 0,320
Más de 50 a 65	0,000 — 0,190*	+ 0,190* 0,000	+ 0,290* + 0,100	+ 0,330* + 0,140	+ 0,380* + 0,190	+ 0,530* + 0,340
Más de 65 a 80				+ 0,340* + 0,150	+ 0,390* + 0,200	+ 0,550* + 0,360
Más de 80 a 100	0,000 0,220*	+ 0,220* 0,000	+ 0,340* 0,120	+ 0,390* + 0,170	+ 0,440* + 0,220	+ 0,600* + 0,380
Más de 100 a 120				+ 0,400* + 0,180	+ 0,460* 0,240	+ 0,630* 0,410
Más de 120 a 140	0,000 — 0,250*	+ 0,250* 0,000	+ 0,395* + 0,145	+ 0,450* + 0,200	+ 0,510* + 0,260	+ 0,710* + 0,460
Más de 140 a 160				+ 0,460* + 0,210	+ 0,530* + 0,280	+ 0,770* + 0,520
Más de 160 a 180				+ 0,480* + 0,230	+ 0,560* + 0,310	+ 0,830* + 0,580
Más de 180 a 200	0,000 — 0,290*	+ 0,290* 0,000	+ 0,460* + 0,170	+ 0,530* + 0,240	+ 0,630* + 0,340	+ 0,950* + 0,660
Más de 200 a 225				+ 0,550* + 0,260	+ 0,670* + 0,380	+ 1,030* + 0,740
Más de 225 a 250				+ 0,570* + 0,280	+ 0,710* + 0,420	+ 1,110* + 0,820
Más de 250 a 280	0,000 — 0,320*	+ 0,320* 0,000	+ 0,510* + 0,190	+ 0,620* + 0,300	+ 0,800* + 0,480	+ 1,240* + 0,920
Más de 280 a 315				+ 0,650* + 0,330	+ 0,860* + 0,540	+ 1,370* + 1,050

## EJEMPLOS DE APLICACION



**NORMA INTERNACIONAL**  
**I. S. A.**  
**EJEMPLOS DE APLICACION**

## CASQUILLOS O TEJAS PARA ARBOTANTES Y BOCINAS DE EJES PROPULSORES DE BUQUES



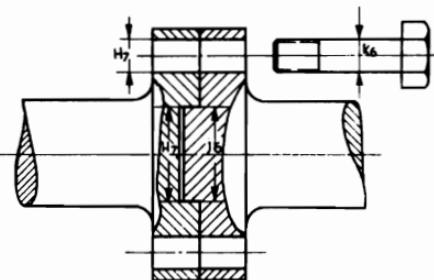
### AJUSTE DE ADHERENCIA (FINO) I.S.A.

AJUSTE	Diámetros Nominales en milímetros con sus Tolerancias								
	80 a 120	Más de 120 a 180	Más de 180 a 250	Más de 250 a 315	Más de 315 a 355	Más de 355 a 360	Más de 360 a 400	Más de 400 a 450	Más de 450 a 500
AGUJERO H 7	+ 0.035*	+ 0.040	+ 0.046	+ 0.052*	+ 0.057*	+ 0.057*	+ 0.063*	+ 0.063*	+ 0.063*
	+ 0.000	+ 0.000	+ 0.000	+ 0.000	+ 0.000	+ 0.000	+ 0.000	+ 0.000	+ 0.000
CASQUILLO O BOCINA + 6	+ 0.025	+ 0.028	+ 0.033	+ 0.036	+ 0.040	+ 0.040	+ 0.045	+ 0.045	+ 0.045
	+ 0.003	+ 0.003	+ 0.004	+ 0.004	+ 0.004	+ 0.004	+ 0.005*	+ 0.005*	+ 0.005*

\* En el eje cuando la dimensión tiene esta tolerancia no debe pasar.

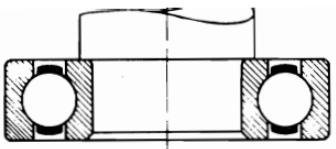
Observar las tolerancias con la mayor atención.

### ACOPLAMIENTOS DE LA LINEA DE EJES PROPULSORES DE BUQUES



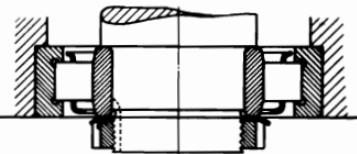
# TOLERANCIAS ADECUADAS EN APLICACIONES DE RODAMIENTOS RADIALES DE BOLAS Y DE RODILLOS PARA EJES

Diametro del eje		Pequeñas cargas		Cargas normales.		Cargas muy fuertes. En general cuando el rodamiento resiste un peso grande (Por ejemplo, cajas de grava para F.C.)	
El rodamiento tiene montado sobre el eje sin cojinete preventivo		El rodamiento tiene montado sobre el eje con cojinete preventivo		El rodamiento se calienta en el rodamiento y el cojinete se calienta a 70°C., aproximadamente, gama de momento		El rodamiento se calienta en el rodamiento a 70°C., aproximadamente, gama de momento	
mayor de	menor de	medidas en mm.	medidas en mm.	medidas en mm.	medidas en mm.	medidas en mm.	medidas en mm.
3	6	+0.004 —0.002	—0.003	—0.001 +0.011 +0.013 +0.015 +0.018 +0.021	— — — — — —	— — — +0.020 +0.024 +0.028 +0.033 +0.037 +0.043	— — — +0.009 +0.013 +0.017 +0.020 +0.024 +0.028
6	10	+0.004 —0.002	—0.003	—0.001 +0.011	— —	— —	— —
10	18	+0.005	—	— +0.013	+0.002 —	— —	— —
18	30	—	—	— +0.015	+0.002 +0.018	— +0.024 +0.028	— +0.013 +0.017
30	50	—	—	— +0.018	+0.003 +0.021	— —	— +0.017
50	80	—	—	— +0.018	+0.003 —	— +0.024	— +0.017
80	120	—	—	— +0.018	+0.003 —	— +0.024	— +0.017
120	180	—	—	— +0.021	+0.003 —	— +0.024	— +0.017
180	250	—	—	— —	— —	— +0.024	— +0.020
250	315	—	—	— —	— —	— +0.024	— +0.021
315	400	—	—	— —	— —	— +0.024	— +0.021



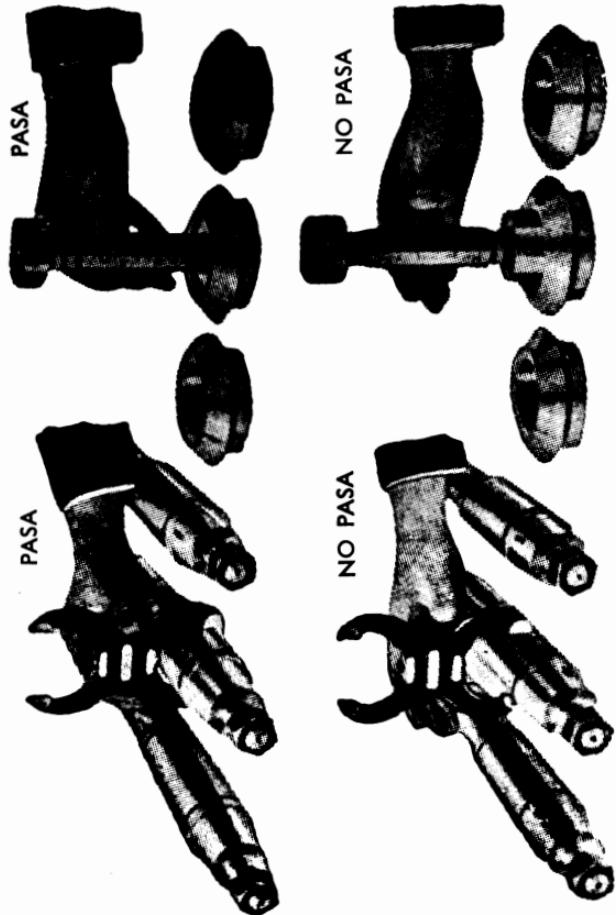
## **TOLERANCIAS ADECUADAS EN APLICACIONES DE RODAMIENTOS RADIALES DE BOLAS Y DE RODILLOS PARA ALLOJAMIENTOS**

Diametro interior del soporte		Para transmisiones y otros casos en que los ejes giran a velocidades pa- quenas (en general soportes en dos mitades)		En las aplicaciones más corrientes		Cuando el eje gira a velocidades gran- des o se exigen una gran preciso- (equilibrio perfecto)	
mayor de	hasta	limite inferior	limite superior	limite inferior	limite superior	limite inferior	limite superior
10	18	-	-	0	+ 0.018	- 0.005	+ 0.006
18	30	-	-	0	+ 0.021	- 0.005	+ 0.008
30	50	0	- 0.159	0	+ 0.025	- 0.006	+ 0.010
50	80	0	- 0.046	0	+ 0.030	- 0.006	+ 0.013
80	120	0	+ 0.054	0	+ 0.035	- 0.006	+ 0.016
120	180	0	+ 0.063	0	+ 0.040	- 0.007	+ 0.018
180	250	0	+ 0.072	0	+ 0.046	-	-
250	315	0	+ 0.081	0	+ 0.052	-	-
315	400	0	+ 0.089	0	+ 0.057	-	-
400	500	0	+ 0.097	0	+ 0.063	-	-

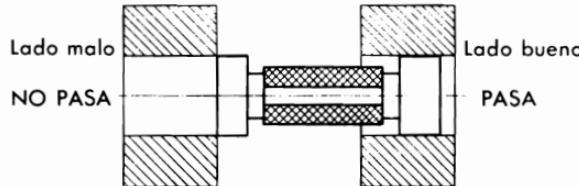


los datos indicados en estas tablas son válidos para aplicaciones normales en las que se sproyecta toda la capacidad de carga del rodamiento y los ejes y el eje es el que gira. En los datos indicados para los ejes se subentiende que los rodamientos no son montados sobre mangos de sujetamiento o de desmontaje; es decir, que van montados directamente sobre el eje.

## EJEMPLOS DE CALIBRADO

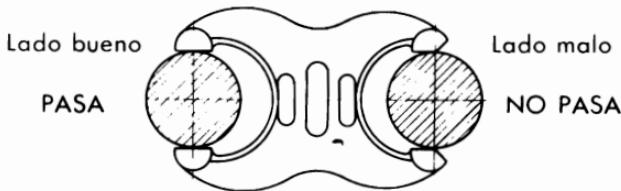


## Aclaraciones SOBRE EJEMPLOS DE CALIBRADO



### CALIBRE PARA AGUJEROS

Las piezas fabricadas tendrán el ajuste previsto cuando el calibre macho para agujeros entra por la parte de menor diámetro del calibre, y se la denomina PASA-Lado Bueno; no debe entrar por la parte de mayor diámetro del calibre y a ésta se la denomina NO PASA-Lado Malo.



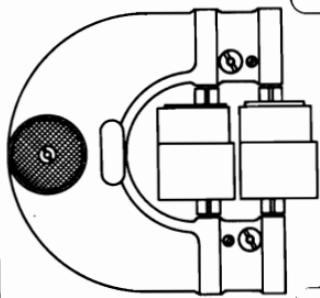
### CALIBRE PARA EJES

Las piezas fabricadas tendrán el ajuste previsto cuando el calibre hembra para ejes pueda entrar por la parte de mayor diámetro del calibre, y se la denomina PASA-Lado Bueno. No debe entrar por la parte de menor diámetro y a ésta se la denomina NO PASA-Lado Malo.

2 + 0.05	2 - 0.545
2 + 0.055	2 - 0.504
2 + 0.06	2 - 0.46
2 + 0.065	2 - 0.4198
2 + 0.07	2 - 0.35
2 + 0.075	2 - 0.3035
2 + 0.08	2 - 0.22
2 + 0.085	2 - 0.0321
2 + 0.09	2 - 0.2
2 + 0.095	2 - 0.19
2 + 0.1	2 - 0.028
2 + 0.11	2 - 0.18
2 + 0.115	2 - 0.25
2 + 0.12	2 - 0.17
2 + 0.125	2 - 0.222
2 + 0.13	2 - 0.16
2 + 0.135	2 - 0.15
2 + 0.14	2 - 0.03
2 + 0.145	2 - 0.15
2 + 0.15	2 - 0.01
2 + 0.16	2 - 0.12
2 + 0.17	2 - 0.11
2 + 0.18	2 - 0.021
2 + 0.19	2 - 0.10
2 + 0.2	2 - 0.09
2 + 0.21	2 - 0.08
2 + 0.22	2 - 0.07
2 + 0.23	2 - 0.06
2 + 0.24	2 - 0.05
2 + 0.25	2 - 0.045
2 + 0.26	2 - 0.04
2 + 0.27	2 - 0.035
2 + 0.28	2 - 0.03
2 + 0.29	2 - 0.025
2 + 0.3	2 - 0.02
2 + 0.31	2 - 0.015
2 + 0.32	2 - 0.01
2 + 0.33	2 - 0.009
2 + 0.34	2 - 0.008
2 + 0.35	2 - 0.007
2 + 0.36	2 - 0.006
2 + 0.37	2 - 0.005
2 + 0.38	2 - 0.004
2 + 0.39	2 - 0.003
2 + 0.4	2 - 0.002
2 + 0.41	2 - 0.001
2 + 0.42	2 - 0.0005
2 + 0.43	2 - 0.0001
2 + 0.44	2 - 0.0001
2 + 0.45	2 - 0.0001
2 + 0.46	2 - 0.0001
2 + 0.47	2 - 0.0001
2 + 0.48	2 - 0.0001
2 + 0.49	2 - 0.0001
2 + 0.5	2 - 0.0001

## ESCANTILLONES PARA LIMITES DE TOLERANCIAS

Con esta serie, unida  
a la serie general de  
escantillones normales,  
se puede componer  
cualquier dimensión

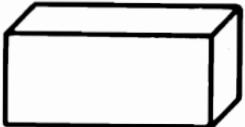


23.5	16	3.5	1.26	0.5	0.514	0.05
	16.5	4.5	1.27	1	0.517	0.1
24	17	5	1.28	1.005	0.518	0.001
	17.5	5.5	1.30	1.01	0.519	0.002
24.5	18	6	1.31	1.02	0.520	0.003
	18.5	6.5	1.32	1.04	0.521	0.004
25	19	7	1.33	1.05	0.522	0.005
	19.5	7.5	1.34	1.06	0.523	0.006
20	20	8	1.35	1.07	0.524	0.007
	20.5	8.5	1.36	1.08	0.525	0.008
21	21	9	1.37	1.09	0.526	0.009
	21.5	10	1.38	1.10	0.527	0.010
22	22	10.5	1.39	1.11	0.528	0.010
	22.5	11	1.40	1.12	0.529	0.010
23	23	11.5	1.41	1.13	0.530	0.010
100	75	12	1.42	1.14	0.531	0.010
	21	12.5	1.43	1.15	0.532	0.010
21.5	22	13	1.44	1.16	0.533	0.010
	22.5	14	1.45	1.17	0.534	0.010
23	23.5	15	1.46	1.18	0.535	0.010
23.5	24	15.5	1.47	1.19	0.536	0.010
24	24.5	16	1.48	1.20	0.537	0.010
24.5	25	17	1.49	1.21	0.538	0.010
25	25.5	18	1.50	1.22	0.539	0.010
25.5	26	19	1.51	1.23	0.540	0.010
26	26.5	20	1.52	1.24	0.541	0.010
26.5	27	21	1.53	1.25	0.542	0.010
27	27.5	22	1.54	1.26	0.543	0.010
27.5	28	23	1.55	1.27	0.544	0.010
28	28.5	24	1.56	1.28	0.545	0.010
28.5	29	25	1.57	1.29	0.546	0.010
29	29.5	26	1.58	1.30	0.547	0.010
29.5	30	27	1.59	1.31	0.548	0.010
30	30.5	28	1.60	1.32	0.549	0.010
30.5	31	29	1.61	1.33	0.550	0.010
31	31.5	30	1.62	1.34	0.551	0.010
31.5	32	31	1.63	1.35	0.552	0.010
32	32.5	32	1.64	1.36	0.553	0.010
32.5	33	33	1.65	1.37	0.554	0.010
33	33.5	34	1.66	1.38	0.555	0.010
33.5	34	35	1.67	1.39	0.556	0.010
34	34.5	36	1.68	1.40	0.557	0.010
34.5	35	37	1.69	1.41	0.558	0.010
35	35.5	38	1.70	1.42	0.559	0.010
35.5	36	39	1.71	1.43	0.560	0.010
36	36.5	40	1.72	1.44	0.561	0.010
36.5	37	41	1.73	1.45	0.562	0.010
37	37.5	42	1.74	1.46	0.563	0.010
37.5	38	43	1.75	1.47	0.564	0.010
38	38.5	44	1.76	1.48	0.565	0.010
38.5	39	45	1.77	1.49	0.566	0.010
39	39.5	46	1.78	1.50	0.567	0.010
39.5	40	47	1.79	1.51	0.568	0.010
40	40.5	48	1.80	1.52	0.569	0.010
40.5	41	49	1.81	1.53	0.570	0.010
41	41.5	50	1.82	1.54	0.571	0.010
41.5	42	51	1.83	1.55	0.572	0.010
42	42.5	52	1.84	1.56	0.573	0.010
42.5	43	53	1.85	1.57	0.574	0.010
43	43.5	54	1.86	1.58	0.575	0.010
43.5	44	55	1.87	1.59	0.576	0.010
44	44.5	56	1.88	1.60	0.577	0.010
44.5	45	57	1.89	1.61	0.578	0.010
45	45.5	58	1.90	1.62	0.579	0.010
45.5	46	59	1.91	1.63	0.580	0.010
46	46.5	60	1.92	1.64	0.581	0.010
46.5	47	61	1.93	1.65	0.582	0.010
47	47.5	62	1.94	1.66	0.583	0.010
47.5	48	63	1.95	1.67	0.584	0.010
48	48.5	64	1.96	1.68	0.585	0.010
48.5	49	65	1.97	1.69	0.586	0.010
49	49.5	66	1.98	1.70	0.587	0.010
49.5	50	67	1.99	1.71	0.588	0.010
50	50.5	68	2.00	1.72	0.589	0.010
50.5	51	69	2.01	1.73	0.590	0.010
51	51.5	70	2.02	1.74	0.591	0.010
51.5	52	71	2.03	1.75	0.592	0.010
52	52.5	72	2.04	1.76	0.593	0.010
52.5	53	73	2.05	1.77	0.594	0.010
53	53.5	74	2.06	1.78	0.595	0.010
53.5	54	75	2.07	1.79	0.596	0.010
54	54.5	76	2.08	1.80	0.597	0.010
54.5	55	77	2.09	1.81	0.598	0.010
55	55.5	78	2.10	1.82	0.599	0.010
55.5	56	79	2.11	1.83	0.600	0.010
56	56.5	80	2.12	1.84	0.601	0.010
56.5	57	81	2.13	1.85	0.602	0.010
57	57.5	82	2.14	1.86	0.603	0.010
57.5	58	83	2.15	1.87	0.604	0.010
58	58.5	84	2.16	1.88	0.605	0.010
58.5	59	85	2.17	1.89	0.606	0.010
59	59.5	86	2.18	1.90	0.607	0.010
59.5	60	87	2.19	1.91	0.608	0.010
60	60.5	88	2.20	1.92	0.609	0.010
60.5	61	89	2.21	1.93	0.610	0.010
61	61.5	90	2.22	1.94	0.611	0.010
61.5	62	91	2.23	1.95	0.612	0.010
62	62.5	92	2.24	1.96	0.613	0.010
62.5	63	93	2.25	1.97	0.614	0.010
63	63.5	94	2.26	1.98	0.615	0.010
63.5	64	95	2.27	1.99	0.616	0.010
64	64.5	96	2.28	2.00	0.617	0.010
64.5	65	97	2.29	2.01	0.618	0.010
65	65.5	98	2.30	2.02	0.619	0.010
65.5	66	99	2.31	2.03	0.620	0.010
66	66.5	100	2.32	2.04	0.621	0.010

## SÉRIE DE ESCANTILLONES NORMALES MILÍMETROS Y PULGADAS INGLÉSAS

Se recomienda disponer de estas series, las cuales, unidas a la serie de tolerancias, permite componer cualquier dimensión

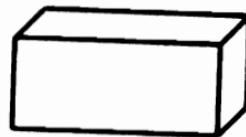
# LIMITES DE EXACTITUD DE CALIBRES PLANOS O GALGAS BLOCKS



SERIE METRICA

Dimensión en mm.	LIMITES DE EXACTITUD EN + 0 -			
	CALIDAD			
	Alto Laboratorio	Patrón de Referencia	Inspección	Trabajo de Taller
De 0 a 20	0.000045	0.00008	0.00015	0.0002
Más de 20 a 25	0.00005	0.00009	0.00015	0.0002
» 25 a 30	0.000055	0.0001	0.0002	0.0003
» 30 a 40	0.000065	0.00012	0.0002	0.0003
» 40 a 50	0.00008	0.00015	0.00025	0.0004
» 50 a 75	0.00012	0.00022	0.0004	0.0006
» 75 a 100	0.00016	0.0003	0.00055	0.0008
» 100 a 125	0.0002	0.00037	0.00065	0.001
» 125 a 150	0.00024	0.00045	0.0008	0.0012
» 150 a 175	0.00028	0.00052	0.00095	0.0014
» 175 a 200	0.00032	0.0006	0.0011	0.0016
» 200 a 250	0.0004	0.00075	0.0014	0.002
» 250 a 300	0.00048	0.0009	0.0017	0.0024
» 300 a 400	0.00064	0.012	0.0022	0.0032
» 400 a 500	0.0008	0.0015	0.0027	0.004

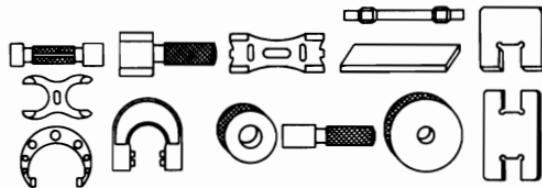
# LIMITES DE EXACTITUD DE CALIBRES PLANOS O GALGAS BLOCKS



SERIE EN PULGADAS INGLESAS

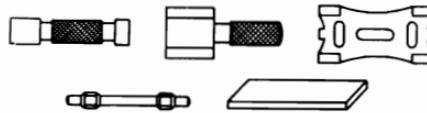
Dimensión en Pulgadas	LIMITES DE EXACTITUD EN + 0 -			
	CALIDAD			
	Alto Laboratorio	Patrón de Referencia	Inspección	Trabajo de Taller
De 0" a 0".800	0.0000018	0.0000032	0.000006	0.000008
Más de 0".800 a 1"	0.000002	0.0000036	0.000006	0.000008
» 1" a 1".200	0.0000022	0.000004	0.0000075	0.000011
» 1".200 a 1".600	0.0000026	0.000005	0.000009	0.000013
» 1".600 a 2"	0.0000035	0.000006	0.000011	0.000016
» 2" a 3"	0.000005	0.000009	0.000016	0.000024
» 3" a 4"	0.0000065	0.000012	0.000022	0.000032
» 4" a 5"	0.000008	0.000015	0.000027	0.000044
» 5" a 6"	0.00001	0.000018	0.000033	0.000048
» 6" a 7"	0.000011	0.000021	0.000038	0.000056
» 7" a 8"	0.000013	0.000024	0.000044	0.000064
» 8" a 10"	0.000016	0.00003	0.000055	0.00008
» 10" a 12"	0.000019	0.000036	0.000066	0.000096
» 12" a 16"	0.000026	0.000048	0.000088	0.000128
» 16" a 20"	0.000032	0.00006	0.00011	0.00016

**Exactitud que deben reunir los calibres serie interior y exterior, discos de comprobación, etc.**



Dimensiones incluida la mayor		ERROR PERMITIDO EN SU EXACTITUD EN + O -						
		CALIDAD						
		Patrón de Referencia		Inspección			Trabajo de Taller	
mm.	Pulgadas	mm.	Pulgadas	mm.	Pulgadas	mm.	Pulgadas	
3	1/8	0.0005	0.00002	0.0008	0.000032	0.001	0.00004	
6	1/4	0.0006	0.000024	0.0009	0.000036	0.0015	0.00006	
10	5/16	0.0007	0.000028	0.001	0.00004	0.002	0.00008	
18	3/8	0.0008	0.000032	0.0013	0.000051	0.0025	0.0001	
30	1 3/16	0.0009	0.000036	0.0017	0.000067	0.003	0.00012	
50	2"	0.001	0.00004	0.002	0.00008	0.0035	0.00014	
80	2 3/16	0.0015	0.00006	0.0025	0.0001	0.0045	0.00018	
120	4 3/4	0.002	0.00008	0.003	0.00012	0.005	0.0002	
180	7 1/8	0.0025	0.0001	0.0035	0.00014	0.006	0.00024	
260	10 1/4	0.003	0.00012	0.004	0.00016	0.007	0.00028	
360	14 1/4	0.003	0.00012	0.005	0.0002	0.008	0.00032	
500	20"	0.004	0.00016	0.006	0.00024	0.009	0.00036	

## **Desgaste admisible para calibres de trabajo empleados en los talleres para medición interior**

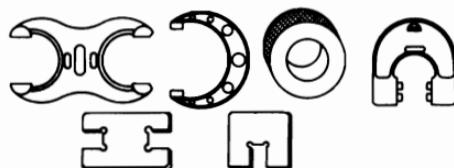


## CALIBRES CILINDRICOS, PLANOS Y DE PUNTAS ESFERICAS

Diámetros mm.	Ajuste de Precisión	Ajuste Fino	Ajuste Corriente	Ajuste Ordinario o Basto
De 1 a 3	—	0.002	0.003	0.009
Más de 3 a 6	0.002	0.003	0.005	0.012
» 6 a 10	0.0025	0.0035	0.005	0.015
» 10 a 18	0.003	0.004	0.008	0.018
» 18 a 30	0.004	0.005	0.008	0.022
» 30 a 50	0.0045	0.006	0.010	0.025
» 50 a 80	0.005	0.007	0.012	0.030
» 80 a 120	0.006	0.008	0.015	0.035
» 120 a 180	0.007	0.009	0.015	0.040
» 180 a 260	0.008	0.010	0.020	0.045
» 260 a 360	0.009	0.012	0.020	0.050
» 360 a 500	0.010	0.014	0.025	0.060

Al sobrepasar estos límites deben retirarse del uso para reajustarlos nuevamente.

## Desgaste admisible para calibres de trabajo empleados en los talleres para medición exterior



CALIBRES DE HERRADURA. PLANOS Y ANILLO

Diámetros mm.	Ajuste de Precisión	Ajuste Fino	Ajuste Corriente	Ajuste Ordinario o Basto
De 1 a 3	—	0.0015	0.003	0.009
Más de 3 a 6	0.0015	0.002	0.005	0.012
» 6 a 10	0.002	0.0025	0.005	0.015
» 10 a 18	0.0025	0.003	0.008	0.018
» 18 a 30	0.003	0.004	0.008	0.022
» 30 a 50	0.0035	0.0045	0.010	0.025
» 50 a 80	0.004	0.005	0.012	0.030
» 80 a 120	0.0045	0.006	0.015	0.035
» 120 a 180	0.005	0.007	0.015	0.040
» 180 a 260	0.006	0.008	0.020	0.045
» 260 a 360	0.007	0.009	0.020	0.050
» 360 a 500	0.008	0.0010	0.025	0.060

Al llegar a estos límites deben retirarse del uso para reajustarlos nuevamente.

## Calibres para roscas • Errores máximos permitidos en el paso y ángulos del filete

CALIBRES PATRÓN					
N.º de Hilos en 1"	Variación o error en el paso Pulgadas	Variación o error en el ángulo + —	Paso en mm.	Variación o error en el paso mm. + —	Variación o error en el ángulo + —
4 a 6	± 0.00025	0° 2' 30"	6 a 4	0.006	0° 2' 30"
7 a 10	0.0002	0° 2' 30"	3.5 a 2.5	0.005	0° 2' 30"
11 a 18	0.00015	0° 5' 00"	2 a 1.5	0.003	0° 5' 00"
20 a 28	0.0001	0° 7' 30"	1.25 a 1	0.0025	0° 7' 00"
30 a 40	0.0001	0° 10' 00"	0.8 a 0.6	0.0025	0° 10' 00"
44 a 80	0.0001	0° 15' 00"	0.5 a 0.25	0.0025	0° 15' 00"

CALIBRES DE INSPECCIÓN					
N.º de Hilos en 1"	Variación o error en el paso Pulgadas	Variación o error en el ángulo + —	Paso en mm.	Variación o error en el paso mm. + —	Variación o error en el ángulo + —
4 a 6	± 0.0005	0° 5'	6 a 4	0.0125	0° 5'
7 a 10	0.0004	0° 5'	3.5 a 2.5	0.010	0° 5'
11 a 18	0.0003	0° 10'	2 a 1.5	0.0075	0° 10'
20 a 28	0.0002	0° 15'	1.25 a 1	0.005	0° 15'
30 a 40	0.0002	0° 20'	0.8 a 0.6	0.005	0° 20'
44 a 80	0.0002	0° 30'	0.5 a 0.25	0.005	0° 30'

CALIBRES PARA TRABAJO DE TALLER					
N.º de Hilos en 1"	Variación o error en el paso Pulgadas	Variación o error en el ángulo + —	Paso en mm.	Variación o error en el paso mm. + —	Variación o error en el ángulo + —
4 a 6	± 0.00055	0° 6'	6 a 4	0.013	0° 6'
7 a 10	0.00045	0° 7'	3.5 a 2.5	0.011	0° 7'
11 a 18	0.00035	0° 12'	2 a 1.5	0.008	0° 12'
20 a 28	0.00025	0° 20'	1.25 a 1	0.006	0° 20'
30 a 40	0.0002	0° 25'	0.8 a 0.6	0.005	0° 25'
44 a 80	0.0002	0° 35'	0.5 a 0.25	0.005	0° 35'

# Calibres para trabajos de taller Roscas B.S.W. B.S.F. y U.S.S.

## LIMITES DE EXACTITUD

Diámetro en Pulgadas	CALIBRE INTERIOR (Macho)		CALIBRE EXTERIOR (Anillo)		+	
	DIAMETROS EXTERIOR Y MEDIO		DIAMETROS MEDIO Y FONDO			
	ERROR PERMITIDO		ERROR PERMITIDO			
	+	-	-	+		
	mm.	Pulgadas	mm.	Pulgadas		
$\frac{1}{8}$	+ 0.0025	+ 0.0001	0.000	- 0.0025	- 0.0001	0.000
$\frac{3}{16}$	"	"	"	"	"	"
$\frac{1}{4}$	+ 0.005	+ 0.0002	"	- 0.005	- 0.0002	"
$\frac{5}{16}$	"	"	"	"	"	"
$\frac{3}{8}$	+ 0.006	+ 0.00023	"	- 0.006	- 0.00023	"
$\frac{7}{16}$	"	"	"	"	"	"
$\frac{1}{2}$	+ 0.008	+ 0.0003	"	- 0.008	- 0.0003	"
$\frac{9}{16}$	"	"	"	"	"	"
$\frac{5}{8}$	"	"	"	"	"	"
$\frac{3}{4}$	+ 0.009	+ 0.00035	"	- 0.009	- 0.00035	"
$\frac{7}{8}$	"	"	"	"	"	"
$1''$	+ 0.010	+ 0.0004	"	- 0.010	- 0.0004	"
$1\frac{1}{8}$	"	"	"	"	"	"
$1\frac{1}{4}$	"	"	"	"	"	"
$1\frac{1}{2}$	+ 0.012	+ 0.00047	"	- 0.012	- 0.00047	"
$1\frac{3}{4}$	"	"	"	"	"	"
$2''$	+ 0.014	+ 0.00055	"	- 0.014	- 0.00055	"
$2\frac{1}{4}$	+ 0.016	+ 0.00063	"	- 0.016	- 0.00063	"
$2\frac{1}{2}$	"	"	"	"	"	"
$2\frac{3}{4}$	+ 0.018	+ 0.00071	"	- 0.018	- 0.00071	"
$3''$	"	"	"	"	"	"
$3\frac{1}{4}$	+ 0.020	+ 0.0008	"	- 0.020	- 0.0008	"
$3\frac{1}{2}$	"	"	"	"	"	"
$3\frac{3}{4}$	"	"	"	"	"	"
$4''$	"	"	"	"	"	"

# Calibres para trabajos de taller • Rosca de gas B.S.P.

## LIMITES DE EXACTITUD

Diámetro Nominal en Pulgadas	DIAMETRÓ EFECTIVO		CALIBRE INTERIOR (Macho)	CALIBRE EXTERIOR (Anillo)
			DIAMETRO EXTERIOR Y MEDIO	DIAMETRO MEDIO Y FONDO
	Pulgadas	mm.	Error permitido en Pulgadas	Error permitido en Pulgadas
$\frac{1}{8}$	0.3830	9.729	0.00023	0.000
$\frac{1}{4}$	0.5180	13.158	0.0003	»
$\frac{3}{8}$	0.6560	16.663	»	»
$\frac{1}{2}$	0.8250	20.956	0.00035	»
$\frac{5}{16}$	0.9020	22.912	»	»
$\frac{3}{4}$	1.0410	26.442	0.0004	»
$\frac{7}{16}$	1.1891	30.202	»	»
$1''$	1.3091	33.250	0.00047	»
$1\frac{1}{4}$	1.6501	41.912	»	»
$1\frac{1}{8}$	1.8821	47.805	0.00055	»
$1\frac{1}{4}$	2.1161	53.748	»	»
$2''$	2.3471	59.616	»	»
$2\frac{1}{4}$	2.5871	65.712	0.00063	»
$2\frac{1}{2}$	2.9602	75.187	»	»
$2\frac{3}{4}$	3.2102	81.537	»	»
$3''$	3.4602	87.887	»	»
$3\frac{1}{4}$	3.7002	93.984	0.00071	»
$3\frac{1}{2}$	3.9502	100.334	»	»
$3\frac{3}{4}$	4.2002	106.684	»	»
$4''$	4.4502	113.034	»	»

# Calibres para trabajos de taller Rosca Métrica Internacional S.I.

## LIMITES DE EXACTITUD

Diámetro en mm.	CALIBRE INTERIOR (Macho) DIAMETROS EXTERIOR Y MEDIO		CALIBRE EXTERIOR (Anillo) DIAMETROS MEDIO Y FONDO	
	ERROR PERMITIDO mm.		ERROR PERMITIDO mm.	
	+	-	-	+
6	+ 0.005	0.000	- 0.005	0.000
7	»	»	»	»
8	»	»	»	»
9	»	»	»	»
10	+ 0.006	»	- 0.006	»
12	»	»	»	»
14	+ 0.008	»	- 0.008	»
16	»	»	»	»
18	+ 0.009	»	- 0.009	»
20	»	»	»	»
22	»	»	»	»
24	+ 0.010	»	- 0.010	»
27	»	»	»	»
30	»	»	»	»
33	»	»	»	»
36	+ 0.012	»	- 0.012	»
39	»	»	»	»
42	»	»	»	»
45	»	»	»	»
48	+ 0.014	»	- 0.014	»
52	»	»	»	»
56	+ 0.016	»	- 0.016	»
60	»	»	»	»
64	»	»	»	»
68	»	»	»	»
72	+ 0.018	»	- 0.018	»
76	»	»	»	»
80	»	»	»	»

# Calibres de referencia para inspección de roscas B.S.W. B.S.F. y U.S.S.

## LIMITES DE EXACTITUD

Diámetro en Pulgadas	CALIBRE INTERIOR (Macho) DIAMETROS EXTERIOR Y MEDIO		CALIBRE EXTERIOR (Anillo) DIAMETROS MEDIO Y FONDO			
	ERROR PERMITIDO		ERROR PERMITIDO			
	+	-	-	+		
1/8	0.000	- 0.002	- 0.00008	0.000	+ 0.002	+ 0.00008
3/16	»	»	»	»	»	»
1/4	»	»	»	»	»	»
5/16	»	»	»	»	»	»
3/8	»	»	»	»	»	»
7/16	»	»	»	»	»	»
1/2	»	- 0.003	- 0.0001	»	+ 0.003	+ 0.0001
9/16	»	»	»	»	»	»
5/8	»	»	»	»	»	»
1"	»	- 0.004	- 0.00015	»	+ 0.004	+ 0.00015
1 1/8	»	»	»	»	»	»
1 1/4	»	»	»	»	»	»
1 1/2	»	- 0.005	- 0.0002	»	+ 0.005	+ 0.0002
1 3/4	»	»	»	»	»	»
2"	»	- 0.006	- 0.00023	»	+ 0.006	+ 0.00023
2 1/4	»	»	»	»	»	»
2 1/2	»	- 0.007	- 0.00027	»	+ 0.007	+ 0.00027
2 3/4	»	»	»	»	»	»
3"	»	- 0.008	- 0.0003	»	+ 0.008	+ 0.0003
3 1/4	»	»	»	»	»	»
3 1/2	»	»	»	»	»	»
3 3/4	»	»	»	»	»	»
4"	»	»	»	»	»	»

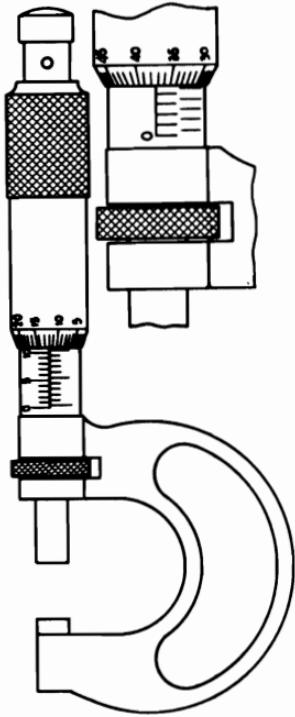
# Calibres de referencia para inspección • Rosca de gas B.S.P.

## LIMITES DE EXACTITUD

Diámetro Nominal en Pulgadas	DIAMETRO EFECTIVO	CALIBRE INTERIOR (Macho)	CALIBRE EXTERIOR (Anillo)			
		DIAMETRO EXTERIOR Y MEDIO	DIAMETRO MEDIO Y FONDO			
		Error permitido en Pulgadas	Error permitido en Pulgadas			
Pulgadas	mm.	+	-			
1/8	0.3830	9.729	0.000	0.00008	0.000	0.00008
1/4	0.5180	13.158	»	0.0001	»	0.0001
3/8	0.6560	16.663	»	»	»	»
1/2	0.8250	20.956	»	»	»	»
5/8	0.9020	22.912	»	»	»	»
3/4	1.0410	26.442	»	0.00015	»	0.00015
7/8	1.1891	30.202	»	»	»	»
1"	1.3091	33.250	»	»	»	»
1 1/4	1.6501	41.912	»	0.0002	»	0.0002
1 1/2	1.8821	47.805	»	»	»	»
1 3/4	2.1161	53.748	»	»	»	»
2"	2.3471	59.616	»	»	»	»
2 1/4	2.5871	65.712	»	»	»	»
2 1/2	2.9602	75.187	»	0.00023	»	0.00023
2 3/4	3.2102	81.537	»	»	»	»
3"	3.4602	87.887	»	»	»	»
3 1/4	3.7002	93.984	»	»	»	»
3 1/2	3.9502	100.334	»	»	»	»
3 3/4	4.2002	106.684	»	»	»	»
	4.4502	113.034	»	»	»	»

## LIMITES DE EXACTITUD CALIBRES DE REFERENCIA PARA INSPECCION DE ROSCA METRICA INTERNACIONAL S.I.

Diámetro en mm.	Calibre interior (mache)		Calibre exterior (anillo)		Calibre interior (mache)		Calibre exterior (anillo)	
	Diametros exterior y medio	Error permitido mm.	Diametros medio y fondo	Error permitido mm.	Diametros exterior y medio	Error permitido mm.	Diametros medio y fondo	Error permitido mm.
	+	-	+	-	+	-	+	-
1	0.000	-0.002	0.000	+0.002	20	0.000	-0.003	0.000
1.2	»	»	»	»	22	»	»	»
1.4	»	»	»	»	24	»	»	»
1.7	»	»	»	»	27	»	-0.004	»
2	»	»	»	»	30	»	»	»
2.3	»	»	»	»	33	»	»	»
2.6	»	»	»	»	36	»	»	»
3	»	»	»	»	39	»	-0.005	»
3.5	»	»	»	»	42	»	»	»
4	»	»	»	»	45	»	»	»
4.5	»	»	»	»	48	»	»	»
5	»	»	»	»	52	»	-0.006	»
6	»	»	»	»	56	»	»	»
7	»	»	»	»	60	»	»	»
8	»	»	»	»	64	»	-0.007	»
9	»	»	»	»	68	»	»	»
10	»	»	»	»	72	»	»	»
12	»	»	»	»	76	»	-0.008	»
14	»	-0.003	»	+0.003	80	»	»	»
16	»	»	»	»	»	»	»	»
18	»	»	»	»	»	»	»	»



## Micrómetro graduado en centésimas de milímetro LECTURA DEL NONÍO

El tornillo de este aparato tiene un paso de 1/2 milímetro.

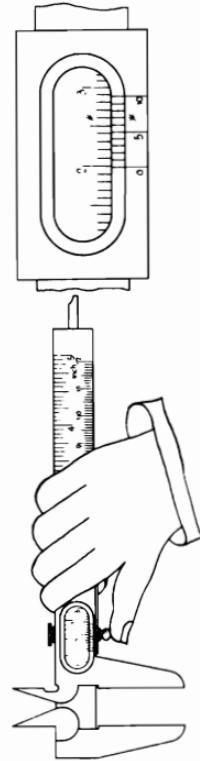
Una vuelta al nonio grabado en el mango es igual a 1/2 milímetro de avance. (2 vueltas, 1 milímetro). Cada graduación del cuerojo (sobre el que gira el nonio marcado en el mango) es igual a 1 milímetro subdividida en dos partes iguales.

El nonio está graduado en 50 partes, y cada 5 numeradas así: 0, 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45. Cuando 50 de estas graduaciones hayan pasado la línea horizontal grabada en el cuerpo, tendremos una vuelta completa.

Cada graduación del nonio equivale a una centésima de milímetro (0,01 mm.).

EJEMPLO QUE SE INDICA EN LA FIGURA: 3 graduaciones más media graduación son visibles en el cuerpo del micrómetro, y 36 divisiones en el nonio

$$\text{Leitura} = 4 \text{ mm.} + 0,5 \text{ mm.} + 0,37 \text{ mm.} = 4,87 \text{ mm.}$$



## Calibre para mediciones en milímetros LECTURA DEL NONÍO

El principio del calibre es el siguiente: supongamos dos reglas con 10 divisiones iguales, la una tiene 10 milímetros de longitud, la otra 9 milímetros.

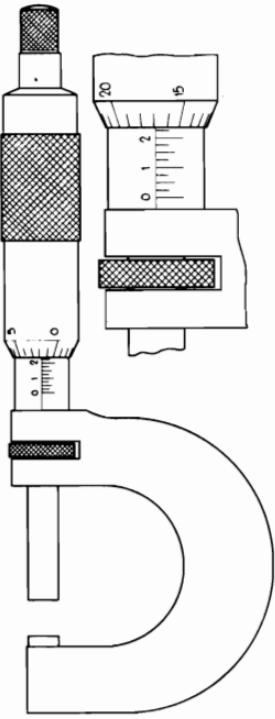
Las graduaciones de la primera tienen un paso de 1 milímetro, mientras que la segunda tiene un paso de 9/10 de milímetro. Corresponden las divisiones de 1 milímetro a la regla, y las divisiones de 9/10 al nonio del cursor.

Cuando los ceros de las dos reglas estén enfrente el uno del otro, la distancia que separa 1 de 1' será de 1/10; igualmente 2 de 2' es de 2/10 y así sucesivamente.

De modo que si 1 y 1' coinciden, la distancia entre los dos ceros será de 1/10 de milímetro; si 5 y 5' coinciden, la distancia entre los ceros será 5/10, etc.

EJEMPLO: Tenemos medida una pieza y el calibre marca 19 milímetros, más una fracción de milímetro que leeremos así: 19 milímetros + la división del cursor del nonio que coincide con una división de la regla del calibre, la 7 = 7/10.

La lectura es de 19 milímetros, 7/10 (19,7). (Ver figura.)



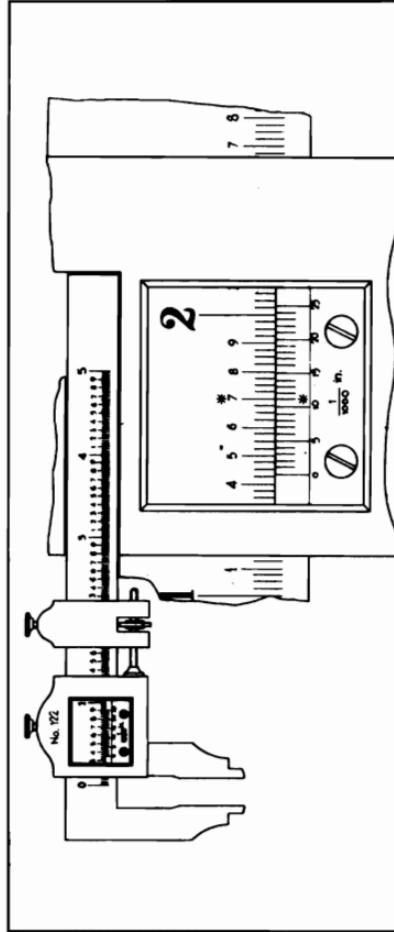
## Micrómetro graduado en milésimas de pulgada inglesa LECTURA DEL NONIO

El tornillo de este aparato tiene un paso de 40 hilos en pulgada.

Una vuelta del nonio graduado en el mango es igual a  $0.025''$ . Cada graduación del cuerpo (sobre el que gira el nonio marcado en el mango) es igual a  $0.025''$ , y cada cuatro divisiones representan 0.100'', 0.200'', etcétera (10 décimas de pulgada); cada décima está numerada 0, 1, 2, etc.

El nonio está graduado en 25 partes y cada 5 numeradas así: 0, 5, 10, 15, 20. Cuando 25 de estas graduaciones hayan pasado la línea horizontal grabada en el cuerpo, tendremos una vuelta completa: cada graduación del nonio equivale a una milésima de pulgada ( $\frac{1}{4000}$ ).

Ejemplo que se indica en la figura:  $0.200'' + 0.025'' + 0.017'' = \text{Lectura } 0.242''$



## Calibre para mediciones en milésimas de pulgada LECTURA DEL NONIO

La escala del calibre está graduada con cuatro divisiones entre cada una de las diez que componen la pulgada. Cada división equivale a  $0.025''$  milésimas, y las marcadas del num. 1 al 10, 0.100''. El nonio está dividido en 25 partes; cada una de ellas, al coincidir con las graduaciones de la escala del calibre, representa una milésima ( $0.001''$ ).

EJEMPLO DE LECTURA (Líneas marcadas con estrellas): La figura indica  $1'' + 0.400'' + 0.025'' + 0.011 = 1.436''$ .

## TRANSPORTADOR UNIVERSAL

### LECTURA DEL NONIO

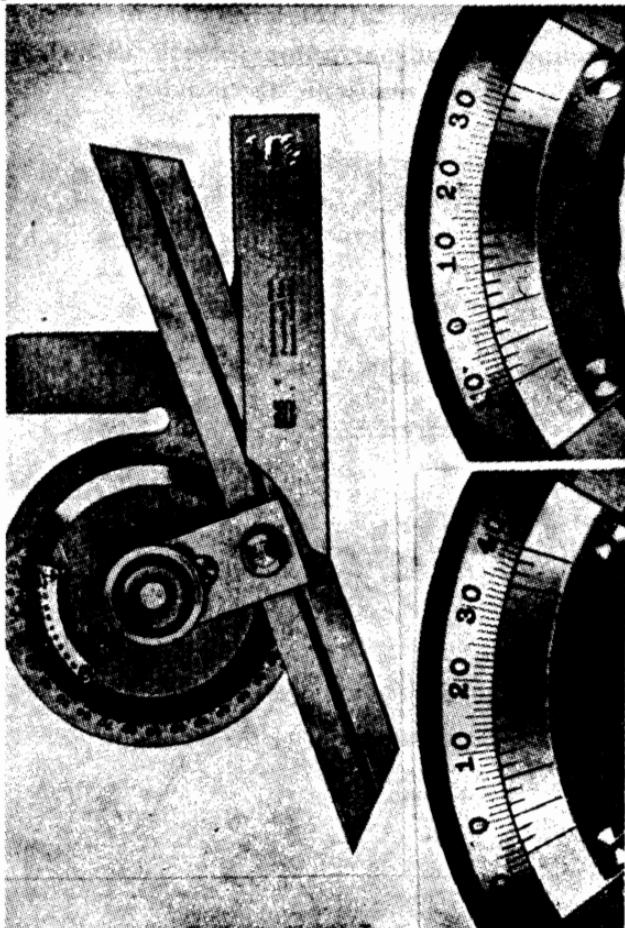
El nonio está dividido de 5 en 5 minutos ( $5'$ ), o sea, un doceavo de grado y cada espacio sobre él, limita dos espacios a la escala.

### EJEMPLOS

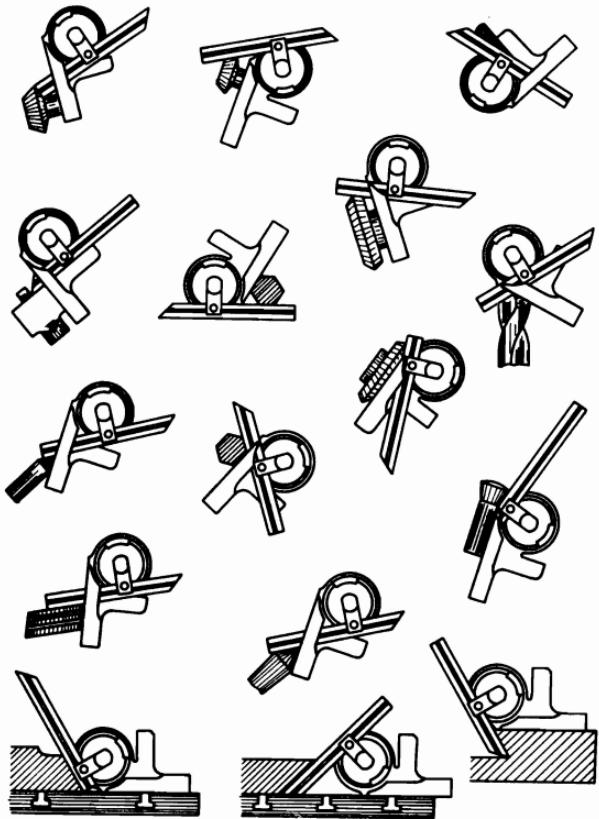
Cuando el cero del nonio coincide exactamente con la graduación de la escala, la lectura es exacta en grados, según puede apreciarse en la primera figura cuya lectura es  $17^{\circ} 0'$  (17 grados).

Si el cero de la graduación del nonio no coincide exactamente con la graduación de la escala, se observará cuál es la línea del nonio que coincide con la escala; véase la segunda figura cuya lectura es  $12^{\circ} 50'$  (12 grados y 50 minutos).

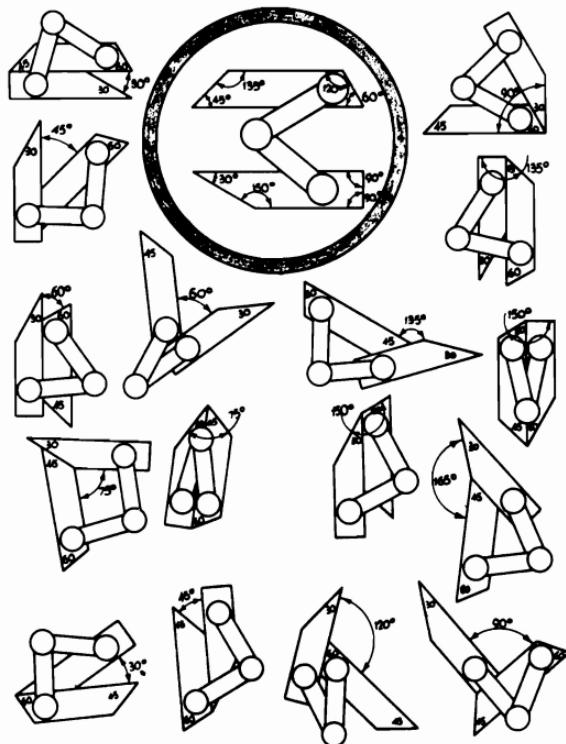
Cuando el cero del nonio gira a la derecha, como en estos dos ejemplos, la lectura se efectuará a esta mano; si por el contrario fuese a la inversa, se procederá a leer a la izquierda.



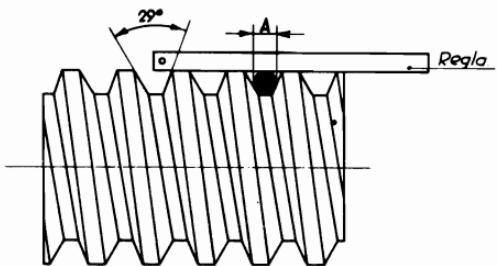
**Diversas aplicaciones de una  
Escuadra-Transportador «UNIVERSAL»  
para medición de ángulos**



**Diversas aplicaciones de una Escuadra  
combinada para ángulos**



# MEDICION DE TORNILLOS «SIN-FIN»



**TABLA DE DIMENSIONES DE LA BARRETA EN FUNCION DEL N.º DE HILOS**

Para medir correctamente se emplea una barreta calibrada, que debe quedar a igual altura que la cabeza del hilo, según se indica en el dibujo.

Hilos en pulgada	Diámetro de la barreta A en mm.	Hilos en pulgada	Diámetro de la barreta A en mm.
1 1/2	26.156	6	2.179
1	13.078	7	1.866
1 1/2	8.717	8	1.633
2	6.527	9	1.452
2 1/2	5.232	10	1.308
3	4.388	12	1.089
3 1/2	3.736	14	0.954
4	3.268	16	0.819
4 1/2	2.915	18	0.726
5	2.616	20	0.652

La dimensión A de la barreta en pulgadas se calcula por la siguiente fórmula:

$$A = \frac{0.5149}{N.º \text{ de hilos}}$$



## Verificación de Máquinas - Herramientas

No es posible realizar trabajos de calidad con las máquinas en mal estado: el 75 % de la buena mano de obra se debe a las buenas condiciones de una máquina. La verificación puede hacerse siguiendo las normas que se indican a continuación.

### NORMAS DE VERIFICACION PARA TORNOS

(HASTA DOS METROS ENTRE PUNTOS)

VERIFICACION NUM. 1	VERIFICACION NUM. 4	VERIFICACION NUM. 7
Cabezal y contrapunto. — Vertical. Tolerancia 0.025 en 300 mm.	Cara del plato cóncavo o convexo. Tolerancia 0.02.	Horizontal del cabezal. Tolerancia 0.012 en 300 mm.
VERIFICACION NUM. 2	VERIFICACION NUM. 5	VERIFICACION NUM. 8
Cruz del cabezal. Tolerancia 0.038 en 300 mm.	Cara de leje cabezal y punto. Tolerancia 0.012.	Paralelo del husillo. Tolerancia en la vertical y Horizontal 0.038 en 1.220 milímetros.
VERIFICACION NUM. 3	VERIFICACION NUM. 6	VERIFICACION NUM. 9
Tornear barra rosada al eje del cabezal.  Tolerancia en diámetro 0.012.	Vertical y cabezal. — Barra colocada en el alojamiento del punto.  Tolerancia 0.038 en 300 mm.	Caña del contrapunto. — Vertical.  Tolerancia 0.012 en 150 mm.

# NORMAS DE VERIFICACION PARA TORNOS

(CONTINUACION)

VERIFICACION NUM. 10	VERIFICACION NUM. 12	VERIFICACION NUM. 14
Contrapunto — Vertical — con una barra colocada en alojamiento del punto.	Caña del contrapunto — Horizontal— con una barra colocada en alojamiento del punto.	Cabezal y contrapunto — Horizontal.
Tolerancia 0,025 en 300 mm.	Tolerancia 0,025 en 300 mm.	Tolerancia 0,012 en 300 mm.
VERIFICACION NUM. 11	VERIFICACION NUM. 13	VERIFICACION NUM. 15
Caña del contrapunto — Horizontal.	Contrapunto paralelo con el carro en dos posiciones.	Bancada — Paralelo y ondulaciones.
Tolerancia 0,012 en 150 mm.	Tolerancia 0,012 en 1.220 milímetros.	Tolerancia la mínima posible.

## Elementos que se precisan para la verificación

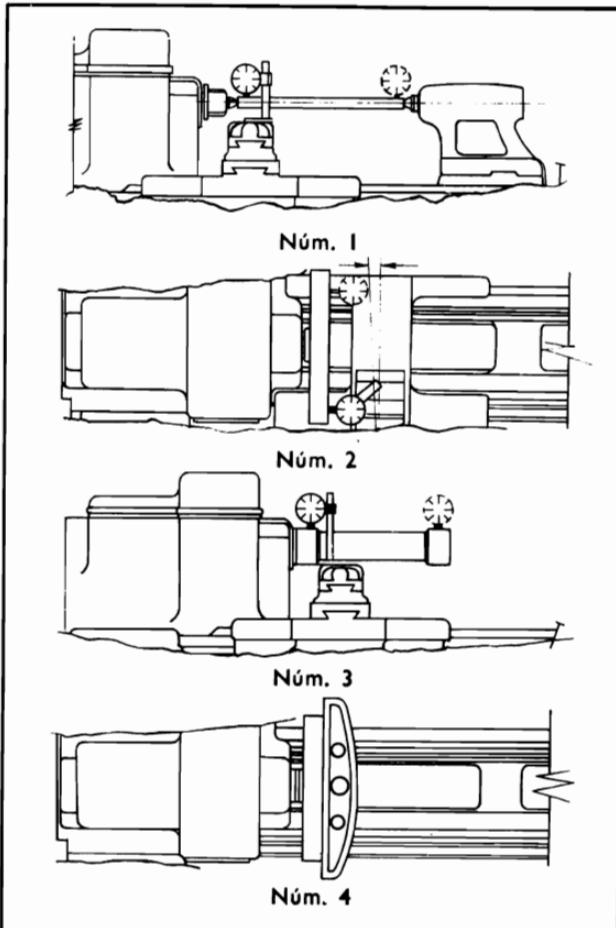
Una barra de acero, endurecida y rectificada, completamente cilíndrica y paralela. Dimensiones 45 mm. x 320 mm. longitud; esta barra llevará una espiga cónica, según el cono que tengan el cabezal como el contrapunto, por tanto, aumentar a la longitud de la barra el largo del cono, conviene hacer una pieza para el cabezal y otra para el contrapunto, porque generalmente los conos no son nunca de igual número.

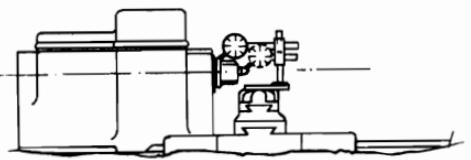
Una barra de acero dulce de igual longitud que las anteriores, pero con una rosca que permita unirla al cabezal en el lugar del plato; ésta tendrá dos zonas mayores que el cuerpo central, cuyo ancho será de 50 mm., se tornearán ligeramente colocado en su sitio, y se apreciará el grado de cilindrado y paralelo; ver verificación número 3.

Un puente para verificar la bancada, según verificación número 15.

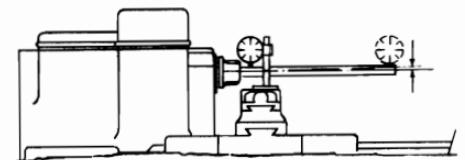
Un aparato verificador con escala en centésimas de milímetro.

Una regla de ajuste; ver verificación número 4.

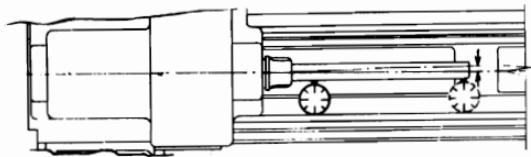




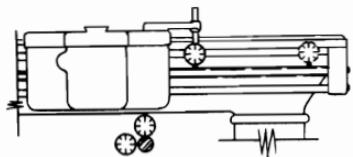
Núm. 5



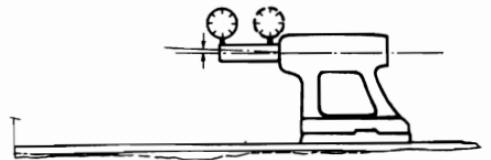
Núm. 6



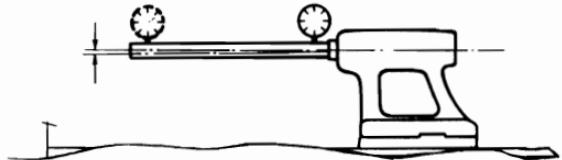
Núm. 7



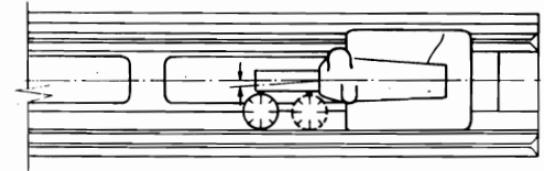
Núm. 8



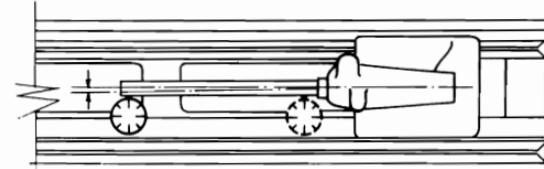
Núm. 9



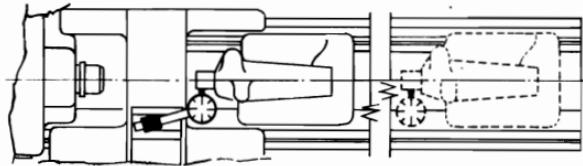
Núm. 10



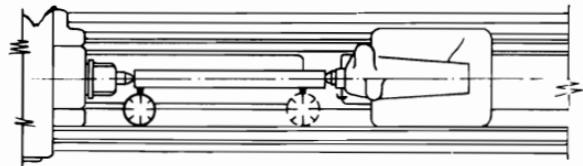
Núm. 11



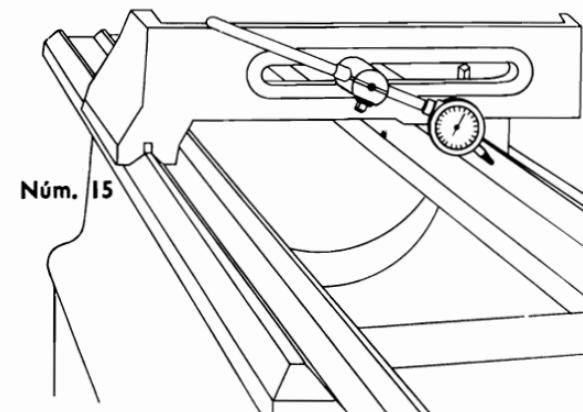
Núm. 12



Núm. 13

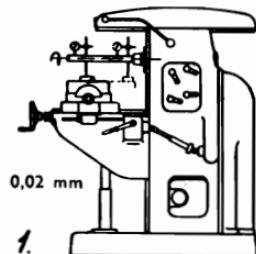


Núm. 14

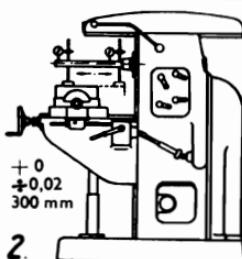


Núm. 15

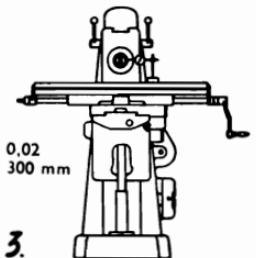
## Normas para verificación de máquinas fresadoras y su cabezal divisor



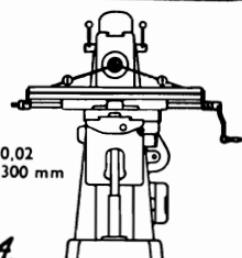
1.



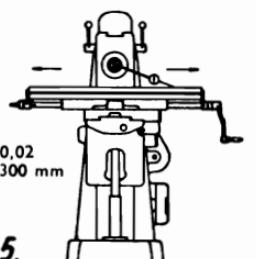
2.



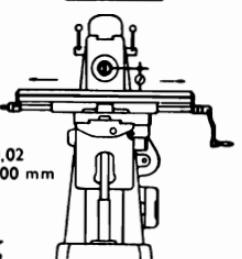
3.



4.

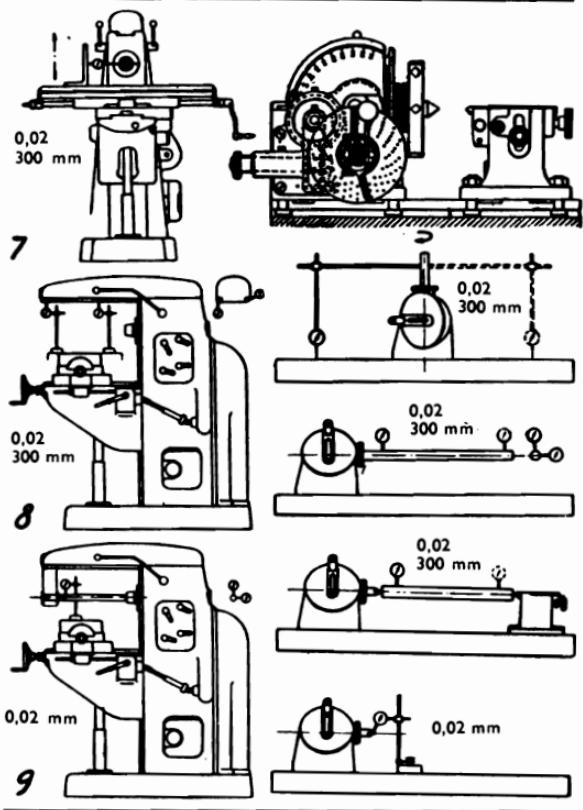


5.

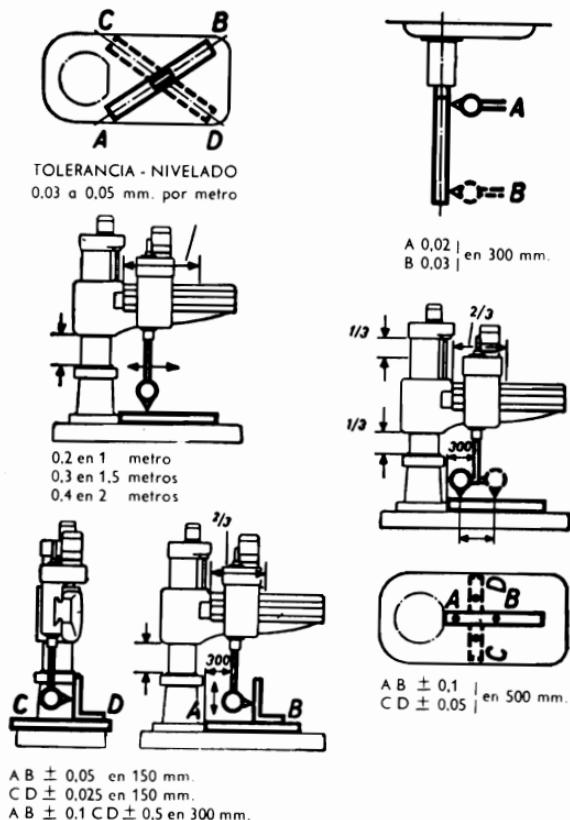


6.

## Normas para verificación de máquinas fresadoras y su cabezal divisor



## Normas para verificación de taladros



## **ATENCION A LAS REGLAS DE ACERO**

**cuando se utilizan para nivelaciones de montajes  
de alta precisión**

---

Todas las reglas están sujetas a una ley de flexión, y es preciso tener esto presente al utilizarlas soportadas en grandes longitudes.

Para el cálculo de la flexión se tomará como base un módulo de elasticidad de 2.200.000 kg/cm<sup>2</sup>.

Se calcula la flexión de una regla apoyada en sus dos extremidades, por medio de la fórmula siguiente:

$$f = \frac{5}{384} \times L^3 \times \frac{Q}{E \times J}$$



$f$  = Flexión en centímetros en la mitad de la regla.

$L$  = Longitud de la regla en centímetros.

$E$  = Módulo de elasticidad del acero fundido.

$Q$  = Peso en kilogramos de la regla de sección rectangular.

$J$  = Momento de inercia máxima de la sección rectangular.

$b$  = Ancho de la sección en centímetros.

$h$  = Altura de la sección en centímetros.

$$E = 2.200.000 \text{ kg/cm}^2 \quad Q = \frac{b \times h \times L}{1.000} \times 7.85.$$

$$J = \frac{b \times h^3}{12}.$$

Se recomienda no utilizar reglas con sección rectangular mayores de 2 metros de longitud, y en lo posible se sustituirán siempre por reglas con sección en forma de doble T, que son las más convenientes para grandes longitudes, procurando que éstas sean ligeras y estables.



## **VELOCIDADES Y AVANCES PARA MAQUINAS - HERRAMIENTAS**

**Número de revoluciones en función de velocidad  
y diámetros de las piezas, fresas, brocas y escariadores**

Velocidad en metros por minuto	4	6	8	10	12	14	16
Diámetro mm.	NUMERO DE REVOLUCIONES POR MINUTO						
1	1273	1910	2546	3180	3820	4460	5100
2	637	955	1274	1590	1910	2230	2550
3	425	637	850	1062	1270	1490	1700
4	319	478	638	796	956	1120	1275
6	212	318	424	530	638	742	848
8	159	239	318	398	478	558	636
10	127	191	254	318	382	446	508
12	106	159	212	265	318	371	424
14	91	136	182	227	273	318	364
16	80	120	160	200	239	278	320
18	71	106	142	178	212	247	284
20	64	96	128	160	191	223	256
24	53	79	106	133	159	186	212
28	45,5	68	91	114	136	159	182
32	39,8	60	79,6	99,5	120	140	159
36	35,4	53	71	88,5	106	124	142
40	31,9	48	63,6	79	96	112	127
45	28,3	42	56,6	71	85	99,2	113
50	25,5	38	51	63,5	76,4	89,2	102
55	23,2	34	46,4	58	69,5	81	93
60	21,2	32	42,4	53	63,8	74,2	85
65	19,7	29,5	39,4	49	59	69	78
70	18,2	27	36,4	45,5	54,7	63,8	73
75	17	25,6	34	42,4	51	60	68
80	16	24	32	40	47,8	55,8	64
90	14,1	21	28,2	35,2	42,5	49,5	56,4
100	12,7	19	25,4	31,8	38,2	44,6	50,8
115	11	16,5	22	28	33,2	38,7	44,3
120	10,4	16	21,2	26,5	31,8	37,1	42,4
125	10,2	15,2	20,4	25,4	30,6	35,6	40,8
140	9,1	13,6	18,2	22,7	27,3	31,8	36,4
150	8,5	12,8	17	21,2	25,4	30	34
160	8	12	16	20	23,9	27,8	32
175	7,3	11,2	14,6	18,2	21,8	25,6	29,2
180	7,1	10,6	14,2	17,8	21,2	24,7	28,4
200	6,4	9,6	12,8	16	19,1	22,3	25,6
225	5,7	8,6	11,4	14,3	17	19,8	22
250	5,1	7,6	10,2	12,7	13,3	17,8	20,4
275	4,65	7	9,3	11,6	13,9	16,2	18,6
300	4,25	6,4	8,5	10,6	12,7	14,9	17
325	3,92	5,9	7,8	9,85	11,8	13,7	15,7
350	3,64	5,6	7,28	9,1	10,9	12,8	14,6
375	3,4	5,1	6,8	8,5	10,2	11,9	13,6
400	3,19	4,7	6,3	7,9	9,6	11,2	12,6
450	2,83	4,3	5,6	7,1	8,5	9,9	11,3
500	2,55	3,8	5,1	6,35	7,6	8,9	10,2

**Número de revoluciones en función de velocidad  
y diámetros de las piezas, fresas, brocas y escariadores**

Velocidad en metros por minuto	18	20	22	24	30	35	40
Diámetro mm.	NUMERO DE REVOLUCIONES POR MINUTO						
1	5740	6376	7000	8280	9550	11150	12730
2	2870	3188	3500	4140	4780	5590	6370
3	1910	2120	2340	2760	3190	3770	4250
4	1435	1594	1750	2070	2390	2790	3190
6	955	1060	1166	1378	1590	1856	2120
8	718	797	875	1034	1193	1391	1590
10	574	638	698	825	952	1114	1270
12	477	530	583	689	795	926	1060
14	410	455	500	591	682	797	910
16	358	398	440	520	600	700	800
18	318	354	390	461	532	621	710
20	287	319	352	416	480	558	640
24	238	265	291	344	397	464	530
28	205	227	250	296	342	398	455
32	180	200	219	259	299	348	398
36	159	177	195	235	277	310	354
40	144	159	175	207	288	278	318
45	128	142	155	183	211	247	283
50	115	127	140	166	192	223	255
55	104	116	127	150	183	203	232
60	95,5	106	117	138	159	186	212
65	89	98,5	108	128	147	171	196
70	91	100	118	136	169,5	182	196
75	76,4	84,8	92,6	112	128	148	172
80	71,8	80	88	104	120	140	160
90	63,7	71	77,4	91	105	123,4	141
100	57,4	64	70	83	96	111	127
115	50	55,6	61	72	83,5	96,5	110
120	47,7	53	58,4	69	80	93	106
125	46	51	56	66	76	89	102
140	41	45,5	50	60	69	79,6	91
150	38,2	42,4	46,8	56	64	74	86
160	35,8	40	44	52	60	70	80
175	32,8	36,4	40,4	48	55,2	64	72
180	31,8	35,4	39	46	53	62	71
200	29,7	32	35,2	41,6	48	56	64
225	25,5	28,3	31,6	37,3	43	50	57
250	22,9	25,5	28	33	38	44,6	51
275	20,8	23	25,6	30	35	40,7	47
300	19,1	21,2	23,4	28	32	39	43
325	17,6	19,6	21,6	25,5	29,4	34	39
350	16,4	18,2	20,2	24	27,6	32	36
375	15,3	17	18,7	22	25,4	30	34
400	14,4	16	17,3	20,5	23,7	28	32
450	12,8	14,2	15,6	18,4	21,2	25	28
500	11,5	12,7	14	16,6	19,1	22	26

**VELOCIDADES DE CORTE EN METROS MINUTO PARA TRABAJAR DIVERSOS MATERIALES EN LAS MAQUINAS - HERRAMIENTAS • VALORES MEDIOS UTILIZANDO HERRAMIENTAS DE ACERO RAPIDO 18-20 % W**

MATERIAL A TRABAJAR	CLASE DE TRABAJO							
	Tornear	Taladrar	Fresar	Acepillar **	Roscar a Torno *	Escariar	Brochar	Fresado de Engranajes
Acero 40-50.....	D 28	24	D 20	18	16	14	10	D 18
Kg/mm <sup>2</sup> .....	A 40		A 30					A 26
Acero 50-60.....	D 22	20	D 18	16	12	10	9	D 16
Kg/mm <sup>2</sup> .....	A 30		A 24					A 22
Acero 60-85.....	D 18	16	D 16	14	9	8	8	D 14
Kg/mm <sup>2</sup> .....	A 24		A 22					A 20
Acero 85-110.....	D 16	14	D 14	12	7	6	7	D 12
Kg/mm <sup>2</sup> .....	A 18		A 16					A 14
Acero 110-140.....	D 10	8	D 8	6	5	4	—	D 6
Kg/mm <sup>2</sup> .....	A 12		A 10					A 8
Acero 140-180.....	D 8	6	D 6	4	3	2	—	D 5
Kg/mm <sup>2</sup> .....	A 10		A 8					A 7
Acero Moldeado 38.	D 20	18	D 16	14	12	10	10	D 15
Kg/mm <sup>2</sup> .....	A 24		A 20					A 18
Acero Moldeado 45.	D 18	16	D 14	12	10	8	9	D 13
Kg/mm <sup>2</sup> .....	A 20		A 16					A 15
Acero Moldeado 52.	D 14	12	D 12	10	8	7	8	D 11
Kg/mm <sup>2</sup> .....	A 16		A 14					A 13
Acero al Manganese 12 %...	D 3	3	—	2	—	—	—	—
Acero INOXIDABLE.....	A 4							
METAL MONEL.....	D 15	12	D 12	10	8	7	4	—
	A 18		A 14					

D = Desbaste. A = Afinado. \* Con cuchilla o macho. \*\* En limadoras y acepilladoras.

**VELOCIDADES DE CORTE EN METROS MINUTO PARA TRABAJAR DIVERSOS MATERIALES EN LAS MAQUINAS - HERRAMIENTAS • VALORES MEDIOS UTILIZANDO HERRAMIENTAS DE ACERO RAPIDO 18-20 % W**

MATERIAL A TRABAJAR	CLASE DE TRABAJO							
	Tornear	Taladrar	Fresar	Acepillar **	Roscar a Torno *	Escariar	Brochar	Fresado de Engranajes
Aluminio Magnesio.	D 140	125	D 114	100	—	70	Máximo de la máquina	
Latón dulce.....	A 170		A 160					
Aleaciones de Aluminio. Latón duro..	D 90	80	D 70	60	—	44	Máximo de la máquina	
	A 120		A 98					
Cupro-Aluminio....	D 20	18	D 16	14	12	10	4	—
	A 24		A 22					
Cobre para Colectores.....	D 36	32	D 28	26	—	—	—	—
	A 46		A 40					
Carbón de Electrodos.....	D 10	9	—	6	—	—	—	—
	A 12							
Materiales Plásticos.	D 30	26	D 24	26	16	20	—	D 22
	A 50		A 30					A 30
Bronce Corriente...	D 42	38	D 34	32	26	20	10	D 30
	A 56		A 46					A 40
Bronce Fosforoso...	D 18	16	D 14	12	10	10	8	D 12
	A 30		A 20					A 18
Hierro fundido 15 Kg/mm <sup>2</sup> .....	D 22	20	D 18	16	12	12	4	D 16
	A 26		A 24					A 22
Hierro fundido 18 Kg/mm <sup>2</sup> .....	D 20	18	D 16	15	12	10	4	D 14
	A 24		A 22					A 20
Hierro fundido 22 Kg/mm <sup>2</sup> .....	D 16	14	D 14	12	9	9	4	D 12
	A 20		A 20					A 18
Hierro fundido 26 Kg/mm <sup>2</sup> .....	D 12	11	D 10	9	7	8	3	D 8
	A 14		A 14					A 12

D = Desbaste. A = Afinado. \* Con cuchilla o macho. \*\* En limadoras y acepilladoras.

## CÁLCULOS PARA TRABAJOS DE TORNEADO

V = Velocidad periférica del corte en metros minuto.

D = Diámetro de la pieza en mm.

$$V = \frac{\pi D N}{1.000}$$

N = Número de revoluciones por minuto de la pieza (barra y cabezal en la Mandrínadora).

$$N = \frac{1.000 V}{\pi D}$$

T = Tiempo de duración de la pasada de corte en minutos.

L = Longitud del corte en mm.

$$T = \frac{L}{S N}$$

C. V. = Potencia necesaria en caballos de vapor.

$$C. V. = \frac{P K V}{75 \times 60}$$

W = Potencia en C. V. para cortar un volumen de 1 cm<sup>3</sup> de viruta en un minuto.

$$W = \frac{P}{75 \times 60}$$

K = Sección en mm<sup>2</sup> de la viruta.

a = Profundidad de corte.

S = Avance por revolución.

$$K = a S$$

P = Presión en kg. de las fuerzas de corte, avance y retroceso (3 veces la resistencia a la rotura por tracción del material a trabajar, aproximadamente).

### CAPACIDAD DE TRABAJO EN LAS CUCHILLAS NORMALIZADAS

Sección de la viruta.	1 - 3 mm <sup>2</sup>	2 - 5 mm <sup>2</sup>	5 - 10 mm <sup>2</sup>	10 - 14 mm <sup>2</sup>	14 - 18 mm <sup>2</sup>	18 - 25 mm <sup>2</sup>
Cuchilla rectangular, mm.	14 x 18	16 x 25	20 x 30	25 x 40	30 x 50	40 x 60
Cuchilla cuadrada, mm.	15 x 15	20 x 20	25 x 25	32 x 32	40 x 40	50 x 50

### DURACION MEDIA DEL CORTE DE LAS CUCHILLAS, APROXIMADAMENTE

Materiales	DUROS	Semiduros	Tenaces	Dulces	Blandos
Minutos	40'	60'	90'	120'	180'

Los datos de duración del corte de las cuchillas por cada afilado están basados en el trabajo de desbasto con avances superiores a 0.5 mm. Acero rápido 18 - 20 % W. para aceros W. Co., se estima la duración en 25 % más.

## CÁLCULOS para trabajos de torneado

El ángulo de ataque de las cuchillas, base de los cálculos, se normaliza de 15° a 30°.

Al tornear ejes debe tenerse en cuenta que se colocará Luneta si la longitud excede a 12 veces el diámetro del eje.

Prácticamente es erróneo trabajar con un avance grande, utilícese un avance moderado de acuerdo con la normalización de éstos, con ello se logra lo siguiente: 1.º Viruta más delgada que contribuye a la mayor duración de la cuchilla. 2.º Exención de vibraciones y, por consiguiente, conservación de la máquina, resultando un trabajo más perfecto. 3.º Para quedar compensada la disminución de la sección de la viruta al trabajar con avances moderados, es preferible aumentar la profundidad de corte.

La sección de la viruta se determina según la fuerza de corte de la máquina y la cantidad de material que se ha de tornear, de acuerdo con esto, téngase siempre presente la rigidez de la máquina y la posibilidad de fijación de la pieza.

Se consideran piezas especiales las que por su gran Volumen, Peso, Longitud, Condiciones de Equilibrio y otras causas, impidan realizar en ellas un trabajo normal, tales como Hélices grandes, Cigüeñales pesados, Brazos y cañas de Timón, Volantes pesados tornеando el agujero, Ejes muy largos y pesados, etc., siendo, por tanto, objeto de un estudio especial su mecanización.

Causas admitidas como normales en la duración del corte de la cuchilla. Se especifica el tiempo de trabajo útil hasta que la cuchilla deje de cortar, caracterizándose por lo siguiente: 1.º Trabajando materiales duros, por fusión del filo. 2.º Trabajando metales ligeros, Latón o plásticos, por embotamiento del filo. 3.º En cuchillas de metal duro, muy particularmente por rotura del filo.

Colocación de las cuchillas para realizar un buen trabajo; la altura de la cuchilla para trabajar Aceros será ligeramente más alta que el punto de giro, aproximadamente 1 % del diámetro de la pieza; en los demás casos el filo estará a igual altura del punto de giro.

## Avances normalizados para tornear con cuchillas de acero rápido 18-20 % W

GAMA N. <sup>o</sup>	AVANCE	APLICACION
I Desbaste a gran pasada	1 - 1,5 mm.	Piezas con grandes aumentos de material procedentes de Forjado o Fundición.
II Desbaste con pasada corriente	0,6 - 0,8 mm.	Piezas con aumentos prudenciales de material.
III PASADA UNICA	0,4 - 0,6 mm.	Piezas que después del torneado son terminadas en la Rectificadora. Superficies sin afinado.
IV DESBASTE con pasada ligera	0,25 - 0,4 mm.	Piezas pequeñas.
V AFINADO	0,05 - 0,1 mm. 0,15 - 0,2 mm.	Afinados a punta de cuchilla.
TRONZAR	0,02 - 0,1 mm.	Con velocidad de 75 % de Torneado.

## Cálculos para trabajos de fresado

V = Velocidad periférica del corte en metros minuto.  
D = Diámetro de la fresa.

$$V = \frac{\pi D N}{1.000}$$

N = Número de revoluciones de la fresa.

$$N = \frac{1.000 V}{\pi D}$$

T = Tiempo de duración de la pasada de corte en minutos.  
L = Longitud de corte en mm.  
A = Avance por revolución.

$$T = \frac{L}{N A}$$

KW = Potencia necesaria en Kilowatios.

$$\text{Caballos de vapor C. V.} = \frac{K W}{0,74}$$

$$K W = \frac{a / S}{1.000 C}$$

C = Volumen de viruta en cm<sup>3</sup> que puede cortar la fresa por kW minuto.

MATERIAL A FRESAR	C = Volumen cortado en cm <sup>3</sup> /kW minuto
Acero de 40-60 kg/mm <sup>3</sup>	14
Acero de 60-85 kg/mm <sup>3</sup>	12
Acero de 85-110 kg/mm <sup>3</sup>	10
Acero de 110-180 kg/mm <sup>3</sup>	8
Fundición blanda 180 Brinell	25
Fundición Semidura 200 Brinell	20
Latón	40
Bronce corriente	30
Bronce Fosforoso	20
Aluminio	65
Aleaciones de Aluminio	50

S = Avance por minuto de la mesa (N Z H). Z = Número de dientes de la fresa.  
I = Ancho de la fresa. a = Profundidad del corte. H = Avance por diente.

Atención a la rigidez de los sistemas de fijación de las piezas a la máquina, con el fin de asegurar la máxima solidez de la sujeción.

**Avances para trabajar diversos materiales en las máquinas fresadoras. Valores medios utilizando herramientas de acero rápido 18 - 20 %, W**

TIPO DE FRESAS	①	②	③	④	⑤	
Material a Fresar	Avance en milímetros por diente de la Fresa					
<b>Aceros</b>	40- 50 kg/mm <sup>2</sup>	0,075	0,30	0,20	0,10	0,20
	50- 60 kg/mm <sup>2</sup>	0,06	0,30	0,20	0,09	0,20
	60- 85 kg/mm <sup>2</sup>	0,045	0,25	0,15	0,08	0,15
	85-110 kg/mm <sup>2</sup>	0,037	0,20	0,15	0,07	0,12
	110-140 kg/mm <sup>2</sup>	0,026	0,15	0,10	0,06	0,10
	140-180 kg/mm <sup>2</sup>	0,02	0,10	0,07	0,05	0,10
<b>Alero moldeado</b>	38 kg/mm <sup>2</sup>	0,075	0,20	0,20	0,09	0,10
	45 kg/mm <sup>2</sup>	0,06	0,20	0,15	0,08	0,10
	52 kg/mm <sup>2</sup>	0,05	0,20	0,15	0,08	0,10
<b>Alero inoxidable</b>	0,037	0,15	0,10	0,05	0,10	
<b>Metal monel</b>	0,045	0,30	0,15	0,06	0,10	
<b>Aluminio, Magnesio, Latón dulce</b>	0,12	0,20	0,20	0,10	0,15	
<b>Aleaciones de Aluminio, Latón duro</b>	0,09	0,20	0,15	0,10	0,10	
<b>Cupro-Aluminio</b>	0,06	0,15	0,15	0,10	0,10	
<b>Cobre para colectores</b>	0,09	0,20	0,20	0,10	0,10	
<b>Materiales plásticos</b>	0,07	0,20	0,20	0,10	0,10	
<b>Bronce corriente</b>	0,075	0,30	0,15	0,10	0,15	
<b>Bronce fosforoso</b>	0,052	0,25	0,10	0,08	0,12	

**Avances para trabajar diversos materiales en las máquinas fresadoras. Valores medios utilizando herramientas de acero rápido 18 - 20 %, W**

TIPO DE FRESAS	①	②	③	④	⑤	
Material a Fresar	Avance en milímetros por diente de la Fresa					
<b>Hierro fundido</b>	15 kg/mm <sup>2</sup>	0,06	0,30	0,20	0,10	0,20
	18 kg/mm <sup>2</sup>	0,06	0,30	0,20	0,10	0,20
	22 kg/mm <sup>2</sup>	0,05	0,25	0,15	0,10	0,15
	26 kg/mm <sup>2</sup>	0,05	0,25	0,15	0,10	0,15

**NORMALIZACION DE LAS PROFUNDIDADES DE FRESCOADO**

	Profundidades de fresado «a» y ancho de corte		
	Fresado en terminación y con pasada única	Fresado en desbaste	Fresado en Afinado
1. Fresas Cilíndricas.	Todo el ancho de la fresa, a = 3 mm.	Todo el ancho de la fresa, a = 5-8 mm.	Todo el ancho de la fresa, a = 1 mm.
2. Fresas Frontales.	Ancho = al diámetro de la fresa, a = 3 mm.	La mitad del diámetro de la fresa, a = 5 mm.	Igual al diámetro de la fresa, a = 1 mm.
3. Fresas Frontales de mango.	Igual al diámetro de la fresa, a = 2 mm.	La mitad del diámetro de la fresa, a = 4 mm.	Igual al diámetro de la fresa, a = 0,5 mm.
4. Fresas de disco.	a = Ancho de la fresa como máximo	a = a la mitad del ancho de la fresa	a = 5 % del ancho de la fresa
5. Fresas de forma.	a = Todo el perfil en pequeñas formas	a = 1. Pasada 45 % altura, 2. 45 %	a = 10 % de la altura de su forma

Los avances indicados en las tablas, son para fresado en terminación con PASADA UNICA

Para desbaste, aumentar el 75 %. Para afinado, reducir el 25 %.

Referente al trabajo en desbaste con Fresas Cilíndricas y sus diversos avances por diente en función de la máquina Fresadora a emplear, véase tabla aparte.

**VELOCIDADES DE CORTE EN METROS MINUTO Y AVANCES PARA TRABAJAR DIVERSOS MATERIALES EN LAS MAQUINAS-HERRAMIENTAS VALORES MEDIOS UTILIZANDO HERRAMIENTAS DE METAL DURO «WIDIA» (O SIMILAR)**

MATERIAL A TRABAJAR	FRESAS NORMALES			Fresado con coronas de cuchillas		
	Marca Widia	V = metros minuto	H = avance por diente	Marca Widia	V = metros minuto	H = avance por diente
Acero hasta 75 kg/mm <sup>2</sup>	s 1	100—120	0,02—0,0	s 1	150—250	0,02—0,05
	s 3	40—50	0,05—0,5	s 3	40—60	0,05—0,15
Acero 75 - 110 kg/mm <sup>2</sup>	s 1	80—100	0,02—0,03	s 1	120—150	0,02—0,05
	s 3	25—35	0,05—0,1	s 3	40—50	0,05—0,15
Acero 110 - 125 kg/mm <sup>2</sup>	s 1	60—80	0,02—0,03	s 1	80—120	0,02—0,05
	s 3	20—30	0,02—0,05	s 3	30—35	0,05—0,08
Acero de más 125 kg/mm <sup>2</sup>	s 1	30—50	0,01—0,03	s 1	50—70	0,02—0,03
	s 3	15—20	0,02—0,05	s 3	20—25	0,02—0,05
Acero Fundido hasta 50 kg/mm <sup>2</sup>	s 1	100—120	0,02—0,05	s 1	150—250	0,02—0,05
	s 3	40—50	0,05—0,1	s 3	40—60	0,05—0,15
Acero Fundido más de 70 kg/mm <sup>2</sup>	s 1	80—100	0,02—0,03	s 1	120—150	0,02—0,05
	s 3	25—35	0,05—0,1	s 3	40—50	0,05—0,15
Fundición Gris hasta 200 Brinell	G 1	50—60	0,1—0,15	G 1	120—180	0,1—0,2
Fundición Gris más de 200 Brinell	H 1	30—40	0,05—0,1	H 1	35—45	0,05—0,1
Fundición roja, Bronce, Latón	G 1	80—100	0,05—0,1	G 1	100—250	0,1—0,15
Metales ligeros	G 1	100—800	0,1—0,15	G 1	800—1.500	0,1—0,25
Aleaciones de aluminio	G 1	50—70	0,05—0,15	G 1	200—500	0,1—0,2
Materiales plásticos	G 1	80—100	0,05—0,1	G 1	100—200	0,1—0,2
Acero INOXIDABLE	s 1	60—80	0,01—0,03	s 1	80—100	0,02—0,03
	s 3	20—30	0,02—0,05	s 3	30—35	0,02—0,05
METAL MONEL	s 1	70—90	0,01—0,03	s 1	90—110	0,02—0,03
	s 3	30—40	0,02—0,03	s 2	40—50	0,02—0,05

**Consideraciones sobre el fresado utilizando fresas cilíndricas de planear y referido al avance por diente de la fresa**

Este tema merece ser tratado con toda atención, pues influye de una manera notoria en el rendimiento, por ello analizaremos los tres casos reservados a este tipo de Máquinas Fresadoras.

1.<sup>o</sup> Trabajando con Máquinas Fresadoras Universales tipo corriente, consideradas en muchos casos como modelos anticuados, y en otros como de resistencia débil para soportar las resultantes de las fuerzas tangenciales cuando se realizan en ellas trabajos de planeado utilizando todo el ancho de la fresa.

2.<sup>o</sup> Trabajando con Máquinas Fresadoras Universales de moderna construcción, donde su principal característica es la fortaleza.

3.<sup>o</sup> Trabajando con Máquinas Fresadoras diseñadas exclusivamente para planear, siendo su tipo considerado como rígido.

Si en la tabla general de fresado donde vemos los avances tipo para toda clase de fresas, considerado como mínimo, observamos que para las fresas cilíndricas nos encontramos con los avances por diente muy bajas, éstos solo los aplicaremos en las máquinas fresadoras del caso 1.<sup>o</sup> en pasada única; los demás valores indicados para los otros tipos de fresas se consideran como avances medios mínimos para todos los tipos de fresadoras.

No debe olvidarse las condiciones de las piezas en cuanto a su fortaleza, ni la rigidez y seguridad de los medios que se empleen para fijar la pieza a la máquina; por otro lado, se impone la economía de material en los aumentos o creces en las piezas, contribuye a ello el perfeccionarse cada día más los procedimientos de Fundición y Forjado.

Contra la exageración debemos tener presente que, una Fresadora no es una máquina de producir virutas, sino un elemento de mecanizar piezas, y que todos los antiguos afanes de ver cortar mucho material se estrellan actualmente con el impuesto ahorro de la materia prima, contra el despilfarro que existía cuando la materia abundaba y los procedimientos de producir muy diferentes; también se impone la conservación de la herramienta de corte, hoy tan costosa, que aconseja no someterla a desgastes antieconómicos.

Como valores medios se indican para desbastar los contenidos en la tabla siguiente:

**Valores medios para desbastar en la máquina fresadora  
utilizando fresas cilíndricas de planear  
de acero rápido 18-20 %, W**

MATERIAL	AVANCE EN MM. POR DIENTE DE LA FRESA		
	Máquinas corrientes	Máquinas fuertes	Máquinas muy fuertes
<b>Aceros</b>	40 - 50 kg/mm <sup>2</sup> .....	0,10	0,20
	50 - 60 kg/mm <sup>2</sup> .....	0,08	0,17
	60 - 85 kg/mm <sup>2</sup> .....	0,06	0,15
	85 - 110 kg/mm <sup>2</sup> *.....	0,05	0,10
	110 - 140 kg/mm <sup>2</sup> *.....	0,035	0,075
	140 - 180 kg/mm <sup>2</sup> *.....	0,025	0,05
<b>Aero moldeado</b>	38 kg/mm <sup>2</sup> .....	0,10	0,20
	45 kg/mm <sup>2</sup> .....	0,08	0,17
	52 kg/mm <sup>2</sup> .....	0,07	0,15
Aero INOXIDABLE.....			
Metal MONEL.....			
Aluminio, Latón dulce, Magnesio.....			
Aleaciones Aluminio, Latón duro.....			
Cupro-Aluminio.....			
Cobre para colectores.....			
Materiales plásticos.....			
Bronce corriente.....			
Bronce Fosforoso.....			
<b>Hierro fundido</b>	15 kg/mm <sup>2</sup> .....	0,08	0,30
	18 kg/mm <sup>2</sup> .....	0,08	0,25
	22 kg/mm <sup>2</sup> .....	0,07	0,20
	26 kg/mm <sup>2</sup> .....	0,07	0,17

Para afilado debe reducirse el avance el 25 %.

Profundidad de fresado para desbaste, 8 a 12 mm.

Profundidad de fresado para afilado, 1 mm.

\* Resistencia de aceros aleados después de tratados (estado de recocidos).

Es indispensable normalizar las fresas en tres grupos.

1.- Aceros Normales. 2.- Materiales duros, Fundición y Bronces. 3.- Metales Ligeros.

**Aserrado en la máquina fresadora utilizando  
sierras circulares de acero rápido 18-20 %, W.  
Avance por diente**

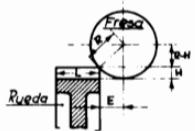
MATERIAL	ESPESOR DE LA SIERRA	
	De 1 a 1,5 mm.	Más de 1,5 a 3 mm.
<b>ACEROS</b>	40 - 50 kg/mm <sup>2</sup> .....	0,06
	50 - 60 kg/mm <sup>2</sup> .....	0,05
	60 - 85 kg/mm <sup>2</sup> .....	0,04
	85 - 110 kg/mm <sup>2</sup> .....	0,03
	110 - 140 kg/mm <sup>2</sup> .....	0,025
	140 - 180 kg/mm <sup>2</sup> .....	0,02
<b>Aero Moldeado</b>	38 kg/mm <sup>2</sup> .....	0,06
	45 kg/mm <sup>2</sup> .....	0,06
	52 kg/mm <sup>2</sup> .....	0,05
Aero INOXIDABLE.....		
Metal MONEL.....		
Aluminio, Latón dulce, Magnesio.....		
Aleaciones Aluminio, Latón duro.....		
Cupro-Aluminio.....		
Cobre para colectores.....		
Materiales plásticos.....		
Bronce corriente.....		
Bronce Fosforoso.....		
<b>Hierro fundido</b>	15 kg/mm <sup>2</sup> .....	0,075
	18 kg/mm <sup>2</sup> .....	0,075
	22 kg/mm <sup>2</sup> .....	0,06
	26 kg/mm <sup>2</sup> .....	0,04

La velocidad de corte es igual que la especificada para el fresado.

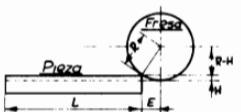
Los lubricantes de corte y refrigeración, serán los mismos que para el trabajo de fresado.

Normalizar diámetros y número de dientes en la serie de sierras.

# Fórmulas para calcular el periodo de entrada y tiempo en minutos en las operaciones de fresar



TALLA DE UNA RUEDA CON DIENTE RECTO



FRESADO NORMAL

## DESIGNACION

L = Longitud del diente.

R = Radio del diámetro de la Fresa.

H = Altura del corte.

E = Periodo de entrada de la Fresa.

(Cantidades expresadas en mm.)

A = Avance en mm. por minuto.

Z = Recorrido neutro (5 mm. aproximadamente), esto es, la cantidad que se estima se debe dejar para el embrague y desembrague del movimiento automático de la mesa en la Fresadora.

## EJEMPLO

Diámetro de la Fresa, 80 mm.

$$R = 40; \quad H = 10; \quad \text{Donde } R - H = 40 - 10 = 30 \text{ y } E = \sqrt{40^2 - 30^2} = 26,45 \text{ mm.}$$

El periodo de entrada y el recorrido neutro, se aumentan a la longitud del diente, con lo cual sirve de base para el cálculo del tiempo necesario para cada pasada de corte.

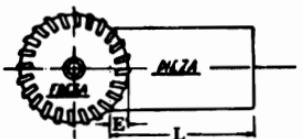
## FORMULA

$$\text{Tiempo en minutos} = \frac{L + E + Z}{A}$$

Para valores de E, resueltos, véase la tabla siguiente.

E = PERÍODO DE ENTRADA DE LA FRESA, mm. (APROX.)	Diámetro de la fresa mm.	ALTURA DEL CORTE «H» EN mm.									
		1,5	3	5	6	10	12	20	25	40	50
32	6,5	9,5	11,5	12,5	15						
40	7,5	10,5	13	14	17						
45	8	11	14	15,5	18,5	20					
50	8,5	12	15	16	20	21,5					
58	9	13	16	17	22	23,5					
64	10	13,5	17	18,5	23	25					
70	10,5	14	18	19,5	24,5	26,5	31,5				
75	10,5	14,5	18,5	20,5	25	27,5	33				
80	11,5	15	19,5	21	26,5	28,5	34,5				
90	11,5	16	20,5	22,5	28	30,5	37,5	40,5			
95	12	16,5	21	23	29	31,5	38,5	42			
100	12	17	22	24	30	32,5	40	43,5			
108	12,5	17,5	22,5	25	31	34	42	45,5			
115	13	18	23,5	25,5	32,5	35	43,5	47,5	55		
120	13,5	19	24	26	33	36	44,5	48,5	56,5		
127	14	19,5	25	27	34	37	46	50,5	59		
140	14,5	20	26	28,5	36	39	49	53,5	63	67	
152	15	21	27	29,5	37,5	41	51	56,5	67	71,5	
165	15,5	22	28	30	39,5	42	54	59	70,5	76	
178	16	23	29,5	32	41	44,5	56	62	74,5	80	
190	17	23,5	30,5	33	42,5	46	58	64	77,5	83,5	
205	17,5	24,5	31,5	34,5	44	48	61	66	81	88	99
215	18	25	32,5	35,5	45	49	62,5	69	83,5	91	102,5
228	18,5	26	33,5	36,5	46,5	51	64,5	71	86,5	94,5	107
240	19	26,5	34	37,5	48	52	66,5	73	89,5	97,5	111
254	19,5	27,5	35	38,5	49,5	54	68	75,5	92,5	101	116
265	20	28	36	39,5	50,5	55	70	77,5	95	103,5	119,5
280	20,5	29	37	40,5	52	57	72	80	98	107,5	124
295	21	29,5	38	41,5	53,5	58	74	82	101	110,5	128,5
305	21,5	30	39	42,5	54,5	59	75,5	83,5	103	113	131,5
											143

## PERIODO DE ENTRADA DE LA FRESA PARA ENCRAR O REFRENTAR UNA PIEZA



**TABLA PARA DETERMINAR LOS VALORES DE «E»**

Diámetro de la Fresa	ANCHO EN mm. DE LA PIEZA A ENCRAR O REFRENTAR											
	25	50	75	100	125	150	175	200	225	250	275	300
25	12,5											
40	4,4											
50	3,4	2,5										
65	2,5	11,7										
75	2,1	9,5	37,5									
100	1,6	6,7	16,9	50								
125	1,2	5,2	12,5	25	62,5							
150	1	4,2	10	19,1	33,6	75						
190	0,8	3,3	7,7	14,2	23,4	36,7	56,8					
200	0,7	3,1	7,3	13,4	21,9	33,8	50,7	100				
250	0,6	2,5	5,7	10,4	16,7	25	35,3	75	70,5	125		
300	0,5	2,1	4,7	8,5	13,6	20,1	27,8	38	50,8	42,1	90,1	150

L = LONGITUD DE LA SUPERFICIE A FRESTAR.

E = PERIODO DE ENTRADA DE LA FRESA EN mm.

Z = RECORRIDO NEUTRO EN mm. (Esta es la cantidad que se estima y se debe dejar para el embrague y desembrague de la mesa).

A = AVANCE EN mm. POR MINUTO.

### FORMULA PARA EL TIEMPO DE MAQUINADO EN MINUTOS

$$\text{TIEMPO} = \frac{L + E + Z}{A}$$

Agregar al tiempo de maquinado el tiempo que se invierte en el retroceso de la mesa para volver de nuevo a la posición de trabajo.

## Cálculo de tiempo para maquinado en Fresadoras de engranajes utilizando Fresa sin-fin

### FRESADORA TIPO «PFAUTER» O SIMILAR

G = Número de dientes del engranaje a dentar.

E = Período de entrada de la Fresa en milímetros.

L = Longitud en milímetros del diente a fresar.

N = Número de revoluciones por minuto de la Fresa (según velocidad de corte).

n = Número de filetes o entradas de la Fresa sin-fin.

A = Avance de la Fresa en milímetros por cada revolución del engranaje a dentar o tallar.

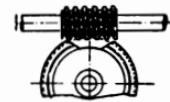
Tm = Tiempo en minutos de duración del corte o pasada.

V = Velocidad de corte en metros minuto.

D = Diámetro de la Fresa en milímetros.



Talla de engranajes con dientes helicoidales



Talla de Rueda a tornillo sin - fin

### FORMULA

$$Tm = \frac{G(E + L)}{A \times N \times n}, \quad V = \frac{D \times \pi \times N}{1.000}$$

### AVANCES POR REVOLUCION DEL ENGRANAJE

Módulos pequeños del 2 al 4 — 0,5 mm.

Módulos pequeños del 5 al 7,5 — 0,75' »

Módulos medios del 8 al 10 — 1 »

Módulos grandes del 11 al 15 — 1,25 »

Módulos grandes del 16 al 20 — 1,5 »

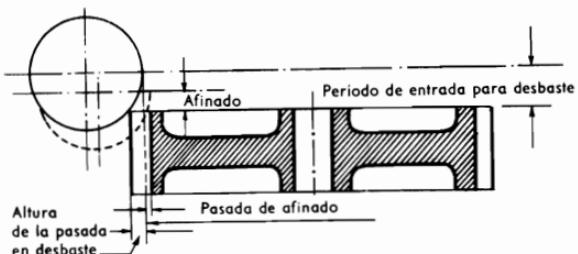
### OBSERVACION:

Para el número de filetes de la fresa sin-fin o madre, cuando se trate de tallar largas series, es necesario tener presente que para el afilado se emplea exclusivamente la Fresa con un filete, mientras que para desbastar se recomienda utilizar una de 2 ó 3 filetes.

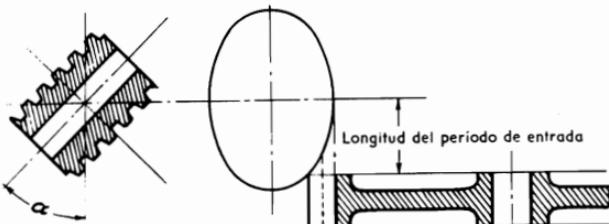
**Referente a la longitud del período de entrada «E» de la fresa debe estimarse con variación en los casos siguientes:**

1. Si la dentadura es recta o helicoidal, ya que esta última requiere una longitud mayor que la recta.
2. Si la operación de fresado es desbaste o afinado, pues al afinar siempre es menor la longitud.

### Dentado de engranajes cilíndricos con dientes rectos



### Dentado de engranajes cilíndricos con dientes helicoidales



### Tiempos normales en la preparación del trabajo en la fresadora con fresa sin-fin

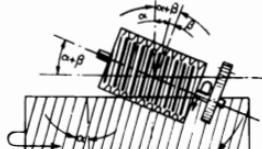
Montaje de ruedas del mecanismo divisor . . . . .	minutos.
Montaje de la fresa, elementos de fijación y verificación del centrado. . . . .	»
Regular el cursor de la fresa e inclinación del cabezal . . . . .	»
Cambio de la fresa para afilarlo . . . . .	»
Medición. . . . .	»

### Funcionamiento de la fresa sin-fin en relación con la rueda a tallar en diversos casos

Talla de rueda cilíndrica con dientes rectos. Fresa a mano derecha.



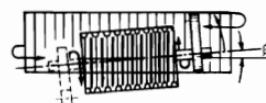
Posición normal del mandrino  
Talla de rueda cilíndrica con dientes helicoidales. Fresa a mano derecha. Rueda a mano izquierda.



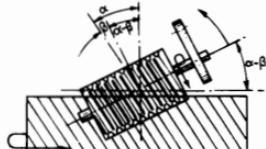
Talla de ruedas cilíndricas con dientes helicoidales. Fresa a mano izquierda. Rueda a mano izquierda.



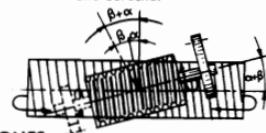
Talla de rueda cilíndrica con dientes rectos. Fresa a mano izquierda.



Talla de rueda cilíndrica con dientes helicoidales. Fresa a mano derecha. Rueda a mano derecha.



Talla de ruedas cilíndricas con dientes helicoidales. Fresa a mano izquierdo. Rueda a mano izquierda.



#### OBSERVACIONES

$\alpha$  = Ángulo axial de la rueda a tallar.  $\beta$  = Inclinación de la hélice de la fresa.

#### Avance del carro portafresa

##### Vertical descendente

Fresa a mano derecha, posición normal del mandrino.

Fresa a mano izquierda, posición inversa del mandrino.

Para determinar el sentido de giro, puede servir de guía un reloj cuyas agujas giran a la derecha.

Se considera en la figura que la posición normal del mandrino de la fresa es la marcada con linea llena y sombreada (visto con la rueda antepuesta) y las líneas de puntos la posición inversa.

##### Vertical ascendente

Fresa a mano izquierda, posición normal del mandrino.

Fresa a mano derecha, posición inversa del mandrino.

## CONSIDERACIONES SOBRE EL FRESCADO DE RUEDAS A TORNILLO SIN-FIN Y SU FRESA

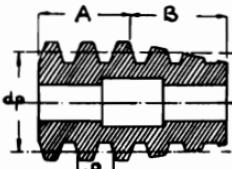
La forma de fresar una rueda helicoidal a tornillo sin-fin no es perfecta si se hace entrando la fresa por la periferia como si se tratase de una rueda cilíndrica normal, pues en este caso, y por no corresponder a una velocidad periférica correcta, quedaría el diente rozado al comienzo del fresado y se obtendrá un tallaje del diente en condiciones imperfectas.

La normal en la talla es utilizar una fresa formada de una parte cilíndrica y otra cónica (similar a un macho de roscar), según se detalla en el dibujo, con sus proporciones y formas de operar; este proceso de talla es el normal, pues el avance de la fresa no se verifica con el avance longitudinal, sino por avance axial, colocándose tangentes el círculo primitivo de la fresa con el de la rueda, y basta que pase la fresa de esta forma tangencial para que la talla quede efectuada con una pasada de la fresa. Véase detalle a continuación, y páginas 183 y 184.

### FORMULAS PARA LA FRESA

$M_n = \text{Módulo normal}$ ;  $P = \text{Pase axial}$ .

$$A = \frac{M_n}{\cos \beta} \times \pi \times 3; \quad B = 3 : 5 P$$



### MODO DE TALLAR

Fresa con filete a mano derecha.  
Espiral de corte a mano izquierda.

Fresa con filete a mano izquierda.  
Espiral de corte a mano derecha.



Para casos especiales puede tallarse con avance axial por medio de una simple cuchilla y su mandril, con lo cual evita la construcción de una fresa, pero no se utilizará para producción en serie por ser de poco rendimiento.

## CÁLCULOS PARA TRABAJOS DE RECTIFICADO

### SOBREMETAL PARA AGUJEROS Y EJES QUE SE TERMINEN RECTIFICADOS

DIAMETRO DEL AGUJERO	SOBREMETAL		DIAMETRO DEL EJE	SOBREMETAL					
	De mm.	a mm.		Mínimo mm.	Máximo mm.	De mm.	a mm.	Mínimo mm.	Máximo mm.
7	8	0,03	0,04	7	10	0,10	0,15		
		0,03	0,05			0,10	0,20		
8,1	15	0,05	0,10	10,1	20	0,15	0,25		
		0,10	0,20			0,20	0,30		
15,1	20	0,15	0,20	20,1	50	0,25	0,30		
		0,20	0,25			0,30	0,35		
20,1	30	0,20	0,25	30,1	100	0,40	0,35		
		0,25	0,30			0,45	0,45		
30,1	100	0,25	0,30	100,1	150	0,35	0,40		
		0,30	0,40			0,40	0,50		
100,1	150	0,30	0,35	150,1	200	0,40	0,45		
		0,35	0,45			0,45	0,55		
150,1	200	0,40	0,50	Aumentar el sobremetal					
			0,55	Ejes largo hasta 100 mm. S/Tabla					
200,1	300	0,45	0,50	x	x	x	+ 25 %		
		0,60	0,65	x	x	x	+ 30 %		
300,1	500	0,50	0,60	x	x	x	+ 40 %		
		0,65	0,70						

Las cantidades de Sobremetal que figuran en primer lugar, se refieren a piezas que NO sean sometidas a tratamiento térmico, y las que se indican abajo, serán aplicadas a piezas que sean tratadas.

SOBREMETAL: Se entenderá, aumento de material.

### VELOCIDAD DE CORTE DE LAS MUELAS, PROFUNDIDAD DE VIRUTA Y VELOCIDAD PERIFÉRICA DE LAS PIEZAS

MATERIAL A TRABAJAR	Velocidad del corte en metros segundo muela ligazón cerámica	Avance Transversal o Profundidad de viruta		Velocidad Periférica P de la Pieza en metros minuto	
		Desbaste mm.	Afinado mm.	Desbaste	Afinado
Acer (Templado)	20	0,01 a 0,02	0,005 a 0,01	12 a 16	10 a 12
Acer (Blando)	30	0,02 a 0,04	0,005 a 0,01	10 a 12	8 a 10
Fundición	25	0,10 a 0,15	0,02 a 0,03	12 a 16	10 a 12
Metales Ligeros	15	0,02 a 0,03	0,01 a 0,02	30 a 40	20 a 30

D = Diámetro de la muela en mm. N = Número de revoluciones de la muela.

V = Velocidad de corte de la muela en metros por segundo.

d = Diámetro de la pieza en mm. n = Número de revoluciones por minuto de la pieza.

$$V = \frac{D \cdot N}{60.000} \quad N = \frac{60.000 \cdot V}{D \cdot K} \quad P = \frac{n \cdot 4\%}{1.000} \quad n = \frac{1.000 \cdot P}{d \cdot K} \quad P = \text{Velocidad de la pieza.}$$

S = Avance longitudinal en mm. de la mesa o muela por vuelta de la pieza para Desbaste.

S = Ancho de la muela. S = Para Fundición 3/4 H. Acer 2/3 H. Alto grado de Finura 1/4 H.

S<sub>1</sub> = Avance longitudinal de la mesa o muela para Afinado.

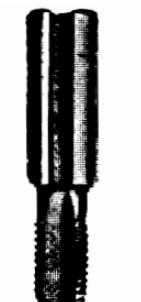
$$S_1 = \frac{S \cdot n}{1.000}$$

En los rectificados interiores deberá trabajarse con la mayor muela posible.

# CÁLCULOS PARA TRABAJOS DE ROSCADO

VELOCIDADES MEDIAS EN METROS POR MINUTO  
PARA ROSCAR CON TERRAJA AUTOMATICA,  
Y ROSCADO CON MACHO A MAQUINA

MATERIAL A ROSCAR	VELOCIDADES PARA ROSCAR CON PASO METRICO E HILOS POR PULGADA		
	Paso 3,5 a 7 mm. Hilos 3 1/2 a 7 1/2	Paso 2,5 a 3 mm. Hilos 8 a 11	Paso 0,75 a 2 mm. Hilos 12 a 32
Acero al Vanadio			
» » Níquel	3	4,5	6
» » Inoxidable			
Metal Monel			
Acero hasta 60 Kg/mm <sup>2</sup>			
Bronce Tobin (Latón Naval)	6	9	15
Acero de 60-75 Kg mm <sup>2</sup>	5	8	12
Hierro maleable Fundición Gris	7,5	15	24
Latón Fundido			
» en barra	12	24	46
Bronce Fosforoso Cobre			
Aluminio Materiales Plásticos	15	30	60



MACHO NORMAL



MACHO TIPO A

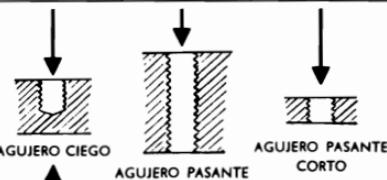


MACHO TIPO B



APARATO PARA ROSCAR TIPO «PEARL»

Juego de 2 machos. TIPO A	Macho «Progresivo» o juego de 2 machos. TIPO A	Macho único con entrada larga. TIPO B
------------------------------	---	--



Juego de 2 machos. TIPO A	Juego de 2 machos. TIPO A	Macho único con entrada larga. TIPO B
------------------------------	------------------------------	--

## MATERIALES DUROS Y TENACES

Roscado de agujeros ciegos  
Diámetro del primer macho

### FÓRMULA

Diámetro exterior de la rosca + Diámetro interior

$$\frac{2}{}$$

Conicidad de la entrada 4 filetes de su rosca



MACHO «PROGRESIVO» DESBASTE Y AFILADO EN UNA PIEZA

## CÁLCULOS PARA TRABAJOS DE ACEPILLADO

El tiempo necesario para acepillar una pieza se calcula conociendo: 1.- Avance transversal de la cuchilla por curso de trabajo. 2.- El número de cursos de trabajo por minuto, bien sea de la mesa en Acepillardoras o de la cuchilla en las Limadoras o Escoplos. 3.- Ancho de la superficie a trabajar.

Cada curso de trabajo necesita un curso de retorno no utilizable, y se entenderá por número de cursos únicamente los de trabajo, o sea, cuando corta la cuchilla.

T = Tiempo en minutos para acepillar la pieza o superficie parcial.

$$T = \frac{A}{NS}$$

A = Ancho en mm. de la pieza a trabajar.

N = Número de cursos de trabajo por minuto.

S = Avance transversal en mm. de la cuchilla por curso de trabajo.

Para calcular la velocidad de corte y de retorno es necesario conocer: 1.- El número de cursos de trabajo por minuto. 2.- Longitud del curso en metros. 3.- La relación entre las velocidades del corte y retorno.

La relación entre las dos velocidades será determinada por las características de la máquina, y prácticamente para cursos largos se pueden apreciar tomando los tiempos por medio de un cronómetro.

Las relaciones actuales en las máquinas modernas son:

Velocidad de Corte 1 1 1 1 1 1 1 1 1

Velocidad de Retorno 2 2,5 3 4 5 6 7 8

V = Velocidad de Corte en metros minuto.

R = Velocidad de retorno en metros minuto.

L = Longitud del curso en metros.

P = Relación entre la velocidad de Retorno y la de Corte.

$$P = \frac{R}{V}, \quad V = \frac{R}{P} = \frac{NL(P+1)}{P}, \quad R = NL(P+1), \quad N = \frac{1}{\frac{L}{V} + \frac{1}{R}}$$

Es necesario un curso suplementario para los cambios, estimándose así: Cursos cortos en Limadoras y Escoplos, 5 ó 10 mm. en cada extremo de la pieza, cursos largos en Acepillardoras, 30 a 50 mm. según el tamaño de la máquina.

**CORRECCIÓN:** Velocidad práctica de corte.

Cuando se considera el trabajo de una Acepillardora, debe tenerse en cuenta que la velocidad de la mesa durante el trabajo de la cuchilla es mayor que la velocidad práctica de corte o velocidad resultante.

**EJEMPLO:** Si la velocidad de Corte durante el trabajo de la cuchilla es 20 metros por minuto, y la velocidad de Retorno de la mesa 60 metros por minuto, la velocidad práctica de corte durante un minuto es menor y ésta no es más que 15 metros.

Para que la mesa haga un desplazamiento de 20 metros durante el trabajo de la cuchilla, se necesita un minuto, y para que la mesa retroe a su primera posición la velocidad de 60 metros por minuto por un minuto, lo que el tiempo necesario es 1/3 de minuto. El tiempo total de ida y vuelta de la mesa es 1 minuto 1/3.

$$\frac{20}{1 \frac{1}{3}} = \frac{20}{4/3} = \frac{20 \times 3}{4} = 15 \text{ metros/minuto}$$

## CÁLCULOS PARA TRABAJOS DE ACEPILLADO

Tabla para calcular la velocidad práctica de corte por minuto en los trabajos de Acepillado, con velocidades expresadas en Pies Ingleses y metros, para que pueda ser aplicada a cualquier tipo de máquina.

$$\text{Relación} = \frac{\text{Velocidad de retorno}}{\text{Velocidad de corte}}$$

VELOCIDAD DE CORTE POR MINUTO	VELOCIDAD DE RETORNO POR MINUTO								Pies = P Metros = M
	50	60	70	80	90	100	120	150	
	15,2	18,2	21,3	24,3	27,4	30,4	36,5	45,7	
VELOCIDAD PRÁCTICA DE CORTE									
20	14,3	15	15,5	16	16,4	16,7	17,1	17,6	P
6,1	4,3	4,5	4,7	4,8	5	5,1	5,2	5,3	M
25	16,7	17,6	18,4	19	19,6	20	20,7	21,4	P
7,6	5,1	5,3	5,6	5,8	5,9	6,1	6,3	6,5	M
30	18,7	20	21	21,8	22,5	23,1	24	25	P
9,1	5,7	6,1	6,4	6,6	6,8	7	7,3	7,6	M
35	20,6	22	23,3	24,3	25,2	25,9	27,1	28,4	P
10,6	6,2	6,7	7,1	7,4	7,6	7,9	8,2	8,6	M
40	22,2	24	25,4	26,7	27,7	28,6	30	31,6	P
12,2	6,7	7,3	7,7	8,1	8,4	8,7	9,1	9,6	M
45	23,7	25,7	27,4	28,8	30	31	31,1	34,6	P
13,7	7,2	7,8	8,3	8,8	9,1	9,4	9,5	10,5	M
50	25	27,3	29,2	30,8	32,1	33,3	35,3	37,5	P
15,2	7,6	8,3	8,9	9,3	9,7	10,1	10,7	11,4	M

AVANCES PARA ACEPILLADORAS			AVANCES PARA LIMADORES Y ESCOPLOS		
Materiales	Desbaste mm.	Afinado mm.	Materiales	Desbaste mm.	Afinado mm.
Aceros normales	1 - 1,5 - 2	0,5 - 0,75 - 1	Aceros normales	0,5 - 0,75	0,2 - 0,4 - 0,6
Bronces y metales ligeros	0,5 - 0,75 - 1	0,25 - 0,5 - 0,75	Bronces y metales ligeros	0,5 - 0,75	0,25 - 0,5 - 0,75
Hierro fundido	1 - 2 - 3	5 - 10 - 15 - 20	Hierro fundido	1 - 1,5	2 - 4 - 6

La elección del avance depende de las condiciones de la pieza, potencia de la máquina y seguridad en la fijación de la pieza.

- 612 -

- 613 -

# Cálculos para trabajos de taladrado y escariado utilizando herramientas de acero rápido 18-20 W

V = Velocidad de corte en metros minuto. T = Tiempo en minutos.

N = Número de revoluciones minuto. L = Longitud en mm. a trabajar.

S = Avance por revolución. D = Diámetro de la Broca o Escariador.

$$V = \frac{\pi D N}{1.000} \quad N = \frac{1.000 V}{\pi D} \quad T = \frac{L}{S N}$$

## AVANCE EN mm. POR REVOLUCIÓN PARA OPERACIONES DE ESCARIADO A MAQUINA

MATERIAL A TRABAJAR	DIÁMETRO DEL ESCARIADOR EN mm.									
	5 a 6	6,1-8	8,1-10	10,1-15	15,1-20	20,1-25	25,1-30	30,1-40	40,1-60	60,1-75
Latón, Aluminio, Metal Blanco, Fundición hasta 18 kg/mm <sup>2</sup>	0,40	0,45	0,50	0,60	0,70	0,80	0,90	1,00	1,10	1,20
Cobre, Bronce, Fundición hasta 26 kg/mm <sup>2</sup>	0,30	0,35	0,40	0,50	0,60	0,70	0,80	0,90	1,00	1,10
Acero hasta 50 kg/mm <sup>2</sup>	0,22	0,30	0,35	0,40	0,45	0,50	0,55	0,60	0,65	0,70
Acero hasta 70 kg/mm <sup>2</sup>	0,20	0,25	0,30	0,35	0,40	0,45	0,50	0,55	0,60	0,65
Acero hasta 100 kg/mm <sup>2</sup>	0,18	0,22	0,25	0,30	0,35	0,40	0,45	0,50	0,55	0,60

## SOBREMETAL PARA AGUJEROS ESCARIADOS A MAQUINA

Sobremetal que dejará la broca	0,15	0,18	0,20	0,25	0,30	0,35	0,40	0,50	0,60	0,70
Sobremetal para escariado 1.*	—	—	—	—	—	0,20	0,20	0,30	0,40	0,50
Sobremetal para afinado	0,15	0,18	0,20	0,25	0,30	0,15	0,20	0,20	0,20	0,20

Datos para agujeros con longitud igual a 2 veces el diámetro desbastado con broca hasta 20 mm. de diámetro y afinando con escariador normal: mayores de 20 mm., desbaste con broca, escariado preliminar con escariador de cuatro dientes, afinado normal. Para agujeros de mayor longitud o profundidad: 1.\* Desbaste con broca. 2.\* Con escariador de cuatro dientes. 3.\* Afinado preliminar con escariador normal. 4.\* Afinado. En este último caso el material que dejará la broca al desbastar será el DOBLE.

**IMPORTANTE:** Las velocidades de corte que para escariar indica la tabla general, se refieren al escariado en desbaste con escariador de cuatro dientes, y para afinado serán los siguientes:

Aceros de 40 - 50 kg. mm <sup>2</sup>	8 metros.	Hierro fundido 15 kg. mm <sup>2</sup>	7 metros.
» 50 - 60	» 7 »	» 18 »	» 6 »
» 60 - 85	» 5 »	» 22 »	» 5 »
» 85-100	» 4 »	» 26 »	» 4 »

Aluminio. Latón 16. Aleaciones de Aluminio. Latón duro 14.

Bronce corriente 12. Bronce Fósforo 8. Para el resto utilízense las velocidades dadas en la tabla general, tanto para afinado preliminar como para afinado en terminación.

Hacer siempre un agujero de ensayo para ver la posible variación que pueda resultar en función de la calidad del material.

Velocidades de corte en metros minuto y avances para trabajar diversos materiales en las máquinas-herramientas • Valores medios utilizando herramientas de

## METAL DURO WIDIA

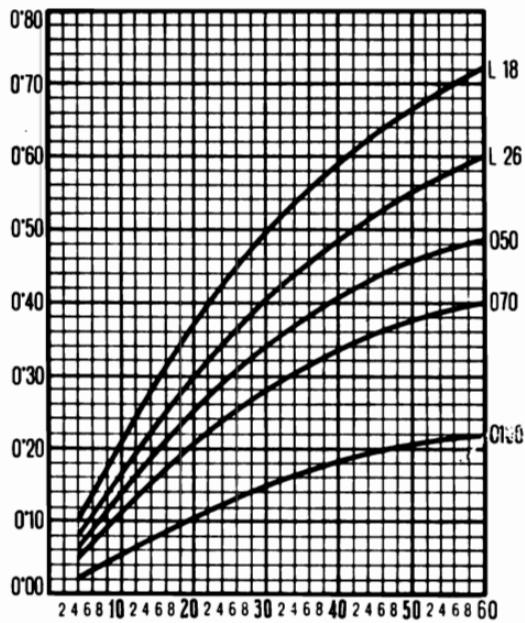
MATERIAL A TRABAJAR	TALADRADO			ESCARIADO		
	Marca Widia	V = metros minuto	S = avance mm. por revolución	Marca Widia	V = metros minuto	S = avance mm. por revolución
Acero hasta 75 kg/mm <sup>2</sup>	S 3	40 - 50	0,015 × Ø de la Broca	G 1	15 - 25	0,05 - 0,1
Acero 75 - 110 kg/mm <sup>2</sup>	S 3	25 - 35	0,01 × Ø	G 1	10 - 15	0,02 - 0,1
Acero 110 - 140 kg/mm <sup>2</sup>	S 3	20 - 25	0,008 × Ø	G 1	15	0,02 - 0,1
Acero de más 140 kg/mm <sup>2</sup>	S 3	15 - 20	0,005 × Ø	G 1	15	0,02 - 0,1
Acero Fundido hasta 50 kg/mm <sup>2</sup>	S 3	40 - 50	0,01 × Ø	G 1	15 - 25	0,05 - 0,1
Acero Fundido más de 70 kg/mm <sup>2</sup>	S 3	25 - 35	0,01 × Ø	G 1	10 - 15	0,02 - 0,1
Fundición Gris hasta 200 Brinell	G 1	60 - 75	0,02 × Ø	G 1	30	0,1 - 0,4
Fundición Gris más de 200 Brinell	H 1	30 - 40	0,02 × Ø	H 1	15	0,1 - 0,2
Fundición roja, Bronce, Latón	G 1	80 - 100	0,02 × Ø	G 1	80	0,1 - 0,3
Metales ligeros	G 1	100 - 200	0,03 × Ø	G 1	40 - 60	0,1 - 0,3
Aleaciones de aluminio	G 1	60 - 80	0,02 × Ø	G 1	30 - 40	0,1 - 0,2
Materiales plásticos	G 1	80 - 100	0,015 × Ø	G 1	30 - 50	0,1
Acero INOXIDABLE	S 1	30 - 40	0,01 × Ø	S 1	15	0,02 - 0,1
METAL MONEL	S 1	50 - 80	0,015 × Ø	S 1	20	0,02 - 0,1

Avance a mano para brocas hasta 8 mm. de diámetro.

Avances mínimos para escariadores hasta 10 mm. Ø intermedios hasta 20 mm. Ø el avance máximo para los demás.

# Avance de las Brocas para diversos materiales

AVANCE POR REVOLUCION



DIAMETRO DE LA BROCA

## INDICACIONES

L 18 = Latón - Aluminio - Metal blanco y Fundición hasta 18 kgs/mm<sup>2</sup>

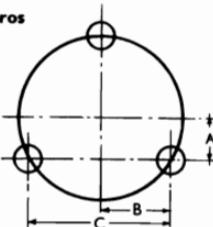
L 26 = Cobre - Bronce - Fundición hasta 26 kgs/mm<sup>2</sup>

050 = Acero hasta 50 kgs/mm<sup>2</sup>

070 = > > 70 >

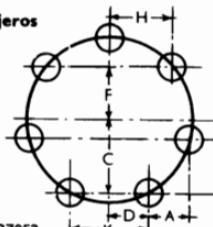
0100 = > > 100 >

3 Agujeros



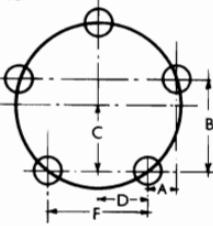
$$A = 0,25 \quad B = 0,43302 \quad C = 0,86603$$

7 Agujeros



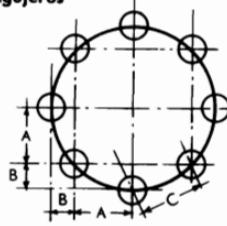
$$\begin{aligned} A &= 0,27052 \\ B &= 0,33922 \\ C &= 0,45049 \\ D &= 0,21694 \\ E &= 0,31175 \\ F &= 0,39092 \\ G &= 0,43388 \end{aligned}$$

5 Agujeros



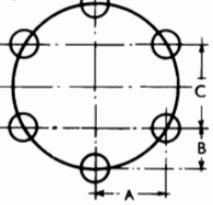
$$\begin{aligned} A &= 0,18164 \\ B &= 0,55902 \\ C &= 0,40451 \\ D &= 0,29389 \\ F &= 0,58779 \end{aligned}$$

8 Agujeros



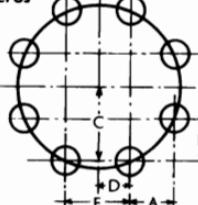
$$A = 0,35355 \quad B = 0,1465 \quad C = 0,38268$$

6 Agujeros



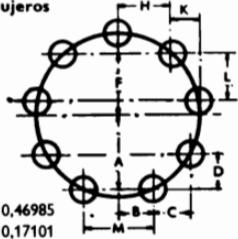
$$A = 0,43302 \quad B = 0,25 \quad C = 0,50$$

8 Agujeros



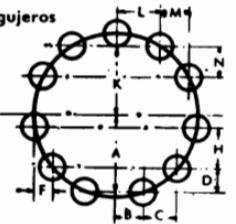
$$\begin{aligned} A &= 0,27059 \\ B &= 0,27059 \\ C &= 0,46194 \\ D &= 0,19134 \\ F &= 0,38268 \end{aligned}$$

9 Agujeros



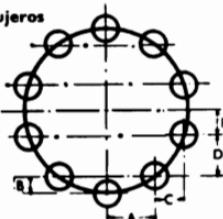
$A = 0,46985$   
 $B = 0,17101$   
 $C = 0,262$   
 $D = 0,21985$   $H = 0,32139$   $L = 0,2962$   
 $F = 0,38302$   $K = 0,17101$   $M = 0,34202$

11 Agujeros



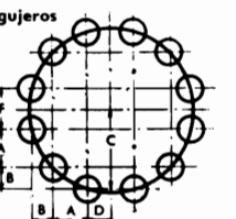
$A = 0,47975$   
 $B = 0,14087$   $F = 0,11704$   $L = 0,27032$   
 $C = 0,23701$   $H = 0,25627$   $M = 0,18449$   
 $D = 0,15232$   $K = 0,42063$   $N = 0,21299$

10 Agujeros

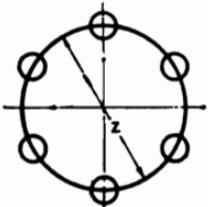


$A = 0,29389$   $B = 0,09549$   $C = 0,18164$   
 $D = 0,25$   $F = 0,15451$

12 Agujeros



$A = 0,22415$   $B = 0,12941$   $C = 0,48297$   
 $D = 0,12941$   $F = 0,25882$



Coordenadas para plantillas de taladrar que determinan la posición de los agujeros espaciados alrededor del círculo.

Aplicables con preferencia en máquinas de puntear.

Multiplicar los valores de los constantes por el diámetro Z del círculo.

## Lubricantes de corte y refrigeración para trabajar en las máquinas-herramientas diversos materiales

MATERIAL A TRABAJAR	CLASE DE TRABAJO							
	Tornear	Taladrar	Fresar	Acepillar	Rectificar	Escariar	Brochar	Punzonar y Embutir
Aceros C $R \geq 50 \text{ kg/mm}^2$	(1) (2)	(2)	(2)	(2)	(13)	(2) (10)	(5)	(12)
Aceros aleados $R \geq 60 \text{ kg/mm}^2$	(3)	(3)	(3)	(3)	(13)	(3) (10)	(5)	(12)
Aceros aleados $R > 90 \text{ kg/mm}^2$	(3)	(3)	(3)	(3)	(13)	(7)	(5)	(12)
<b>ACERO INOXIDABLE</b>	(3)	(3) (7)	(3)	(3)	(15)	(7)	(5)	(12)
<b>METAL MONEL</b>	(11)	(11)	(11)	(11)	(13)	(7)	(5)	(12)
<b>FUNDICION GRIS</b>	(1)	(1)	(1)	(1)	(13)	(10)	(1)	
Aluminio y sus aleaciones	(6) (9)	(9)	(9)	(9)	(14)	(9)	(9)	(16)
<b>Cupro-Aluminio BRONCE LATON</b>	(1) (2)	(2)	(2)	(1)	(14)	(9)	(4)	(16)
<b>COBRE</b>	(1)	(9)	(2)	(2)	(14)	(5)	(5)	(12)
Magnesio y sus aleaciones	(1) (8)	(18)	(1) (18)	(1) (18)	(1)	(18)	(19)	
Materiales plásticos	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)	
Fibra goma dura	(1)	(1)	(1)	(1)	(13)			

## Lubricantes de corte y refrigeración para trabajar en las máquinas-herramientas diversos materiales

MATERIAL A TRABAJAR	CLASE DE TRABAJO						
	Talla de cortes a Fresar	Talla engranajes por acoplado	Rascado a Torno	Torreja automática	Rascado con Mucho	Cortar y rascar Tubos	Aseado
Aceros C R ≥ 50 kg/mm <sup>2</sup>	(5)	(4)	(2) (10)	(4)	(10)	(10)	(2)
Aceros aleados R ≥ 60 kg/mm <sup>2</sup>	(5)	(4)	(3) (11)	(5)	(10)	(10)	(2)
Aceros aleados R > 90 kg/mm <sup>2</sup>	(5)	(4)	(3) (5)	(5)	(10)	(10)	(2)
<b>ACERO INOXIDABLE</b>	(5)	(4)	(7)	(7)	(9)	(9)	(2)
<b>METAL MONEL</b>	(5)	(4)	(7)	(7)	(10)	(10)	(2)
<b>FUNDICION GRIS</b>	(1)	(1)	(11)		(10)	(10)	(2)
Aluminio y sus aleaciones	(9)	(9)	(9)	(9)	(9)	(9)	(2)
Cupro-Aluminio <b>BRONCE LATON</b>	(8)	(8)	(1) (10)	(4)	(10)	(10)	(2)
<b>COBRE</b>			(5)	(5)	(9)	(9)	(2)
Magnesio y sus aleaciones			(1)		(19)		(2)
Materiales plásticos	(1)	(1)	(1)		(1)		(1)
Fibra goma dura	(1)	(1)	(9)		(6)		(1)

## Lubricantes de corte y refrigeración CLAVE Y FORMULAS

- |  |   |
|--|---|
| <p>1 <b>EN SECO</b></p> <p>2 Agua con 5 % de Aceite soluble (Taladrina)</p> <p>3 Agua con 8 % de Aceite soluble (Taladrina).</p> <p>4 Aceite mineral con 6 % de grasa de cerdo.</p> <p>5 Aceite mineral con 12 % de grasa de cerdo.</p>  | <p>13 Agua, Carbonato de Sodio 1 %. Bórax 1 % + 0,5 % de Aceite mineral.</p> <p>14 Agua, Carbonato de Sodio 1 %. Bórax 1 %.</p> <p>15 Agua, Carbonato de Sodio 1 % + 0,5 % de Aceite mineral.</p> <p>16 Aceite de ricino.</p> <p>17 Aguarrás 40 %. Azufre 30 %. Albayalde 30 %.</p> <p>18 Agua con 5 % de Fluoruro de Sodio.</p>  |
| <p>6 <b>PETROLEO</b></p> <p>7 Grasa de cerdo con 30 % de Albayalde.</p> <p>8 Aceite mineral 50 % con 50 % de Petróleo.</p> <p>9 Petróleo con 10 % de Aceite mineral.</p> <p>10 Aceite mineral con 1 % de Azufre en polvo.</p> <p>11 Aceite mineral con 5 % de Azufre en polvo.</p> | <p>19 <b>ALCOHOL</b></p> <p>Una utilización adecuada del lubricante, es de suma importancia para las operaciones de corte de los metales; muchos fracasos en el rendimiento de las herramientas y calidad del trabajo producido, se deben a no emplearse el lubricante que corresponde en función del material a trabajar.</p> <p>Todos los que se indican en esta tabla han sido convenientemente seleccionados por la práctica en su doble misión de lubricar y refrigerar.</p> |
| <p>12 Grafito 25 %. Sebo 25 %. Grasa de Cerdo 50 % (aplicado en caldo).</p>  |   |

# DIVERSOS TIPOS DE SALARIOS

## SALARIO FORMULA «ROWAN»

Consiste éste, en que si el obrero hace una economía de tiempo para producir dentro del tiempo concedido como base, entonces recibirá como prima un aumento de salario horario, donde el porcentaje es igual al tiempo economizado en la ventaja dentro del tiempo de base.

M = Mejora del salario en %.

T = Tiempo concedido.

t = Tiempo invertido en realizar el trabajo.

S = Salario horario del obrero.

G = Ganancia horaria durante el tiempo (t).

a = Porcentaje del tiempo economizado.

### FORMULAS

$$T - t = \text{Tiempo economizado.} \quad a = \frac{T - t}{T}$$

$$G \times t = t \times S + \frac{T - t}{T} \times t S (l)$$

Ganancia total durante (t) horas	Ganancia corriente	Mejora «Rowan»
----------------------------------	--------------------	----------------

$$G = S(1 + a)$$

### FORMULA DE «HALSEY»

Con esta fórmula la mejora del salario durante el tiempo de ejecución del trabajo, es igual al producto del salario horario normal por la mitad de las horas o fracciones de hora economizadas por el obrero.

### FORMULA

$$G \times t = t \times S + \frac{T - t}{T} \times S$$

Ganancia total durante (t) horas	Ganancia corriente	Mejora «Halsey»
----------------------------------	--------------------	-----------------

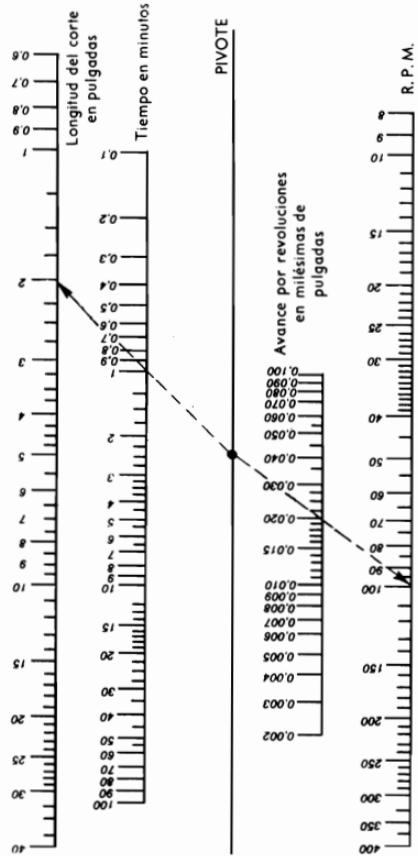
## Equivalencia de fracciones de hora sexagesimales y decimales

Minutos	Decimales	Minutos	Decimales	Minutos	Decimales
1	0,0166	21	0,350	41	0,683
2	0,033	22	0,366	42	0,700
3	0,050	23	0,383	43	0,716
4	0,066	24	0,400	44	0,733
5	0,083	25	0,416	45	0,750
6	0,100	26	0,433	46	0,766
7	0,116	27	0,450	47	0,783
8	0,133	28	0,466	48	0,800
9	0,150	29	0,483	49	0,816
10	0,166	30	0,500	50	0,833
11	0,183	31	0,516	51	0,850
12	0,200	32	0,533	52	0,866
13	0,216	33	0,550	53	0,883
14	0,233	34	0,566	54	0,900
15	0,250	35	0,583	55	0,916
16	0,266	36	0,600	56	0,933
17	0,283	37	0,616	57	0,950
18	0,300	38	0,633	58	0,966
19	0,316	39	0,650	59	0,983
20	0,333	40	0,666	60	1 hora-

## C A L C U L A D O R

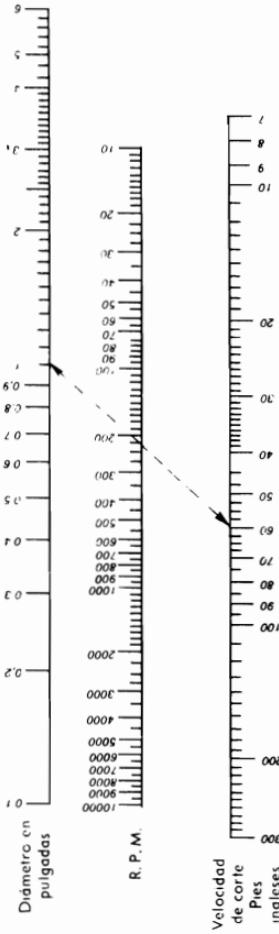
para tiempos de fabricación en función de las revoluciones por minuto, avance por revolución y longitud del corte

Dimensions en pulgadas inglesas



**C A L C U L A D O R P A R A D E T E R M I N A R R E V O L U C I O N E S P O R M I N U T O R. P. M.**

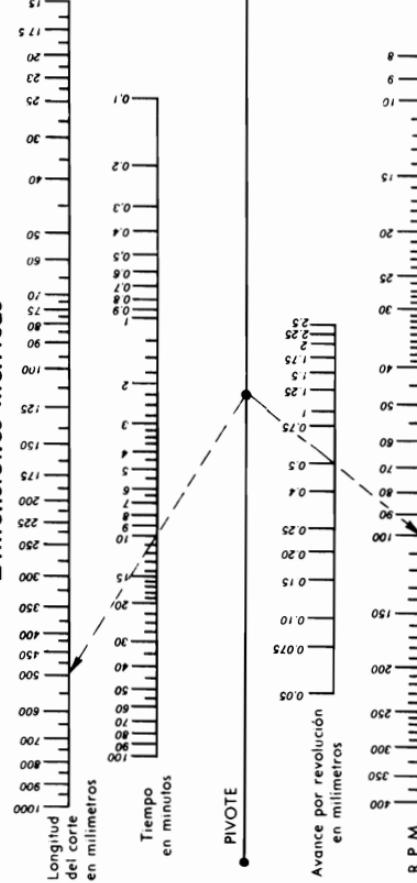
Dimensions en pulgadas inglesas



## C A L C U L A D O R

para tiempos de fabricación en función de las revoluciones por minuto, avance por revolución y longitud del corte

### Dimensiones métricas



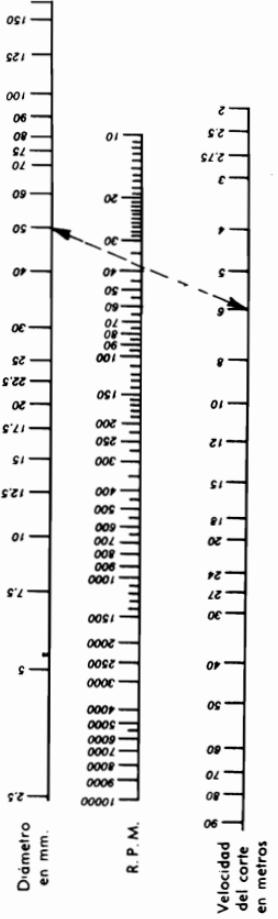
— 626 —

## E J E M P L O

R. P. M. = 100. Avance = 0'5. Longitud del corte 500 mm.  
Seguir la dirección de las flechas unidas en el pivote y se encontrará  
la duración del corte = 10 minutos.

## C A L C U L A D O R P A R A D E T E R M I N A R R E V O L U C I O N E S P O R M I N U T O R. P. M.

### Dimensiones métricas



— 627 —

## E J E M P L O

Velocidad del corte, 6 metros  
Diámetro en mm. 50  
R. P. M.: 38

## I N S T R U C C I O N E S P A R A U S A R L O

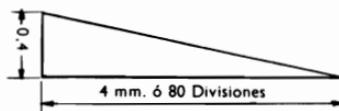
Conocida la velocidad del corte en metros, con que debe trabajarse, unir por medio de una regla con el diámetro en mm.: el punto de intersección marca las R. P. M.

## TORNEADO DE PRECISION

Usando el carro transversal en los tornos, el avance generalmente es muy brusco en la operación de poner la pasada o meter corte, y por ello, la mayoría de las veces no se encuentra la precisión que fuere de desear; recomiéndase, para lograr una disminución sobre el diámetro de la pieza de 0,01 de milímetro en ajustes exteriores, o aumento en los ajustes interiores, operar con el carro portacuchillas inclinando éste un número de grados de acuerdo con el paso del husillo y número de divisiones del vernier o disco dividido de la manivela.

Ejemplo: El carro portacuchillas tiene un husillo con paso de 4 milímetros y el vernier o disco 80 divisiones. ¿Cuántos grados debe inclinarse el carro para que cada división disminuya o aumente el diámetro del torneado de la pieza en 1/100?

Si con una división queremos disminuir 1/100 sobre el diámetro, 80 divisiones o una vuelta completa del husillo de 4 mm., la disminución será de 80 veces 1/100 u 8/10 sobre el diámetro ó 4/10 sobre el radio, podemos buscar el ángulo de inclinación del carro con los datos que conocemos.



$$\frac{0.4}{4} = 0.1 \text{ tangente de } 5^\circ 43'$$

Se inclinará el carro 5° 43'.

Siguiendo este método y en función del paso del husillo y divisiones del disco, se puede lograr la precisión que se deseé en cualquier torno.

## Apéndice

### AJUSTE EN LA REPARACION DE AUTOMOVILES

### CLASIFICACION DE ACEROS PARA DIVERSAS PIEZAS

### CORREAS TRAPEZOIDALES

### FRESADO DE CAMONES O LEVAS

### FORMULAS GENERALES PARA DIMENSIONES DE CONOS

# Reparación de automóviles

**CONDICIONES de AJUSTE que DEBEN REUNIR DIFERENTES PIEZAS**

(Salvo indicaciones que aconseje la casa constructora)

CLASE DE PIEZA	BIEN mm.	REGULAR mm.	REPARACION O REMPLAZO mm.
<b>CILINDROS</b>			
Ovalo en el diámetro.....	0,015 - 0,02	0,05	0,075
Conicidad.....	0,015 - 0,03	0,05	0,1
<b>PISTONES</b>			
Deformación.....	0,025	0,04	0,09
Abertura del aro por milímetro de diámetro del cilindro.....	0,003	0,004	0,006
Huelgo lateral del aro en la ranura.....	0,025	0,05	0,1
Variación de peso.....	15 gramos	20 gramos	30 gramos
Variación de compresión en los cilindros.....	0,25 kg/cm <sup>3</sup>	0,50 kg/cm <sup>3</sup>	0,75 kg/cm <sup>3</sup>
Holgura entre el pistón (aluminio) y el cilindro, en su parte superior por milímetro de diámetro.....	0,001 - 0,0015	0,0015 - 0,002	0,003
Holgura entre el pistón (H. Fundido) y el cilindro, en su parte superior por milímetro de diámetro.....	0,001	0,0015	0,0025
Ovalo en los apoyos del bulón.....	0,02	0,04	0,08
<b>BIELAS</b>			
Holgura entre el bulón del pistón y la biela.....	0,007 - 0,01	0,02	0,04
Holgura en el cojinete del cigüeñal.....	0,035	0,075	0,1
Holgura axial.....	0,1 - 0,15	0,2 - 0,25	0,45
Paralelismo entre el cojinete del muñón del cigüeñal y el del bulón del pistón.....	0,025 en 150 mm.		
<b>CIGÜEÑAL</b>			
Holgura en los cojinetes.....	0,06 - 0,15	0,25	0,35
Ovalo en los cojinetes de apoyo.....	0,025	0,05	0,1
Ovalo en los muñones.....	0,015	0,03	0,07
Desviación del cojinete central.....	0,025	0,075	0,15
Holgura axial.....	0,1 - 0,15	0,2 - 0,25	0,35

# Reparación de automóviles

**CONDICIONES de AJUSTE que DEBEN REUNIR DIFERENTES PIEZAS**

(Salvo indicaciones que aconseje la casa constructora)

CLASE DE PIEZA	BIEN mm.	REGULAR mm.	REPARACION O REMPLAZO mm.
<b>VALVULAS</b>			
Holgura entre el vástago y la guía.....	0,04	0,1	0,15
Holgura del levante válvulas en su guía.....	0,035	0,1	0,12
Ovalo en el rodillo del levanta válvulas.....	0,025	0,5	0,75
Variación de tensión del resorte.....	1 kg.	2 kg.	3 kg.
Holgura de trabajo entre el vástago de la válvula y el taqué levanta válvulas (aprox.)	-		
Admisión.....	0,20		
Escape.....	0,25		
<b>ARBOL DE LEVAS</b>			
Holgura en los cojinetes.....	0,04	0,07	0,1
Ovalo en el cojinete.....	0,025	0,06	0,08
Holgura axial.....	0,05	0,1	0,18
Reacción del diente en los engranajes de distribución.....	0,05	0,1	0,15
Holgura del eje de balancines.....	0,025	0,075	0,12
<b>EJES (delanteros y traseros)</b>			
Holgura en los pivotes de dirección.....	0,025	0,05	0,075
Holgura en los bujes de los pivotes de dirección...	0,025	0,05	0,075
Bola o rótula del brazo de la dirección (máximo desgaste).....			1,5
Juego en los cojinetes radiales de ruedas delanteras.	0,012 - 0,025	0,07	0,15
Juego en los cojinetes de rueda trasera (eje flotante),	0,025	0,1	0,3
Paliens eje trasero; Torcedura o excentricidad en la parte maquinada.....	0,02	0,04	0,1
Arbol del piñón de eje trasero.			
Variación en el soporte exterior del cojinete.....	0,01	0,03	0,05
Variación en cualquier punto'.....	0,025	0,05	0,075

# Reparación de automóviles

**CONDICIONES de AJUSTE que DEBEN REUNIR DIFERENTES PIEZAS**

(Salvo indicaciones que aconseje la casa constructora)

CLASE DE PIEZA	BIEN mm.	REGULAR mm.	REPARACION O REMPLAZO mm.
<b>CAJA DEL DIFERENCIAL</b>			
Corona: Reacción o movimiento perdido engranado el piñón.....	0,05	0,15	0,25
Variación en el acopio de la caja.....	0,02	0,03	0,05
<b>CAJA DE CAMBIOS DE MARCHA</b>			
Holgura entre los dientes de los piñones.....	0,05	0,15	0,35
Holgura en las ranuras y núcleos de los piñones.....	0,025	0,075	0,12
Cojinetes, holgura en el diámetro.....	0,015	0,05	0,12
Cojinetes, holgura axial.....	0,03	0,075	0,25
Eje del piñón de embrague, variación.....	0,02	0,05	0,1
Eje transmisor principal, variación.....	0,02	0,05	0,1
Eje transmisor principal, holgura axial.....	0,02	0,05	0,1
Eje auxiliar, holgura entre el eje y el buje.....	0,02	0,05	0,1
Manguito de centraje con el buje, holgura.....	0,02	0,05	0,1
<b>JUNTAS UNIVERSALES O ARTICULACIONES</b>			
Pasadores y bujes de articulación			
Universal   Holgura en el diámetro.....	0,03	0,075	0,18
Universal   Holgura axial.....	0,05	0,15	0,25
Holgura en pasadores de horquilla y cojinetes.....	0,02	0,04	0,07
Holgura en los lados de las ranuras de la junta de corredera.....	0,02	0,04	0,07
<b>EMBRAGUE</b>			
Caja: Alineación con la cara del volante del motor.	0,05	0,075	0,25
Cubo y eje del embrague, holgura entre las ranuras.....	0,06	0,12	0,25
Manguito de corredera y eje de embrague, holgura.....	0,03	0,075	0,18
Cojinete guía de embrague, hueco radial.....	0,02	0,05	0,1
Resortes del embrague, diferente presión.....			2 1/8 kg.

# Reparación de automóviles

**CONDICIONES de AJUSTE que DEBEN REUNIR DIFERENTES PIEZAS**

(Salvo indicaciones que aconseje la casa constructora)

CLASE DE PIEZA	BIEN mm.	REGULAR mm.	REPARACION O REMPLAZO mm.
<b>FRENOS</b>			
Tambor de freno: Diámetro concéntrico con el cubo, tolerancia.....	0,05	0,15,	0,25
Conicidad del tambor.....	0,025	0,1	0,25
Pasadores de palancas de las zapatas, holgura.....	0,03	0,075	0,2
Bujes de palanca, holgura.....	0,1	0,3	0,6
Bujes de anclaje, holgura.....	0,03	0,075	0,2
Cilindros hidráulicos de las ruedas, holgura.....	Véase ajuste Deslizamiento I. S. A.		Si están rayados
Pistones o émbolos del cilindro principal, holgura.....	Véase ajuste Deslizamiento I. S. A.		Si está rayado o mayor de 0,12
<b>VARIOS</b>			
Bomba de aceite, reacción del engranaje.....	0,065	0,15	0,25
Ballestas, holgura en los pasadores.....	0,05	0,2	0,4

## Detalles especiales sobre holguras del pistón en el cilindro

Téngase presente la aplicación a que se destina el pistón para determinar la holgura por milímetro de diámetro del cilindro D.



### PISTONES DE ALUMINIO

#### AUTOMOVILES

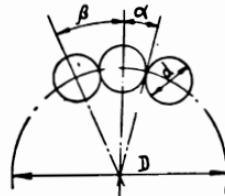
Zona N.º 1 = 0,0015 × D	Zona N.º 1 = 0,0017 × D
» N.º 2 = 0,0010 × D	» N.º 2 = 0,0012 × D
» N.º 3 = 0,00075 × D	» N.º 3 = 0,00077 × D
» N.º 4 = 0,0003 × D	» N.º 4 = 0,00032 × D

#### CAMIONES Y TRACTORES

Si el pistón es de hierro fundido, se reducirá la holgura un 25 por 100 en las zonas números 1 - 2 - 3.

# RODAMIENTOS A BOLAS Y RODILLOS

## NORMAS PARA SU CALCULO



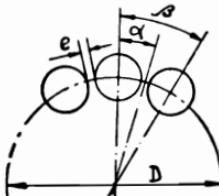
D = Diámetro primitivo.

N = Número de bolas o rodillos.

D = Cosecante  $\alpha \times d$ .

$$\beta = \frac{360}{N}, \quad \alpha = \frac{\pi}{2}$$

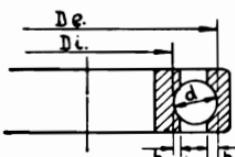
PARA BOLAS O RODILLOS  
QUE SE UNEN



D = Cosecante  $\alpha \times (d + e)$ .

$$\beta = \frac{360}{N}, \quad \alpha = \frac{\pi}{2}$$

PARA BOLAS O RODILLOS  
QUE TENGAN LA SEPARACION «e»



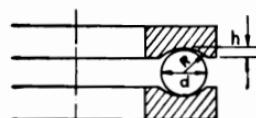
$$h = 0.2 \times d.$$

$$R = \frac{d}{2}.$$

$$D_o = D + d.$$

$$D_i = D - d.$$

PROFUNDIDAD DE LAS RANURAS  
EN LOS RODAMIENTOS RADIALES RIGIDOS



$$h = 0.12 \times d.$$

$$R = 0.6 \times d.$$

PROFUNDIDAD DE LAS RANURAS  
EN LOS RODAMIENTOS AXIALES

## CLASIFICACION DE ACEROS PARA DIVERSAS PIEZAS DEL AUTOMOVIL

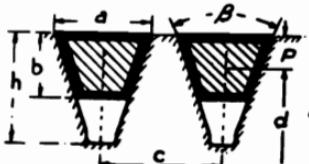
DESIGNACION DE LA PIEZA	ACERO QUE DEBE EMPELEARSE	MARCAS DE FABRICAS ESPAÑOLAS DE ACEROS	HAMA BARCELONA
Arbol de levas .....	Cr.-Ni. C.	M. E.-3	Hama - D. 2
Bielas .....	Cr.-Ni. T.	K. A.-2	» A. 2
Bulones de pistón.....	Cr.-Ni. T.C.	M. E.-3	» D. 2
Bulones de mangueta.....	Cr.-Ni. C.	C. N.	» D. 2
Bielas o palancas mangueña de dirección .....	Cr.-Ni. T.	» URKO 1	Bellota C. N.
Cigüeñal.....	Cr.-Ni. T.	» URKO 1	» URKO 1
Corona diferencial .....	Cr.-Ni. T.C.	M. E.-3 6 H. A.-2	CNMO 6 URKO 3
Corona de arranque.....	Cr.-Ni. T.	H. A.-2	» URKO 1
Cruceta cardán .....	Cr.-Ni. C.	M. A.-2	» C. N.
Cruceta diferencial .....	Cr.-Ni. T.C.	M. E.-3 6 H. A.-2	CNMO 6 URKO 3
Eje delantero .....	Cr.-Ni. T.	H. A.-2	» URKO 1
Eje principal transmisión..	Cr.-Ni. T.	Elastic. 2	» URKO 1
Eje transmisión .....	Cr.-Ni. T.	Elastic. 2	» URKO 1
Eje del cambio (secundario), Eje de tren fijo.....	Cr.-Ni. C. » D. T. A.	Elastic. 2 C. N. C. » D. T. A.	» URKO 1 » C. N. » URKO 3

# CLASIFICACION DE ACEROS PARA DIVERSAS PIEZAS DEL AUTOMOVIL

DESIGNACION DE LA PIEZA	MARCAS DE FABRICAS ESPAÑOLAS DE ACEROS				
	ACERO QUE DEBE EMPLEARSE	ECHEVARRIA, S. A. BILBAO	S. E. de C. N. REINOSA	PATRICIO ECHEVE- RIA, S. A.-LEGAZPIA	HAMSA BARCELONA
Piñón de ataque diferencial.	Cr.-Ni. T. C.	Heva-D.T.A. o C.N.C.	M. E.-3 6 H. A.-2	BellotaURKO36CNMO	HamsaB.16D.1
Piñón Satélites o planetarios.	Cr.-Ni. T. C.	» D. T. A. o C. N. C.	M. E.-3 6 H. A.-2	» URKO 3 6 CNMO	» B. 1 6 D. 1
Piñón aranque.....	Cr.-Ni. T.	» D. T. A.	M. E.-3	» C. N.	» D. 1 6 D. 2
Piñón bomba aceite.....	Cr.-Ni. T.	» D. T. A.	H. A.-3	» URKO 1	» A. 2
Rodillas barra dirección ...	Cr.-Ni. C.	» C. N. C.	M. E.-3	» C. N.	» D. 2
Sin-fin de la dirección ...	Cr.-Ni. C.	» C. N. C.	M. E.-3	» C. N.	» D. 1 6 D. 2
Tornillos cabezas de bieles.	Cr.-Ni. T.	» Elastic.	H. A.-2	» URKO 1	» A. 2
Engranajes cambios de marchas .....	Cr.-Ni. T. C.	» D. T. A. o C. N. C.	M. E.-3 6 H. A.-2	» URKO 3 6 CNMO	» B. 1 6 D. 1
Válvula de admisión .....	Cr.-Si.	» V. S. C.	H. Y. X. S.	» INOX - V	» C. 4
Válvula de escape.....	Cr.-Si.	» V. S. C.	H. Y. X. S.	» INOX - V	» C. 4
Manguetas delanteras....	Cr.-Ni. T.	» Elastic.	H. A.-2	» URKO 1	» A. 2
Rodilllos bujín Y guía taqué.	Cr.-Ni. C.	» C. N. C.	M. E.-3	» C. N.	» D. 2
Ballestas.....	Mn.-Si.	» M. S. A.	R. S.	» SIMA	» E. 4
Ejes o paliers traseros.....	Cr.-Ni. T.	» Elastic. 2	H. A.-2	» URKO 1	» A. 1 6 A. 2

C = Cementación. T = Tratamiento. El acero de cementación se empleará para piezas sometidas a grandes fatigas.

# CORREAS TRAPEZOIDALES



$d$  = Diámr. primitivo de la polea

$$d = D - b \quad P = \frac{b}{2}$$

$a$  = Ancho de la correa y de la garganta de la polea.

a mm.	10	13	17	22	32	38	Angulo de los flancos de la garganta	
							3	34°
Longitud primitiva de la correa	500	684	921	1440	3115	5038		
b mm.	6	8	11	14	19	25		
De mm.	500	684	921	1440	3115	5038		
a mm.	1415	3495	6860	10000	13715	19805		
D mm.	77	98	—	—	—	—		
76	108	151	238	374	525	34°		
96	120	171	264	469	655	36°		
106	133	191	294	519	735	36°		
—	—	—	—	579	825	36°		
118	148	211	329	649	925	38°		
131	168	235	369	729	1025	38°		
146	188	261	414	819	1145	38°		
166	208	291	464	919	1275	40°		
186	232	326	514	1019	1425	40°		
206	258	366	574	1139	1625	40°		
230	288	411	644	1269	1826	40°		
256	323	461	724	1419	2025	40°		
286	363	511	814	1619	2265	40°		
321	408	571	914	1819	2525	40°		
361	458	641	1014	2019	2825	40°		
h mm.	12	14	17	24	30	36		
c mm.	13	16	20	27	37	45		
Esfuerzo tangencial, kgs.	5	14	20	45	84	120		
Velocidad periférica en metros por segundo.	5	0,3	0,9	1,3	3	5,5	7,9	
10	0,6	1,8	2,5	5,8	11	15		
15	0,9	2,5	3,5	7,9	15	21		
20	1	2,9	4,2	9,4	17	25		
25	1,1	3,1	4,5	10	18	27		

Potencia constante transmitida en C. V. de una correa

## Información referente a las correas trapezoidales

Longitud primitiva de la correa: se entiende que es su desarrollo correspondiente a la fibra neutra o media determinante del diámetro primitivo «d».

La potencia calculada en la tabla es para una sola correa, y para potencias superiores se tomarán las correas que fueren preciso, por ejemplo: tratándose de transmitir una potencia constante de 60 C. V. con correas de  $22 \times 14$  a la velocidad periférica V de 25 metros por segundo y con ángulo de abrazamiento de  $180^\circ$ , se tendrán que emplear 6 de estas correas, tomando como dato el valor de la tabla que para una correa de  $22 \times 14$  a la velocidad de 25 metros por segundo puede transmitir 10 C. V.

Cargas variables: Los valores de C. V. de la tabla (en el caso de existir probables sobrecargas), se dividirán por los coeficientes siguientes: 1,1 para 25 %; 1,2 para 50 %; 1,4 para 100 %, ello servirá para compensar las sobrecargas.

Así, una variación de 25 % C. V.  $60 : 1,1 = 54,5$ .

Si el ángulo de abrazamiento  $\alpha$  a  $180^\circ$ , según está calculada la tabla, fuera solo de  $140^\circ$ , la potencia a transmitir sería C. V.  $54,5 \times 0,89 = 48,5$ , en cuyo caso debe ponerse una correa más y lograremos con las 7 correas los 60 C. V. proyectados, aproximadamente. Si quiere reducirse el número de correas se tomará una sección mayor.

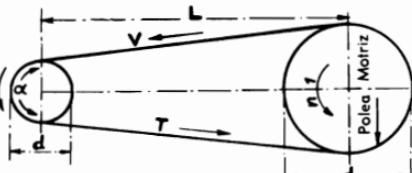
Valores para ángulo de abrazamiento  $\alpha = 160^\circ, 0,85'; 140^\circ, 0,89'; 120^\circ, 0,83'$ .

### FORMULAS

$$V = \frac{n \times d}{19.100} = \frac{n_1 \times d_1}{19.100}$$

$$\coseno \frac{\alpha}{2} = \frac{d \times (K - 1)}{2 \times L}$$

$$K = \frac{d}{d_1} = \frac{n_1}{n}$$



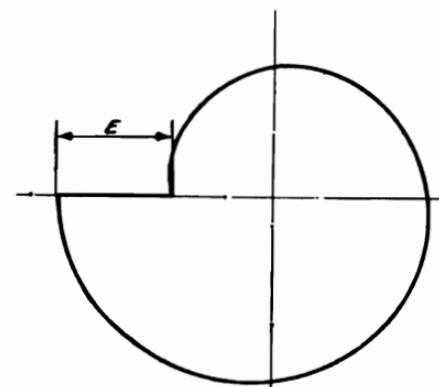
n y  $n_1$  = Número de revoluciones por minuto de las 2 poleas.

d y  $d_1$  = Diámetro primitivo en mm. de las 2 poleas.

K = Relación de transmisión. L = Distancia entre ejes. T = Esfuerzo tangencial en kilogramos.

Cuando se quiera utilizar correas de sección grande, y por consiguiente, poleas de mayor diámetro, se recurre a más correas de pequeña sección.

## Fresado de Camones o Levas con curvas en espiral utilizando el Divisor Universal y el cabezal porta-fresas

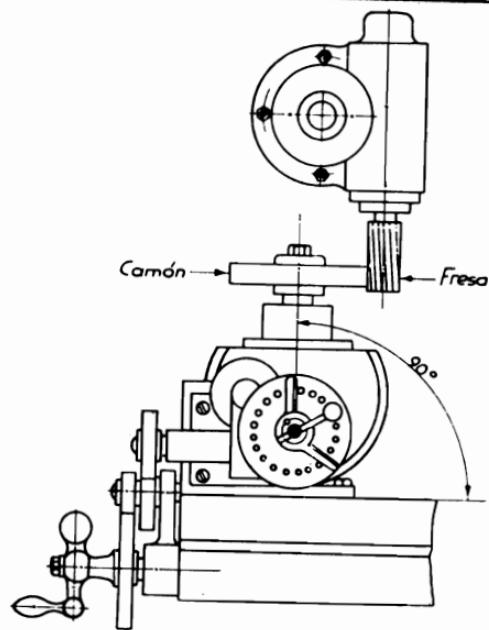


La figura de este Camón representa teóricamente la elevación o paso de la espiral en una revolución completa, y debe fresarse estando el Divisor Universal en posición de  $90^\circ$  según se indica en la figura de la página siguiente.

### Características

E = Elevación o paso de la espiral  
Giro del Camón  $360^\circ$  (una revolución)

## Camones o Levas con curvas en espiral utilizando el Divisor Universal y el cabezal porta-fresas

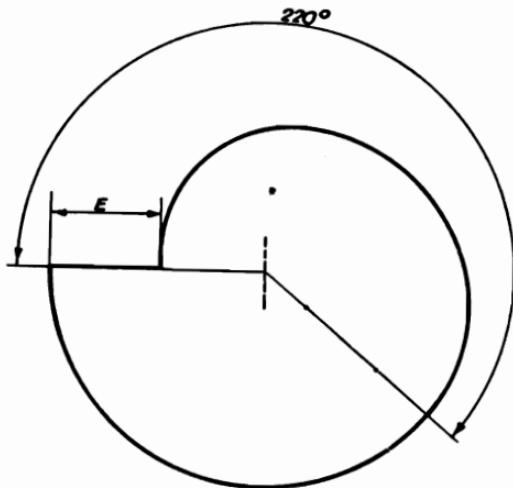


### Posición del Divisor Universal 90°

También deberán fresarse en esta posición camones con ranuras en el plano.

La fórmula para disponer las ruedas para tallar el paso de la espiral es la usualmente utilizada para los fresados helicoidales.

## Fresado de Camones o Levas con curvas en espiral utilizando el Divisor Universal y el cabezal porta-fresas



La figura representa un Camón en el cual el fresado de la espiral corresponde a la elevación o paso, no se efectúa en una revolución completa del Camón, sino girando un determinado número de grados.

### Características

$E$  = Elevación o paso de la espiral  
Giro del Camón 220°

**Fresado de Camones o Levas con curvas en espiral utilizando el Divisor Universal y el cabezal porta-fresas**

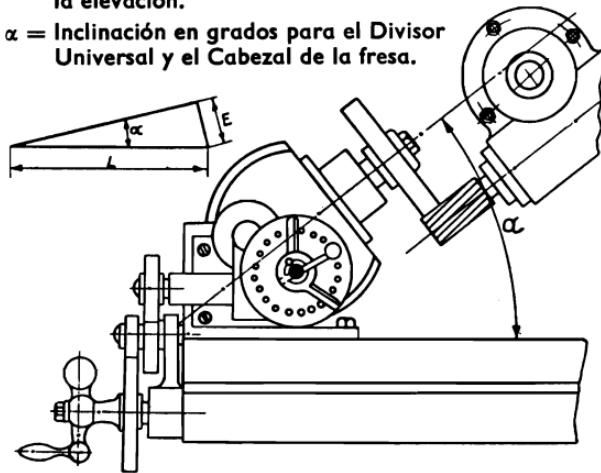
**Fórmulas:**  $L = \frac{360}{n} \times E$ .  $\operatorname{Sen} \alpha = \frac{E}{L}$

E = Elevación o paso de la espiral del Camón en un determinado número de grados de la circunferencia.

L = Paso para la máquina fresadora.

n = Número de grados del giro en que deba establecerse la elevación.

$\alpha$  = Inclinación en grados para el Divisor Universal y el Cabezal de la fresa.

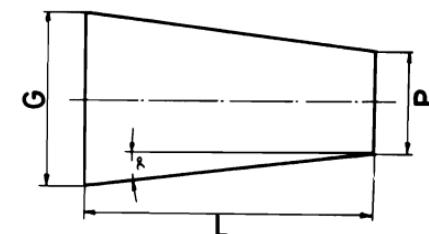


**Ejemplo:** E = 24 mm de elevación. n = Giro 220°.

tendremos que  $L = \frac{360}{220} \times 24 = 39.271$  mm. de paso.

$\operatorname{Sen} \alpha = \frac{24}{39,271} = 0,61113$ ;  $\alpha = 37^\circ 40'$ .

**Fórmulas Generales para Dimensiones de Conos**



C = conicidad 1 en x

$$C = \frac{L}{D}$$

L = longitud del cono

$$L = D \times C$$

G = diámetro mayor

$$G = P + \frac{L}{C}$$

P = diámetro menor

$$P = G - \frac{L}{C}$$

D = diferencia entre diámetros

$$D = \frac{L}{C} = G - P$$

## **El tiempo pasa**

Llevándose consigo una producción negativa que la **falta de preparación profesional** le proporciona.

- ¡JAMAS! trabajes sin acondicionar el funcionamiento de tu máquina a unas características de trabajo apropiadas.
- Observa con todo rigor la velocidad de corte y avance de la herramienta para cada material que trabajes.
- Defiende la producción de la máquina a ti encomendada, puesto que con igual esfuerzo aumentarás el rendimiento.

## **¡Sed cuidadosos!**

### **LAS HERRAMIENTAS TIENEN UN VALOR ELEVADO**

- Muchos descuidos son causa de las roturas que diariamente suceden en todos los talleres: el 90 por 100 de las roturas y deterioro de herramientas se debe a que éstas realizan un trabajo en condiciones inadmisibles, y no se estima como debiera su valor. La falta de preparación profesional del personal contribuye a este grave problema.
- Nótese que un buen operario tiene el máximo interés en conservar la herramienta como orgullo de capacitación en su oficio.