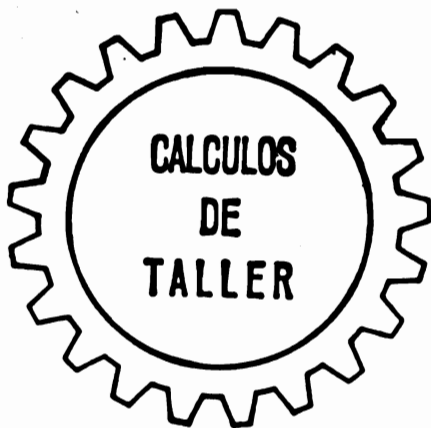


A. L. CASILLAS

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 agradecida 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

| | Páginas | | |
|--|-----------|---|-----------|
| A | | | |
| Aceros (elección de materiales) | 438 | Cáncamos | 521 |
| » al carbono para maquinaria | 439 | Cálculos de fabricación | 587 - 626 |
| » al carbono para herramientas | 440 | Calibres planos o galgas «Block» | 554 - 555 |
| » aleados para herramientas | 445 | » interiores y exteriores (exactitud) | 558 |
| » rápidos para herramientas | 445 | » interiores y exteriores (desgaste) | 559 - 560 |
| » cromo-níquel de tratamiento | 441 | » para roscas (errores y exactitud) | 561 - 567 |
| » cromo-níquel de cementación | 442 | » Pie de Rey (lectura en milímetros y pulgadas) | 569 - 571 |
| » níquel de cementación | 442 | Calor y potencias caloríficas | 78 |
| » carbono de cementación | 442 | » latente de fusión | 79 |
| » inoxidables | 443 | » latente de vaporización | 79 |
| » níquel de tratamiento | 443 | Camones o levas, fresado | 639 - 642 |
| » para resortes | 446 | Cargas, equivalencia en toneladas, en libras y en kilogramos | 423 - 434 |
| Afilado de fresas | 341 - 383 | Cargas que pueden soportar los tornillos y tuercas | 457 |
| » de machos para roscar | 307 | Centros de gravedad | 142 - 144 |
| Ajuste internacional I. S. A. agujero y eje único | 523 - 553 | » protegidos para tornejar piezas | 502 |
| Aleaciones de diversos metales | 448 - 452 | Cementación | 461 - 465 |
| Ángulos de corte para cuchillas normales | | Cinemática | 48 |
| » de corte para cuchillas «Widia» | 339 | Chavetas «Woodruff» y normales | 503 - 504 |
| Antirreflexión | 452 | » sólidas con dientes múltiples | 505 |
| Áreas y dimensiones de figuras planas | 130 - 135 | Cifras de dureza «Rockwell» y «Brinell» | 417 - 420 |
| Aros de pistón o émbolo | 513 - 516 | » de dureza «Rockwell», «Brinell», «Vickers» y «Shore» | 424 - 434 |
| Arcos, flechas y cuerdas para radio l | 117 - 120 | Cinceles y buriles para máquina y mano | 409 |
| Aumento para piezas a rectificar | 609 | Clasificación de aceros para piezas de automóvil | 635 - 636 |
| Automóviles (reparación) | 629 - 630 | Columnas de agua y mercurio | 74 |
| B | | | |
| Barretas o probetas | 421 - 422 | Conos, cálculo general, «Morse», «Métrico», «Brown & Sharp», «Inglés», casquillos | 309 - 324 |
| Brocas, ángulos de afilado, defectos, equivalencia y datos de construcción | 371 - 379 | Contracción lineal, superficial y cúbica | 455 |
| C | | | |
| Cabezas universales de la fresadora «Hura» | 264 - 265 | Conversión. Tablas de equivalencia entre los sistemas métrico e inglés | 49 - 69 |
| Cables metálicos | 520 | Comparación de temperaturas | 70 - 71 |
| Cadenas | 518 - 519 | 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 |

| | Páginas |
|---|-----------|
| D | |
| Depósitos cilíndricos, resistencia a la presión interior | 456 |
| Diamantes para retornar muelas de esmeril. | 398 |
| Dilatación cúbica. | 78 |
| » lineal. | 453 |
| 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 |
| E | |
| Ejes o árboles para transmisiones | 511 |
| Elección de materiales | 438 - 452 |
| Elementos para elevación de pesos. | 517 - 522 |
| Engranajes, fórmulas generales s/módulo y diámetro | 148 - 155 |
| » «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 |
| F | |
| Factores de conversión inglesa a métrica y viceversa | 67 - 69 |
| » de seguridad en el trabajo de los metales | 435 - 437 |
| Fórmulas generales para dimensiones de conos. | 643 |
| Fracciones de hora | 325 |
| Fresado helicoidal | 258 - 262 |
| » de dientes por los lados | 263 |
| » de camones o levas. | 639 - 642 |
| Fresas, dimensiones normales | 364 - 370 |
| » madres para engranajes rectos y helicoidales | 183 |
| » madres para ruedas a tornillo sin-fin. | 189 |
| » simples. | 180 |
| Frigoríficas (mezclas). | 80 |

| | Páginas |
|--|-----------|
| G | |
| Galgas: «Imperial Standard», «Birmingham», «Brown & Sharp», para alambre, chapa y fleje | 65 - 66 |
| Geometría: elementos. | 130 - 141 |
| Grados decimales en minutos y segundos | 116 |
| Gravedad (centros) | 142 - 144 |
| L | |
| Lectura de manómetros | 75 |
| Levas o camones, fresado. | 639 - 642 |
| Limas, datos de características | 404 - 407 |
| Lubricantes de corte | 61' - 62 |
| LL | |
| Llaves para tuercas | 512 |
| M | |
| Machos para roscas (afilado). | 307 |
| Manómetros | 75 |
| Mandrilos para taladros y sus cuchillas | 380 - 382 |
| Medición (elementos) | 554 - 576 |
| Metales (aleaciones): aluminio, duraluminio, metal monel, cuproníquel, bronce, latón, etc. | 448 - 452 |
| Micrómetros (lectura). | 568 - 570 |
| Minutos y segundos en decimales de grado | 116 |
| Momentos de inercia y resistencia | 458 - 460 |
| Muelas de esmeril. | 392 - 400 |
| Muelles | 446 - 447 |
| P | |
| Palancas. | 146 |
| Pasadores cónicos. | 325 |
| Peso de piezas fundidas según su molde | 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 |
|-----------------------------------|---------|
| Pi (π), factores | 129 |
| Polea diferencial | 145 |
| Poleas | 147 |
| Presiones | 72 - 74 |
| Punto de fusión y calor | 454 |
| Punzonado | 408 |

R

| | |
|--|-------------|
| 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 |

| | |
|------------------------------------|-----------|
| Roscado plano en espiral | 306 |
| Roblones | 506 - 509 |
| Ruedas | 147 |

S

| | |
|---|-------------|
| Salarios tipos «Rowan» y «Halsey» | 622 |
| Sierras | 401-403-601 |

T

| | |
|---|-----------|
| 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 soportar | 457 |
| Transmisiones | 510 |
| Transportador «Universal» | 572 |
| Triángulo rectángulo (soluciones) | 122 - 126 |

V

| | |
|---|-----------|
| 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 MISION,
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 | Raiz cuadrada | Raiz cúbica | Longitud circunferencia | Area |
|-----|---------------|---------|------------------|----------------|----------------------------|---------|
| 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 | Raiz cuadrada | Raiz cúbica | Longitud circunferencia | Area |
|-----|---------------|---------|------------------|----------------|----------------------------|---------|
| 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 | 2740000 | 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 | Area |
|-----|---------------|---------|------------------|----------------|----------------------------|---------|
| 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 | Area |
|-----|---------------|----------|------------------|----------------|----------------------------|---------|
| 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 | 8999912 | 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 | Area |
|------------|---------------|-----------------|------------------|----------------|----------------------------|----------------|
| 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 |
| 220 | 48400 | 10648000 | 14,8324 | 6,0368 | 691,15 | 38013.3 |
| 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 |
| 230 | 52900 | 12167000 | 15,1658 | 6,1269 | 722,57 | 41547.6 |
| 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 |
| 240 | 57600 | 13824000 | 15,4919 | 6,2145 | 753,98 | 45238.9 |
| 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 |
| 250 | 62600 | 15625000 | 15,8114 | 6,2996 | 785,40 | 49087.4 |
| 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 | Area |
|------------|---------------|-----------------|------------------|----------------|----------------------------|----------------|
| 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 |
| 260 | 67600 | 17576000 | 16,1245 | 6,3825 | 816,81 | 53092.9 |
| 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 | 19034163 | 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 | 56832.4 |
| 270 | 72900 | 19683000 | 16,4317 | 6,4633 | 848,23 | 57255.5 |
| 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 |
| 280 | 78400 | 21952000 | 16,7332 | 6,5421 | 879,65 | 61575.2 |
| 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 |

| n | Cua- drado | Cubo | Raiz cuadrada | Raiz cúbica | Longitud circunferencia | Area |
|-----|---------------|----------|------------------|----------------|----------------------------|---------|
| 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 |

| n | Cua- drado | Cubo | Raiz cuadrada | Raiz cúbica | Longitud circunferencia | Area |
|-----|---------------|----------|------------------|----------------|----------------------------|---------|
| 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 | 110889 | 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 | 40001688 | 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 |

| n | 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 |
| 370 | 136900 | 50653000 | 19,2354 | 7,1791 | 1162,4 | 107521 |
| 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 |
| 380 | 144400 | 54872000 | 19,4936 | 7,2432 | 1193,8 | 113411 |
| 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 |
| 390 | 152100 | 59319000 | 19,7484 | 7,3061 | 1225,2 | 119459 |
| 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 |

| n | Cua- drado | Cubo | Raiz cuadrada | Raiz cúbica | Longitud circunferencia | Area |
|-----|---------------|----------|------------------|----------------|----------------------------|--------|
| 400 | 160000 | 64000000 | 20,0000 | 7,3681 | 1256,6 | 125664 |
| 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 |
| 410 | 168100 | 68921000 | 20,2485 | 7,4290 | 1288,1 | 132025 |
| 411 | 168921 | 69426531 | 20,2731 | 7,4350 | 1291,2 | 132670 |
| 412 | 169744 | 69934528 | 20,2978 | 7,4410 | 1294,3 | 133317 |
| 413 | 170569 | 70444997 | 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 |
| 420 | 176400 | 74088000 | 20,4939 | 7,4889 | 1319,5 | 138544 |
| 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 | 143200 |
| 428 | 183184 | 78402752 | 20,6882 | 7,5361 | 1344,6 | 143872 |
| 429 | 184041 | 78953589 | 20,7123 | 7,5420 | 1347,7 | 144545 |
| 430 | 184900 | 79507000 | 20,7364 | 7,5478 | 1350,9 | 145220 |
| 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 |

| n | Cua- drado | Cubo | Raiz cuadrada | Raiz cúbica | Longitud circunferencia | Area |
|-----|---------------|-----------|------------------|----------------|----------------------------|--------|
| 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 |
| 440 | 193600 | 85184000 | 20,9762 | 7,6059 | 1382,3 | 152053 |
| 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 |
| 450 | 202500 | 91125000 | 21,2132 | 7,6631 | 1413,7 | 159043 |
| 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 | 163313 |
| 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 |
| 460 | 211600 | 97336000 | 21,4476 | 7,7194 | 1445,1 | 166190 |
| 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 |
| 470 | 220900 | 103823000 | 21,6795 | 7,7750 | 1476,5 | 173494 |
| 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 |

| n | Cua- drado | Cubo | Raiz cuadrada | Raiz cúbica | Longitud circunferencia | Area |
|-----|---------------|-----------|------------------|----------------|----------------------------|--------|
| 474 | 224676 | 106496424 | 21,7715 | 7,7970 | 1489,1 | 176460 |
| 475 | 225625 | 107171875 | 21,7945 | 7,8025 | 1492,3 | 177205 |
| 476 | 226576 | 107850176 | 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 |
| 480 | 230400 | 110592000 | 21,9089 | 7,8297 | 1508,0 | 180956 |
| 481 | 231361 | 111284641 | 21,9317 | 7,8352 | 1511,1 | 181711 |
| 482 | 232324 | 111980168 | 21,9545 | 7,8406 | 1514,2 | 182467 |
| 483 | 233289 | 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 |
| 490 | 240100 | 117649000 | 22,1359 | 7,8837 | 1539,4 | 188574 |
| 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 | 123505992 | 22,3159 | 7,9264 | 1564,5 | 194782 |
| 499 | 249001 | 124251499 | 22,3383 | 7,9317 | 1567,7 | 195565 |
| 500 | 250000 | 125000000 | 22,3607 | 7,9370 | 1570,8 | 196350 |
| 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 |

| n | Cua- drado | Cubo | Raiz cuadrada | Raiz cúbica | Longitud circunferencia | Area |
|-----|---------------|-----------|------------------|----------------|----------------------------|--------|
| 510 | 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 |
| 520 | 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 |
| 530 | 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 |
| 540 | 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 |

| n | Cua- drado | 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 | 235858 |
| 549 | 301401 | 165469149 | 23.4307 | 8.1882 | 1724.7 | 236720 |
| 550 | 302500 | 166375000 | 23.4521 | 8.1932 | 1727.9 | 237583 |
| 551 | 303601 | 167384151 | 23.4734 | 8.1982 | 1731.0 | 238448 |
| 552 | 304704 | 168396608 | 23.4947 | 8.2031 | 1734.2 | 239314 |
| 553 | 305809 | 169412377 | 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 |
| 560 | 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 |
| 570 | 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 |
| 580 | 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 | Area |
|-----|---------------|-----------|------------------|----------------|----------------------------|--------|
| 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 | 271544 |
| 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 | Area |
|-----|---------------|-----------|------------------|----------------|----------------------------|--------|
| 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 | 281011375 | 25,5930 | 8,6845 | 2057,7 | 336955 |
| 656 | 430336 | 282300416 | 25,6125 | 8,6890 | 2060,9 | 337985 |

| n | Cua- drado | Cubo | Raiz cuadrada | Raiz cúbica | Longitud circunferencia | Area |
|-----|---------------|-----------|------------------|----------------|----------------------------|--------|
| 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 |
| 660 | 435600 | 287496000 | 25,6905 | 8,7066 | 2073,5 | 342119 |
| 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 |
| 670 | 448900 | 300763000 | 25,8844 | 8,7503 | 2104,9 | 352565 |
| 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 | 25,9615 | 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 | 311665752 | 26,0384 | 8,7850 | 2130,0 | 361035 |
| 679 | 461041 | 313046839 | 26,0576 | 8,7893 | 2133,1 | 362101 |
| 680 | 462400 | 314433200 | 26,0768 | 8,7937 | 2136,3 | 363168 |
| 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 |
| 690 | 476100 | 328509000 | 26,2679 | 8,8366 | 2167,7 | 373928 |
| 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 |

| n | Cua- drado | Cubo | Raiz cuadrada | Raiz cúbica | Longitud circunferencia | Area |
|-----|---------------|-----------|------------------|----------------|----------------------------|--------|
| 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 | 382645 |
| 699 | 488601 | 341532099 | 26,4386 | 8,8748 | 2196,0 | 383746 |
| 700 | 490000 | 343000000 | 26,4575 | 8,8790 | 2199,1 | 384845 |
| 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 |
| 710 | 504100 | 357911000 | 26,6458 | 8,9211 | 2230,5 | 395919 |
| 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 |
| 720 | 518400 | 373248000 | 26,8328 | 8,9628 | 2261,9 | 407150 |
| 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 |

| n | Cua- drado | Cubo | Raiz cuadrada | Raiz cúbica | Longitud circunferencia | Area |
|-----|---------------|-----------|------------------|----------------|----------------------------|--------|
| 730 | 532900 | 389017000 | 27,018.5 | 9,0041 | 2293,4 | 418539 |
| 731 | 534361 | 390617891 | 27,0370 | 9,0082 | 2296,5 | 419686 |
| 732 | 535824 | 392223168 | 27,0555 | 9,0123 | 2299,6 | 420835 |
| 733 | 537289 | 393832837 | 27,0740 | 9,0164 | 2302,8 | 421986 |
| 734 | 538756 | 395446904 | 27,0924 | 9,0205 | 2305,9 | 423138 |
| 735 | 540225 | 397065375 | 27,1109 | 9,0246 | 2309,1 | 424293 |
| 736 | 541696 | 398688256 | 27,1293 | 9,0287 | 2312,2 | 425447 |
| 737 | 543169 | 400315553 | 27,1477 | 9,0328 | 2315,4 | 426604 |
| 738 | 544644 | 401947272 | 27,1662 | 9,0369 | 2318,5 | 427762 |
| 739 | 546121 | 403583419 | 27,1846 | 9,0410 | 2321,6 | 428922 |
| 740 | 547600 | 405224000 | 27,2029 | 9,0450 | 2324,8 | 430084 |
| 741 | 549081 | 406869021 | 27,2213 | 9,0491 | 2327,9 | 431247 |
| 742 | 550564 | 408518488 | 27,2397 | 9,0532 | 2331,1 | 432412 |
| 743 | 552049 | 410172407 | 27,2580 | 9,0572 | 2334,2 | 433578 |
| 744 | 553536 | 411830784 | 27,2764 | 9,0613 | 2337,3 | 434746 |
| 745 | 555025 | 413493625 | 27,2947 | 9,0654 | 2340,5 | 435916 |
| 746 | 556516 | 415160936 | 27,3130 | 9,0694 | 2343,6 | 437087 |
| 747 | 558009 | 416832723 | 27,3313 | 9,0735 | 2346,8 | 438259 |
| 748 | 559504 | 418508992 | 27,3496 | 9,0775 | 2349,9 | 439433 |
| 749 | 561001 | 420189749 | 27,3679 | 9,0816 | 2353,1 | 440609 |
| 750 | 562500 | 421875000 | 27,3861 | 9,0856 | 2356,2 | 441786 |
| 751 | 564001 | 423564751 | 27,4044 | 9,0896 | 2359,3 | 442965 |
| 752 | 565504 | 425259008 | 27,4226 | 9,0937 | 2362,5 | 444146 |
| 753 | 567009 | 426957777 | 27,4408 | 9,0977 | 2365,6 | 445328 |
| 754 | 568516 | 428661064 | 27,4591 | 9,1017 | 2368,8 | 446511 |
| 755 | 570025 | 430368875 | 27,4773 | 9,1057 | 2371,9 | 447697 |
| 756 | 571536 | 432081216 | 27,4955 | 9,1098 | 2375,0 | 448883 |
| 757 | 573049 | 433798093 | 27,5136 | 9,1138 | 2378,2 | 450072 |
| 758 | 574564 | 435519512 | 27,5318 | 9,1178 | 2381,3 | 451262 |
| 759 | 576081 | 437245479 | 27,5500 | 9,1218 | 2384,5 | 452453 |
| 760 | 577600 | 438976000 | 27,5681 | 9,1258 | 2387,6 | 453646 |
| 761 | 579121 | 440711081 | 27,5862 | 9,1298 | 2390,8 | 454841 |
| 762 | 580644 | 442450728 | 27,6043 | 9,1338 | 2393,9 | 456037 |
| 763 | 582169 | 444194947 | 27,6225 | 9,1378 | 2397,0 | 457234 |
| 764 | 583696 | 445943744 | 27,6405 | 9,1418 | 2400,2 | 458434 |
| 765 | 585225 | 447697125 | 27,6586 | 9,1458 | 2403,3 | 459635 |
| 766 | 586756 | 449455096 | 27,6767 | 9,1498 | 2406,5 | 460837 |

| n | Cua- drado | Cubo | Raiz cuadrada | Raiz cúbica | Longitud circunferencia | Area |
|-----|---------------|-----------|------------------|----------------|----------------------------|--------|
| 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 |
| 770 | 592900 | 456533000 | 27,7489 | 9,1657 | 2419,0 | 465663 |
| 771 | 594441 | 458314011 | 27,7669 | 9,1696 | 2422,2 | 466873 |
| 772 | 595984 | 460099648 | 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 |
| 780 | 608400 | 474552000 | 27,9285 | 9,2052 | 2450,4 | 477836 |
| 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 |
| 790 | 624100 | 493039000 | 28,1069 | 9,2443 | 2481,9 | 490167 |
| 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 |
| 800 | 640000 | 512000000 | 28,2843 | 9,2832 | 2513,3 | 502655 |
| 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 |

| n | Cua- drado | Cubo | Raiz cuadrada | Raiz cúbica | Longitud circunferencia | Area |
|-----|---------------|-----------|------------------|----------------|----------------------------|--------|
| 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 | 527514412 | 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 | 555412248 | 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 |

| n | Cua- drado | Cubo | Raiz cuadrada | Raiz cúbica | Longitud circunferencia | Area |
|-----|---------------|-----------|------------------|----------------|----------------------------|--------|
| 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 | 633839739 | 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 | 656234900 | 29.4788 | 9.5427 | 2730,0 | 593102 |
| 870 | 756900 | 658503009 | 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- drado | Cubo | Raiz cuadrada | Raiz cúbica | Longitud circunferencia | Area |
|-----|---------------|-----------|------------------|----------------|----------------------------|--------|
| 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 | 783225 | 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- drado | Cubo | Raiz cuadrada | Raiz cúbica | Longitud circunferencia | Area |
|-----|---------------|-----------|------------------|----------------|----------------------------|--------|
| 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 | Raiz cuadrada | Raiz cúbica | Longitud circunferencia | Area |
|-----|---------------|-----------|------------------|----------------|----------------------------|--------|
| 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 | 923521 | 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 | Raiz cuadrada | Raiz cúbica | Longitud circunferencia | Area |
|------|---------------|------------|------------------|----------------|----------------------------|--------|
| 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 | 1000000000 | 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 23.4^3 se tomará $234^3 = 12812904$, separándose tres cifras con la coma: 12812.904.

Para obtener $\sqrt{2.34}$ se tomará $\sqrt{234} = 15.2971$, se adelantará un puesto la coma y se tendrá 1.52971.

Para obtener $\sqrt{0.234}$ se tomará $\sqrt{234} = 6.1622$, 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 π por 23.4 se tomará π 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 adelantará 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 representará la raíz cuadrada y la raíz cúbica del número mayor de 1000.

EJEMPLO:

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

VALORES DE LA VELOCIDAD ANGULAR

| n | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|---------|---------|
| 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 | 1.4661 | 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 | 8.2729 |
| 80 | 8.3776 | 8.4823 | 8.5870 | 8.6917 | 8.7965 | 8.9012 | 9.0059 | 9.1106 | 9.2153 | 9.3201 |
| 90 | 9.4248 | 9.5295 | 9.6342 | 9.7389 | 9.8437 | 9.9484 | 10.0531 | 10.1578 | 10.2625 | 10.3673 |
| 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 | 11.833 | 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 | 22.515 | 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 | 28.903 | 29.007 | 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 | 32.882 | 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 | 45.448 | 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 | 48.590 | 48.695 | 48.799 | 48.904 | 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 | 51.731 | 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 ACELERADO

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

MOVIMIENTO CIRCULAR

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

n = Número de revoluciones por minuto.

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

v = Velocidad en metros por segundo.

ω = 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:

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

TABLAS DE CONVERSION

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 sí 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.

EJEMPLO

Convertir 20''201 pulgadas a milímetros:

$$20'' = 508,0 \text{ mm.} \quad 0''2 = 5,08 \text{ mm.} \quad 0''001 = 0,0254 \text{ mm.}$$

$$508,0 + 5,08 + 0,0254 = 513,1054 \text{ mm.}$$

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

| | |
|-------------------------|----------|
| Relación americana..... | 25,40005 |
| Relación inglesa..... | 25,39978 |

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

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

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

$$\text{Diferencia.....} \quad 00,00051$$

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

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

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

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

$$\frac{1}{10} \text{ mm.}$$

$$\frac{1}{100} \text{ mm.}$$

$$\frac{1}{1000} \text{ mm.}$$

| mm. | Pulg. |
|-----|--------|
| 0.1 | .00394 |
| 0.2 | .00787 |
| 0.3 | .01181 |
| 0.4 | .01575 |
| 0.5 | .01969 |
| 0.6 | .02362 |
| 0.7 | .02756 |
| 0.8 | .03150 |
| 0.9 | .03543 |

| mm. | Pulg. |
|------|--------|
| 0.01 | .00039 |
| 0.02 | .00079 |
| 0.03 | .00118 |
| 0.04 | .00157 |
| 0.05 | .00197 |
| 0.06 | .00236 |
| 0.07 | .00276 |
| 0.08 | .00315 |
| 0.09 | .00354 |

| mm. | Pulg. |
|-------|---------|
| 0.001 | .000039 |
| 0.002 | .000079 |
| 0.003 | .000118 |
| 0.004 | .000157 |
| 0.005 | .000197 |
| 0.006 | .000236 |
| 0.007 | .000276 |
| 0.008 | .000315 |
| 0.009 | .000354 |

$$\frac{1''}{10}$$

$$\frac{1''}{100}$$

$$\frac{1''}{1000}$$

| Pulg. | mm. |
|-------|-------|
| .1 | 2.54 |
| .2 | 5.08 |
| .3 | 7.62 |
| .4 | 10.16 |
| .5 | 12.70 |
| .6 | 15.24 |
| .7 | 17.78 |
| .8 | 20.32 |
| .9 | 22.86 |

| Pulg. | mm. |
|-------|-------|
| .01 | .254 |
| .02 | .508 |
| .03 | .762 |
| .04 | 1.016 |
| .05 | 1.270 |
| .06 | 1.524 |
| .07 | 1.778 |
| .08 | 2.032 |
| .09 | 2.286 |

| Pulg. | mm. |
|-------|-------|
| .001 | .0254 |
| .002 | .0508 |
| .003 | .0762 |
| .004 | .1016 |
| .005 | .1270 |
| .006 | .1524 |
| .007 | .1778 |
| .008 | .2032 |
| .009 | .2286 |

Unidades de pulgadas a milímetros

| Pulg. | 10 | 20 | 30 |
|-------|-------|-------|-------|
| 0 | 254.0 | 508.0 | 762.0 |
| 1 | 279.4 | 533.4 | 787.4 |
| 2 | 304.8 | 558.8 | 812.8 |
| 3 | 330.2 | 584.2 | 838.2 |
| 4 | 355.6 | 609.6 | 863.6 |
| 5 | 381.0 | 635.0 | 889.0 |
| 6 | 406.4 | 660.4 | 914.4 |
| 7 | 431.8 | 685.8 | 939.8 |
| 8 | 457.2 | 711.2 | 965.2 |
| 9 | 482.6 | 736.6 | 990.6 |

Conversión de milímetros a pulgadas inglesas

1 metro = 39''370113 pulgadas

| mm. | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 | 90 |
|-----|--------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 0 | .39370 | .78740 | 1.18110 | 1.57480 | 1.96851 | 2.36221 | 2.75591 | 3.14961 | 3.54331 |
| 1 | .43307 | .82677 | 1.22047 | 1.61417 | 2.00788 | 2.40158 | 2.79528 | 3.18898 | 3.58268 |
| 2 | .0787 | .86614 | 1.25984 | 1.65354 | 2.04725 | 2.44095 | 2.83465 | 3.22835 | 3.62205 |
| 3 | .11811 | .90551 | 1.29921 | 1.69291 | 2.08662 | 2.48032 | 2.87402 | 3.26772 | 3.66142 |
| 4 | .15748 | .94488 | 1.33858 | 1.73228 | 2.12599 | 2.51969 | 2.91339 | 3.30709 | 3.70079 |
| 5 | .19685 | .98425 | 1.37795 | 1.77165 | 2.16536 | 2.55906 | 2.95276 | 3.34646 | 3.74016 |
| 6 | .23622 | 1.02362 | 1.41732 | 1.81103 | 2.20473 | 2.59843 | 2.99213 | 3.38583 | 3.77953 |
| 7 | .27559 | 1.06299 | 1.45669 | 1.85040 | 2.24410 | 2.63780 | 3.03150 | 3.42520 | 3.81890 |
| 8 | .31496 | 1.10236 | 1.49606 | 1.88977 | 2.28347 | 2.67717 | 3.07087 | 3.46457 | 3.85827 |
| 9 | .35433 | 1.14173 | 1.53543 | 1.92914 | 2.32284 | 2.71654 | 3.11024 | 3.50394 | 3.89764 |

| mm. | 100 | 200 | 300 | 400 | 500 | 600 | 700 | 800 | 900 |
|-----|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 0 | 3.93701 | 7.87402 | 11.8110 | 15.7480 | 19.6851 | 23.6221 | 27.5591 | 31.4961 | 35.4331 |
| 10 | 4.33071 | 8.26772 | 12.2047 | 16.1417 | 20.0788 | 24.0158 | 27.9528 | 31.8898 | 35.8268 |
| 20 | 4.72441 | 8.66242 | 12.5984 | 16.5354 | 20.4725 | 24.4095 | 28.3465 | 32.2835 | 36.2205 |
| 30 | 5.11811 | 9.05513 | 12.9921 | 16.9291 | 20.8662 | 24.8032 | 28.7402 | 32.6772 | 36.6142 |
| 40 | 5.51181 | 9.44883 | 13.3858 | 17.3228 | 21.2599 | 25.1969 | 29.1339 | 33.0709 | 37.0079 |
| 50 | 5.90552 | 9.84252 | 13.7795 | 17.7165 | 21.6536 | 25.5906 | 29.5276 | 33.4646 | 37.4016 |
| 60 | 6.29922 | 10.2362 | 14.1732 | 18.1103 | 22.0473 | 25.9843 | 29.9213 | 33.8583 | 37.7953 |
| 70 | 6.69292 | 10.6299 | 14.5669 | 18.5040 | 22.4410 | 26.3780 | 30.3150 | 34.2520 | 38.1890 |
| 80 | 7.08662 | 11.0236 | 14.9606 | 18.8977 | 22.8347 | 26.7717 | 30.7087 | 34.6457 | 38.5827 |
| 90 | 7.48032 | 11.4173 | 15.3543 | 19.2914 | 23.2284 | 27.1654 | 31.1024 | 35.0394 | 38.9764 |

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. |

Reducción de fracciones ordinarias a fracciones decimales

| | | | | | | |
|------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| $\frac{1}{8} = 0.5000$ | $\frac{1}{16} = 0.3750$ | $\frac{1}{32} = 0.6364$ | $\frac{1}{64} = 0.9231$ | $\frac{1}{128} = 0.5625$ | $\frac{1}{256} = 0.0556$ | $\frac{1}{512} = 0.7895$ |
| $\frac{1}{8} = 0.3333$ | $\frac{1}{16} = 0.6250$ | $\frac{1}{32} = 0.7273$ | $\frac{1}{64} = 0.0714$ | $\frac{1}{128} = 0.6875$ | $\frac{1}{256} = 0.2778$ | $\frac{1}{512} = 0.8421$ |
| $\frac{1}{8} = 0.6667$ | $\frac{1}{16} = 0.8750$ | $\frac{1}{32} = 0.8182$ | $\frac{1}{64} = 0.2143$ | $\frac{1}{128} = 0.8125$ | $\frac{1}{256} = 0.3889$ | $\frac{1}{512} = 0.8947$ |
| $\frac{1}{4} = 0.2500$ | $\frac{1}{8} = 0.1111$ | $\frac{1}{16} = 0.0833$ | $\frac{1}{32} = 0.3511$ | $\frac{1}{64} = 0.9375$ | $\frac{1}{128} = 0.6111$ | $\frac{1}{256} = 0.9474$ |
| $\frac{1}{4} = 0.7500$ | $\frac{1}{8} = 0.2222$ | $\frac{1}{16} = 0.4167$ | $\frac{1}{32} = 0.6429$ | $\frac{1}{64} = 0.9588$ | $\frac{1}{128} = 0.7222$ | $\frac{1}{256} = 0.0500$ |
| $\frac{1}{2} = 0.2000$ | $\frac{1}{4} = 0.5556$ | $\frac{1}{8} = 0.5833$ | $\frac{1}{16} = 0.7857$ | $\frac{1}{32} = 0.1176$ | $\frac{1}{64} = 0.9444$ | $\frac{1}{128} = 0.1500$ |
| $\frac{1}{2} = 0.4000$ | $\frac{1}{4} = 0.7778$ | $\frac{1}{8} = 0.9167$ | $\frac{1}{16} = 0.9286$ | $\frac{1}{32} = 0.1765$ | $\frac{1}{64} = 0.0526$ | $\frac{1}{128} = 0.3500$ |
| $\frac{1}{2} = 0.6000$ | $\frac{1}{4} = 0.8889$ | $\frac{1}{8} = 0.9667$ | $\frac{1}{16} = 0.0667$ | $\frac{1}{32} = 0.2353$ | $\frac{1}{64} = 0.1053$ | $\frac{1}{128} = 0.4500$ |
| $\frac{1}{2} = 0.8000$ | $\frac{1}{4} = 0.1111$ | $\frac{1}{8} = 0.1333$ | $\frac{1}{16} = 0.1333$ | $\frac{1}{32} = 0.2941$ | $\frac{1}{64} = 0.1579$ | $\frac{1}{128} = 0.5500$ |
| $\frac{1}{3} = 0.1667$ | $\frac{1}{6} = 0.1000$ | $\frac{1}{12} = 0.0769$ | $\frac{1}{24} = 0.0667$ | $\frac{1}{48} = 0.4118$ | $\frac{1}{96} = 0.2105$ | $\frac{1}{192} = 0.6500$ |
| $\frac{1}{3} = 0.8333$ | $\frac{1}{6} = 0.3000$ | $\frac{1}{12} = 0.2308$ | $\frac{1}{24} = 0.4667$ | $\frac{1}{48} = 0.3529$ | $\frac{1}{96} = 0.2632$ | $\frac{1}{192} = 0.8500$ |
| $\frac{2}{3} = 0.1429$ | $\frac{1}{3} = 0.7000$ | $\frac{1}{6} = 0.3077$ | $\frac{1}{12} = 0.5333$ | $\frac{1}{24} = 0.4706$ | $\frac{1}{48} = 0.3158$ | $\frac{1}{96} = 0.9500$ |
| $\frac{2}{3} = 0.2857$ | $\frac{1}{3} = 0.9000$ | $\frac{1}{6} = 0.3846$ | $\frac{1}{12} = 0.7333$ | $\frac{1}{24} = 0.5295$ | $\frac{1}{48} = 0.3689$ | $\frac{1}{96} = 0.0476$ |
| $\frac{2}{3} = 0.4286$ | $\frac{1}{3} = 0.1818$ | $\frac{1}{6} = 0.4615$ | $\frac{1}{12} = 0.8667$ | $\frac{1}{24} = 0.5882$ | $\frac{1}{48} = 0.4211$ | $\frac{1}{96} = 0.0952$ |
| $\frac{2}{3} = 0.5714$ | $\frac{1}{3} = 0.2727$ | $\frac{1}{6} = 0.5385$ | $\frac{1}{12} = 0.9333$ | $\frac{1}{24} = 0.6471$ | $\frac{1}{48} = 0.4737$ | $\frac{1}{96} = 0.1905$ |
| $\frac{2}{3} = 0.7143$ | $\frac{1}{3} = 0.3636$ | $\frac{1}{6} = 0.6154$ | $\frac{1}{12} = 0.0625$ | $\frac{1}{24} = 0.7059$ | $\frac{1}{48} = 0.5263$ | $\frac{1}{96} = 0.2381$ |
| $\frac{2}{3} = 0.8571$ | $\frac{1}{3} = 0.4545$ | $\frac{1}{6} = 0.7692$ | $\frac{1}{12} = 0.1870$ | $\frac{1}{24} = 0.7647$ | $\frac{1}{48} = 0.5789$ | $\frac{1}{96} = 0.3810$ |
| $\frac{1}{6} = 0.1250$ | $\frac{1}{12} = 0.5435$ | $\frac{1}{24} = 0.8462$ | $\frac{1}{48} = 0.3125$ | $\frac{1}{96} = 0.8824$ | $\frac{1}{192} = 0.6842$ | $\frac{1}{384} = 0.4762$ |
| | | | $\frac{1}{96} = 0.4375$ | $\frac{1}{192} = 0.9412$ | $\frac{1}{384} = 0.7368$ | $\frac{1}{768} = 0.5238$ |

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".533714 | 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 | mm. | Pulgadas | mm. | Pulgadas | mm. | Pulgadas | 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 milímetros

| Pulgadas | mm. | Pulgadas | mm. | Pulgadas | mm. | Pulgadas | mm. | 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. |
|----------|--------|----------|--------|----------|--------|----------|--------|----------|--------|
| 0,775 | 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 | 0,822 | 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.

MEDIDAS DE SUPERFICIE

| | | | |
|------------------------|---------------------------|------------------|------------------------------|
| 1 yarda ² | = 0,836097 m ² | 1 m ² | = 1550 pulgadas ² |
| 1 pie ² | = 0,092899 m ² | 1 m ² | = 10,764 pies ² |
| 1 pulgada ² | = 0,000645 m ² | 1 m ² | = 1,196 yardas ² |

MEDIDAS DE VOLUMEN

| | | | |
|------------------------|---------------------------|------------------|-------------------------------|
| 1 yarda ³ | = 0,764513 m ³ | 1 m ³ | = 61028 pulgadas ³ |
| 1 pie ³ | = 0,028315 m ³ | 1 m ³ | = 35,316 pies ³ |
| 1 pulgada ³ | = 0,000016 m ³ | 1 m ³ | = 1,308 yardas ³ |

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 | | |

PESAS

| | | | |
|--------------------------------------|---------------|-----------------|-----------------|
| 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 » | |

TABLA DE GALGAS

| Galga número | 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 | 0,914 | 0,035 | 0,889 | 0,0392 | 0,995 | 0,0319 | 0,811 |
| 21 | 0,032 | 0,812 | 0,032 | 0,812 | 0,0349 | 0,886 | 0,02846 | 0,722 |
| 22 | 0,028 | 0,711 | 0,028 | 0,711 | 0,03125 | 0,793 | 0,02535 | 0,643 |

TABLA DE GALGAS

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

Tons. = abreviatura de tonelada

Factores de conversión

MÉTRICO A INGLÉS

| | | | | |
|---------------------------------|---|---------|---|--|
| Metro ² por C. V. | × | 10,913 | = | pies ² por HP |
| Metro ³ por C. V. | × | 35,806 | = | pies ³ por HP |
| Caloría kilogramo | × | 3,968 | = | unidades térmicas. |
| Calorías por metro ² | × | 0,369 | = | unidades térmicas por pie ² |
| Kilovatios | × | 1,340 | = | HP |
| Vatios | × | 0,7373 | = | Pies libras por segundo |
| Milímetros ² | × | 0,00155 | = | pulgadas ² |
| Milímetros ² | — | 645,1 | = | pulgadas ² |
| Centímetros ² | × | 0,155 | = | pulgadas ² |
| Centímetros ² | — | 6,451 | = | pulgadas ² |
| Metros ² | × | 10,764 | = | pies ² |
| Kilómetros ² | × | 247,1 | = | acres |
| Hectáreas | × | 2,471 | = | acres |
| Centímetros ³ | — | 16,383 | = | pulgadas ³ |
| Metros ³ | × | 35,315 | = | pies ³ |
| Metros ³ | × | 1,308 | = | yardas ³ |
| Metros ³ | × | 264,2 | = | gallones (231 pulgadas ³) |

Factores de conversión

MÉTRICO A INGLÉS

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

- TABLA DE CONVERSION

KILOGRAMOS POR CENTIMETRO CUADRADO EN LIBRAS POR PULGADA CUADRADA

| Kgs. por cm ² | Libras por pulgada ² | Kgs. por cm ² | Libras por pulgada ² | Kgs. por cm ² | Libras por pulgada ² | Kgs. por cm ² | Libras por pulgada ² |
|--------------------------|---------------------------------|--------------------------|---------------------------------|--------------------------|---------------------------------|--------------------------|---------------------------------|
| 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 | 264.554 |
| 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 CONVERSION

LIBRAS POR PULGADA CUADRADA EN KILOGRAMOS POR CENTIMETRO CUADRADO

| Libras por pulg ² | Kgs. por cm ² | Libras por pulg ² | Kgs. por cm ² | Libras por pulg ² | Kgs. por cm ² | Libras por pulg ² | Kgs. por cm ² |
|------------------------------|--------------------------|------------------------------|--------------------------|------------------------------|--------------------------|------------------------------|--------------------------|
| 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/m²
 » = 0,07355 mm. de columna de mercurio a 0°

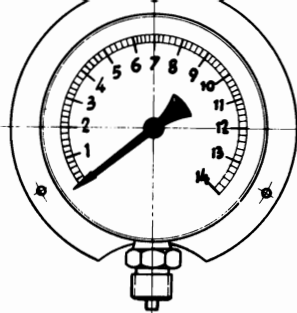
Una atmósfera métrica = 1 Kg/cm²
 » = 735,5 mm. de columna de mercurio a 0°
 » = 737,4 mm. de mercurio a 15°
 » = 28,958 pulgadas inglesas de mercurio a 0°
 » = 10 metros de columna de agua a + 4°
 » = 14,223 libras inglesas por pulgada cuadrada.
 » = 0,968 atmósferas antiguas.

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 cm²

Kilogramos por cm² a libras por pulgada²

Un kilogramo = 14,223 libras.

Libras por pulgada² a kilogramos por cm²

Una libra = 0,0703 kilogramos.

Atmósferas a libras por pulgada²

Una atmósfera = 14,223 libras.

Libras por pulgada² a atmósferas.

Una libra = 0,0703 atmósferas.

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

CALOR

| | |
|-----------------------------|----------------------------------|
| 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 ³ |
| B. T. U. = | Caloría inglesa. |

POTENCIAS CALORIFICAS SUPERIORES

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

POTENCIAS CALORIFICAS INFERIORES

| COMBUSTIBLE | CALORIA-KG. |
|------------------------|-------------|
| Acete solar | 10.100 |
| Petróleo (rectificado) | 10.610 |
| Gasolina | 9.900 |
| Petróleo en bruto | 10.000 |
| Gas-oil (acete de gas) | 9.500 |
| Benzol. | 9.500 |

CALOR 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 |
| Niquel | 4.6 | Hielo (agua) | 80.4 |
| Mercurio | 2.8 | Cadmio. | 14 |
| Plata | 21 | Aluminio | 77 |
| Plomo | 5.4 | | |
| Platino | 27.2 | | |
| Zinc. | 28 | | |

CALOR LATENTE DE VAPORIZACION

| CUERPOS | CALORIA-KG. |
|------------------------|-------------|
| Agua | 539 |
| Mercurio. | 62 |
| Azufre. | 362 |
| Alcohol | 210 |
| Benzol. | 94.4 |
| Eter | 90 |
| Amoniaco (a 0°) | 304.4 |
| Acido carbónico (a 0°) | 55.2 |

DILATACION CUBICA 1° C

| CUERPOS | Cm ³ |
|-----------------|-----------------|
| Petróleo | 0,00100 |
| Benzol. | 0,00120 |
| Agua (promedio) | 0,00018 |
| Eter | 0,00160 |
| Alcohol | 0,00110 |
| Glicerina. | 0,00050 |
| Mercurio. | 0,00018 |

| | 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 | 12308 | 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 | 8.08650 | 57 |
| 4 | 07110 | 14.0655 | 08866 | 11.2789 | 10628 | 9.40904 | 12397 | 8.06774 | 56 |
| 5 | 07139 | 14.0079 | 08895 | 11.2417 | 10657 | 9.38307 | 12426 | 8.04756 | 55 |
| 6 | 07168 | 13.9507 | 08925 | 11.2048 | 10687 | 9.35724 | 12456 | 8.02848 | 54 |
| 7 | 07197 | 13.8940 | 08954 | 11.1681 | 10716 | 9.33154 | 12485 | 8.00948 | 53 |
| 8 | 07227 | 13.8378 | 08983 | 11.1316 | 10746 | 9.30599 | 12515 | 7.99058 | 52 |
| 9 | 07256 | 13.7821 | 09013 | 11.0954 | 10775 | 9.28058 | 12544 | 7.97176 | 51 |
| 10 | 07285 | 13.7267 | 09042 | 11.0597 | 10805 | 9.25530 | 12574 | 7.95302 | 50 |
| 11 | 07314 | 13.6719 | 09071 | 11.0244 | 10834 | 9.23016 | 12603 | 7.93438 | 49 |
| 12 | 07344 | 13.6174 | 09101 | 10.9892 | 10863 | 9.20516 | 12633 | 7.91582 | 48 |
| 13 | 07373 | 13.5634 | 09130 | 10.9549 | 10893 | 9.18028 | 12662 | 7.89734 | 47 |
| 14 | 07402 | 13.5099 | 09159 | 10.9210 | 10922 | 9.15554 | 12692 | 7.87895 | 46 |
| 15 | 07431 | 13.4566 | 09189 | 10.8875 | 10952 | 9.13093 | 12722 | 7.86064 | 45 |
| 16 | 07461 | 13.4039 | 09218 | 10.8543 | 10981 | 9.10646 | 12751 | 7.84242 | 44 |
| 17 | 07490 | 13.3515 | 09247 | 10.8213 | 11011 | 9.08211 | 12781 | 7.82428 | 43 |
| 18 | 07519 | 13.2996 | 09277 | 10.7887 | 11040 | 9.05789 | 12810 | 7.80622 | 42 |
| 19 | 07548 | 13.2480 | 09306 | 10.7567 | 11070 | 9.03379 | 12840 | 7.78825 | 41 |
| 20 | 07578 | 13.1969 | 09335 | 10.7119 | 11099 | 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 | 10.6453 | 11158 | 8.96227 | 12929 | 7.73480 | 38 |
| 23 | 07665 | 13.0458 | 09423 | 10.6118 | 11187 | 8.93865 | 12958 | 7.71715 | 37 |
| 24 | 07695 | 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 | 12.8981 | 09511 | 10.5138 | 11276 | 8.86862 | 13047 | 7.66466 | 34 |
| 27 | 07782 | 12.8496 | 09541 | 10.4813 | 11305 | 8.84551 | 13076 | 7.64732 | 33 |
| 28 | 07812 | 12.8014 | 09570 | 10.4491 | 11335 | 8.82252 | 13106 | 7.63005 | 32 |
| 29 | 07841 | 12.7537 | 09600 | 10.4172 | 11364 | 8.79964 | 13136 | 7.61287 | 31 |
| 30 | 07870 | 12.7062 | 09629 | 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 | 12.5660 | 09717 | 10.2912 | 11482 | 8.70930 | 13254 | 7.54487 | 27 |
| 34 | 07987 | 12.5199 | 09746 | 10.2602 | 11511 | 8.68701 | 13284 | 7.52806 | 26 |
| 35 | 08017 | 12.4742 | 09776 | 10.2294 | 11541 | 8.66482 | 13313 | 7.51132 | 25 |
| 36 | 08046 | 12.4289 | 09805 | 10.1988 | 11570 | 8.64275 | 13343 | 7.49465 | 24 |
| 37 | 08075 | 12.3838 | 09834 | 10.1683 | 11600 | 8.62078 | 13373 | 7.47805 | 23 |
| 38 | 08104 | 12.3390 | 09864 | 10.1381 | 11629 | 8.59893 | 13403 | 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 | 11.9923 | 10099 | 9.90211 | 11865 | 8.42795 | 13639 | 7.33190 | 14 |
| 47 | 08368 | 11.9504 | 10128 | 9.87338 | 11895 | 8.40705 | 13669 | 7.31603 | 13 |
| 48 | 08397 | 11.9087 | 10158 | 9.84483 | 11925 | 8.38625 | 13698 | 7.30018 | 12 |
| 49 | 08427 | 11.8673 | 10187 | 9.81641 | 11954 | 8.36555 | 13728 | 7.28442 | 11 |
| 50 | 08456 | 11.8262 | 10216 | 9.78817 | 11984 | 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 | 9.73212 | 12042 | 8.30406 | 13817 | 7.23754 | 8 |
| 53 | 08544 | 11.7045 | 10305 | 9.70441 | 12072 | 8.28376 | 13846 | 7.22204 | 7 |
| 54 | 08573 | 11.6644 | 10335 | 9.67680 | 12101 | 8.26355 | 13876 | 7.20661 | 6 |
| 55 | 08602 | 11.6248 | 10365 | 9.64935 | 12131 | 8.24345 | 13906 | 7.19125 | 5 |
| 56 | 08632 | 11.5853 | 10395 | 9.62205 | 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 | 14025 | 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 | cotan |
| | 85° | | 84° | | 83° | | 82° | | |

| | 8° | | 9° | | 10° | | 11° | | |
|----|-------|---------|-------|---------|-------|---------|-------|---------|----|
| | tan | cotan | tan | cotan | tan | cotan | tan | cotan | |
| 0 | 14054 | 7.11537 | 15838 | 6.31375 | 17633 | 5.67128 | 19438 | 5.14455 | 60 |
| 1 | 14084 | 7.07884 | 15868 | 6.30189 | 17663 | 5.66165 | 19468 | 5.13658 | 59 |
| 2 | 14113 | 7.0546 | 15898 | 6.29007 | 17693 | 5.65205 | 19498 | 5.12861 | 58 |
| 3 | 14143 | 7.03059 | 15928 | 6.27829 | 17723 | 5.64248 | 19528 | 5.12067 | 57 |
| 4 | 14173 | 7.00579 | 15958 | 6.26655 | 17753 | 5.63295 | 19559 | 5.11279 | 56 |
| 5 | 14203 | 6.98121 | 15988 | 6.25486 | 17783 | 5.62344 | 19589 | 5.10495 | 55 |
| 6 | 14232 | 6.95677 | 16017 | 6.24321 | 17813 | 5.61395 | 19619 | 5.09713 | 54 |
| 7 | 14262 | 6.93246 | 16047 | 6.23160 | 17843 | 5.60452 | 19649 | 5.08921 | 53 |
| 8 | 14291 | 6.90718 | 16077 | 6.22003 | 17873 | 5.59511 | 19680 | 5.08132 | 52 |
| 9 | 14321 | 6.88208 | 16107 | 6.20851 | 17903 | 5.58573 | 19710 | 5.07360 | 51 |
| 10 | 14351 | 6.96823 | 16137 | 6.19703 | 17933 | 5.57638 | 19740 | 5.06584 | 50 |
| 11 | 14381 | 6.95385 | 16167 | 6.18559 | 17963 | 5.56706 | 19770 | 5.05809 | 49 |
| 12 | 14410 | 6.93952 | 16196 | 6.17419 | 17993 | 5.55777 | 19801 | 5.05037 | 48 |
| 13 | 14440 | 6.92522 | 16226 | 6.16278 | 18023 | 5.54852 | 19831 | 5.04267 | 47 |
| 14 | 14470 | 6.91104 | 16256 | 6.15131 | 18053 | 5.53929 | 19861 | 5.03499 | 46 |
| 15 | 14499 | 6.89688 | 16286 | 6.14023 | 18083 | 5.53007 | 19891 | 5.02734 | 45 |
| 16 | 14529 | 6.88278 | 16316 | 6.12899 | 18113 | 5.52090 | 19921 | 5.01971 | 44 |
| 17 | 14559 | 6.86874 | 16346 | 6.11779 | 18143 | 5.51171 | 19951 | 5.01210 | 43 |
| 18 | 14588 | 6.85475 | 16376 | 6.10664 | 18173 | 5.50254 | 19982 | 5.00451 | 42 |
| 19 | 14618 | 6.84082 | 16405 | 6.09552 | 18203 | 5.49356 | 20012 | 4.99699 | 41 |
| 20 | 14648 | 6.82694 | 16435 | 6.08444 | 18233 | 5.48451 | 20042 | 4.98940 | 40 |
| 21 | 14678 | 6.81312 | 16465 | 6.07340 | 18263 | 5.47548 | 20073 | 4.98188 | 39 |
| 22 | 14707 | 6.79936 | 16495 | 6.06240 | 18293 | 5.46648 | 20103 | 4.97438 | 38 |
| 23 | 14737 | 6.78564 | 16525 | 6.05143 | 18323 | 5.45751 | 20133 | 4.96690 | 37 |
| 24 | 14767 | 6.77196 | 16555 | 6.04051 | 18353 | 5.44857 | 20164 | 4.95945 | 36 |
| 25 | 14796 | 6.75833 | 16585 | 6.02962 | 18383 | 5.43966 | 20194 | 4.95204 | 35 |
| 26 | 14826 | 6.74483 | 16615 | 6.01878 | 18413 | 5.43077 | 20224 | 4.94460 | 34 |
| 27 | 14856 | 6.73133 | 16645 | 6.00797 | 18444 | 5.42192 | 20254 | 4.93721 | 33 |
| 28 | 14886 | 6.71794 | 16675 | 6.00720 | 18474 | 5.41309 | 20285 | 4.92984 | 32 |
| 29 | 14915 | 6.70450 | 16704 | 6.00646 | 18505 | 5.40429 | 20316 | 4.92249 | 31 |
| 30 | 14945 | 6.69116 | 16734 | 6.00576 | 18534 | 5.39552 | 20345 | 4.91516 | 30 |
| 31 | 14975 | 6.67787 | 16764 | 6.00510 | 18564 | 5.38677 | 20376 | 4.90785 | 29 |
| 32 | 15005 | 6.66463 | 16794 | 6.00444 | 18594 | 5.37805 | 20406 | 4.90052 | 28 |
| 33 | 15034 | 6.65144 | 16824 | 6.00380 | 18624 | 5.36936 | 20436 | 4.89320 | 27 |
| 34 | 15064 | 6.63831 | 16854 | 6.00315 | 18654 | 5.36070 | 20466 | 4.88586 | 26 |
| 35 | 15094 | 6.62523 | 16884 | 6.00253 | 18685 | 5.35205 | 20497 | 4.87852 | 25 |
| 36 | 15124 | 6.61219 | 16914 | 6.00192 | 18714 | 5.34344 | 20527 | 4.87117 | 24 |
| 37 | 15153 | 6.59921 | 16944 | 6.00131 | 18745 | 5.33487 | 20557 | 4.86443 | 23 |
| 38 | 15183 | 6.58627 | 16974 | 6.00071 | 18775 | 5.32631 | 20588 | 4.85727 | 22 |
| 39 | 15213 | 6.57339 | 17004 | 6.00014 | 18805 | 5.31778 | 20618 | 4.85013 | 21 |
| 40 | 15243 | 6.56055 | 17033 | 6.00960 | 18835 | 5.30928 | 20648 | 4.84300 | 20 |
| 41 | 15272 | 6.54777 | 17063 | 6.00915 | 18865 | 5.30080 | 20679 | 4.83590 | 19 |
| 42 | 15302 | 6.53503 | 17093 | 6.00872 | 18895 | 5.29235 | 20709 | 4.82882 | 18 |
| 43 | 15332 | 6.52234 | 17123 | 6.00831 | 18925 | 5.28393 | 20739 | 4.82175 | 17 |
| 44 | 15362 | 6.50970 | 17153 | 6.00792 | 18955 | 5.27553 | 20770 | 4.81471 | 16 |
| 45 | 15391 | 6.49710 | 17183 | 6.00755 | 18986 | 5.26715 | 20800 | 4.80769 | 15 |
| 46 | 15421 | 6.48456 | 17213 | 6.00719 | 19016 | 5.25880 | 20830 | 4.80068 | 14 |
| 47 | 15451 | 6.47207 | 17243 | 6.00684 | 19047 | 5.25048 | 20861 | 4.79370 | 13 |
| 48 | 15481 | 6.45961 | 17273 | 6.00650 | 19076 | 5.24218 | 20891 | 4.78673 | 12 |
| 49 | 15511 | 6.44720 | 17303 | 6.00616 | 19106 | 5.23391 | 20921 | 4.77978 | 11 |

| | 12° | | 13° | | 14° | | 15° | |
|-----------|-------|---------|-----------|---------|-----------|---------|---------|---------|
| | tan | cotan | tan | cotan | tan | cotan | tan | cotan |
| 0 | 21256 | 4.70463 | 23087 | 4.33148 | 24933 | 4.01078 | 26795 | 3.73205 |
| 1 | 21316 | 4.69121 | 23148 | 4.32001 | 24995 | 4.00086 | 26857 | 3.72338 |
| 2 | 21377 | 4.68452 | 23179 | 4.31430 | 25026 | 3.99592 | 26888 | 3.71807 |
| 3 | 21437 | 4.67786 | 23209 | 4.30860 | 25056 | 3.99099 | 26920 | 3.71276 |
| 4 | 21498 | 4.67121 | 23240 | 4.30291 | 25087 | 3.98607 | 26951 | 3.70746 |
| 5 | 21558 | 4.66456 | 23271 | 4.29724 | 25118 | 3.98117 | 26982 | 3.70216 |
| 6 | 21619 | 4.65797 | 23302 | 4.29159 | 25149 | 3.97627 | 27013 | 3.70188 |
| 7 | 21679 | 4.65138 | 23333 | 4.28595 | 25180 | 3.97139 | 27044 | 3.69712 |
| 8 | 21739 | 4.64480 | 23364 | 4.28032 | 25211 | 3.96651 | 27076 | 3.69235 |
| 9 | 21800 | 4.63825 | 23395 | 4.27471 | 25242 | 3.96165 | 27107 | 3.68760 |
| 10 | 21860 | | 23426 | | 25273 | | 27138 | |
| 11 | 21921 | 4.63217 | 23457 | 4.26911 | 25304 | 3.95680 | 27169 | 3.68285 |
| 12 | 21981 | 4.62610 | 23488 | 4.26352 | 25335 | 3.95196 | 27200 | 3.67810 |
| 13 | 22042 | 4.62003 | 23519 | 4.25795 | 25366 | 3.94712 | 27231 | 3.67335 |
| 14 | 22102 | 4.61419 | 23550 | 4.25239 | 25397 | 3.94229 | 27262 | 3.66860 |
| 15 | 22163 | 4.60825 | 23581 | 4.24685 | 25428 | 3.93745 | 27293 | 3.66385 |
| 16 | 22223 | 4.60250 | 23612 | 4.24132 | 25459 | 3.93261 | 27324 | 3.65910 |
| 17 | 22284 | 4.59675 | 23643 | 4.23580 | 25490 | 3.92776 | 27355 | 3.65435 |
| 18 | 22344 | 4.59100 | 23674 | 4.23030 | 25521 | 3.92292 | 27386 | 3.64960 |
| 19 | 22405 | 4.58525 | 23705 | 4.22481 | 25552 | 3.91807 | 27417 | 3.64485 |
| 20 | 22465 | 4.57950 | 23736 | 4.21933 | 25583 | 3.91323 | 27448 | 3.64010 |
| 21 | 22526 | 4.57375 | 23767 | 4.21387 | 25614 | 3.90838 | 27479 | 3.63535 |
| 22 | 22586 | 4.56800 | 23798 | 4.20842 | 25645 | 3.90353 | 27510 | 3.63060 |
| 23 | 22647 | 4.56225 | 23829 | 4.20298 | 25676 | 3.89868 | 27541 | 3.62585 |
| 24 | 22707 | 4.55650 | 23860 | 4.19756 | 25707 | 3.89383 | 27572 | 3.62110 |
| 25 | 22768 | 4.55075 | 23891 | 4.19215 | 25738 | 3.88898 | 27603 | 3.61635 |
| 26 | 22828 | 4.54500 | 23922 | 4.18675 | 25769 | 3.88413 | 27634 | 3.61160 |
| 27 | 22889 | 4.53925 | 23953 | 4.18137 | 25800 | 3.87928 | 27665 | 3.60685 |
| 28 | 22949 | 4.53350 | 23984 | 4.17600 | 25831 | 3.87443 | 27696 | 3.60210 |
| 29 | 23010 | 4.52775 | 24015 | 4.17064 | 25862 | 3.86958 | 27727 | 3.59735 |
| 30 | 23070 | 4.52200 | 24046 | 4.16530 | 25893 | 3.86473 | 27758 | 3.59260 |
| 31 | 23131 | 4.51625 | 24077 | 4.15997 | 25924 | 3.85988 | 27789 | 3.58785 |
| 32 | 23191 | 4.51050 | 24108 | 4.15465 | 25955 | 3.85503 | 27820 | 3.58310 |
| 33 | 23252 | 4.50475 | 24139 | 4.14934 | 25986 | 3.85018 | 27851 | 3.57835 |
| 34 | 23312 | 4.49900 | 24170 | 4.14405 | 26017 | 3.84533 | 27882 | 3.57360 |
| 35 | 23373 | 4.49325 | 24201 | 4.13875 | 26048 | 3.84048 | 27913 | 3.56885 |
| 36 | 23433 | 4.48750 | 24232 | 4.13348 | 26079 | 3.83563 | 27944 | 3.56410 |
| 37 | 23494 | 4.48175 | 24263 | 4.12822 | 26110 | 3.83078 | 27975 | 3.55935 |
| 38 | 23554 | 4.47600 | 24294 | 4.12301 | 26141 | 3.82593 | 28006 | 3.55460 |
| 39 | 23615 | 4.47025 | 24325 | 4.11778 | 26172 | 3.82108 | 28037 | 3.54985 |
| 40 | 23675 | 4.46450 | 24356 | 4.11260 | 26203 | 3.81623 | 28068 | 3.54510 |
| 41 | 23736 | 4.45875 | 24387 | 4.10738 | 26234 | 3.81138 | 28099 | 3.54035 |
| 42 | 23796 | 4.45300 | 24418 | 4.10218 | 26265 | 3.80653 | 28130 | 3.53560 |
| 43 | 23857 | 4.44725 | 24449 | 4.09700 | 26296 | 3.80168 | 28161 | 3.53085 |
| 44 | 23917 | 4.44150 | 24480 | 4.09182 | 26327 | 3.79683 | 28192 | 3.52610 |
| 45 | 23978 | 4.43575 | 24511 | 4.08666 | 26358 | 3.79198 | 28223 | 3.52135 |
| 46 | 24038 | 4.43000 | 24542 | 4.08152 | 26389 | 3.78713 | 28254 | 3.51660 |
| 47 | 24099 | 4.42425 | 24573 | 4.07638 | 26420 | 3.78228 | 28285 | 3.51185 |
| 48 | 24159 | 4.41850 | 24604 | 4.07127 | 26451 | 3.77743 | 28316 | 3.50710 |
| 49 | 24220 | 4.41275 | 24635 | 4.06616 | 26482 | 3.77258 | 28347 | 3.50235 |
| 50 | 24280 | 4.40700 | 24666 | 4.06107 | 26513 | 3.76773 | 28378 | 3.49760 |
| 51 | 24341 | 4.38881 | 24655 | 4.05599 | 26515 | 3.77152 | 28391 | 3.52219 |
| 52 | 24342 | 4.37793 | 24686 | 4.05092 | 26546 | 3.76709 | 28423 | 3.51829 |
| 53 | 24327 | 4.37207 | 24717 | 4.04586 | 26577 | 3.76268 | 28454 | 3.51441 |
| 54 | 24303 | 4.36623 | 24748 | 4.04080 | 26608 | 3.75827 | 28486 | 3.51051 |
| 55 | 24284 | 4.36040 | 24778 | 4.03578 | 26639 | 3.75388 | 28517 | 3.50665 |
| 56 | 24264 | 4.35459 | 24809 | 4.03075 | 26670 | 3.74950 | 28549 | 3.50279 |
| 57 | 24245 | 4.34879 | 24840 | 4.02574 | 26701 | 3.74512 | 28580 | 3.49894 |
| 58 | 24226 | 4.34300 | 24871 | 4.02074 | 26732 | 3.74076 | 28613 | 3.49509 |
| 59 | 24206 | 4.33723 | 24902 | 4.01576 | 26764 | 3.73640 | 28643 | 3.49125 |
| 60 | 24207 | 4.33148 | 24933 | 4.01078 | 26795 | 3.73205 | 28675 | 3.48741 |
| cotan 77° | | | cotan 76° | | cotan 75° | | tan 74° | |

| | 16° | | 17° | | 18° | | 19° | |
|----|-------|---------|-------|---------|-------|---------|---------|---------|
| | tan | cotan | tan | cotan | tan | cotan | tan | cotan |
| 0 | 28675 | 3.48741 | 30573 | 3.27085 | 32492 | 3.07768 | 34433 | 2.90421 |
| 1 | 28706 | 3.48350 | 30605 | 3.26745 | 32524 | 3.07464 | 34465 | 2.90147 |
| 2 | 28738 | 3.47957 | 30637 | 3.26406 | 32556 | 3.07160 | 34498 | 2.89873 |
| 3 | 28769 | 3.47566 | 30669 | 3.26067 | 32588 | 3.06857 | 34530 | 2.89600 |
| 4 | 28800 | 3.47174 | 30700 | 3.25729 | 32621 | 3.06554 | 34562 | 2.89327 |
| 5 | 28832 | 3.46783 | 30732 | 3.25392 | 32653 | 3.06252 | 34595 | 2.89055 |
| 6 | 28864 | 3.46448 | 30764 | 3.25055 | 32685 | 3.05950 | 34628 | 2.88783 |
| 7 | 28895 | 3.46080 | 30796 | 3.24719 | 32717 | 3.05649 | 34661 | 2.88511 |
| 8 | 28927 | 3.45703 | 30828 | 3.24383 | 32749 | 3.05349 | 34693 | 2.88240 |
| 9 | 28958 | 3.45327 | 30860 | 3.24048 | 32782 | 3.05049 | 34726 | 2.87970 |
| 10 | 28990 | 3.44951 | 30891 | 3.23714 | 32814 | 3.04749 | 34758 | 2.87700 |
| 11 | 29021 | 3.44576 | 30923 | 3.23381 | 32846 | 3.04450 | 34791 | 2.87430 |
| 12 | 29053 | 3.44202 | 30955 | 3.23048 | 32878 | 3.04152 | 34824 | 2.87161 |
| 13 | 29084 | 3.43829 | 30987 | 3.22715 | 32911 | 3.03854 | 34856 | 2.86892 |
| 14 | 29116 | 3.43456 | 31019 | 3.22384 | 32943 | 3.03556 | 34889 | 2.86624 |
| 15 | 29147 | 3.43084 | 31051 | 3.22053 | 32975 | 3.03258 | 34922 | 2.86356 |
| 16 | 29179 | 3.42713 | 31083 | 3.21722 | 33007 | 3.02960 | 34954 | 2.86089 |
| 17 | 29210 | 3.42343 | 31115 | 3.21392 | 33040 | 3.02662 | 34987 | 2.85823 |
| 18 | 29242 | 3.41973 | 31147 | 3.21063 | 33072 | 3.02364 | 35019 | 2.85556 |
| 19 | 29274 | 3.41604 | 31178 | 3.20734 | 33104 | 3.02067 | 35052 | 2.85289 |
| 20 | 29305 | 3.41236 | 31210 | 3.20406 | 33136 | 3.01769 | 35085 | 2.85023 |
| 21 | 29337 | 3.40868 | 31242 | 3.20079 | 33168 | 3.01472 | 35117 | 2.84758 |
| 22 | 29368 | 3.40502 | 31274 | 3.19752 | 33201 | 3.01176 | 35150 | 2.84494 |
| 23 | 29400 | 3.40136 | 31306 | 3.19426 | 33233 | 3.00880 | 35183 | 2.84230 |
| 24 | 29432 | 3.39771 | 31338 | 3.19100 | 33266 | 3.00584 | 35216 | 2.83966 |
| 25 | 29463 | 3.39406 | 31370 | 3.18775 | 33298 | 3.00288 | 35248 | 2.83703 |
| 26 | 29494 | 3.39042 | 31402 | 3.18451 | 33330 | 3.00028 | 35281 | 2.83439 |
| 27 | 29526 | 3.38679 | 31434 | 3.18127 | 33363 | 2.99768 | 35314 | 2.83176 |
| 28 | 29558 | 3.38317 | 31466 | 3.17804 | 33395 | 2.99507 | 35346 | 2.82914 |
| 29 | 29590 | 3.37955 | 31498 | 3.17481 | 33427 | 2.99248 | 35379 | 2.82653 |
| 30 | 29621 | 3.37594 | 31530 | 3.17159 | 33460 | 2.98988 | 35412 | 2.82391 |
| 31 | 29653 | 3.37234 | 31562 | 3.16838 | 33492 | 2.98730 | 35445 | 2.82130 |
| 32 | 29685 | 3.36875 | 31594 | 3.16517 | 33524 | 2.98472 | 35477 | 2.81870 |
| 33 | 29716 | 3.36516 | 31626 | 3.16197 | 33556 | 2.98215 | 35510 | 2.81610 |
| 34 | 29748 | 3.36158 | 31658 | 3.15877 | 33589 | 2.97957 | 35543 | 2.81350 |
| 35 | 29780 | 3.35800 | 31690 | 3.15558 | 33621 | 2.97700 | 35576 | 2.81091 |
| 36 | 29811 | 3.35443 | 31722 | 3.15240 | 33654 | 2.97442 | 35609 | 2.80833 |
| 37 | 29843 | 3.35087 | 31754 | 3.14923 | 33686 | 2.97185 | 35642 | 2.80574 |
| 38 | 29875 | 3.34732 | 31786 | 3.14605 | 33718 | 2.96927 | 35675 | 2.80315 |
| 39 | 29906 | 3.34377 | 31818 | 3.14288 | 33751 | 2.96670 | 35708 | 2.80057 |
| 40 | 29938 | 3.34023 | 31850 | 3.13972 | 33783 | 2.96412 | 35740 | 2.79800 |
| 41 | 29970 | 3.33670 | 31882 | 3.13656 | 33816 | 2.96154 | 35772 | 2.79545 |
| 42 | 30001 | 3.33317 | 31914 | 3.13341 | 33848 | 2.95897 | 35805 | 2.79290 |
| 43 | 30033 | 3.32965 | 31946 | 3.13027 | 33881 | 2.95640 | 35838 | 2.79037 |
| 44 | 30065 | 3.32614 | 31978 | 3.12713 | 33913 | 2.95382 | 35871 | 2.78783 |
| 45 | 30097 | 3.32264 | 32010 | 3.12400 | 33946 | 2.95125 | 35904 | 2.78529 |
| 46 | 30128 | 3.31914 | 32042 | 3.12087 | 33978 | 2.94868 | 35937 | 2.78276 |
| 47 | 30160 | 3.31565 | 32074 | 3.11775 | 34010 | 2.94610 | 35969 | 2.78024 |
| 48 | 30192 | 3.31216 | 32106 | 3.11464 | 34043 | 2.94353 | 36002 | 2.77771 |
| 49 | 30224 | 3.30868 | 32138 | 3.11153 | 34075 | 2.94096 | 36035 | 2.77519 |
| 50 | 30256 | 3.30521 | 32171 | 3.10842 | 34108 | 2.93839 | 36068 | 2.77268 |
| 51 | 30287 | 3.30174 | 32203 | 3.10532 | 34140 | 2.93582 | 36101 | 2.77019 |
| 52 | 30319 | 3.29828 | 32235 | 3.10223 | 34173 | 2.93325 | 36134 | 2.76765 |
| 53 | 30351 | 3.29483 | 32267 | 3.09914 | 34205 | 2.93068 | 36167 | 2.76510 |
| 54 | 30382 | 3.29139 | 32299 | 3.09606 | 34238 | 2.92810 | 36199 | 2.76257 |
| 55 | 30414 | 3.28795 | 32331 | 3.09299 | 34270 | 2.92553 | 36232 | 2.76004 |
| 56 | 30446 | 3.28452 | 32363 | 3.08991 | 34303 | 2.92296 | 36265 | 2.75750 |
| 57 | 30478 | 3.28109 | 32395 | 3.08685 | 34335 | 2.92039 | 36298 | 2.75496 |
| 58 | 30509 | 3.27767 | 32428 | 3.08379 | 34368 | 2.91782 | 36331</ | |

| | 20° | | 21° | | 22° | | 23° | | |
|----|-------|---------|-------|---------|-------|---------|-------|---------|----|
| | tan | cotan | tan | cotan | tan | cotan | tan | cotan | |
| 0 | 36397 | 2.74748 | 38386 | 2.60599 | 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 | 2.59605 | 40538 | 2.46682 | 42585 | 2.34825 | 56 |
| 5 | 36562 | 2.73509 | 38553 | 2.59381 | 40572 | 2.46476 | 42619 | 2.34635 | 55 |
| 6 | 36595 | 2.73263 | 38587 | 2.59156 | 40606 | 2.46270 | 42654 | 2.34447 | 54 |
| 7 | 36628 | 2.73017 | 38620 | 2.58932 | 40640 | 2.46064 | 42688 | 2.34258 | 53 |
| 8 | 36661 | 2.72771 | 38654 | 2.58708 | 40674 | 2.45850 | 42722 | 2.34069 | 52 |
| 9 | 36694 | 2.72526 | 38687 | 2.58484 | 40707 | 2.45635 | 42757 | 2.33881 | 51 |
| 10 | 36727 | 2.72281 | 38721 | 2.58261 | 40741 | 2.45451 | 42791 | 2.33693 | 50 |
| 11 | 36760 | 2.72036 | 38754 | 2.58038 | 40775 | 2.45246 | 42826 | 2.33505 | 49 |
| 12 | 36793 | 2.71792 | 38787 | 2.57815 | 40809 | 2.45043 | 42860 | 2.33317 | 48 |
| 13 | 36826 | 2.71548 | 38821 | 2.57593 | 40843 | 2.44839 | 42894 | 2.33130 | 47 |
| 14 | 36859 | 2.71305 | 38854 | 2.57371 | 40877 | 2.44636 | 42929 | 2.32942 | 46 |
| 15 | 36892 | 2.71062 | 38888 | 2.57149 | 40911 | 2.44433 | 42963 | 2.32755 | 45 |
| 16 | 36925 | 2.70819 | 38921 | 2.56928 | 40945 | 2.44230 | 42998 | 2.32567 | 44 |
| 17 | 36958 | 2.70577 | 38955 | 2.56707 | 40979 | 2.44027 | 43032 | 2.32383 | 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 | 2.32012 | 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 | 43308 | 2.30902 | 35 |
| 26 | 37256 | 2.68414 | 39257 | 2.54734 | 41285 | 2.42218 | 43343 | 2.30718 | 34 |
| 27 | 37289 | 2.68175 | 39290 | 2.54516 | 41319 | 2.42019 | 43378 | 2.30533 | 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 | 37455 | 2.66989 | 39458 | 2.53432 | 41490 | 2.41025 | 43550 | 2.29618 | 28 |
| 33 | 37488 | 2.66752 | 39492 | 2.53216 | 41524 | 2.40827 | 43585 | 2.29437 | 27 |
| 34 | 37521 | 2.66516 | 39526 | 2.53001 | 41558 | 2.40629 | 43620 | 2.29256 | 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 | 2.28347 | 21 |
| 40 | 37720 | 2.65109 | 39727 | 2.51715 | 41763 | 2.39449 | 43828 | 2.28167 | 20 |
| 41 | 37754 | 2.64875 | 39761 | 2.51502 | 41797 | 2.39253 | 43862 | 2.27987 | 19 |
| 42 | 37787 | 2.64642 | 39795 | 2.51289 | 41831 | 2.39058 | 43897 | 2.27806 | 18 |
| 43 | 37820 | 2.64410 | 39829 | 2.51076 | 41865 | 2.38862 | 43932 | 2.27626 | 17 |
| 44 | 37853 | 2.64177 | 39863 | 2.50862 | 41899 | 2.38666 | 43966 | 2.27446 | 16 |
| 45 | 37887 | 2.63945 | 39896 | 2.50648 | 41933 | 2.38473 | 44001 | 2.27267 | 15 |
| 46 | 37920 | 2.63714 | 39930 | 2.50434 | 41968 | 2.38279 | 44036 | 2.27088 | 14 |
| 47 | 37953 | 2.63483 | 39963 | 2.50220 | 42002 | 2.38084 | 44071 | 2.26909 | 13 |
| 48 | 37986 | 2.63252 | 39997 | 2.50006 | 42036 | 2.37891 | 44105 | 2.26730 | 12 |
| 49 | 38020 | 2.63021 | 40031 | 2.49792 | 42070 | 2.37697 | 44140 | 2.26552 | 11 |
| 50 | 38053 | 2.62791 | 40065 | 2.49579 | 42105 | 2.37504 | 44175 | 2.26374 | 10 |
| 51 | 38086 | 2.62561 | 40098 | 2.49368 | 42139 | 2.37311 | 44210 | 2.26196 | 9 |
| 52 | 38120 | 2.62332 | 40132 | 2.49157 | 42173 | 2.37118 | 44244 | 2.26018 | 8 |
| 53 | 38153 | 2.62103 | 40166 | 2.48947 | 42207 | 2.36925 | 44279 | 2.25840 | 7 |
| 54 | 38186 | 2.61874 | 40200 | 2.48736 | 42242 | 2.36733 | 44314 | 2.25663 | 6 |
| 55 | 38220 | 2.61646 | 40234 | 2.48524 | 42276 | 2.36541 | 44349 | 2.25486 | 5 |
| 56 | 38253 | 2.61418 | 40267 | 2.48313 | 42310 | 2.36349 | 44384 | 2.25309 | 4 |
| 57 | 38286 | 2.61190 | 40301 | 2.48102 | 42345 | 2.36158 | 44418 | 2.25132 | 3 |
| 58 | 38320 | 2.60963 | 40335 | 2.47892 | 42379 | 2.35967 | 44453 | 2.24956 | 2 |
| 59 | 38353 | 2.60736 | 40369 | 2.47682 | 42414 | 2.35776 | 44488 | 2.24780 | 1 |
| 60 | 38386 | 2.60509 | 40403 | 2.47470 | 42447 | 2.35585 | 44523 | 2.24604 | 0 |

| | 24° | | 25° | | 26° | | 27° | | |
|----|--------|---------|--------|---------|--------|---------|--------|---------|----|
| | tan | cotan | tan | cotan | tan | cotan | tan | cotan | |
| 0 | .44523 | 2.24604 | .46631 | 2.14451 | .48773 | 2.05030 | .50953 | 1.96261 | 60 |
| 1 | .44558 | 2.24428 | .46666 | 2.14288 | .48800 | 2.04799 | .50989 | 1.96120 | 59 |
| 2 | .44593 | 2.24252 | .46702 | 2.14128 | .48845 | 2.04728 | .51026 | 1.95979 | 58 |
| 3 | .44627 | 2.24077 | .46737 | 2.13963 | .48881 | 2.04657 | .51063 | 1.95838 | 57 |
| 4 | .44662 | 2.23902 | .46772 | 2.13800 | .48917 | 2.04587 | .51099 | 1.95698 | 56 |
| 5 | .44697 | 2.23727 | .46808 | 2.13639 | .48953 | 2.04517 | .51136 | 1.95557 | 55 |
| 6 | .44732 | 2.23553 | .46843 | 2.13477 | .48989 | 2.04445 | .51173 | 1.95417 | 54 |
| 7 | .44767 | 2.23378 | .46879 | 2.13316 | .49026 | 2.04375 | .51209 | 1.95277 | 53 |
| 8 | .44802 | 2.23204 | .46914 | 2.13154 | .49062 | 2.04305 | .51246 | 1.95137 | 52 |
| 9 | .44837 | 2.23030 | .46950 | 2.12993 | .49098 | 2.04235 | .51283 | 1.94997 | 51 |
| 10 | .44872 | 2.22857 | .46985 | 2.12832 | .49134 | 2.04165 | .51319 | 1.94858 | 50 |
| 11 | .44907 | 2.22683 | .47021 | 2.12671 | .49170 | 2.04095 | .51356 | 1.94718 | 49 |
| 12 | .44942 | 2.22510 | .47056 | 2.12511 | .49206 | 2.04025 | .51393 | 1.94579 | 48 |
| 13 | .44977 | 2.22337 | .47092 | 2.12350 | .49242 | 2.03955 | .51430 | 1.94440 | 47 |
| 14 | .45012 | 2.22164 | .47128 | 2.12190 | .49278 | 2.03885 | .51467 | 1.94301 | 46 |
| 15 | .45047 | 2.21992 | .47163 | 2.12030 | .49314 | 2.03815 | .51504 | 1.94162 | 45 |
| 16 | .45082 | 2.21821 | .47199 | 2.11871 | .49351 | 2.03745 | .51540 | 1.94023 | 44 |
| 17 | .45117 | 2.21647 | .47234 | 2.11711 | .49387 | 2.03675 | .51577 | 1.93884 | 43 |
| 18 | .45152 | 2.21475 | .47270 | 2.11552 | .49423 | 2.03605 | .51614 | 1.93746 | 42 |
| 19 | .45187 | 2.21304 | .47305 | 2.11392 | .49459 | 2.03535 | .51651 | 1.93608 | 41 |
| 20 | .45222 | 2.21132 | .47341 | 2.11233 | .49495 | 2.03465 | .51688 | 1.93470 | 40 |
| 21 | .45257 | 2.20961 | .47377 | 2.11074 | .49532 | 2.03395 | .51724 | 1.93332 | 39 |
| 22 | .45292 | 2.20790 | .47412 | 2.10916 | .49568 | 2.03325 | .51761 | 1.93195 | 38 |
| 23 | .45327 | 2.20619 | .47448 | 2.10758 | .49604 | 2.03255 | .51798 | 1.93057 | 37 |
| 24 | .45362 | 2.20449 | .47483 | 2.10600 | .49640 | 2.03185 | .51835 | 1.92920 | 36 |
| 25 | .45397 | 2.20278 | .47519 | 2.10442 | .49677 | 2.03115 | .51872 | 1.92782 | 35 |
| 26 | .45432 | 2.20108 | .47554 | 2.10284 | .49714 | 2.03045 | .51909 | 1.92645 | 34 |
| 27 | .45467 | 2.19938 | .47590 | 2.10126 | .49749 | 2.02975 | .51946 | 1.92508 | 33 |
| 28 | .45502 | 2.19769 | .47626 | 2.09969 | .49786 | 2.02905 | .51983 | 1.92371 | 32 |
| 29 | .45537 | 2.19599 | .47662 | 2.09811 | .49822 | 2.02835 | .52020 | 1.92235 | 31 |
| 30 | .45573 | 2.19430 | .47698 | 2.09654 | .49858 | 2.02765 | .52057 | 1.92098 | 30 |
| 31 | .45608 | 2.19261 | .47733 | 2.09498 | .49894 | 2.02695 | .52094 | 1.91962 | 29 |
| 32 | .45643 | 2.19092 | .47769 | 2.09341 | .49931 | 2.02625 | .52131 | 1.91826 | 28 |
| 33 | .45678 | 2.18923 | .47804 | 2.09184 | .49968 | 2.02555 | .52168 | 1.91690 | 27 |
| 34 | .45713 | 2.18755 | .47840 | 2.09028 | .49986 | 2.02485 | .52205 | 1.91554 | 26 |
| 35 | .45748 | 2.18587 | .47876 | 2.08872 | .50004 | 2.02415 | .52242 | 1.91418 | 25 |
| 36 | .45784 | 2.18419 | .47912 | 2.08716 | .50021 | 2.02345 | .52279 | 1.91282 | 24 |
| 37 | .45819 | 2.18251 | .47948 | 2.08560 | .50039 | 2.02275 | .52316 | 1.91146 | 23 |
| 38 | .45854 | 2.18084 | .47984 | 2.08405 | .50058 | 2.02205 | .52353 | 1.91010 | 22 |
| 39 | .45889 | 2.17916 | .48019 | 2.08250 | .50075 | 2.02135 | .52390 | 1.90875 | 21 |
| 40 | .45924 | 2.17749 | .48055 | 2.08094 | .50092 | 2.02065 | .52427 | 1.90741 | 20 |
| 41 | .45960 | 2.17582 | .48091 | 2.07939 | .50109 | 2.01995 | .52464 | 1.90607 | 19 |
| 42 | .45995 | 2.17416 | .48127 | 2.07785 | .50126 | 2.01925 | .52501 | 1.90472 | 18 |
| 43 | .46030 | 2.17249 | .48163 | 2.07630 | .50143 | 2.01855 | .52538 | 1.90337 | 17 |
| 44 | .46065 | 2.17083 | .48198 | 2.07476 | .50160 | 2.01785 | .52575 | 1.90203 | 16 |
| 45 | .46101 | 2.16917 | .48234 | 2.07321 | .50177 | 2.01715 | .52612 | 1.90069 | 15 |
| 46 | .46136 | 2.16751 | .48270 | 2.07167 | .50194 | 2.01645 | .52649 | 1.89935 | 14 |
| 47 | .46171 | 2.16585 | .48306 | 2.07012 | .50211 | 2.01575 | .52687 | 1.89801 | 13 |
| 48 | .46206 | 2.16420 | .48342 | 2.06858 | .50228 | 2.01505 | .52724 | 1.89667 | 12 |
| 49 | .46242 | 2.16254 | .48378 | 2.06703 | .50245 | 2.01435 | .52762 | 1.89532 | 11 |
| 50 | .46277 | 2.16089 | .48414 | 2.06549 | .50263 | 2.01365 | .52798 | 1.89400 | 10 |
| 51 | .46312 | 2.159 | | | | | | | |

| | 28° | | 29° | | 30° | | 31° | | |
|---|--------|---------|--------|---------|--------|---------|--------|---------|----|
| | tan | cotan | tan | cotan | tan | cotan | tan | cotan | |
| 0 | .53171 | 1.88073 | .55431 | 1.80405 | .57735 | 1.73205 | .60086 | 1.64228 | 60 |
| 1 | .53208 | 1.87941 | .55480 | 1.80281 | .57774 | 1.73089 | .60146 | 1.64159 | 59 |
| 2 | .53244 | 1.87829 | .55527 | 1.80158 | .57813 | 1.72973 | .60185 | 1.64090 | 58 |
| 3 | .53283 | 1.87727 | .55574 | 1.80034 | .57851 | 1.72857 | .60225 | 1.64020 | 57 |
| 4 | .53320 | 1.87644 | .55623 | 1.79911 | .57890 | 1.72741 | .60265 | 1.63950 | 56 |
| 5 | .53358 | 1.87571 | .55671 | 1.79787 | .57929 | 1.72625 | .60304 | 1.63881 | 55 |
| 6 | .53395 | 1.87507 | .55720 | 1.79665 | .57968 | 1.72509 | .60344 | 1.63812 | 54 |
| 7 | .53432 | 1.87452 | .55769 | 1.79542 | .58007 | 1.72393 | .60384 | 1.63744 | 53 |
| 8 | .53470 | 1.87401 | .55819 | 1.79419 | .58046 | 1.72278 | .60423 | 1.63675 | 52 |
| 9 | .53507 | 1.87354 | .55869 | 1.79298 | .58086 | 1.72163 | .60463 | 1.63606 | 51 |
| 10 | .53545 | 1.87307 | .55918 | 1.79174 | .58124 | 1.72047 | .60503 | 1.63537 | 50 |
| 11 | .53582 | 1.87260 | .55968 | 1.79051 | .58162 | 1.71932 | .60542 | 1.63468 | 49 |
| 12 | .53620 | 1.87213 | .56018 | 1.78928 | .58201 | 1.71817 | .60582 | 1.63400 | 48 |
| 13 | .53657 | 1.87166 | .56068 | 1.78805 | .58240 | 1.71702 | .60621 | 1.63331 | 47 |
| 14 | .53694 | 1.87120 | .56118 | 1.78682 | .58279 | 1.71588 | .60661 | 1.63262 | 46 |
| 15 | .53732 | 1.87073 | .56168 | 1.78559 | .58317 | 1.71473 | .60701 | 1.63194 | 45 |
| 16 | .53769 | 1.87027 | .56218 | 1.78436 | .58357 | 1.71358 | .60741 | 1.63126 | 44 |
| 17 | .53807 | 1.86980 | .56268 | 1.78313 | .58396 | 1.71244 | .60781 | 1.63058 | 43 |
| 18 | .53844 | 1.86933 | .56318 | 1.78190 | .58435 | 1.71129 | .60821 | 1.62991 | 42 |
| 19 | .53882 | 1.86887 | .56368 | 1.78067 | .58474 | 1.71015 | .60861 | 1.62923 | 41 |
| 20 | .53920 | 1.86840 | .56418 | 1.77944 | .58513 | 1.70901 | .60901 | 1.62856 | 40 |
| 21 | .53957 | 1.86794 | .56468 | 1.77821 | .58552 | 1.70787 | .60941 | 1.62789 | 39 |
| 22 | .53995 | 1.86747 | .56518 | 1.77698 | .58591 | 1.70673 | .60981 | 1.62722 | 38 |
| 23 | .54032 | 1.86700 | .56568 | 1.77575 | .58631 | 1.70558 | .61020 | 1.62655 | 37 |
| 24 | .54070 | 1.86654 | .56618 | 1.77452 | .58670 | 1.70444 | .61060 | 1.62588 | 36 |
| 25 | .54107 | 1.86607 | .56668 | 1.77329 | .58709 | 1.70329 | .61100 | 1.62521 | 35 |
| 26 | .54145 | 1.86561 | .56718 | 1.77206 | .58748 | 1.70215 | .61140 | 1.62454 | 34 |
| 27 | .54183 | 1.86515 | .56768 | 1.77083 | .58787 | 1.70101 | .61180 | 1.62387 | 33 |
| 28 | .54220 | 1.86468 | .56818 | 1.76960 | .58826 | 1.70000 | .61220 | 1.62320 | 32 |
| 29 | .54258 | 1.86422 | .56868 | 1.76837 | .58865 | 1.69899 | .61260 | 1.62253 | 31 |
| 30 | .54296 | 1.86375 | .56918 | 1.76714 | .58904 | 1.69798 | .61300 | 1.62186 | 30 |
| 31 | .54333 | 1.86329 | .56968 | 1.76591 | .58944 | 1.69693 | .61340 | 1.62119 | 29 |
| 32 | .54371 | 1.86282 | .57018 | 1.76468 | .58983 | 1.69589 | .61380 | 1.62052 | 28 |
| 33 | .54409 | 1.86236 | .57068 | 1.76345 | .59023 | 1.69484 | .61420 | 1.61985 | 27 |
| 34 | .54448 | 1.86190 | .57118 | 1.76222 | .59062 | 1.69380 | .61460 | 1.61918 | 26 |
| 35 | .54486 | 1.86144 | .57168 | 1.76100 | .59101 | 1.69275 | .61500 | 1.61851 | 25 |
| 36 | .54524 | 1.86098 | .57218 | 1.75977 | .59140 | 1.69171 | .61540 | 1.61784 | 24 |
| 37 | .54562 | 1.86052 | .57268 | 1.75854 | .59179 | 1.69067 | .61580 | 1.61717 | 23 |
| 38 | .54600 | 1.86006 | .57318 | 1.75731 | .59218 | 1.68962 | .61620 | 1.61650 | 22 |
| 39 | .54638 | 1.85960 | .57368 | 1.75608 | .59258 | 1.68858 | .61660 | 1.61583 | 21 |
| 40 | .54677 | 1.85914 | .57418 | 1.75485 | .59297 | 1.68754 | .61700 | 1.61516 | 20 |
| 41 | .54715 | 1.85868 | .57468 | 1.75362 | .59336 | 1.68650 | .61740 | 1.61449 | 19 |
| 42 | .54754 | 1.85822 | .57518 | 1.75239 | .59375 | 1.68546 | .61780 | 1.61382 | 18 |
| 43 | .54792 | 1.85776 | .57568 | 1.75116 | .59414 | 1.68442 | .61820 | 1.61315 | 17 |
| 44 | .54830 | 1.85730 | .57618 | 1.74993 | .59454 | 1.68338 | .61860 | 1.61248 | 16 |
| 45 | .54869 | 1.85684 | .57668 | 1.74870 | .59493 | 1.68234 | .61900 | 1.61181 | 15 |
| 46 | .54907 | 1.85638 | .57718 | 1.74747 | .59533 | 1.68130 | .61940 | 1.61114 | 14 |
| 47 | .54946 | 1.85592 | .57768 | 1.74624 | .59572 | 1.68026 | .61980 | 1.61047 | 13 |
| 48 | .54984 | 1.85546 | .57818 | 1.74501 | .59612 | 1.67922 | .62020 | 1.60980 | 12 |
| 49 | .55023 | 1.85500 | .57868 | 1.74378 | .59651 | 1.67818 | .62060 | 1.60913 | 11 |
| 50 | .55061 | 1.85454 | .57918 | 1.74255 | .59691 | 1.67714 | .62100 | 1.60846 | 10 |
| 51 | .55099 | 1.85408 | .57968 | 1.74132 | .59730 | 1.67610 | .62140 | 1.60779 | 9 |
| 52 | .55138 | 1.85362 | .58018 | 1.74009 | .59770 | 1.67506 | .62180 | 1.60712 | 8 |
| 53 | .55176 | 1.85316 | .58068 | 1.73886 | .59809 | 1.67402 | .62220 | 1.60645 | 7 |
| 54 | .55215 | 1.85270 | .58118 | 1.73763 | .59849 | 1.67298 | .62260 | 1.60578 | 6 |
| 55 | .55253 | 1.85224 | .58168 | 1.73640 | .59888 | 1.67194 | .62300 | 1.60511 | 5 |
| 56 | .55292 | 1.85178 | .58218 | 1.73517 | .59928 | 1.67090 | .62340 | 1.60444 | 4 |
| 57 | .55330 | 1.85132 | .58268 | 1.73394 | .59967 | 1.66986 | .62380 | 1.60377 | 3 |
| 58 | .55369 | 1.85086 | .58318 | 1.73271 | .59999 | 1.66882 | .62420 | 1.60310 | 2 |
| 59 | .55407 | 1.85040 | .58368 | 1.73148 | .60038 | 1.66778 | .62460 | 1.60243 | 1 |
| 60 | .55445 | 1.85000 | .58418 | 1.73025 | .60078 | 1.66674 | .62500 | 1.60176 | 0 |
| cotan 61° tan cotan 60° tan cotan 59° tan cotan 58° tan | | | | | | | | | |

| | 32° | | 33° | | 34° | | 35° | | |
|----|--------|---------|--------|---------|--------|---------|--------|---------|----|
| | tan | cotan | tan | cotan | tan | cotan | tan | cotan | |
| 0 | .62487 | 1.60033 | .64941 | 1.53986 | .67451 | 1.48265 | .70021 | 1.42815 | 60 |
| 1 | .62527 | 1.59930 | .64982 | 1.53888 | .67493 | 1.48163 | .70062 | 1.42728 | 59 |
| 2 | .62568 | 1.59826 | .65023 | 1.53791 | .67536 | 1.48070 | .70101 | 1.42638 | 58 |
| 3 | .62608 | 1.59723 | .65065 | 1.53693 | .67578 | 1.47977 | .70151 | 1.42550 | 57 |
| 4 | .62649 | 1.59620 | .65106 | 1.53595 | .67620 | 1.47885 | .70194 | 1.42462 | 56 |
| 5 | .62689 | 1.59517 | .65148 | 1.53498 | .67663 | 1.47793 | .70235 | 1.42374 | 55 |
| 6 | .62730 | 1.59414 | .65189 | 1.53400 | .67705 | 1.47699 | .70281 | 1.42286 | 54 |
| 7 | .62770 | 1.59311 | .65231 | 1.53302 | .67748 | 1.47607 | .70325 | 1.42198 | 53 |
| 8 | .62811 | 1.59208 | .65272 | 1.53205 | .67790 | 1.47514 | .70368 | 1.42110 | 52 |
| 9 | .62852 | 1.59105 | .65314 | 1.53107 | .67832 | 1.47422 | .70412 | 1.42022 | 51 |
| 10 | .62892 | 1.59002 | .65355 | 1.53010 | .67875 | 1.47330 | .70455 | 1.41934 | 50 |
| 11 | .62933 | 1.58900 | .65397 | 1.52913 | .67917 | 1.47238 | .70499 | 1.41847 | 49 |
| 12 | .62973 | 1.58803 | .65438 | 1.52816 | .67960 | 1.47146 | .70542 | 1.41760 | 48 |
| 13 | .63014 | 1.58705 | .65480 | 1.52719 | .68002 | 1.47053 | .70586 | 1.41672 | 47 |
| 14 | .63055 | 1.58608 | .65521 | 1.52622 | .68045 | 1.46960 | .70629 | 1.41584 | 46 |
| 15 | .63095 | 1.58510 | .65563 | 1.52525 | .68088 | 1.46867 | .70673 | 1.41497 | 45 |
| 16 | .63136 | 1.58413 | .65604 | 1.52428 | .68130 | 1.46774 | .70717 | 1.41409 | 44 |
| 17 | .63177 | 1.58316 | .65646 | 1.52331 | .68173 | 1.46681 | .70760 | 1.41322 | 43 |
| 18 | .63217 | 1.58218 | .65688 | 1.52234 | .68215 | 1.46588 | .70804 | 1.41235 | 42 |
| 19 | .63258 | 1.58121 | .65729 | 1.52137 | .68258 | 1.46495 | .70848 | 1.41148 | 41 |
| 20 | .63299 | 1.58024 | .65771 | 1.52040 | .68301 | 1.46402 | .70891 | 1.41061 | 40 |
| 21 | .63340 | 1.57927 | .65813 | 1.51943 | .68343 | 1.46309 | .70935 | 1.40974 | 39 |
| 22 | .63380 | 1.57829 | .65854 | 1.51846 | .68386 | 1.46216 | .70979 | 1.40887 | 38 |
| 23 | .63421 | 1.57732 | .65896 | 1.51749 | .68429 | 1.46123 | .71023 | 1.40800 | 37 |
| 24 | .63462 | 1.57635 | .65938 | 1.51652 | .68471 | 1.46030 | .71066 | 1.40713 | 36 |
| 25 | .63503 | 1.57538 | .65980 | 1.51555 | .68514 | 1.45937 | .71109 | 1.40627 | 35 |
| 26 | .63544 | 1.57441 | .66021 | 1.51458 | .68557 | 1.45844 | .71154 | 1.40540 | 34 |
| 27 | .63584 | 1.57344 | .66063 | 1.51361 | .68600 | 1.45751 | .71198 | 1.40453 | 33 |
| 28 | .63625 | 1.57247 | .66105 | 1.51264 | .68642 | 1.45658 | .71242 | 1.40367 | 32 |
| 29 | .63666 | 1.57150 | .66147 | 1.51167 | .68685 | 1.45565 | .71285 | 1.40281 | 31 |
| 30 | .63707 | 1.57053 | .66189 | 1.51070 | .68728 | 1.45472 | .71329 | 1.40195 | 30 |
| 31 | .63748 | 1.56956 | .66230 | 1.50973 | .68771 | 1.45380 | .71373 | 1.40109 | 29 |
| 32 | .63789 | 1.56859 | .66272 | 1.50876 | .68814 | 1.45287 | .71417 | 1.40022 | 28 |
| 33 | .63830 | 1.56762 | .66314 | 1.50779 | .68857 | 1.45194 | .71461 | 1.39936 | 27 |
| 34 | .63871 | 1.56665 | .66356 | 1.50682 | .68900 | 1.45101 | .71505 | 1.39850 | 26 |
| 35 | .63912 | 1.56568 | .66398 | 1.50585 | .68942 | 1.45008 | .71549 | 1.39764 | 25 |
| 36 | .63953 | 1.56471 | .66440 | 1.50488 | .68985 | 1.44915 | .71593 | 1.39678 | 24 |
| 37 | .63994 | 1.56374 | .66482 | 1.50391 | .69028 | 1.44822 | .71637 | 1.39593 | 23 |
| 38 | .64035 | 1.56277 | .66524 | 1.50294 | .69071 | 1.44729 | .71681 | 1.39508 | 22 |
| 39 | .64076 | 1.56180 | .66566 | 1.50197 | .69114 | 1.44636 | .71725 | 1.39421 | 21 |
| 40 | .64117 | 1.56083 | .66608 | 1.50100 | .69157 | 1.44543 | .71769 | 1.39336 | 20 |
| 41 | .64158 | 1.55986 | .66650 | 1.50003 | .69200 | 1.44450 | .71813 | 1.39250 | 19 |
| 42 | .64199 | 1.55889 | .66692 | 1.49906 | .69243 | 1.44357 | .71857 | 1.39165 | 18 |
| 43 | .64240 | 1.55792 | .66734 | 1.49809 | .69286 | 1.44264 | .71901 | 1.39079 | 17 |
| 44 | .64281 | 1.55695 | .66776 | 1.49712 | .69329 | 1.44171 | .71945 | 1.38994 | 16 |
| 45 | .64322 | 1.55598 | .66818 | 1.49615 | .69372 | 1.44078 | .71989 | 1.38909 | 15 |
| 46 | .64363 | 1.55501 | .66860 | 1.49518 | .69415 | 1.44000 | .72034 | 1.38824 | 14 |
| 47 | .64404 | 1.55404 | .66902 | 1.49421 | .69458 | 1.43907 | .72078 | 1.38738 | 13 |
| 48 | .64445 | 1.55307 | .66944 | 1.49324 | .69501 | 1.43814 | .72122 | 1.38653 | 12 |
| 49 | .64486 | 1.55210 | .66986 | 1.49227 | .69544 | 1.43721 | .72166 | 1.38568 | 11 |
| 50 | .64528 | 1.55113 | .67028 | 1.49130 | .69587 | 1.43628 | .72211 | 1.38484 | 10 |
| 51 | .64569 | 1.55016 | .67071 | 1.49033 | .69630 | 1.43535 | .72255 | 1.38399 | 9 |
| 52 | .64610 | 1.54919 | .67113 | 1.48936 | .69673 | 1.43442 | .72300 | | |

| tan 36° | | cotan 37° | | tan 38° | | tan 39° | | tan 40° | | tan 41° | | tan 42° | | tan 43° | |
|---------|-------|-----------|-------|---------|-------|---------|-------|---------|-------|---------|-------|---------|-------|---------|-------|
| tan | cotan | tan | cotan | tan | cotan | tan | cotan | tan | cotan | tan | cotan | tan | cotan | tan | cotan |
| 0 | 72654 | 1.37638 | 75355 | 1.32794 | 78129 | 1.27994 | 80978 | 1.23490 | 83690 | 1.19175 | 86929 | 1.15037 | 90040 | 1.11061 | 93252 |
| 1 | 72699 | 1.37554 | 75401 | 1.32624 | 78175 | 1.27917 | 81023 | 1.23416 | 83735 | 1.19105 | 87023 | 1.15000 | 90125 | 1.11000 | 93352 |
| 2 | 72743 | 1.37470 | 75447 | 1.32454 | 78221 | 1.27844 | 81075 | 1.23343 | 83788 | 1.19035 | 87103 | 1.14920 | 90146 | 1.10931 | 93360 |
| 3 | 72788 | 1.37386 | 75492 | 1.32284 | 78267 | 1.27774 | 81123 | 1.23270 | 83840 | 1.18964 | 87182 | 1.14834 | 90169 | 1.10867 | 93315 |
| 4 | 72832 | 1.37302 | 75538 | 1.32114 | 78316 | 1.27703 | 81171 | 1.23196 | 83892 | 1.18894 | 87263 | 1.14767 | 90191 | 1.10802 | 93269 |
| 5 | 72877 | 1.37218 | 75584 | 1.31944 | 78364 | 1.27631 | 81220 | 1.23123 | 83944 | 1.18824 | 87344 | 1.14699 | 90215 | 1.10737 | 93224 |
| 6 | 72921 | 1.37134 | 75629 | 1.31774 | 78410 | 1.27555 | 81268 | 1.23050 | 84000 | 1.18754 | 87426 | 1.14632 | 90237 | 1.10672 | 93178 |
| 7 | 72966 | 1.37050 | 75675 | 1.31604 | 78457 | 1.27478 | 81316 | 1.22977 | 84057 | 1.18684 | 87509 | 1.14565 | 90260 | 1.10607 | 93133 |
| 8 | 73010 | 1.36967 | 75721 | 1.31434 | 78504 | 1.27382 | 81364 | 1.22904 | 84113 | 1.18614 | 87593 | 1.14498 | 90283 | 1.10543 | 93088 |
| 9 | 73055 | 1.36883 | 75767 | 1.31264 | 78551 | 1.27286 | 81413 | 1.22831 | 84169 | 1.18543 | 87678 | 1.14430 | 90306 | 1.10478 | 93043 |
| 10 | 73100 | 1.36800 | 75812 | 1.31094 | 78598 | 1.27230 | 81461 | 1.22758 | 84225 | 1.18474 | 87764 | 1.14363 | 90329 | 1.10414 | 93000 |
| 11 | 73144 | 1.36716 | 75858 | 1.31825 | 78645 | 1.27153 | 81510 | 1.22685 | 84281 | 1.18404 | 87850 | 1.14296 | 90351 | 1.10349 | 92955 |
| 12 | 73189 | 1.36633 | 75904 | 1.31745 | 78691 | 1.27077 | 81558 | 1.22611 | 84337 | 1.18334 | 87937 | 1.14229 | 90374 | 1.10284 | 92910 |
| 13 | 73234 | 1.36549 | 75950 | 1.31666 | 78737 | 1.27001 | 81606 | 1.22539 | 84393 | 1.18264 | 88023 | 1.14162 | 90397 | 1.10220 | 92865 |
| 14 | 73278 | 1.36466 | 75996 | 1.31586 | 78786 | 1.26925 | 81655 | 1.22467 | 84449 | 1.18194 | 88109 | 1.14095 | 90421 | 1.10156 | 92820 |
| 15 | 73323 | 1.36383 | 76042 | 1.31507 | 78834 | 1.26849 | 81703 | 1.22394 | 84505 | 1.18125 | 88196 | 1.14028 | 90444 | 1.10091 | 92775 |
| 16 | 73368 | 1.36300 | 76088 | 1.31427 | 78883 | 1.26774 | 81752 | 1.22321 | 84561 | 1.18056 | 88283 | 1.13961 | 90467 | 1.10026 | 92730 |
| 17 | 73413 | 1.36217 | 76134 | 1.31348 | 78932 | 1.26698 | 81800 | 1.22249 | 84617 | 1.17986 | 88370 | 1.13894 | 90490 | 1.09963 | 92685 |
| 18 | 73457 | 1.36133 | 76180 | 1.31269 | 78981 | 1.26622 | 81849 | 1.22176 | 84673 | 1.17916 | 88457 | 1.13828 | 90513 | 1.09899 | 92640 |
| 19 | 73502 | 1.36050 | 76226 | 1.31190 | 79022 | 1.26546 | 81898 | 1.22104 | 84729 | 1.17846 | 88544 | 1.13761 | 90536 | 1.09834 | 92595 |
| 20 | 73547 | 1.35968 | 76272 | 1.31110 | 79070 | 1.26471 | 81946 | 1.22031 | 84785 | 1.17777 | 88631 | 1.13694 | 90559 | 1.09770 | 92550 |
| 21 | 73592 | 1.35885 | 76318 | 1.31031 | 79117 | 1.26395 | 81995 | 1.21959 | 84841 | 1.17708 | 88719 | 1.13627 | 90582 | 1.09706 | 92505 |
| 22 | 73637 | 1.35802 | 76364 | 1.30952 | 79164 | 1.26319 | 82044 | 1.21886 | 84897 | 1.17638 | 88806 | 1.13561 | 90605 | 1.09642 | 92460 |
| 23 | 73681 | 1.35719 | 76410 | 1.30873 | 79212 | 1.26244 | 82092 | 1.21814 | 84953 | 1.17568 | 88894 | 1.13494 | 90628 | 1.09578 | 92415 |
| 24 | 73726 | 1.35637 | 76456 | 1.30795 | 79259 | 1.26169 | 82141 | 1.21742 | 85009 | 1.17498 | 88982 | 1.13428 | 90651 | 1.09514 | 92370 |
| 25 | 73771 | 1.35554 | 76502 | 1.30716 | 79306 | 1.26093 | 82190 | 1.21670 | 85065 | 1.17428 | 89070 | 1.13361 | 90674 | 1.09450 | 92325 |
| 26 | 73816 | 1.35472 | 76548 | 1.30637 | 79354 | 1.26018 | 82238 | 1.21598 | 85121 | 1.17358 | 89152 | 1.13295 | 90697 | 1.09386 | 92280 |
| 27 | 73861 | 1.35389 | 76594 | 1.30558 | 79401 | 1.25943 | 82287 | 1.21526 | 85177 | 1.17287 | 89234 | 1.13228 | 90720 | 1.09322 | 92235 |
| 28 | 73906 | 1.35307 | 76640 | 1.30480 | 79449 | 1.25868 | 82336 | 1.21454 | 85232 | 1.17217 | 89317 | 1.13162 | 90743 | 1.09258 | 92190 |
| 29 | 73951 | 1.35224 | 76686 | 1.30401 | 79496 | 1.25792 | 82385 | 1.21382 | 85288 | 1.17146 | 89401 | 1.13096 | 90766 | 1.09194 | 92145 |
| 30 | 73996 | 1.35142 | 76733 | 1.30323 | 79544 | 1.25717 | 82434 | 1.21310 | 85340 | 1.17075 | 89484 | 1.13029 | 90789 | 1.09131 | 92100 |
| 31 | 74041 | 1.35060 | 76779 | 1.30244 | 79591 | 1.25642 | 82483 | 1.21238 | 85393 | 1.17004 | 89568 | 1.12963 | 90812 | 1.09067 | 92055 |
| 32 | 74086 | 1.34978 | 76825 | 1.30166 | 79639 | 1.25567 | 82531 | 1.21166 | 85446 | 1.16933 | 89652 | 1.12897 | 90835 | 1.09003 | 92010 |
| 33 | 74131 | 1.34896 | 76871 | 1.30087 | 79686 | 1.25492 | 82580 | 1.21094 | 85499 | 1.16862 | 89737 | 1.12831 | 90858 | 1.08940 | 91965 |
| 34 | 74176 | 1.34814 | 76917 | 1.30008 | 79734 | 1.25417 | 82629 | 1.21022 | 85552 | 1.16791 | 89821 | 1.12765 | 90881 | 1.08876 | 91920 |
| 35 | 74221 | 1.34732 | 76964 | 1.29931 | 79781 | 1.25343 | 82678 | 1.20951 | 85605 | 1.16720 | 89905 | 1.12699 | 90904 | 1.08813 | 91875 |
| 36 | 74267 | 1.34650 | 77010 | 1.29853 | 79828 | 1.25268 | 82727 | 1.20879 | 85658 | 1.16649 | 89990 | 1.12633 | 90927 | 1.08750 | 91830 |
| 37 | 74312 | 1.34568 | 77057 | 1.29775 | 79877 | 1.25193 | 82776 | 1.20808 | 85711 | 1.16578 | 90074 | 1.12567 | 90950 | 1.08686 | 91785 |
| 38 | 74357 | 1.34486 | 77104 | 1.29697 | 79924 | 1.25118 | 82825 | 1.20737 | 85764 | 1.16507 | 90159 | 1.12501 | 90973 | 1.08622 | 91740 |
| 39 | 74402 | 1.34405 | 77150 | 1.29618 | 79972 | 1.25044 | 82874 | 1.20666 | 85817 | 1.16436 | 90244 | 1.12435 | 91016 | 1.08558 | 91695 |
| 40 | 74447 | 1.34323 | 77196 | 1.29541 | 80020 | 1.24969 | 82923 | 1.20595 | 85870 | 1.16365 | 90329 | 1.12369 | 91039 | 1.08494 | 91650 |
| 41 | 74492 | 1.34242 | 77242 | 1.29463 | 80067 | 1.24895 | 82972 | 1.20522 | 85923 | 1.16294 | 90414 | 1.12303 | 91062 | 1.08430 | 91605 |
| 42 | 74538 | 1.34160 | 77289 | 1.29385 | 80115 | 1.24820 | 83022 | 1.20451 | 85976 | 1.16223 | 90499 | 1.12237 | 91085 | 1.08366 | 91560 |
| 43 | 74583 | 1.34078 | 77335 | 1.29307 | 80163 | 1.24746 | 83071 | 1.20379 | 86029 | 1.16152 | 90584 | 1.12171 | 91108 | 1.08302 | 91515 |
| 44 | 74628 | 1.33996 | 77382 | 1.29229 | 80211 | 1.24672 | 83120 | 1.20308 | 86082 | 1.16081 | 90669 | 1.12105 | 91131 | 1.08238 | 91470 |
| 45 | 74674 | 1.33914 | 77428 | 1.29151 | 80259 | 1.24597 | 83169 | 1.20237 | 86135 | 1.16010 | 90754 | 1.12039 | 91154 | 1.08174 | 91425 |
| 46 | 74719 | 1.33833 | 77475 | 1.29074 | 80306 | 1.24523 | 83218 | 1.20166 | 86188 | 1.15939 | 90839 | 1.11973 | 91177 | 1.08110 | 91380 |
| 47 | 74764 | 1.33753 | 77521 | 1.28997 | 80354 | 1.24449 | 83268 | 1.20095 | 86241 | 1.15868 | 90924 | 1.11907 | 91200 | 1.08046 | 91335 |
| 48 | 74810 | 1.33673 | 77568 | 1.28919 | 80402 | 1.24375 | 83317 | 1.20024 | 86294 | 1.15797 | 91009 | 1.11841 | 91223 | 1.07982 | 91290 |
| 49 | 74855 | 1.33593 | 77615 | 1.28842 | 80450 | 1.24301 | 83366 | 1.19953 | 86347 | 1.15726 | 91094 | 1.11775 | 91246 | 1.07918 | 91245 |
| 50 | 74900 | 1.33511 | 77661 | 1.28764 | 80498 | 1.24227 | 83415 | 1.19882 | 86400 | 1.15655 | 91179 | 1.11710 | 91269 | 1.07854 | 91200 |
| 51 | 74946 | 1.33430 | 77708 | 1.28687 | 80546 | 1.24153 | 83465 | 1.19811 | 86453 | 1.15584 | 91264 | 1.11648 | 91292 | 1.07790 | 91155 |
| 52 | 74991 | 1.33349 | 77754 | 1.28611 | 80594 | 1.24079 | 83515 | 1.19740 | 86506 | 1.15513 | 91349 | 1.11582 | 91315 | 1.07726 | 91110 |
| 53 | 75037 | 1.33268 | 77801 | 1.28535 | 80642 | 1.24005 | 83566 | 1.19669 | 86559 | 1.15442 | 91434 | 1.11517 | 91338 | 1.07662 | 91065 |
| 54 | 75082 | 1.33187 | 77848 | 1.28459 | 80690 | 1.23931 | 83616 | 1.19599 | 86612 | 1.15371 | 91519 | 1.11452 | 91361 | 1.07598 | 91020 |
| 55 | 75128 | 1.33107 | 77895 | 1.28383 | 80738 | 1.23858 | 83666 | 1.19528 | 86665 | 1.15300 | 91604 | 1.11387 | 91384 | 1.07534 | 90975 |
| 56 | 75173 | 1.33026 | 77941 | 1.28307 | 80786 | 1.23784 | 83716 | 1.19457 | 86718 | 1.15229 | 91689 | 1.11321 | 91407 | 1.07470 | 90930 |
| 57 | 75219 | 1.32946 | 77988 | 1.28232 | 80834 | 1.23710 | 83766 | 1.19387 | 86771 | 1.15158 | 91774 | 1.11256 | 91430 | 1.07406 | 90885 |
| 58 | 75264 | 1.32865 | 78035 | 1.28156 | 80882 | 1.23637 | 83816 | 1.19316 | 86824 | 1.15087 | 91859 | 1.11191 | 91453 | 1.07342 | 90840 |
| 59 | 75310 | 1.32785 | 78082 | 1.28081 | 80930 | 1.23563 | 83866 | 1.19246 | 86877 | 1.15016 | 91944 | 1.11126 | 91476 | 1.07278 | 90795 |
| 60 | 75355 | 1.32701 | 78129 | 1.27994 | 80978 | 1.23490 | 83916 | 1.19175 | 86929 | 1.14945 | 92029 | 1.11061 | 91499 | 1.07214 | 90750 |

cotan 53° tan 54° cotan 51° cotan 50°

cotan 40° tan 48° cotan 47° cotan 46°

| | | 44° | | | | 44° | | | | 44° | | | | | | |
|----|--------|---------|----|-----|--------|---------|-----|-------|--------|---------|-------|--|-----|-------|--|--|
| | tan | cotan | | tan | cotan | | tan | cotan | | tan | cotan | | tan | cotan | | |
| 0 | .94569 | 1.03553 | 60 | 21 | .97756 | 1.02295 | 39 | 41 | .98901 | 1.01112 | 19 | | | | | |
| 1 | .96625 | 1.03493 | 59 | 22 | .97813 | 1.02236 | 38 | 42 | .98958 | 1.01053 | 18 | | | | | |
| 2 | .96681 | 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 | .96794 | 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 | 1.00818 | 14 | | | | | |
| 6 | .96907 | 1.03192 | 54 | 27 | .98098 | 1.01939 | 33 | 47 | .99247 | 1.00759 | 13 | | | | | |
| 7 | .96963 | 1.03132 | 53 | 28 | .98155 | 1.01879 | 32 | 48 | .99304 | 1.00701 | 12 | | | | | |
| 8 | .97020 | 1.03072 | 52 | 29 | .98213 | 1.01820 | 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 | | | | | |
| | | | 49 | 32 | .98384 | 1.01642 | 28 | 52 | .99536 | 1.00467 | 8 | | | | | |
| 11 | .97189 | 1.02892 | 48 | 33 | .98441 | 1.01583 | 27 | 53 | .99594 | 1.00408 | 7 | | | | | |
| 12 | .97246 | 1.02833 | 47 | 34 | .98499 | 1.01524 | 26 | 54 | .99652 | 1.00350 | 6 | | | | | |
| 13 | .97302 | 1.02772 | 46 | 35 | .98556 | 1.01465 | 25 | 55 | .99710 | 1.00291 | 5 | | | | | |
| 14 | .97359 | 1.02713 | 45 | 36 | .98613 | 1.01406 | 24 | 56 | .99768 | 1.00232 | 4 | | | | | |
| 15 | .97416 | 1.02653 | 45 | 36 | .98670 | 1.01347 | 23 | 57 | .99826 | 1.00173 | 3 | | | | | |
| 16 | .97472 | 1.02593 | 44 | 37 | .98727 | 1.01288 | 22 | 58 | .99884 | 1.00114 | 2 | | | | | |
| 17 | .97529 | 1.02533 | 43 | 38 | .98784 | 1.01229 | 21 | 59 | .99942 | 1.00055 | 1 | | | | | |
| 18 | .97586 | 1.02474 | 42 | 39 | .98841 | 1.01170 | 20 | 60 | 1 | 1 | 0 | | | | | |
| 19 | .97643 | 1.02414 | 41 | 40 | | | | | | | | | | | | |
| 20 | .97700 | 1.02355 | 40 | | | | | | | | | | | | | |

| | | 45° | | | | 45° | | | | 45° | | | | | | |
|--|-------|-----|--|-------|-----|-----|-------|-----|--|-------|-----|--|-------|-----|--|--|
| | cotan | tan | | cotan | tan | | cotan | tan | | cotan | tan | | cotan | tan | | |

Senos y Cosenos

| | | 0° | | | | 0° | | | | 0° | | | | | | |
|----|--------|--------|----|------|--------|--------|------|--------|--------|--------|--------|--|------|--------|--|--|
| | seno | coseno | | seno | coseno | | seno | coseno | | seno | coseno | | seno | coseno | | |
| 0 | .00000 | 1 | 60 | 21 | .00611 | .99908 | 39 | 41 | .01193 | .99993 | 19 | | | | | |
| 1 | .00029 | 1 | 59 | 22 | .00640 | .99998 | 38 | 42 | .01222 | .99993 | 18 | | | | | |
| 2 | .00058 | 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 | 31 | .00902 | .99996 | 29 | 51 | .01483 | .99989 | 9 | | | | | |
| | | | 49 | 32 | .00931 | .99996 | 28 | 52 | .01513 | .99989 | 8 | | | | | |
| 11 | .00320 | .99999 | 48 | 33 | .00960 | .99995 | 27 | 53 | .01542 | .99988 | 7 | | | | | |
| 12 | .00349 | .99999 | 47 | 34 | .00989 | .99995 | 26 | 54 | .01571 | .99988 | 6 | | | | | |
| 13 | .00378 | .99999 | 46 | 35 | .01018 | .99995 | 25 | 55 | .01600 | .99987 | 5 | | | | | |
| 14 | .00407 | .99999 | 45 | 36 | .01047 | .99995 | 24 | 56 | .01629 | .99987 | 4 | | | | | |
| 15 | .00436 | .99999 | 45 | 36 | .01076 | .99994 | 23 | 57 | .01658 | .99986 | 3 | | | | | |
| 16 | .00465 | .99999 | 44 | 37 | .01105 | .99994 | 22 | 58 | .01687 | .99986 | 2 | | | | | |
| 17 | .00495 | .99999 | 43 | 38 | .01134 | .99994 | 21 | 59 | .01716 | .99985 | 1 | | | | | |
| 18 | .00524 | .99999 | 42 | 39 | .01164 | .99993 | 20 | 60 | .01745 | .99985 | 0 | | | | | |
| 19 | .00553 | .99998 | 41 | 40 | | | | | | | | | | | | |
| 20 | .00582 | .99998 | 40 | | | | | | | | | | | | | |

| | | 80° | | | | 80° | | | | 80° | | | | | | |
|--|--------|------|--|--------|------|-----|--------|------|--|--------|------|--|--------|------|--|--|
| | coseno | seno | | coseno | seno | | coseno | seno | | coseno | seno | | coseno | seno | | |

| | | 1° | | 2° | | 3° | | 4° | | | |
|----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | seno | coseno | seno | coseno | seno | coseno | seno | coseno | seno | coseno | |
| 0 | .01745 | .99985 | .03490 | .99939 | .05234 | .99863 | .06976 | .99756 | .08709 | .99609 | .99756 |
| 1 | .01774 | .99984 | .03519 | .99938 | .05263 | .99861 | .07005 | .99754 | .08738 | .99607 | .99754 |
| 2 | .01803 | .99984 | .03548 | .99937 | .05292 | .99860 | .07034 | .99752 | .08766 | .99605 | .99752 |
| 3 | .01832 | .99983 | .03577 | .99936 | .05321 | .99859 | .07063 | .99750 | .08794 | .99604 | .99750 |
| 4 | .01862 | .99983 | .03606 | .99935 | .05350 | .99858 | .07092 | .99748 | .08822 | .99603 | .99748 |
| 5 | .01891 | .99982 | .03635 | .99934 | .05379 | .99857 | .07121 | .99746 | .08850 | .99602 | .99746 |
| 6 | .01920 | .99982 | .03664 | .99933 | .05408 | .99856 | .07150 | .99744 | .08878 | .99601 | .99744 |
| 7 | .01949 | .99981 | .03693 | .99932 | .05437 | .99855 | .07179 | .99742 | .08906 | .99600 | .99742 |
| 8 | .01978 | .99980 | .03722 | .99931 | .05466 | .99854 | .07208 | .99740 | .08934 | .99599 | .99740 |
| 9 | .02007 | .99980 | .03751 | .99930 | .05495 | .99853 | .07237 | .99738 | .08962 | .99598 | .99738 |
| 10 | .02036 | .99979 | .03781 | .99929 | .05524 | .99852 | .07266 | .99736 | .08990 | .99597 | .99736 |
| 11 | .02065 | .99979 | .03810 | .99927 | .05553 | .99851 | .07295 | .99734 | .09018 | .99596 | .99734 |
| 12 | .02094 | .99978 | .03839 | .99926 | .05582 | .99850 | .07324 | .99732 | .09046 | .99595 | .99732 |
| 13 | .02123 | .99977 | .03868 | .99925 | .05611 | .99849 | .07353 | .99730 | .09074 | .99594 | .99730 |
| 14 | .02152 | .99977 | .03897 | .99924 | .05640 | .99848 | .07382 | .99727 | .09102 | .99593 | .99727 |
| 15 | .02181 | .99976 | .03926 | .99923 | .05669 | .99847 | .07411 | .99725 | .09130 | .99592 | .99725 |
| 16 | .02211 | .99976 | .03955 | .99922 | .05698 | .99846 | .07440 | .99723 | .09158 | .99591 | .99723 |
| 17 | .02240 | .99975 | .03984 | .99921 | .05727 | .99845 | .07469 | .99721 | .09186 | .99590 | .99721 |
| 18 | .02269 | .99974 | .04013 | .99919 | .05756 | .99844 | .07498 | .99719 | .09214 | .99589 | .99719 |
| 19 | .02298 | .99974 | .04042 | .99918 | .05785 | .99843 | .07527 | .99717 | .09242 | .99588 | .99717 |
| 20 | .02327 | .99973 | .04071 | .99917 | .05814 | .99842 | .07556 | .99714 | .09270 | .99587 | .99714 |
| 21 | .02356 | .99972 | .04100 | .99916 | .05843 | .99841 | .07585 | .99712 | .09298 | .99586 | .99712 |
| 22 | .02385 | .99972 | .04129 | .99915 | .05872 | .99840 | .07614 | .99710 | .09326 | .99585 | .99710 |
| 23 | .02414 | .99971 | .04158 | .99913 | .05902 | .99839 | .07643 | .99708 | .09354 | .99584 | .99708 |
| 24 | .02443 | .99970 | .04188 | .99912 | .05931 | .99838 | .07672 | .99705 | .09382 | .99583 | .99705 |
| 25 | .02472 | .99969 | .04217 | .99911 | .05960 | .99837 | .07701 | .99703 | .09410 | .99582 | .99703 |
| 26 | .02501 | .99968 | .04246 | .99910 | .05989 | .99836 | .07730 | .99701 | .09438 | .99581 | .99701 |
| 27 | .02530 | .99968 | .04275 | .99909 | .06018 | .99835 | .07759 | .99699 | .09466 | .99580 | .99699 |
| 28 | .02560 | .99967 | .04304 | .99907 | .06047 | .99834 | .07788 | .99696 | .09494 | .99579 | .99696 |
| 29 | .02589 | .99966 | .04333 | .99906 | .06076 | .99833 | .07817 | .99694 | .09522 | .99578 | .99694 |
| 30 | .02618 | .99966 | .04362 | .99905 | .06105 | .99832 | .07846 | .99692 | .09550 | .99577 | .99692 |
| 31 | .02647 | .99965 | .04391 | .99904 | .06134 | .99831 | .07875 | .99689 | .09578 | .99576 | .99689 |
| 32 | .02676 | .99964 | .04420 | .99902 | .06163 | .99830 | .07904 | .99687 | .09606 | .99575 | .99687 |
| 33 | .02705 | .99963 | .04449 | .99901 | .06192 | .99829 | .07933 | .99685 | .09634 | .99574 | .99685 |
| 34 | .02734 | .99963 | .04478 | .99900 | .06221 | .99828 | .07962 | .99683 | .09662 | .99573 | .99683 |
| 35 | .02763 | .99962 | .04507 | .99898 | .06250 | .99827 | .07991 | .99680 | .09690 | .99572 | .99680 |
| 36 | .02792 | .99961 | .04536 | .99897 | .06279 | .99826 | .08020 | .99678 | .09718 | .99571 | .99678 |
| 37 | .02821 | .99960 | .04565 | .99896 | .06308 | .99825 | .08049 | .99676 | .09746 | .99570 | .99676 |
| 38 | .02850 | .99959 | .04594 | .99894 | .06337 | .99824 | .08078 | .99673 | .09774 | .99569 | .99673 |
| 39 | .02879 | .99959 | .04623 | .99893 | .06366 | .99823 | .08107 | .99671 | .09802 | .99568 | .99671 |
| 40 | .02908 | .99958 | .04653 | .99892 | .06395 | .99822 | .08136 | .99668 | .09830 | .99567 | .99668 |
| 41 | .02938 | .99957 | .04682 | .99890 | .06424 | .99821 | .08165 | .99666 | .09858 | .99566 | .99666 |
| 42 | .02967 | .99956 | .04711 | .99889 | .06453 | .99820 | .08194 | .99664 | .09886 | .99565 | .99664 |
| 43 | .02996 | .99955 | .04740 | .99888 | .06482 | .99819 | .08223 | .99661 | .09914 | .99564 | .99661 |
| 44 | .03025 | .99954 | .04769 | .99886 | .06511 | .99818 | .08252 | .99659 | .09942 | .99563 | .99659 |
| 45 | .03054 | .99953 | .04798 | .99885 | .06540 | .99817 | .08281 | .99657 | .09970 | .99562 | .99657 |
| 46 | .03083 | .99952 | .04827 | .99883 | .06569 | .99816 | .08310 | .99655 | .10000 | .99561 | .99655 |
| 47 | .03112 | .99952 | .04856 | .99882 | .06 | | | | | | |

| | 5° | | 6° | | 7° | | 8° | | |
|----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|----|
| | seno | coseno | seno | coseno | seno | coseno | seno | coseno | |
| 0 | .08716 | .99619 | .10453 | .99452 | .12187 | .99255 | .13917 | .99027 | 60 |
| 1 | .08745 | .99617 | .10482 | .99449 | .12216 | .99251 | .13946 | .99023 | 59 |
| 2 | .08774 | .99614 | .10511 | .99446 | .12245 | .99248 | .13975 | .99019 | 58 |
| 3 | .08803 | .99612 | .10540 | .99443 | .12274 | .99244 | .14004 | .99015 | 57 |
| 4 | .08831 | .99609 | .10569 | .99440 | .12302 | .99240 | .14033 | .99011 | 56 |
| 5 | .08860 | .99607 | .10597 | .99437 | .12331 | .99237 | .14061 | .99006 | 55 |
| 6 | .08889 | .99604 | .10626 | .99434 | .12360 | .99233 | .14089 | .99002 | 53 |
| 7 | .08918 | .99602 | .10655 | .99431 | .12389 | .99230 | .14119 | .98998 | 53 |
| 8 | .08947 | .99599 | .10684 | .99428 | .12418 | .99226 | .14148 | .98994 | 52 |
| 9 | .08976 | .99596 | .10713 | .99424 | .12447 | .99222 | .14177 | .98990 | 51 |
| 10 | .09005 | .99594 | .10742 | .99421 | .12476 | .99219 | .14205 | .98986 | 50 |

| | | | | | | | | | |
|----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|----|
| 11 | .09034 | .99591 | .10771 | .99418 | .12504 | .99215 | .14234 | .98982 | 49 |
| 12 | .09063 | .99588 | .10800 | .99415 | .12533 | .99211 | .14263 | .98978 | 48 |
| 13 | .09092 | .99586 | .10829 | .99412 | .12562 | .99208 | .14292 | .98974 | 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 | .12706 | .99189 | .14436 | .98953 | 42 |
| 19 | .09266 | .99570 | .11002 | .99393 | .12735 | .99186 | .14464 | .98948 | 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 | .99171 | .14580 | .98931 | 37 |
| 24 | .09411 | .99556 | .11147 | .99377 | .12880 | .99167 | .14608 | .98927 | 36 |
| 25 | .09440 | .99553 | .11176 | .99374 | .12908 | .99163 | .14637 | .98923 | 35 |
| 26 | .09469 | .99551 | .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 | .99338 | .13225 | .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 | 17 |
| 43 | .09961 | .99503 | .11696 | .99314 | .13427 | .99094 | .15155 | .98845 | 17 |
| 44 | .09990 | .99500 | .11725 | .99311 | .13456 | .99091 | .15184 | .98841 | 16 |
| 45 | .10019 | .99497 | .11754 | .99307 | .13485 | .99087 | .15212 | .98836 | 15 |
| 46 | .10048 | .99494 | .11783 | .99303 | .13514 | .99083 | .15241 | .98832 | 14 |
| 47 | .10077 | .99491 | .11812 | .99300 | .13543 | .99079 | .15270 | .98827 | 13 |
| 48 | .10106 | .99488 | .11841 | .99297 | .13572 | .99075 | .15298 | .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 | .15471 | .98796 | 6 |
| 55 | .10308 | .99467 | .12043 | .99272 | .13773 | .99047 | .15500 | .98791 | 5 |
| 56 | .10337 | .99464 | .12071 | .99269 | .13802 | .99043 | .15529 | .98787 | 4 |
| 57 | .10366 | .99461 | .12100 | .99265 | .13831 | .99039 | .15557 | .98782 | 3 |
| 58 | .10395 | .99458 | .12129 | .99262 | .13860 | .99035 | .15586 | .98778 | 2 |
| 59 | .10424 | .99455 | .12158 | .99258 | .13888 | .99031 | .15615 | .98774 | 1 |
| 60 | .10453 | .99452 | .12187 | .99255 | .13917 | .99027 | .15643 | .98769 | 0 |

| | seno | coseno | seno | coseno | seno | coseno | seno | coseno |
|-----|------|--------|------|--------|------|--------|------|--------|
| 84° | | | 83° | | 82° | | 81° | |

| | 9° | | 10° | | 11° | | 12° | | |
|----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|----|
| | seno | coseno | seno | coseno | seno | coseno | seno | coseno | |
| 0 | .15643 | .98789 | .17365 | .98481 | .19081 | .98163 | .20791 | .97815 | 60 |
| 1 | .15672 | .98784 | .17393 | .98476 | .19109 | .98157 | .20820 | .97809 | 59 |
| 2 | .15701 | .98779 | .17422 | .98471 | .19137 | .98151 | .20849 | .97804 | 58 |
| 3 | .15730 | .98775 | .17451 | .98466 | .19166 | .98146 | .20877 | .97797 | 57 |
| 4 | .15758 | .98771 | .17479 | .98461 | .19195 | .98140 | .20905 | .97791 | 56 |
| 5 | .15787 | .98767 | .17508 | .98456 | .19224 | .98135 | .20933 | .97784 | 55 |
| 6 | .15816 | .98763 | .17537 | .98451 | .19252 | .98130 | .20961 | .97778 | 54 |
| 7 | .15845 | .98737 | .17565 | .98445 | .19281 | .98124 | .20989 | .97772 | 53 |
| 8 | .15873 | .98732 | .17594 | .98440 | .19309 | .98118 | .21019 | .97766 | 52 |
| 9 | .15902 | .98728 | .17623 | .98435 | .19338 | .98112 | .21047 | .97760 | 51 |
| 10 | .15931 | .98723 | .17651 | .98430 | .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 | .98710 | .17737 | .98415 | .19452 | .98090 | .21161 | .97736 | 47 |
| 14 | .16046 | .98706 | .17765 | .98410 | .19481 | .98084 | .21189 | .97730 | 46 |
| 15 | .16074 | .98700 | .17794 | .98404 | .19509 | .98079 | .21218 | .97724 | 45 |
| 16 | .16103 | .98695 | .17823 | .98399 | .19538 | .98073 | .21246 | .97717 | 44 |
| 17 | .16132 | .98690 | .17852 | .98394 | .19566 | .98067 | .21275 | .97711 | 43 |
| 18 | .16161 | .98686 | .17880 | .98389 | .19595 | .98061 | .21303 | .97706 | 42 |
| 19 | .16189 | .98681 | .17909 | .98383 | .19623 | .98056 | .21331 | .97700 | 41 |
| 20 | .16218 | .98676 | .17937 | .98378 | .19652 | .98050 | .21360 | .97694 | 40 |

| | | | | | | | | | |
|----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|----|
| 21 | .16246 | .98671 | .17966 | .98373 | .19680 | .98044 | .21388 | .97688 | 39 |
| 22 | .16275 | .98667 | .17995 | .98368 | .19709 | .98039 | .21417 | .97682 | 38 |
| 23 | .16304 | .98662 | .18023 | .98362 | .19737 | .98033 | .21445 | .97676 | 37 |
| 24 | .16333 | .98657 | .18052 | .98357 | .19766 | .98027 | .21474 | .97670 | 36 |
| 25 | .16361 | .98652 | .18081 | .98352 | .19794 | .98021 | .21502 | .97664 | 35 |
| 26 | .16390 | .98648 | .18109 | .98347 | .19823 | .98016 | .21530 | .97658 | 34 |
| 27 | .16419 | .98643 | .18138 | .98341 | .19851 | .98010 | .21559 | .97652 | 33 |
| 28 | .16447 | .98638 | .18166 | .98336 | .19880 | .98004 | .21587 | .97646 | 32 |
| 29 | .16476 | .98633 | .18195 | .98331 | .19908 | .98000 | .21616 | .97640 | 31 |
| 30 | .16505 | .98629 | .18224 | .98325 | .19937 | .97992 | .21644 | .97634 | 30 |

| | | | | | | | | | |
|----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|----|
| 31 | .16533 | .98624 | .18252 | .98320 | .19965 | .97987 | .21672 | .97628 | 29 |
| 32 | .16562 | .98619 | .18281 | .98315 | .19994 | .97981 | .21701 | .97622 | 28 |
| 33 | .16591 | .98614 | .18309 | .98310 | .20022 | .97975 | .21729 | .97616 | 27 |
| 34 | .16620 | .98609 | .18338 | .98304 | .20051 | .97969 | .21758 | .97610 | 26 |
| 35 | .16648 | .98604 | .18367 | .98299 | .20079 | .97963 | .21786 | .97604 | 25 |
| 36 | .16677 | .98600 | .18395 | .98294 | .20108 | .97957 | .21815 | .97598 | 24 |
| 37 | .16706 | .98595 | .18424 | .98288 | .20136 | .97952 | .21843 | .97592 | 23 |
| 38 | .16734 | .98590 | .18452 | .98283 | .20165 | .97946 | .21871 | .97586 | 22 |
| 39 | .16763 | .98585 | .18481 | .98277 | .20193 | .97940 | .21899 | .97580 | 21 |
| 40 | .16792 | .98580 | .18509 | .98272 | .20222 | .97934 | .21928 | .97574 | 20 |

| | | | | | | | | | |
|----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|----|
| 41 | .16820 | .98575 | .18538 | .98267 | .20250 | .97928 | .21956 | .97568 | 19 |
| 42 | .16849 | .98570 | .18567 | .98261 | .20279 | .97922 | .21985 | .97562 | 18 |
| 43 | .16878 | .98565 | .18595 | .98256 | .20307 | .97916 | .22013 | .97557 | 17 |
| 44 | .16906 | .98561 | .18624 | .98250 | .20336 | .97910 | .22041 | .97551 | 16 |
| 45 | .16935 | .98556 | .18652 | .98245 | .20364 | .97905 | .22070 | .97545 | 15 |
| 46 | .16964 | .98551 | .18681 | .98240 | .20393 | .97899 | .22098 | .97539 | 14 |
| 47 | .16992 | .98546 | .18710 | .98234 | .20421 | .97893 | .22126 | .97533 | 13 |
| 48 | .17021 | .98541 | .18738 | .98229 | .20449 | .97887 | .22154 | .97527 | 12 |
| 49 | .17050 | .98536 | .18767 | .98223 | .20478 | .97881 | .22183 | .97521 | 11 |
| 50 | .17078 | .98531 | .18796 | .98218 | .20507 | .97875 | .22212 | .97515 | 10 |

| | | | | | | | | | |
|----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---|
| 51 | .17107 | .98526 | .18824 | .98212 | .20535 | .97869 | .22240 | .97509 | 9 |
| 52 | .17136 | .98521 | .18852 | .98207 | .20563 | .97863 | .22268 | .97503 | 8 |
| 53 | .17164 | .98516 | .18881 | .98201 | .20592 | .97857 | .22297 | | |

| | 13° | | 14° | | 15° | | 16° | | 17° | | 18° | | 19° | | 20° | | | | |
|----|-------|--------|-------|--------|-------|--------|-------|--------|------|--------|-------|--------|-------|--------|-------|--------|-------|-------|----|
| | seno | coseno | seno | coseno | seno | coseno | seno | coseno | seno | coseno | seno | coseno | seno | coseno | seno | coseno | | | |
| 0 | 22495 | 97437 | 24192 | 97030 | 25882 | 96593 | 27564 | 96126 | 80 | 0 | 29237 | 95630 | 30902 | 95106 | 32557 | 94552 | 34202 | 93969 | 60 |
| 1 | 22523 | 97430 | 24220 | 97023 | 25910 | 96585 | 27592 | 96118 | 81 | 1 | 29265 | 95622 | 30929 | 95097 | 32584 | 94542 | 34229 | 93959 | 59 |
| 2 | 22552 | 97424 | 24249 | 97015 | 25938 | 96578 | 27620 | 96110 | 82 | 2 | 29293 | 95613 | 30957 | 95088 | 32612 | 94533 | 34257 | 93949 | 58 |
| 3 | 22580 | 97417 | 24277 | 97008 | 25966 | 96570 | 27648 | 96102 | 83 | 3 | 29321 | 95605 | 30985 | 95079 | 32639 | 94523 | 34284 | 93939 | 57 |
| 4 | 22608 | 97411 | 24305 | 97001 | 25994 | 96562 | 27676 | 96094 | 84 | 4 | 29349 | 95596 | 31012 | 95070 | 32667 | 94514 | 34311 | 93929 | 56 |
| 5 | 22637 | 97404 | 24333 | 96994 | 26022 | 96555 | 27704 | 96086 | 85 | 5 | 29378 | 95588 | 31040 | 95061 | 32694 | 94504 | 34339 | 93919 | 55 |
| 6 | 22665 | 97398 | 24362 | 96987 | 26050 | 96547 | 27731 | 96078 | 86 | 6 | 29406 | 95579 | 31068 | 95052 | 32722 | 94495 | 34366 | 93909 | 54 |
| 7 | 22693 | 97391 | 24390 | 96980 | 26079 | 96540 | 27759 | 96070 | 87 | 7 | 29434 | 95571 | 31095 | 95043 | 32749 | 94485 | 34393 | 93899 | 53 |
| 8 | 22722 | 97384 | 24418 | 96973 | 26107 | 96532 | 27787 | 96062 | 88 | 8 | 29462 | 95562 | 31123 | 95033 | 32777 | 94476 | 34420 | 93889 | 52 |
| 9 | 22750 | 97378 | 24446 | 96966 | 26135 | 96524 | 27815 | 96054 | 89 | 9 | 29490 | 95554 | 31151 | 95024 | 32804 | 94466 | 34448 | 93879 | 51 |
| 10 | 22778 | 97371 | 24474 | 96959 | 26163 | 96517 | 27843 | 96046 | 90 | 10 | 29518 | 95545 | 31178 | 95015 | 32832 | 94457 | 34475 | 93869 | 50 |
| 11 | 22807 | 97365 | 24503 | 96952 | 26191 | 96509 | 27871 | 96037 | 48 | 11 | 29545 | 95536 | 31206 | 95006 | 32859 | 94447 | 34503 | 93859 | 49 |
| 12 | 22835 | 97358 | 24531 | 96945 | 26219 | 96502 | 27899 | 96029 | 49 | 12 | 29573 | 95528 | 31233 | 94997 | 32887 | 94438 | 34530 | 93849 | 48 |
| 13 | 22863 | 97351 | 24559 | 96937 | 26247 | 96494 | 27927 | 96021 | 50 | 13 | 29599 | 95519 | 31261 | 94988 | 32914 | 94428 | 34557 | 93839 | 47 |
| 14 | 22892 | 97345 | 24587 | 96930 | 26275 | 96486 | 27955 | 96013 | 46 | 14 | 29626 | 95511 | 31289 | 94979 | 32942 | 94418 | 34584 | 93829 | 46 |
| 15 | 22920 | 97338 | 24615 | 96923 | 26303 | 96479 | 27983 | 96005 | 45 | 15 | 29654 | 95502 | 31316 | 94970 | 32969 | 94409 | 34612 | 93819 | 45 |
| 16 | 22948 | 97331 | 24644 | 96916 | 26331 | 96471 | 28011 | 95997 | 44 | 16 | 29682 | 95493 | 31344 | 94961 | 32997 | 94400 | 34639 | 93809 | 44 |
| 17 | 22977 | 97325 | 24672 | 96909 | 26359 | 96463 | 28039 | 95989 | 43 | 17 | 29710 | 95485 | 31372 | 94952 | 33024 | 94390 | 34666 | 93799 | 43 |
| 18 | 23005 | 97318 | 24700 | 96902 | 26387 | 96455 | 28067 | 95981 | 42 | 18 | 29737 | 95476 | 31399 | 94943 | 33051 | 94380 | 34694 | 93789 | 42 |
| 19 | 23033 | 97311 | 24728 | 96894 | 26415 | 96448 | 28095 | 95972 | 41 | 19 | 29765 | 95467 | 31427 | 94933 | 33079 | 94370 | 34721 | 93779 | 41 |
| 20 | 23062 | 97304 | 24756 | 96887 | 26443 | 96440 | 28123 | 95964 | 40 | 20 | 29793 | 95459 | 31454 | 94924 | 33106 | 94361 | 34748 | 93769 | 40 |
| 21 | 23090 | 97298 | 24784 | 96880 | 26471 | 96433 | 28150 | 95956 | 39 | 21 | 29821 | 95450 | 31482 | 94915 | 33134 | 94351 | 34775 | 93759 | 39 |
| 22 | 23118 | 97291 | 24813 | 96873 | 26500 | 96425 | 28178 | 95948 | 38 | 22 | 29849 | 95441 | 31510 | 94906 | 33161 | 94342 | 34803 | 93748 | 38 |
| 23 | 23146 | 97284 | 24841 | 96866 | 26528 | 96417 | 28206 | 95940 | 37 | 23 | 29876 | 95433 | 31537 | 94897 | 33189 | 94332 | 34830 | 93738 | 37 |
| 24 | 23175 | 97278 | 24869 | 96858 | 26556 | 96410 | 28234 | 95931 | 36 | 24 | 29904 | 95424 | 31565 | 94888 | 33216 | 94322 | 34857 | 93728 | 36 |
| 25 | 23203 | 97271 | 24897 | 96851 | 26584 | 96402 | 28262 | 95923 | 35 | 25 | 29932 | 95415 | 31593 | 94878 | 33244 | 94312 | 34884 | 93718 | 35 |
| 26 | 23231 | 97264 | 24925 | 96844 | 26612 | 96394 | 28290 | 95915 | 34 | 26 | 29960 | 95407 | 31620 | 94869 | 33271 | 94303 | 34912 | 93708 | 34 |
| 27 | 23259 | 97257 | 24954 | 96837 | 26640 | 96386 | 28318 | 95907 | 33 | 27 | 29987 | 95398 | 31648 | 94860 | 33298 | 94293 | 34939 | 93698 | 33 |
| 28 | 23288 | 97251 | 24982 | 96830 | 26668 | 96379 | 28346 | 95899 | 31 | 28 | 30015 | 95389 | 31675 | 94851 | 33326 | 94284 | 34966 | 93688 | 32 |
| 29 | 23316 | 97244 | 25010 | 96822 | 26696 | 96371 | 28374 | 95890 | 31 | 29 | 30043 | 95380 | 31703 | 94842 | 33353 | 94274 | 34993 | 93677 | 31 |
| 30 | 23345 | 97237 | 25038 | 96815 | 26724 | 96363 | 28402 | 95882 | 30 | 30 | 30071 | 95372 | 31730 | 94832 | 33381 | 94264 | 35021 | 93667 | 30 |
| 31 | 23373 | 97230 | 25066 | 96807 | 26752 | 96355 | 28429 | 95874 | 29 | 31 | 30098 | 95363 | 31758 | 94823 | 33408 | 94254 | 35048 | 93657 | 29 |
| 32 | 23401 | 97223 | 25094 | 96800 | 26780 | 96347 | 28457 | 95865 | 28 | 32 | 30126 | 95354 | 31786 | 94814 | 33436 | 94245 | 35075 | 93647 | 28 |
| 33 | 23429 | 97217 | 25122 | 96793 | 26808 | 96340 | 28485 | 95857 | 27 | 33 | 30154 | 95345 | 31813 | 94805 | 33463 | 94235 | 35102 | 93637 | 27 |
| 34 | 23458 | 97210 | 25151 | 96786 | 26836 | 96332 | 28513 | 95849 | 26 | 34 | 30182 | 95337 | 31841 | 94795 | 33490 | 94225 | 35130 | 93626 | 26 |
| 35 | 23486 | 97203 | 25179 | 96778 | 26864 | 96324 | 28541 | 95841 | 25 | 35 | 30209 | 95328 | 31868 | 94786 | 33518 | 94215 | 35157 | 93616 | 25 |
| 36 | 23514 | 97196 | 25207 | 96771 | 26892 | 96316 | 28569 | 95833 | 24 | 36 | 30237 | 95319 | 31896 | 94777 | 33545 | 94205 | 35186 | 93606 | 24 |
| 37 | 23542 | 97189 | 25235 | 96764 | 26920 | 96308 | 28597 | 95824 | 23 | 37 | 30265 | 95310 | 31924 | 94768 | 33573 | 94196 | 35211 | 93596 | 23 |
| 38 | 23570 | 97182 | 25263 | 96756 | 26948 | 96301 | 28625 | 95816 | 22 | 38 | 30292 | 95301 | 31951 | 94758 | 33600 | 94186 | 35236 | 93586 | 22 |
| 39 | 23598 | 97175 | 25291 | 96749 | 26976 | 96293 | 28653 | 95807 | 21 | 39 | 30320 | 95293 | 31979 | 94749 | 33627 | 94176 | 35262 | 93575 | 21 |
| 40 | 23627 | 97169 | 25319 | 96742 | 27004 | 96285 | 28680 | 95799 | 20 | 40 | 30348 | 95284 | 32006 | 94740 | 33655 | 94167 | 35293 | 93565 | 20 |
| 41 | 23656 | 97162 | 25348 | 96734 | 27032 | 96277 | 28708 | 95791 | 19 | 41 | 30376 | 95275 | 32034 | 94730 | 33682 | 94157 | 35320 | 93555 | 19 |
| 42 | 23684 | 97155 | 25376 | 96727 | 27060 | 96269 | 28736 | 95782 | 18 | 42 | 30403 | 95266 | 32061 | 94721 | 33710 | 94147 | 35347 | 93544 | 18 |
| 43 | 23712 | 97148 | 25404 | 96720 | 27088 | 96261 | 28764 | 95774 | 17 | 43 | 30431 | 95257 | 32089 | 94712 | 33737 | 94137 | 35374 | 93533 | 17 |
| 44 | 23740 | 97141 | 25432 | 96712 | 27116 | 96253 | 28792 | 95766 | 16 | 44 | 30459 | 95248 | 32116 | 94702 | 33764 | 94127 | 35402 | 93524 | 16 |
| 45 | 23768 | 97134 | 25460 | 96705 | 27144 | 96246 | 28820 | 95757 | 15 | 45 | 30486 | 95240 | 32144 | 94693 | 33792 | 94118 | 35429 | 93514 | 15 |
| 46 | 23797 | 97127 | 25488 | 96697 | 27172 | 96238 | 28847 | 95749 | 14 | 46 | 30514 | 95231 | 32171 | 94684 | 33819 | 94108 | 35456 | 93503 | 14 |
| 47 | 23825 | 97120 | 25516 | 96690 | 27200 | 96230 | 28875 | 95740 | 13 | 47 | 30542 | 95222 | 32199 | 94674 | 33846 | 94098 | 35484 | 93493 | 13 |
| 48 | 23853 | 97113 | 25545 | 96682 | 27228 | 96222 | 28902 | 95732 | 12 | 48 | 30570 | 95213 | 32227 | 94665 | 33874 | 94088 | 35511 | 93483 | 12 |
| 49 | 23882 | 97106 | 25573 | 96675 | 27256 | 96214 | 28931 | 95724 | 11 | 49 | 30597 | 95204 | 32254 | 94656 | 33901 | 94078 | 35538 | 93472 | 11 |
| 50 | 23910 | 97100 | 25601 | 96667 | 27284 | 96206 | 28959 | 95715 | 10 | 50 | 30625 | 95195 | 32282 | 94646 | 33929 | 94068 | 35565 | 93462 | 10 |
| 51 | 23938 | 97093 | 25629 | 96660 | 27312 | 96198 | 28987 | 95707 | 9 | 51 | 30653 | 95186 | 32309 | 94637 | 33956 | 94058 | 35592 | 93452 | 9 |
| 52 | 23966 | 97086 | 25657 | 96653 | 27340 | 96190 | 29015 | 95699 | 8 | 52 | 30680 | 95177 | 32337 | 94627 | 33983 | 94049 | 35619 | 93441 | 8 |
| 53 | 23995 | 97079 | 25685 | 96645 | 27368 | 96182 | 29042 | 95690 | 7 | 53 | 30708 | 95168 | 32364 | 94618 | 34011 | 94039 | 35647 | 93431 | 7 |
| 54 | 24023 | 97072 | 25713 | 96638 | 27396 | 96174 | 29070 | 95681 | 6 | 54 | 30736 | 95159 | 32392 | 94609 | 34033 | 94029 | 35674 | 93420 | 6 |
| 55 | 24051 | 97065 | 25741 | 96630 | 27424 | 96166 | 29098 | 95673 | 5 | 55 | 30763 | 95150 | 32419 | 94600 | 34055 | 94019 | 35701 | 93410 | 5 |
| 56 | 24079 | 97058 | 25769 | 96623 | 27452 | 96158 | 29126 | 95664 | 4 | 56 | 30791 | 95142 | 32447 | 94590 | 34077 | 94009 | 35728 | 93400 | 4 |
| 57 | 24108 | 97051 | 25798 | 96615 | 27480 | 96150 | 29154 | 95655 | 3 | 57 | 30819 | 95133 | 32474 | 94580 | 34100 | 93999 | 35755 | 93389 | 3 |
| 58 | 24136 | 97044 | 25826 | 96608 | 27508 | 96142 | 29182 | 95647 | 2 | 58 | 30846 | 95124 | 32502 | 94571 | 34121 | 93989 | 35782 | 93379 | 2 |
| 59 | 24164 | 97037 | 25854 | 96600 | 27536 | 96134 | 29210 | 95639 | 1 | 59 | 30874 | 95115 | 32529 | 94561 | 34142 | 93979 | 35810 | 93368 | 1 |
| 60 | 24192 | 97030 | 25882 | 96593 | 27564 | 96126 | 29237 | 95630 | 0 | 60 | 30902 | 95106 | 32557 | 94552 | 34172 | 93969 | 35837 | 93358 | 0 |

| 1' | 21° | | 22° | | 23° | | 24° | | |
|----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|----|
| | seno | coseno | seno | coseno | seno | coseno | seno | coseno | |
| 0 | .35837 | .93358 | .37461 | .92718 | .39073 | .92050 | .40674 | .91355 | 60 |
| 1 | .35894 | .93348 | .37488 | .92707 | .39100 | .92039 | .40700 | .91343 | 59 |
| 2 | .35951 | .93337 | .37515 | .92697 | .39127 | .92028 | .40727 | .91331 | 58 |
| 3 | .35918 | .93327 | .37542 | .92686 | .39153 | .92016 | .40753 | .91319 | 57 |
| 4 | .35945 | .93316 | .37569 | .92675 | .39179 | .92004 | .40780 | .91307 | 56 |
| 5 | .35973 | .93306 | .37595 | .92664 | .39207 | .91994 | .40806 | .91295 | 55 |
| 6 | .36000 | .93295 | .37622 | .92653 | .39234 | .91982 | .40833 | .91283 | 54 |
| 7 | .36027 | .93285 | .37649 | .92642 | .39260 | .91971 | .40860 | .91270 | 53 |
| 8 | .36054 | .93274 | .37676 | .92631 | .39287 | .91959 | .40886 | .91258 | 52 |
| 9 | .36081 | .93264 | .37703 | .92620 | .39314 | .91948 | .40913 | .91246 | 51 |
| 10 | .36108 | .93253 | .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 | .91188 | 46 |
| 15 | .36244 | .93201 | .37865 | .92554 | .39474 | .91879 | .41072 | .91176 | 45 |
| 16 | .36271 | .93190 | .37892 | .92543 | .39501 | .91868 | .41098 | .91164 | 44 |
| 17 | .36298 | .93180 | .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 | .36434 | .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 | .39741 | .91764 | .41337 | .91056 | 35 |
| 26 | .36542 | .93084 | .38161 | .92432 | .39768 | .91752 | .41363 | .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 | .38242 | .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 | .91683 | .41522 | .90972 | 28 |
| 33 | .36731 | .93010 | .38349 | .92355 | .39955 | .91671 | .41549 | .90960 | 27 |
| 34 | .36758 | .92999 | .38376 | .92343 | .39982 | .91660 | .41575 | .90948 | 26 |
| 35 | .36785 | .92988 | .38403 | .92332 | .40008 | .91648 | .41602 | .90936 | 25 |
| 36 | .36812 | .92978 | .38430 | .92321 | .40035 | .91637 | .41628 | .90924 | 24 |
| 37 | .36839 | .92967 | .38456 | .92310 | .40062 | .91625 | .41655 | .90912 | 23 |
| 38 | .36867 | .92956 | .38483 | .92300 | .40088 | .91613 | .41682 | .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 | .37002 | .92902 | .38618 | .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 | .40301 | .91519 | .41892 | .90802 | 14 |
| 47 | .37110 | .92859 | .38724 | .92198 | .40328 | .91508 | .41919 | .90790 | 13 |
| 48 | .37137 | .92848 | .38752 | .92186 | .40355 | .91496 | .41945 | .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 | .91425 | .42104 | .90704 | 6 |
| 55 | .37326 | .92773 | .38939 | .92107 | .40541 | .91414 | .42130 | .90692 | 5 |
| 56 | .37353 | .92762 | .38966 | .92096 | .40567 | .91402 | .42156 | .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 | .91366 | .42235 | .90643 | 1 |
| 60 | .37461 | .92718 | .39073 | .92050 | .40674 | .91355 | .42262 | .90631 | 0 |

coseno seno

| 1' | 25° | | 26° | | 27° | | 28° | | |
|----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|----|
| | seno | coseno | seno | coseno | seno | coseno | seno | coseno | |
| 0 | .42262 | .90631 | .43837 | .90879 | .45399 | .90101 | .46947 | .89255 | 60 |
| 1 | .42288 | .90618 | .43863 | .90867 | .45425 | .90087 | .46973 | .89243 | 59 |
| 2 | .42315 | .90606 | .43889 | .90854 | .45451 | .90074 | .46999 | .89231 | 58 |
| 3 | .42341 | .90591 | .43916 | .90841 | .45477 | .90061 | .47024 | .89218 | 57 |
| 4 | .42367 | .90582 | .43942 | .90828 | .45503 | .90048 | .47050 | .89206 | 56 |
| 5 | .42394 | .90569 | .43968 | .90816 | .45529 | .90035 | .47076 | .89194 | 55 |
| 6 | .42420 | .90557 | .43994 | .90803 | .45554 | .90022 | .47101 | .89182 | 54 |
| 7 | .42446 | .90545 | .44020 | .90790 | .45580 | .90009 | .47127 | .89170 | 53 |
| 8 | .42473 | .90532 | .44046 | .90777 | .45606 | .89995 | .47153 | .89158 | 52 |
| 9 | .42499 | .90520 | .44072 | .90764 | .45632 | .89982 | .47178 | .89146 | 51 |
| 10 | .42525 | .90507 | .44098 | .90752 | .45658 | .89968 | .47204 | .89134 | 50 |
| 11 | .42552 | .90495 | .44124 | .90739 | .45684 | .89955 | .47229 | .89122 | 49 |
| 12 | .42578 | .90483 | .44151 | .90726 | .45710 | .89942 | .47254 | .89110 | 48 |
| 13 | .42604 | .90470 | .44177 | .90713 | .45736 | .89928 | .47281 | .89100 | 47 |
| 14 | .42631 | .90458 | .44203 | .90700 | .45762 | .89915 | .47306 | .89100 | 46 |
| 15 | .42657 | .90446 | .44229 | .90687 | .45787 | .89902 | .47332 | .89089 | 45 |
| 16 | .42683 | .90433 | .44255 | .90674 | .45813 | .89889 | .47358 | .89075 | 44 |
| 17 | .42709 | .90421 | .44281 | .90662 | .45839 | .89875 | .47383 | .89063 | 43 |
| 18 | .42736 | .90408 | .44307 | .90649 | .45865 | .89862 | .47409 | .89048 | 42 |
| 19 | .42762 | .90396 | .44333 | .90636 | .45891 | .89848 | .47434 | .89034 | 41 |
| 20 | .42788 | .90383 | .44359 | .90623 | .45917 | .89835 | .47460 | .89020 | 40 |
| 21 | .42815 | .90371 | .44385 | .90610 | .45942 | .89822 | .47486 | .89006 | 39 |
| 22 | .42841 | .90358 | .44411 | .90597 | .45968 | .89808 | .47511 | .88993 | 38 |
| 23 | .42867 | .90346 | .44437 | .90584 | .45994 | .89795 | .47537 | .88979 | 37 |
| 24 | .42894 | .90334 | .44464 | .90571 | .46020 | .89782 | .47562 | .88965 | 36 |
| 25 | .42920 | .90321 | .44490 | .90558 | .46046 | .89768 | .47588 | .88951 | 35 |
| 26 | .42946 | .90309 | .44516 | .90545 | .46072 | .89755 | .47614 | .88937 | 34 |
| 27 | .42972 | .90296 | .44542 | .90532 | .46097 | .89741 | .47640 | .88923 | 33 |
| 28 | .42999 | .90284 | .44568 | .90519 | .46123 | .89728 | .47665 | .88909 | 32 |
| 29 | .43025 | .90271 | .44594 | .90506 | .46149 | .89715 | .47690 | .88896 | 31 |
| 30 | .43051 | .90259 | .44620 | .90493 | .46175 | .89701 | .47716 | .88882 | 30 |
| 31 | .43077 | .90246 | .44646 | .90480 | .46201 | .89688 | .47741 | .88868 | 29 |
| 32 | .43104 | .90233 | .44672 | .90467 | .46226 | .89674 | .47767 | .88854 | 28 |
| 33 | .43130 | .90221 | .44698 | .90454 | .46252 | .89661 | .47793 | .88840 | 27 |
| 34 | .43156 | .90208 | .44724 | .90441 | .46278 | .89647 | .47819 | .88826 | 26 |
| 35 | .43182 | .90196 | .44750 | .90428 | .46304 | .89634 | .47844 | .88812 | 25 |
| 36 | .43209 | .90183 | .44776 | .90415 | .46330 | .89620 | .47869 | .88798 | 24 |
| 37 | .43235 | .90171 | .44802 | .90402 | .46355 | .89607 | .47895 | .88784 | 23 |
| 38 | .43261 | .90158 | .44828 | .90389 | .46381 | .89593 | .47920 | .88770 | 22 |
| 39 | .43287 | .90146 | .44854 | .90376 | .46407 | .89580 | .47946 | .88756 | 21 |
| 40 | .43313 | .90133 | .44880 | .90363 | .46433 | .89566 | .47971 | .88742 | 20 |
| 41 | .43340 | .90120 | .44906 | .90350 | .46458 | .89553 | .47997 | .88728 | 19 |
| 42 | .43366 | .90108 | .44932 | .90337 | .46484 | .89539 | .48022 | .88715 | 18 |
| 43 | .43392 | .90095 | .44958 | .90324 | .46510 | .89526 | .48048 | .88701 | 17 |
| 44 | .43418 | .90082 | .44984 | .90311 | .46536 | .89512 | .48073 | .88687 | 16 |
| 45 | .43445 | .90069 | .45010 | .90298 | .46562 | .89498 | .48099 | .88673 | 15 |
| 46 | .43471 | .90057 | .45036 | .90285 | .46587 | .89485 | .48124 | .88659 | 14 |
| 47 | .43497 | .90045 | .45062 | .90272 | .46613 | .89472 | .48150 | .88645 | 13 |
| 48 | .43523 | .90032 | .45088 | .90259 | .46639 | .89458 | .48175 | .88631 | 12 |
| 49 | .43549 | .90020 | .45114 | .90246 | .46665 | .89445 | .48201 | .88617 | 11 |
| 50 | .43575 | .90007 | .45140 | .90232 | .46690 | .89432 | .48226 | .88603 | 10 |
| 51 | .43602 | .89994 | .45166 | .90219 | .46716 | .89418 | .48252 | .88589 | 9 |
| 52 | .43628 | .89981 | .45192 | .90206 | .46742 | .89405 | .48278 | .88575 | 8 |
| 53 | .43654 | .89968 | .45218 | .90193 | .46767 | .89390 | .48303 | .88561 | 7 |
| 54 | .43680 | .89956 | .45244 | .90180 | .46793 | .89377 | .48328 | .88546 | 6 |
| 55 | .43706 | .89943 | .45270 | .90167 | .46819 | .89363 | .48354 | .88532 | 5 |
| 56 | .43733 | .89930 | .45296 | .90154 | .46844 | .89349 | .48379 | .88518 | 4 |
| 57 | .43759 | .89918 | .45321 | .90141 | .46870 | .89336 | .48405 | .88504 | 3 |
| 58 | .43785 | .89905 | .45347 | .90127 | .46896 | .89322 | .48430 | .88490 | 2 |
| 59 | .43811 | .89892 | .45373 | .90114 | .46921 | .89308 | .48 | | |

| | 29° | | 30° | | 31° | | 32° | | 33° | | 34° | | 35° | | 36° | | | | |
|--------|-------|--------|-------|--------|-------|--------|-------|--------|------|--------|-------|--------|-------|--------|-------|--------|-------|--------|------|
| | seno | coseno | seno | coseno | seno | coseno | seno | coseno | seno | coseno | seno | coseno | seno | coseno | seno | coseno | | | |
| 0 | 48481 | 87462 | 50000 | 86603 | 51504 | 85717 | 52992 | 84805 | 50 | 54464 | 83867 | 55019 | 82904 | 57358 | 81915 | 85779 | 80902 | 60 | |
| 1 | 48506 | 87448 | 50025 | 86588 | 51529 | 85702 | 53017 | 84789 | 59 | 54488 | 83851 | 55043 | 82887 | 57381 | 81899 | 85802 | 80885 | 59 | |
| 2 | 48532 | 87434 | 50050 | 86573 | 51554 | 85687 | 53041 | 84774 | 58 | 54513 | 83835 | 55068 | 82871 | 57405 | 81882 | 85826 | 80867 | 58 | |
| 3 | 48557 | 87420 | 50076 | 86559 | 51579 | 85672 | 53066 | 84759 | 57 | 54537 | 83819 | 55092 | 82855 | 57429 | 81865 | 85849 | 80850 | 57 | |
| 4 | 48583 | 87406 | 50101 | 86544 | 51604 | 85657 | 53091 | 84745 | 56 | 54561 | 83804 | 55116 | 82839 | 57453 | 81848 | 85872 | 80833 | 56 | |
| 5 | 48608 | 87391 | 50126 | 86530 | 51628 | 85642 | 53115 | 84732 | 55 | 54586 | 83788 | 55140 | 82823 | 57477 | 81832 | 85896 | 80816 | 55 | |
| 6 | 48634 | 87377 | 50151 | 86515 | 51653 | 85627 | 53140 | 84718 | 54 | 54610 | 83772 | 55164 | 82806 | 57501 | 81815 | 85920 | 80799 | 54 | |
| 7 | 48659 | 87363 | 50176 | 86501 | 51678 | 85612 | 53164 | 84705 | 53 | 54635 | 83756 | 55188 | 82790 | 57524 | 81798 | 85943 | 80782 | 53 | |
| 8 | 48684 | 87349 | 50201 | 86486 | 51703 | 85597 | 53189 | 84691 | 52 | 54659 | 83740 | 55212 | 82773 | 57548 | 81781 | 85967 | 80765 | 52 | |
| 9 | 48710 | 87335 | 50227 | 86471 | 51728 | 85582 | 53214 | 84676 | 51 | 54683 | 83724 | 55236 | 82756 | 57572 | 81764 | 85990 | 80748 | 51 | |
| 10 | 48735 | 87321 | 50252 | 86457 | 51753 | 85567 | 53238 | 84660 | 50 | 54708 | 83708 | 55260 | 82741 | 57596 | 81748 | 86014 | 80730 | 50 | |
| 11 | 48761 | 87306 | 50277 | 86442 | 51778 | 85551 | 53263 | 84645 | 49 | 54732 | 83692 | 55284 | 82724 | 57619 | 81731 | 86037 | 80713 | 49 | |
| 12 | 48786 | 87292 | 50302 | 86427 | 51803 | 85536 | 53288 | 84619 | 48 | 54756 | 83676 | 55308 | 82706 | 57643 | 81714 | 86061 | 80696 | 48 | |
| 13 | 48811 | 87278 | 50327 | 86413 | 51828 | 85521 | 53312 | 84604 | 47 | 54781 | 83660 | 55332 | 82692 | 57667 | 81698 | 86084 | 80679 | 47 | |
| 14 | 48837 | 87264 | 50352 | 86398 | 51852 | 85506 | 53337 | 84588 | 46 | 54805 | 83645 | 55356 | 82675 | 57691 | 81681 | 86108 | 80662 | 46 | |
| 15 | 48862 | 87250 | 50377 | 86384 | 51877 | 85491 | 53361 | 84573 | 45 | 54829 | 83629 | 55380 | 82659 | 57715 | 81664 | 86131 | 80644 | 45 | |
| 16 | 48888 | 87235 | 50403 | 86369 | 51902 | 85476 | 53386 | 84557 | 44 | 54854 | 83613 | 55405 | 82643 | 57738 | 81647 | 86154 | 80627 | 44 | |
| 17 | 48913 | 87221 | 50428 | 86354 | 51927 | 85461 | 53411 | 84542 | 43 | 54878 | 83597 | 55429 | 82626 | 57762 | 81631 | 86178 | 80610 | 43 | |
| 18 | 48938 | 87207 | 50453 | 86340 | 51952 | 85446 | 53435 | 84526 | 42 | 54902 | 83581 | 55453 | 82610 | 57786 | 81614 | 86201 | 80593 | 42 | |
| 19 | 48964 | 87193 | 50478 | 86325 | 51977 | 85431 | 53460 | 84511 | 41 | 54927 | 83565 | 55477 | 82593 | 57810 | 81597 | 86225 | 80576 | 41 | |
| 20 | 48989 | 87178 | 50503 | 86310 | 52002 | 85416 | 53484 | 84495 | 40 | 54951 | 83549 | 55501 | 82577 | 57833 | 81580 | 86248 | 80558 | 40 | |
| 21 | 49014 | 87164 | 50528 | 86295 | 52026 | 85401 | 53509 | 84480 | 39 | 54975 | 83533 | 55525 | 82561 | 57857 | 81563 | 86272 | 80541 | 39 | |
| 22 | 49040 | 87150 | 50553 | 86281 | 52051 | 85385 | 53534 | 84464 | 38 | 54999 | 83517 | 55549 | 82544 | 57881 | 81546 | 86295 | 80524 | 38 | |
| 23 | 49065 | 87136 | 50578 | 86266 | 52076 | 85370 | 53558 | 84448 | 37 | 55024 | 83501 | 55573 | 82528 | 57904 | 81530 | 86318 | 80507 | 37 | |
| 24 | 49090 | 87121 | 50603 | 86251 | 52101 | 85355 | 53583 | 84433 | 36 | 55048 | 83485 | 55597 | 82511 | 57928 | 81513 | 86342 | 80489 | 36 | |
| 25 | 49116 | 87107 | 50628 | 86237 | 52126 | 85340 | 53607 | 84417 | 35 | 55072 | 83469 | 55621 | 82495 | 57952 | 81496 | 86365 | 80472 | 35 | |
| 26 | 49141 | 87093 | 50654 | 86222 | 52151 | 85325 | 53632 | 84402 | 34 | 55097 | 83453 | 55645 | 82478 | 57976 | 81479 | 86389 | 80455 | 34 | |
| 27 | 49166 | 87079 | 50679 | 86207 | 52176 | 85310 | 53656 | 84386 | 33 | 55121 | 83437 | 55669 | 82462 | 57999 | 81462 | 86412 | 80438 | 33 | |
| 28 | 49192 | 87064 | 50704 | 86192 | 52200 | 85294 | 53681 | 84370 | 32 | 55145 | 83421 | 55693 | 82446 | 58023 | 81445 | 86436 | 80420 | 32 | |
| 29 | 49217 | 87050 | 50729 | 86178 | 52225 | 85279 | 53705 | 84355 | 31 | 55169 | 83405 | 55717 | 82429 | 58047 | 81428 | 86459 | 80403 | 31 | |
| 30 | 49242 | 87036 | 50754 | 86163 | 52250 | 85264 | 53730 | 84339 | 30 | 55194 | 83389 | 55741 | 82413 | 58070 | 81412 | 86482 | 80386 | 30 | |
| 31 | 49268 | 87021 | 50779 | 86148 | 52275 | 85249 | 53754 | 84324 | 29 | 55218 | 83373 | 55765 | 82396 | 58094 | 81395 | 86506 | 80369 | 29 | |
| 32 | 49293 | 87007 | 50804 | 86133 | 52300 | 85234 | 53779 | 84308 | 28 | 55242 | 83356 | 55789 | 82380 | 58118 | 81378 | 86529 | 80352 | 28 | |
| 33 | 49318 | 86993 | 50829 | 86119 | 52324 | 85218 | 53804 | 84292 | 27 | 55266 | 83340 | 55813 | 82363 | 58141 | 81361 | 86552 | 80334 | 27 | |
| 34 | 49344 | 86978 | 50854 | 86105 | 52349 | 85203 | 53828 | 84277 | 26 | 55291 | 83324 | 55837 | 82347 | 58165 | 81344 | 86575 | 80316 | 26 | |
| 35 | 49369 | 86964 | 50879 | 86090 | 52374 | 85188 | 53853 | 84261 | 25 | 55315 | 83308 | 55861 | 82330 | 58188 | 81327 | 86599 | 80299 | 25 | |
| 36 | 49394 | 86949 | 50904 | 86074 | 52399 | 85173 | 53877 | 84245 | 24 | 55339 | 83292 | 55884 | 82314 | 58212 | 81310 | 86622 | 80282 | 24 | |
| 37 | 49419 | 86935 | 50929 | 86059 | 52423 | 85157 | 53902 | 84230 | 23 | 55363 | 83276 | 55908 | 82297 | 58236 | 81293 | 86646 | 80264 | 23 | |
| 38 | 49445 | 86920 | 50954 | 86045 | 52448 | 85142 | 53926 | 84214 | 22 | 55387 | 83260 | 55932 | 82281 | 58260 | 81276 | 86669 | 80247 | 22 | |
| 39 | 49470 | 86906 | 50979 | 86030 | 52473 | 85127 | 53951 | 84198 | 21 | 55411 | 83244 | 55956 | 82264 | 58283 | 81259 | 86693 | 80230 | 21 | |
| 40 | 49495 | 86892 | 51004 | 86015 | 52498 | 85112 | 53975 | 84182 | 20 | 55436 | 83228 | 55980 | 82248 | 58307 | 81242 | 86716 | 80212 | 20 | |
| 41 | 49521 | 86878 | 51029 | 86000 | 52522 | 85096 | 54000 | 84167 | 19 | 55460 | 83212 | 56004 | 82231 | 58330 | 81225 | 86739 | 80195 | 19 | |
| 42 | 49546 | 86863 | 51054 | 85985 | 52547 | 85081 | 54024 | 84151 | 18 | 55484 | 83195 | 56028 | 82214 | 58354 | 81208 | 86763 | 80178 | 18 | |
| 43 | 49571 | 86849 | 51079 | 85970 | 52572 | 85066 | 54049 | 84135 | 17 | 55509 | 83179 | 56052 | 82198 | 58378 | 81191 | 86786 | 80160 | 17 | |
| 44 | 49596 | 86834 | 51104 | 85956 | 52597 | 85051 | 54073 | 84120 | 16 | 55533 | 83163 | 56076 | 82181 | 58401 | 81174 | 86809 | 80143 | 16 | |
| 45 | 49622 | 86820 | 51129 | 85941 | 52621 | 85035 | 54097 | 84104 | 15 | 55557 | 83147 | 56100 | 82165 | 58425 | 81157 | 86832 | 80125 | 15 | |
| 46 | 49647 | 86805 | 51154 | 85926 | 52646 | 85020 | 54122 | 84088 | 14 | 55581 | 83131 | 56124 | 82149 | 58448 | 81140 | 86855 | 80108 | 14 | |
| 47 | 49672 | 86791 | 51179 | 85911 | 52671 | 85005 | 54146 | 84072 | 13 | 55605 | 83115 | 56147 | 82133 | 58472 | 81123 | 86879 | 80091 | 13 | |
| 48 | 49697 | 86777 | 51204 | 85896 | 52696 | 84989 | 54171 | 84057 | 12 | 55629 | 83099 | 56171 | 82117 | 58496 | 81106 | 86902 | 80073 | 12 | |
| 49 | 49723 | 86762 | 51229 | 85881 | 52720 | 84974 | 54195 | 84041 | 11 | 55654 | 83082 | 56195 | 82101 | 58519 | 81089 | 86926 | 80056 | 11 | |
| 50 | 49748 | 86748 | 51254 | 85866 | 52745 | 84959 | 54220 | 84025 | 10 | 55678 | 83066 | 56219 | 82085 | 58543 | 81072 | 86949 | 80038 | 10 | |
| 51 | 49773 | 86733 | 51279 | 85851 | 52770 | 84943 | 54244 | 84009 | 9 | 55702 | 83050 | 56243 | 82069 | 58567 | 81055 | 86972 | 80021 | 9 | |
| 52 | 49798 | 86719 | 51304 | 85836 | 52794 | 84928 | 54269 | 83994 | 8 | 55726 | 83034 | 56267 | 82053 | 58590 | 81038 | 86995 | 80003 | 8 | |
| 53 | 49824 | 86704 | 51329 | 85821 | 52819 | 84913 | 54293 | 83979 | 7 | 55750 | 83017 | 56291 | 82037 | 58614 | 81021 | 87018 | 79986 | 7 | |
| 54 | 49849 | 86690 | 51354 | 85806 | 52844 | 84897 | 54317 | 83963 | 6 | 55775 | 83001 | 56315 | 82021 | 58637 | 81004 | 87042 | 79968 | 6 | |
| 55 | 49874 | 86675 | 51379 | 85792 | 52869 | 84882 | 54342 | 83946 | 5 | 55800 | 82985 | 56339 | 82005 | 58661 | 80987 | 87066 | 79951 | 5 | |
| 56 | 49899 | 86661 | 51404 | 85777 | 52893 | 84866 | 54366 | 83930 | 4 | 55825 | 82969 | 56363 | 81989 | 58684 | 80970 | 87089 | 79934 | 4 | |
| 57 | 49924 | 86646 | 51429 | 85762 | 52918 | 84851 | 54391 | 83914 | 3 | 55850 | 82953 | 56387 | 81973 | 58708 | 80953 | 87112 | 79916 | 3 | |
| 58 | 49950 | 86632 | 51454 | 85747 | 52943 | 84836 | 54415 | 83899 | 2 | 55875 | 82937 | 56411 | 81957 | 58731 | 80936 | 87135 | 79899 | 2 | |
| 59 | 49975 | 86617 | 51479 | 85732 | 52967 | 84820 | 54440 | 83883 | 1 | 55900 | 82921 | 56435 | 81941 | 58755 | 80919 | 87158 | 79881 | 1 | |
| 60 | 50000 | 86603 | 51504 | 85717 | 52992 | 84805 | 54464 | 83867 | 0 | 55925 | 82904 | 56459 | 81925 | 58779 | 80902 | 87182 | 79864 | 0 | |
| coseno | seno | coseno | seno | coseno | seno | coseno | seno | coseno | seno | coseno | seno | coseno | seno | coseno | seno | coseno | seno | coseno | seno |
| | 60° | | 59° | | 58° | | 57° | | | 56° | | 55° | | 54° | | 53° | | | |

| 37° | | 38° | | 39° | | 40° | | | |
|--------|---------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|----|
| seno | coseno | seno | coseno | seno | coseno | seno | coseno | | |
| 0 | 0.1812 | 79864 | 61566 | 78803 | 62932 | .77715 | .64279 | 76604 | 58 |
| 1 | 0.20205 | 79846 | 61589 | 78803 | 62945 | .77698 | .64201 | 76532 | 59 |
| 2 | 0.02228 | 79829 | 61615 | 78785 | 62977 | .77678 | .64233 | 76567 | 58 |
| 3 | 0.0251 | 79811 | 61635 | 78747 | 63000 | .77660 | .64246 | 76548 | 57 |
| 4 | 0.0274 | 79793 | 61658 | 78729 | 63022 | .77641 | .64368 | 76530 | 56 |
| 5 | 0.0298 | 79776 | 61681 | 78711 | 63045 | .77623 | .64390 | 76511 | 55 |
| 6 | 0.0321 | 79758 | 61706 | 78693 | 63068 | .77604 | .64312 | 76492 | 54 |
| 7 | 0.0344 | 79741 | 61726 | 78676 | 63090 | .77586 | .64435 | 76473 | 53 |
| 8 | 0.0367 | 79723 | 61749 | 78658 | 63113 | .77568 | .64457 | 76454 | 52 |
| 9 | 0.0390 | 79706 | 61772 | 78640 | 63135 | .77550 | .64479 | 76436 | 51 |
| 10 | 0.0414 | 79688 | 61795 | 78622 | 63158 | .77531 | .64501 | 76417 | 50 |
| 11 | 0.0437 | 79671 | 61818 | 78604 | 63180 | .77514 | .64524 | 76398 | 49 |
| 12 | 0.0460 | 79653 | 61841 | 78586 | 63203 | .77494 | .64546 | 76380 | 48 |
| 13 | 0.0483 | 79636 | 61864 | 78568 | 63225 | .77475 | .64568 | 76361 | 47 |
| 14 | 0.0506 | 79618 | 61887 | 78550 | 63248 | .77458 | .64590 | 76342 | 46 |
| 15 | 0.0529 | 79600 | 61909 | 78532 | 63271 | .77439 | .64612 | 76323 | 45 |
| 16 | 0.0553 | 79583 | 61932 | 78514 | 63293 | .77421 | .64635 | 76304 | 44 |
| 17 | 0.0576 | 79565 | 61955 | 78496 | 63316 | .77402 | .64657 | 76286 | 43 |
| 18 | 0.0599 | 79547 | 61978 | 78478 | 63338 | .77384 | .64679 | 76267 | 42 |
| 19 | 0.0622 | 79530 | 62001 | 78460 | 63361 | .77366 | .64701 | 76248 | 41 |
| 20 | 0.0645 | 79512 | 62024 | 78442 | 63383 | .77347 | .64723 | 76229 | 40 |
| 21 | 0.0668 | 79494 | 62046 | 78424 | 63406 | .77329 | .64746 | 76210 | 39 |
| 22 | 0.0691 | 79477 | 62069 | 78405 | 63428 | .77310 | .64768 | 76192 | 38 |
| 23 | 0.0714 | 79459 | 62092 | 78387 | 63451 | .77292 | .64790 | 76173 | 37 |
| 24 | 0.0738 | 79441 | 62115 | 78369 | 63473 | .77273 | .64812 | 76154 | 36 |
| 25 | 0.0761 | 79424 | 62138 | 78351 | 63496 | .77255 | .64834 | 76135 | 35 |
| 26 | 0.0784 | 79406 | 62160 | 78333 | 63518 | .77236 | .64856 | 76116 | 34 |
| 27 | 0.0807 | 79388 | 62183 | 78315 | 63540 | .77218 | .64878 | 76097 | 33 |
| 28 | 0.0830 | 79371 | 62206 | 78297 | 63563 | .77199 | .64901 | 76078 | 32 |
| 29 | 0.0853 | 79353 | 62229 | 78279 | 63585 | .77181 | .64923 | 76059 | 31 |
| 30 | 0.0876 | 79335 | 62251 | 78261 | 63608 | .77162 | .64945 | 76041 | 30 |
| 31 | 0.0899 | 79318 | 62274 | 78243 | 63630 | .77144 | .64967 | 76022 | 29 |
| 32 | 0.0922 | 79300 | 62297 | 78225 | 63653 | .77125 | .64989 | 76003 | 28 |
| 33 | 0.0945 | 79282 | 62320 | 78206 | 63675 | .77107 | .65011 | 75984 | 27 |
| 34 | 0.0968 | 79264 | 62342 | 78188 | 63698 | .77088 | .65033 | 75965 | 26 |
| 35 | 0.0991 | 79247 | 62364 | 78170 | 63720 | .77070 | .65055 | 75946 | 25 |
| 36 | 0.1015 | 79229 | 62388 | 78151 | 63742 | .77051 | .65077 | 75927 | 24 |
| 37 | 0.1038 | 79211 | 62411 | 78134 | 63765 | .77033 | .65100 | 75908 | 23 |
| 38 | 0.1061 | 79193 | 62433 | 78116 | 63787 | .77014 | .65122 | 75889 | 22 |
| 39 | 0.1084 | 79176 | 62456 | 78098 | 63810 | .76996 | .65144 | 75870 | 21 |
| 40 | 0.1107 | 79158 | 62479 | 78079 | 63832 | .76977 | .65166 | 75851 | 20 |
| 41 | 0.1130 | 79140 | 62502 | 78061 | 63854 | .76959 | .65188 | 75832 | 19 |
| 42 | 0.1153 | 79122 | 62524 | 78043 | 63877 | .76940 | .65210 | 75813 | 18 |
| 43 | 0.1176 | 79104 | 62547 | 78025 | 63900 | .76922 | .65232 | 75794 | 17 |
| 44 | 0.1199 | 79087 | 62570 | 78007 | 63922 | .76903 | .65254 | 75775 | 16 |
| 45 | 0.1222 | 79069 | 62592 | 77988 | 63944 | .76884 | .65276 | 75756 | 15 |
| 46 | 0.1245 | 79051 | 62615 | 77970 | 63966 | .76866 | .65298 | 75737 | 14 |
| 47 | 0.1268 | 79033 | 62636 | 77952 | 63988 | .76847 | .65320 | 75718 | 13 |
| 48 | 0.1291 | 79016 | 62660 | 77934 | 64011 | .76828 | .65342 | 75700 | 12 |
| 49 | 0.1314 | 78998 | 62683 | 77916 | 64033 | .76810 | .65364 | 75681 | 11 |
| 50 | 0.1337 | 78980 | 62706 | 77897 | 64056 | .76791 | .65386 | 75662 | 10 |
| 51 | 0.1360 | 78962 | 62728 | 77879 | 64078 | .76772 | .65408 | 75642 | 9 |
| 52 | 0.1383 | 78944 | 62751 | 77861 | 64100 | .76754 | .65430 | 75623 | 8 |
| 53 | 0.1406 | 78926 | 62774 | 77843 | 64123 | .76735 | .65452 | 75604 | 7 |
| 54 | 0.1429 | 78908 | 62796 | 77824 | 64145 | .76717 | .65474 | 75584 | 6 |
| 55 | 0.1451 | 78891 | 62819 | 77806 | 64167 | .76700 | .65496 | 75565 | 5 |
| 56 | 0.1474 | 78873 | 62842 | 77788 | 64190 | .76682 | .65518 | 75547 | 4 |
| 57 | 0.1497 | 78855 | 62864 | 77769 | 64212 | .76664 | .65540 | 75528 | 3 |
| 58 | 0.1520 | 78837 | 62887 | 77751 | 64234 | .76646 | .65562 | 75509 | 2 |
| 59 | 0.1543 | 78819 | 62909 | 77733 | 64256 | .76628 | .65584 | 75490 | 1 |
| 60 | 0.1566 | 78801 | 62932 | 77715 | 64279 | .76609 | .65606 | 75471 | 0 |
| coseno | | seno | | coseno | | seno | | coseno | |
| 52° | | 51° | | 50° | | 49° | | | |

| 41° | | 42° | | 43° | | 44° | | | |
|------|---------|--------|--------|-------|--------|-------|--------|-------|----|
| seno | coseno | seno | coseno | seno | coseno | seno | coseno | | |
| 0 | 0.6506 | .75471 | .66913 | 74314 | 68200 | 73135 | 69466 | 71934 | 60 |
| 1 | 0.6529 | .75444 | .66935 | 74295 | 68221 | 73116 | 69487 | 71914 | 59 |
| 2 | 0.6550 | 75433 | 66956 | 74276 | 68242 | 73098 | 69508 | 71894 | 58 |
| 3 | 0.6572 | 75414 | 66978 | 74256 | 68264 | 73076 | 69529 | 71873 | 57 |
| 4 | 0.6594 | 75396 | 66999 | 74237 | 68285 | 73056 | 69549 | 71852 | 56 |
| 5 | 0.6616 | 75376 | 67021 | 74217 | 68306 | 73036 | 69570 | 71833 | 55 |
| 6 | 0.65738 | 75356 | 67043 | 74198 | 68327 | 73016 | 69591 | 71813 | 54 |
| 7 | 0.65759 | 75337 | 67064 | 74178 | 68349 | 72996 | 69612 | 71792 | 53 |
| 8 | 0.65781 | 75318 | 67086 | 74159 | 68370 | 72976 | 69633 | 71772 | 52 |
| 9 | 0.65803 | 75299 | 67107 | 74139 | 68391 | 72957 | 69654 | 71752 | 51 |
| 10 | 0.65825 | 75280 | 67129 | 74120 | 68412 | 72937 | 69675 | 71732 | 50 |
| 11 | 0.65847 | 75261 | 67151 | 74100 | 68434 | 72917 | 69696 | 71711 | 49 |
| 12 | 0.65869 | 75242 | 67172 | 74080 | 68455 | 72897 | 69717 | 71691 | 48 |
| 13 | 0.65891 | 75222 | 67194 | 74061 | 68476 | 72877 | 69737 | 71671 | 47 |
| 14 | 0.65913 | 75203 | 67215 | 74041 | 68497 | 72857 | 69758 | 71650 | 46 |
| 15 | 0.65935 | 75184 | 67237 | 74022 | 68518 | 72837 | 69779 | 71630 | 45 |
| 16 | 0.65956 | 75164 | 67258 | 74002 | 68539 | 72817 | 69800 | 71610 | 44 |
| 17 | 0.65977 | 75144 | 67280 | 73983 | 68561 | 72797 | 69821 | 71590 | 43 |
| 18 | 0.66000 | 75124 | 67301 | 73964 | 68582 | 72777 | 69842 | 71569 | 42 |
| 19 | 0.66022 | 75103 | 67323 | 73944 | 68603 | 72757 | 69862 | 71549 | 41 |
| 20 | 0.66044 | 75083 | 67344 | 73924 | 68624 | 72737 | 69883 | 71529 | 40 |
| 21 | 0.66066 | 75064 | 67366 | 73904 | 68645 | 72717 | 69904 | 71509 | 39 |
| 22 | 0.66088 | 75045 | 67387 | 73885 | 68666 | 72697 | 69925 | 71489 | 38 |
| 23 | 0.66109 | 75026 | 67409 | 73866 | 68688 | 72677 | 69946 | 71468 | 37 |
| 24 | 0.66131 | 75007 | 67430 | 73846 | 68709 | 72657 | 69966 | 71448 | 36 |
| 25 | 0.66153 | 74989 | 67452 | 73826 | 68730 | 72637 | 69987 | 71427 | 35 |
| 26 | 0.66175 | 74973 | 67473 | 73806 | 68751 | 72617 | 70008 | 71407 | 34 |
| 27 | 0.66197 | 74953 | 67495 | 73787 | 68772 | 72597 | 70029 | 71386 | 33 |
| 28 | 0.66218 | 74934 | 67518 | 73767 | 68793 | 72577 | 70049 | 71366 | 32 |
| 29 | 0.66240 | 74915 | 67538 | 73747 | 68814 | 72557 | 70070 | 71346 | 31 |
| 30 | 0.66262 | 74896 | 67559 | 73728 | 68835 | 72537 | 70091 | 71325 | 30 |
| 31 | 0.66284 | 74876 | 67580 | 73708 | 68857 | 72517 | 70112 | 71305 | 29 |
| 32 | 0.66306 | 74857 | 67602 | 73688 | 68878 | 72497 | 70132 | 71284 | 28 |
| 33 | 0.66327 | 74838 | 67623 | 73669 | 68899 | 72477 | 70153 | 71264 | 27 |
| 34 | 0.66349 | 74818 | 67645 | 73649 | 68920 | 72457 | 70174 | 71243 | 26 |
| 35 | 0.66371 | 74799 | 67668 | 73629 | 68941 | 72437 | 70195 | 71223 | 25 |
| 36 | 0.66393 | 74780 | 67688 | 73610 | 68962 | 72417 | 70215 | 71203 | 24 |
| 37 | 0.66414 | 74760 | 67709 | 73590 | 68983 | 72397 | 70236 | 71182 | 23 |
| 38 | 0.66436 | 74741 | 67730 | 73570 | 69004 | 72377 | 70257 | 71162 | 22 |
| 39 | 0.66458 | 74722 | 67752 | 73551 | 69025 | 72357 | 70277 | 71141 | 21 |
| 40 | 0.66480 | 74703 | 67773 | 73531 | 69046 | 72337 | 70298 | 71121 | 20 |
| 41 | 0.66501 | 74683 | 67795 | 73511 | 69067 | 72317 | 70319 | 71100 | 19 |
| 42 | 0.66523 | 74664 | 67816 | 73492 | 69088 | 72297 | 70339 | 71080 | 18 |
| 43 | 0.66544 | 74644 | 67837 | 73472 | 69109 | 72277 | 70360 | 71059 | 17 |
| 44 | 0.66566 | 74625 | 67859 | 73452 | 69130 | 72257 | 70381 | 71039 | 16 |
| 45 | 0.66588 | 74606 | 67880 | 73432 | 69151 | 72237 | 70402 | 71019 | 15 |
| 46 | 0.66610 | 74586 | 67901 | 73412 | 69172 | 72217 | 70422 | 70999 | 14 |
| 47 | 0.66632 | 74567 | 67923 | 73393 | 69193 | 72197 | 70443 | 70978 | 13 |
| 48 | 0.66653 | 74548 | 67944 | 73373 | 69214 | 72176 | 70463 | 70957 | 12 |
| 49 | 0.66675 | 74528 | 67965 | 73353 | 69235 | 72156 | 70484 | 70937 | 11 |
| 50 | 0.66697 | 74509 | 67987 | 73333 | 69256 | 72136 | 70505 | 70916 | 10 |
| 51 | 0.66718 | 74489 | 68008 | 73314 | 69277 | 72116 | 70525 | 70896 | 9 |
| 52 | 0.66740 | 74470 | 68029 | 73294 | 69298 | 72096 | 70546 | 70875 | 8 |
| 53 | 0.66762 | 74451 | 68051 | 73274 | 69319 | 72075 | 70567 | 70855 | 7 |
| 54 | 0.66783 | 74431 | 68072 | 73254 | 69340 | 72055 | 70587 | 70834 | 6 |
| 55 | 0.66805 | 74412 | 68093 | 73234 | 69361 | 72035 | 70608 | 70813 | 5 |
| 56 | 0.66827 | 74392 | 68115 | 73215 | 69382 | 72015 | 70628 | 70793 | 4 |
| 57 | 0.66848 | 74373 | 68136 | 73195 | 69403 | | | | |

Secantes y Cossecantes

| ° | 0° | | 1° | | 2° | | 3° | | |
|----|---------|----------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|----|
| | sec | coscc | sec | coscc | sec | coscc | sec | coscc | |
| 0 | | Infinit. | 1.0001 | 57 299 | 1.0006 | 28 654 | 1.0014 | 19 107 | 60 |
| 1 | 3437.70 | 1.0001 | 56 359 | 1.0006 | 28 417 | 1.0013 | 18 877 | 59 | |
| 2 | 718.90 | 1.0002 | 55 450 | 1.0006 | 28 184 | 1.0014 | 18 607 | 58 | |
| 3 | 1145.90 | 1.0002 | 54 570 | 1.0006 | 27 955 | 1.0014 | 18 394 | 57 | |
| 4 | 859.44 | 1.0002 | 53 718 | 1.0007 | 27 730 | 1.0014 | 18 692 | 56 | |
| 5 | 887.55 | 1.0002 | 52 891 | 1.0007 | 27 508 | 1.0014 | 18 591 | 55 | |
| 6 | 572.96 | 1.0002 | 52 090 | 1.0007 | 27 290 | 1.0015 | 18 491 | 54 | |
| 7 | 491.11 | 1.0002 | 51 313 | 1.0007 | 27 075 | 1.0015 | 18 393 | 53 | |
| 8 | 429.72 | 1.0002 | 50 558 | 1.0007 | 26 864 | 1.0015 | 18 295 | 52 | |
| 9 | 381.97 | 1.0002 | 49 826 | 1.0007 | 26 658 | 1.0015 | 18 198 | 51 | |
| 10 | 343.77 | 1.0002 | 49 114 | 1.0007 | 26 450 | 1.0015 | 18 103 | 50 | |
| 11 | 312.52 | 1.0002 | 48 422 | 1.0007 | 26 249 | 1.0015 | 18 008 | 49 | |
| 12 | 286.48 | 1.0002 | 47 750 | 1.0007 | 26 052 | 1.0015 | 17 914 | 48 | |
| 13 | 265.44 | 1.0002 | 47 096 | 1.0007 | 25 854 | 1.0016 | 17 821 | 47 | |
| 14 | 245.55 | 1.0002 | 46 460 | 1.0008 | 25 661 | 1.0016 | 17 730 | 46 | |
| 15 | 229.18 | 1.0002 | 45 840 | 1.0008 | 25 471 | 1.0016 | 17 639 | 45 | |
| 16 | 214.86 | 1.0002 | 45 237 | 1.0008 | 25 284 | 1.0016 | 17 549 | 44 | |
| 17 | 202.22 | 1.0002 | 44 650 | 1.0008 | 25 103 | 1.0016 | 17 460 | 43 | |
| 18 | 190.99 | 1.0002 | 44 077 | 1.0008 | 24 918 | 1.0017 | 17 372 | 42 | |
| 19 | 180.73 | 1.0003 | 43 520 | 1.0008 | 24 739 | 1.0017 | 17 285 | 41 | |
| 20 | 171.89 | 1.0003 | 42 976 | 1.0008 | 24 562 | 1.0017 | 17 198 | 40 | |
| 21 | 163.70 | 1.0003 | 42 445 | 1.0008 | 24 388 | 1.0017 | 17 113 | 39 | |
| 22 | 156.26 | 1.0003 | 41 928 | 1.0008 | 24 216 | 1.0017 | 17 028 | 38 | |
| 23 | 149.47 | 1.0003 | 41 423 | 1.0009 | 24 047 | 1.0017 | 16 944 | 37 | |
| 24 | 143.24 | 1.0003 | 40 930 | 1.0009 | 23 880 | 1.0018 | 16 861 | 36 | |
| 25 | 137.51 | 1.0003 | 40 448 | 1.0009 | 23 716 | 1.0018 | 16 779 | 35 | |
| 26 | 132.22 | 1.0003 | 39 978 | 1.0009 | 23 553 | 1.0018 | 16 698 | 34 | |
| 27 | 127.32 | 1.0003 | 39 518 | 1.0009 | 23 393 | 1.0018 | 16 617 | 33 | |
| 28 | 122.78 | 1.0003 | 39 069 | 1.0009 | 23 235 | 1.0018 | 16 538 | 32 | |
| 29 | 118.54 | 1.0003 | 38 631 | 1.0009 | 23 079 | 1.0018 | 16 459 | 31 | |
| 30 | 114.59 | 1.0003 | 38 201 | 1.0009 | 22 925 | 1.0019 | 16 380 | 30 | |
| 31 | 110.90 | 1.0003 | 37 782 | 1.0010 | 22 774 | 1.0019 | 16 303 | 29 | |
| 32 | 107.43 | 1.0003 | 37 371 | 1.0010 | 22 624 | 1.0019 | 16 226 | 28 | |
| 33 | 104.17 | 1.0004 | 36 969 | 1.0010 | 22 476 | 1.0019 | 16 150 | 27 | |
| 34 | 101.17 | 1.0004 | 36 576 | 1.0010 | 22 330 | 1.0019 | 16 075 | 26 | |
| 35 | 98.223 | 1.0004 | 36 191 | 1.0010 | 22 186 | 1.0019 | 16 000 | 25 | |
| 36 | 95.49 | 1.0004 | 35 814 | 1.0010 | 22 044 | 1.0020 | 15 926 | 24 | |
| 37 | 92.914 | 1.0004 | 35 445 | 1.0010 | 21 904 | 1.0020 | 15 853 | 23 | |
| 38 | 90.469 | 1.0004 | 35 084 | 1.0010 | 21 766 | 1.0020 | 15 780 | 22 | |
| 39 | 88.149 | 1.0004 | 34 729 | 1.0011 | 21 629 | 1.0020 | 15 708 | 21 | |
| 40 | 85.946 | 1.0004 | 34 382 | 1.0011 | 21 494 | 1.0020 | 15 637 | 20 | |
| 41 | 83 849 | 1.0004 | 34 042 | 1.0011 | 21 360 | 1.0021 | 15 566 | 19 | |
| 42 | 81 853 | 1.0004 | 33 708 | 1.0011 | 21 228 | 1.0021 | 15 496 | 18 | |
| 43 | 80 000 | 1.0004 | 33 381 | 1.0011 | 21 098 | 1.0021 | 15 427 | 17 | |
| 44 | 78 133 | 1.0004 | 33 060 | 1.0011 | 20 970 | 1.0021 | 15 358 | 16 | |
| 45 | 76 356 | 1.0004 | 32 745 | 1.0012 | 20 843 | 1.0021 | 15 290 | 15 | |
| 46 | 74 665 | 1.0005 | 32 437 | 1.0012 | 20 717 | 1.0022 | 15 222 | 14 | |
| 47 | 73 146 | 1.0005 | 32 134 | 1.0012 | 20 593 | 1.0022 | 15 155 | 13 | |
| 48 | 71 622 | 1.0005 | 31 836 | 1.0012 | 20 471 | 1.0022 | 15 089 | 12 | |
| 49 | 70 180 | 1.0005 | 31 544 | 1.0012 | 20 350 | 1.0022 | 15 023 | 11 | |
| 50 | 68 757 | 1.0005 | 31 257 | 1.0012 | 20 230 | 1.0022 | 14 958 | 10 | |
| 51 | 67 409 | 1.0005 | 30 976 | 1.0012 | 20 112 | 1.0023 | 14 893 | 9 | |
| 52 | 66 113 | 1.0005 | 30 699 | 1.0012 | 19 995 | 1.0023 | 14 829 | 8 | |
| 53 | 64 866 | 1.0005 | 30 428 | 1.0013 | 19 880 | 1.0023 | 14 765 | 7 | |
| 54 | 63 664 | 1.0005 | 30 161 | 1.0013 | 19 766 | 1.0023 | 14 702 | 6 | |
| 55 | 62 507 | 1.0005 | 29 899 | 1.0013 | 19 653 | 1.0023 | 14 640 | 5 | |
| 56 | 61 391 | 1.0006 | 29 641 | 1.0013 | 19 541 | 1.0024 | 14 578 | 4 | |
| 57 | 60 314 | 1.0006 | 29 388 | 1.0013 | 19 431 | 1.0024 | 14 517 | 3 | |
| 58 | 59 274 | 1.0006 | 29 139 | 1.0013 | 19 322 | 1.0024 | 14 456 | 2 | |
| 59 | 58 270 | 1.0006 | 28 894 | 1.0013 | 19 214 | 1.0024 | 14 395 | 1 | |
| 60 | 57 299 | 1.0006 | 28 654 | 1.0014 | 19 107 | 1.0024 | 14 335 | 0 | |

| ° | 4° | | 5° | | 6° | | 7° | | |
|----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|----|
| | sec | coscc | sec | coscc | sec | coscc | sec | coscc | |
| 0 | 1.0024 | 14 338 | 1.0038 | 11 474 | 1.0055 | 9 5668 | 1.0075 | 8 2055 | 60 |
| 1 | 1.0025 | 14 274 | 1.0038 | 11 436 | 1.0055 | 9 5404 | 1.0075 | 8 1861 | 59 |
| 2 | 1.0025 | 14 217 | 1.0039 | 11 399 | 1.0055 | 9 5141 | 1.0076 | 8 1668 | 58 |
| 3 | 1.0025 | 14 159 | 1.0039 | 11 360 | 1.0056 | 9 4880 | 1.0076 | 8 1476 | 57 |
| 4 | 1.0025 | 14 101 | 1.0039 | 11 323 | 1.0056 | 9 4620 | 1.0076 | 8 1285 | 56 |
| 5 | 1.0025 | 14 044 | 1.0040 | 11 286 | 1.0057 | 9 4362 | 1.0077 | 8 1094 | 55 |
| 6 | 1.0026 | 13 988 | 1.0040 | 11 249 | 1.0057 | 9 4107 | 1.0077 | 8 0904 | 54 |
| 7 | 1.0026 | 13 930 | 1.0040 | 11 213 | 1.0057 | 9 3850 | 1.0078 | 8 0717 | 53 |
| 8 | 1.0026 | 13 874 | 1.0040 | 11 176 | 1.0057 | 9 3596 | 1.0078 | 8 0529 | 52 |
| 9 | 1.0026 | 13 818 | 1.0040 | 11 140 | 1.0058 | 9 3343 | 1.0078 | 8 0342 | 51 |
| 10 | 1.0026 | 13 763 | 1.0041 | 11 104 | 1.0058 | 9 3092 | 1.0079 | 8 0156 | 50 |
| 11 | 1.0027 | 13 708 | 1.0041 | 11 069 | 1.0058 | 9 2842 | 1.0079 | 7 9971 | 49 |
| 12 | 1.0027 | 13 654 | 1.0041 | 11 033 | 1.0059 | 9 2593 | 1.0079 | 7 9787 | 48 |
| 13 | 1.0027 | 13 600 | 1.0042 | 10 998 | 1.0059 | 9 2345 | 1.0080 | 7 9604 | 47 |
| 14 | 1.0027 | 13 547 | 1.0042 | 10 963 | 1.0059 | 9 2100 | 1.0080 | 7 9421 | 46 |
| 15 | 1.0027 | 13 494 | 1.0042 | 10 929 | 1.0060 | 9 1855 | 1.0080 | 7 9240 | 45 |
| 16 | 1.0028 | 13 441 | 1.0042 | 10 894 | 1.0060 | 9 1612 | 1.0081 | 7 9059 | 44 |
| 17 | 1.0028 | 13 389 | 1.0043 | 10 860 | 1.0060 | 9 1370 | 1.0081 | 7 8879 | 43 |
| 18 | 1.0028 | 13 337 | 1.0043 | 10 826 | 1.0061 | 9 1129 | 1.0082 | 7 8700 | 42 |
| 19 | 1.0028 | 13 286 | 1.0043 | 10 792 | 1.0061 | 9 0890 | 1.0082 | 7 8522 | 41 |
| 20 | 1.0029 | 13 235 | 1.0043 | 10 758 | 1.0061 | 9 0651 | 1.0082 | 7 8344 | 40 |
| 21 | 1.0029 | 13 184 | 1.0044 | 10 725 | 1.0062 | 9 0414 | 1.0083 | 7 8168 | 39 |
| 22 | 1.0029 | 13 134 | 1.0044 | 10 692 | 1.0062 | 9 0179 | 1.0083 | 7 7992 | 38 |
| 23 | 1.0029 | 13 084 | 1.0044 | 10 659 | 1.0062 | 8 9944 | 1.0084 | 7 7817 | 37 |
| 24 | 1.0029 | 13 034 | 1.0044 | 10 626 | 1.0063 | 8 9711 | 1.0084 | 7 7642 | 36 |
| 25 | 1.0030 | 12 985 | 1.0045 | 10 593 | 1.0063 | 8 9479 | 1.0085 | 7 7469 | 35 |
| 26 | 1.0030 | 12 937 | 1.0045 | 10 561 | 1.0063 | 8 9248 | 1.0085 | 7 7296 | 34 |
| 27 | 1.0030 | 12 888 | 1.0045 | 10 529 | 1.0064 | 8 9018 | 1.0085 | 7 7124 | 33 |
| 28 | 1.0030 | 12 840 | 1.0046 | 10 497 | 1.0064 | 8 8790 | 1.0085 | 7 6953 | 32 |
| 29 | 1.0031 | 12 793 | 1.0046 | 10 465 | 1.0064 | 8 8563 | 1.0086 | 7 6783 | 31 |
| 30 | 1.0031 | 12 745 | 1.0046 | 10 433 | 1.0065 | 8 8337 | 1.0086 | 7 6613 | 30 |
| 31 | 1.0031 | 12 698 | 1.0046 | 10 402 | 1.0065 | 8 8112 | 1.0087 | 7 6444 | 29 |
| 32 | 1.0031 | 12 652 | 1.0047 | 10 371 | 1.0065 | 8 7888 | 1.0087 | 7 6276 | 28 |
| 33 | 1.0032 | 12 606 | 1.0047 | 10 340 | 1.0066 | 8 7665 | 1.0087 | 7 6108 | 27 |
| 34 | 1.0032 | 12 560 | 1.0047 | 10 309 | 1.0066 | 8 7444 | 1.0088 | 7 5942 | 26 |
| 35 | 1.0032 | 12 514 | 1.0048 | 10 278 | 1.0066 | 8 7223 | 1.0088 | 7 5776 | 25 |
| 36 | 1.0032 | 12 469 | 1.0048 | 10 248 | 1.0067 | 8 7004 | 1.0088 | 7 5611 | 24 |
| 37 | 1.0032 | 12 424 | 1.0048 | 10 217 | 1.0067 | 8 6786 | 1.0089 | 7 5446 | 23 |
| 38 | 1.0033 | 12 379 | 1.0048 | 10 187 | 1.0067 | 8 6569 | 1.0089 | 7 5282 | 22 |
| 39 | 1.0033 | 12 335 | 1.0049 | 10 157 | 1.0068 | 8 6353 | 1.0090 | 7 5119 | 21 |
| 40 | 1.0033 | 12 291 | 1.0049 | 10 127 | 1.0068 | 8 6138 | 1.0090 | 7 4957 | 20 |
| 41 | 1.0033 | 12 248 | 1.0049 | 10 098 | 1.0068 | 8 5924 | 1.0090 | 7 4795 | 19 |
| 42 | 1.0034 | 12 204 | 1.0050 | 10 069 | 1.0069 | 8 5711 | 1.0091 | 7 4634 | 18 |
| 43 | 1.0034 | 12 161 | 1.0050 | 10 040 | 1.0069 | 8 5499 | 1.0091 | 7 4474 | 17 |
| 44 | 1.0034 | 12 118 | 1.0050 | 10 010 | 1.0069 | 8 5289 | 1.0092 | 7 4316 | 16 |
| 45 | 1.0034 | 12 076 | 1.0050 | 9 9812 | 1.0070 | 8 5079 | 1.0092 | 7 4156 | 15 |
| 46 | 1.0035 | 12 034 | 1.0051 | 9 9525 | 1.0070 | 8 4871 | 1.0092 | 7 3998 | 14 |
| 47 | 1.0035 | 11 993 | 1.0051 | 9 9239 | 1.0070 | 8 4663 | 1.0093 | 7 3843 | 13 |
| 48 | 1.0035 | 11 950 | 1.0051 | 9 8955 | 1.0071 | 8 4457 | 1.0093 | 7 3689 | 12 |
| 49 | 1.0035 | 11 909 | 1.0052 | 9 8672 | 1.0071 | 8 4251 | 1.0094 | 7 3527 | 11 |
| 50 | 1.0036 | 11 868 | 1.0052 | 9 8391 | 1.0071 | 8 4046 | 1.0094 | 7 3372 | 10 |
| 51 | 1.0036 | 11 828 | 1.0052 | 9 8112 | 1.0072 | 8 3843 | 1.0094 | 7 3217 | 9 |
| 52 | 1.0036 | 11 787 | 1.0053 | 9 7834 | 1.0072 | 8 3640 | 1.0095 | 7 3063 | 8 |
| 53 | 1.0036 | 11 747 | 1.0053 | 9 7558 | 1.0073 | 8 3439 | 1.0095 | 7 2909 | 7 |
| 54 | 1.0037 | 11 707 | 1.0053 | 9 7283 | 1.0073 | 8 3238 | 1.0096 | 7 2757 | 6 |
| 55 | 1.0037 | 11 667 | 1.0053 | 9 7009 | 1.0073 | 8 3039 | 1.0096 | 7 2604 | 5 |
| 56 | 1.0037 | 11 628 | 1.0054 | 9 6739 | 1.0074 | 8 2842 | 1.0097 | 7 2453 | 4 |
| 57 | 1.0037 | 11 589 | 1.0054 | 9 6469 | 1.0074 | 8 | | | |

| | 8° | | 9° | | 10° | | 11° | | |
|----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|----|
| | sec | cos ec | sec | cos ec | sec | cos ec | sec | cos ec | |
| 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 | 1.0125 | 6.3574 | 1.0156 | 5.7304 | 1.0188 | 5.2174 | 57 |
| 4 | 1.0100 | 7.1263 | 1.0126 | 6.3458 | 1.0156 | 5.7210 | 1.0189 | 5.2097 | 56 |
| 5 | 1.0100 | 7.1117 | 1.0127 | 6.3343 | 1.0157 | 5.7117 | 1.0190 | 5.2019 | 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 | 6.2999 | 1.0158 | 5.6838 | 1.0192 | 5.1788 | 52 |
| 9 | 1.0102 | 7.0539 | 1.0129 | 6.2885 | 1.0159 | 5.6745 | 1.0192 | 5.1712 | 51 |
| 10 | 1.0102 | 7.0396 | 1.0129 | 6.2772 | 1.0159 | 5.6653 | 1.0193 | 5.1636 | 50 |
| 11 | 1.0103 | 7.0254 | 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 | 6.2323 | 1.0161 | 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 | 6.9273 | 1.0133 | 6.1880 | 1.0164 | 5.5928 | 1.0198 | 5.1034 | 42 |
| 19 | 1.0106 | 6.9135 | 1.0134 | 6.1770 | 1.0164 | 5.5838 | 1.0198 | 5.0960 | 41 |
| 20 | 1.0107 | 6.8998 | 1.0134 | 6.1661 | 1.0165 | 5.5749 | 1.0199 | 5.0886 | 40 |
| 21 | 1.0107 | 6.8861 | 1.0135 | 6.1552 | 1.0165 | 5.5660 | 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 | 6.8454 | 1.0136 | 6.1227 | 1.0167 | 5.5396 | 1.0201 | 5.0593 | 36 |
| 25 | 1.0109 | 6.8320 | 1.0137 | 6.1120 | 1.0168 | 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 | 6.0906 | 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 | 5.4960 | 1.0204 | 5.0230 | 31 |
| 30 | 1.0111 | 6.7655 | 1.0139 | 6.0588 | 1.0170 | 5.4874 | 1.0205 | 5.0158 | 30 |
| 31 | 1.0112 | 6.7523 | 1.0139 | 6.0483 | 1.0171 | 5.4788 | 1.0205 | 5.0087 | 29 |
| 32 | 1.0112 | 6.7392 | 1.0140 | 6.0378 | 1.0172 | 5.4702 | 1.0206 | 5.0016 | 28 |
| 33 | 1.0113 | 6.7262 | 1.0140 | 6.0274 | 1.0172 | 5.4617 | 1.0207 | 4.9944 | 27 |
| 34 | 1.0113 | 6.7132 | 1.0141 | 6.0170 | 1.0172 | 5.4532 | 1.0207 | 4.9873 | 26 |
| 35 | 1.0113 | 6.7003 | 1.0141 | 6.0066 | 1.0173 | 5.4447 | 1.0208 | 4.9802 | 25 |
| 36 | 1.0114 | 6.6875 | 1.0142 | 6.9963 | 1.0173 | 5.4362 | 1.0208 | 4.9731 | 24 |
| 37 | 1.0114 | 6.6745 | 1.0142 | 6.9860 | 1.0174 | 5.4278 | 1.0209 | 4.9661 | 23 |
| 38 | 1.0115 | 6.6617 | 1.0143 | 6.9758 | 1.0175 | 5.4194 | 1.0210 | 4.9591 | 22 |
| 39 | 1.0115 | 6.6490 | 1.0143 | 6.9655 | 1.0175 | 5.4110 | 1.0210 | 4.9521 | 21 |
| 40 | 1.0115 | 6.6363 | 1.0144 | 6.9554 | 1.0176 | 5.4026 | 1.0211 | 4.9452 | 20 |
| 41 | 1.0116 | 6.6237 | 1.0144 | 6.9452 | 1.0176 | 5.3943 | 1.0211 | 4.9382 | 19 |
| 42 | 1.0116 | 6.6111 | 1.0145 | 6.9351 | 1.0177 | 5.3860 | 1.0212 | 4.9313 | 18 |
| 43 | 1.0117 | 6.5985 | 1.0145 | 6.9250 | 1.0177 | 5.3777 | 1.0213 | 4.9243 | 17 |
| 44 | 1.0117 | 6.5860 | 1.0146 | 6.9150 | 1.0178 | 5.3695 | 1.0213 | 4.9175 | 16 |
| 45 | 1.0118 | 6.5736 | 1.0146 | 6.9049 | 1.0179 | 5.3612 | 1.0214 | 4.9106 | 15 |
| 46 | 1.0118 | 6.5612 | 1.0147 | 6.8950 | 1.0179 | 5.3530 | 1.0215 | 4.9037 | 14 |
| 47 | 1.0119 | 6.5488 | 1.0147 | 6.8853 | 1.0180 | 5.3449 | 1.0215 | 4.8968 | 13 |
| 48 | 1.0119 | 6.5365 | 1.0148 | 6.8751 | 1.0180 | 5.3367 | 1.0216 | 4.8901 | 12 |
| 49 | 1.0119 | 6.5243 | 1.0148 | 6.8652 | 1.0181 | 5.3286 | 1.0216 | 4.8833 | 11 |
| 50 | 1.0120 | 6.5121 | 1.0149 | 6.8554 | 1.0181 | 5.3205 | 1.0217 | 4.8765 | 10 |
| 51 | 1.0120 | 6.4999 | 1.0150 | 6.8456 | 1.0182 | 5.3124 | 1.0218 | 4.8697 | 9 |
| 52 | 1.0121 | 6.4878 | 1.0150 | 6.8358 | 1.0182 | 5.3044 | 1.0218 | 4.8630 | 8 |
| 53 | 1.0121 | 6.4757 | 1.0151 | 6.8261 | 1.0183 | 5.2963 | 1.0219 | 4.8563 | 7 |
| 54 | 1.0122 | 6.4637 | 1.0151 | 6.8163 | 1.0184 | 5.2883 | 1.0220 | 4.8496 | 6 |
| 55 | 1.0122 | 6.4517 | 1.0152 | 6.8067 | 1.0184 | 5.2803 | 1.0220 | 4.8429 | 6 |
| 56 | 1.0123 | 6.4398 | 1.0152 | 6.7970 | 1.0185 | 5.2724 | 1.0221 | 4.8362 | 4 |
| 57 | 1.0123 | 6.4279 | 1.0153 | 6.7874 | 1.0185 | 5.2645 | 1.0221 | 4.8296 | 3 |
| 58 | 1.0124 | 6.4160 | 1.0154 | 6.7778 | 1.0186 | 5.2566 | 1.0222 | 4.8229 | 2 |
| 59 | 1.0124 | 6.4042 | 1.0154 | 6.7683 | 1.0186 | 5.2487 | 1.0223 | 4.8163 | 1 |
| 60 | 1.0125 | 6.3924 | 1.0154 | 6.7588 | 1.0187 | 5.2408 | 1.0223 | 4.8097 | 0 |

| | 12° | | 13° | | 14° | | 15° | | |
|----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|----|
| | sec | cos ec | sec | cos ec | sec | cos ec | sec | cos ec | |
| 0 | 1.0223 | 4.8097 | 1.0263 | 4.4454 | 1.0306 | 4.1336 | 1.0353 | 3.8637 | 60 |
| 1 | 1.0224 | 4.8032 | 1.0264 | 4.4398 | 1.0307 | 4.1287 | 1.0354 | 3.8595 | 59 |
| 2 | 1.0225 | 4.7966 | 1.0264 | 4.4342 | 1.0308 | 4.1239 | 1.0355 | 3.8553 | 58 |
| 3 | 1.0225 | 4.7901 | 1.0265 | 4.4287 | 1.0308 | 4.1191 | 1.0356 | 3.8470 | 57 |
| 4 | 1.0226 | 4.7835 | 1.0265 | 4.4231 | 1.0309 | 4.1144 | 1.0357 | 3.8428 | 56 |
| 5 | 1.0226 | 4.7770 | 1.0266 | 4.4176 | 1.0310 | 4.1096 | 1.0357 | 3.8386 | 55 |
| 6 | 1.0227 | 4.7706 | 1.0267 | 4.4121 | 1.0311 | 4.1048 | 1.0358 | 3.8344 | 54 |
| 7 | 1.0228 | 4.7641 | 1.0268 | 4.4066 | 1.0311 | 4.1001 | 1.0358 | 3.8302 | 53 |
| 8 | 1.0228 | 4.7576 | 1.0268 | 4.4011 | 1.0312 | 4.0953 | 1.0359 | 3.8260 | 52 |
| 9 | 1.0229 | 4.7512 | 1.0269 | 4.3956 | 1.0313 | 4.0906 | 1.0360 | 3.8223 | 51 |
| 10 | 1.0230 | 4.7448 | 1.0270 | 4.3901 | 1.0314 | 4.0859 | 1.0361 | 3.8222 | 50 |
| 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 | 4.3792 | 1.0315 | 4.0765 | 1.0362 | 3.8140 | 48 |
| 13 | 1.0232 | 4.7257 | 1.0272 | 4.3738 | 1.0316 | 4.0718 | 1.0363 | 3.8100 | 47 |
| 14 | 1.0232 | 4.7193 | 1.0273 | 4.3684 | 1.0317 | 4.0672 | 1.0364 | 3.8059 | 46 |
| 15 | 1.0233 | 4.7130 | 1.0273 | 4.3630 | 1.0318 | 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 | 1.0236 | 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 | 1.0323 | 4.0256 | 1.0371 | 3.7697 | 37 |
| 24 | 1.0239 | 4.6570 | 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 | 3.7617 | 35 |
| 26 | 1.0240 | 4.6446 | 1.0281 | 4.3045 | 1.0326 | 4.0120 | 1.0374 | 3.7577 | 34 |
| 27 | 1.0241 | 4.6385 | 1.0282 | 4.2993 | 1.0327 | 4.0074 | 1.0375 | 3.7538 | 33 |
| 28 | 1.0241 | 4.6324 | 1.0283 | 4.2941 | 1.0327 | 4.0029 | 1.0376 | 3.7499 | 32 |
| 29 | 1.0242 | 4.6263 | 1.0283 | 4.2888 | 1.0328 | 3.9984 | 1.0376 | 3.7460 | 31 |
| 30 | 1.0243 | 4.6202 | 1.0284 | 4.2836 | 1.0329 | 3.9939 | 1.0377 | 3.7420 | 30 |
| 31 | 1.0243 | 4.6142 | 1.0285 | 4.2785 | 1.0330 | 3.9894 | 1.0378 | 3.7380 | 29 |
| 32 | 1.0244 | 4.6081 | 1.0285 | 4.2733 | 1.0330 | 3.9850 | 1.0379 | 3.7341 | 28 |
| 33 | 1.0245 | 4.6021 | 1.0286 | 4.2681 | 1.0331 | 3.9805 | 1.0380 | 3.7302 | 27 |
| 34 | 1.0245 | 4.5961 | 1.0287 | 4.2630 | 1.0332 | 3.9760 | 1.0381 | 3.7263 | 26 |
| 35 | 1.0246 | 4.5901 | 1.0288 | 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 | 3.7185 | 24 |
| 37 | 1.0247 | 4.5782 | 1.0289 | 4.2476 | 1.0335 | 3.9628 | 1.0383 | 3.7147 | 23 |
| 38 | 1.0248 | 4.5723 | 1.0290 | 4.2425 | 1.0335 | 3.9585 | 1.0384 | 3.7109 | 22 |
| 39 | 1.0249 | 4.5663 | 1.0291 | 4.2375 | 1.0336 | 3.9543 | 1.0385 | 3.7071 | 21 |
| 40 | 1.0249 | 4.5604 | 1.0291 | 4.2324 | 1.0337 | 3.9498 | 1.0386 | 3.7031 | 20 |
| 41 | 1.0250 | 4.5545 | 1.0292 | 4.2273 | 1.0338 | 3.9451 | 1.0387 | 3.6993 | 19 |
| 42 | 1.0251 | 4.5486 | 1.0293 | 4.2223 | 1.0338 | 3.9408 | 1.0387 | 3.6955 | 18 |
| 43 | 1.0251 | 4.5428 | 1.0293 | 4.2173 | 1.0339 | 3.9364 | 1.0388 | 3.6917 | 17 |
| 44 | 1.0252 | 4.5369 | 1.0294 | 4.2122 | 1.0340 | 3.9320 | 1.0389 | 3.6878 | 16 |
| 45 | 1.0253 | 4.5311 | 1.0295 | 4.2072 | 1.0341 | 3.9277 | 1.0390 | 3.6840 | 15 |
| 46 | 1.0253 | 4.5253 | 1.0296 | 4.2022 | 1.0341 | 3.9234 | 1.0391 | 3.6802 | 14 |
| 47 | 1.0254 | 4.5195 | 1.0296 | 4.1972 | 1.0342 | 3.9190 | 1.0392 | 3.6765 | 13 |
| 48 | 1.0255 | 4.5137 | 1.0297 | 4.1923 | 1.0343 | 3.9147 | 1.0393 | 3.6728 | 12 |
| 49 | 1.0255 | 4.5079 | 1.0298 | 4.1874 | 1.0344 | 3.9104 | 1.0393 | 3.6690 | 11 |
| 50 | 1.0256 | 4.5021 | 1.0299 | 4.1824 | 1.0345 | 3.9061 | 1.0394 | 3.6651 | 10 |
| 51 | 1.0257 | 4.4964 | 1.0299 | 4.1774 | 1. | | | | |

| ° | 16° | | 17° | | 18° | | 19° | | 20° | | 21° | | 22° | | 23° | | | |
|------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|----|
| | sec | COSEC | sec | COSEC | sec | COSEC | sec | COSEC | sec | COSEC | sec | COSEC | sec | COSEC | sec | COSEC | | |
| 0 | 1.0403 | 3.6279 | 1.0407 | 3.4203 | 1.0515 | 3.2381 | 1.0576 | 3.0715 | 60 | 1.0642 | 2.9238 | 1.0711 | 2.7904 | 1.0785 | 2.6695 | 1.0864 | 2.5593 | 60 |
| 1 | 1.0404 | 3.6287 | 1.0410 | 3.4207 | 1.0516 | 3.2382 | 1.0577 | 3.0715 | 61 | 1.0643 | 2.9239 | 1.0712 | 2.7905 | 1.0786 | 2.6696 | 1.0865 | 2.5594 | 61 |
| 2 | 1.0405 | 3.6296 | 1.0411 | 3.4188 | 1.0517 | 3.2303 | 1.0578 | 3.0664 | 58 | 1.0644 | 2.9191 | 1.0713 | 2.7883 | 1.0787 | 2.6675 | 1.0865 | 2.5585 | 58 |
| 3 | 1.0406 | 3.6169 | 1.0410 | 3.4106 | 1.0518 | 3.2274 | 1.0579 | 3.0638 | 57 | 1.0645 | 2.9146 | 1.0714 | 2.7862 | 1.0788 | 2.6656 | 1.0866 | 2.5566 | 57 |
| 4 | 1.0406 | 3.6133 | 1.0411 | 3.4073 | 1.0519 | 3.2245 | 1.0580 | 3.0612 | 56 | 1.0646 | 2.9101 | 1.0715 | 2.7841 | 1.0789 | 2.6637 | 1.0867 | 2.5547 | 56 |
| 5 | 1.0407 | 3.6096 | 1.0411 | 3.4041 | 1.0520 | 3.2216 | 1.0581 | 3.0586 | 55 | 1.0647 | 2.9056 | 1.0716 | 2.7820 | 1.0790 | 2.6618 | 1.0868 | 2.5528 | 55 |
| 6 | 1.0408 | 3.6060 | 1.0412 | 3.4009 | 1.0521 | 3.2188 | 1.0582 | 3.0561 | 54 | 1.0648 | 2.9011 | 1.0717 | 2.7799 | 1.0791 | 2.6599 | 1.0870 | 2.5509 | 54 |
| 7 | 1.0409 | 3.6024 | 1.0413 | 3.3977 | 1.0522 | 3.2159 | 1.0583 | 3.0535 | 53 | 1.0649 | 2.8966 | 1.0718 | 2.7778 | 1.0792 | 2.6580 | 1.0871 | 2.5490 | 53 |
| 8 | 1.0410 | 3.5987 | 1.0414 | 3.3945 | 1.0523 | 3.2131 | 1.0585 | 3.0509 | 52 | 1.0650 | 2.8921 | 1.0719 | 2.7757 | 1.0793 | 2.6561 | 1.0872 | 2.5471 | 52 |
| 9 | 1.0411 | 3.5951 | 1.0415 | 3.3913 | 1.0524 | 3.2102 | 1.0586 | 3.0485 | 51 | 1.0651 | 2.8876 | 1.0720 | 2.7736 | 1.0794 | 2.6542 | 1.0873 | 2.5452 | 51 |
| 10 | 1.0412 | 3.5915 | 1.0416 | 3.3881 | 1.0525 | 3.2074 | 1.0587 | 3.0458 | 50 | 1.0652 | 2.8831 | 1.0721 | 2.7715 | 1.0795 | 2.6523 | 1.0874 | 2.5433 | 50 |
| 11 | 1.0413 | 3.5879 | 1.0417 | 3.3849 | 1.0526 | 3.2045 | 1.0588 | 3.0433 | 49 | 1.0653 | 2.8786 | 1.0722 | 2.7694 | 1.0796 | 2.6504 | 1.0875 | 2.5414 | 49 |
| 12 | 1.0413 | 3.5843 | 1.0418 | 3.3817 | 1.0527 | 3.2017 | 1.0589 | 3.0407 | 48 | 1.0654 | 2.8741 | 1.0723 | 2.7674 | 1.0797 | 2.6485 | 1.0876 | 2.5395 | 48 |
| 13 | 1.0414 | 3.5807 | 1.0419 | 3.3785 | 1.0528 | 3.1989 | 1.0590 | 3.0382 | 47 | 1.0655 | 2.8696 | 1.0724 | 2.7653 | 1.0801 | 2.6466 | 1.0880 | 2.5376 | 47 |
| 14 | 1.0415 | 3.5772 | 1.0420 | 3.3754 | 1.0529 | 3.1960 | 1.0591 | 3.0357 | 46 | 1.0656 | 2.8651 | 1.0725 | 2.7632 | 1.0802 | 2.6447 | 1.0881 | 2.5357 | 46 |
| 15 | 1.0416 | 3.5736 | 1.0421 | 3.3722 | 1.0530 | 3.1932 | 1.0592 | 3.0331 | 45 | 1.0657 | 2.8606 | 1.0726 | 2.7611 | 1.0803 | 2.6428 | 1.0882 | 2.5338 | 45 |
| 16 | 1.0417 | 3.5700 | 1.0422 | 3.3690 | 1.0531 | 3.1904 | 1.0593 | 3.0306 | 44 | 1.0658 | 2.8561 | 1.0727 | 2.7590 | 1.0804 | 2.6409 | 1.0884 | 2.5319 | 44 |
| 17 | 1.0418 | 3.5665 | 1.0423 | 3.3659 | 1.0532 | 3.1877 | 1.0594 | 3.0281 | 43 | 1.0659 | 2.8516 | 1.0728 | 2.7569 | 1.0805 | 2.6390 | 1.0885 | 2.5300 | 43 |
| 18 | 1.0419 | 3.5629 | 1.0424 | 3.3627 | 1.0533 | 3.1848 | 1.0595 | 3.0256 | 42 | 1.0660 | 2.8471 | 1.0729 | 2.7548 | 1.0806 | 2.6371 | 1.0886 | 2.5281 | 42 |
| 19 | 1.0420 | 3.5594 | 1.0425 | 3.3596 | 1.0534 | 3.1820 | 1.0596 | 3.0231 | 41 | 1.0661 | 2.8426 | 1.0730 | 2.7527 | 1.0807 | 2.6352 | 1.0887 | 2.5262 | 41 |
| 20 | 1.0420 | 3.5559 | 1.0426 | 3.3565 | 1.0535 | 3.1792 | 1.0598 | 3.0206 | 40 | 1.0662 | 2.8381 | 1.0731 | 2.7506 | 1.0808 | 2.6333 | 1.0888 | 2.5243 | 40 |
| 21 | 1.0421 | 3.5523 | 1.0427 | 3.3534 | 1.0536 | 3.1764 | 1.0599 | 3.0181 | 39 | 1.0663 | 2.8336 | 1.0732 | 2.7485 | 1.0809 | 2.6314 | 1.0889 | 2.5224 | 39 |
| 22 | 1.0422 | 3.5488 | 1.0428 | 3.3502 | 1.0537 | 3.1738 | 1.0600 | 3.0156 | 38 | 1.0664 | 2.8291 | 1.0733 | 2.7464 | 1.0810 | 2.6295 | 1.0890 | 2.5205 | 38 |
| 23 | 1.0423 | 3.5453 | 1.0428 | 3.3471 | 1.0538 | 3.1708 | 1.0601 | 3.0131 | 37 | 1.0665 | 2.8246 | 1.0734 | 2.7443 | 1.0811 | 2.6276 | 1.0891 | 2.5186 | 37 |
| 24 | 1.0424 | 3.5418 | 1.0429 | 3.3440 | 1.0539 | 3.1681 | 1.0602 | 3.0106 | 36 | 1.0666 | 2.8201 | 1.0735 | 2.7422 | 1.0812 | 2.6257 | 1.0892 | 2.5167 | 36 |
| 25 | 1.0425 | 3.5383 | 1.0430 | 3.3409 | 1.0540 | 3.1653 | 1.0603 | 3.0081 | 35 | 1.0667 | 2.8156 | 1.0736 | 2.7401 | 1.0813 | 2.6238 | 1.0893 | 2.5148 | 35 |
| 26 | 1.0426 | 3.5348 | 1.0431 | 3.3378 | 1.0541 | 3.1625 | 1.0604 | 3.0056 | 34 | 1.0668 | 2.8111 | 1.0737 | 2.7380 | 1.0814 | 2.6219 | 1.0894 | 2.5129 | 34 |
| 27 | 1.0427 | 3.5313 | 1.0432 | 3.3347 | 1.0542 | 3.1598 | 1.0605 | 3.0031 | 33 | 1.0669 | 2.8066 | 1.0738 | 2.7359 | 1.0815 | 2.6200 | 1.0895 | 2.5110 | 33 |
| 28 | 1.0428 | 3.5279 | 1.0433 | 3.3316 | 1.0543 | 3.1570 | 1.0606 | 3.0007 | 32 | 1.0670 | 2.8021 | 1.0739 | 2.7338 | 1.0816 | 2.6181 | 1.0896 | 2.5091 | 32 |
| 29 | 1.0428 | 3.5244 | 1.0434 | 3.3286 | 1.0544 | 3.1543 | 1.0607 | 2.9982 | 31 | 1.0671 | 2.7976 | 1.0740 | 2.7317 | 1.0817 | 2.6162 | 1.0897 | 2.5072 | 31 |
| 30 | 1.0429 | 3.5209 | 1.0435 | 3.3255 | 1.0545 | 3.1515 | 1.0608 | 2.9957 | 30 | 1.0672 | 2.7931 | 1.0741 | 2.7296 | 1.0818 | 2.6143 | 1.0898 | 2.5053 | 30 |
| 31 | 1.0430 | 3.5175 | 1.0436 | 3.3224 | 1.0546 | 3.1488 | 1.0609 | 2.9933 | 29 | 1.0673 | 2.7886 | 1.0742 | 2.7275 | 1.0819 | 2.6124 | 1.0899 | 2.5034 | 29 |
| 32 | 1.0431 | 3.5140 | 1.0437 | 3.3194 | 1.0547 | 3.1461 | 1.0611 | 2.9908 | 28 | 1.0674 | 2.7841 | 1.0743 | 2.7254 | 1.0820 | 2.6105 | 1.0900 | 2.5015 | 28 |
| 33 | 1.0432 | 3.5106 | 1.0438 | 3.3163 | 1.0548 | 3.1433 | 1.0612 | 2.9884 | 27 | 1.0675 | 2.7796 | 1.0744 | 2.7233 | 1.0821 | 2.6086 | 1.0901 | 2.5006 | 27 |
| 34 | 1.0433 | 3.5073 | 1.0439 | 3.3133 | 1.0549 | 3.1406 | 1.0613 | 2.9860 | 26 | 1.0676 | 2.7751 | 1.0745 | 2.7212 | 1.0822 | 2.6067 | 1.0902 | 2.5007 | 26 |
| 35 | 1.0434 | 3.5040 | 1.0440 | 3.3102 | 1.0550 | 3.1379 | 1.0614 | 2.9835 | 25 | 1.0677 | 2.7706 | 1.0746 | 2.7191 | 1.0823 | 2.6048 | 1.0903 | 2.5008 | 25 |
| 36 | 1.0435 | 3.5008 | 1.0441 | 3.3072 | 1.0551 | 3.1352 | 1.0615 | 2.9810 | 24 | 1.0678 | 2.7661 | 1.0747 | 2.7170 | 1.0824 | 2.6029 | 1.0904 | 2.5009 | 24 |
| 37 | 1.0436 | 3.4989 | 1.0442 | 3.3042 | 1.0552 | 3.1325 | 1.0616 | 2.9786 | 23 | 1.0679 | 2.7616 | 1.0748 | 2.7149 | 1.0825 | 2.6010 | 1.0905 | 2.5010 | 23 |
| 38 | 1.0437 | 3.4959 | 1.0443 | 3.3011 | 1.0553 | 3.1298 | 1.0617 | 2.9762 | 22 | 1.0680 | 2.7571 | 1.0749 | 2.7128 | 1.0826 | 2.5991 | 1.0906 | 2.5011 | 22 |
| 39 | 1.0438 | 3.4931 | 1.0444 | 3.2981 | 1.0554 | 3.1271 | 1.0618 | 2.9738 | 21 | 1.0681 | 2.7526 | 1.0750 | 2.7107 | 1.0827 | 2.5972 | 1.0907 | 2.5012 | 21 |
| 40 | 1.0438 | 3.4887 | 1.0445 | 3.2951 | 1.0555 | 3.1244 | 1.0619 | 2.9713 | 20 | 1.0682 | 2.7481 | 1.0751 | 2.7086 | 1.0828 | 2.5953 | 1.0908 | 2.5013 | 20 |
| 41 | 1.0439 | 3.4853 | 1.0446 | 3.2921 | 1.0556 | 3.1217 | 1.0620 | 2.9689 | 19 | 1.0683 | 2.7436 | 1.0752 | 2.7065 | 1.0829 | 2.5934 | 1.0909 | 2.5014 | 19 |
| 42 | 1.0440 | 3.4799 | 1.0447 | 3.2891 | 1.0557 | 3.1190 | 1.0622 | 2.9665 | 18 | 1.0684 | 2.7391 | 1.0753 | 2.7044 | 1.0830 | 2.5915 | 1.0910 | 2.5015 | 18 |
| 43 | 1.0441 | 3.4765 | 1.0448 | 3.2861 | 1.0558 | 3.1163 | 1.0623 | 2.9641 | 17 | 1.0685 | 2.7346 | 1.0754 | 2.7023 | 1.0831 | 2.5896 | 1.0911 | 2.5016 | 17 |
| 44 | 1.0442 | 3.4732 | 1.0449 | 3.2831 | 1.0559 | 3.1137 | 1.0624 | 2.9617 | 16 | 1.0686 | 2.7301 | 1.0755 | 2.7002 | 1.0832 | 2.5877 | 1.0912 | 2.5017 | 16 |
| 45 | 1.0443 | 3.4698 | 1.0450 | 3.2801 | 1.0560 | 3.1110 | 1.0625 | 2.9593 | 15 | 1.0687 | 2.7256 | 1.0756 | 2.6981 | 1.0833 | 2.5858 | 1.0913 | 2.5018 | 15 |
| 46 | 1.0444 | 3.4665 | 1.0451 | 3.2772 | 1.0561 | 3.1083 | 1.0626 | 2.9569 | 14 | 1.0688 | 2.7211 | 1.0757 | 2.6960 | 1.0834 | 2.5839 | 1.0914 | 2.5019 | 14 |
| 47 | 1.0445 | 3.4632 | 1.0452 | 3.2742 | 1.0562 | 3.1056 | 1.0627 | 2.9545 | 13 | 1.0689 | 2.7166 | 1.0758 | 2.6939 | 1.0835 | 2.5820 | 1.0915 | 2.5020 | 13 |
| 48 | 1.0446 | 3.4598 | 1.0453 | 3.2712 | 1.0563 | 3.1030 | 1.0628 | 2.9521 | 12 | 1.0690 | 2.7121 | 1.0759 | 2.6918 | 1.0836 | 2.5801 | 1.0916 | 2.5021 | 12 |
| 49 | 1.0447 | 3.4565 | 1.0454 | 3.2683 | 1.0564 | 3.1004 | 1.0629 | 2.9497 | 11 | 1.0691 | 2.7076 | 1.0760 | 2.6897 | 1.0837 | 2.5782 | 1.0917 | 2.5022 | 11 |
| 50 | 1.0448 | 3.4532 | 1.0455 | 3.2653 | 1.0565 | 3.0977 | 1.0630 | 2.9474 | 10 | 1.0692 | 2.7031 | 1.0761 | 2.6876 | 1.0838 | 2.5763 | 1.0918 | 2.5023 | 10 |
| 51 | 1.0448 | 3.4498 | 1.0506 | 3.2624 | 1.0567 | 3.0951 | 1.0632 | 2.9450 | 9 | 1.0701 | 2.7000 | 1.0762 | 2.6869 | 1.0851 | 2.5752 | 1.0934 | 2.4731 | 9 |
| 52 | 1.0449 | 3.4465 | 1.0507 | 3.2594 | 1.0568 | 3.0925 | 1.0633 | 2.9426 | 8 | 1.0702 | 2.6959 | 1.0763 | 2.6858 | 1.0853 | 2.5734 | 1.0935 | 2.4715 | 8 |
| 53 | 1.0450 | 3.4432 | 1.0508 | 3.2565 | 1.0569 | 3.0898 | 1.0634 | 2.9402 | 7 | 1.0703 | 2.6918 | 1.0764 | 2.6847 | 1.0854 | 2.5716 | 1.0936 | 2.4699 | 7 |
| 54 | 1.0451 | 3.4399 | 1.0509 | 3.2535 | 1.0570 | 3.0872 | 1.0635 | 2.9379 | 6 | 1.0704 | 2.6877 | 1.0765 | 2.6836 | 1.0855 | 2.5698 | 1.0937 | 2.4683 | 6 |
| 55 | 1.0452 | 3.4366 | 1.0510 | 3.2506 | 1.0571 | 3.0846 | 1.0636 | 2.9355 | 5 | 1.0705 | 2.6836 | 1.0766 | 2.6825 | 1.0856 | 2.5680 | 1.0938 | 2.4667 | 5 |
| 56 | 1.0453 | 3.4334 | 1.0511 | 3.2477 | 1.0572 | 3.0820 | 1.0637 | 2.9332 | 4 | 1.0706 | 2.6795 | 1.0767 | 2.6814 | 1.0857 | 2.5662 | 1.0939 | 2.4651 | 4 |
| 57 | 1.0454 | 3.4301 | 1.0512 | 3.2448 | 1.0573 | 3.0793 | 1.0638 | 2.9308 | 3 | 1.0707 | 2.6754 | 1.0768 | 2.6803 | 1.0858 | 2.5644 | 1.0940 | 2.4635 | 3 |
| 58 | 1.0455 | 3.4268 | 1.0513 | 3.2419 | 1.0574 | 3.0767 | 1.0639 | 2.9285 | 2 | 1.0708 | 2.6713 | 1.0769 | 2.6792 | 1.0859 | 2.5626 | 1.0941 | 2.4619 | 2 |
| 59 | 1.0456 | 3.4236 | 1.0514 | 3.2390 | 1.0575 | 3.0741 | 1.0641 | 2.9261 | 1 | 1.0709 | 2.6672 | 1.0770 | 2.6781 | 1.0860 | 2.5608 | 1.0942 | 2.4603 | 1 |
| 60</ | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

| # | 24° | | 25° | | 26° | | 27° | | # | 28° | | 29° | | 30° | | 31° | | # |
|----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|----|
| | sec | cosec | sec | cosec | sec | cosec | sec | cosec | | sec | cosec | sec | cosec | sec | cosec | sec | cosec | |
| 0 | 1.0948 | 2.4586 | 1.1034 | 2.3662 | 1.1126 | 2.2812 | 1.1223 | 2.2027 | 60 | 1.1828 | 2.1300 | 1.1433 | 2.0627 | 1.1547 | 2.0000 | 1.1666 | 1.9416 | 60 |
| 1 | 1.0948 | 2.4570 | 1.1035 | 2.3647 | 1.1127 | 2.2798 | 1.1225 | 2.2014 | 59 | 1.1827 | 2.1289 | 1.1435 | 2.0616 | 1.1549 | 1.9990 | 1.1668 | 1.9407 | 59 |
| 2 | 1.0949 | 2.4554 | 1.1037 | 2.3632 | 1.1129 | 2.2784 | 1.1226 | 2.2002 | 58 | 1.1826 | 2.1277 | 1.1437 | 2.0605 | 1.1551 | 1.9980 | 1.1670 | 1.9397 | 58 |
| 3 | 1.0951 | 2.4538 | 1.1038 | 2.3618 | 1.1131 | 2.2771 | 1.1228 | 2.1989 | 57 | 1.1825 | 2.1266 | 1.1439 | 2.0594 | 1.1553 | 1.9970 | 1.1672 | 1.9388 | 57 |
| 4 | 1.0952 | 2.4522 | 1.1040 | 2.3604 | 1.1132 | 2.2757 | 1.1230 | 2.1978 | 56 | 1.1824 | 2.1254 | 1.1441 | 2.0583 | 1.1555 | 1.9960 | 1.1674 | 1.9378 | 56 |
| 5 | 1.0953 | 2.4506 | 1.1041 | 2.3588 | 1.1134 | 2.2744 | 1.1231 | 2.1964 | 55 | 1.1823 | 2.1242 | 1.1443 | 2.0573 | 1.1557 | 1.9950 | 1.1676 | 1.9369 | 55 |
| 6 | 1.0955 | 2.4490 | 1.1043 | 2.3574 | 1.1135 | 2.2730 | 1.1233 | 2.1952 | 54 | 1.1822 | 2.1231 | 1.1445 | 2.0564 | 1.1559 | 1.9940 | 1.1678 | 1.9360 | 54 |
| 7 | 1.0956 | 2.4474 | 1.1044 | 2.3559 | 1.1137 | 2.2717 | 1.1235 | 2.1939 | 53 | 1.1821 | 2.1219 | 1.1446 | 2.0551 | 1.1561 | 1.9930 | 1.1681 | 1.9350 | 53 |
| 8 | 1.0958 | 2.4458 | 1.1046 | 2.3545 | 1.1138 | 2.2703 | 1.1237 | 2.1927 | 52 | 1.1820 | 2.1208 | 1.1448 | 2.0540 | 1.1562 | 1.9920 | 1.1683 | 1.9341 | 52 |
| 9 | 1.0959 | 2.4442 | 1.1047 | 2.3530 | 1.1140 | 2.2690 | 1.1238 | 2.1914 | 51 | 1.1819 | 2.1196 | 1.1450 | 2.0530 | 1.1564 | 1.9910 | 1.1685 | 1.9332 | 51 |
| 10 | 1.0961 | 2.4426 | 1.1049 | 2.3515 | 1.1142 | 2.2676 | 1.1240 | 2.1902 | 50 | 1.1818 | 2.1185 | 1.1452 | 2.0519 | 1.1566 | 1.9900 | 1.1687 | 1.9322 | 50 |
| 11 | 1.0962 | 2.4411 | 1.1050 | 2.3501 | 1.1143 | 2.2663 | 1.1242 | 2.1889 | 49 | 1.1817 | 2.1173 | 1.1454 | 2.0508 | 1.1568 | 1.9890 | 1.1689 | 1.9313 | 49 |
| 12 | 1.0963 | 2.4395 | 1.1052 | 2.3486 | 1.1145 | 2.2650 | 1.1243 | 2.1877 | 48 | 1.1816 | 2.1162 | 1.1456 | 2.0498 | 1.1570 | 1.9880 | 1.1691 | 1.9304 | 48 |
| 13 | 1.0965 | 2.4379 | 1.1053 | 2.3472 | 1.1147 | 2.2636 | 1.1245 | 2.1865 | 47 | 1.1815 | 2.1150 | 1.1457 | 2.0487 | 1.1572 | 1.9870 | 1.1693 | 1.9295 | 47 |
| 14 | 1.0966 | 2.4363 | 1.1055 | 2.3457 | 1.1148 | 2.2623 | 1.1246 | 2.1852 | 46 | 1.1814 | 2.1139 | 1.1459 | 2.0476 | 1.1574 | 1.9860 | 1.1695 | 1.9285 | 46 |
| 15 | 1.0968 | 2.4347 | 1.1056 | 2.3443 | 1.1150 | 2.2610 | 1.1247 | 2.1840 | 45 | 1.1813 | 2.1127 | 1.1461 | 2.0466 | 1.1576 | 1.9850 | 1.1697 | 1.9276 | 45 |
| 16 | 1.0969 | 2.4332 | 1.1058 | 2.3428 | 1.1152 | 2.2598 | 1.1248 | 2.1828 | 44 | 1.1812 | 2.1116 | 1.1463 | 2.0455 | 1.1578 | 1.9840 | 1.1699 | 1.9267 | 44 |
| 17 | 1.0971 | 2.4316 | 1.1059 | 2.3414 | 1.1153 | 2.2585 | 1.1252 | 2.1815 | 43 | 1.1811 | 2.1104 | 1.1465 | 2.0444 | 1.1580 | 1.9830 | 1.1701 | 1.9258 | 43 |
| 18 | 1.0972 | 2.4300 | 1.1061 | 2.3399 | 1.1155 | 2.2570 | 1.1253 | 2.1803 | 42 | 1.1810 | 2.1093 | 1.1467 | 2.0434 | 1.1582 | 1.9820 | 1.1703 | 1.9248 | 42 |
| 19 | 1.0973 | 2.4285 | 1.1062 | 2.3385 | 1.1156 | 2.2556 | 1.1255 | 2.1791 | 41 | 1.1809 | 2.1082 | 1.1469 | 2.0423 | 1.1584 | 1.9811 | 1.1705 | 1.9239 | 41 |
| 20 | 1.0975 | 2.4269 | 1.1064 | 2.3371 | 1.1158 | 2.2543 | 1.1257 | 2.1778 | 40 | 1.1808 | 2.1070 | 1.1471 | 2.0413 | 1.1586 | 1.9801 | 1.1707 | 1.9230 | 40 |
| 21 | 1.0976 | 2.4254 | 1.1065 | 2.3356 | 1.1159 | 2.2530 | 1.1258 | 2.1766 | 39 | 1.1807 | 2.1059 | 1.1473 | 2.0402 | 1.1588 | 1.9791 | 1.1709 | 1.9221 | 39 |
| 22 | 1.0978 | 2.4238 | 1.1067 | 2.3342 | 1.1161 | 2.2517 | 1.1260 | 2.1754 | 38 | 1.1806 | 2.1048 | 1.1474 | 2.0392 | 1.1590 | 1.9781 | 1.1712 | 1.9212 | 38 |
| 23 | 1.0979 | 2.4222 | 1.1068 | 2.3328 | 1.1163 | 2.2503 | 1.1262 | 2.1742 | 37 | 1.1805 | 2.1038 | 1.1476 | 2.0381 | 1.1592 | 1.9771 | 1.1714 | 1.9203 | 37 |
| 24 | 1.0981 | 2.4207 | 1.1070 | 2.3313 | 1.1164 | 2.2490 | 1.1264 | 2.1730 | 36 | 1.1804 | 2.1027 | 1.1478 | 2.0370 | 1.1594 | 1.9761 | 1.1716 | 1.9194 | 36 |
| 25 | 1.0982 | 2.4191 | 1.1072 | 2.3299 | 1.1166 | 2.2477 | 1.1265 | 2.1717 | 35 | 1.1803 | 2.1014 | 1.1480 | 2.0360 | 1.1596 | 1.9752 | 1.1718 | 1.9184 | 35 |
| 26 | 1.0984 | 2.4176 | 1.1073 | 2.3285 | 1.1167 | 2.2464 | 1.1267 | 2.1705 | 34 | 1.1802 | 2.1002 | 1.1482 | 2.0349 | 1.1598 | 1.9742 | 1.1720 | 1.9175 | 34 |
| 27 | 1.0985 | 2.4160 | 1.1075 | 2.3271 | 1.1169 | 2.2451 | 1.1269 | 2.1693 | 33 | 1.1801 | 2.0991 | 1.1484 | 2.0339 | 1.1600 | 1.9732 | 1.1722 | 1.9166 | 33 |
| 28 | 1.0986 | 2.4145 | 1.1076 | 2.3256 | 1.1171 | 2.2438 | 1.1270 | 2.1681 | 32 | 1.1800 | 2.0980 | 1.1486 | 2.0329 | 1.1602 | 1.9722 | 1.1724 | 1.9157 | 32 |
| 29 | 1.0988 | 2.4130 | 1.1078 | 2.3242 | 1.1172 | 2.2425 | 1.1272 | 2.1669 | 31 | 1.1799 | 2.0969 | 1.1488 | 2.0318 | 1.1604 | 1.9713 | 1.1726 | 1.9148 | 31 |
| 30 | 1.0989 | 2.4114 | 1.1079 | 2.3228 | 1.1174 | 2.2411 | 1.1274 | 2.1657 | 30 | 1.1798 | 2.0957 | 1.1489 | 2.0308 | 1.1606 | 1.9703 | 1.1728 | 1.9139 | 30 |
| 31 | 1.0991 | 2.4099 | 1.1081 | 2.3214 | 1.1176 | 2.2398 | 1.1275 | 2.1645 | 29 | 1.1797 | 2.0946 | 1.1491 | 2.0297 | 1.1608 | 1.9693 | 1.1730 | 1.9130 | 29 |
| 32 | 1.0992 | 2.4083 | 1.1082 | 2.3200 | 1.1177 | 2.2385 | 1.1277 | 2.1633 | 28 | 1.1796 | 2.0935 | 1.1493 | 2.0287 | 1.1610 | 1.9683 | 1.1732 | 1.9121 | 28 |
| 33 | 1.0994 | 2.4068 | 1.1084 | 2.3186 | 1.1179 | 2.2372 | 1.1279 | 2.1620 | 27 | 1.1795 | 2.0924 | 1.1495 | 2.0276 | 1.1612 | 1.9674 | 1.1734 | 1.9112 | 27 |
| 34 | 1.0995 | 2.4053 | 1.1085 | 2.3172 | 1.1180 | 2.2359 | 1.1281 | 2.1608 | 26 | 1.1794 | 2.0912 | 1.1497 | 2.0266 | 1.1614 | 1.9664 | 1.1737 | 1.9102 | 26 |
| 35 | 1.0997 | 2.4037 | 1.1087 | 2.3158 | 1.1182 | 2.2346 | 1.1282 | 2.1596 | 25 | 1.1793 | 2.0901 | 1.1499 | 2.0255 | 1.1616 | 1.9655 | 1.1740 | 1.9093 | 25 |
| 36 | 1.0998 | 2.4022 | 1.1088 | 2.3143 | 1.1184 | 2.2333 | 1.1284 | 2.1584 | 24 | 1.1792 | 2.0890 | 1.1501 | 2.0245 | 1.1618 | 1.9645 | 1.1741 | 1.9084 | 24 |
| 37 | 1.1000 | 2.4007 | 1.1090 | 2.3129 | 1.1185 | 2.2320 | 1.1286 | 2.1572 | 23 | 1.1791 | 2.0879 | 1.1503 | 2.0235 | 1.1620 | 1.9635 | 1.1743 | 1.9075 | 23 |
| 38 | 1.1001 | 2.3992 | 1.1091 | 2.3114 | 1.1187 | 2.2307 | 1.1287 | 2.1560 | 22 | 1.1790 | 2.0868 | 1.1505 | 2.0224 | 1.1622 | 1.9625 | 1.1745 | 1.9066 | 22 |
| 39 | 1.1003 | 2.3976 | 1.1093 | 2.3101 | 1.1189 | 2.2294 | 1.1289 | 2.1548 | 21 | 1.1789 | 2.0857 | 1.1507 | 2.0214 | 1.1624 | 1.9615 | 1.1747 | 1.9057 | 21 |
| 40 | 1.1004 | 2.3961 | 1.1095 | 2.3087 | 1.1190 | 2.2282 | 1.1291 | 2.1536 | 20 | 1.1788 | 2.0846 | 1.1508 | 2.0204 | 1.1626 | 1.9606 | 1.1749 | 1.9048 | 20 |
| 41 | 1.1005 | 2.3946 | 1.1096 | 2.3073 | 1.1192 | 2.2269 | 1.1293 | 2.1525 | 19 | 1.1787 | 2.0835 | 1.1510 | 2.0194 | 1.1628 | 1.9596 | 1.1751 | 1.9039 | 19 |
| 42 | 1.1007 | 2.3931 | 1.1098 | 2.3059 | 1.1193 | 2.2256 | 1.1294 | 2.1513 | 18 | 1.1786 | 2.0824 | 1.1512 | 2.0183 | 1.1630 | 1.9587 | 1.1753 | 1.9030 | 18 |
| 43 | 1.1008 | 2.3916 | 1.1099 | 2.3046 | 1.1195 | 2.2243 | 1.1296 | 2.1501 | 17 | 1.1785 | 2.0812 | 1.1514 | 2.0173 | 1.1632 | 1.9577 | 1.1756 | 1.9021 | 17 |
| 44 | 1.1010 | 2.3901 | 1.1101 | 2.3032 | 1.1197 | 2.2230 | 1.1298 | 2.1489 | 16 | 1.1784 | 2.0801 | 1.1516 | 2.0163 | 1.1634 | 1.9568 | 1.1758 | 1.9013 | 16 |
| 45 | 1.1011 | 2.3886 | 1.1102 | 2.3018 | 1.1198 | 2.2217 | 1.1299 | 2.1477 | 15 | 1.1783 | 2.0790 | 1.1518 | 2.0152 | 1.1636 | 1.9558 | 1.1760 | 1.9004 | 15 |
| 46 | 1.1013 | 2.3871 | 1.1104 | 2.3004 | 1.1199 | 2.2204 | 1.1301 | 2.1465 | 14 | 1.1782 | 2.0779 | 1.1520 | 2.0142 | 1.1638 | 1.9548 | 1.1762 | 1.8995 | 14 |
| 47 | 1.1014 | 2.3856 | 1.1106 | 2.2990 | 1.1202 | 2.2192 | 1.1303 | 2.1453 | 13 | 1.1781 | 2.0768 | 1.1522 | 2.0132 | 1.1640 | 1.9539 | 1.1764 | 1.8986 | 13 |
| 48 | 1.1016 | 2.3841 | 1.1107 | 2.2976 | 1.1203 | 2.2179 | 1.1305 | 2.1441 | 12 | 1.1780 | 2.0757 | 1.1524 | 2.0122 | 1.1642 | 1.9530 | 1.1766 | 1.8977 | 12 |
| 49 | 1.1017 | 2.3826 | 1.1109 | 2.2962 | 1.1205 | 2.2166 | 1.1306 | 2.1430 | 11 | 1.1779 | 2.0746 | 1.1526 | 2.0111 | 1.1644 | 1.9520 | 1.1768 | 1.8968 | 11 |
| 50 | 1.1019 | 2.3811 | 1.1110 | 2.2949 | 1.1207 | 2.2153 | 1.1308 | 2.1418 | 10 | 1.1778 | 2.0735 | 1.1528 | 2.0101 | 1.1646 | 1.9510 | 1.1770 | 1.8959 | 10 |
| 51 | 1.1020 | 2.3796 | 1.1112 | 2.2935 | 1.1208 | 2.2141 | 1.1310 | 2.1406 | 9 | 1.1777 | 2.0725 | 1.1530 | 2.0091 | 1.1648 | 1.9501 | 1.1772 | 1.8950 | 9 |
| 52 | 1.1022 | 2.3781 | 1.1113 | 2.2921 | 1.1210 | 2.2128 | 1.1312 | 2.1394 | 8 | 1.1776 | 2.0714 | 1.1531 | 2.0081 | 1.1650 | 1.9491 | 1.1775 | 1.8941 | 8 |
| 53 | 1.1023 | 2.3767 | 1.1115 | 2.2907 | 1.1211 | 2.2115 | 1.1313 | 2.1382 | 7 | 1.1775 | 2.0703 | 1.1532 | 2.0071 | 1.1652 | 1.9482 | 1.1777 | 1.8932 | 7 |
| 54 | 1.1025 | 2.3751 | 1.1116 | 2.2894 | 1.1213 | 2.2103 | 1.1315 | 2.1371 | 6 | 1.1774 | 2.0692 | 1.1533 | 2.0061 | 1.1654 | 1.9473 | 1.1779 | 1.8924 | 6 |
| 55 | 1.1026 | 2.3736 | 1.1118 | 2.2880 | 1.1215 | 2.2090 | 1.1317 | 2.1359 | 5 | 1.1773 | 2.0681 | 1.1535 | 2.0050 | 1.1656 | 1.9463 | 1.1781 | 1.8915 | 5 |
| 56 | 1.1028 | 2.3721 | 1.1120 | 2.2866 | 1.1217 | 2.2077 | 1.1319 | 2.1347 | 4 | 1.1772 | 2.0670 | 1.1536 | 2.0040 | 1.1658 | 1.9454 | 1.1783 | 1.8906 | 4 |
| 57 | 1.1029 | 2.3706 | 1.1123 | 2.2852 | 1.1218 | 2.2065 | 1.1320 | 2.1335 | 3 | 1.1771 | 2.0659 | 1.1538 | 2.0030 | 1.1660 | 1.9444 | 1.1785 | 1.8897 | 3 |
| 58 | 1.1031 | 2.3691 | 1.1123 | 2.2839 | 1.1220 | 2.2052 | 1.1322 | 2.1324 | 2 | 1.1770 | 2.0648 | 1.1540 | 2.0020 | 1.1662 | 1.9435 | 1.1787 | 1.8888 | 2 |

| ° | 32° | | | 33° | | | 34° | | | 35° | | | ° | 36° | | | 37° | | | 38° | | | 39° | | | ° |
|----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-----|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|-----|-------|-----|-------|-----|-------|---|
| | sec | COSEC | SEC | COSEC | SEC | COSEC | SEC | COSEC | SEC | COSEC | SEC | COSEC | | SEC | COSEC | SEC | COSEC | 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 | 0 | 1.2361 | 1.7013 | 1.2521 | 1.6616 | 1.2690 | 1.6243 | 1.2867 | 1.5890 | 60 | | | | | | | |
| 1 | 1.1794 | 1.8862 | 1.1926 | 1.8352 | 1.2064 | 1.7875 | 1.2210 | 1.7427 | 59 | 1 | 1.2363 | 1.7006 | 1.2524 | 1.6610 | 1.2693 | 1.6237 | 1.2871 | 1.5884 | 59 | | | | | | | |
| 2 | 1.1796 | 1.8853 | 1.1928 | 1.8343 | 1.2066 | 1.7867 | 1.2212 | 1.7420 | 58 | 2 | 1.2365 | 1.6999 | 1.2527 | 1.6603 | 1.2696 | 1.6231 | 1.2874 | 1.5879 | 58 | | | | | | | |
| 3 | 1.1798 | 1.8844 | 1.1930 | 1.8336 | 1.2069 | 1.7860 | 1.2215 | 1.7413 | 57 | 3 | 1.2368 | 1.6993 | 1.2530 | 1.6597 | 1.2699 | 1.6224 | 1.2877 | 1.5873 | 57 | | | | | | | |
| 4 | 1.1800 | 1.8836 | 1.1933 | 1.8328 | 1.2072 | 1.7852 | 1.2218 | 1.7406 | 56 | 4 | 1.2370 | 1.6986 | 1.2533 | 1.6591 | 1.2702 | 1.6218 | 1.2880 | 1.5868 | 56 | | | | | | | |
| 5 | 1.1802 | 1.8827 | 1.1935 | 1.8320 | 1.2074 | 1.7844 | 1.2220 | 1.7399 | 55 | 5 | 1.2374 | 1.6979 | 1.2535 | 1.6584 | 1.2705 | 1.6212 | 1.2883 | 1.5862 | 55 | | | | | | | |
| 6 | 1.1805 | 1.8818 | 1.1937 | 1.8313 | 1.2077 | 1.7837 | 1.2223 | 1.7391 | 54 | 6 | 1.2376 | 1.6972 | 1.2538 | 1.6578 | 1.2707 | 1.6206 | 1.2886 | 1.5856 | 54 | | | | | | | |
| 7 | 1.1807 | 1.8809 | 1.1940 | 1.8305 | 1.2079 | 1.7829 | 1.2225 | 1.7384 | 53 | 7 | 1.2379 | 1.6965 | 1.2541 | 1.6572 | 1.2710 | 1.6200 | 1.2889 | 1.5850 | 53 | | | | | | | |
| 8 | 1.1809 | 1.8801 | 1.1942 | 1.8295 | 1.2081 | 1.7821 | 1.2228 | 1.7377 | 52 | 8 | 1.2382 | 1.6959 | 1.2544 | 1.6566 | 1.2713 | 1.6194 | 1.2892 | 1.5843 | 52 | | | | | | | |
| 9 | 1.1811 | 1.8792 | 1.1944 | 1.8287 | 1.2083 | 1.7814 | 1.2230 | 1.7369 | 51 | 9 | 1.2384 | 1.6952 | 1.2546 | 1.6560 | 1.2716 | 1.6188 | 1.2895 | 1.5837 | 51 | | | | | | | |
| 10 | 1.1813 | 1.8783 | 1.1946 | 1.8279 | 1.2086 | 1.7806 | 1.2233 | 1.7362 | 50 | 10 | 1.2387 | 1.6945 | 1.2549 | 1.6554 | 1.2719 | 1.6182 | 1.2898 | 1.5833 | 50 | | | | | | | |
| 11 | 1.1815 | 1.8775 | 1.1948 | 1.8271 | 1.2088 | 1.7798 | 1.2235 | 1.7356 | 49 | 11 | 1.2389 | 1.6938 | 1.2552 | 1.6548 | 1.2722 | 1.6176 | 1.2901 | 1.5828 | 49 | | | | | | | |
| 12 | 1.1818 | 1.8766 | 1.1951 | 1.8263 | 1.2091 | 1.7791 | 1.2238 | 1.7349 | 48 | 12 | 1.2392 | 1.6932 | 1.2554 | 1.6542 | 1.2725 | 1.6170 | 1.2904 | 1.5822 | 48 | | | | | | | |
| 13 | 1.1820 | 1.8757 | 1.1953 | 1.8255 | 1.2093 | 1.7783 | 1.2240 | 1.7341 | 47 | 13 | 1.2395 | 1.6925 | 1.2557 | 1.6533 | 1.2728 | 1.6164 | 1.2907 | 1.5816 | 47 | | | | | | | |
| 14 | 1.1822 | 1.8749 | 1.1955 | 1.8246 | 1.2095 | 1.7776 | 1.2243 | 1.7334 | 46 | 14 | 1.2397 | 1.6918 | 1.2560 | 1.6527 | 1.2731 | 1.6159 | 1.2910 | 1.5811 | 46 | | | | | | | |
| 15 | 1.1824 | 1.8740 | 1.1958 | 1.8238 | 1.2098 | 1.7768 | 1.2245 | 1.7327 | 45 | 15 | 1.2400 | 1.6912 | 1.2563 | 1.6521 | 1.2734 | 1.6153 | 1.2913 | 1.5805 | 45 | | | | | | | |
| 16 | 1.1826 | 1.8731 | 1.1960 | 1.8230 | 1.2100 | 1.7760 | 1.2248 | 1.7319 | 44 | 16 | 1.2403 | 1.6905 | 1.2565 | 1.6514 | 1.2737 | 1.6147 | 1.2916 | 1.5798 | 44 | | | | | | | |
| 17 | 1.1828 | 1.8723 | 1.1962 | 1.8222 | 1.2103 | 1.7753 | 1.2250 | 1.7312 | 43 | 17 | 1.2405 | 1.6898 | 1.2568 | 1.6508 | 1.2739 | 1.6141 | 1.2919 | 1.5794 | 43 | | | | | | | |
| 18 | 1.1831 | 1.8714 | 1.1964 | 1.8214 | 1.2105 | 1.7745 | 1.2253 | 1.7305 | 42 | 18 | 1.2408 | 1.6891 | 1.2571 | 1.6502 | 1.2742 | 1.6135 | 1.2922 | 1.5788 | 42 | | | | | | | |
| 19 | 1.1833 | 1.8706 | 1.1967 | 1.8206 | 1.2107 | 1.7738 | 1.2255 | 1.7298 | 41 | 19 | 1.2411 | 1.6885 | 1.2574 | 1.6496 | 1.2745 | 1.6129 | 1.2926 | 1.5783 | 41 | | | | | | | |
| 20 | 1.1835 | 1.8697 | 1.1969 | 1.8198 | 1.2110 | 1.7730 | 1.2258 | 1.7291 | 40 | 20 | 1.2413 | 1.6878 | 1.2577 | 1.6489 | 1.2748 | 1.6123 | 1.2929 | 1.5777 | 40 | | | | | | | |
| 21 | 1.1837 | 1.8688 | 1.1971 | 1.8190 | 1.2112 | 1.7723 | 1.2260 | 1.7284 | 39 | 21 | 1.2416 | 1.6871 | 1.2579 | 1.6483 | 1.2751 | 1.6117 | 1.2932 | 1.5771 | 39 | | | | | | | |
| 22 | 1.1839 | 1.8680 | 1.1974 | 1.8182 | 1.2115 | 1.7715 | 1.2263 | 1.7277 | 38 | 22 | 1.2419 | 1.6865 | 1.2582 | 1.6477 | 1.2754 | 1.6111 | 1.2935 | 1.5766 | 38 | | | | | | | |
| 23 | 1.1841 | 1.8671 | 1.1976 | 1.8174 | 1.2117 | 1.7708 | 1.2265 | 1.7270 | 37 | 23 | 1.2421 | 1.6858 | 1.2585 | 1.6470 | 1.2757 | 1.6105 | 1.2938 | 1.5760 | 37 | | | | | | | |
| 24 | 1.1844 | 1.8663 | 1.1978 | 1.8166 | 1.2119 | 1.7700 | 1.2268 | 1.7263 | 36 | 24 | 1.2424 | 1.6851 | 1.2588 | 1.6464 | 1.2760 | 1.6099 | 1.2941 | 1.5755 | 36 | | | | | | | |
| 25 | 1.1846 | 1.8654 | 1.1980 | 1.8158 | 1.2122 | 1.7693 | 1.2270 | 1.7256 | 35 | 25 | 1.2427 | 1.6845 | 1.2591 | 1.6458 | 1.2763 | 1.6093 | 1.2944 | 1.5749 | 35 | | | | | | | |
| 26 | 1.1848 | 1.8646 | 1.1983 | 1.8150 | 1.2124 | 1.7685 | 1.2273 | 1.7249 | 34 | 26 | 1.2429 | 1.6838 | 1.2593 | 1.6452 | 1.2766 | 1.6087 | 1.2947 | 1.5743 | 34 | | | | | | | |
| 27 | 1.1850 | 1.8637 | 1.1985 | 1.8142 | 1.2127 | 1.7678 | 1.2276 | 1.7242 | 33 | 27 | 1.2432 | 1.6831 | 1.2596 | 1.6445 | 1.2769 | 1.6080 | 1.2950 | 1.5738 | 33 | | | | | | | |
| 28 | 1.1852 | 1.8629 | 1.1987 | 1.8134 | 1.2129 | 1.7670 | 1.2278 | 1.7234 | 32 | 28 | 1.2435 | 1.6825 | 1.2599 | 1.6439 | 1.2772 | 1.6077 | 1.2953 | 1.5732 | 32 | | | | | | | |
| 29 | 1.1855 | 1.8620 | 1.1990 | 1.8126 | 1.2132 | 1.7663 | 1.2281 | 1.7227 | 31 | 29 | 1.2437 | 1.6818 | 1.2602 | 1.6433 | 1.2775 | 1.6070 | 1.2956 | 1.5727 | 31 | | | | | | | |
| 30 | 1.1857 | 1.8611 | 1.1992 | 1.8118 | 1.2134 | 1.7655 | 1.2283 | 1.7220 | 30 | 30 | 1.2440 | 1.6812 | 1.2605 | 1.6427 | 1.2778 | 1.6064 | 1.2960 | 1.5721 | 30 | | | | | | | |
| 31 | 1.1859 | 1.8603 | 1.1994 | 1.8110 | 1.2136 | 1.7648 | 1.2286 | 1.7213 | 29 | 31 | 1.2443 | 1.6805 | 1.2607 | 1.6420 | 1.2781 | 1.6058 | 1.2963 | 1.5716 | 29 | | | | | | | |
| 32 | 1.1861 | 1.8595 | 1.1997 | 1.8102 | 1.2139 | 1.7640 | 1.2288 | 1.7206 | 28 | 32 | 1.2445 | 1.6798 | 1.2610 | 1.6414 | 1.2784 | 1.6052 | 1.2966 | 1.5710 | 28 | | | | | | | |
| 33 | 1.1863 | 1.8586 | 1.1999 | 1.8094 | 1.2141 | 1.7633 | 1.2291 | 1.7199 | 27 | 33 | 1.2448 | 1.6792 | 1.2613 | 1.6408 | 1.2787 | 1.6046 | 1.2969 | 1.5705 | 27 | | | | | | | |
| 34 | 1.1866 | 1.8578 | 1.2001 | 1.8086 | 1.2144 | 1.7625 | 1.2293 | 1.7192 | 26 | 34 | 1.2450 | 1.6785 | 1.2616 | 1.6401 | 1.2790 | 1.6040 | 1.2972 | 1.5699 | 26 | | | | | | | |
| 35 | 1.1868 | 1.8569 | 1.2004 | 1.8078 | 1.2146 | 1.7618 | 1.2296 | 1.7185 | 25 | 35 | 1.2453 | 1.6779 | 1.2619 | 1.6396 | 1.2793 | 1.6034 | 1.2975 | 1.5694 | 25 | | | | | | | |
| 36 | 1.1870 | 1.8560 | 1.2006 | 1.8070 | 1.2148 | 1.7610 | 1.2298 | 1.7178 | 24 | 36 | 1.2456 | 1.6772 | 1.2622 | 1.6389 | 1.2796 | 1.6029 | 1.2978 | 1.5688 | 24 | | | | | | | |
| 37 | 1.1872 | 1.8552 | 1.2008 | 1.8062 | 1.2151 | 1.7603 | 1.2301 | 1.7171 | 23 | 37 | 1.2459 | 1.6766 | 1.2624 | 1.6383 | 1.2799 | 1.6023 | 1.2981 | 1.5683 | 23 | | | | | | | |
| 38 | 1.1874 | 1.8544 | 1.2010 | 1.8054 | 1.2153 | 1.7596 | 1.2304 | 1.7164 | 22 | 38 | 1.2461 | 1.6759 | 1.2627 | 1.6376 | 1.2802 | 1.6017 | 1.2984 | 1.5677 | 22 | | | | | | | |
| 39 | 1.1877 | 1.8535 | 1.2013 | 1.8047 | 1.2156 | 1.7588 | 1.2306 | 1.7157 | 21 | 39 | 1.2464 | 1.6752 | 1.2630 | 1.6371 | 1.2804 | 1.6011 | 1.2988 | 1.5672 | 21 | | | | | | | |
| 40 | 1.1879 | 1.8527 | 1.2015 | 1.8039 | 1.2158 | 1.7581 | 1.2309 | 1.7151 | 20 | 40 | 1.2467 | 1.6746 | 1.2633 | 1.6365 | 1.2807 | 1.6005 | 1.2991 | 1.5666 | 20 | | | | | | | |
| 41 | 1.1881 | 1.8519 | 1.2017 | 1.8031 | 1.2161 | 1.7573 | 1.2311 | 1.7144 | 19 | 41 | 1.2470 | 1.6739 | 1.2636 | 1.6359 | 1.2810 | 1.6000 | 1.2994 | 1.5661 | 19 | | | | | | | |
| 42 | 1.1883 | 1.8510 | 1.2020 | 1.8023 | 1.2163 | 1.7566 | 1.2313 | 1.7137 | 18 | 42 | 1.2472 | 1.6733 | 1.2639 | 1.6352 | 1.2813 | 1.5994 | 1.2997 | 1.5656 | 18 | | | | | | | |
| 43 | 1.1886 | 1.8502 | 1.2022 | 1.8016 | 1.2165 | 1.7559 | 1.2316 | 1.7130 | 17 | 43 | 1.2475 | 1.6726 | 1.2642 | 1.6346 | 1.2816 | 1.5988 | 1.3000 | 1.5650 | 17 | | | | | | | |
| 44 | 1.1888 | 1.8493 | 1.2024 | 1.8007 | 1.2168 | 1.7551 | 1.2319 | 1.7123 | 16 | 44 | 1.2478 | 1.6720 | 1.2644 | 1.6340 | 1.2819 | 1.5982 | 1.3003 | 1.5644 | 16 | | | | | | | |
| 45 | 1.1890 | 1.8485 | 1.2027 | 1.7999 | 1.2171 | 1.7544 | 1.2322 | 1.7116 | 15 | 45 | 1.2480 | 1.6713 | 1.2647 | 1.6334 | 1.2822 | 1.5976 | 1.3006 | 1.5638 | 15 | | | | | | | |
| 46 | 1.1892 | 1.8477 | 1.2029 | 1.7992 | 1.2173 | 1.7537 | 1.2325 | 1.7109 | 14 | 46 | 1.2483 | 1.6707 | 1.2650 | 1.6328 | 1.2825 | 1.5970 | 1.3010 | 1.5632 | 14 | | | | | | | |
| 47 | 1.1894 | 1.8468 | 1.2031 | 1.7984 | 1.2175 | 1.7530 | 1.2328 | 1.7102 | 13 | 47 | 1.2486 | 1.6700 | 1.2653 | 1.6322 | 1.2828 | 1.5965 | 1.3013 | 1.5628 | 13 | | | | | | | |
| 48 | 1.1897 | 1.8460 | 1.2034 | 1.7976 | 1.2178 | 1.7522 | 1.2331 | 1.7095 | 12 | 48 | 1.2488 | 1.6694 | 1.2656 | 1.6316 | 1.2831 | 1.5959 | 1.3016 | 1.5622 | 12 | | | | | | | |
| 49 | 1.1899 | 1.8452 | 1.2036 | 1.7968 | 1.2180 | 1.7514 | 1.2334 | 1.7088 | 11 | 49 | 1.2491 | 1.6687 | 1.2659 | 1.6310 | 1.2834 | 1.5954 | 1.3019 | 1.5617 | 11 | | | | | | | |
| 50 | 1.1901 | 1.8443 | 1.2039 | 1.7960 | 1.2183 | 1.7507 | 1.2337 | 1.7081 | 10 | 50 | 1.2494 | 1.6681 | 1.2661 | 1.6303 | 1.2837 | 1.5947 | 1.3022 | 1.5611 | 10 | | | | | | | |
| 51 | 1.1903 | 1.8435 | 1.2041 | 1.7953 | 1.2185 | 1.7500 | 1.2340 | 1.7074 | 9 | 51 | 1.2497 | 1.6674 | 1.2664 | 1.6297 | 1.2840 | 1.5942 | 1.3025 | 1.5606 | 9 | | | | | | | |
| 52 | 1.1906 | 1.8427 | 1.2043 | 1.7945 | 1.2188 | 1.7493 | 1.2343 | 1.7068 | 8 | 52 | 1.2499 | 1.6667 | 1.2667 | 1.6291 | 1.2843 | 1.5937 | 1.3028 | 1.5600 | 8 | | | | | | | |
| 53 | 1.1908 | 1.8418 | 1.2046 | 1.7937 | 1.2190 | 1.7485 | 1.2346 | 1.7061 | 7 | 53 | 1.2502 | 1.6661 | 1.2670 | 1.6285 | 1.2846 | 1.5930 | 1.3032 | 1.5595 | 7 | | | | | | | |
| 54 | 1.1910 | 1.8410 | 1.2048 | 1.7929 | 1.2193 | 1.7478 | 1.2349 | 1.7054 | 6 | 54 | 1.2505 | 1.6655 | 1.2673 | 1.6279 | 1.2849 | 1.5924 | 1.3035 | 1.5590 | 6 | | | | | | | |
| 55 | 1.1912 | 1.8402 | 1.2050 | 1.7921 | 1.2195 | 1.7471 | 1.2351 | 1.7047 | 5 | 55 | 1.2508 | 1.6648 | 1.2676 | 1.6273 | 1.2852 | 1.5919 | 1.3038 | 1.5584 | 5 | | | | | | | |
| 56 | 1.1915 | 1.8394 | 1.2053 | 1.7914 | 1.2198 | 1.7463 | 1.2354 | 1.7040 | 4 | 56 | 1.2511 | 1.6642 | 1.2679 | 1.6267 | 1.2855 | 1.5913 | 1.3041 | 1.5579 | 4 | | | | | | | |
| 57 | 1.1917 | 1.8385 | 1.2055 | 1.7906 | 1.2200 | 1.7456 | 1.2357 | 1.7033 | 3 | 57 | 1.2513 | | | | | | | | | | | | | | | |

Equivalencia de minutos y segundos en partes y decimales de grado

Equivalencia de partes decimales de grado en minutos y segundos

| | | | |
|-----|---------|-----|---------|
| 0' | 0° 0000 | 0" | 0° 0000 |
| 1 | 0147 | 1 | 0003 |
| 2 | 0333 | 2 | 0006 |
| 3 | 05 | 3 | 0008 |
| 4 | 0647 | 4 | 0011 |
| 5' | 0833 | 5" | 0014 |
| 6 | 10 | 6 | 0017 |
| 7 | 1147 | 7 | 0019 |
| 8 | 1333 | 8 | 0022 |
| 9 | 15 | 9 | 0025 |
| 10' | 0° 1647 | 10" | 0° 0028 |
| 1 | 1833 | 1 | 0031 |
| 2 | 20 | 2 | 0033 |
| 3 | 2147 | 3 | 0036 |
| 4 | 2333 | 4 | 0039 |
| 15' | 25 | 15" | 0042 |
| 6 | 2647 | 6 | 0044 |
| 7 | 2833 | 7 | 0047 |
| 8 | 30 | 8 | 005 |
| 9 | 3147 | 9 | 0053 |
| 20' | 0° 3333 | 20" | 0° 0056 |
| 1 | 35 | 1 | 0058 |
| 2 | 3647 | 2 | 0061 |
| 3 | 3833 | 3 | 0064 |
| 4 | 40 | 4 | 0067 |
| 25' | 4147 | 25" | 0069 |
| 6 | 4333 | 6 | 0072 |
| 7 | 45 | 7 | 0075 |
| 8 | 4647 | 8 | 0078 |
| 9 | 4833 | 9 | 0081 |
| 30' | 0° 50 | 30" | 0° 0083 |
| 1 | 5147 | 1 | 0086 |
| 2 | 5333 | 2 | 0089 |
| 3 | 55 | 3 | 0092 |
| 4 | 5647 | 4 | 0094 |
| 35' | 5833 | 35" | 0097 |
| 6 | 60 | 6 | 01 |
| 7 | 6147 | 7 | 0103 |
| 8 | 6333 | 8 | 0106 |
| 9 | 65 | 9 | 0108 |
| 40' | 0° 6647 | 40" | 0° 0111 |
| 1 | 6833 | 1 | 0114 |
| 2 | 70 | 2 | 0117 |
| 3 | 7147 | 3 | 0119 |
| 4 | 7333 | 4 | 0122 |
| 45' | 75 | 45" | 0125 |
| 6 | 7647 | 6 | 0128 |
| 7 | 7833 | 7 | 0131 |
| 8 | 80 | 8 | 0133 |
| 9 | 8147 | 9 | 0136 |
| 50' | 0° 8333 | 50" | 0° 0139 |
| 1 | 85 | 1 | 0142 |
| 2 | 8647 | 2 | 0144 |
| 3 | 8833 | 3 | 0147 |
| 4 | 90 | 4 | 015 |
| 55' | 9147 | 55" | 0153 |
| 6 | 9333 | 6 | 0156 |
| 7 | 95 | 7 | 0158 |
| 8 | 9647 | 8 | 0161 |
| 9 | 9833 | 9 | 0164 |
| 60' | 1 00 | 60" | 0° 0167 |

| | | | |
|--------|---------|-------|---------|
| 0° 00 | 0' | 0° 50 | 30' |
| 1 | 0° 36" | 1 | 30' 36" |
| 2 | 1' 12" | 2 | 31' 12" |
| 3 | 1' 48" | 3 | 31' 48" |
| 4 | 2' 24" | 4 | 32' 24" |
| 0° 05 | 3' | 0° 55 | 33' |
| 6 | 3' 36" | 6 | 33' 36" |
| 7 | 4' 12" | 7 | 34' 12" |
| 8 | 4' 48" | 8 | 34' 48" |
| 9 | 5' 24" | 9 | 35' 24" |
| 0° 10 | 6' | 0° 60 | 36' |
| 1 | 6' 36" | 1 | 36' 36" |
| 2 | 7' 12" | 2 | 37' 12" |
| 3 | 7' 48" | 3 | 37' 48" |
| 4 | 8' 24" | 4 | 38' 24" |
| 0° 15 | 9' | 0° 65 | 39' |
| 6 | 9' 36" | 6 | 39' 36" |
| 7 | 10' 12" | 7 | 40' 12" |
| 8 | 10' 48" | 8 | 40' 48" |
| 9 | 11' 24" | 9 | 41' 24" |
| 0° 20 | 12' | 0° 70 | 42' |
| 1 | 12' 36" | 1 | 42' 36" |
| 2 | 13' 12" | 2 | 43' 12" |
| 3 | 13' 48" | 3 | 43' 48" |
| 4 | 14' 24" | 4 | 44' 24" |
| 0° 25 | 15' | 0° 75 | 45' |
| 6 | 15' 36" | 6 | 45' 36" |
| 7 | 16' 12" | 7 | 46' 12" |
| 8 | 16' 48" | 8 | 46' 48" |
| 9 | 17' 24" | 9 | 47' 24" |
| 0° 30 | 18' | 0° 80 | 48' |
| 1 | 18' 36" | 1 | 48' 36" |
| 2 | 19' 12" | 2 | 49' 12" |
| 3 | 19' 48" | 3 | 49' 48" |
| 4 | 20' 24" | 4 | 50' 24" |
| 0° 35 | 21' | 0° 85 | 51' |
| 6 | 21' 36" | 6 | 51' 36" |
| 7 | 22' 12" | 7 | 52' 12" |
| 8 | 22' 48" | 8 | 52' 48" |
| 9 | 23' 24" | 9 | 53' 24" |
| 0° 40 | 24' | 0° 90 | 54' |
| 1 | 24' 36" | 1 | 54' 36" |
| 2 | 25' 12" | 2 | 55' 12" |
| 3 | 25' 48" | 3 | 55' 48" |
| 4 | 26' 24" | 4 | 56' 24" |
| 0° 45 | 27' | 0° 95 | 57' |
| 6 | 27' 36" | 6 | 57' 36" |
| 7 | 28' 12" | 7 | 58' 12" |
| 8 | 28' 48" | 8 | 58' 48" |
| 9 | 29' 24" | 9 | 59' 24" |
| 0° 50 | 30' | 1° 00 | 60' |
| 0° 000 | 0' 0 | | |
| 1 | 3' 6 | | |
| 2 | 7' 2 | | |
| 3 | 10' 8 | | |
| 4 | 14' 4 | | |
| 0° 005 | 18' | | |
| 6 | 21' 6 | | |
| 7 | 25' 2 | | |
| 8 | 28' 8 | | |
| 9 | 32' 4 | | |
| 0° 010 | 36" | | |

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 | 0.02370 | 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 | 0.6992 | 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 | 2.2166 | 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.

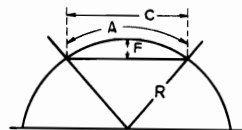


TABLA DE ARCOS

Radio × Arco de la tabla = Arco.

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

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

TABLA DE CUERDAS

Radio × Cuerda de la tabla = Cuerda.

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

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

TABLA DE FLECHAS

Radio × Flecha de la tabla = Flecha.

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

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

EJEMPLOS DE CUERDAS

Calcular la longitud de la cuerda de un arco de 30° 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.

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

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

EJEMPLOS DE ARCOS

Calcular el desarrollo de un arco de 35° 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.

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

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

EJEMPLOS DE FLECHAS

En un círculo de 150 mm. de radio y siendo el ángulo dado 65°, 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.

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

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

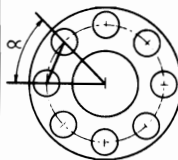


TABLA DE ANGULOS Y CUERDAS

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

| Divisiones | Angulo en Grados y Minutos | Cuerda | Divisiones | Angulo en Grados y Minutos | Cuerda | Divisiones | Angulo 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 | — | — | — |

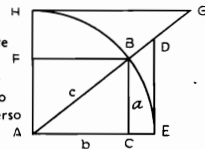
Ejemplo: Para dividir una circunferencia de 320 mm. de radio, en 28 partes iguales, se multiplicará por 320 la longitud de la cuerda 0,224 indicada en la tabla para 28 divisiones.

Abertura del compás = 320 x 0,224 = 71,68 mm.

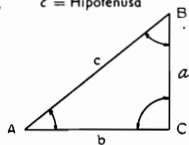
ELEMENTOS DE TRIGONOMETRIA

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 | $\text{Tg A} \times \text{cos A} = \text{sen A}$ |
| | 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 | $\frac{\text{cos A}}{\text{cot A}} = \text{sen A}$ |
| | Coseno A | Restar el cuadrado del cos A de 1 y extraer la raíz cuadrada del resto | $\sqrt{1 - \text{cos}^2 \text{ A}} = \text{sen A}$ |

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

| 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 | $\frac{1}{\text{Tg } A} = \cot A$ |
| | cosec A cos A | Multiplicar cosec A por cos A | $\text{cosec } A \times \cos A = \cot A$ |
| | cos A y sen A | Dividir cos A por sen A | $\frac{\cos A}{\sin A} = \cot A$ |
| | cosec A y sec A | Dividir cosec A por sec A | $\frac{\text{cosec } A}{\sec A} = \cot A$ |
| | cosec A | Restar 1 del cuadrado de la cosec A, extraer la raíz cuadrada del resto | $\sqrt{\text{cosec } A^2 - 1} = \cot A$ |
| | Sec A | Lados c y b | Dividir lado c por b |
| cos A | | Dividir 1 por cos A | $\frac{1}{\cos A} = \sec A$ |
| cosec A y Tg A | | Multiplicar cosec A por Tg A | $\text{cosec } A \times \text{Tg } A = \sec A$ |
| Tg A sen A | | Dividir Tg A por sen A | $\frac{\text{Tg } A}{\sin A} = \sec A$ |
| cosec A cot A | | Dividir cosec A por cot A | $\frac{\text{cosec } A}{\cot A} = \sec A$ |
| Tg A | | Sumar 1 al cuadrado de la Tg A y extraer la raíz cuadrada de la suma | $\sqrt{\text{Tg } A^2 + 1} = \sec A$ |

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

TRAZADO PARA ANGULOS DE PRECISION

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 mm., siendo la fórmula

$$H = C \times \text{seno } \alpha$$

Tabla para determinar la altura H en pulgadas y milímetros en función del valor α 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 | 4,3837 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 | 6,8200 173,228 | 6,9466 177,228 | 7,0711 179,605 | | | | | |

Cuando el valor de α sea en grados y minutos, se aplicará la fórmula general $H = C \times \text{seno } \alpha$.

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

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

SENOS DE SEGUNDOS

| Segundos | Seno | Segundos | Seno | Segundos | Seno |
|----------|-----------|----------|-----------|----------|-----------|
| 1 | 0,000048 | 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° se utilizarán estas constantes de corrección.

Constante para 20 a 30° : 0,0000045. 30 a 40° : 0,0000038. 40 a 50° : 0,0000033. 50 a 60° : 0,0000026. Seno de segundo corregido = Constante \times N° 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.

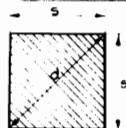
Resumen: Seno de $41^{\circ} 30' 24''$ = 0,662699

| | | | | | | | |
|----------|---------------|------------------|------------------|-------------------|-----------|-------------|-----------------|
| | | | | | | | |
| Magnitud | $\sqrt{2}::$ | $\sqrt{\pi}:: 2$ | $\sqrt{2}:: \pi$ | $\sqrt{90}:: \pi$ | $1: 2g$ | $2\sqrt{g}$ | $\sqrt{2g}$ |
| n | 2,5066280 | 1,253314 | 0,797885 | 5,352372 | 0,050968 | 6,264184 | 4,429447 |
| | | | | | | | |
| Magnitud | π | 2π | 3π | 5π | $\pi: 2$ | $\pi: 3$ | $\pi: 5$ |
| n | 306,01969 | 961,38919 | 1,7724539 | 1,4645919 | 1,2102032 | 5,5683280 | 4,6011511 |
| | | | | | | | |
| Magnitud | $4\pi^2$ | $\pi^2: 4$ | $\pi\sqrt{2}$ | g | g^2 | \sqrt{g} | $\pi: \sqrt{2}$ |
| n | 39,4784180 | 2,4674011 | 4,4428829 | 9,81 | 96,2361 | 3,1320919 | 2,2214420 |
| | | | | | | | |
| Magnitud | $2\sqrt{\pi}$ | | | | | | |
| n | 3,544908 | | | | | | |

$\pi = 3,141592653;$

$g =$ aceleración de la gravedad

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



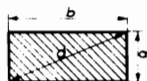
CUADRADO

$$A = \text{ÁREA}$$

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

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

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



RECTANGULO

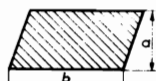
$$A = \text{ÁREA}; \quad A = ab$$

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

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

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

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

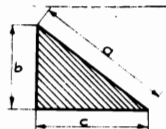


PARALELOGRAMO

$$A = \text{ÁREA}$$

$$A = ab$$

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



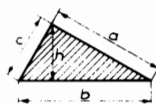
TRIANGULO
RECTÁNGULO

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

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

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

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



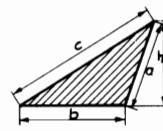
TRIANGULO
ACUTÁNGULO

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

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

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

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



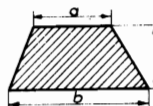
TRIANGULO
OBTUSÁNGULO

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

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

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

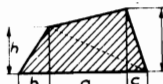
$$A = \sqrt{S(S-a)(S-b)(S-c)}$$



TRAPECIO

$$A = \text{ÁREA}$$

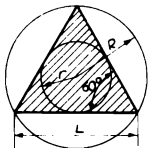
$$A = \frac{(a+b)}{2} h$$



TRAPEZOIDE

$$A = \text{ÁREA}$$

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



TRIÁNGULO
EQUILÁTERO

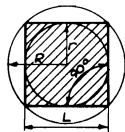
LA SUMA DE LOS TRES ÁNGULOS
ES IGUAL A 180°
Y CADA UNO EQUIVALE A 60°

FÓRMULAS

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

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

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



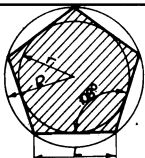
CUADRADO

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

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

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

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



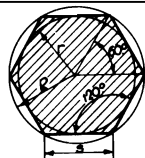
PENTAGONO

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

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

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

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



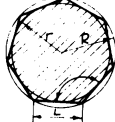
HEXÁGONO

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

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

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

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



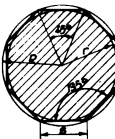
HEPTAGONO

$$A = \text{ÁREA}$$

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

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

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



OCTAGONO

$$A = \text{ÁREA}$$

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

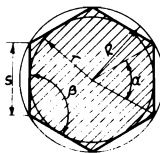
$$r = \text{Radio del círculo inscrito}$$

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

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

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

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



POLIGONO
REGULAR

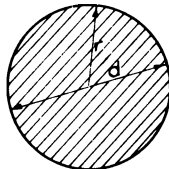
A = ÁREA; n = NÚMERO DE LADOS

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

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

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

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



CIRCULO

A = ÁREA; C = CIRCUNFERENCIA

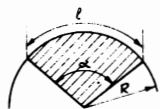
$$A = \pi r^2 = 3,1416 r^2 = 0,7854 d^2$$

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

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

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

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



SECTOR CIRCULAR

A = ÁREA; l = LONGITUD DEL ARCO
 α = ÁNGULO DEL SECTOR

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

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

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



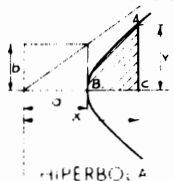
ELIPSE

A = ÁREA; P = PERIMETRO
 $A = \pi ab = 3,1416 ab$

FÓRMULAS APROXIMADAS DEL PERIMETRO

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

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

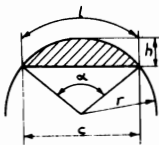


HIPERBOLA

A = ÁREA BCD

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

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



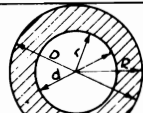
SEGMENTO CIRCULAR

A = ÁREA; l = LONGITUD DEL ARCO
 α = ÁNGULO DEL SEGMENTO

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

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

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



CORONA CIRCULAR

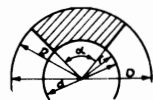
A = ÁREA

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

$$A = 3,1416(R + r)(R - r) =$$

$$= 0,7854(D^2 - d^2) =$$

$$= 0,7854(D + d)(D - d)$$



SECTOR DE CORONA CIRCULAR

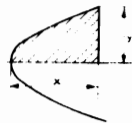
α = ÁNGULO DEL SECTOR; A = ÁREA

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

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

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

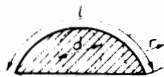
$$= 0,00218\alpha(D^2 - d^2)$$



PARABOLA

A = ÁREA; $A = \frac{1}{2} XY$

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



CICLOIDE

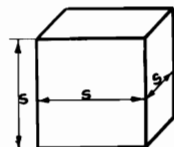
A = ÁREA;
 l = LONGITUD DE CICLOIDE

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

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

DEL CÍRCULO GENERATRIZ

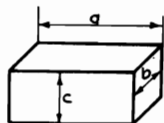
$$l = 8r = 4 \times d$$



CUBO

$V = \text{VOLUMEN}$

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

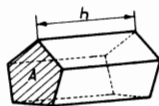


PARALELEPIPEDO

$V = \text{VOLUMEN}$

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

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

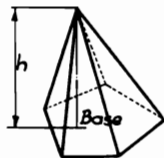


PRISMA

$V = \text{VOLUMEN}; \quad A = \text{ÁREA DE LA BASE}$

$$V = A \times h$$

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

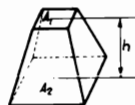


PIRAMIDE

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

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:

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



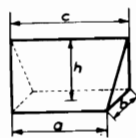
PIRÁMIDE TRUNCADA

$A = \text{ÁREA DE LA BASE MENOR}$

$A = \text{ÁREA DE LA BASE MAYOR}$

$V = \text{VOLUMEN}$

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



CUÑA

$V = \text{VOLUMEN}$

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



CILINDRO

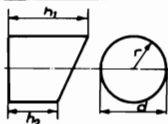
$V = \text{VOLUMEN}; \quad S = \text{ÁREA DE LA SUPERFICIE LATERAL DEL CILINDRO}$

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

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

$A = \text{ÁREA TOTAL DEL CILINDRO} = \text{SUPERFICIE LATERAL MÁS LA SUPERFICIE DE LAS BASES}$

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

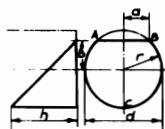


PORCIÓN DE CILINDRO

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

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

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



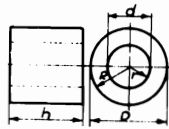
PORCIÓN
DE CILINDRO

V = VOLUMEN; S = ÁREA LATERAL

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

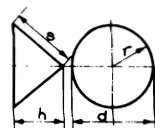
$$S = (ad \pm b \times \text{longitud de arco ABC}) \frac{h}{r \pm b}$$

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



CILINDRO HUECO

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



CONO

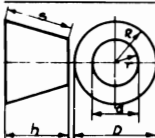
V = VOLUMEN;

A = ÁREA DE LA SUPERFICIE CÓNICA.

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

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

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



CONO
TRUNCADO

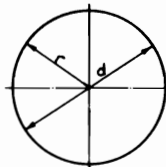
A = ÁREA DE LA SUPERFICIE LATERAL
DEL TROZO DE CONO;

V = VOLUMEN

$$\begin{aligned} V &= 1,0472h(R^2 + Rr + r^2) = \\ &= 0,2618h(D^2 + Dd + d^2) \end{aligned}$$

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

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



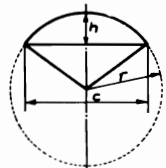
ESFERA

A = ÁREA o SUPERFICIE

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

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

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

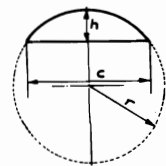


SECTOR ESFÉRICO

ÁREA TOTAL DE LA SUPERFICIE ESFÉRICA
Y CÓNICA = A; V = VOLUMEN

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

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



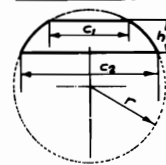
SEGMENTO ESFÉRICO

A = ÁREA DE LA SUPERFICIE ESFÉRICA
V = VOLUMEN

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

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

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



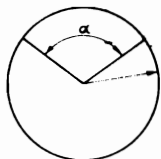
ZONA ESFÉRICA

A = ÁREA DE LA SUPERFICIE ESFÉRICA
V = VOLUMEN

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

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

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

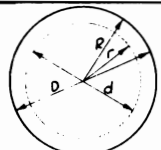


CUÑA ESFÉRICA

A = ÁREA DE LA SUPERFICIE ESFÉRICA
 α = ÁNGULO DE CENTRO EN GRADOS
 V = VOLUMEN

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

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

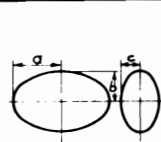


ESFERA HUECA

V = VOLUMEN

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

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



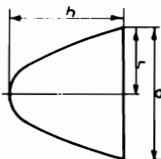
ELIPSOIDE

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

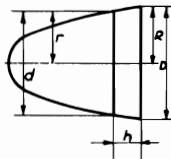
V = VOLUMEN;

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

A = ÁREA;

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

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

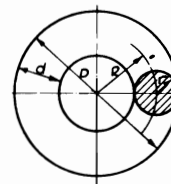


SEGMENTO
PARABOLOIDE

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

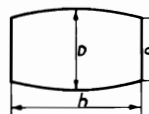
V = VOLUMEN; A = ÁREA

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

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

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

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



BARRIL

V = VOLUMEN APROXIMADO

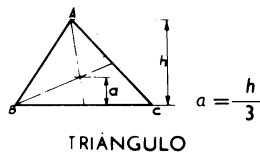
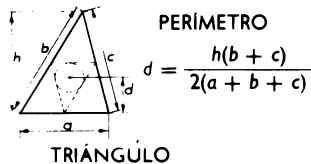
Si los lados curvados son arcos de círculo,

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

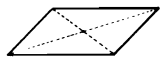
Si los arcos curvados son de parábola,

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

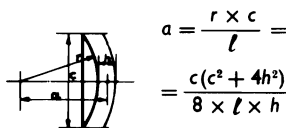
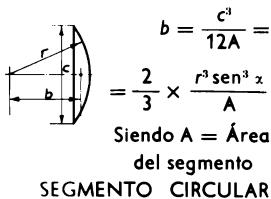
CENTROS DE GRAVEDAD



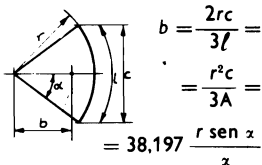
**PARALELOGRAMO
PERÍMETRO Y ÁREA**



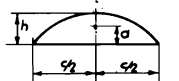
El centro de gravedad es la
intersección de las diagonales



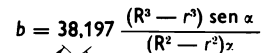
ARCO CIRCULAR



SECTOR CIRCULAR

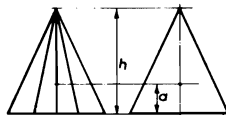


**ARCO CIRCULAR
APROXIMADA**

$$a = \frac{2}{3} h$$


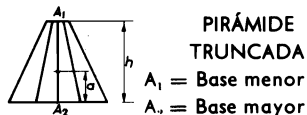
**PARTE DE
ANILLO
CIRCULAR**

PIRÁMIDE — CONO



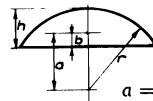
Sólido $a = \frac{1}{4} h$;

Superficie cónica $a = \frac{1}{3} h$



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

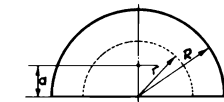
**SEGMENTO
ESFÉRICO
SÓLIDO**



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

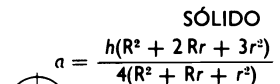
$$b = \frac{h(4r-h)}{4(3r-h)}$$

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



MITAD DE ESFERA HUECA

$$a = \frac{3(R^3 - r^3)}{8(R^3 - r^2)}$$

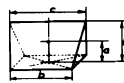


Superficie cónica

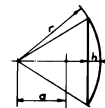
$$a = \frac{h(R + 2r)}{3(R + r)}$$

CONO TRUNCADO

CUÑA



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



**SECTOR
ESFÉRICO
SÓLIDO**

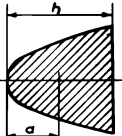
$$a = \frac{(1 + \cos x)r}{2(2r - h)}$$

**PARABOLOIDE
SÓLIDO**

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

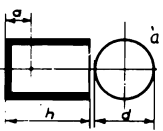
**DOS CUERPOS
SÓLIDOS**

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



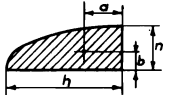
ÁREA

PARÁBOLA $a = \frac{3h}{5}$



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

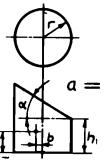
Cilindro de bases paralelas
(DEPOSITO)



ÁREA

MITAD DE PARÁBOLA

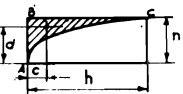
$a = \frac{3h}{5}$; $b = \frac{3n}{8}$



Cilindro cortado por un plano inclinado:

$a = \frac{h}{2} + \frac{r^2 \times \text{tg}^2 \alpha}{8 \times h}$


$b = \frac{r^2 \times \text{tg} \alpha}{4 \times h}$



ÁREA

COMPLEMENTO A X B X C

$c = 0,3h$; $d = 0,75n$



Porción de cilindro sólido:

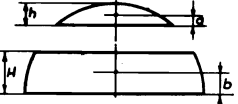
$a = \frac{3}{16} \times 3,1416r$;

$b = \frac{3}{32} \times 3,1416 \times h$

Porción de superficie cilíndrica

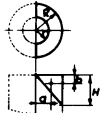
$a = \frac{1}{4} \times 3,1416 r$;

$b = \frac{1}{8} \times 3,1416 \times h$



CASQUETE Y ZONA ESFÉRICA

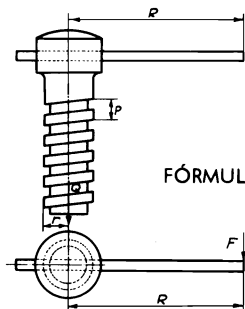
$a = \frac{h}{2}$; $b = \frac{H}{2}$



Porción de cilindro hueco:

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

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



Q = Carga.
R = Brazo de Palanca.
r = Radio de la rosca.
P = Paso de la rosca.
F = 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:

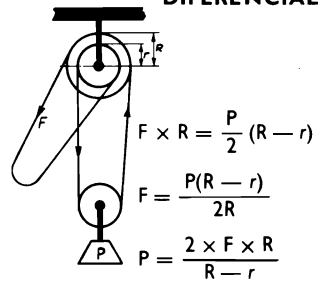
Para movimiento en dirección a Q:

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

Para movimiento opuesto a Q:

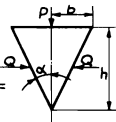
$$F = Q \times \frac{P + 6.2832 \times \mu \times r}{6.2832 \times r - \mu \times P} \times \frac{r}{R}$$

DIFERENCIAL



CUÑA

Sin fricción.



$P = 2Q \times \frac{b}{h} = 2Q \times \text{tg} \alpha$

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


Con fricción.


Coefficiente de fricción: $\mu = \text{tg} \phi$

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

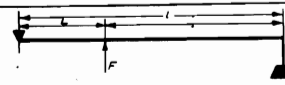
PALANCAS

TIPOS DE PALANCAS

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


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


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

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


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

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

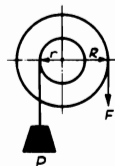


$$F \times x = P \times a + P' \times b + P'' \times c$$

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

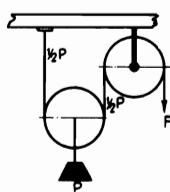
$$F = \frac{P \times a + P' \times b + P'' \times c}{x}$$

RUEDAS Y POLEAS

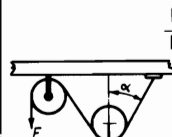


$$\frac{F}{P} = \frac{r}{R}; \quad F \times R = P \times r; \quad F = \frac{P \times r}{R}$$

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



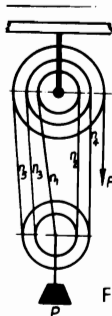
$$F = \frac{1}{2} P$$



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

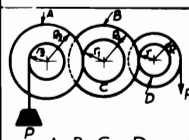
$$F = \frac{P \times \sec x}{2}$$

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



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

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



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

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

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

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

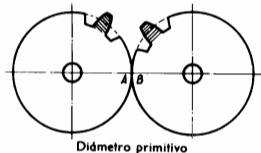


Fig. 1

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 infinidad 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, se

medirá el paso sobre el Diámetro primitivo, dándosele 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 interviendrá 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 cola de distancia entre ejes y diámetros es fraccionaria.

Para vencer esta dificultad se toma como paso circular los múltiplos de π 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.

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

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

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

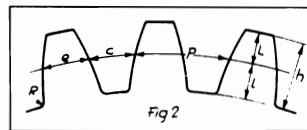
Las fórmulas generales del Módulo son:

$$M = \frac{P}{3.1416} = \frac{D_p}{N} = \frac{De}{N + 2}$$

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 FUNCION 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 y se detallan en la figura 2.



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

Formulas:

$$h = 2,167 \times \text{Módulo.}$$

$$L = \text{Módulo.}$$

$$l = 1,167 \times \text{Módulo.}$$

$$R = 0,3 \times \text{Módulo (máximo).}$$

$$P = c + e = 3,1416 \times \text{Módulo.}$$

$$e = 0,5 \times P.$$

$$c = 0,5 \times P.$$

DIÁMETRO EXTERIOR

De = Diámetro exterior.

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

$$De = Dp + 2M.$$

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.

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

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.

$$A = \frac{Dp + dp}{2} = \frac{N + n}{2} \times M.$$

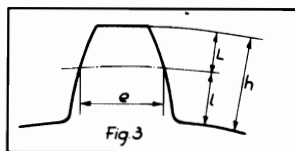
DIFERENTES FORMAS DE LOS DIENTES

Aparte 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 al 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



| 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:

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

$$\text{Diámetro exterior} =$$

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

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

Norma Nuttall

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°

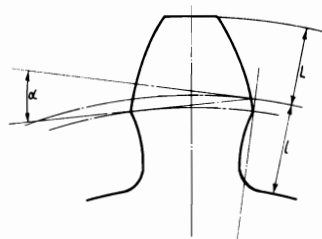


Fig 4

Diente normal en un piñón de 10 dientes.

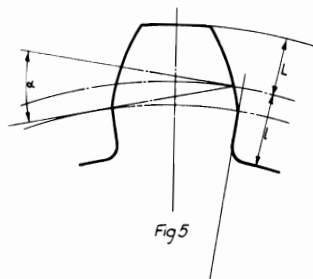


Fig. 5

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 Diámetro 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 exceda de 600 metros por minuto.

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

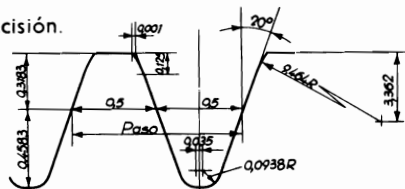
Clase C. Tipo comercial para engranajes corrientes, con una velocidad periférica inferior a 360 metros por minuto.

Las fórmulas para este sistema de engranajes son las siguientes:

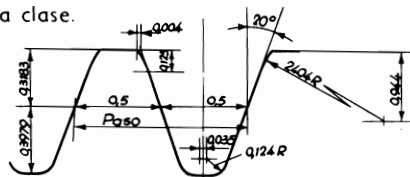
| Clase A. — PRECISIÓN | | |
|---|---|-----------------------------|
| Dimensión a calcular | Conocido el Diametral Pitch | Conocido el circular Pitch. |
| Altura de la cabeza del diente. | $\frac{1}{\text{Diametral Pitch}}$ | 0,3183 × circular Pitch. |
| Altura del pie del diente. | $\frac{1,44}{\text{Diametral Pitch}}$ | 0,4583 × circular Pitch. |
| Altura total del diente. | $\frac{2,44}{\text{Diametral Pitch}}$ | 0,7766 × circular Pitch. |
| Espesor del diente en el Diámetro primitivo. | $\frac{1,5708}{\text{Diametral Pitch}}$ | 0,5 × circular Pitch. |
| Clase B. — ALTA CLASE C. — CLASE COMERCIAL | | |
| Altura de la cabeza del diente | $\frac{1}{\text{Diametral Pitch}}$ | 0,3183 × circular Pitch. |
| Altura del pie del diente. | $\frac{1,25}{\text{Diametral Pitch}}$ | 0,3979 × circular Pitch. |
| Altura total del diente. | $\frac{2,25}{\text{Diametral Pitch}}$ | 0,7162 × circular Pitch. |
| Espesor del diente en el Diámetro primitivo. | $\frac{1,5708}{\text{Diametral Pitch}}$ | 0,5 × circular Pitch. |

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

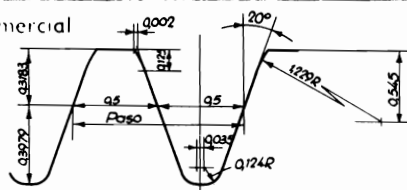
Clase A. — Precisión.



Clase B. — Alta clase.



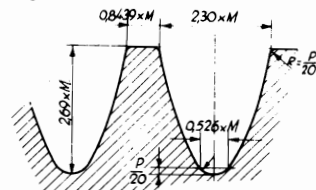
Clase C. — Comercial



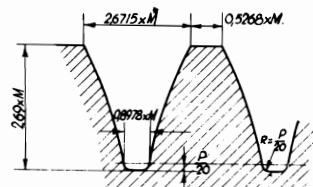
Multiplicar los valores dados por el paso.

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

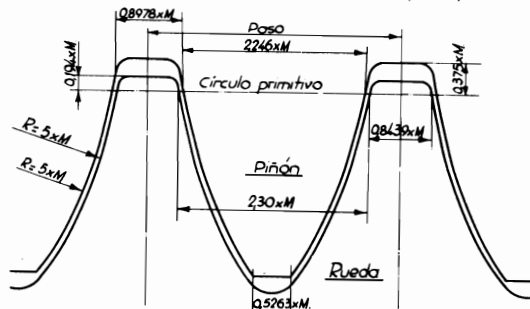
Engranajes Bostock & Bramley



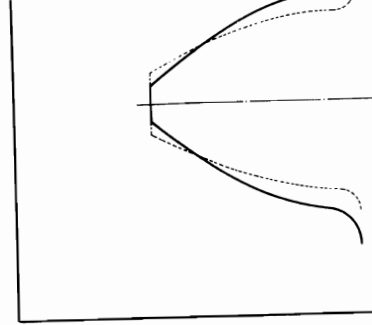
Sección normal en el perfil del diente para cremallera y ruedas.



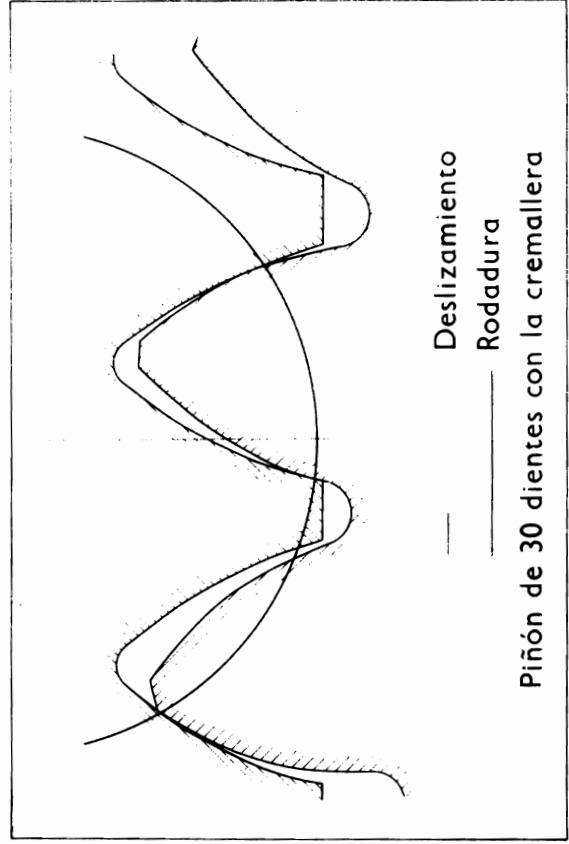
Sección normal en el perfil de los dientes para piñones.



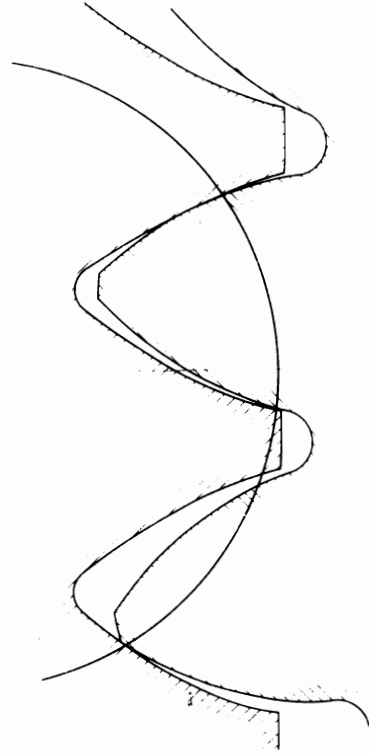
Sección normal de los dientes engranando.



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



— Deslizamiento
 — Rodadura
 Piñón de 30 dientes con la cremallera



— Deslizamiento
— Rodadura

Piñón = 30 dientes

Rueda = 180 dientes

TABLA COMPARATIVA DE PASOS

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

| Circular pitch en pulgadas inglesas | Diámetro pitch | MO-DULO | Paso en milímetros | Circular pitch en pulgadas inglesas | Diámetro pitch | MO-DULO | 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 | 3/4 | 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 | 5/8 | 5,026 | 5,053 | 15,8747 |
| 1 3/4 | 1,795 | 14,15 | 44,4491 | 9/16 | 5,585 | 4,547 | 14,2872 |
| 1 5/8 | 1,933 | 13,13 | 41,2742 | 1/2 | 6,283 | 4,050 | 12,6997 |
| 1 1/2 | 2,094 | 12,12 | 38,0993 | 7/16 | 7,181 | 3,537 | 11,1122 |
| 1 3/8 | 2,185 | 11,62 | 36,5118 | 3/8 | 8,378 | 3,031 | 9,5248 |
| 1 1/8 | 2,285 | 11,11 | 34,9243 | 5/16 | 10,053 | 2,526 | 7,9373 |
| 1 1/4 | 2,513 | 10,12 | 31,7494 | 1/4 | 12,566 | 2,02 | 6,3498 |
| 1 5/16 | 2,646 | 9,60 | 30,1619 | 3/16 | 16,755 | 1,515 | 4,7624 |
| 1 1/8 | 2,793 | 9,10 | 28,5744 | 1/8 | 25,132 | 1,01 | 3,1749 |
| 1 1/16 | 2,957 | 8,580 | 26,9870 | 1/16 | 50,265 | 0,505 | 1,5874 |
| — | 3,142 | 8,085 | 25,3995 | — | — | — | — |

TABLA COMPARATIVA DE PASOS

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

| Diámetro pitch | Circular pitch en pulgadas inglesas | MO- DULO | Paso en milímetros | Diámetro pitch | Circular pitch en pulgadas inglesas | MO- DULO | Paso en milímetros |
|----------------|-------------------------------------|----------|--------------------|----------------|-------------------------------------|----------|--------------------|
| 1 | 3,141 | 25,40 | 79,795 | 11 | 0,285 | 2,31 | 7,254 |
| 1 1/4 | 2,513 | 20,32 | 63,837 | 12 | 0,261 | 2,12 | 6,646 |
| 1 1/2 | 2,094 | 16,93 | 53,197 | 14 | 0,224 | 1,814 | 5,700 |
| 1 3/4 | 1,795 | 14,51 | 45,597 | 16 | 0,196 | 1,587 | 4,986 |
| 2 | 1,570 | 12,70 | 39,397 | 18 | 0,174 | 1,411 | 4,432 |
| 2 1/4 | 1,396 | 11,29 | 35,465 | 20 | 0,157 | 1,270 | 3,990 |
| 2 1/2 | 1,256 | 10,16 | 31,917 | 22 | 0,142 | 1,154 | 3,627 |
| 2 3/4 | 1,142 | 9,24 | 29,016 | 24 | 0,130 | 1,058 | 3,325 |
| 3 | 1,047 | 8,47 | 26,598 | 26 | 0,120 | 0,977 | 3,068 |
| 3 1/2 | 0,897 | 7,26 | 22,799 | 28 | 0,112 | 0,907 | 2,850 |
| 4 | 0,785 | 6,35 | 19,949 | 30 | 0,104 | 0,847 | 2,659 |
| 5 | 0,628 | 5,08 | 15,959 | 32 | 0,098 | 0,794 | 2,494 |
| 6 | 0,523 | 4,23 | 13,299 | 36 | 0,087 | 0,705 | 2,217 |
| 7 | 0,448 | 3,63 | 11,399 | 40 | 0,078 | 0,635 | 1,994 |
| 8 | 0,392 | 3,17 | 9,974 | 48 | 0,065 | 0,529 | 1,661 |
| 9 | 0,349 | 2,82 | 8,867 | 60 | 0,052 | 0,423 | 1,331 |
| 10 | 0,314 | 2,54 | 7,981 | 80 | 0,039 | 0,317 | 0,998 |

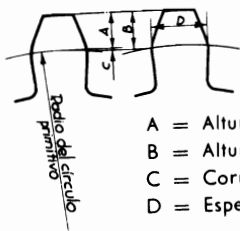
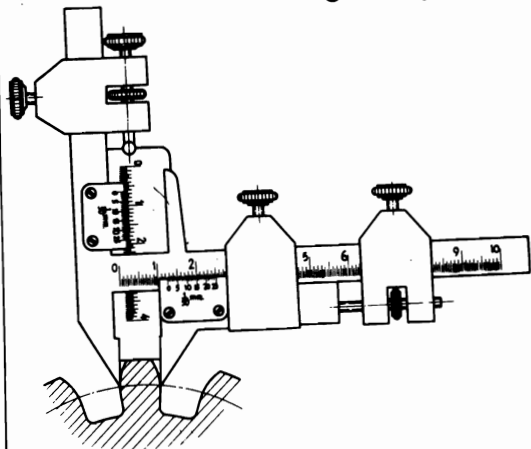
Fórmulas para engranajes según normas inglesa y americana, en función del diámetro PITCH y circular PITCH.

Diámetro 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 diámetro 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 diámetro PITCH | | Fórmulas según el circular PITCH | |
|---|---|---|--|
| Para obtener | Fórmula | Para obtener | Fórmula |
| Diámetro PITCH P | $P = \frac{N}{D}$ | Circular PITCH P' | $P' = \frac{3,1416}{P}$ |
| Circular PITCH P' | $P' = \frac{3,1416}{P}$ | Diámetro 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

TABLEA 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 adaptan 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. FORMULAS

P = Paso.

M = Módulo.

Dp = Diámetro primitivo.

c = Espacio entre dientes.

S = Cuerda.

F = Flecha del arco.

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

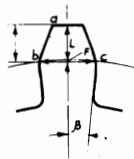
$$\beta = \frac{90}{N}$$

$$S = Dp \times \sin \beta$$

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

$$ab = L + F.$$

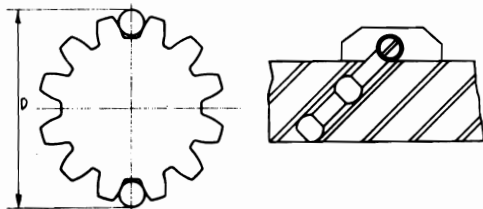
$$bc = S.$$



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, según se detalla a continuación.



Este sistema se aplica al sistema sea inversa, 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. Después se procede a determinar la dimensión D sobre rodillos esféricos, cuya fórmula es:

PARA EL SISTEMA DE MODULO PARA EL SISTEMA DIAMETRAL PITCH

$$D \text{ en mm.} = \frac{F}{K} \times 25,4 \quad D \text{ en pulgadas} = \frac{F}{\text{Diametral}}$$

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 1/2°
Factor K = 5,080 Factor F = 28,520

La conversión del módulo y diametral es la siguiente:

$$M = \text{Módulo} \quad DP = \text{Diametral Pitch}$$

$$M = \frac{25,4}{DP} \quad DP = \frac{25,4}{M}$$

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

| Núm. de dientes | Dientes pares. Factor F. | | | Núm. de dientes | Dientes impares. Factor F. | | |
|-----------------|--------------------------|--------|--------|-----------------|----------------------------|--------|--------|
| | Ángulo de presión | | | | Ángulo de presión | | |
| | 14 1/2° | 20° | 25° | | 14 1/2° | 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 |
| 44 | 46,565 | 46,506 | 46,496 | 43 | 45,534 | 45,475 | 45,465 |
| 46 | 48,569 | 48,510 | 48,500 | 45 | 47,539 | 47,479 | 47,469 |
| 48 | 50,573 | 50,514 | 50,504 | 47 | 49,544 | 49,484 | 49,474 |
| 50 | 52,577 | 52,518 | 52,508 | 49 | 51,549 | 51,489 | 51,479 |
| 52 | 54,581 | 54,522 | 54,498 | 51 | 53,554 | 53,494 | 53,484 |

| Módulo | Factor K | Módulo | Factor K | Módulo | Factor K | 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 |

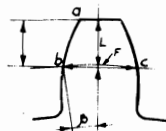
ADVERTENCIA IMPORTANTE

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:

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

α = Ángulo de la hélice

EL USO DEL CALIBRE ESPECIAL PARA MEDIR DIENTES DE ENGRANAJE



MECION DE LA TANTURA 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

Angulo 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. α = Angulo de presión.

α 1 = Angulo de presión en radianes.

Fórmula general para cualquier ángulo de presión:

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

Fórmula para 14° 30' simplificada:

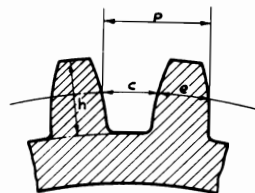
$$K = M [(3,04280 \times Y) + 1,5218 + (0,00514 \times N)]$$

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. » | | | | | | | | | | |
| Espesor del diente. » | 1,57 | 1,97 | 2,36 | 2,75 | 3,14 | 3,54 | 3,93 | 4,32 | 4,71 | 5,11 |
| Profundidad 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 |
| Peso. mm. | 11 | 11,78 | 12,56 | 13,35 | 14,13 | 14,92 | 15,70 | 16,49 | 17,28 | 18,06 |
| Espacio entre dientes. » | | | | | | | | | | |
| Espesor del diente. » | 5,5 | 5,89 | 6,29 | 6,68 | 7,07 | 7,46 | 7,86 | 8,25 | 8,64 | 9,03 |
| Profundidad 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. | 18,84 | 19,64 | 20,42 | 21,99 | 23,56 | 25,13 | 28,27 | 31,42 | 34,56 | 37,7 |
| Espacio entre dientes. » | | | | | | | | | | |
| Espesor del diente. » | 9,43 | 9,82 | 10,21 | 11 | 11,78 | 12,57 | 14,14 | 15,71 | 17,28 | 18,85 |
| Profundidad 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. » | | | | | | | | | | |
| Espesor del diente. » | 20,42 | 21,99 | 23,56 | 25,13 | 26,70 | 28,27 | 29,85 | 31,42 | 32,98 | 34,56 |
| Profundidad 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 FRESAS

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 - cremallera |

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 » 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 » |

Núm. 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 » |

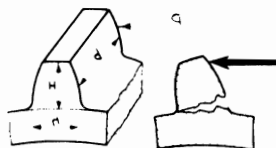
15 fresas por juego, utilizadas para Diametral Pitch 2 1/2 - 1

Núm. 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 encastrado 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. | $W = \frac{b \times h^2}{6}$ |
| h = Espesor del diente en la raíz. | |
| H = Altura del diente. | |
| b = Ancho del diente. | $M = \sqrt{\frac{P}{C \times 1.52}}$ |
| W = Momento de resistencia de la sección rectangular. | (Véase tabla de valores C) |
| C = Carga de seguridad o coeficiente de trabajo por flexión en Kg. mm ² . | $F = \frac{P \times V}{75}$ |
| Dp = Diámetro primitivo (en metros). | |
| 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 ² |
|--|----------------------------|
| Fundición 18 a 19 Kgs. mm ² | 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 |

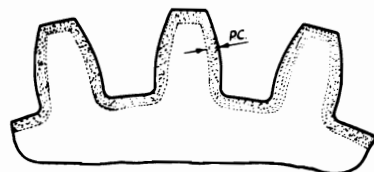
Valores C, basados en los límites de elasticidad de los diversos materiales a emplear, y están comprendidos entre 70 a 80 % de la resistencia a la tracción.

FORMULA

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

Tratamiento térmico de ruedas dentadas con dientes cementados

(Valedero inclusive para ruedas con dientes rectificadas)



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

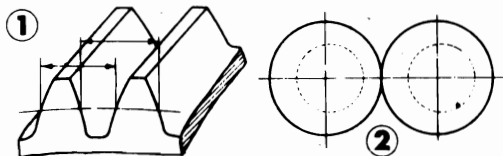
CLASE ALTA PRECISION

TOLERANCIA EN LA DENTADURA

| DESIGNACION | MODULO | | | |
|---|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| | 1 a 4 | 4,5 a 7 | 7 a 10 | Mayor de 10 |
| ① Error de división. Suma de dos flancos de dientes. | De 0,005 a 0,008 | De 0,008 a 0,010 | De 0,010 a 0,012 | De 0,012 a 0,015 |
| ② Excentricidad máxima entre el par de engranajes. | 0,010 | 0,015 | 0,020 | 0,025 |
| ③ Holgura entre dientes I S A. 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 |
| Diámetro exterior I S A. b - 11. | - 0,14 - 0,20 | - 0,14 - 0,21 | - 0,15 - 0,24 | - 0,15 - 0,26 |
| Distancia entre ejes I S A. 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. Suma de dos flancos de dientes. | De 0,015 a 0,020 | De 0,02 a 0,03 | De 0,03 a 0,04 | De 0,05 a 0,06 |
| ② Excentricidad máxima entre el par de engranajes. | 0,05 | 0,08 | 0,10 | 0,12 |
| ③ Holgura entre dientes I S A. 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 |
| Diámetro exterior I S A. b 11. | - 0,14 - 0,20 | - 0,14 - 0,21 | - 0,15 - 0,24 | - 0,15 - 0,26 |
| Distancia entre ejes I S A. 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

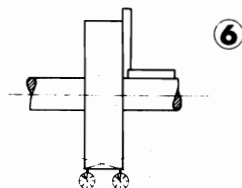
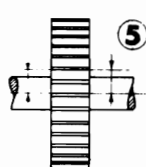
CLASE CORRIENTE

TOLERANCIA EN LA DENTADURA

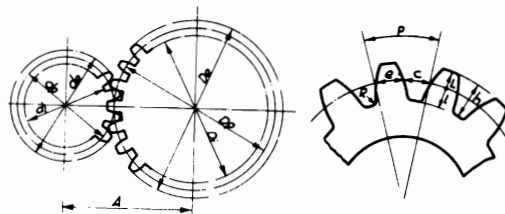
| DESIGNACION | MODULO | | |
|---|--------------------|--------------------|-------------------|
| | 3 a 5 | 5,5 a 10 | Más de 10 |
| ① Error de división. Suma de dos flancos de dientes. | De 0,03 a 0,04 | De 0,05 a 0,06 | De 0,06 a 0,08 |
| ② Excentricidad máxima entre el par de engranajes. | 0,1 | 0,15 | 0,20 |
| ③ Holgura entre dientes I.S.A. 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 I.S.A. a-11. | -0,27 -0,33 | -0,27 -0,34 | -0,28 -0,37 |
| Distancia entre ejes I.S.A. 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.
D_p = Diámetro primitivo.
D_e = Diámetro exterior.
D_i = Diámetro interior.
c = Espacio entre dientes.
e = Espesor 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.

$$M = \frac{P}{\pi} = \frac{D_p}{N} = \frac{D_e}{N + 2}$$

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

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

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

$$D_p = M \times N.$$

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

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

$$L = M.$$

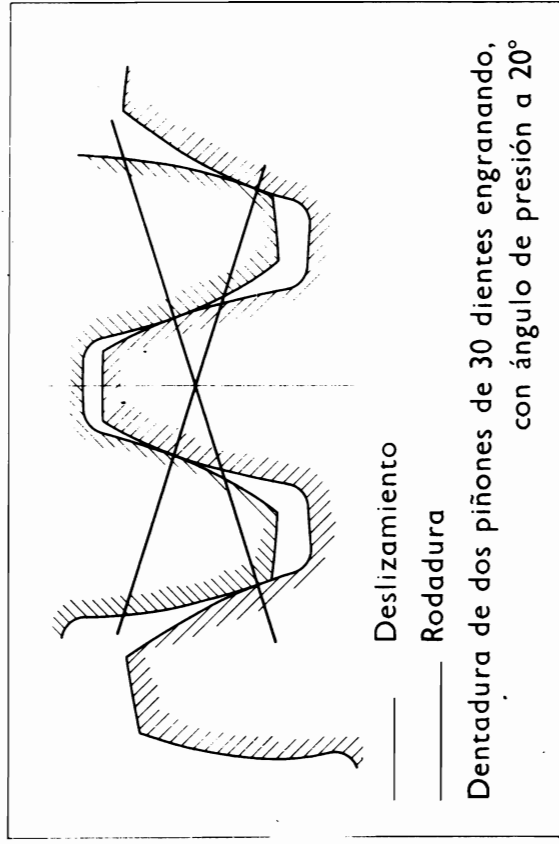
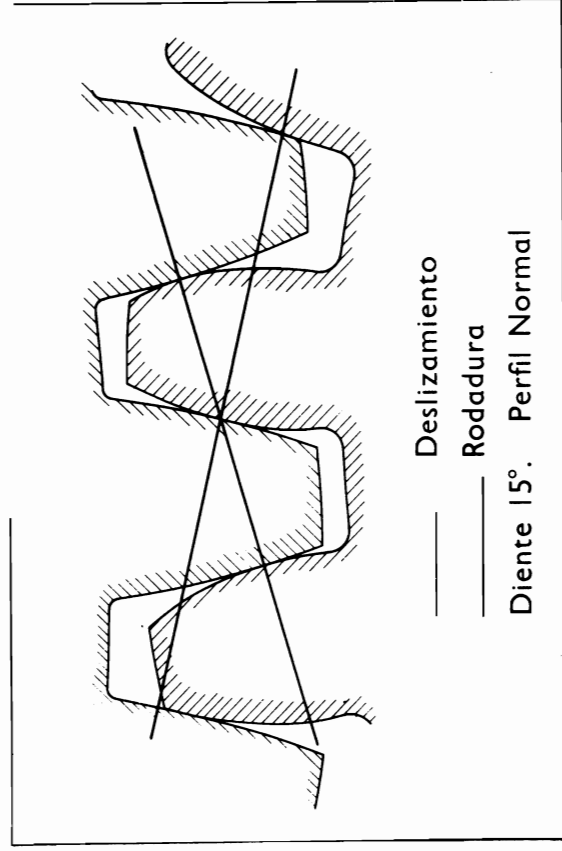
$$D_i = D_p - (2M \times 1,167).$$

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

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

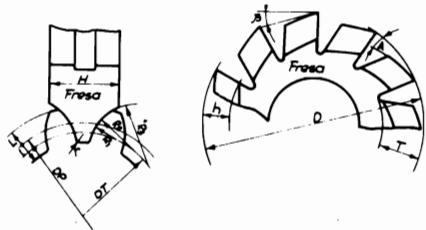
$$R = 0,3 \times M = \frac{c}{6}.$$

(Máximo.) (Mínimo.)



TIPO SIMPLE

para talla de engranajes según el sistema de Módulo



$$H = 3,6 \times M. \quad L = \text{Cabeza del diente} = \text{Módulo}. \quad e = \frac{\text{paso}}{2}$$

$$M = \text{Módulo}. \quad l = \text{Pie del diente}. \quad r = 0,3 \times M.$$

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

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

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

DATOS PARA DESTALONADO

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

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

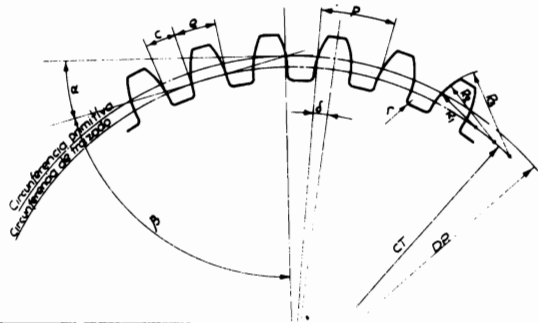
$h =$ Altura normal del diente en la fresa en función del ancho H .

ANGULOS DE PRESION MAS USUALES

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

Para trazados de los dientes véanse las fórmulas generales.

para engranajes con menos de 30 dientes



DESIGNACION

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

FÓRMULAS

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

$$e = 0,5 \times P = DP \times \text{Sen } \delta; \quad c = 0,5 \times P (\text{Holgura neutra}); \quad \delta = \frac{90^\circ}{N};$$

| | |
|--------------------------|------------------------|
| Para $\gamma = 15^\circ$ | $\zeta = 75^\circ$ |
| $CT = 0,96592 \times DP$ | $R_1 = 0,07 \times DP$ |
| $R_2 = 0,22 \times DP$ | $R_3 = 0,33 \times DP$ |

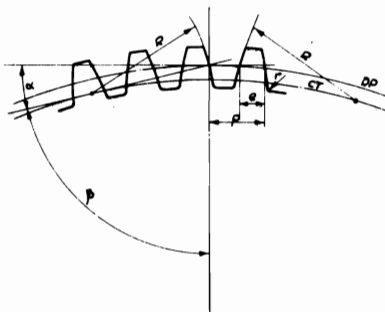
| | |
|--------------------------------------|--------------------------------|
| Para $\gamma = 14^\circ \frac{1}{2}$ | $\zeta = 75^\circ \frac{1}{2}$ |
| $CT = 0,96815 \times DP$ | $R_1 = 0,07 \times DP$ |
| $R_2 = 0,22 \times DP$ | $R_3 = 0,33 \times DP$ |

| | |
|--------------------------|-------------------------|
| Para $\gamma = 20^\circ$ | $\zeta = 70^\circ$ |
| $CT = 0,93969 \times DP$ | $R_1 = 0,068 \times DP$ |
| $R_2 = 0,2140 \times DP$ | $R_3 = 0,321 \times DP$ |

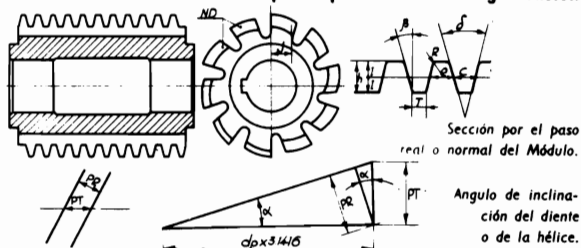
$$r = 0,3 \times M (\text{Máximo}) \quad \text{Cos } \zeta \times DP = CT$$

Para complementos usar fórmulas generales.

Trazado de los dientes para engranajes con más de 30 dientes



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



Sección por el paso real o normal del Módulo.

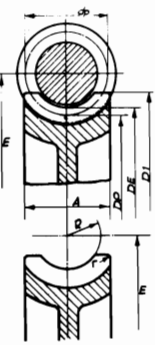
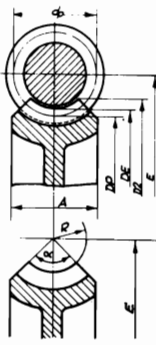
Angulo de inclinación del diente o de la hélice.

| 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. | $e = 0,5 \times P; \quad C = 0,5 \times P.$ |
| R = Radio para trazado del diente. | $DP = M \times N.$ |
| P = Paso. | Para $\alpha = 14 \frac{1}{2}^\circ; \quad \beta = 75 \frac{1}{2}^\circ.$ |
| c = Espacio entre dientes. | $CT = 0,96815 \times DP.$ |
| e = Espesor del diente. | Para $\alpha = 15^\circ; \quad \beta = 75^\circ.$ |
| x = Angulo de presión. | $CT = 0,96592 \times DP.$ |
| β = Angulo de complemento. | Para $\alpha = 20^\circ; \quad \beta = 70^\circ.$ |
| N = Número de dientes. | $CT = 0,93969 \times DP.$ |
| M = Módulo. | $R = \frac{DP}{8}.$ |
| Holgura neutra. | $r = 0,3 \times M \text{ (Máximo).}$ |
| | $\text{Cos } \alpha \times DP = CT.$ |

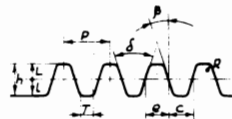
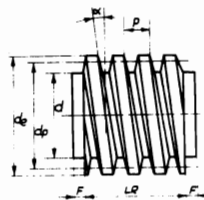
Para complementos usar fórmulas generales.

| DESIGNACION | FORMULAS |
|--|--|
| M = Módulo. | $M = \frac{P}{3,1416}.$ |
| de = Diámetro exterior. | $de = dp + 2 \times \ell.$ |
| dp = Diámetro primitivo. | $dp = de - 2 \times \ell.$ |
| α = Angulo 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. | $R = 0,05 \times P.$ |
| l = Alturas de la cabeza y pie del diente (en este caso ambas iguales). | $PR = M \times 3,1416.$ |
| h = Altura total del diente. | $PT = \frac{PR}{\cos \alpha},$ que será el paso: para roscar en el torno. |
| e = Espesor del diente. | $SP = dp \times 3,1416 \times \cotg \alpha.$ |
| c = Espacio entre dientes. | $\text{Seno } \alpha = \frac{PR}{dp \times 3,1416} = \frac{M}{dp}$ |
| β = Angulo en el flanco del diente. | $\beta = \begin{cases} \text{Diente normal} = 14 \frac{1}{2}^\circ. \\ \text{reforzado} = 20^\circ. \end{cases}$ |
| δ = Angulo total entre flancos. | $\delta = \begin{cases} \text{Diente normal} = 29^\circ. \\ \text{reforzado} = 40^\circ. \end{cases}$ |
| T = Ancho en el fondo del diente y ancho de la punta de la cuchilla para roscar. | $T = \left(\frac{PT \times \cotg \beta}{4} - \ell \right) \times 2 \times \text{tg } \beta.$ |
| SP = Paso de la espiral de corte. | $ND = \frac{de \times 3}{2PT}.$ |
| ND = Número de dientes de la fresa. | $J = h + 3 \text{ mm.}$ |
| J = Ancho del diente cortante. | |
| R = Radio en la cabeza del diente. | |

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 = Angulo de las caras. N = Número de dientes. L = Altura de la cabeza del diente. = Altura del pie del diente. h = Altura total del diente. e = Espesor del diente. c = Espacio entre dientes.</p> <p>NOTA. — Se recomienda el empleo de la rueda tipo A, por ser más resistente, y sencilla su mecanización.</p> <p>En las relaciones se tomará el tornillo sin-fin como una rueda de 1-2-3-4 dientes según sea el número de filetes.</p> |  |
| <p>FORMULAS TIPO A</p> $M = \frac{P}{3,1416} = \frac{Dp}{N}$ <p>DE = (N + 2) × M. DP = N × 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 × dp — M. r = 0,25 × P.</p> | <p>FORMULAS TIPO B</p> $M = \frac{P}{3,1416} = \frac{DP}{N}$ <p>DE = (N + 2) × M. DP = N × M. D2 = 2(R — R × cos $\frac{x}{2}$) + DE. A = 2,38 × P + 6 mm., para simple y doble filete. A = 2,15 × P + 5 mm., para triple y cuádruple. R = 0,5 × dp — M.</p> | |
| $E = \frac{DP + dp}{2}$ | | |

TORNILLO SIN-FIN Y SU RUEDA



Seccion del filete segun eje

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 = $P \times n$.

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

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

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

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

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

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

β = Filete normal 14 1/2°.

β = Filete reforzado 20°.

β = Filete para pasos largos 30°.

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

$$LR =$$

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

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

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

Filete simple y doble, α = 29°.

Filete triple y cuádruple, α = 40°.

Filetes para pasos largos, α = 60°.

En algunos casos también se utiliza 40° para filete simple y doble.

DESIGNACION

M = Módulo.

n = Número de filetes o entradas.

P = Paso lineal.

α = Angulo de inclinación del filete o de la hélice.

de = Diámetro exterior.

dp = Diámetro primitivo.

d = Diámetro al fondo del hilo.

LR = Longitud de la parte roscada.

F = Extremos sin rosca.

h = Altura total del filete.

L = Altura de la cabeza del filete.

l = Altura del pie del filete.

e = Espesor del filete.

c = Espacio entre filetes.

β = Angulo en el flanco del filete.

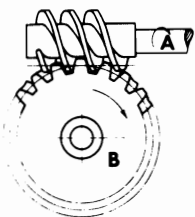
T = Ancho en el fondo del filete y ancho de la punta de la cuchilla para roscar.

R = Radio en la cabeza del filete.

α = Angulo total entre flancos.

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 =

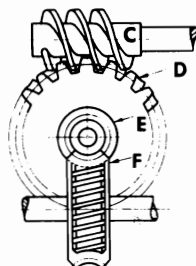
$$= \frac{\text{N.º de revoluciones del tornillo} \times \text{N.º de filetes}}{\text{N.º de revoluciones de la rueda}}$$

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

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



DATOS PARA
EL CALCULO

C = Tornillo sin-fin matriz 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 matriz 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:

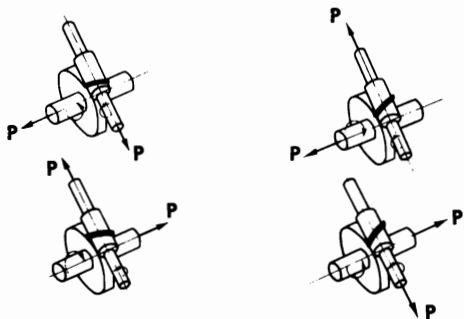
EJEMPLO:

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 matriz C será igual al resultado de

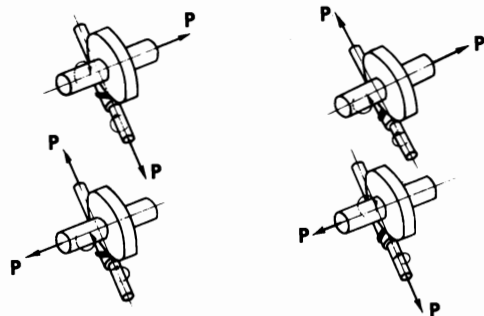
$$\frac{F \times D}{C \times E} = \frac{20 \times 40}{2 \times 2} = 200 \text{ revoluciones.}$$

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.

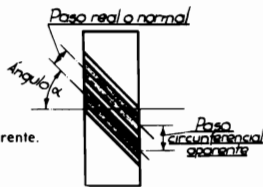
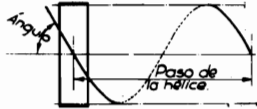
Fresa sin-fin para tallar únicamente ruedas a tornillo sin-fin



| DESIGNACION | FORMULAS | |
|--|--|--------------------------------------|
| P = Paso. | $M = \frac{P}{3,1416}; P = M \times 3,1416.$ | |
| M = Módulo. | de = Diámetro exterior del tornillo sin-fin + $\frac{1}{10}$ del paso. | |
| de = Diámetro exterior. | dp = de - 2f. | |
| dp = Diámetro primitivo. | $h = 2,167 \times M; f = 1,167 \times M;$ | |
| h = Altura del diente. | L = M. | |
| L = Altura que corresponde a la cabeza, y en la fresa es a la inversa. | $e = \frac{P}{2}; c = \frac{P}{2}; R = 0,05 \times P.$ | |
| f = Altura que corresponde al pie, y en la fresa es a la inversa. | J = h + 3 mm. | |
| e = Espesor del diente. | $\left. \begin{array}{l} \text{Diente o filete normal } 14\frac{1}{2}^\circ \\ \text{Diente o filete reforzado } 20^\circ \\ \text{Diente para pasos largos } 30^\circ \end{array} \right\}$ | |
| c = Espacio entre dientes. | | $\delta = \text{Como norma actual:}$ |
| R = Radio de la cabeza del diente. | | Filete simple o doble 29° . |
| J = Ancho del diente cortante. | Filete simple reforzado 40° . | |
| β = Angulo en el flanco del diente. | Filete para pasos largos 60° . | |
| δ = Angulo total entre flancos. | Para filete simple $Tg \alpha = \frac{P}{dp \times \pi} = \frac{M}{dp}$ | |
| α = Angulo de inclinación del filete o de la hélice. | Para más de un filete $Tg \alpha = \frac{n \times l}{dp \times \pi}$ | |
| T = Ancho en el fondo del diente y ancho de la punta de la cuchilla para roscar. | SP = dp \times 3,1416 \times cotg α . | |
| SP = Paso de la espiral de corte. | ND = $\frac{de \times 3}{2P}$ (aprox.). | |
| ND = Número de dientes de la fresa. | $T = \left(\frac{P \times \cotg \beta}{4} - L \right) \times 2 \times Tg \beta.$ | |
| n = Número de filetes o entradas. | | |
| l = División milimétrica. | | |

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

$$Ma = \frac{M}{\cos \alpha} = \frac{Dp}{N}$$

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

$$Pr = Pa \times \cos \alpha = 3,1416 \times M$$

$$M = Ma \times \cos \alpha$$

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

$$De = Dp + 2M$$

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

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

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

$$P = Dp \times 3,1416 \times \cotg \alpha$$

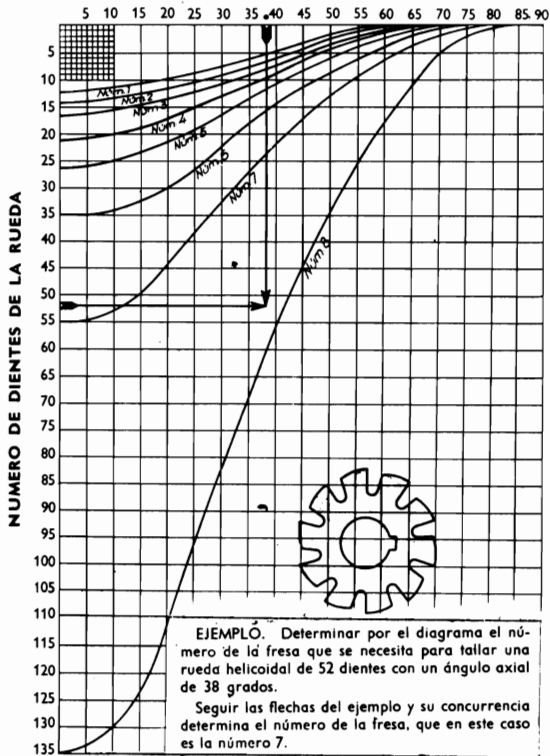
Para engranajes helicoidales a ejes paralelos, se recomiendan los ángulos siguientes: $\alpha = 10^\circ$ para ruedas de pequeña velocidad; $\alpha = 30^\circ$ para ruedas de elevada velocidad; $\alpha = 45^\circ$ para ruedas de gran velocidad.

Ángulo usual para engranajes helicoidales con ejes perpendiculares.

| Relación | ÁNGULO DE LA HELICE | | Relación | ÁNGULO DE LA HELICE | |
|----------|---------------------|-----------------|----------|---------------------|-----------------|
| | Rueda motriz | Rueda receptora | | Rueda motriz | Rueda receptora |
| 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



ANGULO DE LAS HELICES

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

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

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

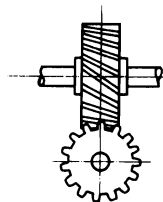


Cálculo de engranajes helicoidales en casos diversos

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:

- Angulo de los dientes de una rueda = α .
- Angulo de los dientes de otra rueda = α_1 ,
- en los cuales pondremos como norma:
- α = Rueda de menor número de dientes.
- α_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.

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

$$\text{Rueda 24 dientes } \alpha_1 = 90^\circ - \alpha$$

Por tanto, tendremos: Rueda de 12 dientes 63° 26' ángulo.

Rueda de 24 dientes 26° 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 calculan 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°.

$$\text{Tg } \alpha = \frac{\text{Relación de los números de r. p. m.}}{\text{Relación de los diámetros primitivos}} = \frac{36}{8} = 1,5$$

(Véase tablas de tangentes.)

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

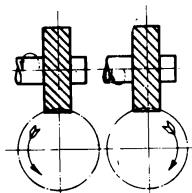
| P/DP | Grados del ángulo | P/DP | Grados del ángulo | P/DP | Grados del ángulo | P/DP | Grados del ángulo | P/DP | Grados del ángulo |
|------|-------------------|------|-------------------|------|-------------------|-------|-------------------|--------|-------------------|
| 0.01 | 89° 49' | 0.46 | 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° 52' |
| 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° 3' | 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.

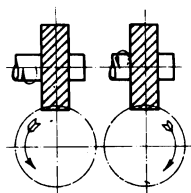
EJEMPLO: Paso de la hélice: 800 mm.

$$\text{Diámetro primitivo} = 50 \text{ mm.} \quad \frac{800}{50} = 16 = 11^\circ 6'$$

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

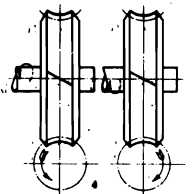


Ruedas talladas a mano derecha.

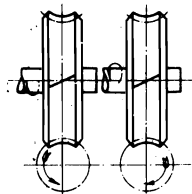


Ruedas talladas a mano izquierda.

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



Ruedas talladas a mano derecha.

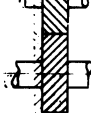


Ruedas talladas a mano izquierda.

Derecha.

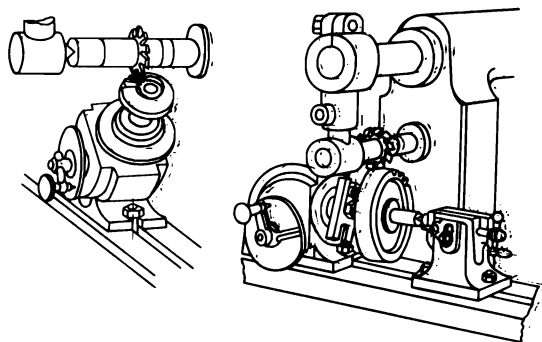
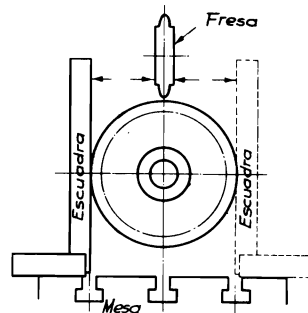


Izquierda.



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

CENTRADÓ 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 = Número de dientes mínimo que puede tallarse.

α = Ángulo de presión de la fresa.

$$N_m = \frac{2}{\text{seno}^2 \alpha}$$
 con lo cual se obtiene el resultado.

Para 15° $N_m = 30$. Si bien en la práctica puede reducirse a $5/6$ el número teórico, con lo cual resulta para 15° $N_m = 25$ y para 20° $N_m = 14$.

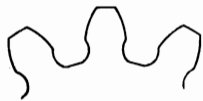
Para obtener el perfil del diente sin interferencia se puede proceder de tres formas:

- 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 $N_m \times \cos^2 \beta$ y se aclara que N_m pertenece al número mínimo de dientes admisible para un engranaje con dentadura recta, y que el valor de β es igual al ángulo de inclinación del diente en la rueda helicoidal.

Ampliación del ángulo de presión en los engranajes helicoidales:

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



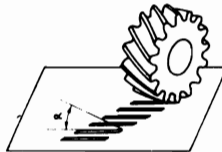
Diente con interferencia.



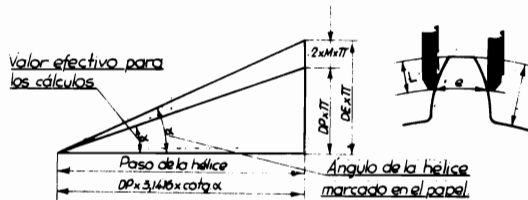
Diente sin interferencia.

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 tampón 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:

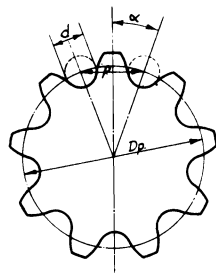
$$\text{Módulo normal } M = \frac{DE}{\left(\frac{N}{\cos \alpha} + 2\right)}; \quad DE = \left(\frac{N}{\cos \alpha} + 2\right) M.$$

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

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

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

RUEDAS Y PIÑONES DE CADENA

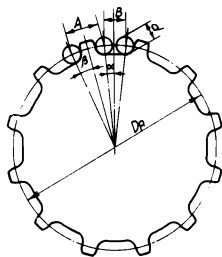


TIPO SIMPLE

- 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

$$De = Dp + d; \quad Dp = \frac{P}{\sin z}; \quad Di = Dp - d; \quad z = \frac{180^\circ}{N};$$



TIPO DOBLE

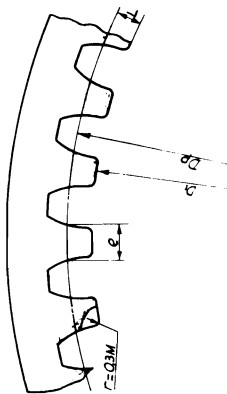
- De = Diámetro exterior.
 Dp = Diámetro primitivo.
 Di = Diámetro interior.
 A = Distancia entre centros de los rodillos.
 B = Distancia entre ejes de los agujeros en el eslabón de unión.
 N = Número de dientes.

FORMULAS

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

$$z = \frac{180^\circ}{N}; \quad \text{Tang } \beta = \frac{\sin z}{A + \cos z}$$

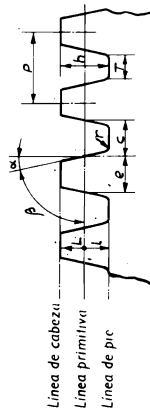
Engranajes interiores



- Dp = Diámetro primitivo = $M \times N$.
 Di = Diámetro interior = $M \times (N - 2)$.
 M = Módulo; $P = \text{Paso} = M \times 3,1416$.
 N = Número de dientes.
 e = Espesor del diente = $0.5 \times P$.
 L = 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.

Cremallera



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

$$P = \text{Paso} = M \times 3,1416.$$

$$h = \text{Altura total del diente} = M \times 2,167.$$

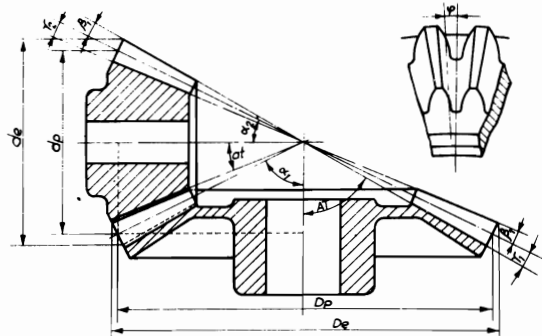
$$e = \text{Espesor del diente} = 0,5 \times P.$$

$$c = \text{Espacio entre dientes} = 0,5 \times P.$$

$$r = \text{Radio en el pie del diente} = 0,3 \times M \text{ (máximo).}$$

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

$$= \left(\frac{P \times \text{colog } z}{4} - L \right) \times 2 \times \text{tg } z.$$



DESIGNACION

RUEDA

PIÑON

- M = Módulo.
- P = Paso.
- Dp = Diámetro primitivo.
- De = Diámetro exterior.
- N = Número de dientes.
- γ_1 = Angulo del primitivo.
- γ_1 = Angulo de la cabeza del diente.
- γ_1 = Angulo del pie.
- γ_1 = Angulo de espesor del diente.
- AT = Angulo de talla.

- M = Módulo.
- P = Paso.
- dp = Diámetro primitivo.
- de = Diámetro exterior.
- n = Número de dientes.
- γ_2 = Angulo del primitivo.
- γ_2 = Angulo de la cabeza del diente.
- γ_2 = Angulo del pie.
- γ_2 = Angulo de espesor del diente.
- at = Angulo de talla.

FORMULAS

$$M = \frac{P}{N} = \frac{D_p}{N + (2 \times \text{Cos } \gamma_1)}$$

$$M = \frac{P}{n} = \frac{d_p}{n + (2 \times \text{Cos } \gamma_2)}$$

$$D_p = N \times M$$

$$D_e = (2M \times \text{Cos } \gamma_1) + D_p$$

$$d_p = n \times M$$

$$d_e = (2M \times \text{Cos } \gamma_2) + d_p$$

$$\text{Tg } \gamma_1 = \frac{N}{n} = \frac{D_p}{d_p}$$

$$\text{Tg } \gamma_2 = \frac{n}{N} = \frac{d_p}{D_p}$$

$$\text{Tg } \gamma_1 = \frac{2 \times \text{Sen } \gamma_1}{N}$$

$$\text{Tg } \gamma_2 = \frac{2 \times \text{Sen } \gamma_2}{n}$$

$$\gamma = \frac{90^\circ}{\sqrt{N^2 + n^2}}$$

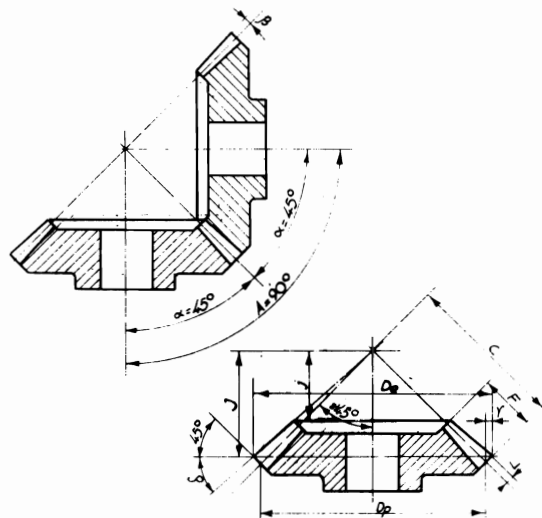
$$\gamma = \frac{90^\circ}{\sqrt{N^2 + n^2}}$$

$$AT = \gamma_1 - \gamma_2$$

$$at = \gamma_2 - \gamma_1$$

El ángulo del pie se calcula por la tabla final de esta sección.

ENGRANAJES CONICOS CON EJES A 90° Y NUMERO DE DIENTES IGUALES



FORMULAS

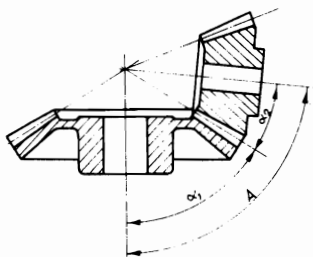
$$\alpha = 45^\circ; J = \frac{D_e}{2} \times \text{tg } \delta; J = J \times \frac{c - F}{c}$$

$$c = 0,707 \times D_p; Y = 0,707 \times L; N_i = 1,41 \times N$$

$$F = \frac{c}{3}; De = 1,41422M + D_p; \text{Tg } \beta = \frac{1,41422}{N}$$

N_i = Número de dientes imaginario para elegir la fresa con que debe tallarse este juego de engranajes.

ENGRANAJES CONICOS CON EJES EN ANGULO AGUDO



FORMULAS

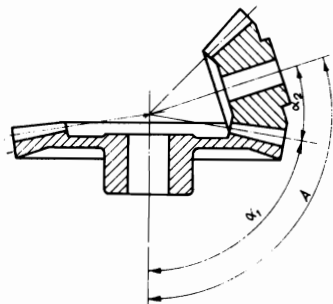
Para $A < 90^\circ$:

$$\operatorname{Tg} \alpha_2 = \frac{\operatorname{Sen} A}{\frac{N}{n} + \cos A}$$

$$\operatorname{Tg} \alpha_1 = \frac{\operatorname{Sen} A}{\frac{n}{N} + \cos A}$$

$$A = \alpha_1 + \alpha_2$$

ENGRANAJES CONICOS CON EJES EN ANGULO OBTUSO



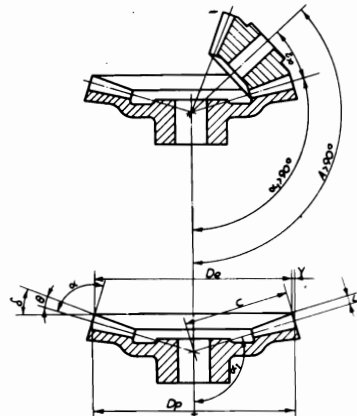
FORMULAS

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

$$\operatorname{Tg} \alpha = \frac{\operatorname{Sen} (180 - A)}{\cos (180 - A) \frac{n}{N}}$$

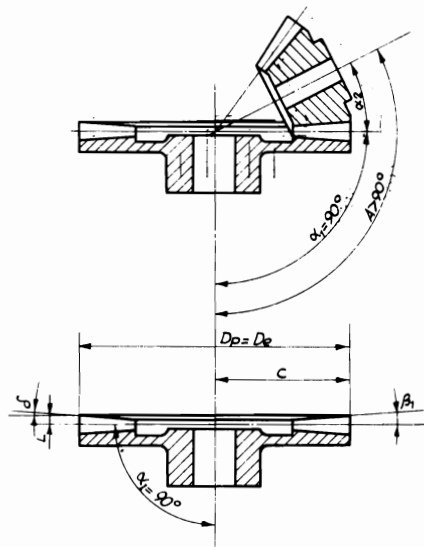
$$De = Dp - 2Y; \quad Y = L \times \cos (180 - \alpha_2)$$

$$\operatorname{Tg} \alpha_2 = \frac{\operatorname{Sen} (180 - A)}{\frac{N}{n} - \cos (180 - A)}$$

$$\delta = \alpha_1 + \alpha_2 - 90; \quad C = \frac{Dp}{2 \operatorname{Sen} (180 - \alpha_2)}$$

Número de dientes imaginario para elegir la fresa con que debe tallarse la rueda: $N_i = \frac{N}{\cos (180 - \alpha_2)}$

Engranaje cónico tipo corona



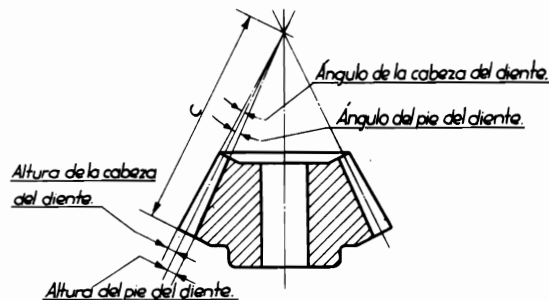
FORMULAS

$$\text{Sen } \alpha_2 = \frac{n}{N}; \quad A = 90^\circ + \alpha_2; \quad C = \frac{D_p}{2}$$

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 = $2^\circ 45'$.

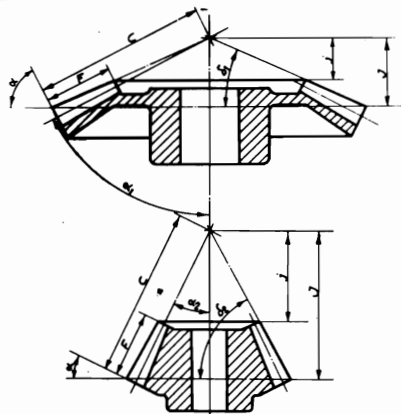
Buscar el número de grados en la columna horizontal, y los minutos en la vertical opuesta; la intersección de ambas nos dará el valor en grados del ángulo del pie del diente que en este caso es $3^\circ 11'$.

Angulo del pie del diente en función del ángulo de la cabeza

| MINUTOS | | GRADOS | | | | | GRADOS | | | | | MINUTOS | | | | | | |
|---------|----|--------|----|----|----|---|--------|---|---|---|---|---------|-----|---|---|---|---|---|
| 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | |
| 0 | 0' | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 35' | 1 | 2 | 3 | 4 | 30 | 36' | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 37 | 1 | 2 | 3 | 4 | 31 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 0 | 38 | 1 | 2 | 3 | 4 | 32 | 10 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 0 | 39 | 1 | 2 | 3 | 4 | 33 | 15 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 0 | 41 | 1 | 2 | 3 | 4 | 34 | 20 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 0 | 42 | 1 | 2 | 3 | 4 | 35 | 25 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 0 | 43 | 1 | 2 | 3 | 4 | 36 | 30 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 7 | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 | 0 | 44 | 1 | 2 | 3 | 4 | 37 | 35 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 0 | 45 | 1 | 2 | 3 | 4 | 38 | 40 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 9 | 9 | 9 | 9 | 9 | 9 | 0 | 46 | 1 | 2 | 3 | 4 | 39 | 45 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 0 | 47 | 1 | 2 | 3 | 4 | 40 | 50 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 11 | 11 | 11 | 11 | 11 | 11 | 0 | 49 | 1 | 2 | 3 | 4 | 41 | 55 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 0 | 50 | 1 | 2 | 3 | 4 | 42 | 60 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 13 | 13 | 13 | 13 | 13 | 13 | 0 | 51 | 1 | 2 | 3 | 4 | 43 | 65 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 14 | 14 | 14 | 14 | 14 | 14 | 0 | 52 | 1 | 2 | 3 | 4 | 44 | 70 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 0 | 53 | 1 | 2 | 3 | 4 | 45 | 75 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 0 | 54 | 1 | 2 | 3 | 4 | 46 | 80 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 17 | 17 | 17 | 17 | 17 | 17 | 0 | 55 | 1 | 2 | 3 | 4 | 47 | 85 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 18 | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 | 0 | 56 | 1 | 2 | 3 | 4 | 48 | 90 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 19 | 19 | 19 | 19 | 19 | 19 | 0 | 57 | 1 | 2 | 3 | 4 | 49 | 95 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 0 | 58 | 1 | 2 | 3 | 4 | 50 | 100 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 21 | 21 | 21 | 21 | 21 | 21 | 0 | 59 | 1 | 2 | 3 | 4 | 51 | 105 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 22 | 22 | 22 | 22 | 22 | 22 | 0 | 60 | 1 | 2 | 3 | 4 | 52 | 110 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 23 | 23 | 23 | 23 | 23 | 23 | 0 | 61 | 1 | 2 | 3 | 4 | 53 | 115 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 24 | 24 | 24 | 24 | 24 | 24 | 0 | 62 | 1 | 2 | 3 | 4 | 54 | 120 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 0 | 63 | 1 | 2 | 3 | 4 | 55 | 125 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 26 | 26 | 26 | 26 | 26 | 26 | 0 | 64 | 1 | 2 | 3 | 4 | 56 | 130 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 27 | 27 | 27 | 27 | 27 | 27 | 0 | 65 | 1 | 2 | 3 | 4 | 57 | 135 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 28 | 28 | 28 | 28 | 28 | 28 | 0 | 66 | 1 | 2 | 3 | 4 | 58 | 140 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 29 | 29 | 29 | 29 | 29 | 29 | 0 | 67 | 1 | 2 | 3 | 4 | 59 | 145 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| | | | | | | | 68 | 1 | 2 | 3 | 4 | 60 | 150 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| | | | | | | | 69 | 1 | 2 | 3 | 4 | 61 | 155 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| | | | | | | | 70 | 1 | 2 | 3 | 4 | 62 | 160 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| | | | | | | | 71 | 1 | 2 | 3 | 4 | 63 | 165 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| | | | | | | | 72 | 1 | 2 | 3 | 4 | 64 | 170 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| | | | | | | | 73 | 1 | 2 | 3 | 4 | 65 | 175 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| | | | | | | | 74 | 1 | 2 | 3 | 4 | 66 | 180 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| | | | | | | | 75 | 1 | 2 | 3 | 4 | 67 | 185 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| | | | | | | | 76 | 1 | 2 | 3 | 4 | 68 | 190 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| | | | | | | | 77 | 1 | 2 | 3 | 4 | 69 | 195 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| | | | | | | | 78 | 1 | 2 | 3 | 4 | 70 | 200 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| | | | | | | | 79 | 1 | 2 | 3 | 4 | 71 | 205 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| | | | | | | | 80 | 1 | 2 | 3 | 4 | 72 | 210 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |

ENGRANAJES CONICOS

Fórmulas para el trazado



RUEDA

$$J = \frac{De}{2} \times \operatorname{tg} \delta_1.$$

$$j = J \times \frac{C - F}{C}.$$

$$C = \frac{Dp}{2 \times \operatorname{sen} \alpha_1}.$$

$$F = \text{Paso} \times 2,5 \text{ (Normal).}$$

$$F = \frac{C}{3} \text{ (Máximo).}$$

PIÑON

$$J = \frac{de}{2} \times \operatorname{tg} \delta_2.$$

$$j = J \times \frac{C - F}{C}.$$

$$C = \frac{dp}{2 \times \operatorname{sen} \alpha_2}.$$

$$F = \text{Paso} \times 2,5 \text{ (Normal).}$$

$$F = \frac{C}{3} \text{ (Máximo).}$$

Para valores de α_1 , α_2 , δ_1 y δ_2 véanse tablas.

ANGULOS DEL CONO DEL DIAMETRO PRIMITIVO α_1, α_2

ANGULOS DEL CONO DEL DIAMETRO PRIMITIVO α_1, α_2

| | | NUMERO DE DIENTES DE LA RUEDA | | | | | | | | | | | |
|----|--|-------------------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| | | 72 | 71 | 70 | 69 | 68 | 67 | 66 | 65 | 64 | 63 | 62 | 61 |
| 12 | | 80-33° 9-27° | 80-25° 9-25° | 80-16° 9-44° | 80-8° 9-52° | 79-59° 10-11° | 79-51° 10-9° | 79-42° 10-10° | 79-32° 10-28° | 79-23° 10-37° | 79-13° 10-47° | 79-3° 10-57° | 78-52° 11-8° |
| 13 | | 79-46° 10-14° | 79-37° 10-31° | 79-29° 10-40° | 79-20° 10-49° | 79-11° 10-49° | 79-1° 11-9° | 78-51° 11-9° | 78-41° 11-19° | 78-31° 11-29° | 78-20° 11-39° | 78-9° 11-51° | 77-58° 12-2° |
| 14 | | 79-0° 11° | 78-51° 11° | 78-41° 11-19° | 78-32° 11-28° | 78-22° 11-38° | 78-11° 11-49° | 78-1° 11-59° | 77-50° 12-9° | 77-38° 12-20° | 77-28° 12-32° | 77-17° 12-43° | 77-5° 12-55° |
| 15 | | 78-14° 11-46° | 78-1° 12-6° | 77-54° 12-16° | 77-44° 12-24° | 77-34° 12-37° | 77-23° 12-48° | 77-12° 13-0° | 76-48° 13-12° | 76-36° 13-24° | 76-24° 13-36° | 76-14° 13-48° | 75-5° 13-59° |
| 16 | | 77-28° 12-32° | 77-18° 12-42° | 77-7° 12-53° | 76-57° 13-3° | 76-45° 13-15° | 76-34° 13-26° | 76-22° 13-38° | 76-10° 13-50° | 75-58° 14-0° | 75-45° 14-15° | 75-32° 14-28° | 75-18° 14-42° |
| 17 | | 76-43° 13-17° | 76-32° 13-28° | 76-21° 13-39° | 76-10° 13-50° | 75-58° 14-5° | 75-45° 14-14° | 75-33° 14-24° | 75-21° 14-39° | 75-10° 14-52° | 74-54° 15-6° | 74-44° 15-20° | 74-25° 15-35° |
| 18 | | 75-58° 14-2° | 75-46° 14-14° | 75-35° 14-25° | 75-23° 14-37° | 75-10° 14-50° | 74-58° 15-2° | 74-45° 15-15° | 74-33° 15-29° | 74-21° 15-43° | 74-7° 15-57° | 73-49° 16-11° | 73-33° 16-27° |
| 19 | | 75-13° 14-47° | 75-1° 14-59° | 74-49° 15-11° | 74-36° 15-24° | 74-23° 15-37° | 74-10° 15-50° | 73-56° 16-4° | 73-42° 16-18° | 73-28° 16-32° | 73-13° 16-47° | 72-58° 17-1° | 72-42° 17-18° |
| 20 | | 74-29° 15-31° | 74-16° 15-44° | 74-3° 15-57° | 73-50° 16-10° | 73-37° 16-23° | 73-23° 16-36° | 73-9° 16-51° | 72-54° 17-6° | 72-39° 17-21° | 72-23° 17-37° | 72-7° 17-53° | 71-51° 18-9° |
| 21 | | 73-45° 16-15° | 73-32° 16-28° | 73-18° 16-42° | 73-4° 16-56° | 72-50° 17-10° | 72-36° 17-24° | 72-21° 17-39° | 72-6° 17-54° | 71-50° 18-26° | 71-34° 18-41° | 71-17° 19-0° | 71-0° 19-17° |
| 22 | | 73-1° 16-59° | 72-47° 17-13° | 72-33° 17-27° | 72-19° 17-41° | 72-4° 18-56° | 71-56° 19-11° | 71-40° 19-26° | 71-24° 19-41° | 71-8° 19-56° | 70-52° 20-11° | 70-36° 20-27° | 70-10° 20-50° |
| 23 | | 72-17° 17-43° | 72-3° 17-57° | 71-49° 18-11° | 71-34° 18-26° | 71-19° 18-41° | 71-3° 18-57° | 70-30° 19-6° | 70-14° 19-22° | 69-57° 19-40° | 69-39° 19-58° | 69-20° 20-17° | 69-0° 20-40° |
| 24 | | 71-24° 18-26° | 71-9° 18-41° | 71-5° 18-55° | 70-49° 19-11° | 70-34° 19-26° | 70-19° 19-41° | 69-44° 19-56° | 69-29° 20-11° | 69-14° 20-26° | 68-58° 20-41° | 68-41° 21-0° | 68-23° 21-19° |
| 25 | | 70-51° 19-9° | 70-36° 19-24° | 70-21° 19-39° | 70-5° 19-55° | 69-49° 20-10° | 69-33° 20-26° | 69-18° 20-41° | 69-0° 21-0° | 68-44° 21-16° | 68-28° 21-31° | 68-11° 21-47° | 67-53° 22-5° |
| 26 | | 69-17° 19-51° | 69-53° 20-7° | 69-37° 20-23° | 69-21° 20-39° | 69-4° 20-56° | 68-40° 21-12° | 68-24° 21-30° | 68-7° 21-48° | 68-12° 22-6° | 67-54° 22-24° | 67-37° 22-45° | 67-20° 23-5° |
| 27 | | 69-27° 20-33° | 69-10° 20-50° | 68-54° 21-6° | 68-38° 21-22° | 68-20° 21-40° | 68-3° 22-57° | 67-45° 22-15° | 67-28° 22-34° | 67-16° 22-52° | 67-6° 23-12° | 66-32° 23-32° | 66-7° 23-53° |
| 28 | | 68-45° 21-15° | 68-29° 21-31° | 68-12° 21-48° | 67-55° 22-5° | 67-37° 22-23° | 67-19° 22-41° | 66-54° 23-6° | 66-36° 23-24° | 66-17° 23-43° | 65-58° 24-3° | 65-37° 24-44° | 65-14° 25-26° |
| 29 | | 68-0° 21-56° | 67-47° 22-13° | 67-30° 22-48° | 67-12° 23-0° | 66-54° 23-24° | 66-36° 24-3° | 66-17° 24-24° | 65-58° 25-31° | 65-37° 26-14° | 65-16° 27-0° | 64-55° 28-0° | 64-34° 29-0° |
| 30 | | 67-23° 22-37° | 67-6° 22-54° | 66-48° 23-23° | 66-30° 23-50° | 66-12° 24-8° | 65-52° 24-27° | 65-33° 25-14° | 65-14° 26-2° | 64-53° 26-42° | 64-32° 27-15° | 64-10° 28-0° | 63-49° 29-11° |
| 31 | | 66-42° 23-18° | 66-25° 23-35° | 66-6° 24-12° | 65-48° 24-51° | 65-29° 25-20° | 65-10° 26-0° | 64-52° 26-35° | 64-33° 27-12° | 64-14° 28-0° | 63-48° 29-12° | 63-26° 30-7° | 63-6° 31-19° |
| 32 | | 66-7° 24-58° | 65-45° 25-34° | 65-26° 26-11° | 64-58° 26-52° | 64-38° 27-36° | 64-19° 28-20° | 64-0° 29-4° | 63-41° 29-48° | 63-22° 30-32° | 63-6° 31-24° | 62-42° 32-16° | 62-19° 33-8° |
| 33 | | 65-23° 24-37° | 64-54° 25-15° | 64-45° 26-34° | 64-25° 27-13° | 64-7° 28-13° | 63-47° 29-14° | 63-28° 30-5° | 63-9° 31-17° | 62-43° 32-21° | 62-18° 33-11° | 61-58° 34-5° | 61-35° 35-28° |
| 34 | | 64-43° 25-17° | 64-25° 25-35° | 64-5° 26-14° | 63-46° 27-16° | 63-26° 28-5° | 63-5° 29-17° | 62-45° 30-22° | 62-23° 31-16° | 62-1° 32-11° | 61-38° 33-5° | 61-15° 34-20° | 60-52° 35-28° |
| 35 | | 64-5° 25-55° | 63-45° 26-34° | 63-26° 27-14° | 62-46° 28-54° | 62-25° 29-35° | 62-4° 30-16° | 61-42° 31-19° | 61-21° 32-32° | 60-57° 33-19° | 60-30° 34-27° | 60-9° 35-11° | 59-27° 36-9° |
| 36 | | 63-26° 26-34° | 63-7° 27-13° | 62-47° 27-52° | 62-6° 28-31° | 61-45° 29-10° | 61-23° 30-5° | 61-1° 31-19° | 60-38° 32-5° | 60-16° 33-14° | 59-31° 34-19° | 59-7° 35-13° | 58-46° 36-18° |
| 37 | | 62-48° 27-12° | 62-32° 27-52° | 62-8° 28-32° | 61-48° 29-12° | 61-5° 30-55° | 60-44° 31-29° | 60-21° 32-59° | 59-58° 34-5° | 59-35° 35-10° | 59-10° 36-11° | 58-46° 37-14° | 58-16° 38-19° |
| 38 | | 62-11° 27-49° | 61-51° 28-9° | 61-30° 28-51° | 61-9° 29-22° | 60-48° 29-54° | 60-26° 30-46° | 60-4° 31-39° | 59-41° 32-33° | 59-18° 33-27° | 58-54° 34-21° | 58-5° 35-14° | 58-15° 36-18° |

Los grados de arriba corresponden a la rueda y los grados de abajo al piñón

| | | NUMERO DE DIENTES DE LA RUEDA | | | | | | | | | | | |
|----|--|-------------------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| | | 60 | 59 | 58 | 57 | 56 | 55 | 54 | 53 | 52 | 51 | 50 | 49 |
| 12 | | 78-41° 11-19° | 78-30° 11-30° | 78-19° 11-41° | 78-7° 11-53° | 77-54° 12-6° | 77-42° 12-18° | 77-28° 12-32° | 77-15° 12-45° | 77-0° 13-0° | 76-46° 13-14° | 76-30° 13-30° | 76-14° 13-46° |
| 13 | | 77-46° 12-14° | 77-34° 12-26° | 77-22° 12-38° | 77-9° 12-51° | 76-56° 13-4° | 76-42° 13-18° | 76-28° 13-32° | 76-13° 13-47° | 75-58° 14-0° | 75-42° 14-18° | 75-26° 14-34° | 75-8° 14-52° |
| 14 | | 76-52° 13-8° | 76-40° 13-21° | 76-28° 13-34° | 76-16° 13-48° | 75-58° 14-5° | 75-44° 14-17° | 75-30° 14-32° | 75-15° 14-48° | 75-0° 15-1° | 74-48° 15-15° | 74-31° 15-31° | 74-14° 15-47° |
| 15 | | 75-8° 14-2° | 75-44° 14-16° | 75-30° 14-30° | 75-15° 14-45° | 74-0° 15-0° | 74-44° 15-14° | 74-29° 15-31° | 74-12° 15-48° | 73-55° 16-1° | 73-37° 16-18° | 73-18° 16-34° | 72-59° 16-51° |
| 16 | | 75-18° 14-54° | 75-4° 15-11° | 74-55° 15-25° | 74-41° 15-41° | 74-3° 16-13° | 73-47° 16-13° | 73-30° 16-28° | 73-12° 16-48° | 72-54° 17-1° | 72-35° 17-25° | 72-15° 17-45° | 71-55° 18-5° |
| 17 | | 74-11° 15-49° | 73-56° 16-4° | 73-40° 16-30° | 73-24° 16-57° | 72-49° 17-11° | 72-49° 17-51° | 72-31° 18-1° | 72-13° 18-18° | 71-54° 18-45° | 71-34° 19-2° | 71-13° 19-26° | 70-52° 19-49° |
| 18 | | 73-18° 16-42° | 73-2° 16-58° | 72-45° 17-15° | 72-29° 17-31° | 72-11° 17-49° | 71-53° 18-7° | 71-34° 18-26° | 71-15° 19-1° | 70-54° 19-58° | 70-33° 20-1° | 70-12° 20-26° | 69-50° 20-50° |
| 19 | | 72-26° 17-34° | 72-9° 17-51° | 71-52° 18-18° | 71-34° 18-45° | 71-15° 19-3° | 70-57° 19-23° | 70-37° 19-43° | 70-17° 20-1° | 69-56° 20-41° | 69-34° 21-1° | 69-12° 21-21° | 68-48° 21-52° |
| 20 | | 71-34° 18-26° | 71-16° 18-44° | 70-59° 19-1° | 70-40° 19-20° | 70-21° 19-39° | 70-1° 19-59° | 69-41° 20-19° | 69-21° 20-41° | 69-0° 21-3° | 68-35° 21-25° | 68-12° 22-12° | 67-48° 22-52° |
| 21 | | 70-43° 19-17° | 70-24° 19-36° | 69-46° 19-54° | 69-26° 20-14° | 69-6° 20-34° | 68-46° 20-54° | 68-25° 21-15° | 68-0° 21-37° | 67-37° 22-0° | 67-13° 22-23° | 66-48° 23-12° | 66-8° 23-52° |
| 22 | | 69-52° 20-8° | 69-33° 20-27° | 69-13° 20-47° | 68-54° 21-6° | 68-33° 21-27° | 68-12° 22-0° | 67-50° 22-13° | 67-27° 22-33° | 67-0° 23-0° | 66-40° 23-26° | 66-15° 24-5° | 65-49° 24-41° |
| 23 | | 69-2° 20-58° | 68-42° 21-18° | 68-22° 21-38° | 68-2° 22-57° | 67-41° 23-16° | 67-18° 23-36° | 66-55° 24-1° | 66-32° 24-26° | 66-8° 25-11° | 65-44° 26-0° | 65-19° 26-44° | 64-51° 27-11° |
| 24 | | 68-12° 21-48° | 67-52° 22-9° | 67-31° 22-29° | 67-10° 23-9° | 66-49° 23-24° | 66-28° 24-24° | 66-6° 25-19° | 65-44° 26-14° | 65-21° 27-0° | 64-48° 28-0° | 64-22° 28-54° | 64-3° 29-48° |
| 25 | | 67-23° 22-38° | 67-3° 23-28° | 66-41° 24-18° | 66-20° 25-8° | 65-57° 26-3° | 65-36° 27-13° | 65-9° 28-3° | 64-25° 29-13° | 64-2° 30-13° | 63-31° 31-3° | 62-58° 32-28° | 62-58° 33-33° |
| 26 | | 66-34° 23-26° | 66-13° 23-47° | 65-51° 24-27° | 65-29° 25-18° | 65-7° 26-8° | 64-44° 27-18° | 64-22° 28-18° | 63-36° 29-18° | 63-6° 30-18° | 62-34° 31-17° | 62-1° 32-17° | 61-38° 33-17° |
| 27 | | 65-46° 24-14° | 65-25° 24-35° | 65-2° 25-16° | 64-39° 26-7° | 64-16° 27-1° | 63-53° 28-6° | 63-26° 29-6° | 62-37° 30-6° | 62-6° 31-6° | 61-14° 32-6° | 60-45° 33-5° | 60-15° 34-5° |
| 28 | | 64-59° 25-1° | 64-37° 25-46° | 64-14° 26-31° | 63-50° 27-16° | 63-26° 28-11° | 62-53° 29-6° | 62-26° 30-6° | 61-37° 31-6° | 61-14° 32-6° | 60-38° 33-5° | 60-15° 34-5° | 59-45° 35-5° |
| 29 | | 64-12° 25-48° | 63-50° 26-34° | 63-26° 27-19° | 62-53° 28-14° | 62-32° 29-9° | 62-12° 30-4° | 61-41° 31-4° | 61-18° 32-4° | 60-51° 33-4° | 60-23° 34-4° | 59-53° 35-4° | 59-25° 36-4° |
| 30 | | 63-26° 26-34° | 63-6° 27-13° | 62-29° 28-3 | 62-8° 29-17° | 61-47° 30-22° | 61-26° 31-17° | 61-0° 32-17° | 60-28° 33-17° | 60-9° 34-17° | 59-37° 35-17° | 59-10° 36-18° | 58-32° 37-18° |
| 31 | | 62-40° 27-20° | 62-18° 28-8° | 61-53° 29-28° | 61-31° 30-17° | 61-9° 31-6° | 60-46° 32-6° | 60-24° 33-6° | 60-2° 34-6° | 59-41° 35-6° | 59-12° 36-6° | 58-42° 37-6° | 58-14° 38-6° |
| 32 | | 61-56° 28-4° | | | | | | | | | | | |

ANGULOS DEL CONO DEL DIAMETRO PRIMITIVO α_1, α_2

ANGULOS DEL CONO DEL DIAMETRO PRIMITIVO α_1, α_2

NUMERO DE DIENTES DE LA RUEDA

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' | 75-4' | 74-45' | 74-25' | 74-3' | 73-41' | 73-18' | 72-54' | 72-28' | 72-2' |
| 13 | 74-51' | 74-32' | 74-13' | 73-53' | 73-32' | 73-11' | 72-48' | 72-25' | 71-34' | 71-7' | 70-39' | 70-19' |
| 14 | 73-44' | 73-25' | 73-4' | 72-43' | 72-21' | 71-58' | 71-34' | 71-15' | 70-15' | 69-46' | 69-16' | 68-50' |
| 15 | 72-39' | 72-18' | 71-56' | 71-34' | 71-10' | 70-46' | 70-21' | 69-54' | 69-26' | 68-58' | 68-30' | 68-02' |
| 16 | 71-34' | 71-12' | 70-49' | 70-26' | 70-1' | 69-35' | 69-11' | 68-41' | 68-12' | 67-42' | 67-10' | 66-37' |
| 17 | 70-30' | 70-7' | 69-43' | 69-17' | 68-52' | 68-26' | 67-58' | 67-28' | 66-58' | 66-27' | 65-54' | 65-19' |
| 18 | 69-26' | 69-3' | 68-38' | 68-12' | 67-45' | 67-17' | 66-48' | 66-16' | 65-54' | 64-39' | 64-4' | 63-24' |
| 19 | 68-25' | 67-59' | 67-34' | 67-6' | 66-38' | 66-10' | 65-39' | 65-8' | 64-36' | 64-2' | 62-49' | 62-11' |
| 20 | 67-23' | 66-57' | 66-30' | 66-2' | 65-33' | 65-3' | 64-32' | 64-0' | 63-26' | 62-51' | 62-14' | 61-37' |
| 21 | 66-22' | 65-55' | 65-28' | 64-59' | 64-29' | 63-58' | 63-26' | 62-53' | 62-18' | 61-42' | 61-7' | 60-25' |
| 22 | 65-23' | 64-55' | 64-26' | 63-57' | 63-26' | 62-54' | 62-21' | 61-47' | 61-11' | 60-34' | 59-15' | 58-35' |
| 23 | 64-24' | 63-56' | 63-26' | 62-56' | 62-24' | 61-52' | 61-18' | 60-42' | 60-6' | 59-28' | 58-49' | 58-0' |
| 24 | 63-26' | 62-57' | 62-27' | 61-56' | 61-24' | 60-52' | 60-18' | 59-42' | 59-6' | 58-38' | 57-59' | 57-0' |
| 25 | 62-28' | 61-59' | 61-29' | 60-57' | 60-24' | 59-50' | 59-14' | 58-38' | 58-1' | 57-20' | 56-40' | 55-57' |
| 26 | 61-31' | 61-1' | 60-31' | 59-59' | 59-25' | 58-50' | 58-14' | 57-37' | 56-58' | 56-19' | 55-37' | 54-54' |
| 27 | 60-32' | 60-7' | 59-35' | 59-2' | 30-35' | 31-10' | 31-46' | 32-23' | 33-2' | 33-41' | 34-23' | 35-6' |
| 28 | 59-45' | 59-13' | 58-40' | 58-7' | 57-32' | 56-56' | 56-19' | 55-40' | 55-0' | 54-19' | 53-24' | 52-53' |
| 29 | 58-52' | 58-19' | 57-46' | 57-12' | 56-37' | 56-0' | 55-31' | 54-44' | 54-3' | 53-22' | 52-37' | 51-55' |
| 30 | 57-0' | 57-27' | 56-53' | 56-19' | 55-43' | 55-5' | 54-27' | 53-58' | 53-48' | 52-26' | 51-21' | 50-58' |
| 31 | 56-0' | 55-32' | 54-57' | 54-17' | 53-41' | 53-34' | 52-53' | 52-13' | 51-31' | 50-48' | 49-27' | 48-50' |
| 32 | 55-0' | 54-15' | 53-39' | 52-59' | 52-18' | 51-40' | 51-0' | 50-20' | 49-38' | 48-55' | 48-11' | 47-25' |
| 33 | 54-0' | 53-19' | 52-43' | 51-63' | 50-82' | 50-1' | 49-20' | 48-38' | 47-55' | 47-11' | 46-25' | 45-42' |
| 34 | 53-0' | 52-33' | 51-57' | 51-20' | 50-43' | 50-4' | 49-24' | 48-41' | 47-58' | 47-14' | 46-28' | 45-45' |
| 35 | 52-0' | 51-47' | 51-12' | 50-35' | 49-58' | 49-17' | 48-37' | 47-54' | 47-14' | 46-28' | 45-45' | 44-62' |
| 36 | 51-0' | 50-31' | 50-27' | 49-49' | 49-11' | 48-32' | 47-52' | 47-10' | 46-28' | 45-45' | 44-62' | 43-79' |
| 37 | 50-0' | 49-15' | 48-52' | 48-14' | 47-35' | 46-56' | 46-16' | 45-36' | 44-56' | 43-75' | 42-94' | 42-13' |
| 38 | 49-0' | 48-0' | 47-41' | 46-62' | 45-83' | 45-4' | 44-24' | 43-44' | 42-64' | 41-84' | 41-4' | 40-24' |

| | 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' | 65-14' | 64-22' |
| 13 | 70-16' | 70-15' | 69-26' | 69-19' | 68-30' | 67-53' | 67-15' | 66-34' | 65-51' | 65-6' | 64-17' | 63-26' |
| 14 | 69-15' | 69-33' | 68-30' | 68-23' | 67-30' | 66-47' | 65-64' | 64-81' | 63-98' | 63-15' | 62-22' | 61-30' |
| 15 | 68-45' | 68-12' | 67-37' | 67-0' | 66-23' | 65-42' | 64-59' | 64-14' | 63-26' | 62-36' | 61-42' | 60-45' |
| 16 | 67-23' | 66-48' | 66-12' | 65-33' | 64-53' | 64-10' | 63-26' | 62-39' | 61-49' | 60-57' | 60-1' | 59-2' |
| 17 | 66-28' | 65-26' | 64-48' | 64-8' | 63-26' | 62-42' | 61-56' | 61-7' | 60-15' | 59-21' | 58-23' | 57-23' |
| 18 | 65-34' | 64-34' | 63-48' | 63-2' | 62-15' | 61-22' | 60-28' | 59-32' | 58-35' | 57-48' | 56-49' | 55-47' |
| 19 | 64-43' | 63-44' | 62-54' | 62-6' | 61-23' | 60-30' | 59-36' | 58-40' | 57-39' | 56-46' | 55-51' | 54-46' |
| 20 | 63-57' | 62-58' | 62-10' | 61-27' | 60-34' | 59-40' | 58-46' | 57-41' | 56-45' | 55-51' | 54-52' | 53-46' |
| 21 | 62-59' | 61-55' | 60-52' | 59-49' | 58-46' | 57-43' | 56-40' | 55-37' | 54-34' | 53-31' | 52-28' | 51-20' |
| 22 | 61-59' | 60-55' | 59-52' | 58-49' | 57-46' | 56-43' | 55-40' | 54-37' | 53-34' | 52-31' | 51-28' | 50-20' |
| 23 | 60-59' | 59-55' | 58-52' | 57-49' | 56-46' | 55-43' | 54-40' | 53-37' | 52-34' | 51-31' | 50-28' | 49-20' |
| 24 | 59-59' | 58-55' | 57-52' | 56-49' | 55-46' | 54-43' | 53-40' | 52-37' | 51-34' | 50-31' | 49-28' | 48-20' |
| 25 | 58-59' | 57-55' | 56-52' | 55-49' | 54-46' | 53-43' | 52-40' | 51-37' | 50-34' | 49-31' | 48-28' | 47-20' |
| 26 | 57-59' | 56-55' | 55-52' | 54-49' | 53-46' | 52-43' | 51-40' | 50-37' | 49-34' | 48-31' | 47-28' | 46-20' |
| 27 | 56-59' | 55-55' | 54-52' | 53-49' | 52-46' | 51-43' | 50-40' | 49-37' | 48-34' | 47-31' | 46-28' | 45-20' |
| 28 | 55-59' | 54-55' | 53-52' | 52-49' | 51-46' | 50-43' | 49-40' | 48-37' | 47-34' | 46-31' | 45-28' | 44-20' |
| 29 | 54-59' | 53-55' | 52-52' | 51-49' | 50-46' | 49-43' | 48-40' | 47-37' | 46-34' | 45-31' | 44-28' | 43-20' |
| 30 | 53-59' | 52-55' | 51-52' | 50-49' | 49-46' | 48-43' | 47-40' | 46-37' | 45-34' | 44-31' | 43-28' | 42-20' |
| 31 | 52-59' | 51-55' | 50-52' | 49-49' | 48-46' | 47-43' | 46-40' | 45-37' | 44-34' | 43-31' | 42-28' | 41-20' |
| 32 | 51-59' | 50-55' | 49-52' | 48-49' | 47-46' | 46-43' | 45-40' | 44-37' | 43-34' | 42-31' | 41-28' | 40-20' |
| 33 | 50-59' | 49-55' | 48-52' | 47-49' | 46-46' | 45-43' | 44-40' | 43-37' | 42-34' | 41-31' | 40-28' | 39-20' |
| 34 | 49-59' | 48-55' | 47-52' | 46-49' | 45-46' | 44-43' | 43-40' | 42-37' | 41-34' | 40-31' | 39-28' | 38-20' |
| 35 | 48-59' | 47-55' | 46-52' | 45-49' | 44-46' | 43-43' | 42-40' | 41-37' | 40-34' | 39-31' | 38-28' | 37-20' |
| 36 | 47-59' | 46-55' | 45-52' | 44-49' | 43-46' | 42-43' | 41-40' | 40-37' | 39-34' | 38-31' | 37-28' | 36-20' |

Los grados de arriba corresponden a la rueda y los grados de abajo al piñón.

Los grados de arriba corresponden a la rueda y los grados de abajo al piñón.

ANGULOS DEL CONO DEL DIAMETRO PRIMITIVO α_1, α_2

| | NUMERO DE DIENTES DE LA RUEDA | | | | | | | | | | | | |
|-----------|-------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | 24 | 23 | 22 | 21 | 20 | 19 | 18 | 17 | 16 | 15 | 14 | 13 | |
| | 12 | 63-26* | 62-27* | 61-23* | 60-15* | 59-7* | 57-44* | 56-19* | 54-47* | 53-7* | 51-20* | 49-24* | 47-17* |
| 13 | 26-34* | 27-33* | 28-37* | 29-45* | 30-58* | 33-41* | 35-13* | 36-53* | 38-40* | 40-36* | 42-43* | 45* | |
| 14 | 61-33* | 60-31* | 59-25* | 58-14* | 56-58* | 55-37* | 54-10* | 52-36* | 50-54* | 49-5* | 47-7* | 45* | |
| 15 | 28-27* | 29-29* | 30-35* | 31-46* | 33-2* | 34-23* | 35-50* | 37-24* | 39-6* | 40-55* | 42-53* | 45* | |
| 16 | 59-45* | 58-40* | 57-32* | 56-19* | 55-0* | 53-37* | 52-8* | 50-32* | 48-48* | 46-58* | 44-5* | 45* | |
| 17 | 30-15* | 31-20* | 32-28* | 33-41* | 35-0* | 36-23* | 37-52* | 39-28* | 41-12* | 43-2* | 45* | 45* | |
| 18 | 58-0* | 56-53* | 55-43* | 54-28* | 53-7* | 51-42* | 50-12* | 48-35* | 46-51* | 45* | 45* | 45* | |
| 19 | 32-0* | 33-7* | 34-17* | 35-32* | 36-53* | 38-18* | 39-48* | 40-22* | 41-25* | 43-9* | 45* | 45* | |
| 20 | 56-19* | 55-11* | 53-58* | 52-42* | 51-20* | 49-54* | 48-22* | 46-44* | 45* | 45* | 45* | 45* | |
| 21 | 33-41* | 34-49* | 36-2* | 37-18* | 38-40* | 40-6* | 41-38* | 43-16* | 45* | 45* | 45* | 45* | |
| 22 | 54-41* | 53-32* | 52-18* | 51-0* | 49-38* | 48-11* | 46-38* | 45* | 45* | 45* | 45* | 45* | |
| 23 | 35-19* | 36-28* | 37-42* | 39-0* | 40-22* | 41-49* | 43-22* | 45* | 45* | 45* | 45* | 45* | |
| 24 | 53-7* | 51-53* | 50-43* | 49-24* | 48-0* | 46-33* | 45* | 45* | 45* | 45* | 45* | 45* | |
| 25 | 36-53* | 38-3* | 39-17* | 40-36* | 42-0* | 43-22* | 45* | 45* | 45* | 45* | 45* | 45* | |
| 26 | 51-38* | 50-26* | 49-11* | 47-52* | 46-28* | 45* | 45* | 45* | 45* | 45* | 45* | 45* | |
| 27 | 38-22* | 39-34* | 40-49* | 42-8* | 43-32* | 45* | 45* | 45* | 45* | 45* | 45* | 45* | |
| 28 | 50-12* | 48-59* | 47-43* | 46-24* | 45* | 45* | 45* | 45* | 45* | 45* | 45* | 45* | |
| 29 | 39-48* | 41-1* | 42-17* | 43-36* | 45* | 45* | 45* | 45* | 45* | 45* | 45* | 45* | |
| 30 | 48-48* | 47-36* | 46-20* | 45* | 45* | 45* | 45* | 45* | 45* | 45* | 45* | 45* | |
| 31 | 41-12* | 42-24* | 43-40* | 45* | 45* | 45* | 45* | 45* | 45* | 45* | 45* | 45* | |
| 32 | 47-29* | 46-16* | 45-0* | 45* | 45* | 45* | 45* | 45* | 45* | 45* | 45* | 45* | |
| 33 | 42-31* | 43-0* | 45* | 45* | 45* | 45* | 45* | 45* | 45* | 45* | 45* | 45* | |
| 34 | 43-47* | 45* | 45* | 45* | 45* | 45* | 45* | 45* | 45* | 45* | 45* | 45* | |
| 35 | 45* | 45* | 45* | 45* | 45* | 45* | 45* | 45* | 45* | 45* | 45* | 45* | |

Los grados de arriba corresponden a la rueda y los grados de abajo al piñón.

ANGULO DE LA CARA DEL DIENTE δ_1, δ_2

| | NUMERO DE DIENTES DE LA RUEDA | | | | | | | | | | | |
|-----------|-------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | 72- | 71 | 70 | 69 | 68 | 67 | 66 | 65 | 64 | 63 | 62 | 61 |
| | 12 | 7-53* | 8* | 8-7* | 8-14* | 8-21* | 8-28* | 8-35* | 8-43* | 8-51* | 8-59* | 9-7* |
| 13 | 78-59* | 78-50* | 78-39* | 78-30* | 78-19* | 78-10* | 77-59* | 77-47* | 77-37* | 77-25* | 77-13* | 77-1* |
| 14 | 8-40* | 8-48* | 8-54* | 9-2* | 9-9* | 9-16* | 9-24* | 9-32* | 9-41* | 9-52* | 10-1* | 10-11* |
| 15 | 78-12* | 78-2* | 77-52* | 77-42* | 77-31* | 77-20* | 77-8* | 76-56* | 76-45* | 76-32* | 76-19* | 76-7* |
| 16 | 9-26* | 9-34* | 9-42* | 9-50* | 9-59* | 10-8* | 10-16* | 10-25* | 10-35* | 10-45* | 10-55* | 11-5* |
| 17 | 77-26* | 77-16* | 77-4* | 76-54* | 76-43* | 76-30* | 76-16* | 76-7* | 75-55* | 75-41* | 75-28* | 75-15* |
| 18 | 10-12* | 10-20* | 10-30* | 10-38* | 10-47* | 10-57* | 11-6* | 11-16* | 11-27* | 11-37* | 11-47* | 11-59* |
| 19 | 76-40* | 76-29* | 76-18* | 76-6* | 75-55* | 75-43* | 75-30* | 75-16* | 75-7* | 74-49* | 74-35* | 74-21* |
| 20 | 10-59* | 11-7* | 11-17* | 11-26* | 11-37* | 11-46* | 11-56* | 12-7* | 12-17* | 12-29* | 12-40* | 12-52* |
| 21 | 75-45* | 75-43* | 75-31* | 75-20* | 75-7* | 74-54* | 74-40* | 74-27* | 74-13* | 73-59* | 73-44* | 73-28* |
| 22 | 11-55* | 11-54* | 12-1* | 12-13* | 12-24* | 12-34* | 12-46* | 12-56* | 13-7* | 13-21* | 13-32* | 13-45* |
| 23 | 75-10* | 74-58* | 74-46* | 74-33* | 74-20* | 74-7* | 73-52* | 73-38* | 73-23* | 73-9* | 72-52* | 72-35* |
| 24 | 12-29* | 12-40* | 12-46* | 13-0* | 13-12* | 13-24* | 13-34* | 13-45* | 13-59* | 14-12* | 14-24* | 14-36* |
| 25 | 74-25* | 74-12* | 74* | 73-46* | 73-32* | 73-19* | 73-4* | 72-49* | 72-33* | 72-18* | 72-2* | 71-44* |
| 26 | 13-14* | 13-25* | 13-36* | 13-48* | 14* | 14-11* | 14-24* | 14-36* | 14-49* | 15-1* | 15-15* | 15-30* |
| 27 | 73-40* | 73-27* | 73-14* | 73* | 72-46* | 72-31* | 72-16* | 72-1* | 71-45* | 71-28* | 71-11* | 70-54* |
| 28 | 13-59* | 14-11* | 14-23* | 14-34* | 14-46* | 15-4* | 15-11* | 15-25* | 15-39* | 15-52* | 16-7* | 16-21* |
| 29 | 72-57* | 72-43* | 72-29* | 72-14* | 72* | 71-45* | 71-29* | 71-13* | 70-56* | 70-38* | 70-21* | 70-3* |
| 30 | 14-43* | 14-55* | 15-8* | 15-21* | 15-33* | 15-46* | 15-59* | 16-12* | 16-28* | 16-42* | 16-58* | 17-13* |
| 31 | 72-13* | 71-59* | 71-44* | 71-29* | 71-13* | 70-58* | 70-41* | 70-25* | 70-8* | 69-50* | 69-32* | 69-13* |
| 32 | 15-27* | 15-40* | 15-53* | 16-6* | 16-20* | 16-33* | 16-47* | 17-2* | 17-16* | 17-31* | 17-46* | 18-3* |
| 33 | 71-29* | 71-14* | 70-59* | 70-44* | 70-28* | 70-11* | 69-55* | 69-38* | 69-20* | 69-1* | 68-43* | 68-23* |
| 34 | 16-12* | 16-24* | 16-38* | 16-51* | 17-5* | 17-20* | 17-34* | 17-50* | 18-5* | 18-20* | 18-36* | 18-54* |
| 35 | 70-46* | 70-30* | 70-16* | 69-59* | 69-43* | 69-26* | 69-8* | 68-50* | 68-33* | 68-14* | 67-54* | 67-34* |
| 36 | 16-55* | 17-9* | 17-22* | 17-37* | 17-51* | 18-6* | 18-21* | 18-37* | 18-53* | 19-9* | 19-26* | 19-44* |
| 37 | 70-3* | 69-47* | 69-32* | 69-15* | 68-59* | 68-40* | 68-21* | 68-0* | 67-45* | 67-27* | 67-6* | 66-46* |
| 38 | 17-39* | 17-52* | 18-6* | 18-21* | 18-36* | 18-52* | 19-7* | 19-24* | 19-40* | 19-57* | 20-14* | 20-32* |
| 39 | 69-21* | 69-4* | 68-48* | 68-31* | 68-14* | 67-56* | 67-37* | 67-18* | 67* | 66-39* | 66-20* | 65-58* |
| 40 | 18-21* | 18-36* | 18-51* | 19-6* | 19-22* | 19-37* | 19-53* | 20-10* | 20-26* | 20-45* | 21-2* | 21-21* |
| 41 | 68-39* | 68-22* | 68-5* | 67-48* | 67-30* | 67-13* | 66-53* | 66-34* | 66-14* | 65-53* | 65-32* | 65-11* |
| 42 | 19-3* | 19-19* | 19-34* | 19-49* | 20-6* | 20-22* | 20-38* | 20-56* | 21-13* | 21-32* | 21-50* | 22-10* |
| 43 | 67-57* | 67-39* | 67-22* | 67-5* | 66-46* | 66-28* | 66-8* | 65-48* | 65-29* | 65-8* | 64-46* | 64-24* |
| 44 | 19-46* | 20-1* | 20-17* | 20-32* | 20-50* | 21-6* | 21-23* | 21-41* | 22* | 22-18* | 22-37* | 22-56* |
| 45 | 67-16* | 66-59* | 66-41* | 66-22* | 66-4* | 65-44* | 65-25* | 65-5* | 64-44* | 64-22* | 64-1* | 63-38* |
| 46 | 20-27* | 20-43* | 20-59* | 21-16* | 21-33* | 21-50* | 22-8* | 22-27* | 22-45* | 23-5* | 23-25* | 23-44* |
| 47 | 66-35* | 66-17* | 65-59* | 65-40* | 65-21* | 65-2* | 64-42* | 64-21* | 63-59* | 63-37* | 63-15* | 62-52* |
| 48 | 21-9* | 21-25* | 21-42* | 21-58* | 22-14* | 22-32* | 22-52* | 23-10* | 23-30* | 23-50* | 24-10* | 24-30* |
| 49 | 65-50* | 65-37* | 65-18* | 64-58* | 64-39* | 64-18* | 63-58* | 63-38* | 63-16* | 62-54* | 62-30* | 62-7* |
| 50 | 21-55* | 22-6* | 22-24* | 22-41* | 22-59* | 23-17* | 23-35* | 23-55* | 24-14* | 24-34* | 24-54* | 25-17* |
| 51 | 65-14* | 64-56* | 64-36* | 64-17* | 63-57* | 63-37* | 63-15* | 62-55* | 62-32* | 62-10* | 61-46* | 61-23* |
| 52 | 22-31* | 22-48* | 23-4* | 23-23* | 23-40* | 23-59* | 24-18* | 24-38* | 24-58* | 25-18* | 25-39* | 26-1* |
| 53 | 64-35* | 64-16* | 63-56* | 63-37* | 63-16* | 62-55* | 62-34* | 62-12* | 61-50* | 61-26* | 61-3* | 60-39* |
| 54 | 23-10* | 23-28* | 23-46* | 24-4* | 24-22* | 24-41* | 25-1* | 25-21* | 25-42* | 26-2* | 26-24* | 26-45* |
| 55 | 63-56* | 63-36* | 63-16* | 62-56* | 62-36* | 62-15* | 61-53* | 61-31* | 61-8* | 60-44* | 60-20* | 59-55* |
| 56 | 24-15* | 24-8* | 24-27* | 24-44* | 25-4* | 25-23* | 25-42* | 26-3* | 26-24* | 26-46* | 27-7* | 27-29* |
| 57 | 63-17* | 62-58* | 62-37* | 62-16* | 61-56* | 61-33* | 61-12* | 60-49* | 60-26* | 60-2* | 59-37* | 59-13* |
| 58 | 24-29* | 24-48* | 25-6* | 25-25* | 25-44* | 26-4* | 26-24* | 26-45* | 27-6* | 27-28* | 27-50* | 28-13* |
| 59 | 62-39* | 62-18* | 61-58* | 61-37* | 61-16* | 60-54* | 60-32* | 60-9* | 59-44* | 59-22* | 58-56* | 58-31* |
| 60 | 25-9* | 25-27* | 25-45* | 26-5* | 26-24* | 26-45* | 27-5* | 27-26* | 27-48* | 28-10* | 28-33* | 28-56* |
| 61 | 62-1* | 61-41* | 61-20* | 60-59* | 60-36* | 60-15* | 59-51* | 59-28* | 59-4* | 58-40* | 58-15* | 57-50* |
| 62 | 25-47* | 26-6* | 26-25* | 26-44* | 27-4* | 27-25* | 27-45* | 28-7* | 28-29* | 28-51* | 29-38* | 29-50* |
| 63 | 61-23* | 61-2* | 60-41* | 60-20* | 59-58* | 59-35* | 59-13* | 58-49* | 58-25* | 58-1* | 57-35* | 57-10* |

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 DE LA RUEDA | | | | | | | | | | | |
|----|-------------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| | 60 | 59 | 58 | 57 | 56 | 55 | 54 | 53 | 52 | 51 | 50 | 49 |
| 12 | 9:26 76:48 | 9:35 76:35 | 9:45 76:23 | 9:55 76:8 | 10:6 75:54 | 10:16 75:40 | 10:28 75:24 | 10:39 75:9 | 10:52 74:52 | 11:3 74:37 | 11:15 74:15 | 11:30 73:58 |
| 13 | 10:21 75:53 | 10:31 75:26 | 10:42 75:11 | 10:53 74:56 | 11:4 74:56 | 11:16 74:24 | 11:28 74:24 | 11:41 73:50 | 12:8 73:42 | 12:8 73:50 | 12:20 73:12 | 12:37 72:53 |
| 14 | 11:16 75:25 | 11:27 74:31 | 11:39 74:14 | 11:50 73:58 | 12:2 73:42 | 12:16 72:55 | 12:33 72:35 | 12:43 72:21 | 12:57 71:49 | 13:11 71:29 | 13:11 71:48 | 13:42 71:48 |
| 15 | 12:11 74:7 | 12:22 73:50 | 12:35 73:35 | 12:48 73:18 | 13:1 72:44 | 13:16 72:26 | 13:33 72:7 | 13:51 71:49 | 14:19 71:28 | 14:31 71:6 | 14:40 70:45 | 14:47 70:45 |
| 16 | 13:1 73:5 | 13:18 72:56 | 13:30 72:42 | 13:45 72:27 | 13:59 72:5 | 14:27 71:47 | 14:57 71:28 | 15:11 71:44 | 15:28 70:49 | 15:48 70:17 | 16:1 70:2 | 16:55 69:42 |
| 17 | 13:59 72:21 | 14:11 72:3 | 14:26 71:45 | 14:40 71:28 | 14:57 71:9 | 15:28 70:49 | 15:55 70:30 | 16:14 69:49 | 16:42 69:27 | 16:57 69:31 | 17:37 68:39 | 17:58 68:39 |
| 18 | 14:52 71:28 | 15:1 70:51 | 15:21 70:34 | 15:36 70:14 | 15:52 69:53 | 16:28 69:34 | 16:42 69:12 | 16:57 68:49 | 17:26 68:26 | 17:39 68:3 | 17:58 67:38 | 18:0 67:38 |
| 19 | 15:44 70:30 | 15:59 70:17 | 16:15 69:59 | 16:31 69:39 | 16:49 69:19 | 16:67 68:58 | 16:87 68:37 | 16:99 68:15 | 17:23 67:52 | 17:37 67:4 | 18:0 66:37 | 19:1 66:37 |
| 20 | 16:37 69:45 | 16:53 69:25 | 17:8 69:6 | 17:26 68:46 | 17:44 68:26 | 17:62 68:8 | 17:87 67:41 | 18:19 66:54 | 18:51 66:23 | 19:20 66:5 | 19:41 65:38 | 20:2 65:38 |
| 21 | 17:28 68:54 | 17:46 68:34 | 18:2 68:14 | 18:20 67:52 | 18:39 67:31 | 18:59 66:46 | 19:19 66:23 | 19:58 65:58 | 20:37 65:3 | 20:55 65:7 | 21:3 64:39 | 21:3 64:39 |
| 22 | 18:20 68:4 | 18:37 67:43 | 18:56 67:22 | 19:13 67:1 | 19:32 66:16 | 19:52 66:52 | 20:12 65:57 | 20:33 65:3 | 20:55 64:4 | 21:17 63:41 | 22:3 63:41 | 22:3 63:41 |
| 23 | 19:10 67:14 | 19:28 66:52 | 19:48 66:32 | 19:67 66:9 | 20:25 65:47 | 20:47 65:23 | 21:8 64:58 | 21:29 64:35 | 21:52 63:41 | 22:17 63:13 | 23:2 62:44 | 23:2 62:44 |
| 24 | 20:1 66:25 | 20:19 66:3 | 20:39 65:41 | 20:58 65:18 | 21:19 64:55 | 21:39 64:31 | 21:59 63:40 | 22:1 63:14 | 22:26 62:46 | 22:46 62:19 | 23:26 61:48 | 23:26 61:48 |
| 25 | 20:51 65:37 | 21:1 65:14 | 21:29 64:51 | 21:50 64:28 | 22:11 64:5 | 22:31 63:39 | 22:51 63:14 | 23:11 62:48 | 23:41 62:11 | 24:7 61:53 | 24:27 61:4 | 25:53 60:53 |
| 26 | 24:49 64:29 | 24:26 64:6 | 24:3 63:39 | 24:22 63:11 | 24:33 62:45 | 24:46 62:25 | 24:58 62:5 | 25:11 61:32 | 25:29 60:47 | 25:55 60:37 | 26:48 59:38 | 26:48 59:38 |
| 27 | 22:29 64:1 | 22:49 63:39 | 23:10 63:14 | 23:31 62:49 | 23:51 62:25 | 24:16 62:2 | 24:40 61:56 | 25:5 61:32 | 25:31 60:47 | 25:55 60:37 | 26:48 59:38 | 26:48 59:38 |
| 28 | 23:17 63:15 | 23:38 62:27 | 23:59 62:2 | 24:21 62:1 | 24:44 61:36 | 25:7 61:13 | 25:56 60:41 | 26:22 59:46 | 26:48 58:54 | 27:15 58:13 | 27:43 57:43 | 27:43 57:43 |
| 29 | 24:4 62:28 | 24:25 62:8 | 24:48 61:40 | 25:10 61:14 | 25:33 60:47 | 25:57 60:21 | 26:47 59:25 | 27:14 58:56 | 27:40 58:26 | 28:8 57:54 | 28:36 57:22 | 28:36 57:22 |
| 30 | 24:51 61:43 | 25:12 61:18 | 25:36 60:54 | 25:59 60:27 | 26:22 60:47 | 26:47 59:6 | 27:12 58:36 | 27:38 57:36 | 28:4 57:36 | 28:32 57:4 | 29:28 56:32 | 29:28 56:32 |
| 31 | 25:38 60:58 | 25:58 60:8 | 26:22 59:42 | 26:46 58:42 | 27:10 57:48 | 27:34 56:53 | 28:3 55:49 | 28:27 54:57 | 29:23 54:5 | 29:51 54:5 | 30:30 53:42 | 30:30 53:42 |
| 32 | 26:23 60:15 | 26:45 59:23 | 27:9 58:38 | 27:34 57:53 | 27:58 57:17 | 28:23 56:41 | 28:49 55:41 | 29:17 54:41 | 29:37 53:31 | 30:12 52:31 | 30:42 51:44 | 30:42 51:44 |
| 33 | 27:9 59:31 | 27:31 58:38 | 27:56 57:58 | 28:19 57:11 | 28:45 56:45 | 29:17 55:49 | 29:37 54:54 | 30:32 53:51 | 31:3 52:51 | 31:31 51:54 | 32:1 50:54 | 32:1 50:54 |
| 34 | 27:52 58:48 | 28:16 57:54 | 28:40 57:27 | 29:5 56:59 | 30:29 56:29 | 30:55 55:39 | 31:20 54:58 | 31:49 54:27 | 32:19 53:53 | 32:19 53:20 | 32:50 52:33 | 32:50 52:33 |
| 35 | 28:36 58:6 | 29:1 57:11 | 29:25 56:44 | 30:5 55:15 | 30:15 54:46 | 31:10 53:52 | 32:7 53:26 | 32:33 52:33 | 33:7 51:44 | 33:31 50:57 | 34:25 49:56 | 34:25 49:56 |
| 36 | 29:20 57:24 | 29:43 56:29 | 30:9 55:49 | 30:35 54:54 | 31:2 53:58 | 31:27 53:23 | 32:1 52:49 | 32:36 51:57 | 33:28 51:10 | 34:40 50:17 | 35:12 49:24 | 35:12 49:24 |
| 37 | 30:2 56:42 | 30:27 55:48 | 30:52 54:49 | 31:18 54:49 | 31:45 53:20 | 32:12 52:53 | 32:40 52:31 | 33:8 51:48 | 34:13 51:40 | 35:4 50:51 | 36:1 49:44 | 36:1 49:44 |
| 38 | 30:44 56:2 | 31:9 55:57 | 31:35 54:39 | 32:1 54:39 | 32:27 53:4 | 33:24 52:38 | 34:22 51:53 | 35:24 51:4 | 36:15 50:56 | 37:24 50:21 | 38:1 49:24 | 38:1 49:24 |

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 DE LA RUEDA | | | | | | | | | | | | |
|----|-------------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-------|
| | 48 | 47 | 46 | 45 | 44 | 43 | 42 | 41 | 40 | 39 | 38 | 37 | |
| 12 | 11:31 73:39 | 11:58 73:20 | 12:13 72:59 | 12:29 72:37 | 12:45 72:15 | 13:1 71:51 | 13:19 71:25 | 13:37 70:57 | 13:57 70:33 | 14:18 70:6 | 14:39 69:35 | 15:1 69:5 | |
| 13 | 12:11 72:33 | 12:11 72:11 | 12:23 71:49 | 12:38 71:26 | 13:58 71:2 | 14:16 70:38 | 14:35 70:19 | 14:55 70:45 | 15:17 69:55 | 15:40 69:15 | 16:1 68:45 | 16:23 68:15 | |
| 14 | 13:59 71:27 | 14:15 71:7 | 14:33 70:41 | 14:51 70:17 | 15:10 69:52 | 15:30 69:26 | 15:51 68:59 | 16:13 68:31 | 16:34 68:0 | 16:59 67:29 | 17:24 66:50 | 17:52 66:22 | |
| 15 | 15:1 70:23 | 15:23 69:59 | 15:42 69:34 | 16:1 69:12 | 16:22 68:51 | 16:43 68:25 | 17:5 67:58 | 17:28 67:16 | 17:53 66:45 | 18:18 66:14 | 18:44 65:45 | 19:11 65:3 | |
| 16 | 16:11 69:19 | 16:30 68:56 | 16:50 68:28 | 17:10 67:34 | 17:32 66:54 | 18:43 66:36 | 18:18 66:4 | 19:1 65:33 | 19:56 64:23 | 20:24 63:46 | 20:51 62:31 | 21:21 61:31 | |
| 17 | 17:15 68:15 | 17:36 67:23 | 17:57 66:33 | 18:20 65:57 | 18:43 65:27 | 19:58 64:45 | 19:11 64:18 | 20:24 63:9 | 21:1 63:9 | 22:24 62:34 | 22:38 61:37 | 23:1 60:42 | |
| 18 | 18:20 67:12 | 18:41 66:47 | 19:3 66:19 | 19:27 65:50 | 20:18 65:20 | 20:48 64:45 | 21:24 64:18 | 22:22 63:10 | 23:20 62:36 | 24:20 62:1 | 25:24 61:24 | 26:26 60:4 | |
| 19 | 20:25 65:11 | 20:49 64:43 | 21:13 64:13 | 21:37 63:41 | 22:51 63:11 | 22:32 62:38 | 23:2 61:30 | 23:30 60:53 | 24:1 60:34 | 24:32 59:44 | 25:6 58:54 | 25:40 58:54 | |
| 20 | 21:27 64:11 | 21:52 63:12 | 22:17 62:43 | 22:43 62:1 | 23:10 61:28 | 23:44 61:0 | 24:39 60:25 | 24:56 59:46 | 25:10 59:27 | 25:40 58:37 | 26:18 57:43 | 26:53 56:53 | |
| 21 | 22:17 63:27 | 22:53 62:11 | 23:19 61:40 | 23:46 61:7 | 24:15 60:43 | 24:44 59:56 | 25:14 59:56 | 25:46 59:56 | 26:19 59:6 | 26:53 58:15 | 27:27 57:35 | 28:5 56:35 | |
| 22 | 23:27 62:11 | 23:54 61:21 | 24:21 60:41 | 24:48 60:8 | 25:17 59:51 | 25:47 59:11 | 26:12 58:54 | 26:52 58:16 | 27:26 57:38 | 28:6 56:56 | 28:36 55:30 | 29:44 54:30 | |
| 23 | 24:26 61:18 | 24:54 60:15 | 25:21 59:41 | 25:49 59:6 | 26:18 58:31 | 26:51 57:52 | 27:21 57:52 | 28:26 57:15 | 29:34 56:35 | 30:12 55:53 | 30:49 54:54 | 31:29 53:23 | |
| 24 | 25:24 60:22 | 25:52 59:08 | 26:20 58:28 | 26:50 57:51 | 27:21 57:12 | 27:52 56:34 | 28:56 56:15 | 29:54 55:34 | 30:42 54:52 | 31:30 54:14 | 32:12 53:34 | 32:34 52:32 | |
| 25 | 26:21 59:27 | 26:56 58:21 | 27:19 57:47 | 27:49 57:11 | 28:24 56:34 | 29:27 55:55 | 30:27 55:15 | 31:30 54:52 | 32:18 54:32 | 33:18 53:54 | 34:52 52:9 | 35:27 51:33 | |
| 26 | 27:17 58:33 | 27:55 58:0 | 28:16 57:26 | 28:49 56:51 | 29:19 56:15 | 29:52 55:38 | 30:31 54:59 | 31:3 54:29 | 32:37 54:12 | 33:38 53:37 | 34:58 52:51 | 35:23 51:33 | |
| 27 | 28:12 57:42 | 28:42 57:8 | 29:12 56:32 | 29:43 55:57 | 30:16 55:20 | 30:50 54:42 | 31:54 54:54 | 32:33 54:27 | 33:38 54:1 | 34:58 53:15 | 35:23 52:16 | 36:29 51:33 | |
| 28 | 29:5 56:49 | 29:37 56:15 | 30:40 55:40 | 31:13 54:52 | 31:47 54:27 | 32:42 53:48 | 33:19 53:48 | 34:36 53:27 | 35:34 52:44 | 36:36 51:54 | 37:38 50:50 | 38:34 49:29 | |
| 29 | 29:58 55:58 | 30:15 55:24 | 31:14 54:48 | 31:42 54:24 | 32:44 53:54 | 33:19 52:54 | 34:13 52:15 | 35:33 51:33 | 36:36 50:50 | 37:38 50:50 | 38:34 49:29 | 39:34 48:24 | |
| 30 | 30:52 55:8 | 31:22 54:34 | 31:55 53:57 | 32:21 53:21 | 33:39 52:42 | 34:13 52:1 | 35:13 51:33 | 36:36 50:50 | 37:38 49:57 | 38:34 49:13 | 39:34 48:24 | 40:34 47:39 | |
| 31 | 31:42 54:20 | 32:14 53:44 | 32:46 53:11 | 33:16 52:51 | 33:56 52:11 | 34:31 51:52 | 35:14 51:24 | 36:36 50:50 | 37:38 49:57 | 38:34 49:13 | 39:34 48:24 | 40:34 47:39 | |
| 32 | 32:32 53:32 | 33:8 52:50 | 33:42 52:20 | 34:17 51:41 | 34:47 50:52 | 35:24 50:21 | 36:36 49:41 | 37:38 48:59 | 38:34 48:17 | 39:34 47:32 | 40:34 46:44 | 41:34 45:18 | |
| 33 | 33:22 52:44 | 33:54 52:8 | 34:28 51:32 | 35:6 50:50 | 35:14 50:14 | 36:15 49:35 | 37:12 48:52 | 38:11 48:12 | 39:11 47:24 | 40:11 46:39 | 41:11 45:54 | 42:11 44:28 | |
| 34 | 34:10 51:58 | 34:42 51:22 | 35:17 50:45 | 35:51 50:27 | 36:27 49:44 | 37:5 48:52 | 38:37 48:34 | 39:24 47:52 | 40:34 47:38 | 41:34 46:52 | 42:34 46:11 | 43:34 45:34 | |
| 35 | 34:57 51:13 | 35:31 50:37 | 36:5 50:41 | 36:41 49:42 | 37:16 48:52 | 38:37 48:12 | 39:24 47:38 | 40:34 47:52 | 41:34 46:52 | 42:34 46:11 | 43:34 45:34 | 44:34 44:28 | |
| 36 | 35:43 50:29 | 36:18 49:52 | 36:51 49:15 | 37:27 48:36 | 38:4 47:56 | 39:12 47:14 | 40:34 46:34 | 41:34 45:52 | 42:34 45:11 | 43:34 44:28 | 44:34 43:42 | 45:34 42:48 | |
| 37 | 36:29 49:45 | 37:3 49:32 | 37:38 48:54 | 38:51 48:13 | 39:51 47:31 | 40:51 46:48 | 41:51 45:54 | 42:51 45:11 | 43:51 44:28 | 44:51 43:42 | 45:51 42:58 | 46:51 41:34 | |
| 38 | | | | | | | | | | | | | |

Los grados de arriba corresponden a la rueda y los grados de abajo al piñón.

ANGULO DE LA CARA DEL DIENTE δ_1 δ_2

| | NUMERO DE DIENTES DE LA RUEDA | | | | | | | | | | | | | |
|----|-------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|----|----|
| | 36 | 35 | 34 | 33 | 32 | 31 | 30 | 29 | 28 | 27 | 26 | 25 | 24 | 23 |
| 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' | | |
| 13 | 16-51' | 17-59' | 18-23' | 18-45' | 19-13' | 19-52' | 20-33' | 21-11' | 21-54' | 22-37' | 23-26' | | | |
| 14 | 18-7' | 19-33' | 20-56' | 21-34' | 22-13' | 22-55' | 23-38' | 24-25' | 25-16' | | | | | |
| 15 | 19-40' | 20-11' | 20-44' | 21-18' | 21-53' | 22-31' | 23-10' | 24-35' | 25-20' | 26-11' | 27-3' | | | |
| 16 | 21-3' | 21-36' | 22-9' | 22-45' | 23-22' | 24-1' | 24-42' | 25-26' | 26-12' | 27-1' | 27-52' | 28-45' | | |
| 17 | 23-24' | 22-57' | 23-33' | 24-10' | 24-50' | 25-31' | 26-14' | 26-59' | 27-47' | 28-37' | 29-30' | 30-26' | | |
| 18 | 25-1' | 24-18' | 24-56' | 25-34' | 26-15' | 26-57' | 27-42' | 28-29' | 29-18' | 30-9' | 31-5' | 32-2' | | |
| 19 | 26-16' | 25-32' | 26-15' | 26-56' | 27-38' | 28-22' | 29-8' | 29-56' | 30-43' | 31-40' | 32-36' | 33-36' | | |
| 20 | 28-16' | 26-55' | 27-34' | 28-15' | 28-58' | 29-44' | 30-31' | 31-21' | 32-13' | 33-8' | 34-5' | 35-6' | | |
| 21 | 27-30' | 28-10' | 28-50' | 29-32' | 30-17' | 31-4' | 31-52' | 32-43' | 33-36' | 34-31' | 35-31' | 36-32' | | |
| 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' | | |
| 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' | | |
| 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' | | |
| 25 | 32-10' | 32-52' | 33-37' | 34-23' | 35-11' | 36-0' | 36-52' | 37-47' | 38-43' | 39-41' | 40-43' | 41-46' | | |
| 26 | 33-15' | 33-58' | 34-45' | 35-31' | 36-19' | 37-10' | 38-2' | 38-56' | 39-53' | 40-52' | 41-53' | | | |
| 27 | 34-20' | 35-3' | 35-49' | 36-36' | 37-25' | 38-16' | 39-10' | 40-4' | 41-1' | | | | | |
| 28 | 35-21' | 36-7' | 36-52' | 37-40' | 38-29' | 39-21' | 40-15' | 41-9' | 42-7' | | | | | |
| 29 | 36-23' | 37-8' | 37-54' | 38-42' | 39-32' | 40-24' | 41-18' | | | | | | | |
| 30 | 37-21' | 38-7' | 38-53' | 39-43' | 40-32' | 41-25' | 42-18' | | | | | | | |
| 31 | 38-20' | 39-5' | 39-52' | 40-41' | 41-32' | | | | | | | | | |
| 32 | 39-15' | 40-1' | 40-49' | 41-38' | 42-28' | | | | | | | | | |
| 33 | 40-10' | 40-56' | 41-44' | 42-33' | | | | | | | | | | |
| 34 | 41-4' | 41-49' | 42-37' | | | | | | | | | | | |
| 35 | 41-55' | 42-41' | | | | | | | | | | | | |
| 36 | 42-45' | | | | | | | | | | | | | |

Los grados de arriba corresponden a la rueda y los grados de abajo al piñón.

ANGULO DE LA CARA DEL DIENTE δ_1 δ_2

| | NUMERO DE DIENTES DE LA RUEDA | | | | | | | | | | | | | |
|----|-------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|----|----|
| | 24 | 23 | 22 | 21 | 20 | 19 | 18 | 17 | 16 | 15 | 14 | 13 | 12 | 11 |
| 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' | 33-34' | 35-10' | 36-55' | 38-48' | | |
| 14 | 26-8' | 27-5' | 28-4' | 29-9' | 30-20' | 31-33' | 32-52' | 34-17' | 35-50' | 37-28' | 39-15' | | | |
| 15 | 27-58' | 28-58' | 30-0' | 31-6' | 32-19' | 33-36' | 34-56' | 36-23' | 37-57' | 39-38' | | | | |
| 16 | 29-43' | 30-44' | 31-50' | 32-58' | 34-12' | 35-31' | 36-54' | 38-23' | 39-57' | | | | | |
| 17 | 31-26' | 32-28' | 33-35' | 34-47' | 36-0' | 37-21' | 38-45' | 40-15' | | | | | | |
| 18 | 33-4' | 34-8' | 35-15' | 35-28' | 37-45' | 39-5' | 42-11' | | | | | | | |
| 19 | 34-38' | 35-49' | 36-53' | 38-6' | 40-24' | 42-45' | | | | | | | | |
| 20 | 36-8' | 37-16' | 38-26' | 39-39' | 40-57' | | | | | | | | | |
| 21 | 37-37' | 38-44' | 39-54' | 41-8' | | | | | | | | | | |
| 22 | 39-0' | 40-8' | 42-40' | | | | | | | | | | | |
| 23 | 40-20' | 41-28' | | | | | | | | | | | | |
| 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 terminarse 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

$$ab = \frac{360}{2 \times 0,60019};$$

$$\operatorname{Tg} x_i = \frac{360}{270} = \frac{N}{n} = 1,333;$$

$$N_i = \frac{2 \times 300}{9} = 66,6 \text{ dientes}$$

$$\operatorname{Tg} 1,333 = \text{Grados } 53^\circ 7';$$

$$\operatorname{sen} 53^\circ 7' = 0,79987;$$

$$\operatorname{cos} 53^\circ 7' = 0,60019;$$

$$\text{ó } N_i = \frac{40}{0,60019} = 66,6 \text{ dientes.}$$

Resultado: Para la rueda de 40 dientes se empleará una fresa módulo 9, número 7, para 55 a 134 dientes.

PIÑÓN

$$d_p = 9 \times 30 = 270.$$

$$n_i = \frac{2 \times 169}{9} = 37,5 \text{ dientes}$$

$$bc = \frac{270}{2 \times 0,79987} = 168,777 \text{ mm.}; \quad \text{ó } n_i = \frac{30}{0,79987} = 37,5 \text{ dientes.}$$

Resultado: Para el piñón de 30 dientes se empleará una fresa módulo 9, núm. 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. Fresa núm. 3: 35 a 54 dientes.

Según el sistema del Módulo:

Fresa núm. 6: 35 a 54 dientes. Fresa 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.ª 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 fresado horizontalmente; se determina el ángulo de la generatriz del cono y se fija el cabezal; procédase al fresado en desbaste.

2.ª Terminada esta operación anterior, se fresará 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 fresar en tres veces; dos pasadas son suficientes para los flancos bd y cd .

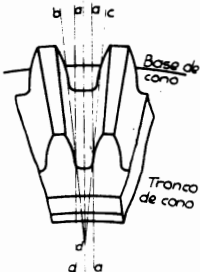


Tabla para determinar el número de la fresa para tallar engranajes cónicos

| | | PIÑÓN | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------|-----|-------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|--|
| | | 31 | 32 | 33 | 34 | 35 | 36 | 37 | 38 | 39 | 40 | 41 | 42 | 43 | 44 | 45 | 46 | 47 | 48 | 49 | 50 | | | | | | | | | | | | | |
| RUEDA | 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 | 2-3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 40 | 2-3 | 2-3 | 2-3 | 2-3 | 2-3 | 2-3 | 2-3 | 2-3 | 2-3 | 2-3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 41 | 2-3 | 2-3 | 2-3 | 2-3 | 2-3 | 2-3 | 2-3 | 2-3 | 2-3 | 2-3 | 2-3 | 2-3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 42 | 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 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 43 | 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 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 44 | 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 | 2-3 | 2-3 | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 45 | 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 | 2-3 | 2-3 | 2-3 | 2-3 | | | | | | | | | | | | | |
| | 46 | 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 | 2-3 | 2-3 | 2-3 | 2-3 | 2-3 | 2-3 | | | | | | | | | | | |
| | 47 | 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 | 2-3 | 2-3 | 2-3 | 2-3 | 2-3 | 2-3 | 2-3 | 2-3 | | | | | | | | | |
| | 48 | 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 | 2-3 | 2-3 | 2-3 | 2-3 | 2-3 | 2-3 | 2-3 | 2-3 | 2-3 | 2-3 | | | | | | | |
| 49 | 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 | 2-3 | 2-3 | 2-3 | 2-3 | 2-3 | 2-3 | 2-3 | 2-3 | 2-3 | 2-3 | 2-3 | 2-3 | | | | | | |
| 50 | 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 | 2-3 | 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 | 2-3 | |

La primera cifra corresponde a la rueda; la segunda, al piñón.

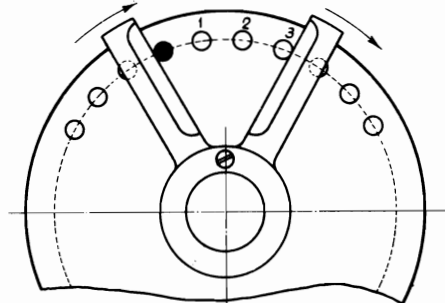
CABEZAL DIVISOR

DIVISION NORMAL

T = Número de divisiones a construir.

V = Relación del cabezal divisor y la manivela.

X = Vueltas de la manivela.



FORMULA

$$V = \frac{40}{T}; \quad X = \frac{V}{T} = \frac{40}{T^2}$$

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 $\frac{3}{39}$ de revolución de la manivela.

Los $\frac{3}{39}$ de revolución, es hacer girar la manivela tomando tres orificios del disco 39.

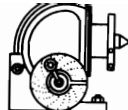
PUESTA EN PUNTO DEL PLATO DIVISOR

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.

Procedése 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.

Norma para dividir en grados. $\left\{ \begin{array}{l} \text{Una vuelta de la manivela } 9^\circ. \\ 6 \text{ orificios del círculo } 54 = 1^\circ. \\ \text{Un orificio del círculo } 54 = 10 \text{ minutos.} \end{array} \right.$

CABEZAL DIVISOR



DIVISION NORMAL

RELACION $\frac{40}{T}$

Oficinas | Disco 1 -24-25-28-30-34-37-38-39-41-42-43.
| Disco 2 -46-47-49-51-53-54-57-58-59-62-66.

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.

l = 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 conductora.

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 l, 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 l, aunque también puede ser mayor, pero para simplificar se seguirá la indicación de menor.

FORMULA

$$V = \frac{40}{1}, \quad D = 48, \quad \frac{A \times C}{B \times D} = X = \frac{(T \times l) - (V \times L)}{L}$$

EJEMPLO

Factor conocido T = 51. Factor desconocido X, ó $\frac{A \times C}{B \times D}$

Tómese L = 17 y l = 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.

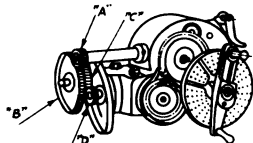
| NUMERO DE DIVISIONES | NUMERO DE OBRIFICIOS DEL DISCO | VUELTAS | ORIFICIOS | NUMERO DE DIVISIONES | NUMERO DE OBRIFICIOS DEL DISCO | ORIFICIOS | NUMERO DE DIVISIONES | NUMERO DE OBRIFICIOS DEL DISCO | ORIFICIOS | NUMERO DE DIVISIONES | NUMERO DE OBRIFICIOS DEL DISCO | ORIFICIOS |
|----------------------|--------------------------------|---------|-----------|----------------------|--------------------------------|-----------|----------------------|--------------------------------|-----------|----------------------|--------------------------------|-----------|
| 2 | | 20 | .. | 44 | 66 | 60 | 104 | 39 | 15 | 205 | 41 | 8 |
| 3 | 24 | 13 | 8 | 45 | 54 | 48 | 105 | 42 | 16 | 210 | 42 | 8 |
| 4 | | 10 | .. | 46 | 46 | 40 | 106 | 53 | 20 | 212 | 53 | 10 |
| 5 | | 8 | .. | 47 | 47 | 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 | 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 | 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 | 135 | 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 | 264 | 39 | 6 |
| 20 | | 2 | .. | 64 | 24 | 15 | 144 | 54 | 15 | 266 | 39 | 6 |
| 21 | 42 | 1 | 88 | 65 | 39 | 24 | 145 | 58 | 16 | 270 | 54 | 8 |
| 22 | 66 | 1 | 54 | 66 | 66 | 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 | 4 |
| 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 | 6 | 88 | 66 | 30 | 184 | 46 | 10 | 344 | 43 | 5 |
| 36 | 54 | 1 | 6 | 90 | 54 | 24 | 188 | 47 | 10 | 348 | 46 | 5 |
| 37 | 37 | 1 | 3 | 92 | 46 | 20 | 190 | 38 | 8 | 370 | 37 | 4 |
| 38 | 38 | 1 | 2 | 94 | 47 | 20 | 192 | 34 | 5 | 376 | 47 | 5 |
| 39 | 39 | 1 | 1 | 95 | 38 | 16 | 192 | 34 | 5 | 380 | 38 | 4 |
| 40 | | 1 | .. | 96 | 24 | 10 | 195 | 39 | 8 | 390 | 39 | 4 |
| 41 | 41 | .. | 40 | 98 | 49 | 20 | 196 | 49 | 10 | 392 | 49 | 5 |
| 42 | 42 | .. | 40 | 100 | 25 | 10 | 200 | 30 | 6 | 392 | 49 | 5 |
| 43 | 43 | .. | 40 | 102 | 51 | 20 | 204 | 51 | 10 | 400 | 30 | 3 |

CABEZAL DIVISOR UNIVERSAL

Relacion 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



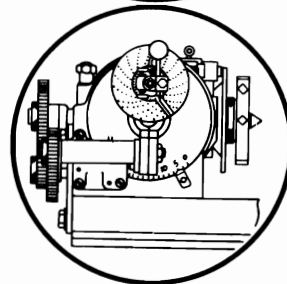
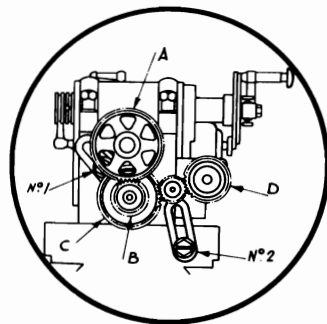
| NUMERO DIVISIONES T CIRCULO DE ORIFICIOS | VUELTAS MANIVELA | A | B | C | D | NUMERO DIVISIONES T CIRCULO DE ORIFICIOS | VUELTAS MANIVELA | A | B | C | D | | |
|--|------------------|-------|----|----|----|--|------------------|----|-------|----|----|----|----|
| | | | | | | | | | | | | | |
| 51 | 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 | 5 21 | 64 | 36 | 80 | 48 |
| 169 | 20 | 5 20 | 60 | 84 | 72 | 48 | 225 | 27 | 4 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 |

| NÚMERO DE DIVISIONES T | CÍRCULO DE ORIFICIOS | VUELTAS MANIVELA | A | B | C | D | NÚMERO DE DIVISIONES T | CÍRCULO 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 |
| 281 | 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 | 64 | 28 | 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 | | Ruedas Intermedias | | | |
|------------------------|----------------------|----------------------------------|----------------|---------|--------------------|---------|--------|--|
| | | | Soporte núm. 1 | | Rueda A | Soporte | | |
| | | | Rueda C | Rueda B | | núm. 1 | núm. 2 | |
| 2 | | 20 | | | | | | |
| 3 | 39 | 13 ¹⁵ / ₃₉ | | | | | | |
| 4 | | 10 | | | | | | |
| 5 | | 8 | | | | | | |
| 6 | 39 | 6 ²⁶ / ₃₉ | | | | | | |
| 7 | 49 | 5 ³⁵ / ₄₉ | | | | | | |
| 8 | | 5 | | | | | | |
| 9 | 27 | 4 ¹² / ₂₇ | | | | | | |
| 10 | | 4 | | | | | | |
| 11 | 33 | 3 ²¹ / ₃₃ | | | | | | |
| 12 | 39 | 3 ¹³ / ₃₉ | | | | | | |
| 13 | 39 | 3 ³ / ₃₉ | | | | | | |
| 14 | 49 | 2 ⁴² / ₄₉ | | | | | | |
| 15 | 39 | 2 ²⁶ / ₃₉ | | | | | | |
| 16 | 20 | 2 ¹⁰ / ₂₀ | | | | | | |
| 17 | 17 | 2 ⁶ / ₁₇ | | | | | | |
| 18 | 27 | 2 ⁶ / ₂₇ | | | | | | |
| 19 | 19 | 2 ² / ₁₉ | | | | | | |
| 20 | | 2 | | | | | | |
| 21 | 21 | 1 ¹⁹ / ₂₁ | | | | | | |
| 22 | 33 | 1 ³³ / ₃₃ | | | | | | |
| 23 | 23 | 1 ¹⁷ / ₂₃ | | | | | | |
| 24 | 39 | 1 ²⁶ / ₃₉ | | | | | | |
| 25 | 20 | 1 ¹² / ₂₀ | | | | | | |
| 26 | 39 | 1 ¹³ / ₃₉ | | | | | | |
| 27 | 27 | 1 ²⁷ / ₂₇ | | | | | | |
| 28 | 49 | 1 ²¹ / ₄₉ | | | | | | |
| 29 | 29 | 1 ¹¹ / ₂₉ | | | | | | |

Cabezal Divisor Universal BROWN & SHARPE



| Número de Divisiones T | Círculo de Orificios | Vuellos de la Manivela | Rueda D | Soporte núm. 1 | | Rueda A | Ruedas Intermedias | |
|---------------------------|----------------------|------------------------|------------|----------------|-------|------------|--------------------|----------------|
| | | | | Rueda | Rueda | | Soporte núm. 1 | Soporte núm. 2 |
| | | | | C | B | | | |
| 30 | 39 | 1 $\frac{13}{39}$ | | | | | | |
| 31 | 31 | 1 $\frac{9}{31}$ | | | | | | |
| 32 | 20 | 1 $\frac{5}{20}$ | | | | | | |
| 33 | 33 | 1 $\frac{7}{33}$ | | | | | | |
| 34 | 17 | 1 $\frac{3}{17}$ | | | | | | |
| 35 | 49 | 1 $\frac{7}{49}$ | | | | | | |
| 36 | 27 | 1 $\frac{3}{27}$ | | | | | | |
| 37 | 37 | 1 $\frac{3}{37}$ | | | | | | |
| 38 | 19 | 1 $\frac{1}{19}$ | | | | | | |
| 39 | 39 | 1 $\frac{1}{39}$ | | | | | | |
| 40 | | 1 | | | | | | |
| 41 | 41 | $\frac{40}{41}$ | | | | | | |
| 42 | 21 | $\frac{20}{21}$ | | | | | | |
| 43 | 43 | $\frac{40}{43}$ | | | | | | |
| 44 | 33 | $\frac{50}{33}$ | | | | | | |
| 45 | 27 | $\frac{24}{27}$ | | | | | | |
| 46 | 23 | $\frac{20}{23}$ | | | | | | |
| 47 | 47 | $\frac{40}{47}$ | | | | | | |
| 48 | 18 | $\frac{15}{18}$ | | | | | | |
| 49 | 49 | $\frac{40}{49}$ | | | | | | |
| 50 | 20 | $\frac{16}{20}$ | | | | | | |
| 51 | 17 | $\frac{14}{17}$ | 24 | | | 48 | 24 | 44 |
| 52 | 39 | $\frac{30}{39}$ | | | | | | |
| 53 | 49 | $\frac{35}{49}$ | 56 | 40 | 24 | 72 | | |
| 54 | 27 | $\frac{20}{27}$ | | | | | | |
| 55 | 33 | $\frac{24}{33}$ | | | | | | |
| 56 | 49 | $\frac{35}{49}$ | | | | | | |

| Número de Divisiones T | Círculo de Orificios | Vuellos de la Manivela | Rueda D | Soporte núm. 1 | | Rueda A | Ruedas Intermedias | |
|---------------------------|----------------------|------------------------|------------|----------------|-------|------------|--------------------|----------------|
| | | | | Rueda | Rueda | | Soporte núm. 1 | Soporte núm. 2 |
| | | | | C | B | | | |
| 57 | 21 | $\frac{15}{21}$ | 56 | | | 40 | 24 | 44 |
| 58 | 29 | $\frac{20}{29}$ | | | | | | |
| 59 | 39 | $\frac{24}{39}$ | 48 | | | 32 | 44 | |
| 60 | 39 | $\frac{24}{39}$ | | | | | | |
| 61 | 39 | $\frac{24}{39}$ | 48 | | | 32 | 24 | 44 |
| 62 | 31 | $\frac{20}{31}$ | | | | | | |
| 63 | 39 | $\frac{24}{39}$ | 24 | | | 48 | 24 | 44 |
| 64 | 16 | $\frac{10}{16}$ | | | | | | |
| 65 | 39 | $\frac{24}{39}$ | | | | | | |
| 66 | 33 | $\frac{20}{33}$ | | | | | | |
| 67 | 21 | $\frac{12}{21}$ | 28 | | | 48 | 44 | |
| 68 | 17 | $\frac{10}{17}$ | | | | | | |
| 69 | 20 | $\frac{12}{20}$ | 40 | | | 56 | 24 | 44 |
| 70 | 49 | $\frac{28}{49}$ | | | | | | |
| 71 | 18 | $\frac{10}{18}$ | 72 | | | 40 | 24 | |
| 72 | 27 | $\frac{15}{27}$ | | | | | | |
| 73 | 21 | $\frac{12}{21}$ | 28 | | | 48 | 24 | 44 |
| 74 | 37 | $\frac{20}{37}$ | | | | | | |
| 75 | 15 | $\frac{8}{15}$ | | | | | | |
| 76 | 19 | $\frac{10}{19}$ | | | | | | |
| 77 | 20 | $\frac{10}{20}$ | 32 | | | 48 | 44 | |
| 78 | 39 | $\frac{20}{39}$ | | | | | | |
| 79 | 20 | $\frac{10}{20}$ | 48 | | | 24 | 44 | |
| 80 | 20 | $\frac{10}{20}$ | | | | | | |
| 81 | 20 | $\frac{10}{20}$ | 48 | | | 24 | 24 | 44 |
| 82 | 41 | $\frac{10}{41}$ | | | | | | |
| 83 | 20 | $\frac{10}{20}$ | 32 | | | 48 | 24 | 44 |

| Número de Divisiones T | Círculo de Orificios | Vuellos de la Manivela | Rueda D | Soporte núm. 1 | | Rueda A | Ruedas Intermedias | |
|---------------------------|----------------------|------------------------|------------|----------------|-------|------------|--------------------|----------------|
| | | | | Rueda | Rueda | | Soporte núm. 1 | Soporte núm. 2 |
| | | | | C | B | | | |
| 84 | 21 | 10 21 8 | | | | | | |
| 85 | 17 | 17 20 43 | | | | | | |
| 86 | 43 | 7 15 | 40 | | 24 | 24 | 44 | |
| 87 | 15 | 15 33 | | | | | | |
| 88 | 33 | 8 18 | 72 | | 32 | 44 | | |
| 89 | 18 | 12 27 | | | | | | |
| 90 | 27 | 18 39 | 24 | | 48 | 24 | 44 | |
| 91 | 39 | 10 23 | | | | | | |
| 92 | 23 | 8 18 | 24 | | 32 | 24 | 44 | |
| 93 | 18 | 20 47 | | | | | | |
| 94 | 47 | 8 19 | | | | | | |
| 95 | 19 | 9 21 | 28 | | 32 | 24 | 44 | |
| 96 | 21 | 8 20 | 40 | | 48 | 44 | | |
| 97 | 20 | 20 49 | | | | | | |
| 98 | 49 | 8 20 | 54 | 28 | 40 | 32 | | |
| 99 | 20 | 20 | | | | | | |
| 100 | 20 | 20 | | | | | | |
| 101 | 20 | 8 20 | 72 | 24 | 40 | 48 | | 24 |
| 102 | 20 | 8 20 | 40 | | 32 | 24 | 44 | |
| 103 | 20 | 8 20 | 40 | | 48 | 24 | 44 | |
| 104 | 39 | 15 39 | | | | | | |
| 105 | 21 | 8 21 | | | | | | |
| 106 | 43 | 16 43 | 86 | 24 | 24 | 48 | | |
| 107 | 20 | 8 20 | 40 | 56 | 32 | 64 | | 24 |
| 108 | 27 | 10 27 | | | | | | |
| 109 | 16 | 6 16 | 32 | | 28 | 24 | 44 | |
| 110 | 33 | 12 33 | | | | | | |

| Número de Divisiones T | Círculo de Orificios | Vuellos de la Manivela | Rueda D | Soporte núm. 1 | | Rueda A | Ruedas Intermedias | |
|---------------------------|----------------------|------------------------|------------|----------------|-------|------------|--------------------|----------------|
| | | | | Rueda | Rueda | | Soporte núm. 1 | Soporte núm. 2 |
| | | | | C | B | | | |
| 111 | 39 | 13 39 | 24 | | | 72 | 32 | |
| 112 | 39 | 13 39 | 24 | | | 64 | 44 | |
| 113 | 39 | 13 39 | 24 | | | 56 | 44 | |
| 114 | 39 | 13 39 | 24 | | | 48 | 44 | |
| 115 | 23 | 8 23 | | | | | | |
| 116 | 29 | 10 29 | | | | | | |
| 117 | 39 | 13 39 | 24 | | | 24 | 56 | |
| 118 | 39 | 13 39 | 48 | | | 32 | 44 | |
| 119 | 39 | 13 39 | 72 | | | 24 | 44 | |
| 120 | 39 | 13 39 | | | | | | |
| 121 | 39 | 13 39 | 72 | | | 24 | 24 | 44 |
| 122 | 39 | 13 39 | 48 | | | 32 | 24 | 44 |
| 123 | 39 | 13 39 | 24 | | | 24 | 24 | 44 |
| 124 | 31 | 10 31 | | | | | | |
| 125 | 39 | 13 39 | 24 | | | 40 | 24 | 44 |
| 126 | 39 | 13 39 | 24 | | | 48 | 24 | 44 |
| 127 | 39 | 13 39 | 24 | | | 56 | 24 | 44 |
| 128 | 16 | 5 16 | | | | | | |
| 129 | 39 | 13 39 | 24 | | | 72 | 24 | 44 |
| 130 | 39 | 12 39 | | | | | | |
| 131 | 20 | 6 20 | 40 | | | 28 | 44 | |
| 132 | 33 | 10 33 | | | | | | |
| 133 | 21 | 6 21 | 24 | | | 48 | 44 | |
| 134 | 21 | 6 21 | 28 | | | 48 | 44 | |
| 135 | 27 | 8 27 | | | | | | |
| 136 | 17 | 5 17 | | | | | | |
| 137 | 21 | 6 21 | 28 | | | 24 | 56 | |

| Número de Divisiones T | Círculo de Orificios | Vuellas de la Manivela | Rueda D | Soporte núm. 1 | | Rueda A | Ruedas Intermedias | |
|---------------------------|----------------------|------------------------|------------|----------------|------------|------------|--------------------|----------------|
| | | | | Rueda C | Rueda B | | Soporte núm. 1 | Soporte núm. 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 | $\frac{4}{15}$ | | | | | | |
| 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 | 44 |
| 163 | 20 | $\frac{5}{20}$ | 32 | | | 24 | 24 | 44 |
| 164 | 41 | $\frac{10}{41}$ | | | | | | |

| Número de Divisiones T | Círculo de Orificios | Vuellas de la Manivela | Rueda D | Soporte núm. 1 | | Rueda A | Ruedas Intermedias | |
|---------------------------|----------------------|------------------------|------------|----------------|------------|------------|--------------------|----------------|
| | | | | Rueda C | Rueda B | | Soporte núm. 1 | Soporte núm. 2 |
| | | | | | | | | |
| 165 | 33 | $\frac{8}{33}$ | | | | | | |
| 166 | 20 | $\frac{5}{20}$ | 32 | | | 48 | 24 | 44 |
| 167 | 20 | $\frac{5}{20}$ | 32 | | | 56 | 24 | 44 |
| 168 | 21 | $\frac{5}{21}$ | | | | | | |
| 169 | 20 | $\frac{5}{20}$ | 32 | | | 72 | 24 | 44 |
| 170 | 17 | $\frac{4}{17}$ | | | | | | |
| 171 | 21 | $\frac{5}{21}$ | 56 | | | 40 | 24 | 44 |
| 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 | $\frac{4}{18}$ | | | | | | |
| 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 | 44 |
| 184 | 23 | $\frac{5}{23}$ | | | | | | |
| 185 | 37 | $\frac{8}{37}$ | | | | | | |
| 186 | 18 | $\frac{4}{18}$ | 48 | | | 64 | 24 | 44 |
| 187 | 18 | $\frac{4}{18}$ | 72 | 48 | 24 | 56 | | 24 |
| 188 | 47 | $\frac{10}{47}$ | | | | | | |
| 189 | 18 | $\frac{4}{18}$ | 32 | | | 64 | 24 | 44 |
| 190 | 19 | $\frac{4}{19}$ | | | | | | |
| 191 | 20 | $\frac{4}{20}$ | 40 | | | 72 | 24 | |

| Número de Divisiones T | Círculo de Orificios | Vueltas de la Manivela | Rueda D | Soporte núm. 1 | | Rueda A | Ruedas Intermedias | |
|---------------------------|----------------------|------------------------|------------|----------------|------------|------------|--------------------|----------------|
| | | | | Rueda C | Rueda B | | Soporte núm. 1 | Soporte núm. 2 |
| | | | | | | | | |
| 192 | 20 | $\frac{4}{20}$ | 40 | | | 64 | 44 | |
| 193 | 20 | $\frac{4}{20}$ | 40 | | | 56 | 44 | |
| 194 | 20 | $\frac{4}{20}$ | 40 | | | 48 | 44 | |
| 195 | 39 | $\frac{8}{39}$ | | | | | | |
| 196 | 49 | $\frac{10}{49}$ | | | | | | |
| 197 | 20 | $\frac{4}{20}$ | 40 | | | 24 | 56 | |
| 198 | 20 | $\frac{4}{20}$ | 56 | 28 | 40 | 32 | | |
| 199 | 20 | $\frac{4}{20}$ | 100 | 40 | 64 | 32 | | |
| 200 | 20 | $\frac{4}{20}$ | | | | | | |
| 201 | 20 | $\frac{4}{20}$ | 72 | 24 | 40 | 24 | 24 | |
| 202 | 20 | $\frac{4}{20}$ | 72 | 24 | 40 | 48 | 24 | |
| 203 | 20 | $\frac{4}{20}$ | 40 | | | 24 | 44 | |
| 204 | 20 | $\frac{4}{20}$ | 40 | | | 32 | 24 | 44 |
| 205 | 41 | $\frac{8}{41}$ | | | | | | |
| 206 | 20 | $\frac{4}{20}$ | 40 | | | 48 | 24 | 44 |
| 207 | 20 | $\frac{4}{20}$ | 40 | | | 56 | 24 | 44 |
| 208 | 20 | $\frac{4}{20}$ | 40 | | | 64 | 24 | 44 |
| 209 | 20 | $\frac{4}{20}$ | 40 | | | 72 | 24 | 44 |
| 210 | 21 | $\frac{4}{21}$ | | | | | | |
| 211 | 16 | $\frac{3}{16}$ | 64 | | | 28 | 44 | |
| 212 | 43 | $\frac{8}{43}$ | 86 | 24 | 24 | 48 | | |
| 213 | 27 | $\frac{5}{27}$ | 72 | | | 40 | 44 | |
| 214 | 20 | $\frac{4}{20}$ | 40 | 56 | 32 | 64 | 24 | |
| 215 | 43 | $\frac{8}{43}$ | | | | | | |
| 216 | 27 | $\frac{5}{27}$ | | | | | | |
| 217 | 21 | $\frac{4}{21}$ | 48 | | | 64 | 24 | 44 |
| 218 | 16 | $\frac{3}{16}$ | 64 | | | 56 | 24 | 44 |

| Número de Divisiones T | Círculo de Orificios | Vueltas de la Manivela | Rueda D | Soporte núm. 1 | | Rueda A | Ruedas Intermedias | |
|---------------------------|----------------------|------------------------|------------|----------------|------------|------------|--------------------|----------------|
| | | | | Rueda C | Rueda B | | Soporte núm. 1 | Soporte núm. 2 |
| | | | | | | | | |
| 219 | 21 | $\frac{4}{21}$ | 28 | | | 48 | 24 | 44 |
| 220 | 33 | $\frac{6}{33}$ | | | | | | |
| 221 | 17 | $\frac{3}{17}$ | 24 | | | 24 | 56 | |
| 222 | 18 | $\frac{3}{18}$ | 24 | | | 72 | 44 | |
| 223 | 43 | $\frac{8}{43}$ | 86 | 48 | 24 | 64 | | 24 |
| 224 | 18 | $\frac{3}{18}$ | 24 | | | 64 | 44 | |
| 225 | 27 | $\frac{5}{27}$ | 24 | | | 40 | 24 | 44 |
| 226 | 18 | $\frac{3}{18}$ | 24 | | | 56 | 44 | |
| 227 | 49 | $\frac{8}{49}$ | 56 | 64 | 28 | 72 | | |
| 228 | 18 | $\frac{3}{18}$ | 24 | | | 48 | 44 | |
| 229 | 18 | $\frac{3}{18}$ | 24 | | | 44 | 48 | |
| 230 | 23 | $\frac{4}{23}$ | | | | | | |
| 231 | 18 | $\frac{3}{18}$ | 32 | | | 48 | 44 | |
| 232 | 29 | $\frac{5}{29}$ | | | | | | |
| 233 | 18 | $\frac{3}{18}$ | 48 | | | 56 | 44 | |
| 234 | 18 | $\frac{3}{18}$ | 24 | | | 24 | 56 | |
| 235 | 47 | $\frac{8}{47}$ | | | | | | |
| 236 | 18 | $\frac{3}{18}$ | 48 | | | 32 | 44 | |
| 237 | 18 | $\frac{3}{18}$ | 48 | | | 24 | 44 | |
| 238 | 18 | $\frac{3}{18}$ | 72 | | | 24 | 24 | |
| 239 | 18 | $\frac{3}{18}$ | 72 | 24 | 64 | 32 | | |
| 240 | 18 | $\frac{3}{18}$ | | | | | | |
| 241 | 18 | $\frac{3}{18}$ | 72 | 24 | 64 | 32 | | 24 |
| 242 | 18 | $\frac{3}{18}$ | 72 | | | 24 | 24 | 44 |
| 243 | 18 | $\frac{3}{18}$ | 64 | | | 32 | 24 | 44 |
| 244 | 18 | $\frac{3}{18}$ | 48 | | | 32 | 24 | 44 |
| 245 | 49 | $\frac{8}{49}$ | | | | | | |

| Número de Divisiones T | Círculo de Orificios | Vueltas de la Manivela | Rueda D | Soporte núm. 1 | | Rueda A | Ruedas Intermedias | |
|---------------------------|----------------------|------------------------|------------|----------------|------------|------------|--------------------|----------------|
| | | | | Rueda C | Rueda B | | Soporte núm. 1 | 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 T | Círculo de Orificios | Vueltas de la Manivela | Rueda D | Soporte núm. 1 | | Rueda A | Ruedas Intermedias | |
|---------------------------|----------------------|------------------------|------------|----------------|------------|------------|--------------------|----------------|
| | | | | Rueda C | Rueda B | | Soporte núm. 1 | Soporte núm. 2 |
| | | | | | | | | |
| 273 | 21 | $\frac{3}{21}$ | 24 | | | 24 | 56 | |
| 274 | 21 | $\frac{3}{21}$ | 56 | | | 48 | 44 | |
| 275 | 21 | $\frac{3}{21}$ | 56 | | | 40 | 44 | |
| 276 | 21 | $\frac{3}{21}$ | 56 | | | 32 | 44 | |
| 277 | 21 | $\frac{3}{21}$ | 56 | | | 24 | 44 | |
| 278 | 21 | $\frac{3}{21}$ | 56 | 32 | 48 | 24 | | |
| 279 | 27 | $\frac{4}{27}$ | 24 | | | 32 | 24 | 44 |
| 280 | 49 | $\frac{7}{49}$ | | | | | | |
| 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 | | | 24 | 24 | 44 |
| 284 | 21 | $\frac{3}{21}$ | 56 | | | 32 | 24 | 44 |
| 285 | 21 | $\frac{3}{21}$ | 56 | | | 40 | 24 | 44 |
| 286 | 21 | $\frac{3}{21}$ | 56 | | | 48 | 24 | 44 |
| 287 | 21 | $\frac{3}{21}$ | 24 | | | 24 | 24 | 44 |
| 288 | 21 | $\frac{3}{21}$ | 28 | | | 32 | 24 | 44 |
| 289 | 21 | $\frac{3}{21}$ | 56 | | | 72 | 24 | 44 |
| 290 | 29 | $\frac{4}{29}$ | | | | | | |
| 291 | 15 | $\frac{2}{15}$ | 40 | | | 48 | 44 | |
| 292 | 21 | $\frac{3}{21}$ | 28 | | | 48 | 24 | 44 |
| 293 | 15 | $\frac{2}{15}$ | 48 | 32 | 40 | 56 | | |
| 294 | 21 | $\frac{3}{21}$ | 24 | | | 48 | 24 | 44 |
| 295 | 15 | $\frac{2}{15}$ | 48 | | | 32 | 44 | |
| 296 | 37 | $\frac{5}{37}$ | | | | | | |
| 297 | 33 | $\frac{4}{33}$ | 28 | 48 | 24 | 56 | | |
| 298 | 21 | $\frac{3}{21}$ | 28 | | | 72 | 24 | 44 |
| 299 | 23 | $\frac{3}{23}$ | 24 | | | 24 | 56 | |

| Número de Divisiones T | Círculo de Orificios | Vueltas de la Manivela | Rueda D | Soporte núm. 1 | | Rueda A | Ruedas Intermedias | |
|---------------------------|----------------------|------------------------|------------|----------------|------------|------------|--------------------|----------------|
| | | | | Rueda C | Rueda B | | Soporte núm. 1 | Soporte núm. 2 |
| | | | | | | | | |
| 300 | 15 | | | | | | | |
| 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 | | 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 D | Soporte núm. 1 | | Rueda A | Ruedas Intermedias | |
|---------------------------|----------------------|------------------------|------------|----------------|------------|------------|--------------------|----------------|
| | | | | Rueda C | Rueda B | | Soporte núm. 1 | Soporte núm. 2 |
| | | | | | | | | |
| 327 | 16 | $\frac{2}{16}$ | 32 | | | 28 | 24 | 44 |
| 328 | 41 | $\frac{5}{41}$ | | | | | | |
| 329 | 16 | $\frac{2}{16}$ | 64 | 24 | 24 | 72 | | 24 |
| 330 | 33 | $\frac{4}{33}$ | | | | | | |
| 331 | 16 | $\frac{2}{16}$ | 64 | 44 | 24 | 48 | | 24 |
| 332 | 16 | $\frac{2}{16}$ | 32 | | | 48 | 24 | 44 |
| 333 | 18 | $\frac{2}{18}$ | 24 | | | 72 | 44 | |
| 334 | 16 | $\frac{2}{16}$ | 32 | | | 56 | 24 | 44 |
| 335 | 33 | $\frac{4}{33}$ | 72 | 48 | 44 | 40 | | 24 |
| 336 | 16 | $\frac{2}{16}$ | 32 | | | 64 | 24 | 44 |
| 337 | 43 | $\frac{5}{43}$ | 86 | 40 | 32 | 56 | | |
| 338 | 16 | $\frac{2}{16}$ | 32 | | | 72 | 24 | 44 |
| 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 | Circulo de Orificios | Vuellos de la Manivela | Rueda D | Soporte núm. 1 | | Rueda A | Ruedas Intermedias | |
|---------------------------|----------------------|------------------------|------------|----------------|------------|------------|--------------------|----------------|
| | | | | Rueda C | Rueda B | | Soporte núm. 1 | 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 | $\frac{2}{20}$ | 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 | Circulo de Orificios | Vuellos de la Manivela | Rueda D | Soporte núm. 1 | | Rueda A | Ruedas Intermedias | |
|---------------------------|----------------------|------------------------|------------|----------------|------------|------------|--------------------|----------------|
| | | | | Rueda C | Rueda B | | Soporte núm. 1 | Soporte núm. 2 |
| | | | | | | | | |
| 381 | 18 | $\frac{2}{18}$ | 24 | | | 56 | 24 | 44 |
| 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 | | 24 |
| 404 | 20 | $\frac{2}{20}$ | 72 | 24 | 40 | 48 | | 24 |
| 405 | 20 | $\frac{2}{20}$ | 64 | | | 32 | 24 | 44 |
| 406 | 20 | $\frac{2}{20}$ | 40 | | | 24 | 24 | 44 |
| 407 | 20 | $\frac{2}{20}$ | 40 | | | 28 | 24 | 44 |

| Número de Divisiones T | Círculo de Orificios | Vueltas de la Manivela | Rueda D | Soporte núm. 1 | | Rueda A | Ruedas Intermedias | |
|---------------------------|----------------------|------------------------|------------|----------------|------------|------------|--------------------|----------------|
| | | | | Rueda C | Rueda B | | Soporte núm. 1 | Soporte núm. 2 |
| | | | | | | | | |
| 408 | 20 | $\frac{2}{20}$ | 40 | | | 32 | 24 | 44 |
| 409 | 20 | $\frac{2}{20}$ | 40 | 24 | 32 | 48 | | 24 |
| 410 | 41 | $\frac{4}{41}$ | | | | | | |
| 411 | 21 | $\frac{2}{21}$ | 28 | | | 24 | 56 | |
| 412 | 20 | $\frac{2}{20}$ | 40 | | | 48 | 24 | 44 |
| 413 | 21 | $\frac{2}{21}$ | 48 | | | 32 | 44 | |
| 414 | 21 | $\frac{2}{21}$ | 56 | | | 32 | 44 | |
| 415 | 20 | $\frac{2}{20}$ | 32 | | | 48 | 24 | 44 |
| 416 | 20 | $\frac{2}{20}$ | 40 | | | 74 | 24 | 44 |
| 417 | 21 | $\frac{2}{21}$ | 56 | 32 | 48 | 24 | | |
| 418 | 20 | $\frac{2}{20}$ | 40 | | | 72 | 24 | 44 |
| 419 | 33 | $\frac{3}{33}$ | 44 | 28 | 24 | 72 | | |
| 420 | 21 | $\frac{2}{21}$ | | | | | | |
| 421 | 20 | $\frac{2}{20}$ | 48 | 56 | 40 | 72 | | 24 |
| 422 | 20 | $\frac{2}{20}$ | 40 | 44 | 32 | 64 | | 24 |
| 423 | 21 | $\frac{2}{21}$ | 72 | 24 | 56 | 48 | | 24 |
| 424 | 43 | $\frac{4}{43}$ | 86 | 24 | 24 | 48 | | |
| 425 | 21 | $\frac{2}{21}$ | 72 | 48 | 56 | 40 | | 24 |
| 426 | 21 | $\frac{2}{21}$ | 56 | | | 32 | 24 | 44 |
| 427 | 20 | $\frac{2}{20}$ | 40 | 48 | 32 | 72 | | 24 |
| 428 | 20 | $\frac{2}{20}$ | 40 | 56 | 32 | 64 | | 24 |
| 429 | 21 | $\frac{2}{21}$ | 28 | | | 24 | 24 | 44 |
| 430 | 43 | $\frac{4}{43}$ | | | | | | |
| 431 | 21 | $\frac{2}{21}$ | 72 | 44 | 28 | 48 | | 24 |
| 432 | 20 | $\frac{2}{20}$ | 40 | 56 | 28 | 64 | | 24 |
| 433 | 20 | $\frac{2}{20}$ | 40 | 44 | 24 | 72 | | 24 |
| 434 | 21 | $\frac{2}{21}$ | 48 | | | 64 | 24 | 44 |

| Número de Divisiones T | Círculo de Orificios | Vueltas de la Manivela | Rueda D | Soporte núm. 1 | | Rueda A | Ruedas Intermedias | |
|---------------------------|----------------------|------------------------|------------|----------------|------------|------------|--------------------|----------------|
| | | | | Rueda C | Rueda B | | Soporte núm. 1 | Soporte núm. 2 |
| | | | | | | | | |
| 435 | 21 | $\frac{2}{21}$ | 28 | | | 40 | 24 | 44 |
| 436 | 20 | $\frac{2}{20}$ | 40 | 48 | 24 | 72 | | 24 |
| 437 | 23 | $\frac{2}{23}$ | 32 | ? | | 64 | 44 | |
| 438 | 21 | $\frac{2}{21}$ | 28 | | | 48 | 24 | 44 |
| 439 | 43 | $\frac{4}{43}$ | 86 | 34 | 24 | 72 | | 24 |
| 440 | 33 | $\frac{3}{33}$ | | | | | | |
| 441 | 21 | $\frac{2}{21}$ | 32 | | | 64 | 24 | 44 |
| 442 | 20 | $\frac{2}{20}$ | 40 | 56 | 24 | 72 | | 24 |
| 443 | 20 | $\frac{2}{20}$ | 40 | 48 | 24 | 86 | | 24 |
| 444 | 21 | $\frac{2}{21}$ | 56 | 48 | 24 | 64 | | 24 |
| 445 | 33 | $\frac{3}{33}$ | 64 | 32 | 44 | 40 | | 24 |
| 446 | 33 | $\frac{3}{33}$ | 44 | | | 24 | 24 | 48 |
| 447 | 21 | $\frac{2}{21}$ | 28 | | | 72 | 24 | 44 |
| 448 | 20 | $\frac{2}{20}$ | 40 | 64 | 24 | 72 | | 24 |
| 449 | 33 | $\frac{3}{33}$ | 64 | 32 | 44 | 72 | | 24 |
| 450 | 33 | $\frac{3}{33}$ | 44 | | | 40 | 24 | 32 |
| 451 | 33 | $\frac{3}{33}$ | 24 | | | 24 | 24 | 44 |
| 452 | 33 | $\frac{3}{33}$ | 44 | | | 48 | 24 | 40 |
| 453 | 33 | $\frac{3}{33}$ | 44 | | | 52 | 24 | 40 |
| 454 | 49 | $\frac{4}{49}$ | 56 | 64 | 28 | 72 | | |
| 455 | 49 | $\frac{4}{49}$ | 28 | 40 | 32 | 64 | | |
| 456 | 21 | $\frac{2}{21}$ | 56 | 64 | 24 | 72 | | 24 |
| 457 | 33 | $\frac{3}{33}$ | 44 | | | 68 | 24 | 40 |
| 458 | 33 | $\frac{3}{33}$ | 44 | | | 72 | 24 | 24 |
| 459 | 27 | $\frac{2}{27}$ | 24 | 48 | 24 | 72 | | |
| 460 | 23 | $\frac{2}{23}$ | | | | | | |
| 461 | 33 | $\frac{3}{33}$ | 44 | 28 | 24 | 72 | | 24 |

| Número de Divisiones T | Círculo de Orificios | Vuelas de la Manivela | Rueda D | Soporte núm. 1 | | Rueda A | Ruedas Intermedias | |
|---------------------------|----------------------|-----------------------|------------|-------------------|------------|------------|--------------------|-------------------|
| | | | | Rueda C | Rueda B | | Soporte núm. 1 | Soporte núm. 2 |
| | | | | | | | | |
| 462 | 33 | $\frac{3}{33}$ | 32 | | | 64 | 24 | 44 |
| 463 | 21 | $\frac{2}{21}$ | 56 | 64 | 24 | 86 | | 24 |
| 464 | 33 | $\frac{3}{33}$ | 44 | 48 | 28 | 56 | | 24 |
| 465 | 33 | $\frac{3}{33}$ | 44 | 24 | 24 | 100 | | 24 |
| 466 | 49 | $\frac{4}{49}$ | 56 | 48 | 28 | 64 | | |
| 467 | 33 | $\frac{3}{33}$ | 44 | 48 | 32 | 72 | | 24 |
| 468 | 39 | $\frac{3}{39}$ | 28 | 48 | 24 | 56 | | |
| 469 | 49 | $\frac{4}{49}$ | 28 | | | 48 | 44 | |
| 470 | 47 | $\frac{4}{47}$ | | | | | | |
| 471 | 49 | $\frac{4}{49}$ | 56 | 32 | 28 | 76 | | |
| 472 | 49 | $\frac{4}{49}$ | 56 | 32 | 28 | 72 | | |
| 473 | 33 | $\frac{3}{33}$ | 48 | 64 | 32 | 72 | | 24 |
| 474 | 49 | $\frac{4}{49}$ | 56 | 32 | 28 | 64 | | |
| 475 | 49 | $\frac{4}{49}$ | 56 | 40 | 28 | 48 | | |
| 476 | 49 | $\frac{4}{49}$ | 56 | | | 64 | 24 | |
| 477 | 27 | $\frac{2}{27}$ | 24 | 48 | 24 | 56 | | |
| 478 | 49 | $\frac{4}{49}$ | 56 | 24 | 28 | 64 | | |
| 479 | 49 | $\frac{4}{49}$ | 56 | 32 | 28 | 44 | | |
| 480 | 49 | $\frac{4}{49}$ | 56 | 32 | 28 | 40 | | |
| 481 | 37 | $\frac{3}{37}$ | 24 | | | 24 | 56 | |
| 482 | 33 | $\frac{3}{33}$ | 44 | 56 | 24 | 72 | | 24 |
| 483 | 49 | $\frac{4}{49}$ | 56 | | | 32 | 44 | |
| 484 | 49 | $\frac{4}{49}$ | 56 | 24 | 28 | 32 | | |
| 485 | 23 | $\frac{2}{23}$ | 46 | 24 | 24 | 100 | | 24 |
| 486 | 27 | $\frac{2}{27}$ | 32 | 56 | 28 | 64 | | |
| 487 | 39 | $\frac{3}{39}$ | 24 | 72 | 52 | 44 | | |
| 488 | 33 | $\frac{3}{33}$ | 44 | 64 | 24 | 72 | | 24 |

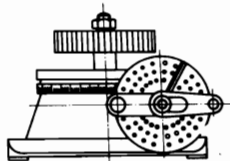
| Número de Divisiones T | Círculo de Orificios | Vuelas de la Manivela | Rueda D | Soporte núm. 1 | | Rueda A | Ruedas Intermedias | |
|---------------------------|----------------------|-----------------------|------------|-------------------|------------|------------|--------------------|-------------------|
| | | | | Rueda C | Rueda B | | Soporte núm. 1 | Soporte núm. 2 |
| | | | | | | | | |
| 489 | 23 | $\frac{2}{23}$ | 46 | 58 | 32 | 64 | | 24 |
| 490 | 49 | $\frac{4}{49}$ | | | | | | |
| 491 | 33 | $\frac{3}{33}$ | 44 | 68 | 24 | 72 | | 24 |
| 492 | 41 | $\frac{3}{41}$ | 28 | 48 | 24 | 56 | | |
| 493 | 29 | $\frac{2}{29}$ | 32 | 64 | 24 | 72 | | |
| 494 | 39 | $\frac{3}{39}$ | 32 | | | 64 | 44 | |
| 495 | 27 | $\frac{2}{27}$ | 32 | 40 | 24 | 64 | | |
| 496 | 49 | $\frac{4}{49}$ | 56 | 24 | 28 | 32 | | 24 |
| 497 | 49 | $\frac{4}{49}$ | 56 | | | 32 | 24 | 44 |
| 498 | 27 | $\frac{2}{27}$ | 48 | 56 | 24 | 64 | | |
| 499 | 49 | $\frac{4}{49}$ | 56 | 24 | 28 | 48 | | 24 |
| 500 | 49 | $\frac{4}{49}$ | 56 | 32 | 28 | 40 | | 24 |
| 501 | 49 | $\frac{4}{49}$ | 56 | 32 | 28 | 44 | | 24 |
| 502 | 49 | $\frac{4}{49}$ | 56 | 32 | 28 | 48 | | 24 |
| 503 | 23 | $\frac{2}{23}$ | 46 | 64 | 32 | 86 | | 24 |
| 504 | 49 | $\frac{4}{49}$ | 56 | | | 64 | 24 | 24 |
| 505 | 49 | $\frac{4}{49}$ | 56 | 40 | 28 | 48 | | 24 |
| 506 | 49 | $\frac{4}{49}$ | 56 | 32 | 28 | 64 | | 24 |
| 507 | 39 | $\frac{3}{39}$ | 24 | | | 24 | 56 | |
| 508 | 49 | $\frac{4}{49}$ | 56 | 32 | 28 | 72 | | 24 |
| 509 | 49 | $\frac{4}{49}$ | 56 | 32 | 28 | 76 | | 24 |
| 510 | 49 | $\frac{4}{49}$ | 56 | 40 | 28 | 64 | | 24 |
| 511 | 49 | $\frac{4}{49}$ | 28 | | | 48 | 24 | 44 |
| 512 | 49 | $\frac{4}{49}$ | 56 | 44 | 28 | 64 | | 24 |
| 513 | 27 | $\frac{2}{27}$ | 32 | | | 64 | 44 | |
| 514 | 49 | $\frac{4}{49}$ | 56 | 48 | 28 | 64 | | 24 |
| 515 | 27 | $\frac{2}{27}$ | 72 | 32 | 24 | 100 | | |

| Número de Divisiones T | Círculo de Orificios | Vueltas de la Manivela | Rueda D | Soporte núm. 1 | | Rueda A | Ruedas Intermedias | |
|---------------------------|----------------------|------------------------|------------|----------------|------------|------------|--------------------|----------------|
| | | | | Rueda C | Rueda B | | Soporte núm. 1 | Soporte núm. 2 |
| | | | | | | | | |
| 516 | 43 | $\frac{3}{43}$ | 32 | 56 | 28 | 64 | | |
| 517 | 49 | $\frac{4}{49}$ | 56 | 48 | 28 | 72 | | 24 |
| 518 | 49 | $\frac{4}{49}$ | 28 | | | 64 | 24 | 44 |
| 519 | 27 | $\frac{2}{27}$ | 72 | 56 | 32 | 64 | | |
| 520 | 39 | $\frac{3}{39}$ | | | | | | |
| 521 | 27 | $\frac{2}{27}$ | 72 | 76 | 48 | 64 | | |
| 522 | 29 | $\frac{2}{29}$ | 48 | 64 | 24 | 72 | | |
| 523 | 27 | $\frac{2}{27}$ | 72 | 68 | 48 | 64 | | |
| 524 | 27 | $\frac{2}{27}$ | 72 | 32 | 24 | 64 | | |
| 525 | 27 | $\frac{2}{27}$ | 72 | 40 | 32 | 64 | | |
| 526 | 49 | $\frac{4}{49}$ | 56 | 64 | 28 | 72 | | 24 |
| 527 | 31 | $\frac{2}{31}$ | 32 | 64 | 24 | 72 | | |
| 528 | 27 | $\frac{2}{27}$ | 72 | 24 | 24 | 64 | | |
| 529 | 27 | $\frac{2}{27}$ | 72 | 44 | 48 | 64 | | |
| 530 | 15 | $\frac{1}{15}$ | 24 | 56 | 32 | 64 | | |
| 531 | 27 | $\frac{2}{27}$ | 72 | | | 48 | 24 | |
| 532 | 27 | $\frac{2}{27}$ | 72 | 32 | 48 | 64 | | |
| 533 | 27 | $\frac{2}{27}$ | 72 | 32 | 48 | 56 | | |
| 534 | 27 | $\frac{2}{27}$ | 72 | | | 32 | 44 | |
| 535 | 27 | $\frac{2}{27}$ | 72 | 32 | 48 | 40 | | |
| 536 | 39 | $\frac{3}{39}$ | 52 | | | 64 | 24 | 44 |
| 537 | 27 | $\frac{2}{27}$ | 72 | 28 | 56 | 32 | | |
| 538 | 29 | $\frac{2}{29}$ | 58 | 56 | 24 | 72 | | |
| 539 | 49 | $\frac{4}{49}$ | 28 | 48 | 24 | 56 | | 24 |
| 540 | 27 | $\frac{2}{27}$ | | | | | | |
| 541 | 39 | $\frac{3}{39}$ | 52 | 56 | 32 | 48 | | 24 |
| 542 | 39 | $\frac{3}{39}$ | 52 | 44 | 32 | 64 | | 24 |

| Número de Divisiones T | Círculo de Orificios | Vueltas de la Manivela | Rueda D | Soporte núm. 1 | | Rueda A | Ruedas Intermedias | |
|---------------------------|----------------------|------------------------|------------|----------------|------------|------------|--------------------|----------------|
| | | | | Rueda C | Rueda B | | Soporte núm. 1 | Soporte núm. 2 |
| | | | | | | | | |
| 543 | 27 | $\frac{2}{27}$ | 72 | 24 | 48 | 32 | | 24 |
| 544 | 15 | $\frac{1}{15}$ | 40 | 56 | 24 | 64 | | |
| 545 | 15 | $\frac{1}{15}$ | 32 | 44 | 24 | 64 | | |
| 546 | 39 | $\frac{3}{39}$ | 32 | | | 64 | 24 | 44 |
| 547 | 27 | $\frac{2}{27}$ | 72 | 32 | 48 | 56 | | 24 |
| 548 | 27 | $\frac{2}{27}$ | 72 | 32 | 48 | 64 | | 24 |
| 549 | 27 | $\frac{2}{27}$ | 72 | | | 48 | 24 | 24 |
| 550 | 15 | $\frac{1}{15}$ | 32 | 40 | 24 | 64 | | |
| 551 | 29 | $\frac{2}{29}$ | 32 | | | 64 | 44 | |
| 552 | 27 | $\frac{2}{27}$ | 72 | 24 | 24 | 64 | | 24 |
| 553 | 49 | $\frac{4}{49}$ | 28 | 48 | 24 | 72 | | 24 |
| 554 | 27 | $\frac{2}{27}$ | 72 | 56 | 48 | 64 | | 24 |
| 555 | 15 | $\frac{1}{15}$ | 24 | | | 72 | 44 | |
| 556 | 15 | $\frac{1}{15}$ | 24 | 44 | 40 | 64 | | |
| 557 | 15 | $\frac{1}{15}$ | 40 | 32 | 24 | 86 | | |
| 558 | 27 | $\frac{2}{27}$ | 48 | | | 64 | 24 | 44 |
| 559 | 39 | $\frac{3}{39}$ | 24 | | | 72 | 24 | 44 |
| 560 | 43 | $\frac{3}{43}$ | 86 | 40 | 32 | 64 | | |
| 561 | 27 | $\frac{2}{27}$ | 72 | 56 | 32 | 64 | | 24 |
| 562 | 27 | $\frac{2}{27}$ | 72 | 44 | 24 | 64 | | 24 |
| 563 | 29 | $\frac{2}{29}$ | 58 | | | 68 | 44 | |
| 564 | 43 | $\frac{3}{43}$ | 86 | 24 | 24 | 56 | | |
| 565 | 15 | $\frac{1}{15}$ | 24 | | | 56 | 44 | |
| 566 | 43 | $\frac{3}{43}$ | 86 | 24 | 24 | 44 | | |
| 567 | 15 | $\frac{1}{15}$ | 32 | 44 | 40 | 64 | | |
| 568 | 15 | $\frac{1}{15}$ | 40 | 32 | 24 | 64 | | |
| 569 | 29 | $\frac{2}{29}$ | 58 | | | 44 | 24 | |
| 570 | 15 | $\frac{1}{15}$ | 32 | | | 64 | 44 | |

PLATO DIVISOR TIPO MESA

Tabla para divisores con Relación 1:60



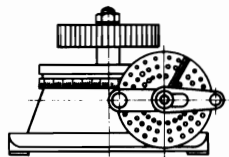
| N.º divisiones | N.º orificios | VUELTAS ORIFICIOS | N.º divisiones | N.º orificios | VUELTAS ORIFICIOS | N.º divisiones | N.º orificios | VUELTAS ORIFICIOS | N.º divisiones | N.º orificios | VUELTAS ORIFICIOS |
|----------------|---------------|-------------------|----------------|---------------|-------------------|----------------|---------------|-------------------|----------------|---------------|-------------------|
| 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 | N.º divisiones | N.º orificios | VUELTAS ORIFICIOS | N.º divisiones | N.º orificios | VUELTAS ORIFICIOS | 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

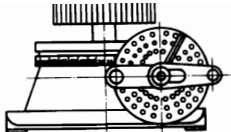
| N.º divisiones | N.º orificios | VUELTAS ORIFICIOS | N.º divisiones | N.º orificios | VUELTAS ORIFICIOS | N.º divisiones | N.º orificios | VUELTAS ORIFICIOS | N.º divisiones | N.º orificios | VUELTAS ORIFICIOS |
|----------------|---------------|-------------------|----------------|---------------|-------------------|----------------|---------------|-------------------|----------------|---------------|-------------------|
| 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 ORIFICIOS | N.º divisiones | N.º orificios | VUELTAS ORIFICIOS | N.º divisiones | N.º orificios | VUELTAS ORIFICIOS | N.º divisiones | N.º orificios | VUELTAS ORIFICIOS |
|----------------|---------------|-------------------|----------------|---------------|-------------------|----------------|---------------|-------------------|----------------|---------------|-------------------|
| 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

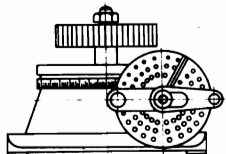
Tabla para divisores
con Relación 1:120

| N.º divisiones | N.º orificios | VUELTAS ORIFICIOS. | N.º divisiones | N.º orificios | VUELTAS ORIFICIOS | N.º divisiones | N.º orificios | VUELTAS ORIFICIOS | 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 | 3. | 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 | | 1 | |
| 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 | 2 | 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 | N.º divisiones | N.º orificios | VUELTAS ORIFICIOS | N.º divisiones | N.º orificios | VUELTAS ORIFICIOS | N.º divisiones | N.º orificios | VUELTAS ORIFICIOS |
|----------------|---------------|-------------------|----------------|---------------|-------------------|----------------|---------------|-------------------|----------------|---------------|-------------------|
| 132 | 33 | 36 33 | 183 | 61 | 40 61 | 245 | 49 | 24 49 | 335 | 67 | 24 67 |
| 134 | 67 | 60 67 | 184 | 23 | 15 23 | 246 | 41 | 20 41 | 340 | 17 | 6 17 |
| 135 | 27 | 24 27 | 185 | 37 | 24 37 | 248 | 31 | 15 31 | 344 | 43 | 15 43 |
| 136 | 17 | 15 17 | 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 39 | 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 67 | 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 27 |
| 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 | N.º divisiones | N.º orificios | VUELTAS ORIFICIOS | N.º divisiones | N.º orificios | VUELTAS ORIFICIOS | N.º divisiones | N.º orificios | VUELTAS ORIFICIOS |
|----------------|---------------|-------------------|----------------|---------------|-------------------|----------------|---------------|-------------------|----------------|---------------|-------------------|
| 11 | 33 | 18 | 37 | 37 | 4 32/37 | 64 | 16 | 2.13/16 | 92 | 23 | 1.22/23 |
| 12 | | 15 | 38 | 19 | 4 1/19 | 65 | 39 | 2.30/39 | 93 | 31 | 1.29/31 |
| 13 | 39 | 33/39 | 39 | 39 | 4.24/39 | 66 | 33 | 2.24/33 | 94 | 47 | 1.43/47 |
| 14 | 49 | 12.42/49 | 40 | 20 | 4.10/20 | 67 | 67 | 2.47/67 | 95 | 19 | 1.17/19 |
| 15 | | 12 | 41 | 41 | 4.16/41 | 68 | 17 | 2.11/17 | 96 | 16 | 1.14/16 |
| 16 | 16 | 11. 4/16 | 42 | 21 | 4. 6/21 | 69 | 23 | 2.14/23 | 98 | 49 | 1.41/49 |
| 17 | 17 | 10.10/17 | 43 | 43 | 4. 8/43 | 70 | 49 | 2.28/49 | 99 | 33 | 1.27/33 |
| 18 | | 10 | 44 | 35 | 4. 3/35 | 71 | 71 | 2.38/71 | 100 | 20 | 1.16/20 |
| 19 | 19 | 9. 9/19 | 45 | | 4 | 72 | 20 | 2.10/20 | 102 | 17 | 1.13/17 |
| 20 | | 9 | 46 | 23 | 3.31/23 | 73 | 73 | 2.34/73 | 104 | 26 | 1.19/26 |
| 21 | 49 | 8.25/49 | 47 | 47 | 3.29/47 | 74 | 37 | 2.16/37 | 105 | 49 | 1.35/49 |
| 22 | 33 | 8. 6/33 | 48 | 20 | 3.15/20 | 75 | 20 | 2. 6/20 | 106 | 53 | 1.37/53 |
| 23 | 23 | 7.19/23 | 49 | 49 | 3.33/49 | 76 | 19 | 2. 7/19 | 108 | 27 | 1.18/27 |
| 24 | 20 | 7.10/20 | 50 | 20 | 3.12/20 | 77 | 77 | 2.26/77 | 110 | 31 | 1.21/31 |
| 25 | 20 | 7. 4/20 | 51 | 17 | 3.19/17 | 78 | 39 | 2.12/39 | 111 | 37 | 1.23/37 |
| 26 | 29 | 7.36/39 | 52 | 39 | 3.18/39 | 79 | 70 | 2.22/70 | 112 | 20 | 1. 7/20 |
| 27 | 27 | 6.18/27 | 53 | 53 | 3.21/53 | 80 | 20 | 2. 5/20 | 114 | 19 | 1.19/19 |
| 28 | 49 | 6.21/49 | 54 | 27 | 3. 9/27 | 81 | 27 | 2. 6/27 | 115 | 23 | 1.13/23 |
| 29 | 29 | 6. 6/29 | 55 | 33 | 3. 9/33 | 82 | 41 | 2. 8/41 | 116 | 29 | 1.16/29 |
| 30 | | 6 | 56 | 28 | 3. 6/28 | 83 | 83 | 2.14/83 | 117 | 39 | 1.21/39 |
| 31 | 31 | 5.25/31 | 57 | 19 | 3. 3/19 | 84 | 21 | 2. 3/21 | 118 | 59 | 1.31/52 |
| 32 | 16 | 5.10/16 | 58 | 29 | 3. 3/29 | 85 | 17 | 2. 2/17 | 120 | 20 | 1.10/20 |
| 33 | 33 | 5.15/33 | 59 | 59 | 3. 3/59 | 86 | 43 | 2. 4/43 | 122 | 61 | 1.29/61 |
| 34 | 17 | 5. 5/17 | 60 | | 3 | 87 | 19 | 2. 2/19 | 123 | 41 | 1.19/41 |
| 35 | 49 | 5. 7/49 | 61 | 61 | 2.58/61 | 88 | 22 | 2. 1/22 | 124 | 31 | 1.14/31 |
| 36 | | 5 | 62 | 31 | 2.28/31 | 89 | 89 | 2. 2/89 | 125 | 25 | 1.11/25 |
| | | | 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 | N.º divisiones | N.º orificios | VUELTAS ORIFICIOS | N.º divisiones | N.º orificios | VUELTAS ORIFICIOS | 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 | 30/35 | 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 fresaora, 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.

Constante o paso real = $40 \times 6 = 240$ 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 efectuarse 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.

$$\text{Fracción generatriz del paso } \frac{120}{200} = \frac{12}{20} = \frac{2 \times 6}{4 \times 5}$$

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

$$\begin{aligned} 2 \times 6 &= 20B \times 60D \text{ Ruedas receptoras} \\ 4 \times 5 &= 40A \times 50C \text{ Ruedas conductoras.} \end{aligned}$$

$$\text{Prueba } \frac{20 \times 60 \times 200}{40 \times 50} = 120 \text{ mm. paso.}$$

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.

$$\text{Tg } \alpha = \frac{\text{Diámetro medio} \times 3,1416}{\text{Paso de la hélice}}$$

Tangente de la inclinación de la mesa para fresar un engranaje.

$$\text{Tg } \alpha = \frac{\text{Diámetro primitivo} \times 3,1416}{\text{Paso de la hélice}}$$

EJEMPLO: Diámetro primitivo 130 mm., paso de la hélice 1775 mm.

$$\text{Tg } \alpha = \frac{130 \times 3,1416}{1775} = 0,2 \cdot 0,2 = 11^{\circ} 19'$$

Por tanto se inclinará la mesa o cabezal vertical $11^{\circ} 19'$.

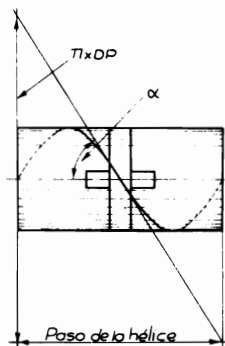
FRESADO HELICOIDAL

Detalles para poner en punto los ángulos en la mesa de la fresaora y el cabezal vertical.

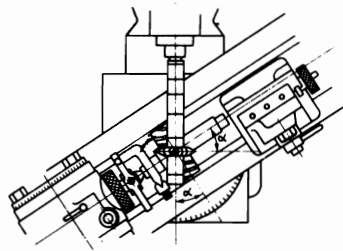
Las características del fresa-
do helicoidal son las siguientes:
Paso de la hélice y ángulo, calculándose éstas en función del diámetro primitivo, según las siguientes fórmulas:

$$\begin{aligned} \text{Paso de la hélice} \\ = DP \times \pi \times \cotg \alpha \end{aligned}$$

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



Inclinación de la mesa = α .



Puesta a punto del cabezal

vertical = $90 - \alpha$.

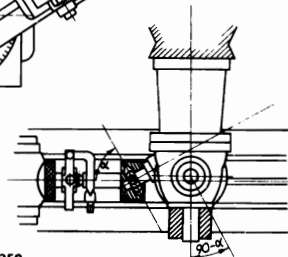
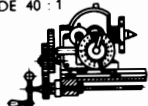
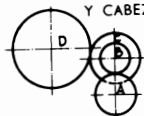


TABLA PARA TRABAJOS HELICOIDALES

APLICABLE A FRESADORA UNIVERSAL CON HUSILLO DE 5 mm. DE PASO Y CABEZAL DIVISOR DE 40 : 1

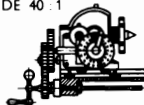
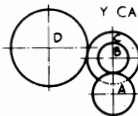


PASO REAL DE LA FRESADORA PARA EL CALCULO 200 mm.

| Paso en mm. | Paso en mm. | | | | Paso en mm. | | | | Paso en mm. | | | | | |
|-------------|-------------|----|----|----|-------------|----|----|----|-------------|------|----|----|----|----|
| | A | B | C | D | A | B | C | D | 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 FRESADORA UNIVERSAL CON HUSILLO DE 6 mm. DE PASO Y CABEZAL DIVISOR DE 40 : 1

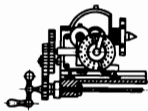
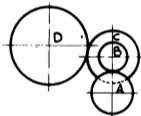


PASO REAL DE LA FRESADORA PARA EL CALCULO 240 mm.

| Paso en mm. | Paso en mm. | | | | Paso en mm. | | | | Paso en mm. | | | | | |
|-------------|-------------|----|----|----|-------------|----|----|----|-------------|-----|----|----|----|----|
| | A | B | C | D | A | B | C | D | A | B | C | D | | |
| 24 | 96 | 36 | 90 | 24 | 125 | 96 | 80 | 64 | 40 | 324 | 64 | 96 | 80 | 72 |
| 28 | 96 | 36 | 90 | 28 | 126 | 80 | 56 | 61 | 48 | 336 | 80 | 72 | 36 | 56 |
| 30 | 96 | 40 | 80 | 24 | 128 | 80 | 64 | 72 | 48 | 350 | 96 | 80 | 32 | 56 |
| 32 | 96 | 48 | 90 | 24 | 135 | 96 | 72 | 64 | 48 | 360 | 96 | 72 | 32 | 64 |
| 35 | 96 | 40 | 80 | 28 | 140 | 72 | 56 | 64 | 48 | 375 | 96 | 90 | 48 | 80 |
| 36 | 96 | 36 | 80 | 32 | 144 | 90 | 72 | 48 | 36 | 378 | 80 | 90 | 40 | 56 |
| 40 | 96 | 40 | 80 | 32 | 150 | 96 | 80 | 64 | 48 | 384 | 48 | 96 | 80 | 64 |
| 42 | 96 | 48 | 80 | 28 | 160 | 90 | 80 | 64 | 48 | 400 | 96 | 80 | 36 | 72 |
| 45 | 96 | 40 | 80 | 36 | 162 | 96 | 72 | 40 | 36 | 405 | 80 | 90 | 48 | 72 |
| 48 | 96 | 64 | 80 | 24 | 168 | 96 | 56 | 40 | 48 | 420 | 72 | 90 | 40 | 56 |
| 49 | 96 | 56 | 80 | 28 | 175 | 96 | 80 | 64 | 56 | 432 | 80 | 96 | 48 | 72 |
| 50 | 96 | 40 | 72 | 36 | 180 | 96 | 80 | 40 | 36 | 448 | 72 | 96 | 40 | 56 |
| 54 | 96 | 48 | 80 | 36 | 189 | 80 | 72 | 64 | 56 | 450 | 64 | 80 | 48 | 72 |
| 56 | 96 | 56 | 80 | 32 | 192 | 80 | 96 | 72 | 48 | 480 | 24 | 96 | 80 | 40 |
| 60 | 96 | 48 | 72 | 36 | 200 | 96 | 72 | 36 | 40 | 486 | 80 | 90 | 40 | 72 |
| 63 | 96 | 56 | 80 | 36 | 210 | 96 | 72 | 48 | 56 | 500 | 72 | 90 | 48 | 80 |
| 64 | 96 | 64 | 80 | 32 | 216 | 96 | 72 | 40 | 48 | 504 | 64 | 96 | 40 | 56 |
| 70 | 96 | 56 | 80 | 40 | 224 | 80 | 64 | 48 | 56 | 512 | 72 | 96 | 40 | 64 |
| 72 | 96 | 64 | 80 | 36 | 225 | 96 | 80 | 64 | 72 | 525 | 72 | 90 | 32 | 56 |
| 75 | 96 | 48 | 64 | 40 | 240 | 96 | 80 | 40 | 48 | 540 | 64 | 96 | 48 | 72 |
| 80 | 96 | 64 | 80 | 40 | 243 | 80 | 90 | 40 | 36 | 576 | 80 | 96 | 36 | 72 |
| 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 1/4 PULGADA DE PASO. Y CABEZAL DIVISOR 40 : 1

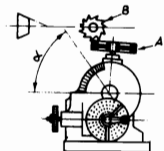


PASO REAL DE LA FRESADORA PARA EL CALCULO 10''

| Paso en Pulg. | A | B | C | D | Paso en Pulg. | A | B | C | D | Paso en Pulg. | A | B | C | D | Paso en Pulg. | A | B | C | D | | |
|---------------|-----|----|----|----|---------------|----|----|----|-----|---------------|----|-----|----|-----|---------------|-----|-----|----|-----|-----|-----|
| 1 1/4 | 72 | 24 | 64 | 24 | 10 1/4 | 40 | 24 | 32 | 56 | 27 | 40 | 48 | 32 | 72 | 49 | 11 | 32 | 44 | 28 | 100 | |
| 1 1/8 | 100 | 40 | 64 | 24 | 10 3/4 | 48 | 24 | 40 | 86 | 27 1/2 | 28 | 44 | 32 | 56 | 50 | 40 | 56 | 28 | 100 | | |
| 1 3/8 | 100 | 40 | 64 | 28 | 11 | 40 | 24 | 24 | 44 | 28 | 48 | 86 | 64 | 100 | 51 | 14 | 44 | 72 | 32 | 100 | |
| 1 1/2 | 64 | 24 | 48 | 24 | 11 1/4 | 64 | 24 | 24 | 72 | 29 | 09 | 44 | 48 | 24 | 64 | 52 | 12 | 44 | 64 | 86 | |
| 2 | 72 | 24 | 40 | 24 | 12 | 40 | 24 | 24 | 48 | 30 | 32 | 48 | 28 | 56 | 53 | 03 | 44 | 56 | 24 | 100 | |
| 2 1/4 | 64 | 24 | 40 | 24 | 12 1/4 | 40 | 28 | 32 | 56 | 31 | 01 | 86 | 64 | 24 | 100 | 55 | 24 | 44 | 24 | 72 | |
| 2 1/2 | 56 | 28 | 48 | 24 | 12 1/2 | 32 | 24 | 24 | 40 | 31 | 5 | 40 | 56 | 32 | 72 | 55 | 99 | 64 | 86 | 24 | 100 |
| 2 3/4 | 100 | 44 | 64 | 40 | 13 1/4 | 40 | 24 | 32 | 72 | 31 | 75 | 28 | 64 | 72 | 100 | 56 | 25 | 40 | 72 | 32 | 100 |
| 3 | 56 | 28 | 40 | 24 | 13 1/2 | 32 | 24 | 24 | 44 | 32 | 40 | 56 | 28 | 64 | 57 | 14 | 40 | 64 | 28 | 100 | |
| 3 1/4 | 100 | 56 | 64 | 40 | 14 | 40 | 24 | 24 | 56 | 32 | 25 | 40 | 72 | 48 | 86 | 60 | 32 | 64 | 24 | 72 | |
| 3 1/2 | 48 | 24 | 32 | 24 | 15 | 32 | 24 | 24 | 48 | 33 | 40 | 44 | 24 | 72 | 70 | 24 | 56 | 24 | 72 | | |
| 4 | 48 | 32 | 40 | 24 | 15 3/4 | 40 | 28 | 32 | 72 | 33 | 51 | 44 | 48 | 28 | 86 | 75 | 44 | 72 | 24 | 100 | |
| 4 1/4 | 100 | 40 | 64 | 72 | 16 | 40 | 24 | 24 | 64 | 34 | 09 | 100 | 48 | 72 | 44 | 80 | 24 | 64 | 24 | 72 | |
| 5 | 56 | 28 | 24 | 24 | 16 1/2 | 48 | 44 | 40 | 72 | 35 | 48 | 56 | 24 | 72 | 90 | 20 | 80 | 40 | 90 | | |
| 5 1/4 | 40 | 28 | 32 | 24 | 16 3/4 | 64 | 48 | 32 | 72 | 36 | 40 | 64 | 32 | 72 | 100 | 20 | 56 | 28 | 100 | | |
| 5 1/2 | 48 | 24 | 40 | 44 | 17 | 04 | 44 | 24 | 32 | 100 | 37 | 04 | 72 | 64 | 24 | 100 | 110 | 20 | 55 | 25 | 100 |
| 6 | 56 | 28 | 40 | 48 | 17 1/4 | 32 | 24 | 24 | 56 | 37 | 5 | 40 | 72 | 48 | 100 | 120 | 20 | 60 | 25 | 100 | |
| 6 1/4 | 64 | 40 | 24 | 24 | 18 | 40 | 24 | 24 | 72 | 38 | 10 | 28 | 40 | 24 | 64 | 125 | 20 | 75 | 30 | 100 | |
| 6 1/2 | 64 | 24 | 40 | 72 | 18 3/4 | 40 | 24 | 32 | 100 | 39 | 09 | 44 | 64 | 32 | 86 | | | | | | |
| 7 | 40 | 24 | 24 | 28 | 19 1/4 | 40 | 44 | 32 | 56 | 40 | 48 | 64 | 24 | 72 | | | | | | | |
| 7 1/2 | 64 | 24 | 24 | 48 | 20 | 48 | 32 | 24 | 72 | 41 | 14 | 40 | 64 | 28 | 72 | | | | | | |
| 7 3/4 | 64 | 28 | 40 | 72 | 21 | 40 | 48 | 32 | 56 | 42 | 40 | 56 | 24 | 72 | | | | | | | |
| 8 | 100 | 40 | 32 | 64 | 21 1/4 | 40 | 24 | 24 | 86 | 43 | 40 | 64 | 32 | 86 | | | | | | | |
| 8 1/4 | 40 | 24 | 32 | 44 | 22 | 40 | 44 | 32 | 64 | 43 | 98 | 44 | 72 | 32 | 86 | | | | | | |
| 8 1/2 | 32 | 24 | 24 | 28 | 22 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

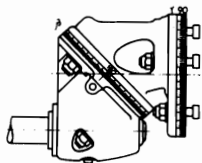
Inclinación del cabezal en función del número de dientes de la fresa a tallar y el ángulo de la fresa con que se ha de trabajar



A'' = Fresa a tallar.
B'' = Fresa a usar.

| N.º de dientes de la fresa a tallar | ANGULO DE LA FRESA A USAR | | | | | | | | GRADOS DE INCLINACION DEL CABEZAL DIVISOR 2 |
|-------------------------------------|---------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---|
| | 45° | 50° | 60° | 65° | 70° | 75° | 80° | 85° | |
| 6 | | | | 42° 29' | 50° 55' | 62° 21' | 72° 13' | 81° 17' | |
| 7 | | | 43° 36' | 54° 13' | 62° 50' | 70° 22' | 77° 13' | 83° 42' | |
| 8 | | 32° 57' | 54° 44' | 62° 12' | 68° 39' | 74° 28' | 79° 50' | 84° 59' | |
| 9 | 32° 58' | 45° 15' | 61° 01' | 66° 58' | 72° 13' | 77° 00' | 81° 29' | 85° 47' | |
| 10 | 43° 24' | 52° 26' | 65° 12' | 70° 12' | 74° 40' | 78° 46' | 82° 38' | 86° 21' | |
| 12 | 54° 44' | 61° 02' | 70° 32' | 74° 23' | 75° 52' | 81° 06' | 84° 09' | 87° 06' | |
| 14 | 61° 12' | 66° 10' | 73° 51' | 77° 01' | 79° 54' | 82° 55' | 85° 08' | 87° 35' | |
| 16 | 65° 32' | 69° 40' | 76° 10' | 78° 52' | 81° 20' | 83° 37' | 85° 49' | 87° 45' | |
| 18 | 68° 39' | 72° 13' | 77° 52' | 80° 13' | 82° 23' | 84° 21' | 86° 19' | 88° 10' | |
| 20 | 71° 05' | 74° 11' | 79° 11' | 81° 17' | 83° 13' | 85° 00' | 86° 43' | 88° 22' | |
| 22 | 72° 55' | 75° 44' | 80° 14' | 82° 08' | 83° 52' | 85° 29' | 87° 02' | 88° 31' | |
| 24 | 74° 28' | 77° 00' | 81° 06' | 82° 49' | 84° 24' | 85° 55' | 87° 18' | 88° 39' | |
| 26 | 75° 44' | 78° 04' | 81° 49' | 83° 33' | 84° 51' | 86° 12' | 87° 30' | 88° 45' | |
| 28 | 76° 49' | 78° 58' | 82° 26' | 83° 53' | 85° 14' | 86° 29' | 87° 42' | 88° 51' | |
| 30 | 77° 44' | 79° 45' | 82° 57' | 84° 18' | 85° 34' | 86° 44' | 87° 51' | 88° 56' | |
| 32 | 78° 32' | 80° 23' | 83° 24' | 84° 40' | 85° 51' | 86° 56' | 87° 59' | 89° 00' | |
| 34 | 79° 14' | 80° 59' | 83° 48' | 85° 00' | 86° 06' | 87° 08' | 88° 07' | 89° 04' | |
| 36 | 79° 29' | 81° 29' | 84° 09' | 85° 17' | 86° 19' | 87° 17' | 88° 13' | 89° 07' | |
| 38 | 80° 24' | 81° 58' | 84° 29' | 85° 32' | 86° 31' | 87° 26' | 88° 18' | 89° 09' | |
| 40 | 80° 53' | 82° 22' | 84° 45' | 85° 46' | 86° 42' | 87° 34' | 88° 24' | 89° 12' | |
| 42 | 81° 20' | 82° 44' | 85° 00' | 85° 48' | 86° 51' | 87° 41' | 88° 29' | 89° 14' | |

EJEMPLO
Número de dientes a tallar: 20. Grados de la fresa a utilizar: 75.
Inclinación del cabezal: 85°.

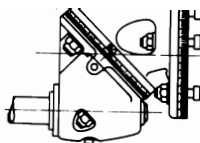


FRESADORA UNIVERSAL «HURE»

TIPO DE CABEZAL PARA FRESADO

TABLA DE AJUSTE

| Angulo del árbol por talresa al plano horizontal | Gradua- cion del cabezal inclinado β | Gradua- cion del cabezal vertical γ | Angulo del árbol por talresa al plano horizontal | Gradua- cion del cabezal inclinado β | Gradua- cion del cabezal vertical γ | Angulo del árbol por talresa al plano horizontal | Gradua- cion del cabezal inclinado β | Gradua- cion del cabezal vertical γ |
|--|--------------------------------------|-------------------------------------|--|--------------------------------------|-------------------------------------|--|--------------------------------------|-------------------------------------|
| 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»

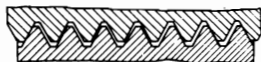
TIPO DE CABEZAL PARA FRESADO

TABLA DE AJUSTE

| Angulo de la tangente de la hélice | Gradua- cion del cabezal en β | Gradua- cion del cabezal en γ | Angulo de la tangente de la hélice | Gradua- cion del cabezal en β | Gradua- cion del cabezal en γ | Angulo de la tangente de la hélice | Gradua- cion del cabezal en β | Gradua- cion del cabezal en γ |
|------------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|------------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|------------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| 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° | 31° 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° | 108° 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: Paso incorrecto, 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 afoja.



**TUERCA
TORNILLO**

Tornillo: Paso y ángulo del filete correctos.
Tuerca: Paso y ángulo del filete incorrectos.

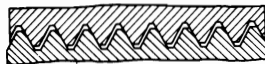
El contacto no se obtiene más que sobre un punto entre los flancos extremos de los filetes de la tuerca. En consecuencia, estos filetes no pueden ofrecer ninguna resistencia al desgaste o a la carga.



**TUERCA
TORNILLO**

Tornillo: Paso y ángulo del filete correctos.
Tuerca: Paso correcto, ángulo del filete incorrecto.

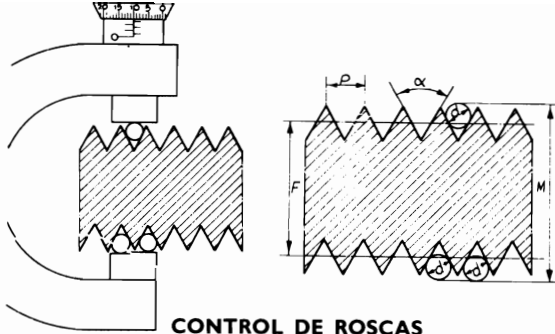
Las partes fileteadas no hacen contacto más que sobre ciertos puntos, circunstancia que hace resaltar la importancia del ángulo correcto del filete, tanto en las piezas roscadas a torno como el roscado con macho. El perfil simétrico del filete debe fijarse alrededor de una línea que esté perpendicular a la línea central de la rosca considerada como diámetro medio.



**TUERCA
TORNILLO**

Tornillo y tuerca: Paso y ángulo 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

De = Diámetro sobre filetes. F = Diámetro medio de flancos.
d = Diámetro al fondo de los filetes. d = Diámetro de la barreta o alambre.
P = Paso. γ = Ángulo del filete δ = 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 = Rosca Whitworth De — 0,6403 \times P. Rosca internacional S. I. y americana Sellers (U. S. S.) De — 0,6495 \times P.

$$M = F + d \times \left(1 + \frac{1}{\sin \frac{\gamma}{2}}\right) - \frac{P}{2} \times \cotg \frac{\gamma}{2} = M + \delta.$$

$$\delta = \frac{1}{2} \times d \times \tan \psi^2 \times \cos \frac{\gamma}{2} \times \cotg \frac{\gamma}{2} \quad \text{Tang } \psi = \frac{P}{3,1416 \times F}$$

EJEMPLO

Control de una rosca de 20 mm. Sistema Internacional: 2,5 mm. paso, 60° ángulo del filete.

$$d = 2,5 \times 0,57 = 1,425 \text{ mm.} \quad F = 20 - 1,62375 = 18,376 \text{ mm.}$$

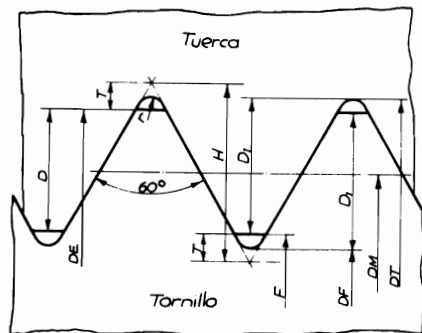
$$M = 18,376 + 1,4 \times \left(1 + \frac{1}{0,5}\right) - \frac{2,5}{2} \times 1,732 = 20,41 + \delta.$$

$$\delta = \frac{1}{2} \times 1,4 \times 0,0433^2 \times 0,866 \times 1,732 = 0,0019. \quad \text{Tang } \psi = \frac{P}{3,1416 \times F}$$

La corrección δ 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:

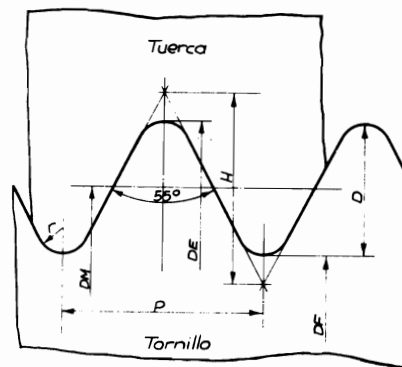
P = Paso. r = Radio. H = Altura del triángulo generador.
 D₁ = Profundidad del filete. D = Altura de contacto.
 DE = Diámetro del tornillo. DM = Diámetro de flancos.
 DF = Diámetro del fondo del tornillo. DT = Diámetro del fondo de la tuerca.
 F = Diámetro del agujero de la tuerca. T = Altura de la truncatura.

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

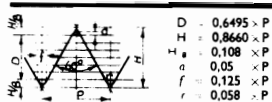


Designación:

P = Paso en mm. N = Número de filetes por pulgada inglesa.
 H = Altura del triángulo generador. r = Radio.
 D = Profundidad del filete. DE = Diámetro del tornillo.
 DM = Diámetro de flancos o medio. DF = Diámetro de fondo e interior.

FORMULAS

$P = \frac{25,4}{N}$ $H = 0,9605 \times P = \frac{24,384}{N}$
 $D = 0,6403 \times P = \frac{16,256}{N}$ $DF = DE - 1,28 \times P = DE - \frac{32,512}{N}$
 $DM = \frac{DE + DF}{2} = DE - D = DE - \frac{16,256}{N}$ $r = 0,1373 \times P$



$$D = 0.6495 \times P$$

$$H = 0.8660 \times P$$

$$h = 0.108 \times P$$

$$d = 0.05 \times P$$

$$r = 0.125 \times P$$

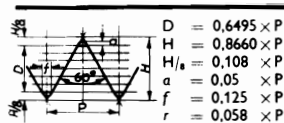
$$p = 0.058 \times P$$

Rosca fina Sistema Internacional 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. | Area 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:
 $Z = \text{Diámetro del tornillo} \times \text{Pase}$
 Ejemplo: Tornillo, 16 mm. diámetro. Pase, 1.5.
 Diámetro broca, 14.5 mm.



$$D H = 0.6495 \times P$$

$$H/h = 0.108 \times P$$

$$d = 0.05 \times P$$

$$r = 0.125 \times P$$

$$p = 0.058 \times P$$

Rosca corriente Sistema Internacional S. I. Normalizada por la International Standards Association «I. S. A.»

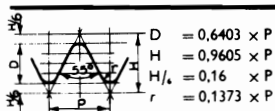
| Diámetro mm. | Pase mm. | Diámetro medio mm. | TORNILLO | | TUERCA | | Diámetro de la broca para agujeros roscados con 70-75 % altura de rosca |
|--------------|----------|--------------------|-----------------------|-------------|--------------------|--------------------|---|
| | | | Diámetro al fondo mm. | Area 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:
 $Z = \text{Diámetro del tornillo} \times \text{Pase}$
 Ejemplo: Tornillo, 20 mm. diámetro. Pase, 2.5.
 Diámetro broca, 17.5 mm.

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 %.



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) |
|----------------------|-----------------|---------------------------|-------------|--------------------|-----------------------|---|
| 1/16 | 3,17 | 40 | 0,635 | 2,76 | 2,36 | 2,5 |
| 1/16 | 4,76 | 24 | 1,058 | 4,08 | 3,40 | 3,7 |
| 1/16 | 6,35 | 20 | 1,270 | 5,53 | 4,72 | 5 |
| 1/16 | 7,93 | 18 | 1,411 | 7,03 | 6,13 | 6,5 |
| 1/16 | 9,52 | 16 | 1,588 | 8,50 | 7,49 | 8 |
| 1/16 | 11,11 | 14 | 1,814 | 9,95 | 8,78 | 9,25 |
| 1/16 | 12,70 | 12 | 2,117 | 11,34 | 9,99 | 10,5 |
| 1/16 | 15,87 | 11 | 2,309 | 14,39 | 12,91 | 13,75 |
| 1/16 | 19,05 | 10 | 2,540 | 17,42 | 15,79 | 16,5 |
| 1/16 | 22,22 | 9 | 2,822 | 20,41 | 18,61 | 19,5 |
| 1/16 | 25,40 | 8 | 3,175 | 23,36 | 21,33 | 22,2 |
| 1/16 | 28,57 | 7 | 3,629 | 26,25 | 23,92 | 25,5 |
| 1/16 | 31,75 | 7 | 3,629 | 29,42 | 27,10 | 28 |
| 1/16 | 34,92 | 6 | 4,233 | 32,21 | 29,50 | 30,25 |
| 1/16 | 38,10 | 6 | 4,233 | 35,39 | 32,68 | 33,5 |
| 1/16 | 41,27 | 5 | 5,080 | 38,02 | 34,77 | 36 |
| 1/16 | 44,45 | 5 | 5,080 | 41,19 | 37,94 | 39,5 |
| 1/16 | 47,62 | 4,5 | 5,645 | 44,01 | 40,39 | 42 |
| 1/16 | 50,80 | 4,5 | 5,645 | 47,18 | 43,57 | 45 |
| 2/16 | 53,97 | 4,5 | 5,645 | 50,36 | 46,74 | 48 |
| 2/16 | 57,15 | 4 | 6,350 | 53,08 | 49,02 | 51 |
| 2/16 | 60,32 | 4 | 6,350 | 56,26 | 52,19 | 53,5 |
| 2/16 | 63,50 | 4 | 6,350 | 59,43 | 55,27 | 57 |
| 2/16 | 66,67 | 4 | 6,350 | 62,61 | 58,54 | 60 |
| 2/16 | 69,85 | 3,5 | 7,257 | 65,20 | 60,55 | 62,5 |
| 2/16 | 73,02 | 3,5 | 7,257 | 68,38 | 63,73 | 65 |
| 3/16 | 76,20 | 3,5 | 7,257 | 71,55 | 66,90 | 69 |



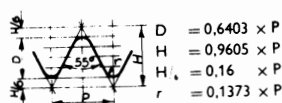
Z = Diámetro de la broca para agujeros roscados en materiales blandos 88 % de la altura del filete.

Fórmula: Z = Diámetro rosca — 1,1328 x 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.

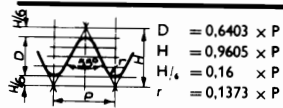
Aceptada por la British Standards Association

| 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. |
|----------------------|-----------------|---------------------------|-------------|--------------------|-----------------------|---|
| 1/16 | 5,55 | 28 | 0,9067 | 4,97 | 4,39 | 4,5 |
| 1/16 | 6,35 | 26 | 0,9779 | 5,72 | 5,08 | 5,2 |
| 1/16 | 7,14 | 26 | 0,9779 | 6,51 | 5,89 | 6 |
| 1/16 | 7,93 | 22 | 1,1545 | 7,18 | 6,45 | 6,7 |
| 1/16 | 9,52 | 20 | 1,270 | 8,71 | 7,89 | 8 |
| 1/16 | 11,11 | 18 | 1,411 | 10,21 | 9,29 | 9,5 |
| 1/16 | 12,7 | 16 | 1,588 | 11,68 | 10,66 | 10,75 |
| 1/16 | 14,28 | 16 | 1,588 | 13,26 | 12,24 | 12,7 |
| 1/16 | 15,87 | 14 | 1,814 | 14,70 | 13,53 | 13,9 |
| 1/16 | 17,46 | 14 | 1,814 | 16,29 | 15,13 | 15,5 |
| 1/16 | 19,05 | 12 | 2,117 | 17,67 | 16,33 | 16,7 |
| 1/16 | 20,63 | 12 | 2,116 | 19,27 | 17,91 | 18,25 |
| 1/16 | 22,22 | 11 | 2,309 | 20,73 | 19,26 | 19,85 |
| 1/16 | 25,40 | 10 | 2,54 | 23,77 | 22,13 | 22,6 |
| 1/16 | 28,57 | 9 | 2,822 | 26,76 | 24,95 | 25,4 |
| 1/16 | 31,75 | 9 | 2,822 | 29,93 | 28,13 | 28,5 |
| 1/16 | 34,92 | 8 | 3,175 | 32,89 | 30,85 | 31,35 |
| 1/16 | 38,1 | 8 | 3,175 | 36,06 | 34,03 | 34,5 |
| 1/16 | 41,27 | 8 | 3,175 | 39,24 | 37,21 | 37,7 |
| 1/16 | 44,45 | 7 | 3,629 | 42,12 | 39,80 | 40,5 |
| 1/16 | 50,80 | 7 | 3,629 | 48,47 | 46,15 | 46,8 |
| 1/16 | 57,15 | 6 | 4,234 | 54,43 | 51,73 | 52,4 |
| 1/16 | 63,50 | 6 | 4,234 | 60,78 | 58,07 | 58,75 |
| 1/16 | 69,85 | 6 | 4,234 | 67,13 | 64,42 | 65,1 |
| 1/16 | 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 x Paso.



Rosca de gas «Whitworth» B. S. P.

Adoptada por la British Standard
Pipa 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 1/2 | 44,32 | 11 | » | 42,84 | 41,36 | 41,75 |
| 1 3/4 | 47,80 | 11 | » | 46,32 | 44,84 | 45,25 |
| 2" | 53,74 | 11 | » | 52,27 | 50,79 | 50,8 |
| 2 1/4 | 59,61 | 11 | » | 58,13 | 56,65 | 57,15 |
| 2 1/2 | 65,71 | 11 | » | 64,23 | 62,75 | |
| 2 3/4 | 75,18 | 11 | » | 73,70 | 72,23 | |
| 3" | 81,53 | 11 | » | 80,05 | 78,58 | |
| 3 1/4 | 87,88 | 11 | » | 86,40 | 84,93 | |
| 3 1/2 | 93,98 | 11 | » | 92,50 | 91,02 | |
| 3 3/4 | 100,33 | 11 | » | 98,85 | 97,37 | |
| 4" | 106,68 | 11 | » | 105,20 | 103,72 | |
| 4 1/4 | 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 | |



FORMULA

Z = Diámetro de la broca — 1,1328 x Paso

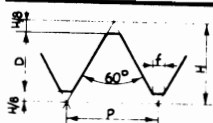
para agujeros roscados en materiales blandos.

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 | Contra tuerca | Entre caras | Entre aristas | Tuerca redonda | Arandelas | |
|-----------------------------------|---------------------|--------|---------------|-------------|---------------|----------------|-----------------|----------------|
| | | | | | | | Diámetro en mm. | Espesor en mm. |
| 1/4 | 5,842 | 6,604 | 6 | 13,3 | 15,944 | 13,3 | 20 | 1,5 |
| 5/16 | 7,112 | 8,128 | 7 | 15,2 | 17,526 | 15,2 | 21 | 1,5 |
| 3/8 | 8,636 | 9,906 | 8 | 18 | 20,222 | 18 | 25 | 2 |
| 7/16 | 9,906 | 11,430 | 10 | 20,8 | 24,130 | 20,8 | 29 | 2 |
| 1/2 | 11,430 | 12,954 | 11 | 23,3 | 26,92 | 23,3 | 33 | 3 |
| 5/8 | 14,224 | 16,256 | 13 | 27,9 | 32,26 | 27,9 | 35 | 3,5 |
| 3/4 | 17,018 | 19,304 | 15 | 33 | 38,10 | 33 | 44 | 4 |
| 7/8 | 19,812 | 22,606 | 17 | 37,5 | 43,43 | 37,5 | 50 | 4 |
| 1" | 22,606 | 25,65 | 19 | 42,4 | 49,02 | 42,4 | 55 | 4 |
| 1 1/8 | 25,40 | 29,21 | 22 | 47,2 | 54,61 | 47,2 | 65 | 5 |
| 1 1/4 | 28,19 | 32,26 | 24 | 52 | 60,20 | 52 | 70 | 5 |
| 1 3/8 | 30,99 | 35,56 | 26 | 56,3 | 65,02 | 56,3 | 80 | 6 |
| 1 1/2 | 33,78 | 38,61 | 29 | 61,2 | 70,61 | 61,2 | 90 | 6 |
| 1 3/4 | 36,58 | 41,91 | 32 | 65,5 | 75,69 | 65,5 | 100 | 6 |
| 1 7/8 | 39,37 | 44,96 | 37 | 70 | 81,02 | 70 | 110 | 7 |
| 2" | 42,42 | 48,26 | 39 | 76,5 | 88,91 | 76,5 | 120 | 7 |
| 2 1/8 | 44,96 | 51,31 | 39 | 80 | 92,45 | 80 | 130 | 8 |
| 2 1/4 | 50,55 | 57,65 | 40 | 80 | 92,45 | 80 | 140 | 8 |
| 2 3/8 | 56,13 | 64,01 | 50 | 90,8 | 104,14 | 90,8 | 150 | 9 |
| 2 1/2 | 61,72 | 70,36 | 55 | 106 | 114,04 | 106 | 160 | 9 |
| 2 7/8 | 67,31 | 76,71 | 60 | 115 | 122,68 | 115 | 170 | 10 |
| 3" | | | | | 132,84 | | | 12 |



$$D = 0.6495 \times P$$

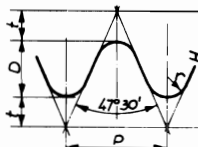
$$H = 0.8660 \times P$$

$$H_b = 0.108 \times P$$

$$f = 0.125 \times P$$

Rosca Americana SELLERS

(U. S. S.)



Fórmulas:

$$D = 0.6 \times P$$



$$H = 1.136 \times P$$

$$f = 0.268 \times P$$

$$r = 0.182 \times P$$

Rosca British Association B. A.

para pequeña mecánica
y relojería

| ROSCA CORRIENTE | | | | Desig- nación | ROSCA FINA | | | | | | |
|-----------------------------------|------------------------------|----------------------------|----------------------|------------------|----------------------------|------------------------------------|------------------------------|-----------------------------|----------------------|----------------------------|---|
| Num de hilos por pulgada | Diám exte- rior mm. | Diám al fondo mm. | Diám medio mm. | | Broca para rosca mm. | Núm. de hilos por pulgada | Diám exte- rior mm. | Diám. al fondo mm. | Diám 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 | 1/16 | 28 | 6.35 | 5.171 | 5.762 | 5.40 | |
| 16 | 9.525 | 7.463 | 8.494 | 8 | 1/8 | 24 | 7.938 | 6.562 | 7.250 | 6.50 | |
| 14 | 11.11 | 8.755 | 9.934 | 9.3 | 3/16 | 24 | 9.525 | 8.150 | 8.837 | 8.40 | |
| 13 | 12.70 | 10.16 | 11.43 | 10.5 | 1/4 | 20 | 11.11 | 9.463 | 10.28 | 9.90 | |
| 12 | 14.28 | 11.53 | 12.91 | 12.3 | 5/16 | 20 | 12.70 | 11.01 | 11.17 | 11.50 | |
| 11 | 15.87 | 12.87 | 14.37 | 13.5 | 3/8 | 18 | 14.28 | 12.45 | 13.37 | 13.00 | |
| 10 | 19.05 | 15.75 | 17.40 | 16.5 | 1/2 | 18 | 15.87 | 14.04 | 14.95 | 14.68 | |
| 9 | 22.22 | 18.55 | 20.39 | 19.5 | 5/8 | 16 | 19.05 | 16.98 | 18.01 | 17.46 | |
| 8 | 25.40 | 21.27 | 23.33 | 22 | 3/4 | 14 | 22.22 | 19.86 | 21.04 | 20.63 | |
| 7 | 28.57 | 23.86 | 26.21 | 25 | 7/8 | 14 | 25.40 | 23.04 | 24.22 | 23.8 | |
| 6 | 31.75 | 27.03 | 29.39 | 28 | 1 1/8 | 12 | 28.57 | 25.82 | 27.20 | 26.6 | |
| 5 | 38.10 | 32.60 | 35.35 | 34 | 1 1/4 | 12 | 31.75 | 29.00 | 30.37 | 29.75 | |
| 4 | 44.45 | 37.85 | 41.15 | 39.7 | 1 1/2 | 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 1/8 | | | | | | |
| 4 | 63.50 | 55.25 | 59.37 | 57.15 | 2 1/2 | | | | | | |
| 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 rosar con macho a mano.

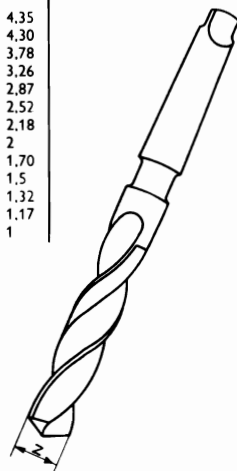
| Núm. | Diám- etro en mm. | PASO en mm. | Diám- etro medio mm. | Diám- etro al fondo mm. | AREA en mm ² | Diámetro de la broca para agujeros roscados mm. |
|------|----------------------------|-------------------|-------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------|---|
| 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 | 1.00 | 0.90 | | |
| 14 | 1 | 0.23 | 0.87 | 0.72 | | |
| 15 | 0.9 | 0.21 | 0.75 | 0.65 | | |
| 16 | 0.79 | 0.19 | 0.64 | 0.56 | | |
| 17 | 0.70 | 0.17 | 0.54 | 0.50 | | |
| 18 | 0.62 | 0.15 | 0.46 | 0.44 | | |
| 19 | 0.54 | 0.14 | 0.39 | 0.37 | | |
| 20 | 0.48 | 0.12 | 0.33 | 0.34 | | |
| 21 | 0.42 | 0.11 | 0.28 | 0.29 | | |
| 22 | 0.37 | 0.10 | 0.24 | 0.25 | | |
| 23 | 0.33 | 0.09 | 0.21 | 0.22 | | |
| 24 | 0.29 | 0.08 | 0.18 | 0.19 | | |
| 25 | 0.25 | 0.07 | 0.15 | 0.17 | | |

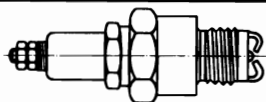
Las roscas hasta el número 12 son muy utilizadas para pequeña mecánica; los demás números tienen su exclusiva aplicación en relojería.

Esta rosca es igual al sistema suizo Thury, y únicamente varía ligeramente en el radio del filete, B. A. $r = 0.182 \times P$.

Thury $r = 0.166 \times P$ cabeza

$r = 0.2 \times P$ fondo





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 |

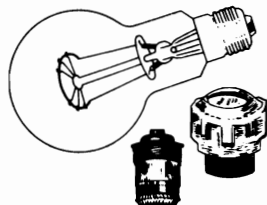
Americana STANDARD S. A. E. TIPO METRICO

| | | | | | | | |
|--------|---------|------------------|--------|------------------|------------------|--------|------------------|
| 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

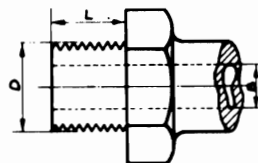
| | | | | | | | |
|-------|------------------------|------------------|--------|------------------|------------------|--------|------------------|
| 7/8 * | 18 hilos en pulgada | 0,8750 0,8668 | 0,8750 | 0,8384 0,8343 | 0,8430 0,8389 | 0,8068 | 0,8209 0,8149 |
|-------|------------------------|------------------|--------|------------------|------------------|--------|------------------|

* 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 |
| Goliat | 4 | 39,55 | 35,95 | 1,85 | 1,80 |

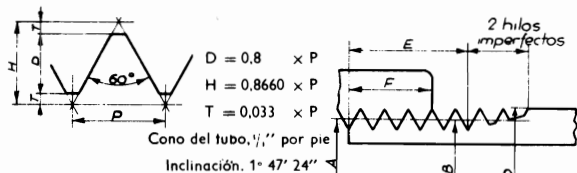


ESPIGAS PARA GRIFOS, TAPONES,
ETCETERA; TIPO CORRIENTE DEL
ALMIRANTAZGO BRITANICO

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 | » | » |

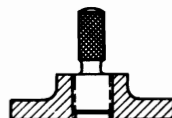
ROSCA «BRIGGS» AMERICANA PARA TUBOS DE GAS, AGUA Y VAPOR



| 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 |
|---------------------------|--|--|-------------------------------------|-----------------------------------|-------------------------|-----------------------------|
| $\frac{1}{8}$ | 9.23 | 9.51 | 6.70 | 4.57 | 10.28 | 27 |
| $\frac{1}{4}$ | 12.12 | 12.44 | 10.20 | 5.08 | 13.71 | 18 |
| $\frac{3}{8}$ | 15.54 | 15.92 | 10.35 | 6.09 | 17.14 | 18 |
| $\frac{1}{2}$ | 19.26 | 19.77 | 13.55 | 8.12 | 21.33 | 14 |
| $\frac{3}{4}$ | 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 $\frac{1}{2}$ | 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 $\frac{1}{2}$ | 69.07 | 70.15 | 28.89 | 17.23 | 72.05 | 8 |
| 3 | 84.85 | 86.06 | 30.48 | 19.45 | 88.90 | 8 |
| 3 $\frac{1}{2}$ | 97.47 | 98.77 | 31.75 | 20.85 | 101.6 | 8 |
| 4 | 110.09 | 111.43 | 33.02 | 21.43 | 114.3 | 8 |
| 4 $\frac{1}{2}$ | 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

Entra justo hasta el borde



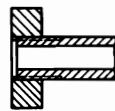
NORMAL

Entra justo hasta el borde



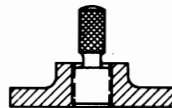
MINIMA TOLERANCIA

Queda un filete sin entrar



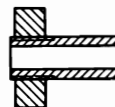
MAXIMA TOLERANCIA

Queda un filete sin entrar



MAXIMA TOLERANCIA

Entra un filete más

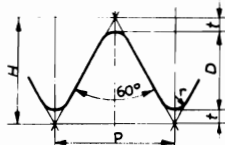


MINIMA TOLERANCIA

Entra un filete más



El calibre de rosca debe entrar justo en toda su longitud



Fórmulas:

$$D = 0,5327 \times P$$

$$H = 0,866 \times P$$

$$r = 0,166 \times P$$

$$r = 0,166 \times P$$

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 | $\frac{3}{16}$ | 26 | 6,89 | 6,96 |
| 0,080 | 62 | 1,59 | 1,64 | $\frac{3}{8}$ | 26 | 8,48 | 8,57 |
| 0,092 | 56 | 1,85 | 1,88 | $\frac{9}{16}$ | 20 | 12,93 | 13 |
| 0,104 | 44 | 2,02 | 2,1 | 1" | 26 | 24,35 | 24,5 |
| $\frac{1}{8}$ | 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 $\frac{7}{16}$ | 24 | 35,38 | 35,50 |
| $\frac{3}{16}$ | 32 | 3,91 | 3,97 | 1 $\frac{1}{2}$ | 24 | 36,97 | 37,10 |
| $\frac{1}{4}$ | 26 | 5,30 | 5,36 | | | | |

Angulo del filete, 50°
 Altura del filete, $0,8 \times P$
 Radio en la cabeza del filete, $0,093 \times P$
 Radio en el fondo, $0,0732 \times P$

Rosca suiza «PROGRESS»

para tornillería de relojes

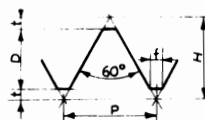
| Número | Diámetro mm. | P A S O mm. | Número | Diámetro mm. | P A S O mm. |
|--------|--------------|-------------|--------|--------------|-------------|
| 4 | 0,40 | 0,100 | 10 | 1 | 0,250 |
| 4,5 | 0,45 | 0,100 | 11 | 1,1 | 0,275 |
| 5 | 0,50 | 0,125 | 12 | 1,2 | 0,300 |
| 5,5 | 0,55 | 0,125 | 13 | 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 |
| $\frac{1}{4}$ " | 28 | 36 | 1 $\frac{7}{8}$ " | 12 | 16 | 4" | 10 | 16 |
| $\frac{3}{16}$ " | 24 | 32 | 2" | 12 | 16 | 4 $\frac{1}{8}$ " | 10 | 16 |
| $\frac{3}{8}$ " | 24 | 32 | 2 $\frac{1}{8}$ " | 12 | 16 | 4 $\frac{1}{4}$ " | 10 | 16 |
| $\frac{7}{16}$ " | 20 | 28 | 2 $\frac{1}{4}$ " | 12 | 16 | 4 $\frac{3}{8}$ " | 10 | 16 |
| $\frac{1}{2}$ " | 20 | 28 | 2 $\frac{3}{8}$ " | 12 | 16 | 4 $\frac{1}{2}$ " | 10 | 16 |
| $\frac{9}{16}$ " | 18 | 24 | 2 $\frac{1}{2}$ " | 12 | 16 | 4 $\frac{5}{8}$ " | 10 | 16 |
| $\frac{5}{8}$ " | 18 | 24 | 2 $\frac{5}{8}$ " | 12 | 16 | 4 $\frac{3}{4}$ " | 10 | 16 |
| $\frac{11}{16}$ " | 16 | 24 | 2 $\frac{3}{4}$ " | 12 | 16 | 4 $\frac{7}{8}$ " | 10 | 16 |
| $\frac{3}{4}$ " | 16 | 20 | 2 $\frac{7}{8}$ " | 12 | 16 | 5" | 10 | 16 |
| $\frac{7}{8}$ " | 14 | 20 | 3" | 10 | 16 | 5 $\frac{1}{8}$ " | 10 | 16 |
| 1" | 14 | 20 | 3 $\frac{1}{8}$ " | 10 | 16 | 5 $\frac{1}{4}$ " | 10 | 16 |
| 1 $\frac{1}{8}$ " | 12 | 18 | 3 $\frac{1}{4}$ " | 10 | 16 | 5 $\frac{3}{8}$ " | 10 | 16 |
| 1 $\frac{1}{4}$ " | 12 | 18 | 3 $\frac{3}{8}$ " | 10 | 16 | 5 $\frac{1}{2}$ " | 10 | 16 |
| 1 $\frac{3}{8}$ " | 12 | 18 | 3 $\frac{1}{2}$ " | 10 | 16 | 5 $\frac{5}{8}$ " | 10 | 16 |
| 1 $\frac{1}{2}$ " | 12 | 18 | 3 $\frac{5}{8}$ " | 10 | 16 | 5 $\frac{3}{4}$ " | 10 | 16 |
| 1 $\frac{3}{4}$ " | 12 | 16 | 3 $\frac{3}{4}$ " | 10 | 16 | 5 $\frac{7}{8}$ " | 10 | 16 |
| 1 $\frac{3}{4}$ " | 12 | 16 | 3 $\frac{7}{8}$ " | 10 | 16 | 6" | 8 | 16 |



$$D = 0,8 \times P$$

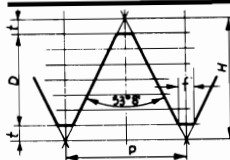
$$H = 0,8660 \times P$$

$$f = 0,033 \times P$$

$$f = 0,04 \times P$$

Rosca Sharp Americana (V) VEE

| Diámetro en pulgadas | Hilos por pulgada | Diámetro en pulgadas | Hilos por pulgada | Diámetro en pulgadas | Hilos por pulgada | Diámetro en pulgadas | Hilos por pulgada |
|----------------------|-------------------|----------------------|-------------------|----------------------|-------------------|----------------------|-------------------|
| 1/16 | 72 | 1/8 | 11 | 1 1/16 | 6 | 2 1/4 | 4 1/2 |
| 1/32 | 56 | 1 1/16 | 11 | 1 1/16 | 6 | 2 3/8 | 4 1/2 |
| 1/8 | 40 | 3/4 | 10 | 1 1/2 | 6 | 2 1/2 | 4 |
| 3/32 | 32 | 1 3/16 | 10 | 1 1/16 | 6 | 2 3/8 | 4 |
| 8/16 | 24 | 7/8 | 9 | 1 1/2 | 5 | 2 3/4 | 4 |
| 7/32 | 24 | 1 1/16 | 9 | 1 11/16 | 5 | 2 3/8 | 4 |
| 1/4 | 20 | 1" | 8 | 1 1/4 | 5 | 3" | 3 1/2 |
| 3/16 | 18 | 1 1/16 | 8 | 1 1 3/16 | 5 | 3 1/2 | 3 1/4 |
| 1/4 | 16 | 1 1/8 | 7 | 1 1/8 | 4 1/2 | 4" | 3 |
| 7/16 | 14 | 1 8/16 | 7 | 1 1 1/16 | 4 1/2 | 4 1/2 | 3 3/4 |
| 1/2 | 12 | 1 1/4 | 7 | 2" | 4 1/2 | 5" | 2 1/2 |
| 3/8 | 12 | 1 1/8 | 7 | 2 1/8 | 4 1/2 | 6" | 2 1/4 |



Fórmulas:

$$D = 0,75 \times P$$

$$H = P$$

$$f = 0,125 \times P$$

$$f = 0,125 \times P$$

Rosca LOWENHERZ para mecánica fina e instrumentos de óptica

| Diámetro en mm. | PASO en mm. | Diámetro medio mm. | Diámetro al fondo mm. | Broca para rosca | Diámetro en mm. | PASO en mm. | Diámetro medio 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 British Standard para tubos de cobre, perfil Whitworth

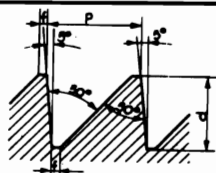
| Diámetro interior del tubo nominal pulgadas | Diámetro exterior del tubo mm. | Diámetro exterior de la rosca mm. | Diámetro al fondo mm. | Número de hilos por pulgada | Broca para rosca mm. |
|---|--------------------------------|-----------------------------------|-----------------------|-----------------------------|----------------------|
| 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 |
| 5/8 | 19,53 | 19,40 | 17,78 | 20 | 17,95 |
| 3/4 | 22,70 | 22,58 | 20,95 | 20 | 21,15 |
| 7/8 | 25,88 | 25,75 | 24,13 | 20 | 24,25 |
| 1" | 29,46 | 29,33 | 27,70 | 20 | 27,85 |
| 1 1/4 | 35,81 | 35,68 | 34,06 | 20 | 34,20 |
| 1 1/2 | 42,16 | 42,01 | 40,51 | 20 | 40,70 |
| 1 3/4 | 49,12 | 46,99 | 47,16 | 16 | 47,40 |
| 2" | 55,47 | 55,34 | 53,31 | 16 | 53,50 |
| 2 1/4 | 61,82 | 61,69 | 59,66 | 16 | 59,90 |
| 2 1/2 | 68,17 | 68,04 | 66,01 | 16 | 66,25 |
| 2 3/4 | 74,52 | 72,39 | 72,36 | 16 | 72,60 |
| 3" | 80,88 | 81,35 | 79,32 | 16 | 79,50 |
| 3 1/4 | 87,83 | 87,70 | 85,67 | 16 | 85,95 |
| 3 1/2 | 94,79 | 94,66 | 92,63 | 16 | 92,85 |
| 3 3/4 | 101,14 | 101,1 | 98,98 | 16 | 99,25 |
| 4" | 108,10 | 107,97 | 105,94 | 16 | 106,20 |



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



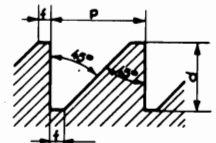
Diente de sierra, lado inclinado 5°

FORMULA

$P = \text{Paso}$

$d = 0,690 \times P$

$f = 0,125 \times P$



Diente de sierra perpendicular al eje del tornillo.

WHITWORTH STANDARD
y AMERICANA STANDARD

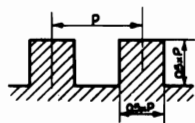
FORMULA

$P = \frac{2 \times \text{Diámetro del tornillo}}{15}$

$d = 0,750 \times P$

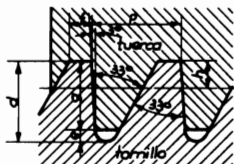
$f = 0,125 \times P$

$P = \text{Paso}$



Rosca cuadrada

$P = 0,2 \times \text{Diámetro del tornillo.}$



Diente de sierra alemán

FORMULA

$d = 0,86777 \times P$

$g = 0,75 \times P$

$h = 0,341 \times P$

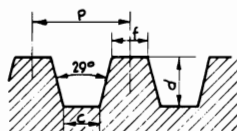
$f = 0,26384 \times P$

$R = 0,12427 \times P$

$e = 0,11777 \times P$

$P = \text{Paso}$

ROSCA ACME (Americana)



FORMULAS

Para tornillos

$d = 0,5 \times P + 0,25 \text{ mm.}$

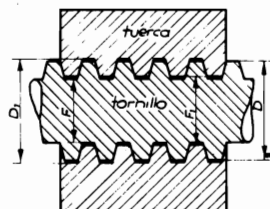
$c = 0,3707 \times P - 0,13 \text{ mm.}$

$f = 0,3707 \times P. P = \text{Paso.}$

Para machos de roscar

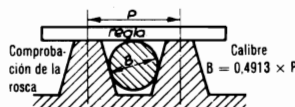
$d = 0,5 \times P + 0,5.$

$f \text{ y } c = 0,3707 \times P - 0,13 \text{ mm.}$

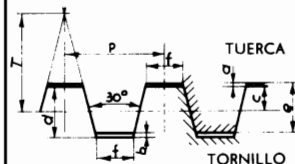


Tornillos $D = \text{Diámetro exterior.}$
 $F = \text{Diámetro Fondo de la rosca.}$

Tuerca $D_1 = D + 0,5 \text{ mm.}$
 $F_1 = F + 0,5 \text{ mm.}$



ROSCA TRAPEZIAL METRICA



FORMULAS

$d = 0,5 \times P + a. c = 0,5 \times P + 2a - b$

$f = 0,634 \times P - 0,536 \times d.$

$T = 0,933 \times P. c = 0,25 \times P.$

$a = \begin{cases} 0,25 \text{ mm. en pasos de } 3 \text{ a } 12 \text{ mm.} \\ 0,5 \text{ mm. en pasos de } 14 \text{ a } 26 \text{ mm.} \end{cases}$

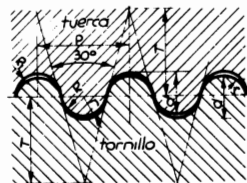
$b = \begin{cases} 0,5 \text{ mm. en pasos de } 3 \text{ a } 4 \text{ mm.} \\ 0,75 \text{ mm. en pasos de } 5 \text{ a } 12 \text{ mm.} \\ 1,5 \text{ mm. en pasos de } 14 \text{ a } 26 \text{ mm.} \end{cases}$

$c = \begin{cases} 0,25 \text{ mm. en pasos de } 3 \text{ a } 12 \text{ mm.} \\ 0,5 \text{ mm. en pasos de } 14 \text{ a } 26 \text{ mm.} \end{cases}$

$d = \begin{cases} 0,5 \text{ mm. en pasos de } 3 \text{ a } 4 \text{ mm.} \\ 0,75 \text{ mm. en pasos de } 5 \text{ a } 12 \text{ mm.} \\ 1,5 \text{ mm. en pasos de } 14 \text{ a } 26 \text{ mm.} \end{cases}$

$f = \begin{cases} 0,25 \text{ mm. en pasos de } 3 \text{ a } 12 \text{ mm.} \\ 0,5 \text{ mm. en pasos de } 14 \text{ a } 26 \text{ mm.} \end{cases}$

$T = \begin{cases} 0,25 \text{ mm. en pasos de } 3 \text{ a } 12 \text{ mm.} \\ 0,5 \text{ mm. en pasos de } 14 \text{ a } 26 \text{ mm.} \end{cases}$



ROSCA REDONDA

Para material de ferrocarril, contra incendios y riegos.

FORMULAS

$d = 0,5 \times P. T = 0,933 \times P.$

$R = 0,25597 \times P. R_1 = 0,22105 \times P.$

$r = 0,23851 \times P.$

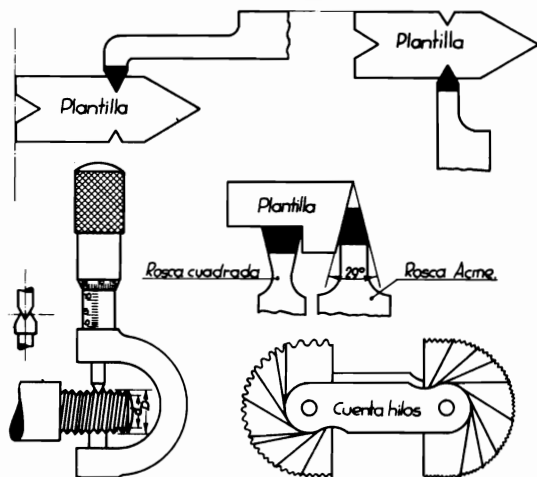


CUCHILLAS PARA ROSCA TRIANGULAR

GRADOS DE LA ROSCA

| SISTEMA DE ROSCA | GRADOS α |
|--|-----------------|
| 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

$$d = D - \frac{32.512}{\text{núm. de hilos}} = d \text{ mm.}$$

$$d = D - \frac{1.280654}{\text{núm. de hilos}} = d \text{ pulgs.}$$

Sistema Internacional

FORMULA

$$d = D - 1.40725 \times \text{Paso}$$

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 consiguiente ahorro de tiempo.

INSTRUCCIONES PARA EL USO

Para hilos pares embragar la tuerca del husillo principal del torno en cualquiera división.

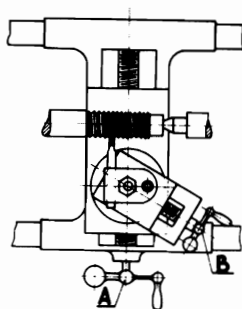
Para hilos impares puede embragarse la tuerca en cualquier división numerada.

Para roscas que su número de hilos en pulgada señale medio hilo (por ejemplo, $5 \frac{1}{2}$ 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 roscar 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 rápido la cuchilla, siendo el carro «B» el que se utilizará para poner corte. Las figuras dadas indican estas operaciones.

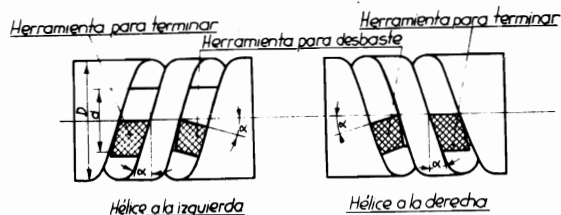
| Num. de hilos en pulgada | Num. de cortes o pasadas |
|--------------------------|--------------------------|
| 8 | 18 |
| 10 | 14 |
| 11 | 13 |
| 12 | 11 |
| 13 | 10 |
| 16 | 9 |
| 20 | 8 |

Utilizando los métodos anteriores, puede roscarse con peine los metales siguientes: Latón, cobre y aluminio. La tabla sirve de guía para el número de pasadas o cortes que deben darse.

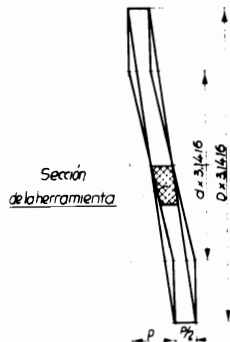
CUCHILLAS PARA ROSCA CUADRADA

ROSCA CUADRADA

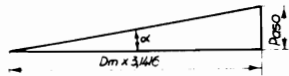
DATOS PARA DETERMINAR EL PERFIL DE LA HERRAMIENTA



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 huelgo necesario en la tuerca.



Los flancos de la herramienta deben tener el suficiente despojo para evitar el rozamiento. Ejemplo para construcción de rosca de un solo hilo



Si el roscado tiene varios hilos o entradas la fórmula es

$$\text{Tangente } \alpha = \frac{P \times \text{Num. de hilos}}{Dm \times 3,1416}$$

Fórmula para determinar el diámetro medio.

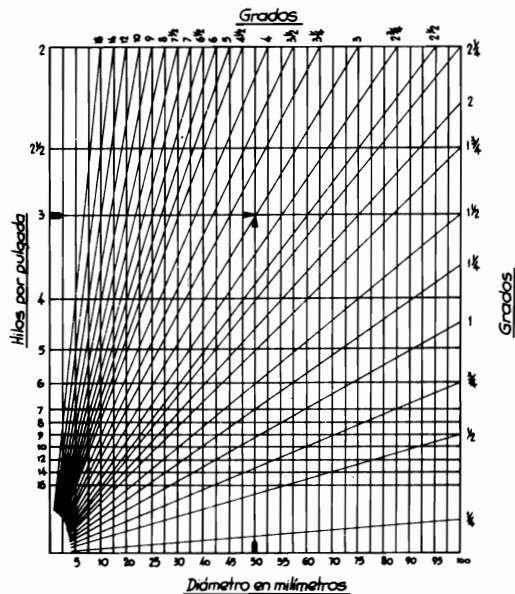
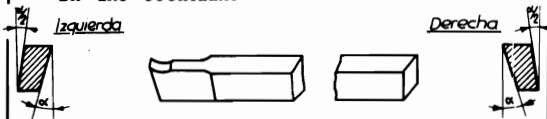
$$Dm = \frac{D + d}{2}$$

- P. Paso.
- D. Diámetro exterior.
- d. Diámetro al fondo del hilo
- Dm. Diámetro medio

$$\text{Tangente } \alpha = \frac{P}{Dm \times 3,1416}$$

| Hilos en pulgada | Ancho de la cuchilla | | | Hilos en pulgada | Ancho de la cuchilla | | |
|------------------|------------------------|-----------------|---------------|------------------|------------------------|-----------------|---------------|
| | Machos de roscar A mm. | Tornillos A mm. | Tuercas A mm. | | Machos de roscar A mm. | Tornillos A mm. | Tuercas 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 rosca 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 rosca 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 rosca 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 | Rueda B |
|-----------------|----------------|
| 20 | 160 |
| 2×10 | 10×16 |
| 10 5 | 10×5 |
| Tendremos 20 50 | 100 80 |

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 | Tren con cuatro ruedas | Tren con seis ruedas |
|------------------------------|--|--|
| | | |
| $Ph = \frac{D \times PH}{A}$ | $Ph = \frac{B \times D \times PH}{A \times C}$ | $Ph = \frac{B \times D \times F \times PH}{A \times C \times E}$ |
| $P = \frac{A \times PT}{D}$ | $P = \frac{A \times C \times PT}{B \times D}$ | $P = \frac{A \times C \times E \times PT}{B \times D \times F}$ |

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.

$$\frac{\text{Paso a roscar}}{\text{Paso del husillo del torno}} = \frac{2}{5} = \frac{2 \times 10}{5 \times 10} = \frac{20 A}{50 B}$$

$$\frac{2}{5} = \frac{2 \times 20}{5 \times 20} = \frac{40 A}{100 B}$$

$$\frac{2}{5} = \frac{2 \times 15}{5 \times 15} = \frac{30 A}{75 B}$$

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.

$$3 = 1 \times 3 \quad 8 = 2 \times 4 \quad \times \frac{3}{4} = \frac{20 A}{40 B} \times \frac{45 C}{60 D}$$

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.

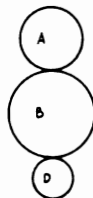
$$\frac{\text{Paso a roscar}}{\text{Paso del husillo del torno}} = \frac{8}{1} \cdot \frac{25,4}{2} = \frac{8}{1} \times \frac{2}{25,4} = \frac{40 A}{30 B} \times \frac{60 C}{127 D}$$

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.

$$\frac{\text{Paso a roscar}}{\text{Paso del husillo del torno}} = \frac{25,4}{8} \quad 10 = \frac{25,4}{8} \times \frac{1}{10} = \frac{20 A}{80 B} \times \frac{127 C}{100 D}$$

ROSCAS DE PASO INGLES



- N = Hilos en pulgada.
Z = Hilos del husillo en pulgada.
A = Rueda del cabezal.
B = Intermedia conducida.
C = Intermedia conductora.
D = Rueda del husillo.

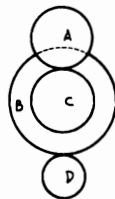


Tabla para torno con husillo de 2 hilos por pulgada

| N = Hilos en pulgada | A | B | C | D | N = Hilos en pulgada | A | B | C | D |
|----------------------|-----|-------|-----|-----|----------------------|-----|-----|-----|-----|
| | 1/2 | 40 | 20 | 50 | | 25 | 16 | 20 | 80 |
| 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 1/2 | 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 1/2 | 20 | 25 | 50 | 100 | 26 | 20 | 65 | 25 | 100 |
| 6 | 25 | Cual. | 50 | 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. ^a | | 127 |
| 0,4 | 20 | 100 | 20 | 127 | 3,2 | 40 | 50 | 40 | 127 |
| 0,5 | 20 | 100 | 25 | 127 | 3,5 | 35 | Cual. ^a | | 127 |
| 0,6 | 20 | 100 | 30 | 127 | 3,6 | 40 | 50 | 45 | 127 |
| 0,7 | 20 | 100 | 35 | 127 | 4 | 40 | Cual. ^a | | 127 |
| 0,75 | 25 | 100 | 30 | 127 | 4,4 | 55 | 50 | 40 | 127 |
| 0,8 | 20 | 100 | 40 | 127 | 4,5 | 45 | Cual. ^a | | 127 |
| 0,9 | 20 | 100 | 45 | 127 | 4,8 | 60 | 50 | 40 | 127 |
| 1 | 25 | 100 | 40 | 127 | 5 | 50 | Cual. ^a | | 127 |
| 1,1 | 20 | 100 | 55 | 127 | 5,2 | 40 | 50 | 65 | 127 |
| 1,2 | 30 | 100 | 40 | 127 | 5,5 | 55 | Cual. ^a | | 127 |
| 1,25 | 25 | 100 | 50 | 127 | 5,6 | 35 | 50 | 80 | 127 |
| 1,3 | 20 | 100 | 65 | 127 | 6 | 60 | Cual. ^a | | 127 |
| 1,4 | 35 | 100 | 40 | 127 | 6,4 | 40 | 50 | 80 | 127 |
| 1,5 | 30 | 100 | 50 | 127 | 6,5 | 65 | Cual. ^a | | 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. ^a | | 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. ^a | | 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 de la 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 | 70 | 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. ¹ | | 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. ¹ | | 70 | 39 | 20 | 65 | 40 | 120 |
| 15 | 20 | » | | 75 | 40 | 20 | 60 | 30 | 100 |

PASOS METRICOS

Torno de 4 hilos por pulgada

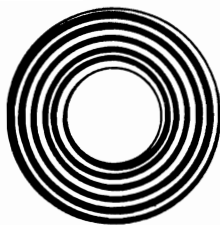
| P = Paso en mm. | A | B | C | D | P = Paso en mm. | A | B | C | D |
|-----------------|----|--------------------|----|-----|-----------------|----|--------------------|-----|-----|
| 0,25 | 20 | 100 | 25 | 127 | 2,6 | 40 | 50 | 65 | 127 |
| 0,3 | 20 | 100 | 30 | 127 | 2,8 | 35 | 25 | 40 | 127 |
| 0,35 | 20 | 100 | 35 | 127 | 3 | 60 | Cual. ^a | | 127 |
| 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. ^a | | 127 | 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. ^a | | 127 | 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. ^a | | 127 | 9 | 45 | 127 | 100 | 25 |
| 1,6 | 30 | 50 | 40 | 127 | 10 | 50 | 20 | 80 | 127 |
| 1,75 | 35 | Cual. ^a | | 127 | 11 | 55 | 20 | 80 | 127 |
| 1,8 | 40 | 50 | 45 | 127 | 12 | 60 | 20 | 80 | 127 |
| 2 | 40 | Cual. ^a | | 127 | 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. ^a | | 127 | 20 | 80 | 20 | 100 | 127 |

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 | 80 | 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 | 40 | 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.

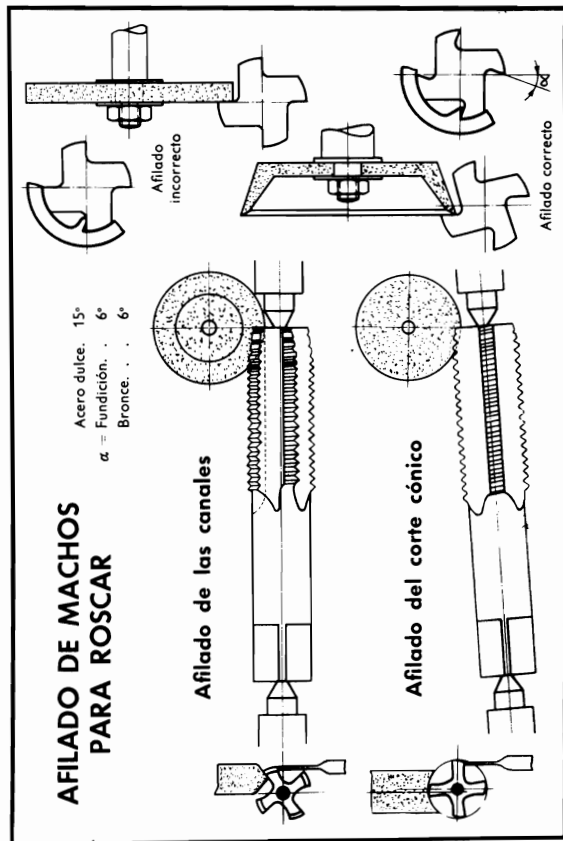
En primer lugar se debe tener presente que la relación existente o paso que representa el tornillo patrón del torno está excluido completamente, no sirviendo en este caso más que el eje cabezal que transmite el movimiento, donde la relación en sentido transversal es tratada con diferentes datos por no ser igual a la del longitudinal.

Opérese 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 sí, 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.

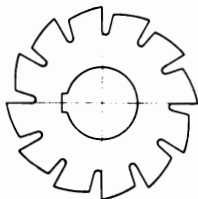
NO DESEMBRAGAR DURANTE EL PROCESO DE TRABAJO, hacer girar el torno a la derecha y a izquierda.

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.



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 = Núm. de dientes destalonados

N = 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

$$\frac{14}{8} = \frac{3,5 \times 4}{2 \times 4} = \frac{35 \times 50}{25 \times 40}$$

Torneado cónico. Teoría fundamental de los conos

| DESIGNACION | |
|-------------------|----------------------------|
| G | = Diámetro mayor. |
| P | = Diámetro menor. |
| L | = Longitud del cono. |
| Z | = Conicidad. |
| X | = Inclinación. |
| α | = Angulo para el torneado. |
| $\alpha \times 2$ | = Angulo total del cono. |

| CONICIDAD | |
|--|---------------------|
| Conicidad sobre toda la longitud. | $= G - P$ |
| Conicidad 1 : $Z = \frac{L}{G - P}$ | |
| Conicidad por milímetro de longitud. | $= \frac{G - P}{L}$ |
| Conicidad por % = $\frac{G - P}{L} \times 100$. | |

| INCLINACION | |
|--|--------------------------------------|
| 1 : $X = \frac{G - P}{2}$: L (indica que en una longitud de X mm el radio del cono varía 1 mm). | |
| Inclinación para el carro del torno. | Tangente $\alpha = \frac{G - P}{2L}$ |
| Tangente $\alpha = \frac{\% \text{ Inclinación}}{100}$ | |
| 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 torneare un cono cuyas características son las siguientes:

$G = 100 \text{ mm}$ $P = 76 \text{ mm}$ $L = 150 \text{ mm}$

$$\text{Tg } \alpha = \frac{100 - 76}{300} = 0,08, \text{ la tabla de tangentes indica un ángulo de } 4^{\circ} 35'.$$

Si la característica del cono fuere conicidad por %, tendremos que:

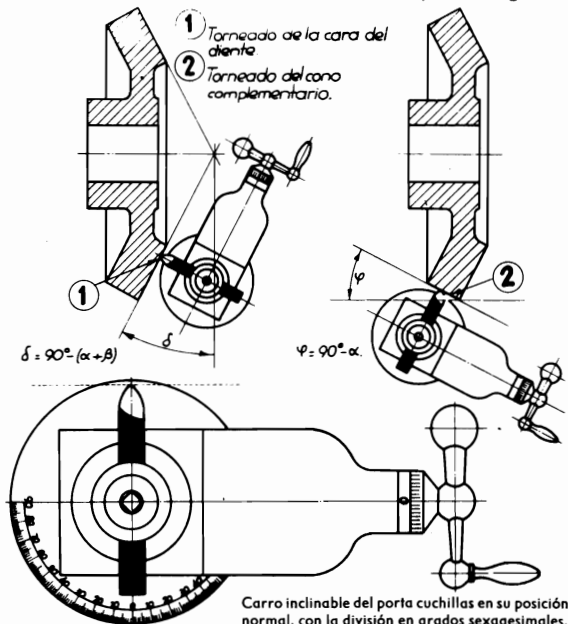
$$\text{Conicidad } 16 \% \text{ Tg } \alpha = \frac{16}{200} = 0,08 = 4^{\circ} 35'.$$

$$\text{Inclinación } 8 \% \text{ Tg } \alpha = \frac{8}{100} = 0,08 = 4^{\circ} 35'.$$

Torneado cónico. Ejemplos diversos

Rueda con dentado cónico

Trabajo para ser realizado utilizando un plato de garras

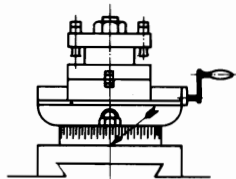


N = Número de dientes de la Rueda

n = Número de dientes del Piñón

| | RUEDA | PIÑÓN |
|--|--|--|
| | $Tg \alpha = \frac{N}{n}$ | $Tg \alpha = \frac{n}{N}$ |
| | $Tg \beta = \frac{2 \times \text{sen } \alpha}{N}$ | $Tg \beta = \frac{2 \times \text{sen } \alpha}{n}$ |

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:

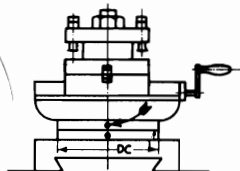
$$\frac{4}{100} = 0,04 \text{ Tangente } 2^\circ 17' \text{ inclinación que se dará al carro del torno.}$$

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:

$$G = 160. \quad P = 150. \quad L = 200. \quad \frac{G - P}{L \times 2} = 0,025 = 1^\circ 26' \text{ de inclinación.}$$

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.

Dc = Diámetro del círculo transportador del carro.

FORMULAS

1.ª Conociendo la longitud y diámetros del cono:

$$M = \frac{Dc \times (G - P)}{4 \times L}$$

2.ª Cono dado por su inclinación:

$$M = \frac{\text{Inclinación} \times Dc}{200}$$

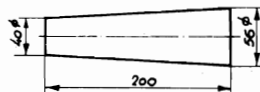
3.ª Cono dada su conicidad:

$$M = \frac{\text{Conicidad} \times Dc}{400}$$

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?

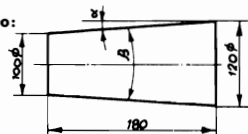
$56 - 40 = 16$ $16 : 2 = 8$ $8 \times 57,3 = 458,4$ $458,4 : 200 = 2,29$ (2 grados con 29 centésimas de grado).

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?

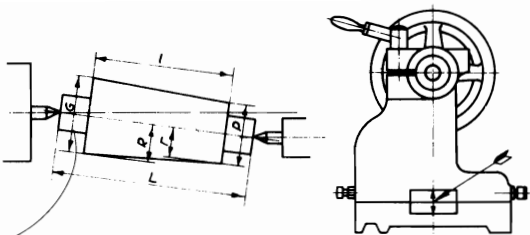
La diferencia de diámetros del cono nos da $120 - 100 = 20$ mm., que representa un triángulo teniendo 20 mm. de base y 180 mm. de altura, comprendido este triángulo en una circunferencia 360° y haciendo una proporción, el ángulo de esta porción de circunferencia siendo de 20 mm. nos dará:

$$\text{Radio} \times 2 = \text{Diámetro} \text{ ó } 180 \times 2 = 360 \text{ mm.}$$

Diámetro $\times \pi = \text{Longitud de la circunferencia} \text{ ó } 360 \times 3,1416 = 1130,97$ 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.º 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.º EJEMPLO:

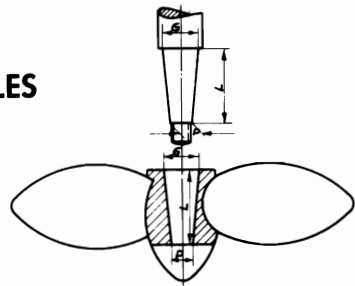
$$G = 100 \text{ mm. } l = 200 \text{ mm. } \frac{(100 - 80) \times 300}{200 \times 2} = 15 \text{ mm.}$$

$$P = 80 \text{ mm. } L = 300 \text{ mm.}$$

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

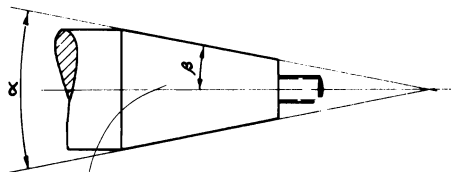


| PARA CALCULAR | CONOCIENDO | FORMULAS | |
|---------------------------------|--|--|-----------------------------------|
| Cono por pulgada B | Cono por pie. | Dividir por 12. | $\frac{A}{12} = B$ |
| Cono por pie A | Cono por pulgada. | Multiplicar por 12: | $B \times 12 = A$ |
| Cono por pie A | Diámetros 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 α 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 α

$$2/24 = Tg \ 0.0833 = 4^\circ 45' 49''$$

$$4^\circ 45' 49'' \times 2 = 9^\circ 31' 37''$$

$$\beta = \alpha/2$$

| 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)

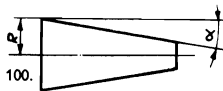
| CONO POR PIE | VALOR ANGULO TOTAL | INCLINACION DEL CARRO DEL TORNO | CONO POR PIE | VALOR ANGULO TOTAL | INCLINACION DEL CARRO DEL TORNO |
|--------------|--------------------|---------------------------------|--------------|--------------------|---------------------------------|
| 15/16 | 4° 28' 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' 51" | 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" | 15° 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' 49" | 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 concididad es el doble de la inclinación.)

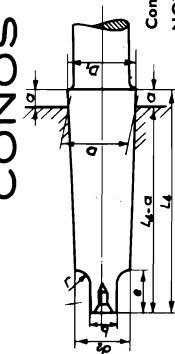
$$Tg \alpha = \frac{\text{Inclinación \% sobre R}}{100} ; \text{Valor \%} = Tg \alpha \times 100.$$



| Valor % | Inclinación | Valor % | Inclinación | Valor % | Inclinación | 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

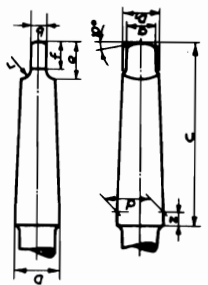
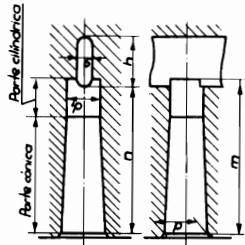


Conicidad = 1 : 20

NOTA. Se dará al carro del torno una inclinación igual a 1° 25' 56"

| Núm. | D | D | d | d ₁ | L ₁ | L ₂ | L ₁ | a | b | e | r |
|------|-----|--------|-------|----------------|----------------|----------------|----------------|----|-----|----|----|
| 6 | 6 | 6,2 | 4,3 | 4 | 34 | 38 | 44 | 4 | 3 | 9 | 2 |
| 9 | 9 | 9,2 | 6,525 | 6,2 | 49,5 | 53,5 | 60 | 4 | 4 | 10 | 4 |
| 12 | 12 | 12,2 | 9,4 | 9 | 52 | 56 | 64 | 4 | 5 | 12 | 5 |
| 18 | 18 | 18,2 | 14,5 | 14 | 70 | 74 | 84 | 4 | 6,5 | 15 | 6 |
| 24 | 24 | 24,2 | 19,6 | 19 | 88 | 92 | 104 | 4 | 8 | 18 | 7 |
| 32 | 32 | 32,2 | 26,7 | 26 | 110 | 116 | 124 | 4 | 11 | 22 | 9 |
| 40 | 40 | 40,2 | 33,8 | 33 | 124 | 128 | 144 | 4 | 14 | 27 | 11 |
| 50 | 50 | 50,25 | 42,9 | 42 | 142 | 147 | 165 | 5 | 17 | 32 | 14 |
| 60 | 60 | 60,30 | 52 | 51 | 160 | 166 | 186 | 6 | 20 | 37 | 17 |
| 70 | 70 | 70,35 | 61,1 | 60 | 178 | 185 | 207 | 7 | 23 | 42 | 20 |
| 80 | 80 | 80,40 | 70,2 | 69 | 196 | 204 | 228 | 8 | 26 | 47 | 23 |
| 90 | 90 | 90,45 | 79,3 | 78 | 214 | 223 | 249 | 9 | 29 | 52 | 26 |
| 100 | 100 | 100,50 | 88,4 | 87 | 232 | 242 | 270 | 10 | 32 | 57 | 30 |
| 110 | 110 | 110,55 | 97,5 | 96 | 250 | 261 | 291 | 11 | 35 | 62 | 33 |
| 120 | 120 | 120,60 | 106,6 | 105 | 268 | 280 | 312 | 12 | 38 | 67 | 36 |
| 130 | 130 | 130,65 | 115,7 | 114 | 286 | 299 | 333 | 13 | 41 | 72 | 39 |
| 140 | 140 | 140,70 | 124,8 | 123 | 304 | 318 | 354 | 14 | 44 | 77 | 42 |
| 150 | 150 | 150,75 | 133,9 | 132 | 322 | 337 | 375 | 15 | 47 | 82 | 45 |

CONOS MORSE



| Cono núm. | D | Conicidad | | Z | a | b | c | e | f | r | d ₁ | g | h | m | n | D ₁ |
|-----------|-------|-----------|-------|-----|------|------|-------|------|------|----|----------------|------|----|-----|-----|----------------|
| | | % | 1 : X | | | | | | | | | | | | | |
| 0 | 9,04 | 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 | 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 | 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 | 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 | 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 | 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 | 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 |

CONO «BROWN & SHARPE»



NUMEROS

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|---|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| D | 6,072 | 7,606 | 9,777* | 10,212 | 13,282 | 15,213 |
| d | 5,080 | 6,350 | 7,925 | 8,890 | 11,430 | 12,700 |
| L | 23,812 | 30,162 | 44,449 | 31,749 | 44,449 | 60,324 |
| a | 4,762 | 6,350 | 7,937 | 8,731 | 9,525 | 11,112 |
| b | 3,175 | 3,968 | 4,762 | 5,556 | 6,350 | 7,143 |
| E | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |

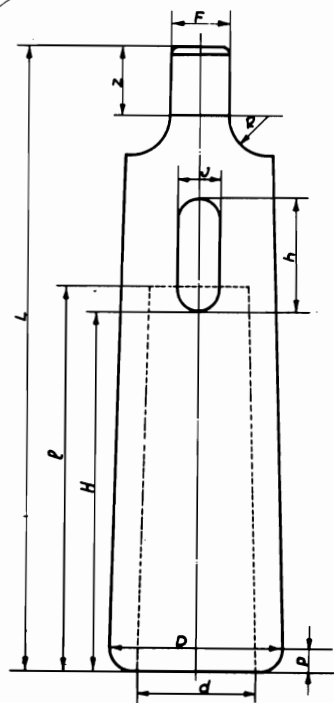
Conicidad uniforme de 1 : 24 excepto el cono número 10, cuya conicidad es de 1 : 23,2513. $D = d + L$

NUMEROS

| | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
|---|--------|--------|---------|---------|---------|---------|
| D | 18,415 | 22,820 | 27,093 | 31,993 | 38,894 | 45,640 |
| d | 15,240 | 19,050 | 22,860 | 26,530 | 31,750 | 38,099 |
| L | 76,199 | 90,486 | 101,600 | 126,998 | 171,450 | 180,971 |
| a | 11,906 | 12,699 | 14,287 | 16,668 | 16,668 | 19,049 |
| b | 7,937 | 8,731 | 9,525 | 11,112 | 11,112 | 12,699 |
| E | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 |

NOTA. Se dará al carro del torno una inclinación igual a 1° 11' 33"

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 |
| <i>d</i> | 12,06 | 17,78 | 23,82 | 31,26 | 44,39 |
| L | 90,48 | 112,71 | 136,52 | 166,27 | 219,07 |
| <i>l</i> | 55,56 | 66,67 | 82,55 | 104,77 | 133,35 |
| H | 52,38 | 63,50 | 77,78 | 98,42 | 125,41 |
| <i>h</i> | 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 α 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 cruces 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 tñmón 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 racord, 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 α para la máquina-herramienta

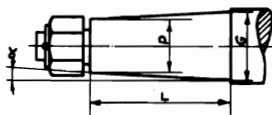
$$\operatorname{Tg} \alpha = \frac{G - P}{2L} \quad \operatorname{Tg} \alpha = \frac{\text{Pendiente por } \%}{100}$$

$$\operatorname{Tg} \alpha = \frac{\text{Conicidad por } \%}{200}$$

DATOS AUXILIARES

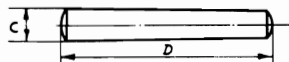
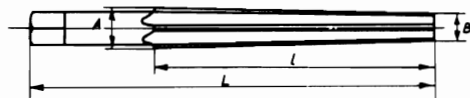
$$\text{Conicidad por } \% = \frac{G - P}{L} \times 100$$

$$\text{Conicidad } 1 : X = \frac{L}{D} \quad D = \text{Diferencia de diámetros} = G - P.$$



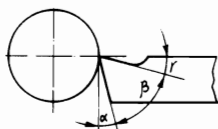
PASADORES CÓNICOS

Conicidad 2 %.



| TAMAÑO N.º | DIAMETRO DEL ESCARIADOR | | LONGITUD | | BROCA PARA AGUJERO | D | C |
|------------|-------------------------|-------|----------|-------|--------------------|--------|-------|
| | A | B | L | l | | | |
| 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 | |
|------------------|----------------------------|
| α | Angulo libre o incidencia. |
| β | Angulo de talla o filo. |
| γ | Angulo de salida o ataque. |
| $\alpha + \beta$ | Angulo de corte. |

| AGRUPACION DEL MATERIAL A TRABAJAR | | VALOR DE LOS ANGULOS | | | |
|---|---|----------------------|-----------------|-----------------|------------------|
| | | α | β | γ | $\alpha + \beta$ |
| A. | Aluminio y metales ligeros. | 8° | 50° | 32° | 58° |
| | Cobre. | a | a | a | a |
| | Antifricción. Materiales prensados (plásticos). | 10° | 52° | 28° | 62° |
| A. | Aceros hasta 60 kgs. mm ² . | 6° | 55° a 58° | 29° a 26° | 61° a 64° |
| | Aceros de 60 a 100 kgs. mm ² . Acero inoxidable. Fundición gris. | 6° | 65° | 19° | 71° |
| Fundición semidura. Fundición maleable. Acero moldeado. Bronces blandos. | 68° | | 16° | 74° | |
| A. | Fundición dura. Bronces duros. Acero duro 12 % manganeso. | | 5° | 77° a 85° | 8° a 0° |

| DIMENSIONES DE LAS CUCHILLAS | | | | | | |
|-------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| TAMAÑO | | I | II | III | IV | V |
| Lado del cuadrado | A | 15 | 20 | 25 | 32 | 40 |
| Longitud normal. | L | 100 | 175 | 225 | 250 | 300 |
| 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.

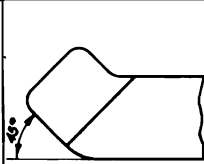
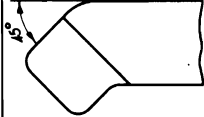
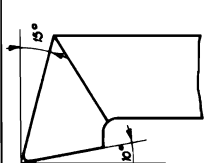
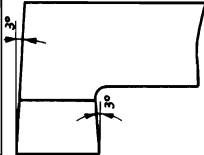
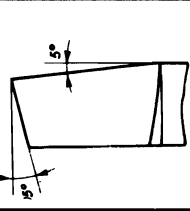
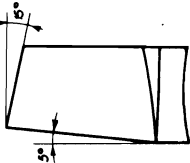
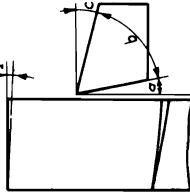
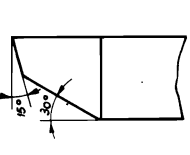
CUCHILLAS PARA TORNOS Y ACEPILLADORAS

NOMENCLATURA Y ANGULOS LATERALES

| N.º | NOMBRE | N.º | NOMENCLATURA Y ANGULOS LATERALES | | NOMBRE | N.º | |
|-----|-------------------------|-----|----------------------------------|--------|------------------------|-----|-------------------------|
| | | | N.º | NOMBRE | | | |
| 1 | Afinar y pequeña pasada | 2 | Desbaste a gran pasada | 3 | Desb. fuerte mano izq. | 4 | Desb. fuerte mano dcha. |
| 5 | NOMBRE | 6 | NOMBRE | N.º | NOMBRE | N.º | NOMBRE |
| | | 5 | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |

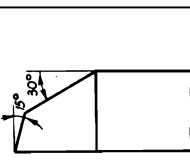
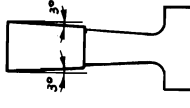

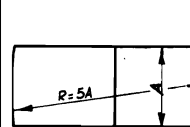
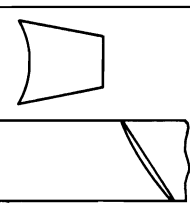
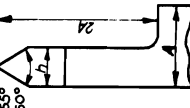
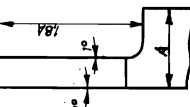
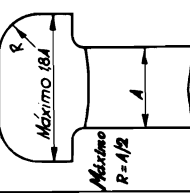
CUCHILLAS PARA TORNOS Y ACEPILLADORAS

NOMENCLATURA Y ANGULOS LATERALES

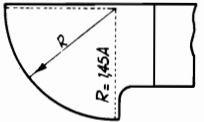
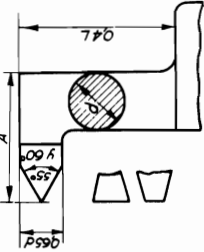
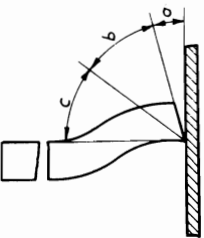
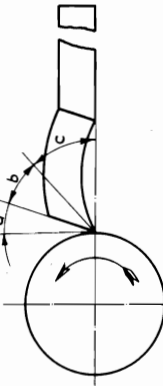
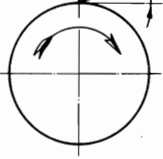
| N.º | NOMBRE | N.º | NOMBRE | N.º | NOMBRE | N.º | NOMBRE | N.º | NOMBRE |
|-----|---|-----|---|-----|---|-----|--|-----|--------|
| 9 | Tornear int. mano izq. | 10 | Tornear int. mano dcha. | 11 | Esquinar interior | 12 | Acanalar interior | | |
| |  | |  | |  | |  | | |
| 13 | Ref. gran pasada izq. | 14 | Ref. gran pasada dcha. | 15 | Universal para tornos Revólver | 16 | Costado mano izquierda | | |
| |  | |  | |  | |  | | |

CUCHILLAS PARA TORNOS Y ACEPILLADORAS

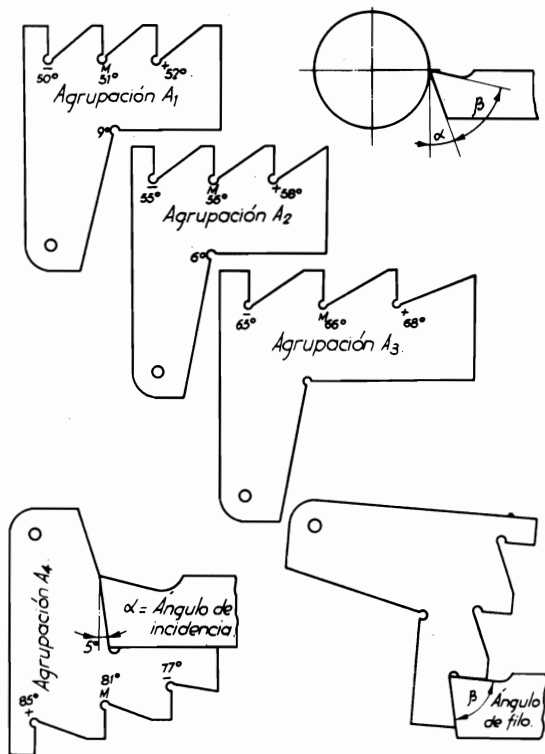
NOMENCLATURA Y ANGULOS LATERALES

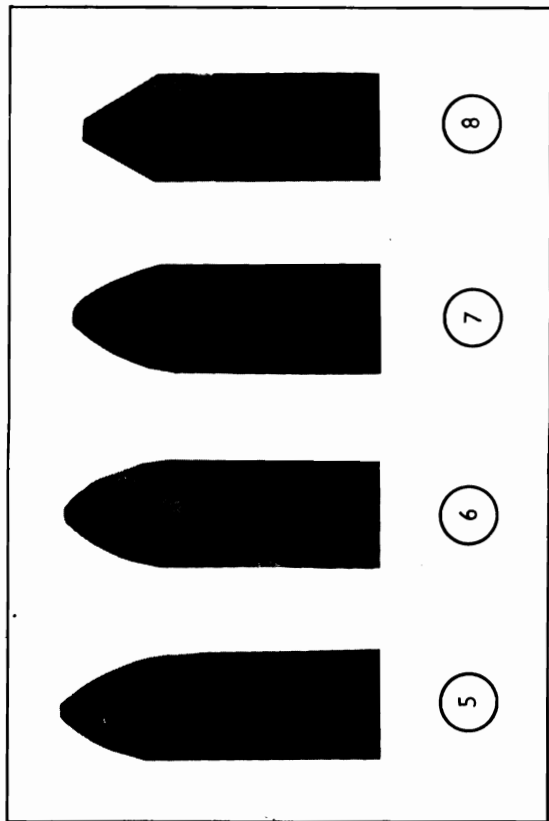
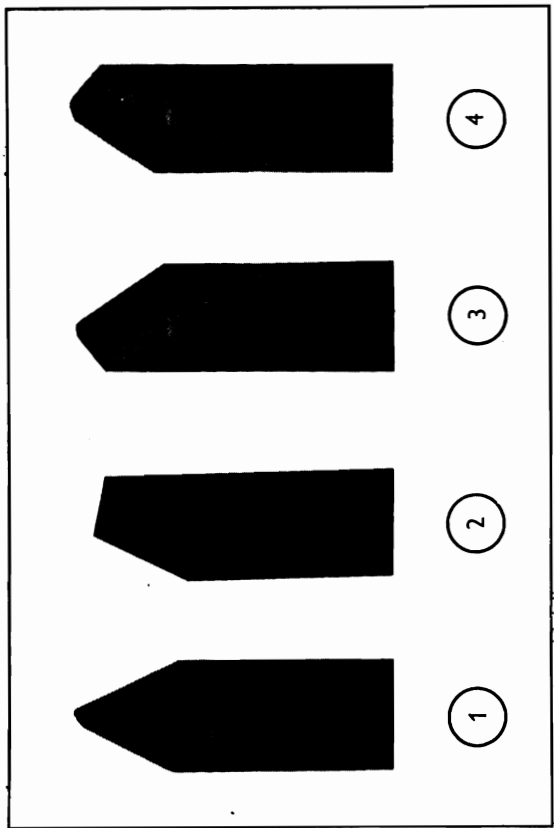
| N.º | NOMBRE | N.º | NOMBRE | N.º | NOMBRE | N.º | NOMBRE |
|-----|---|-----|---|-----|---|-----|--|
| 17 | Costado mano derecha | 18 | Acanalar en profundidad | 19 | Acanalar | 20 | Afinar rígida |
| |  | |  | |  | |  |
| 21 | Refrenar a dos manos | 22 | Roscar | 23 | Tronzar | 24 | Radio doble |
| |  | |  | |  | |  |

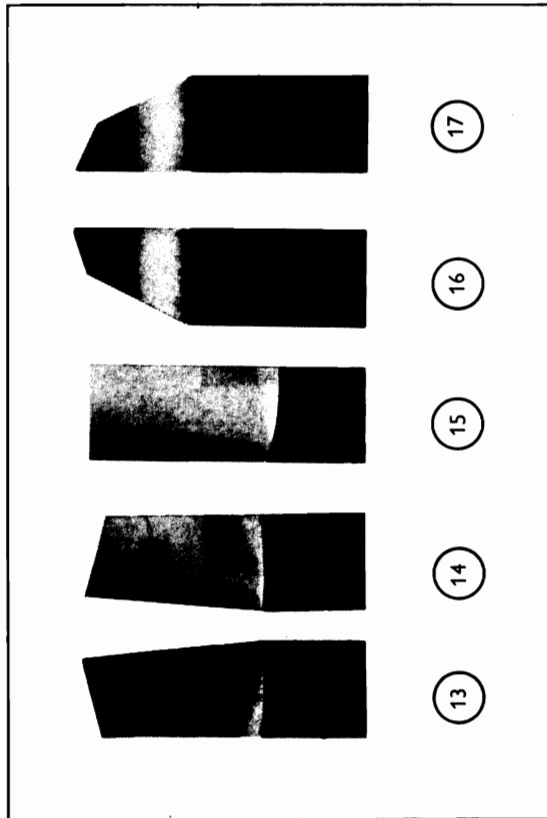
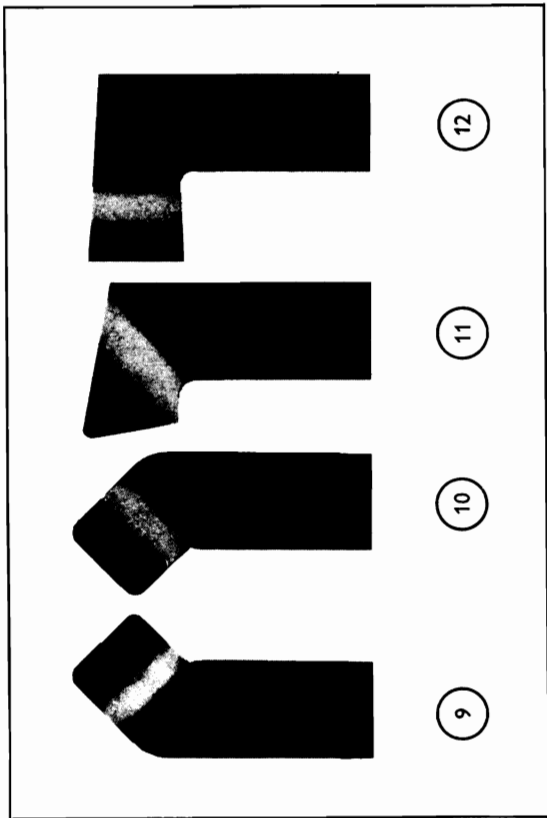
CUCHILLAS PARA TORNOS Y ACEPILLADORAS NOMENCLATURA Y ANGULOS LATERALES

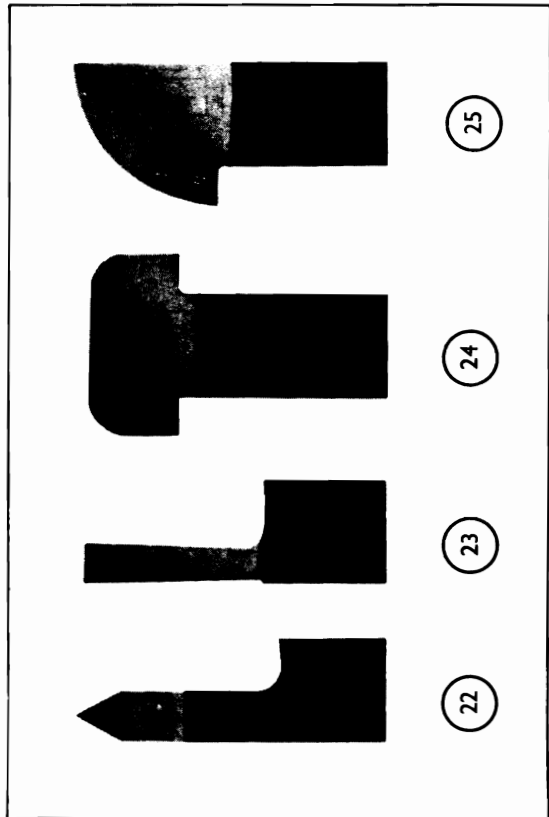
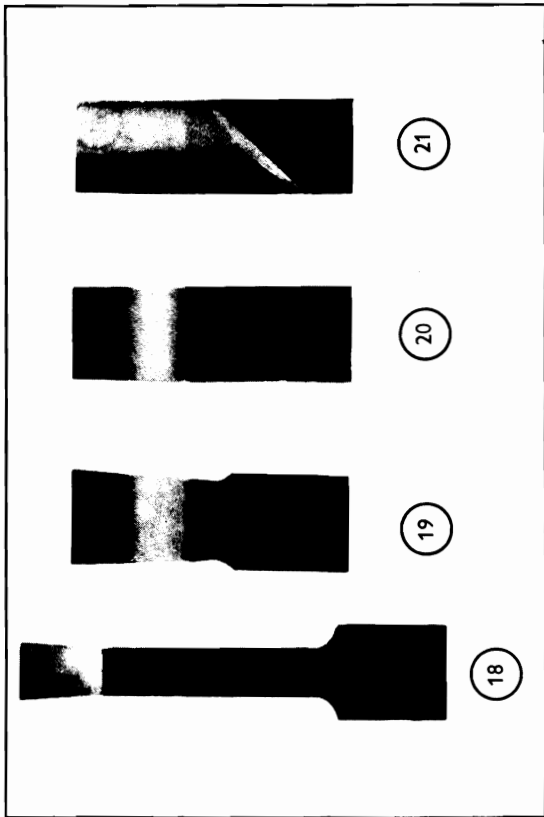
| N.º 25 | NOMBRE | N.º 26 | NOMBRE | N.º 27 | NOMBRE |
|--------|---|--------|---|--------|--|
| | Radio simple mano derecha | | Roscar interior | | Cuchilla para acepilladora |
| |  | |  | |  |
| N.º 28 | NOMBRE | N.º 29 | NOMBRE | NOMBRE | |
| | Tronzar especial | | Plana de muelle afinar | | |
| |  | |  | | |

Modo de medir el ángulo en las cuchillas para Tornos, Acepilladoras y Mandrinadoras Plantillas de 4 Grupos

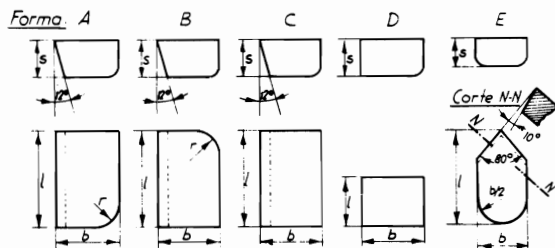








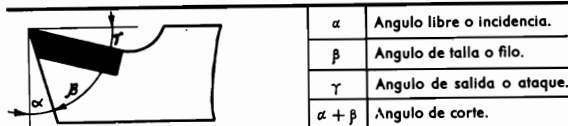
Cuchillas de metal duro según normas «DIN»



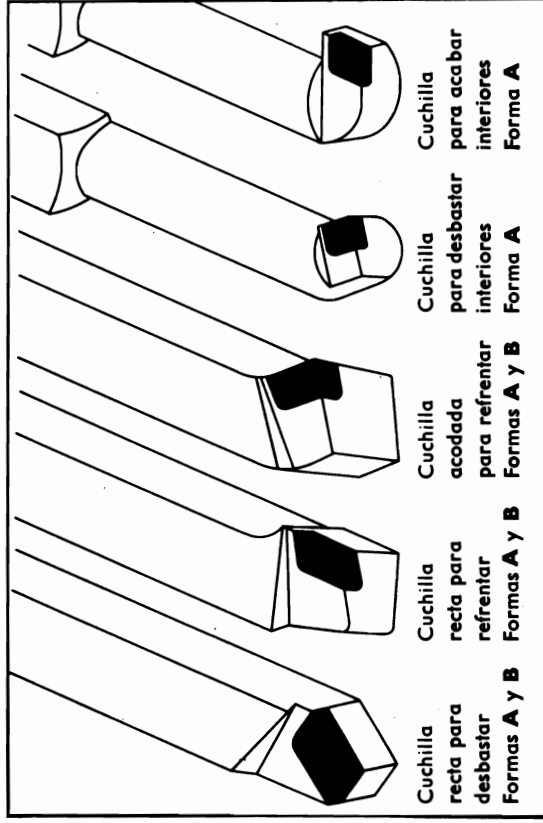
DIMENSIONES DE LAS LENGÜETAS EN mm.

| 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 | ANGULOS | | | |
|---------------------------------|--|-------------|----------------|---------|----------|------------------|
| | | | $\alpha \pm 1$ | β | γ | $\alpha + \beta$ |
| Acero. | Hasta 50 kg/mm ² . | S 1 - S 2 | 6° | 62° | 22° | 68° |
| | 50 - 60 kg/mm ² . | S 1 - S 2 | 6° | 65° | 19° | 71° |
| | 60 - 70 kg/mm ² . | S 1 - S 2 | 5° | 67° | 18° | 72° |
| | 70 - 85 kg/mm ² . | S 1 - S 2 | 5° | 71° | 14° | 76° |
| | 85 - 110 kg/mm ² . | S 1 - S 2 | 5° | 74° | 11° | 79° |
| | 110 - 140 kg/mm ² . | S 1 - S 2 | 5° | 77° | 8° | 82° |
| Acero. Moldeado. | 140 - 180 kg/mm ² . | S 1 - S 2 | 5° | 80° | 5° | 85° |
| | 50 - 70 kg/mm ² . | S 1 - S 2 | 5° | 75° | 10° | 80° |
| Acero duro 12 % manganeso. | 70 - 100 kg/mm ² . | S 1 - S 2 | 5° | 80° | 5° | 85° |
| | | S 1 - S 2 | 4° | 82° | 4° | 86° |
| Acero inoxidable. | 60 - 70 kg/mm ² . | 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° |



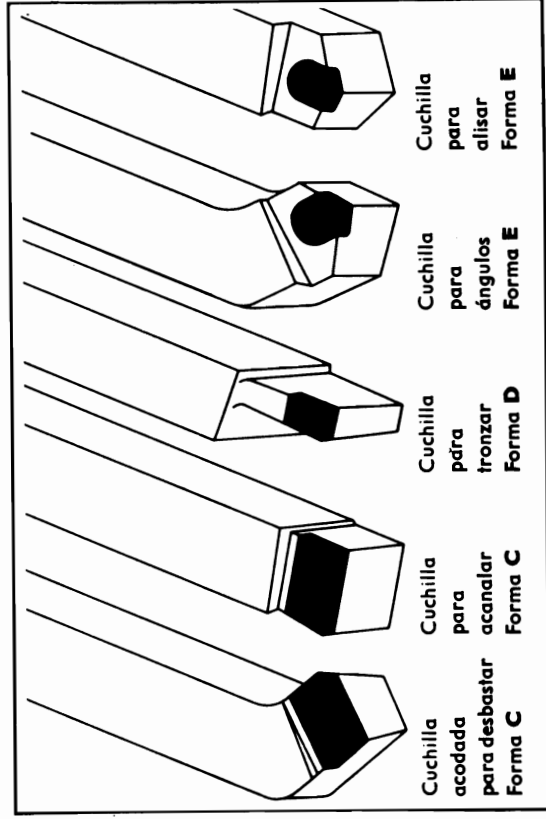
Cuchilla
recta para
desbastar
Formas A y B

Cuchilla
recta para
refrentar
Formas A y B

Cuchilla
acodada
para refrentar
Formas A y B

Cuchilla
para desbastar
interiores
Forma A

Cuchilla
para acabar
interiores
Forma A



Cuchilla
acodada
para desbastar
Forma C

Cuchilla
para
acanalar
Forma C

Cuchilla
para
tronzar
Forma D

Cuchilla
para
ángulos
Forma E

Cuchilla
para
alisar
Forma E

| E M P L E O | |
|---|-----------------------------|
| Marca Widia | S 1 (antes XX) |
| Trabajo a altas velocidades de corte con avances hasta de 1 mm. por vuelta. | |
| S 2 (antes X 8) | S 3 (antes S-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. | |
| F 1 (antes S-746) | F 1 (antes S-746) |
| 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. | |
| 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 colado | |

| E M P L E O | |
|---|-----------------------------|
| Marca Widia | G 1 (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. | |
| G 2 (antes G) | G 2 (antes G) |
| Para trabajar maderas artificiales y maderas duras, materiales fibrosos, resinas sintéticas prensadas, así como para herramientas perforantes a golpe. | |
| G 3 (antes NK) | G 3 (antes NK) |
| Para trabajar carbón de electrodos. | |
| H 1 (antes H) | H 1 (antes H) |
| Para trabajar fundición endurecida en coquilla, hierro fundido de más de 200 Brinell, hierro fundido con partes muy duras en la capa, fundición maleable, vidrio, piedras, papel celaga, papel duro y metales ligeros aleados con Si. | |
| H 2 (antes H-167) | H 2 (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 | |
| Acero 40-50 kg/mm ² . | S1 | v | 150-350 m. | 150-250 m. | 250-350 m. |
| | | s | 50-200 m. | 50-150 m. | 75-200 m. |
| | S2 | a | 1-30 mm. | 5-10 mm. | aprox. 1 mm. |
| | | s | 0,2-2,5 mm. | aprox. 1 mm. | aprox. 0,2 mm. |
| Acero 50-60 kg/mm ² . | S1 | v | 110-275 m. | 110-200 m. | 150-275 m. |
| | | s | 35-150 m. | 35-120 m. | 50-150 m. |
| | S2 | a | 1-30 mm. | 5-10 mm. | aprox. 1 mm. |
| | | s | 0,2-2,5 mm. | aprox. 1 mm. | aprox. 0,2 mm. |
| Acero 60-85 kg/mm ² . | S1 | v | 70-200 m. | 70-140 m. | 140-200 m. |
| | | s | 22-150 m. | 22-70 m. | 40-150 m. |
| | S2 | a | 1-30 mm. | 5-10 mm. | aprox. 1 mm. |
| | | s | 0,2-2 mm. | aprox. 1 mm. | aprox. 0,2 mm. |
| Acero 85-110 kg/mm ² . | S1 | v | 60-150 m. | 60-100 m. | 100-150 m. |
| | | s | 20-110 m. | 20-65 m. | 30-110 m. |
| | S2 | a | 1-30 mm. | 5-10 mm. | aprox. 1 mm. |
| | | s | 0,2-2 mm. | aprox. 1 mm. | aprox. 0,2 mm. |
| Acero 110-140 kg/mm ² . | S1 | v | 45-100 m. | 45-70 m. | 70-100 m. |
| | | s | 15-75 m. | 15-50 m. | 22-75 m. |
| | S2 | a | 1-25 mm. | 5-10 mm. | aprox. 1 mm. |
| | | s | 0,2-2 mm. | aprox. 0,5 mm. | aprox. 0,2 mm. |
| Acero 140-180 kg/mm ² . | S1 | v | 20-60 m. | 20-40 m. | 40-60 m. |
| | | s | 10-40 m. | 10-30 m. | 18-40 m. |
| | S2 | a | 0,5-10 mm. | 5-10 mm. | aprox. 0,5 mm. |
| | | s | 0,2-1 mm. | 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 | |
| Acero inoxidable. | S1 | v | 50-120 m. | 50-70 m. | 80-120 m. |
| | | s | 20-90 m. | 20-60 m. | 30-90 m. |
| | S2 | a | 1-20 mm. | 4-8 mm. | aprox. 1 mm. |
| | | s | 0,2-2 mm. | aprox. 1 mm. | aprox. 0,2 mm. |
| Acero duro al 12 % de manganeso. | S1 | v | 10-35 m. | 10-20 m. | 20-35 m. |
| | | s | 1-10 mm. | 3-10 mm. | aprox. 1 mm. |
| | S2 | a | 0,2-1 mm. | 0,3-0,5 mm. | aprox. 0,2 mm. |
| | | s | 0,2-1 mm. | aprox. 1 mm. | aprox. 0,2 mm. |
| Fundición de acero 50-70 kg/mm ² . | S1 | v | 60-150 m. | 60-100 m. | 100-150 m. |
| | | s | 22-110 m. | 22-70 m. | 35-110 m. |
| | S2 | a | 1-30 mm. | 5-10 mm. | aprox. 1 mm. |
| | | s | 0,2-2 mm. | aprox. 1 mm. | aprox. 0,2 mm. |
| Fundición de acero 70-100 kg/mm ² . | S1 | v | 30-80 m. | 30-60 m. | 50-80 m. |
| | | s | 15-70 m. | 15-45 m. | 25-70 m. |
| | S2 | a | 1-30 mm. | 5-10 mm. | aprox. 1 mm. |
| | | s | 0,2-2 mm. | aprox. 1 mm. | aprox. 0,2 mm. |
| Fundición endurecida en coquilla 75-90 Shore. | H1 | v | 4-10 m. | 4-6 m. | 4-9 m. |
| | | s | 1-6 mm. | 3-6 mm. | aprox. 1 mm. |
| | S | a | 2-8 mm. | aprox. 2-3 mm. | aprox. 4-8 mm. |
| | | s | 2-8 mm. | aprox. 2-3 mm. | aprox. 4-8 mm. |
| Estridido de cilindros fundidos en coquilla. | H1 | v | 5-8 m. | 5-8 m. | 5-8 m. |
| | | s | 5-8 m. | 5-8 m. | 5-8 m. |
| | a | Resulta automáticamente por la colocación radial de la herramienta. | | | |
| | | s | 0,1-0,2 mm. | 0,1-0,2 mm. | 0,1-0,2 mm. |
| Fundición de hierro al silice (hasta 16 % Si). | H1 | v | 20-40 m. | 20-22 m. | 38-40 m. |
| | | s | 1-5 mm. | 4 mm. | 1 mm. |
| | a | a | 1-5 mm. | 4 mm. | 1 mm. |
| | | s | 0,2-1 mm. | 0,8 mm. | 0,2 mm. |
| Bronce. | G1 | v | 250-500 m. | aprox. 300 m. | 300-500 m. |
| | | s | 0,5-30 mm. | 5-10 mm. | aprox. 1 mm. |
| | a | a | 0,5-30 mm. | 5-10 mm. | aprox. 1 mm. |
| | | s | 0,2-2,5 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 | v | 800-1.300 m. | aprox. 1.000 m. | aprox. 1.200 m. |
| | | a | 1 - 30 mm. | 5 - 10 mm. | aprox. 1 mm. |
| | | s | 0,2 - 4 mm. | aprox. 1 mm. | aprox. 0,2 mm. |
| Fundición gris hasta 200 Brinell. | G 1 | v | 50 - 120 m. | 75 - 100 m. | 80 - 120 m. |
| | | a | 1 - 30 mm. | 5 - 10 mm. | aprox. 1 mm. |
| | | s | 0,2 - 4 mm. | aprox. 1-2 mm. | aprox. 0,2 mm. |
| Fundición gris de 200 - 400 Brinell. | H 1 | v | 40 - 80 m. | 40 - 75 m. | 50 - 80 m. |
| | | a | 1 - 25 mm. | 5 - 10 mm. | aprox. 1 mm. |
| | | s | 0,2 - 3 mm. | 1 - 2 mm. | aprox. 0,2 mm. |
| Perforar mármol. | H 1 | v | | aprox. 22 m. | Ejemplo: Agujero 12 milímetros diámetro, 20 milímetros profundidad, tiempo de perforación: 8 segundos. |
| | | s | | a ser posible a mano. | |
| Piedra. | H 1 | v | 300 - 600 m. | aprox. 400 m. | 400 - 600 m. |
| | | a | 1 - 30 mm. | aprox. 10 mm. | aprox. 1 mm. |
| | | s | 1 - 4 mm. | aprox. 1 mm. | aprox. 1 mm. |
| Vidrio. | H 1 | v | 40 - 100 m. | 40 - 60 m. | 60 - 100 m. |
| | | a | 0,2 - 3 mm. | 1 - 3 mm. | 0,1 - 0,2 mm. |
| | | s | 0,1 - 0,4 mm. | aprox.: 0,1 - 0,4 mm. | 0,1 - 0,2 mm. |
| Porcelana según su dureza. | H 1 | v | 6 - 30 m. | 6 - 20 m. | 10 - 30 m. |
| | | a | 0,5 - 5 mm. | 0,5 - 1 mm. | aprox. 0,5 mm. |
| | | s | aprox. 0,5 mm. | aprox. 0,5 mm. | aprox. 0,2 mm. |
| Granito. | H 1 | v | 6 - 10 m. | aprox. 6 m. | aprox. 10 m. |
| | | a | 1 - 10 mm. | aprox. 4 mm. | aprox. 1 mm. |
| | | s | 1 - 4 mm. | aprox. 2,5 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 | v | 250 - 350 m. | aprox. 250 m. | aprox. 320 m. |
| | | a | 0,2 - 10 mm. | aprox. 5 mm. | aprox. 0,2 mm. |
| | | s | 0,2 - 1 mm. | aprox. 1 mm. | aprox. 0,2 mm. |
| Goma endurecida. estabilita, ebonita, etc. | G 1 | v | 200 - 300 m. | aprox. 200 m. | aprox. 300 m. |
| | | a | 0,5 - 30 mm. | 1 - 6 mm. | 0,5 - 1 mm. |
| | | s | 0,3 - 1 mm. | 0,3 - 0,5 mm. | 0,3 - 0,5 mm. |
| Carbón de electrodos. | G 3 | v | 50 - 100 m. | 60 - 80 m. | 80 - 100 m. |
| | | a | 1 - 30 mm. | 5 - 10 mm. | aprox. 1 mm. |
| | | s | 1 - 3 mm. | 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 largueza 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 afilado en seco y enfriamiento repentino posterior en agua fría.
8. Refrigeración alternativa durante el afilado. 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 torrear ejes delgadas.
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 o 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 torneado de acero, hasta el 1 % del diámetro de la pieza a trabajar encima del centro de ésta.

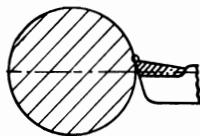


Fig. 1b
Al torneado de fundición, latón, bronce, etc.

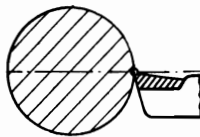
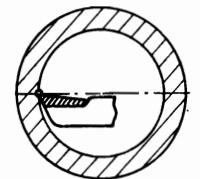


Fig. 1c.
Al torneado interiormente cualquier material.



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.

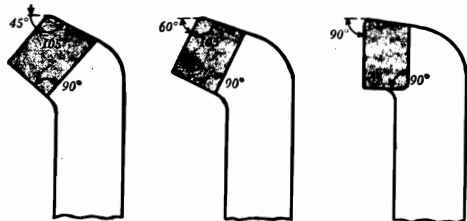


Fig. 2. Formas apropiadas para herramientas de desbastar

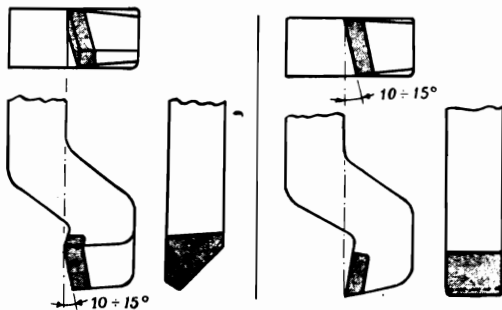


Fig. 3a. Herramienta de cepillar para afinar. Forma de cuchilla con punta.

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 tornearse 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.
-
- Fig. 5. *Ángulo de inclinación positivo.*
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 tornearse superficies con interrupciones o al trabajar materiales en los cuales se presentan presiones de corte muy altas, como en fundición dura.

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.

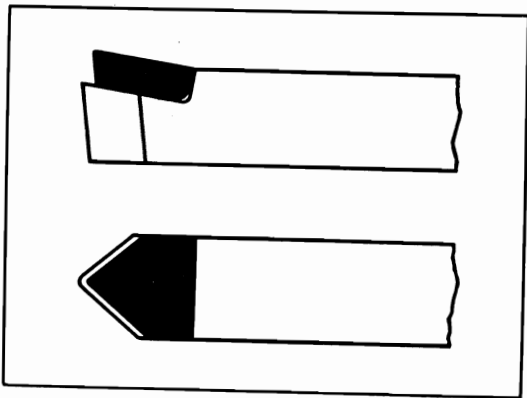


Fig. 7. El asiento para la lengüeta Widia debe sobresalir de ésta 1 a 2 mm.

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 oxiden 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 oprime 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 de la lengüeta.

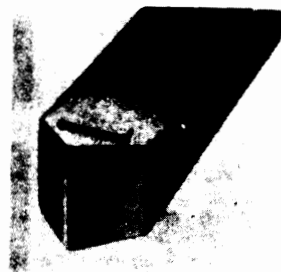


Fig. 8. Herramienta sin hoja metálica de soldar lista para la soldadura.

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.

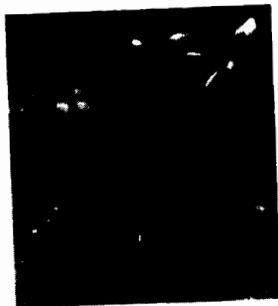


Fig. 10. Las herramientas Widia soldadas se colocan en carbón de electrodos molido.

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.

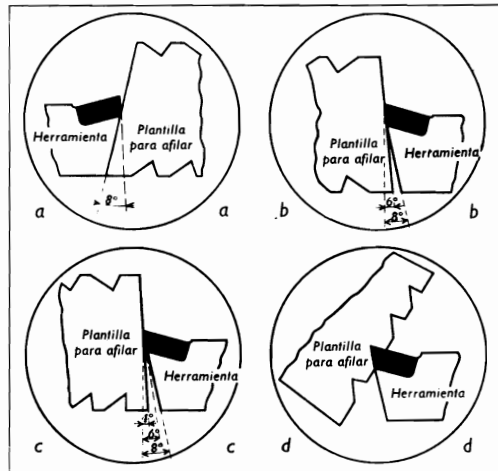


Fig. 11a - d. Empleo de la plantilla de afilar.

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 corundum 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 limpiísimo.



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 afilado.

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. □ | 400 hasta 500 mm. | 60 a 80 mm. |
| 20 hasta 40 mm. □ | 300 hasta 400 mm. | 40 a 60 mm. |
| menos de 20 mm. □ | 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

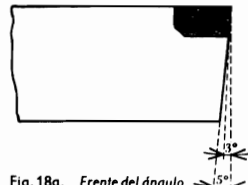


Fig. 18a. Frente del ángulo libre afilado correctamente.

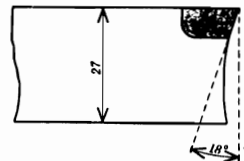


Fig. 18b. Frente del ángulo libre afilado en cóncavo y por lo tanto, falso.

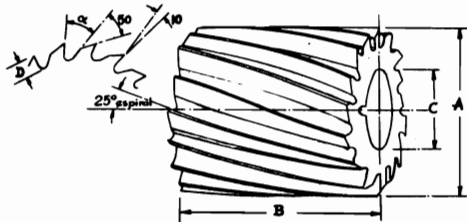
el tamaño de los ángulos libres no ofreciéndose a la lengüeta Widia un apoyo suficiente (fig. 18 a y b).

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 torneear 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

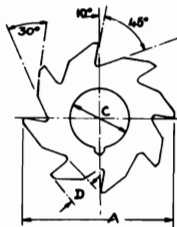
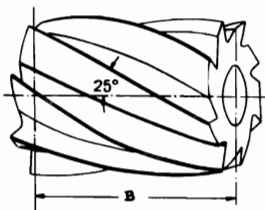


DIMENSIONES DE LA FRESA

| A | B | C | D | α | 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

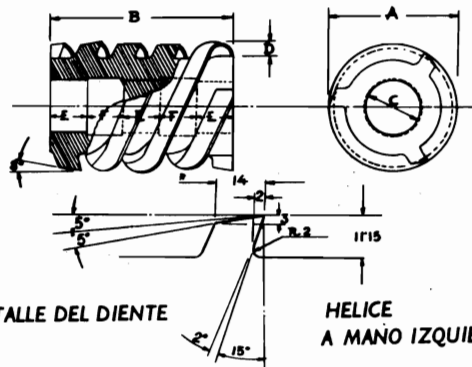


DIMENSIONES DE LA FRESA

| A | B | C | D | Paso de la HELICE | N.º de DIENTES | α de la HELICE |
|-----|-----|----|---|-------------------|----------------|-----------------------|
| 75 | 100 | 32 | | 504 | 8 | 25° |
| 100 | 150 | 38 | | 672 | 8 | 25° |

FRESA DE PLANEAR

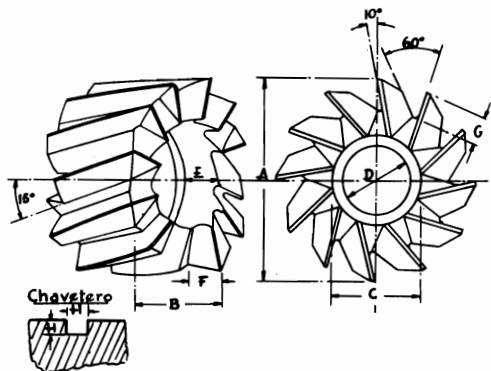
Para Aluminio, Bronces y Aceros blandos



DIMENSIONES DE LA FRESA

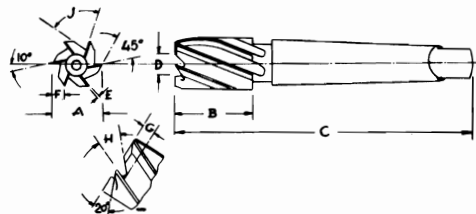
| A | B | C | D | E | F | PASO de la HELICE |
|-----|-----|----|----|----|----|-------------------|
| 75 | 100 | 32 | 10 | 32 | 38 | 106 |
| 100 | 150 | 38 | 10 | 25 | 38 | 137 |

FRESA FRONTAL PARA MANDRIL



DIMENSIONES DE LA FRESA

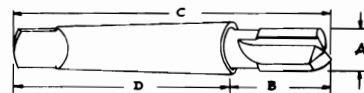
| A | B | C | D | E | F | G | N.º de DIENTES | PASO | CHAVETERO H x H |
|-----|----|----|----|----|----|----|----------------|-------|-----------------|
| 50 | 50 | 27 | 19 | 10 | 6 | 6 | 12 | 586 | 5 x 5 |
| 60 | 50 | 35 | 25 | 13 | 7 | 8 | » | 702 | 6.5 x 6.5 |
| 75 | 60 | 38 | » | 16 | 9 | 10 | » | 878 | 8 x 8 |
| 100 | 70 | 57 | » | 19 | 11 | 13 | » | 1.171 | 10 x 10 |



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

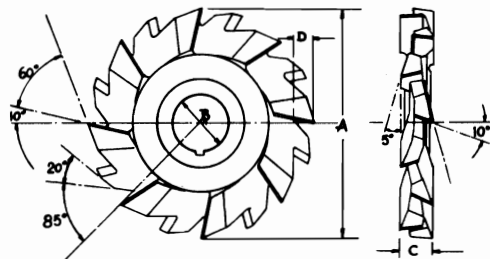


DIMENSIONES DE LA FRESA - mm.

| 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 |

FRESA PARA RANURAR

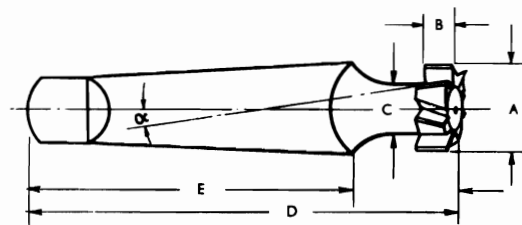
corte por tres caras-dientes en zig zag



DIMENSIONES DE LA FRESA

| A | B | C | D | PASO DE LA HELICE | ANGULO α | 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 | » | » | » | » |

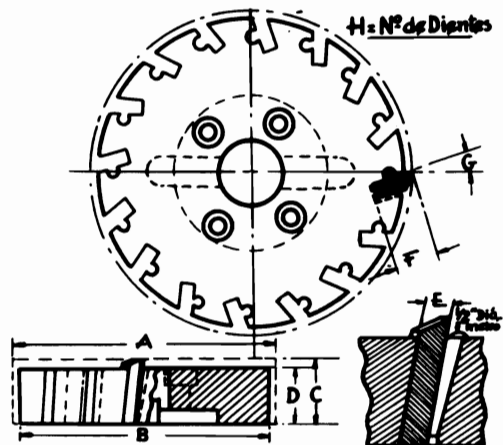
FRESAS DE FORMA T PARA CANALES



DIMENSIONES DE LA FRESA mm.

| A | B | C | D | E | ANGULO α | 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 | |

FRESA TIPO CORONA PARA ENCARAR



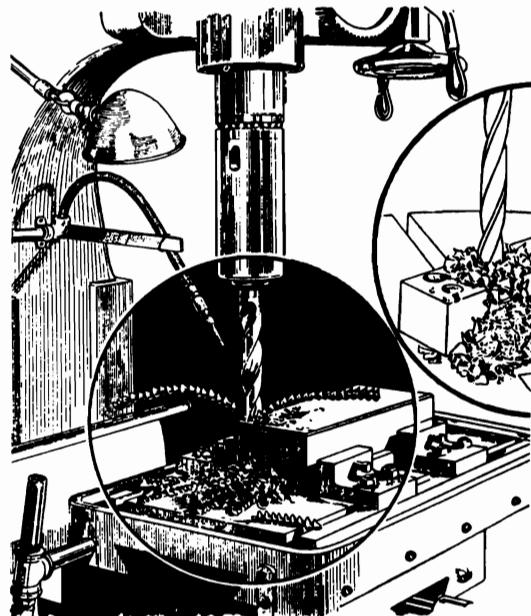
DIMENSIONES DE LA FRESA EN mm.

| 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

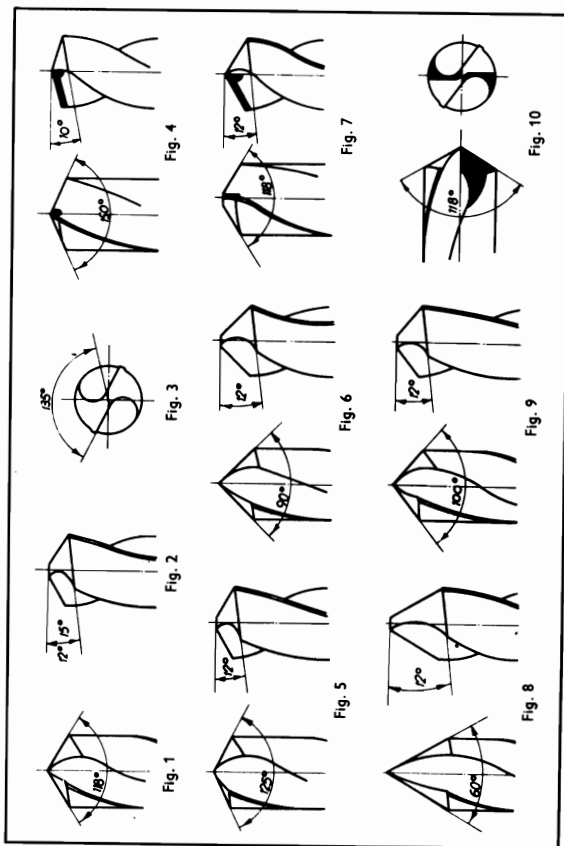
| Figura núm. | MATERIAL A TALADRAR |
|-------------|---|
| 1-2-3 | Afilado normal para acero dulce y fundición. |
| 4 | Acero de carriles 7 % a 13 % de manganeso y materiales duros. |
| 5 | Acero forjado y de tratamiento hasta una dureza Brinell 250. |
| 6 | Hierro fundido blando. |
| 7 | Bronce y latón. |
| 8 | Madera dura, bakelita, goma, fibra y ebonita. |
| 9 | Cobre, aluminio, metal blanco. |
| 10 | Afilado de pequeñas brocas para perforaciones muy profundas. |

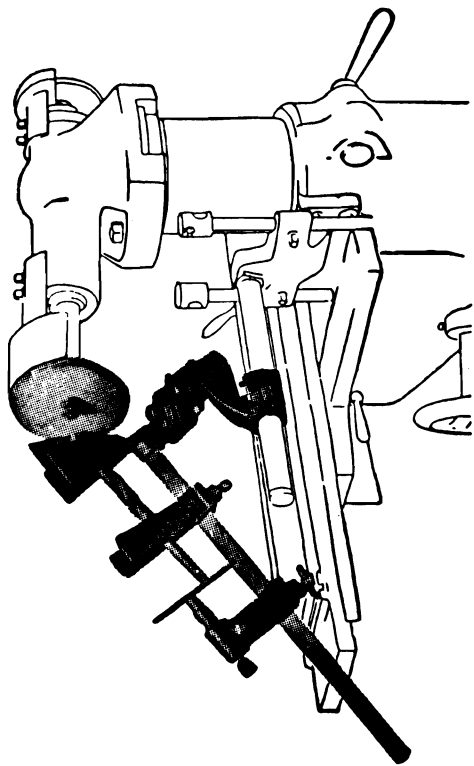
IMPORTANTE

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.

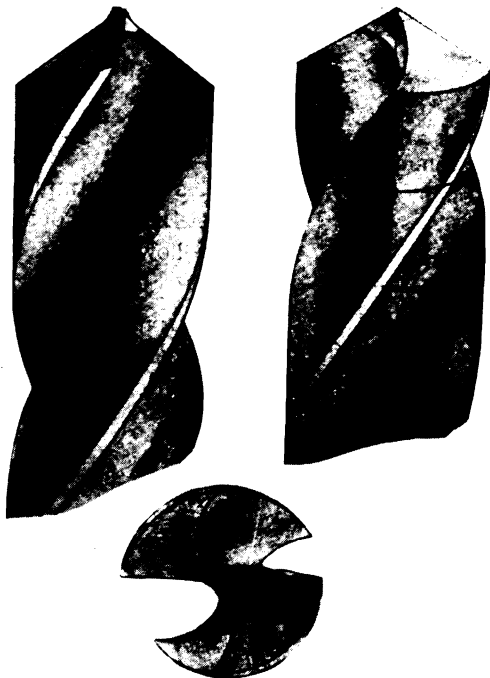
Refrigerar constantemente





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 desentallada, solo corta uno de los filos, la broca trabaja desequilibrada y tiende a oscilar.

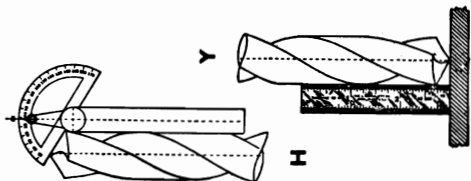
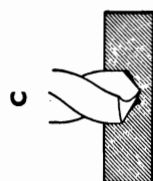
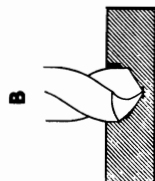
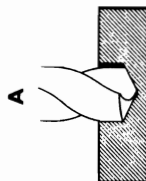
D = Comienzo del agujero descentrado.

E = Corrección por medio de ranura hecha con una uñeta.

F = Comienzo del agujero corregido.

H = Comprobación de ángulos de los filos.

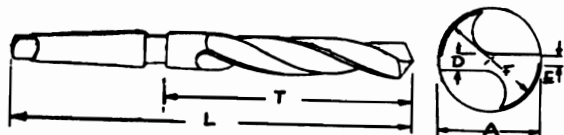
Y = Medición de las alturas de los filos.



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. Reafilé bien. Auméntese 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 limpie 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 limpie y examine si ajusta bien en la boquilla. |
| Labios o filos de corte astillados. | Excesivo avance o demasiado espacio de labio. | Redúzcase el avance. Reafilé bien. |
| Broca de alta velocidad astillada o rajada. | Calentada muy rápidamente al afilar o taladrar. | Calientése despacio antes de usarla. |
| Agujero mayor que la broca. | Filos de corte o ángulos desiguales, o ambos defectos a la vez. | Reafilé bien. |
| Agujero con paredes rugosas. | Broca rota o mal afilada. Lubricante malo y falta de lubricante. | Lubríquese bien o reafilé si está desafilado. |
| El centro se raja. | Muy poco espesor el labio o excesivo avance. | Reafilé con debido espacio de labio. Redúzcase el avance. |

BROCAS



A = Diámetro de la broca.
B = Paso de la hélice.
C = Angulo 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 destalonada.
T = Longitud del espiral de corte.

N.º DEL CONO MORSE PARA BROCAS

Cono morse n.º

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 | 148 |
| 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 | 185 | 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 | » | 12.30 | 203 | 119 | 37 | 214 | » | 5.80 | » | 35.5 | 378 | 236 |
| 14 | 110 | 22° | 2.20 | » | 13.20 | 209 | 122 | 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 | » | 6.43 | » | 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 | » | » |

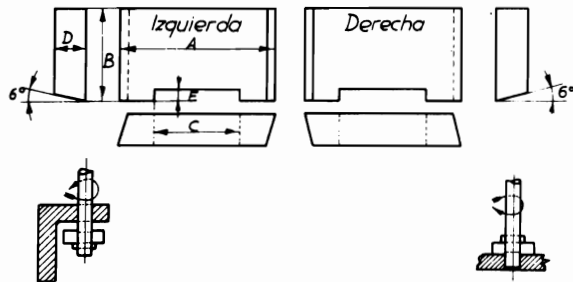
BROCAS

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 |
| | | | | | | | | U | 9,34 |
| | | | | | | | | V | 9,57 |
| | | | | | | | | W | 9,80 |
| | | | | | | | | X | 10,08 |
| | | | | | | | | Y | 10,26 |
| | | | | | | | | Z | 10,49 |

CUCHILLAS O LAMAS PARA MANDRINOS DE TALADROS

Serie normal para refrentar asientos de tuercas «Whitworth»



| Para tuercas de | A | B | C | D | E | Diámetro del mandrino para esta cuchilla | Para tuercas de | A | B | C | D | E | Diámetro del mandrino para esta cuchilla |
|-----------------|-----|------|------|-----|-----|--|-----------------|-----|-----|------|-----|-----|--|
| | mm. | mm. | mm. | mm. | mm. | | | mm. | mm. | mm. | mm. | mm. | |
| 1/4" | 17 | 12,5 | 5,5 | 3 | 1,5 | 6,3 | 1 1/4" | 56 | 24 | 26,5 | 6 | 3 | 28,5 |
| 3/16" | 18 | 12,5 | 6,5 | 3 | 1,5 | 7,9 | 1 1/8" | 62 | 24 | 29,5 | 6 | 3 | 31,7 |
| 1/8" | 22 | 18 | 8 | 3 | 1,5 | 9,5 | 1 3/8" | 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 7/8" | 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 1/8" | 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 | | | | | | | |

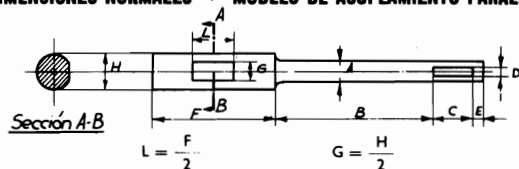
MANDRINOS PARA TALADROS DIMENSIONES NORMALES + MODELO CÓNICO



| A | B | C | D | E | CONO MORSE NUM. | A | B | C | D | E | CONO MORSE NUM. |
|----|-----|----|----|----|-----------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----------------|
| | | | | | | mm. | mm. | mm. | mm. | 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

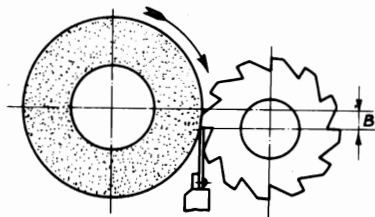
DIMENSIONES NORMALES + MODELO DE ACOPLAMIENTO PARALELO



| A | B | C | D | E | F | Acoplamiento H | A | B | C | D | E | F | Acoplamiento H |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----------------|
| mm. | mm. | mm. | mm. | mm. | mm. | 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 FRESAS

NORMAS PARA AFILADO DE FRESAS

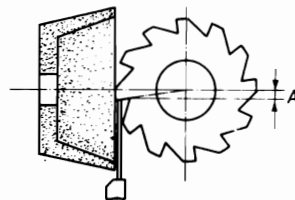


B = Diferencia de altura entre el centro de la fresa y la muela.

El soporte de apoyo quedará siempre a igual altura que el centro de la fresa.

| DIAMETRO DE LA MUELA mm. | B | | DIAMETRO DE LA MUELA mm. | B | |
|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| | PARA 5. ^o mm. | PARA 7. ^o mm. | | PARA 5. ^o mm. | PARA 7. ^o 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

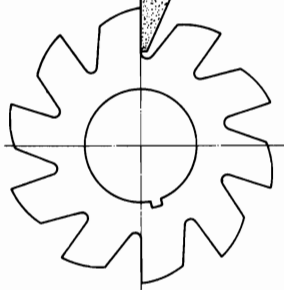
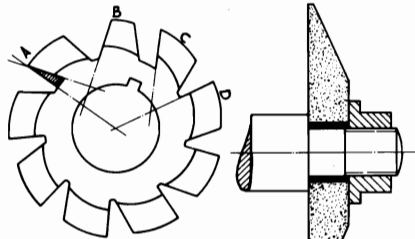
FORMULA

$$\text{Grados de incidencia} \times \text{diámetro de la fresa} \times 0.0088 = A$$

$$0.0088 = \text{CONSTANTE} \quad \alpha = \text{GRADOS DE INCIDENCIA}$$

| Diámetro de la fresa mm. | A | | Diámetro de la fresa mm. | A | | Diámetro de la fresa mm. | A | |
|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| | para 5. ^o mm. | para 7. ^o mm. | | para 5. ^o mm. | para 7. ^o mm. | | para 5. ^o mm. | para 7. ^o 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.

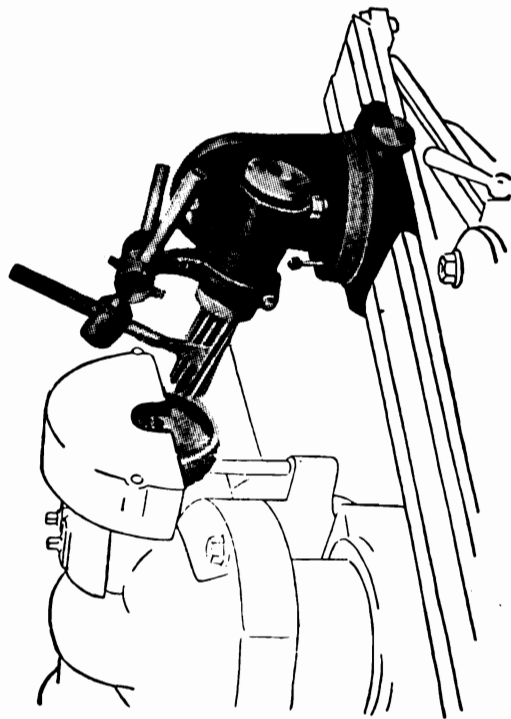
Las figuras detallan:

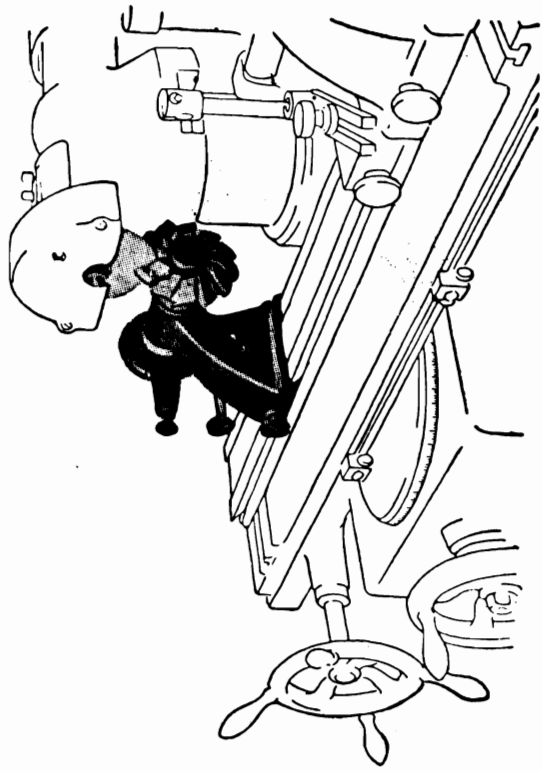
A = Afilado radial pero oblicuo al eje, es, por tanto, incorrecto.

B y C = Afilados incorrectos.

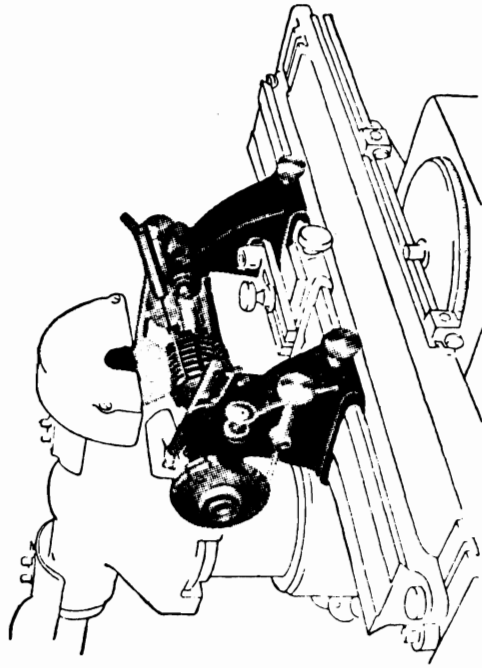
D = Afilado radial correcto.

Se muestra también una buena posición de la muela con la fresa para afilado correcto.

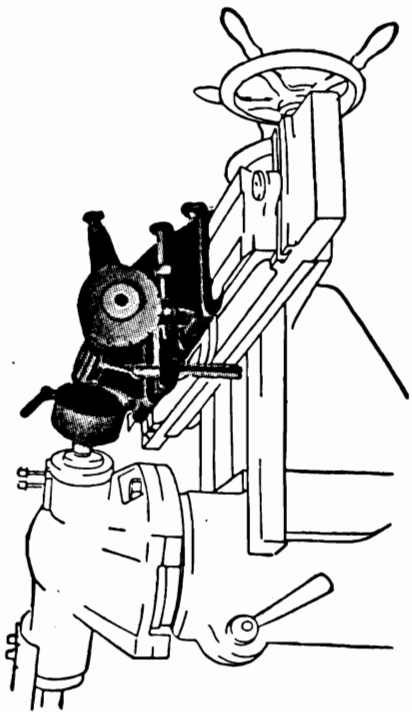




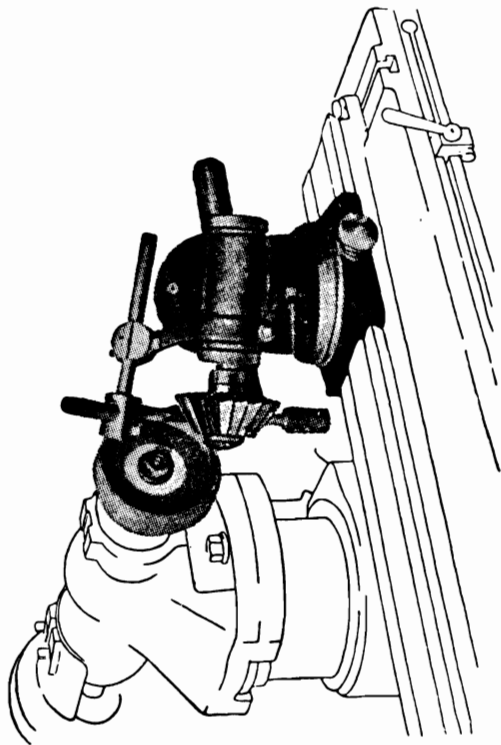
Afilado de una fresa módulo



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 PERIFÉRICA 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 |
|------------------------------------|-----------|-------|----------|
| PISTONES DE ALUMINIO: | | | |
| Trabajando exterior..... | Sic. Vit. | 36 | J |
| PISTONES HIERRO FUNDIDO: | | | |
| Trabajando exterior..... | Sic. Vit. | 36 | K |
| BULONES DE PISTON: | | | |
| Trabajando exterior..... | Al. Vit. | 60 | M |
| AROS DE PISTON: | | | |
| Trabajando exterior..... | Sic. Vit. | 36 | K |
| RECTIFICACION DE CILINDROS: | | | |
| Trabajando en desbaste..... | Sic. Vit. | 24 | H |
| » afinado..... | Al. Vit. | 46 | L |
| VALVULAS DE MOTOR: | | | |
| Trabajando asentos..... | Al. Vit. | 60 | N |
| » vástagos..... | Al. Vit. | 46 | M |
| CIGÜEÑALES | | | |
| Trabajando en desbaste..... | Al. Vit. | 36 | Q |
| » afinado..... | Al. Vit. | 50 | N |
| RODAMIENTO A BOLAS: | | | |
| Trabajando pistas..... | Al. Sil. | 3,820 | J ó 70-K |
| » ranura exterior..... | Al. Rub. | 80 | Q |
| » ranura interior..... | Al. Rub. | 80 | N |
| Afinado de ranuras..... | Al. Rub. | 120 | N |
| AFILADO DE BROCAS: | Al. Vit. | 46 | N |
| RECTIFICADO DE BROCAS: | | | |
| 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 |
|---------------------------|------------|-------|-------|
| ALUMINIO: | | | |
| Trabajando exterior..... | Sic. Vit. | 40 | J |
| » interior..... | Sic. Shel. | 30 | J |
| » superficies planas..... | Al. Vit. | 3,824 | I |
| LATON: | | | |
| Trabajando exterior..... | Sic. Vit. | 36 | J |
| » interior..... | Sic. Vit. | 36 | J |
| » superficies planas..... | Sic. Vit. | 24 | H |
| BRONCE DURO: | | | |
| Trabajando exterior..... | Al. Vit. | 46 | K |
| » interior..... | Al. Vit. | 60 | J |
| » superficies planas..... | Al. Bak. | 60 | P |
| HIERRO FUNDIDO: | | | |
| Trabajando exterior..... | Sic. Vit. | 36 | J |
| » interior..... | Sic. Vit. | 46 | I |
| » superficies planas..... | Sic. Vit. | 16 | H |
| COBRE: | | | |
| Trabajando exterior..... | Sic. Shel. | 70 | L |
| » superficies planas..... | Sic. Vit. | 16 | H |
| ACERO DULCE: | | | |
| Trabajando exterior..... | Al. Vit. | 46 | M |
| » interior..... | Al. Vit. | 3,846 | L |
| » superficies planas..... | Al. Vit. | 36 | K |
| ACERO TEMPLADO: | | | |
| Trabajando exterior..... | Al. Vit. | 3,846 | L |
| » interior..... | Al. Vit. | 60 | L |
| » superficies planas..... | Al. Sil. | 3,830 | G |
| METAL MONEL: | | | |
| Trabajos de afinado..... | Al. Bak. | 36 | P |
| » desbaste..... | Al. Vit. | 24 | Q |

MUELAS DE ESMERIL

FABRICACION «NORTON»

Muelas recomendadas para trabajar diversos materiales

| MATERIAL | ABRASIVO | GRANO | GRADO |
|---|-----------|---------|-------|
| SIERRAS CIRCULARES PARA METALES..... | Al. Vit. | 60 | P |
| MACHOS PARA ROSCAR..... | Al. Vit. | 60 | N |
| AFILADO DE FRESAS Y ESCARIADORES..... | Al. Vit. | 46 - 60 | J - M |
| CUCHILLAS PARA TORNOS Y ACEPILLADORAS: | | | |
| Afilado a mano: | | | |
| Cuchillas pequeñas..... | Al. Vit. | 46 | N |
| » grandes..... | Al. Vit. | 30 | O |
| Afilado automático..... | Al. Vit. | 16 | P |
| CUCHILLAS «WIDIA»: | | | |
| Afilado en desbaste..... | Sic. Vit. | 60 | I |
| » afinado..... | Sic. Vit. | 100 | I |
| » muy finas..... | Sic. Vit. | 220 | G |
| USO GENERAL EN TALLERES DE CALDERERIA..... | Al. Vit. | 12 - 24 | Q - S |
| TALLERES DE FORJA Y ESTAMPACION..... | Al. Vit. | 14 - 24 | P - S |
| TALLERES DE FUNDICION: | | | |
| Rebarbando bronce..... | Al. Vit. | 14 - 36 | N - O |
| » fundición gris..... | | | |
| » piezas pequeñas..... | Sic. Vit. | 24 - 36 | P - S |
| » » grandes..... | Sic. Vit. | 12 - 16 | P - S |
| Fundición dura..... | Sic. Vit. | 12 - 16 | M - P |
| » de acero..... | Sic. Vit. | 16 - 24 | N - P |
| » maleable..... | Sic. Vit. | 12 - 16 | M - O |

ABRASIVOS

Abreviaciones usadas en las tablas:

Sic. = Carburo de silicio. Al. = Alumin. Vit. = Vitrificado.
Sil. = Silicato. Rub. = Goma. Bak = Bakelita.

GRADOS DE DUREZA (de acuerdo con la fórmula americana)

a) COMPOSICION CERAMICA

| | | |
|-----------------|-----------------|------------|
| E. F. G. H..... | Q. R. S. T..... | semi-duro |
| J. K. L..... | U. V. W. X..... | duro |
| M. N. O. P..... | Y. Z..... | extra-duro |

b) COMPOSICION VEGETAL

| | |
|-------------------------|-------------|
| 1, 1 1/3, 2, 2 1/2..... | semi-blando |
| 3, 4..... | medio |
| 5, 6, 7..... | semi-duro |

GRANOS (de acuerdo con la fórmula americana)

| | | | |
|------------|-------------|-------------------------|--------|
| 10, 12 | 14, 16 | 20, 24, 30 | 36, 46 |
| muy basto | basto | semi-basto | medio |
| 50, 60, 70 | 80, 90, 100 | 120, 150, 180, 200, 250 | |
| semi-fino | fino | muy fino | |

Para la elección de las mezclas, obsérvese lo siguiente:

Material blando = Muelas duras.

Material duro = Muelas blandas.

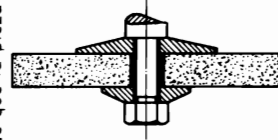
en igualdad de circunstancias y trabajos de afilado:

Cuanto más lento sea el número de revoluciones, más dura deberá ser la muela.
Cuanto más elevado sea el número de revoluciones, más blanda deberá ser la muela.

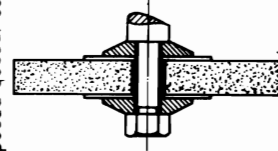
Las muelas deben retornarse si por la clase de trabajo quedan deformadas y su marcha no es circular. Las dos bridas de sujeción para la muela deben ser algo huecas y tener el mismo diámetro, el cual, por lo menos, ha de ser $\frac{1}{3}$ del diámetro de la muela. Entre la brida y la muela deben intercarse inserciones de papel secante, goma o cosa similar.

El atornillado de las tuercas de las bridas debe efectuarse no demasiado fuertemente, el grado perfecto del atornillado será el determinado por la fuerza de una mano armada de la correspondiente llave.

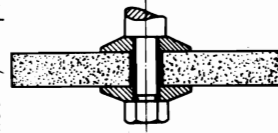
En la operación de afilado a mano libre, procúrese disponer de apoyos ajustables, a fin de que la pieza de labor no pueda quedar sujeta entre la muela y el apoyo.



defectuoso



correcto



defectuoso

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..... | I quilate | V |
| De más de 500 mm..... | I $\frac{1}{4}$ 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 sobrecargado y se gastará rápidamente, además de que se saltará 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 antieconómicos; 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 constatan 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 aquélla no depende únicamente del precio, y si 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 retornoado de muelas de marcha moderada, siendo, sin embargo, inadecuado 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 ajustarse debidamente sobre el eje, pero en ningún caso debe quedar demasiado prieta o agarratada.

Cuidese 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, téngase 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, utilícense 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 lubrifique la sierra cuando corte hierro fundido.

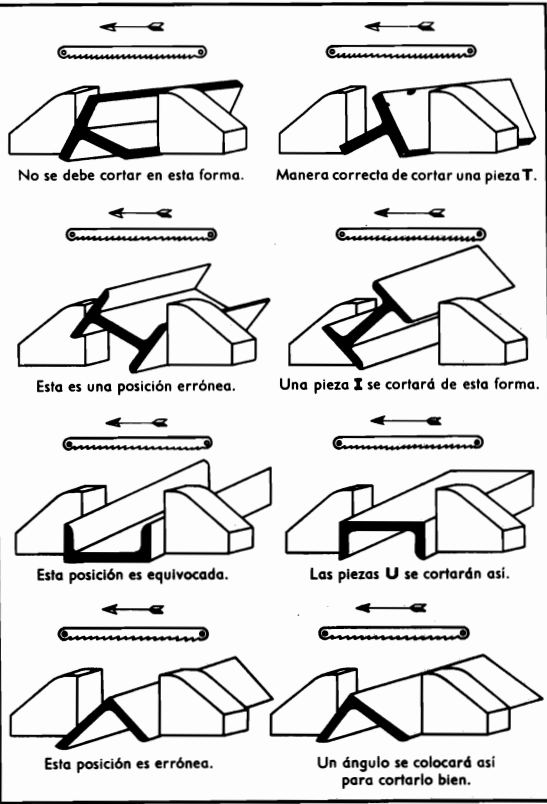
No corte acero fundido o blando sin lubricarlo.

No esfuerce la sierra poniéndola demasiado tensa.

No emplee una hoja nueva en un corte viejo.

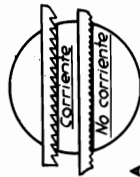
No sacuda o vibre una sierra de mano como si fuera un arco.

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



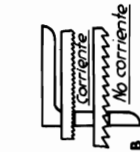
A

Dientes por 1"

Sierras a mano 14

id. máquina ligera 14

id. máquina fuerte 10



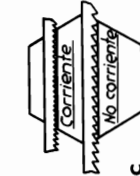
B

Dientes por 1"

Sierra a mano 22

id. máquina ligera 16

id. máquina fuerte 14



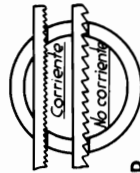
C

Dientes por 1"

Sierras a mano 18

id. máquina ligera 14

id. máquina fuerte 10



D

Dientes por 1"

Sierra a mano 32

id. máquina ligera 22

id. máquina fuerte 14

A. — Para cortar material dulce.

B. — Ángulos 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 «Boira».

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.

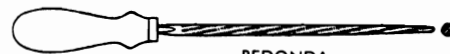
» 1 - 75 »
» 2 - 88 »
» 3 - 100 »
» 4 - 120 »
» 5 - 150 »
» 6 - 200 »



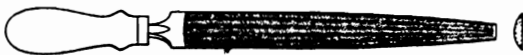
PLANA CANTOS LISOS



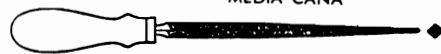
PLANA DE PUNTA



REDONDA



MEDIA CAÑA



CUADRADA



TRIANGULAR



PLANA CONICA



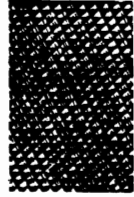
PLANA ANCHA



LIMA FRESA

CARACTERISTICAS DE LIMAS

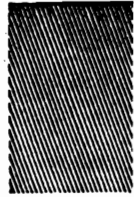
PICADURA DOBLE



ASPERA O BASTA



BASTARDA



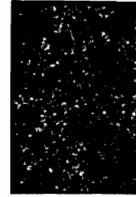
ENTREFINA



MEDIANA



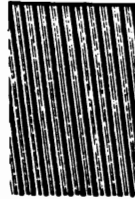
FINA



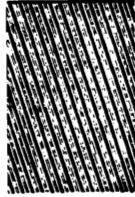
MUY FINA

CARACTERISTICAS DE LIMAS

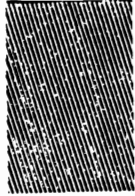
PICADURA SENCILLA



ASPERA O BASTA



BASTARDA



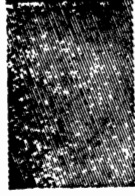
FINA



MEDIANA



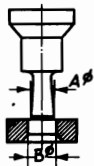
ENTREFINA



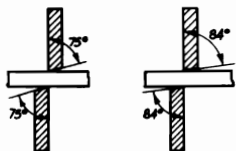
MUY FINA

PUNZONADO Y CIZALLADO

PUNZONES



CUCHILLAS PARA CIZALLAS ANGULO DE CORTE



pequeñas
cizallas

grandes
cizallas

HOLGURA ENTRE PUNZON «A» Y MATRIZ «B»

Fórmula: Dividir el espesor de la chapa a punzonar por su constante.

| | | |
|-----------|---|----|
| CONSTANTE | Metales blandos, latón y acero dulce..... | 20 |
| | 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. mm² del material.

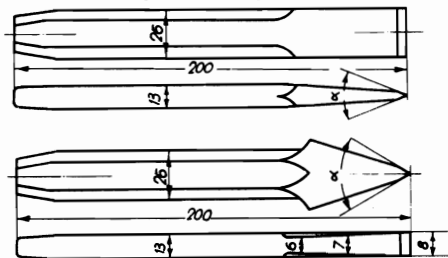
RESISTENCIA A LA CIZALLA DE LOS MATERIALES MAS USUALES EN KGS. mm²

| | | | |
|-----------------------|----|-------------------------|----|
| Latón..... | 25 | Estaño..... | 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

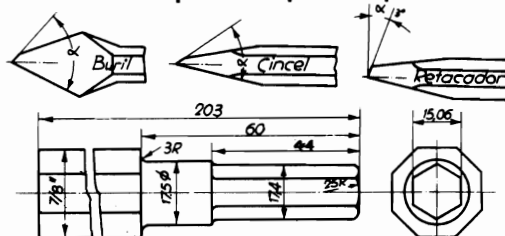
Modelos para trabajar a mano



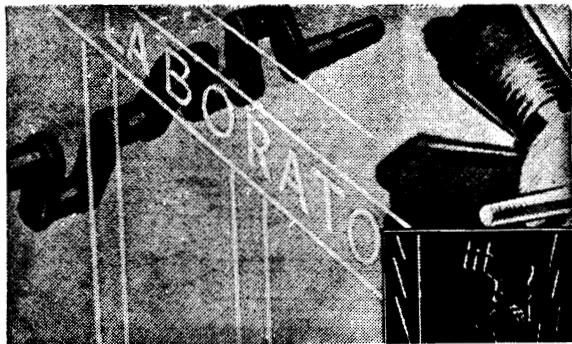
Angulo de corte α para todos los modelos

| | |
|-----------------------|-----|
| Material | α |
| 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.

Coefficiente 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.

Coefficiente 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 30×4 milímetros rompió bajo un esfuerzo de 5.200 kgs. y la distancia entre marcas después de la rotura es 254 mm.

$$\text{Sección} = 30 \times 4 = 120 \text{ mm}^2$$

$$\text{Carga de rotura} = 5.200 \text{ kgs.}$$

$$\text{Coeficiente de rotura} = \frac{5.200}{120} = 43,3 \text{ kgs.}$$

$$\text{Alargamiento total} = 254 - 200 = 54 \text{ mm.}$$

que corresponden a $\frac{54}{200} = 27 \%$.

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 = Carga de trabajo en kilogramos.

S = Sección en milímetros cuadrados apreciada perpendicularmente al eje de la pieza.

t = Coeficiente de trabajo por milímetro cuadrado.

FORMULAS

$$P = S \times t \qquad t = \frac{P}{S}$$

i = Alargamiento % mm.

l = Alargamiento total.

L = Longitud de la pieza.

E = Coeficiente de elasticidad.

$$E = \frac{t}{i} \qquad i = \frac{t}{E}$$

$$l = i \times L = \frac{t \times L}{E} = \frac{P \times L}{S \times E}$$

EJEMPLO

Una barra 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 $\frac{1}{5}$ de la tracción.

I

Resistencia de materiales

FORMULAS INGLESAS

A = Area 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.

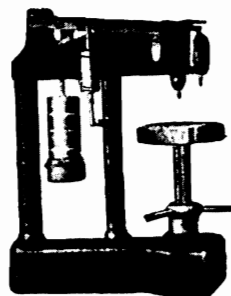
l = Longitud en pulgadas.

Para tracción y compresión.

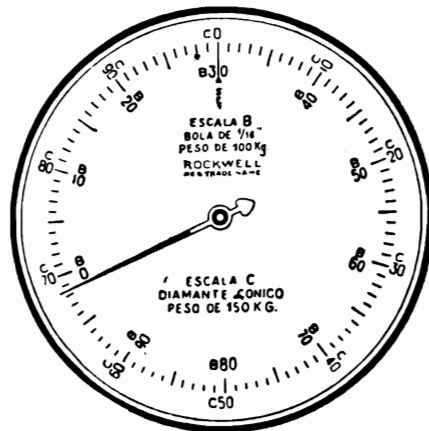
$$P = A \times S \quad e = \frac{P \times l}{A \times E} \quad S = \frac{P}{A}$$

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 1/2 cifras de dureza (con penetrador de punta diamante cónico tallado a 120°) 68 1/2 Rockwell = 700 Brinell.

La aguja de la esfera marca en la escala B 98 1/4 cifras de dureza (con penetrador bola de acero 1/16" de diámetro) 98 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 | Rockwell | Brinell | Rockwell | Brinell | Rockwell | Brinell | 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 | Rockwell | Brinell | Rockwell | Brinell | Rockwell | Brinell | 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..... | 197 |
| 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

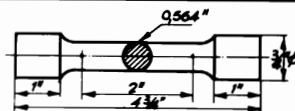
$$H = \frac{W}{A} = \frac{W}{\frac{3,1416 \times D}{2} \times (D - \sqrt{D^2 - d^2})} \text{ ó } \frac{W}{3,1416 \times D \times 1}$$

Para medir la impresión de la bola, debe utilizarse un microscopio.

Probetas de tracción más utilizadas para ensayo de materiales

Inglesa

Sección 0.250 pulgadas²



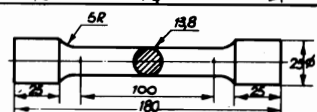
Americana

Sección 0.1964 pulgadas²



Francesa

Sección 150 mm²



Alemana corta

Sección 314.16 mm²



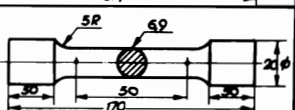
Alemana larga

Sección 314.16 mm²



Española

Sección 31,5 mm²



Española

Sección 150 mm²

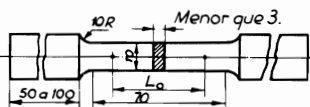


Diversos tipos de probetas para ensayo de materiales

Probeta plana de tracción para ensayos de chapas.

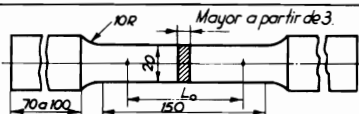
L_0 = Longitud inicial.
 e = Espesor de la chapa.

$$L_0 = \sqrt{66,67 \times e \times 10}$$



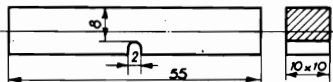
Probeta plana de tracción para ensayos de chapas.

$$L_0 = \sqrt{66,67 \times e \times 20}$$



Probeta de resiliencia. (ensayo de choque)

Tipo Mesnager para péndulo Charpy de 30 Kgmt.



Probeta de resiliencia tipo Charpy grande.

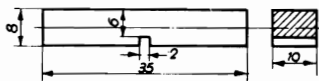


Punto para golpe de martillo

Probeta de resiliencia tipo Izod.



Probeta de resiliencia tipo Fremont.



Fórmulas: L_0 = Longitud inicial. L_1 = Longitud final. S_0 = Área de la sección recta inicial. S_1 = Área de la sección recta final en la zona de máxima contracción. ϵ = Estricción. A = Alargamiento %. $L_1 = L_0 \times S_0 / S_1$

$$L_1 = \frac{L_0 \times S_0}{S_1} \quad \epsilon = \frac{S_0 - S_1}{S_0} \times 100 \quad A = \frac{L_1 - L_0}{L_0} \times 100$$

Kilogramos por milímetro cuadrado a toneladas por pulgada cuadrada inglesa y viceversa

| Kgs. por mm ² | Tons. por pulg. ² inglesa | Kgs. por mm ² | Tons. por pulg. ² inglesa | Kgs. por mm ² | Tons. por pulg. ² inglesa | Tons. por pulg. ² inglesa | Kgs. por mm ² | Tons. por pulg. ² inglesa | Kgs. por mm ² |
|--------------------------|--------------------------------------|--------------------------|--------------------------------------|--------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------|--------------------------------------|--------------------------|
| 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 | 6 | 9,45 | 31 | 48,82 |
| 7 | 4,445 | 29 | 18,4 | 52 | 33,0 | 7 | 11,02 | 32 | 50,40 |
| 7,5 | 4,762 | 30 | 19,0 | 53 | 33,7 | 8 | 12,60 | 33 | 51,97 |
| 8 | 5,080 | 31 | 19,7 | 54 | 34,3 | 9 | 14,17 | 34 | 63,55 |
| 9 | 5,715 | 32 | 20,3 | 55 | 34,9 | 10 | 15,75 | 35 | 65,12 |
| 10 | 6,35 | 33 | 21,0 | 56 | 35,6 | 11 | 17,32 | 36 | 56,70 |
| 11 | 6,98 | 34 | 21,6 | 57 | 36,2 | 12 | 18,90 | 37 | 58,27 |
| 12 | 7,62 | 35 | 22,2 | 58 | 36,8 | 13 | 20,47 | 38 | 59,85 |
| 13 | 8,25 | 36 | 22,9 | 59 | 37,5 | 14 | 22,05 | 39 | 61,42 |
| 14 | 8,89 | 37 | 23,5 | 60 | 38,1 | 15 | 23,62 | 40 | 63,00 |
| 15 | 9,52 | 38 | 24,1 | 65 | 41,3 | 16 | 25,20 | 41 | 64,57 |
| 16 | 10,16 | 39 | 24,8 | 70 | 44,4 | 17 | 26,77 | 42 | 66,15 |
| 17 | 10,79 | 40 | 25,4 | 75 | 47,6 | 18 | 28,35 | 43 | 67,72 |
| 18 | 11,43 | 41 | 26,0 | 80 | 50,8 | 19 | 29,92 | 44 | 69,30 |
| 19 | 12,06 | 42 | 26,7 | 85 | 54,0 | 20 | 31,50 | 45 | 70,87 |
| 20 | 12,7 | 43 | 27,3 | 90 | 57,1 | 21 | 33,07 | 46 | 72,45 |
| 21 | 13,3 | 44 | 27,9 | 95 | 60,3 | 22 | 34,65 | 47 | 74,02 |
| 22 | 14,0 | 45 | 28,6 | 100 | 63,5 | 23 | 36,22 | 48 | 75,60 |
| | | | | | | 24 | 37,80 | 49 | 77,17 |
| | | | | | | 25 | 39,37 | 50 | 78,75 |

EQUIVALENCIAS ENTRE CARGAS EXPRESADAS EN MEDIDAS INGLESAS, RESISTENCIAS EN TONELADAS, Y LIBRAS POR PULGADA CUADRADA Y KILOGRAMOS POR mm² Y CORRESPONDENCIAS CON LOS NUMEROS DE DUREZA BRINELL, VICKERS, ROCKWELL Y SHORE

| Toneladas por 1" □ | Libras por 1" □ | Resistencia Kgs./mm ² | Diám. de la huella de bola 10 mm. | Dureza Brinell con 3.000 Kgs. | Dureza Vickers | 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" □ | Libras por 1" □ | Resistencia Kgs. x mm ² | 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 | | 69 | | | | |
| 17 | 38.080 | 26.77 | | 74 | | | | |
| 18 | 40.320 | 28.35 | | 79 | | | | |
| 19 | 42.560 | 29.92 | 6.33 | 84 | | | | |
| 20 | 44.800 | 31.50 | 6.15 | 90 | | | | |
| 21 | 47.040 | 33.07 | 6.07 | 93 | | | | |
| 22 | 49.280 | 34.65 | 5.92 | 98 | | | 56 | |
| 23 | 51.520 | 36.22 | 5.85 | 101 | | | 58 | |
| 24 | 53.760 | 37.80 | 5.70 | 107 | | | 63 | |

| Toneladas por 1" □ | Libras por 1" □ | Resistencia Kgs. x mm ² | Díam. de la huella de bola 10 mm. | Dureza Brinell con 3.000 Kgs. | Dureza Vickers | Dureza Rockwell | | Dureza Shore |
|-----------------------|--------------------|---------------------------------------|--|-------------------------------------|-------------------|--------------------|-----|-----------------|
| | | | | | | Rb. | Rc. | |
| 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 | 87.5 | | |



| Toneladas por 1" □ | Libras por 1" □ | Resistencia Kgs. x mm ² | Díam. de la huella de bola 10 mm. | Dureza Brinell con 3.000 Kgs. | Dureza Vickers | Dureza Rockwell | | Dureza Shore |
|-----------------------|--------------------|---------------------------------------|--|-------------------------------------|-------------------|--------------------|-----|-----------------|
| | | | | | | Rb. | Rc. | |
| 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 | | 32 |
| 43 | 96.320 | 67.72 | 4.25 | 202 | 216 | 94 | | 33 |
| 44 | 98.560 | 69.30 | 4.22 | 205 | 219 | 95 | 15 | |
| 45 | 100.800 | 70.87 | 4.16 | 211 | 226 | 96 | 16 | 34 |
| 46 | 103.040 | 72.45 | 4.13 | 214 | 229 | 96 | 17 | 35 |
| 47 | 105.280 | 74.02 | 4.08 | 220 | 235 | | 18 | |
| 48 | 107.520 | 75.60 | 4.02 | 226 | 242 | | 20 | 36 |
| 49 | 109.760 | 77.17 | 4.00 | 229 | 244 | 99 | | 37 |
| 50 | 112.000 | 78.75 | 3.95 | 235 | 251 | 100 | | |
| 51 | 114.240 | 80.50 | 3.90 | 241 | 257 | 101 | 23 | |
| 52 | 116.480 | 81.90 | 3.87 | 245 | 261 | 101 | 23 | 39 |



| Toneladas por 1" □ | Libras por 1" □ | Resistencia Kgs. x mm ² | Dim. de la huella de bola 10 mm. | Dureza Brinell con 3,000 Kgs. | Dureza Vickers | Dureza Rockwell | | Dureza Shore |
|-----------------------|--------------------|---------------------------------------|---|-------------------------------------|-------------------|--------------------|-----|-----------------|
| | | | | | | Rb. | Rc. | |
| 53 | 118.720 | 83.47 | 3.83 | 251 | 266 | | | 40 |
| 54 | 120.960 | 85.00 | 3.81 | 253 | 269 | 103 | 25 | 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 ² | Dim. de la huella de bola 10 mm. | Dureza Brinell con 3,000 Kgs. | Dureza Vickers | Dureza Rockwell | | Dureza Shore |
|-----------------------|--------------------|---------------------------------------|---|-------------------------------------|-------------------|--------------------|-----|-----------------|
| | | | | | | 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 | 36 | 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 ² | Díam. de la huella de bola 10 mm. | Dureza Brinell con 3.000 Kgs. | Dureza Vickers | 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 ² | Díam. de la huella de bola 10 mm. | Dureza Brinell con 3.000 Kgs. | Dureza Vickers | 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 ² | Díam. 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 | 71 |
| 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 ² | Díam. 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 | 76 |
| 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 | 78 |
| 132 | 295.680 | 207.24 | 2.59 | 560 | 626 | | 55 | 78 |
| 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 | 80 |
| 136 | 304.640 | 213.52 | 2.56 | 573 | 647 | | 56 | 80 |

| Toneladas por 1"  | Libras por 1"  | Resistencia Kgs. x mm ² | Díam. de la huella de bola 10 mm. | Dureza Brinell con 3.000 Kgs. | Dureza Vickers | Dureza Rockwell | | Dureza Shore |
|--|---|------------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------|----------------|-----------------|-----|--------------|
| | | | | | | Rb. | Rc. | |
| 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 | 81 |
| 140 | 313.600 | 219.80 | | | | | | |
| 141 | 315.840 | 221.37 | 2.53 | 587 | 671 | | 57 | 81.7 |
| 142 | 318.080 | 222.94 | | | | | | |
| 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 | 84.5 |
| 150 | 336.000 | 235.50 | | | | | | |

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 SEGUN LA SIGUIENTE TABLA

| CLASE DE MATERIAL | TRACCION Kgs. mm ² | | COMPRESION Kgs. mm ² | | CIZALLA Kgs. mm ² | | FLEXION Kgs. mm ³ | | TORSION Kgs. mm ² | | | | | | | | |
|-------------------------------------|-------------------------------|----------------|---------------------------------|----------------|------------------------------|------------------------------------|------------------------------|----------------|------------------------------|----------------|--------|---|-------|----------------|-----|--|--|
| | a ¹ | a ² | a ¹ | a ² | a ¹ | a ² | a ¹ | a ² | a ¹ | a ² | | | | | | | |
| | 3 | 2 | 1 | 9 | 6 | 1 | 3 | 2 | 1 | 1,5 | 1 | 5 | | | | | |
| Fundición | 9 a 12 | 6 a 8 | 3 a 4 | 9 a 12 | 6 a 8 | 3 a 4 | a | a | 9 a 12 | 6 a 8 | 3 a 4 | a | a | a | a | | |
| Acero dulce | 12 | a | 8 a 10 | 4 a 5 | a | 8 a 10 | 4 a 5 | a | 8 a 10 | 4 a 5 | 9 a 12 | 6 a 8 | 3 a 4 | a | a | | |
| Acero de alta resistencia | 15 | a | 6 a 9 | 4 a 6 | 2 a 3 | 9 a 12 | 6 a 9 | 2 a 3 | a | 4,75 | 3,25 | 1,6 | 7,5 | a | a | | |
| Acero moldeado | 15 | a | 6 a 9 | 4 a 6 | 2 a 3 | 9 a 12 | 6 a 9 | 2 a 3 | 8,5 | 5,60 | 2,75 | 10,5 | 10,5 | 8,5 | 5,6 | | |
| DESIGNACION DE COEFICIENTES | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| a ¹ | | a ² | | a ³ | | a ⁴ | | a ⁵ | | a ⁶ | | a ⁷ | | a ⁸ | | | |
| Carga Permanente de 0 a + MAXIMA | | | | | | Carga Variable de 0 a + MAXIMA a 0 | | | | | | 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. } Impurezas. |
| Oxígeno. | Destruye la resistencia. |
| Manganeso. | Proporciona resistencia. |
| Níquel. | 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. | Aleja 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 ² | Carga de rotura kgs. mm ² | 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 |
| | | M 55 aprox. | 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 | | |
|--|---|-------------------------------|-------------------------|----------------|
| | | Limite de elasticidad Kgs. mm | Carga de rotura Kgs. mm | Alargamiento % |
| Construcción de engranajes en alta resistencia. | Cromo 1.5 | R 70 | 90 | 15 |
| | Niquel 5.0 | M 100-125 | 130-150 | 6 |
| | Carbono 0.35 Manganeso 0.40-0.60 | A 150-170 | 170-190 | 13.9 |
| Para cigueñales, bielas y ejes de alta resistencia en autos y tractores. | Cromo 0.8 | MD 75-85 | 90-100 | 14-10 |
| | Niquel 4.00 | MT 85-95 | 100-120 | 12-8 |
| | Carbono 0.40 Manganeso . 0.50 | | | |
| Para cigueñales y ejes de motores Diesel, bulones de pistones | Cromo 0.50-0.80 | R 50-60 | 70-80 | 23-19 |
| | Niquel 1.5 -2.00 | MT 85-100 | 100-115 | 16-14 |
| | Carbono 0.35-0.45 Manganeso 0.50-0.80 Molibdeno 0.30-0.40 | MTD 100-115 | 115-130 | 15-12 |
| Para cigueñales y bielas en general, rótulas y ejes de autos. | Cromo 0.60 | MD 65-75 | 80-90 | 16-12 |
| | Niquel 3.00 | MDT 75-85 | 90-100 | 13-9 |
| | Carbono 0.31 Manganeso . 0.50 | | | |
| Para ejes (cardan y traseros), rótulas de dirección, bielas en autos, etc. | Cromo 0.6 | MD 60-70 | 75-85 | 18-14 |
| | Niquel 3.5 | MDT 70-80 | 85-95 | 15-11 |
| | Carbono 0.22 Manganeso . 0.45 | | | |
| Para piezas de maquinaria que necesiten mater. al tenaz. | Cromo 0.5 | M 60 | 80 | 12 |
| | Niquel 1.5 | | | |
| | Carbono 0.35 Manganeso . 0.40 | | | |

ACEROS CROMO-NIQUEL DE CEMENTACION

| APLICACION | COMPOSICION TIPO % | CARACTERISTICAS MECANICAS | | |
|--|---|--|--------------------------------------|----------------|
| | | Limite de elasticidad Kgs. mm ² | Carga de rotura Kgs. mm ² | Alargamiento % |
| Engranajes en general, y toda clase de piezas cementadas que hayan de trabajar en condiciones muy forzadas | Cromo..... 1,5 Niquel..... 5,0 Manganeso. 0,5 Carbono 0,10-0,17 | R 45-50 | 65-75 | 18-13 |
| | | C 105-120 | 130-145 | 10-8 |
| Engranajes, ejes y piezas en general que hayan de trabajar en condiciones forzadas. | Cromo..... 1,0 Niquel..... 3,0 Manganeso. 0,40 Carbono 0,10-0,17 | R 35-45 | 60-70 | 20-15 |
| | | C 85-105 | 105-125 | 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 Manganeso. 0,50 Carbono 0,10-0,17 | R 25-35 | 40-50 | 30-25 |
| | | C 43-53 | 60-75 | 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 Manganeso 0,30-0,40 | L 25-30 | 45-50 | 28-32 |
| | | C 43-53 | 65-75 | 20-12 |

ACERO NIQUEL DE TRATAMIENTO

| APLICACION | COMPOSICION TIPO % | CARACTERISTICAS MECANICAS | | |
|---|--------------------|--|--------------------------------------|----------------|
| | | Limite de elasticidad Kgs. mm ² | Carga de rotura Kgs. mm ² | 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 | Carbono..... 0,12 Cromo..... 12,50 | | | |
| Para paletas, ejes de bombas, partes de válvulas, pistones. | Niquel..... 0,40 Silicio..... 0,20 Manganeso. 0,40 | | | |
| TIPO VALVULA Núm. 1 | Carbono..... 0,50 Cromo..... 8,75 Vanadio.... 0,15 Manganeso. 0,50 Silicio..... 2,75 | | | |
| Para válvulas de motores Diesel. | | | | |
| TIPO VALVULA Núm. 2 | Carbono..... 0,45 Cromo..... 10,00 Manganeso. 0,40 Silicio..... 0,90 Aluminio.... 1,80 | | | |
| Especial para válvulas de exhaustación, motores de automóviles y aviación. | | | | |

| ACEROS INOXIDABLES | | | | |
|--|--|--|--------------------------------------|----------------|
| APLICACION | COMPOSICION TIPO % | CARACTERISTICAS MECANICAS | | |
| | | Limite de elasticidad Kgs. mm ² | Carga de rotura Kgs. mm ² | Alargamiento % |
| TIPO ESPECIAL Para rodamientos a bolas y sus pistas. | Carbono..... 1,05 Cromo..... 17,00 Manganeso. 0,40 Silicio..... 0,45 | | | |
| TIPO DE CIRUGIA Dental y cuchilleria. | Carbono..... 0,70 Cromo..... 16,50 Manganeso. 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 Manganeso. 0,60 Carbono..... 0,20 Silicio..... 2,50 | | | |
| Aceros para puertas de hornos, reortas, tubos, placas de calor. | Crómo..... 25,00 Níquel..... 20,00 Manganeso. 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 Manganeso. 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 Manganeso..... 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 Manganeso..... 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 Manganeso..... 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 Laminaión 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 | |

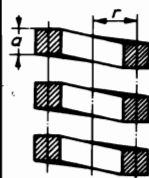
MATERIALES PARA RESORTES

| CLASE DE MATERIAL Y USO DEL RESORTE | COMPOSICION | RESISTENCIA DEL MATERIAL EMPLEADO | |
|--|---|---|---|
| | | Carga de rotura Kgs. mm ² | Límite de elasticidad Kgs. mm ² |
| Alambre comercial especial para resortes. | Carbono..... 0,50 a 0,65 Manganeso. 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 Manganeso. 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 Manganeso. 0,30 a 0,45 Silicio..... 0,10 a 0,20 | 175 a 210 | 105 a 175 |
| Alambre de acero manganeso-silicioso para resortes sujetos a gran fatiga. | Carbono..... 0,55 a 0,65 Manganeso. 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 Manganeso. 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 corroe rápidamente. | Estaño..... 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 Manganeso..... 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 Manganeso..... 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
FORMULA

$$P = \frac{R_2 \times a^2}{3r \times \sqrt{2}}$$

$$a = \sqrt[3]{\frac{P \times 3r \sqrt{2}}{R_2}}$$

$$f = \frac{12 \times \pi \times n \times P \times r^2}{G \times a^4}$$

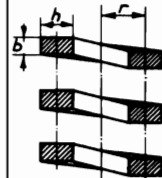


Sección REDONDA
FORMULA

$$P = \frac{\pi \times d^3 \times R_2}{16 \times r}$$

$$d = \sqrt[3]{\frac{16 \times P \times r}{\pi \times R_2}}$$

$$f = \frac{64 \times n \times P \times r^2}{G \times d^4}$$



Sección RECTANGULAR
FORMULA

$$P = \frac{R_2}{r} \times \frac{b \times h \times \sqrt{b^2 + h^2}}{6}$$

$$f = \frac{24 \times \pi \times n}{G}$$

$$\frac{P \times r^2}{b \times h (b^2 + h^2)}$$

DESIGNACION

P = Esfuerzo de tracción o compresión en kgs.

R₂ = Resistencia práctica del metal al cizallamiento por mm²

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 mm²

d = Diámetro del alambre redondo.

a = Lado del alambre cuadrado.

b, h = Lados del alambre rectangular.

Valores de G y R₂ para acero

G = Módulo de elasticidad al cizallamiento por mm²

8.000 a 10.000

R₂ = Resistencia práctica del metal al cizallamiento por mm²

30 a 40 kgs.

MATERIALES PARA DIVERSAS APLICACIONES

| CLASE DE MATERIAL Y APLICACION | COMPOSICION | CARACTERISTICAS MECANICAS | | |
|--|---|---|---|----------------------------------|
| | | Tracción Kgs. mm ² | Límite de elasticidad Kgs. mm ² | Alargamiento tomado sobre 50 mm. |
| Aluminio manganeso. | Aluminio, 90 %; manganeso, 10 %. | | | |
| Aluminio magnesio. | Aluminio, 90 %; magnesio, 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; tratado, 21; molde metálico 18; tratado, 28. | | |
| Aluminio para cárteres o carcasas, y piezas diversas en motores de automóviles, canoas y aviación. | Cobre, 4 a 5 %; silicio, 1,2 máx.; hierro, 1,2 máx.; manganeso, 0,3; magnesio, 0,05 máx.; cinc, 0,2; aluminio, el resto. | 20 a 25 | | 3 a 6 % |
| Aluminio para pistones de motores de automóviles 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 comercial en chapas, tubos, barras, alambre, fleje y demás perfiles laminados. Tuercas, tornillos, remaches y piezas estampadas. | 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 ² | Límite de elasticidad Kgs. mm ² | Alargamiento tomado sobre 50 mm. |
| Metal «Monel», resistente a la corrosión 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 vástagos de pistón y de válvulas. | Plomo, 76 %; estaño, 14; antimonio, 10. | | | |
| Empaquetadura metálica para vástagos de pistón de marcha rápida. | Plomo, 73 %; estaño, 12 %; antimonio, 15. | | | |
| Aluminio comercialmente puro. | Aluminio, 99 % mínimo. | 10 a 16 s/temple | Recocido, 3; templado, 80 a 95 % de la tracción | Templado, 1 a 4 %; recocido, 15 a 30 % |
| Cobre comercialmente 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 ² | Limite de elasticidad Kgs. mm ² | Alargamiento tomado sobre 50 mm. |
| Bronce duro para aros de pistón en bombas. | Cobre, 78 %; estaño, 22. | | | |
| Bronce para vástagos 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 ² | Limite de elasticidad Kgs. mm ² | 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 férulas 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 ANTIFRICCIÓN PARA DIVERSAS APLICACIONES COMPOSICION

| NOMBRE Y APLICACION | ESTAÑO | COBRE | ANTI-MONIO | PLOMO | HIERRO | ARSENICO | RESTANTE |
|---|-----------|---------|------------|---------------|-------------|-------------|-------------------------|
| Metal blanco «Almirantazgo» para maquinaria de buques. | 85 a 89 % | 2 a 7 % | 8 a 9 % | | | | |
| Latón blanco «Parsons» para turbinas de vapor. | 65 a 68 % | 1 a 2 % | | 0,05 a 0,15 % | | | Cinc. 28 a 30 % |
| Metal «Babbitt» para automóviles. | 84 % | 7 % | 9 % | | | | |
| Metal «Babbitt» para aviación. | 90 % | 4 a 5 % | 4 a 5 % | 0,35 % Máx. | 0,08 % Máx. | 0,10 % Máx. | Bismuto. 0,08 % Máx. |
| Metal blanco para motores eléctricos de alta velocidad. | 88 % | 3,5 % | 8 % | | | | Bismuto. 0,5 % |
| Metal blanco para máquinas. | 5 % | 2 % | 15 % | 75 a 77 % | | | Bismuto. 0,25 % |
| Metal blanco para material ferroviario. | 42 % | 2 % | | | | | Cinc. 56 % |

COEFICIENTE DE DILATACION LINEAL α EN LOS METALES, CORRESPONDIENTE AL AUMENTO DE TEMPERATURA DE t °C. ENTRE 0° Y 100°

(Unidad de longitud 1 metro)

| METAL | α | METAL | α |
|----------------|----------|-------------|----------|
| 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 |

α = Coeficiente de dilatación lineal de t °C.

Los coeficientes de dilatación son:

Superficial = 2α Cúbica = 3α

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 mm², 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 mm³, 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 | Calor de fusión kcal/kg | Medición de fusión kcal/kg | Medición de fusión kWh/kg |
|----------------|---------|-----------------|--------------|---------------------|--------------------|-------------------------|-------------------------|----------------------------|---------------------------|
| Aluminio.... | Al | 2,69 | 26,97 | 658,5 | 0,2370 | 650 | 92,4 | 248 | 0,29 |
| Antimonio.... | Sb | 6,69 | 121,76 | 630,5 | 0,0549 | 600 | 24,3 | 59 | 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 | 0,0203 |
| 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 | 0,0399 |
| Calcio.... | Ca | 1,55 | 40,07 | 803 | 0,1724 | 795 | 78,5 | 216,93 | 0,252 |
| Cerio.... | Ce | 6,8 | 140,13 | 623 | 0,0511 | 100 | | | |
| Cromo.... | Cr | 7,1 | 52,01 | 1560 | 0,1554 | 1500 | 32 | 270 | 0,314 |
| Hierro.... | Fe | 7,86 | 55,84 | 1530 | 0,1726 | 1500 | 49 | 329,69 | 0,384 |
| Oro.... | Au | 19,3 | 197,2 | 1063 | 0,0364 | 1000 | 15,7 | 54,39 | 0,0632 |
| Iridio.... | Ir | 22,4 | 193,1 | 2440 | 0,401 | 1400 | | | |
| Cobalto.... | Co | 8,8 | 58,94 | 1490 | 0,1579 | 1400 | 58 | 302,27 | 0,351 |
| C) Diamante. | C | 3,51 | | | 0,4590 | 985 | | | |
| H) Grafito.... | C | 2,25 | | | 0,5350 | 3000 | | | |
| Cobre.... | Cu | 8,93 | 63,57 | 1083 | 0,1105 | 1000 | 42 | 169,57 | 0,197 |
| Magnesio.... | Mg | 1,74 | 24,32 | 650 | 0,3000 | 650 | 46,5 | 250,5 | 0,291 |
| Manganeso.... | Mn | 7,3 | 54,93 | 1245 | 0,1673 | 550 | 37 | 273,08 | 0,318 |
| Molibdeno.... | Mo | 10,2 | 96,0 | ca. 2600 | 0,0722 | 550 | | | |
| Níquel.... | Ni | 8,85 | 58,69 | 1452 | 0,1279 | 1300 | 65 | 256,1 | 0,298 |
| Osmio.... | Os | 22,48 | 190,8 | ca. 2500 | 0,0311 | 100 | | | |
| Paladio.... | Pd | 11,5 | 106,7 | 1557 | 0,076 | 1500 | 36,3 | 15,43 | 0,0179 |
| Platino.... | Pt | 21,4 | 195,23 | 1770 | 0,0362 | 1600 | 27,2 | 90,92 | 0,106 |
| 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 | 0,101 |
| Silicio.... | Si | 2,34 | 28,60 | 1414 | 0,2096 | 900 | | | |
| 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 | 0,0156 |
| Torio.... | Th | 11,5 | 232,12 | 1842 | 0,0276 | 100 | | | |
| Titanio.... | Ti | 4,5 | 47,90 | ca. 1800 | 0,1462 | 440 | 90 | 353,16 | 0,41 |
| 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 | 0,026 |
| Tungsteno.... | W | 19,1 | 184,00 | 3357 | 0,0479 | 2200 | 40 | 202,38 | 0,236 |
| Cinc.... | Zn | 7,14 | 65,38 | 419,4 | 0,1100 | 419 | 23,6 | 69,73 | 0,081 |
| Estaño.... | Sn | 7,28 | 118,7 | 231,8 | 0,0662 | 231,8 | 13,8 | 29,14 | 0,0339 |
| 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..... | $0,010 = \frac{1}{100}$ | $0,020 = \frac{1}{50}$ | $0,030 = \frac{1}{33}$ |
| Fundición 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.

f = 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.

$$e = \frac{P \times D}{2 \times f} + C.$$

Si los depósitos son construidos con remaches.

$$e = \frac{P \times D}{2 \times K \times f} + C.$$

Valores medios de K.

Remachado cof 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

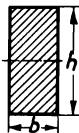
» Triple K = 0,88

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 ² | 35 kgs. mm ² | 40 kgs. mm ² | 50 kgs. mm ² | 55 kgs. mm ² | 65 kgs. mm ² |
| 3/16" | 25 | 32 | 38 | 44 | 51 | 57 |
| 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 |
| 1/2" | 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 1/8" | 1254 | 1568 | 1882 | 2196 | 2509 | 2821 |
| 1 1/4" | 1609 | 2012 | 2414 | 2812 | 3215 | 3615 |
| 1 3/8" | 1914 | 2380 | 2850 | 3330 | 3624 | 4279 |
| 1 1/2" | 2338 | 2913 | 3507 | 4063 | 4644 | 5225 |
| 1 5/8" | 2659 | 3312 | 3974 | 4630 | 5292 | 5953 |
| 1 3/4" | 3155 | 3944 | 4733 | 5494 | 6277 | 7065 |
| 1 7/8" | 3575 | 4468 | 5362 | 6155 | 7150 | 8044 |
| 2" | 4160 | 5200 | 6240 | 7276 | 8316 | 9355 |
| 2 1/4" | 5266 | 6583 | 7900 | 9213 | 10530 | 11846 |
| 2 1/2" | 6719 | 8399 | 10079 | 11656 | 13434 | 15115 |
| 2 3/4" | 8035 | 10044 | 12042 | 14049 | 16056 | 18063 |
| 3" | 9810 | 12262 | 14715 | 17136 | 19584 | 22032 |



Momentos de inercia J y momentos de resistencia W

$$J_{\max} = \frac{b \cdot h^3}{12} \quad J_{\min} = \frac{h \cdot b^3}{12}$$

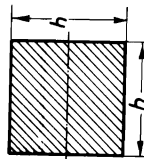
$$W_{\max} = \frac{b \cdot h^2}{6} \quad W_{\min} = \frac{h \cdot b^2}{6}$$

CORTES TRANSVERSALES RECTANGULARES

| h mm. | b mm. | J _{min.} cm ⁴ | W _{max.} cm ³ | h mm. | b mm. | J _{min.} cm ⁴ | W _{max.} cm ³ | h mm. | b mm. | J _{min.} cm ⁴ | W _{max.} cm ³ | |
|-------|--------|-----------------------------------|-----------------------------------|--------|-------|-----------------------------------|-----------------------------------|--------|--------|-----------------------------------|-----------------------------------|--------|
| 2 | 1 | 0,1667 | 0,6667 | 12 | 8 | 512,00 | 192,00 | 20 | 14 | 4573,3 | 933,33 | |
| 2 | 1 | 0,2500 | 1,5000 | | 9 | 729,00 | 216,00 | | 16 | 6826,7 | 1066,7 | |
| 2 | 2 | 2,0000 | 3,0000 | | 10 | 1000,0 | 240,00 | | 18 | 9720,0 | 1200,0 | |
| 4 | 2 | 2,6667 | 5,3333 | 13 | 6 | 234,00 | 169,00 | 22 | 10 | 1833,3 | 806,67 | |
| | 3 | 9,0000 | 8,0000 | | 7 | 371,58 | 197,17 | | 12 | 3168,0 | 968,00 | |
| 5 | 2 | 3,3333 | 8,3333 | 14 | 8 | 554,67 | 225,33 | | 14 | 5030,7 | 1129,7 | |
| | 3 | 11,250 | 12,500 | | 9 | 789,75 | 253,50 | | 16 | 7509,3 | 1290,9 | |
| 4 | 2 | 26,667 | 16,667 | | 10 | 10 | 1083,3 | | 281,67 | 18 | 10692 | 1452,0 |
| | 3 | 13,500 | 18,000 | | | 11 | 1441,9 | 309,83 | 20 | 14667 | 1613,3 | |
| 6 | 3 | 32,000 | 24,000 | | 12 | 11 | 1441,9 | 309,83 | 24 | 12 | 3456,0 | 1152,0 |
| | 5 | 62,500 | 30,000 | 12 | | 1872,0 | 338,00 | 14 | | 5488,0 | 1344,0 | |
| 7 | 3 | 15,750 | 24,500 | 7 | 7 | 400,17 | 228,67 | 16 | | 8192,0 | 1536,0 | |
| | 4 | 37,333 | 32,667 | | 8 | 597,33 | 261,33 | 18 | | 11664 | 1728,0 | |
| | 5 | 72,917 | 40,833 | | 9 | 850,50 | 294,00 | 20 | | 16000 | 1920,0 | |
| 6 | 4 | 126,00 | 49,000 | 10 | 11 | 1552,8 | 359,33 | 22 | 21296 | 2112,0 | | |
| | 5 | 126,00 | 49,000 | | 12 | 2016,0 | 392,00 | 26 | 12 | 3744,0 | 1352,0 | |
| 8 | 4 | 42,667 | 42,667 | 7 | 7 | 428,75 | 262,50 | | 14 | 5945,3 | 1577,3 | |
| | 5 | 83,333 | 53,333 | | 8 | 640,00 | 300,00 | | 16 | 8874,7 | 1802,7 | |
| 6 | 4 | 144,00 | 64,000 | 8 | 8 | 640,00 | 300,00 | | 18 | 12636 | 2028,0 | |
| | 7 | 228,67 | 74,667 | | 9 | 911,25 | 337,50 | | 20 | 17333 | 2253,3 | |
| 9 | 4 | 48,000 | 54,000 | 15 | 10 | 1250,0 | 375,00 | 22 | 23071 | 2478,7 | | |
| | 5 | 93,750 | 67,500 | | 11 | 1663,8 | 412,50 | 24 | 29952 | 2704,0 | | |
| | 6 | 162,00 | 81,000 | | 12 | 2160,0 | 450,00 | 28 | 14 | 6402,7 | 1829,3 | |
| | 7 | 257,25 | 94,500 | | 13 | 2746,3 | 487,50 | | 16 | 9557,3 | 2090,7 | |
| | 8 | 384,00 | 108,00 | | 14 | 3430,0 | 525,00 | | 18 | 13608 | 2353,0 | |
| 10 | 5 | 104,17 | 83,333 | 16 | 8 | 682,67 | 341,33 | 22 | 18667 | 2613,3 | | |
| | 6 | 180,00 | 100,00 | | 10 | 1333,3 | 426,67 | 24 | 32256 | 3136,0 | | |
| | 7 | 285,83 | 116,67 | | 12 | 2304,0 | 512,00 | 26 | 41011 | 3397,3 | | |
| | 8 | 426,67 | 133,33 | | 14 | 14 | 3658,7 | 597,33 | 30 | 14 | 6860,0 | 2100,0 |
| | 9 | 607,50 | 150,00 | | | 8 | 768,00 | 432,00 | | 16 | 10240 | 2400,0 |
| 11 | 5 | 114,58 | 100,83 | 18 | 10 | 1500,0 | 540,00 | 18 | | 14580 | 2700,0 | |
| | 6 | 198,00 | 121,00 | | 12 | 2592,0 | 648,00 | 20 | | 20000 | 3000,0 | |
| | 7 | 314,42 | 141,17 | | 14 | 4116,0 | 756,00 | 22 | | 26620 | 3300,0 | |
| | 8 | 469,33 | 161,33 | | 16 | 6144,0 | 864,00 | 24 | 34560 | 3600,0 | | |
| | 9 | 668,25 | 181,50 | | 10 | 10 | 1166,7 | 666,67 | 26 | 43940 | 3900,0 | |
| 10 | 916,67 | 201,67 | 12 | 2880,0 | | 800,00 | 28 | 54880 | 4200,0 | | | |
| 12 | 6 | 216,00 | 144,00 | 20 | 10 | 1166,7 | 666,67 | 30 | 14 | 6860,0 | 2100,0 | |
| | 7 | 343,00 | 168,00 | | 12 | 2880,0 | 800,00 | | 16 | 10240 | 2400,0 | |

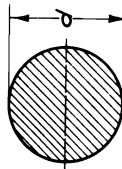
CORTES TRANSVERSALES CUADRADOS

$$J = \frac{h^4}{12} \quad W = \frac{h^3}{6}$$



| h mm. | J cm ⁴ | W cm ³ | h mm. | J cm ⁴ | W cm ³ |
|-------|-------------------|-------------------|-------|-------------------|-------------------|
| 1 | 0,0833 | 0,1667 | 21 | 16207 | 1543,5 |
| 2 | 1,3333 | 1,3333 | 22 | 19521 | 1774,7 |
| 3 | 6,7500 | 4,5000 | 23 | 23320 | 2027,8 |
| 4 | 21,333 | 10,667 | 24 | 27648 | 2304,0 |
| 5 | 52,083 | 20,833 | 25 | 32552 | 2604,2 |
| 6 | 108,00 | 36,000 | 26 | 38081 | 2929,3 |
| 7 | 200,08 | 57,167 | 27 | 44287 | 3280,5 |
| 8 | 341,33 | 85,333 | 28 | 51221 | 3658,7 |
| 9 | 546,75 | 121,50 | 29 | 58940 | 4064,8 |
| 10 | 833,33 | 166,67 | 30 | 67500 | 4500,0 |

CORTES TRANSVERSALES CIRCULARES



$$J = \frac{\pi d^4}{64} \quad W = \frac{\pi d^3}{32} \approx \frac{1}{10} d^3$$

$$d = \sqrt[3]{\frac{32W}{\pi}} \approx \sqrt[3]{10W}$$

| d | J | W | d | J | W | d | J | W |
|-----|-----------------|-----------------|------|-----------------|-----------------|-----|-----------------|-----------------|
| cm. | cm ⁴ | cm ³ | cm. | cm ⁴ | cm ³ | cm. | cm ⁴ | 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 | 249,4 | 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 |
| | | | 24 | 16286 | 1357 | | | |

CEMENTACION

MODO DE PREPARAR LAS PIEZAS

Deben utilizarse cajas especiales de un material compuesto de Cromo Niquel; 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 Niquel.

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 enfría 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 enfrían 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 Rápido { 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 enfrían 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 Rápido { Cementar a una temperatura de 880° C.
Sacar la caja del Horno y enfriar las piezas acto seguido en aceite.

Temple Sencillo

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 enfrían 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 Rápido { 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 enfrían 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

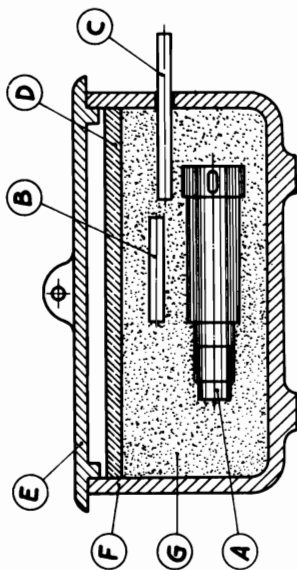
En general, en agua hirviendo (100° C.) durante media hora, aproximadamente.

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



A = Pieza a cementar.

B = Barra testigo.

C = Barra de comprobación.

D = Capa de arcilla.

E = Tapa.

F = Caja.

G = Carburante.

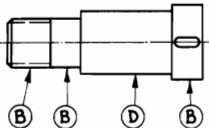
CEMENTACION PARCIAL

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 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 rectificadora; 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



A = Aumento de material.

D = Parte aumentada y templada.

B = Partes blandas.

Pieza con aumento para cementar

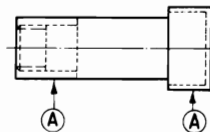


TABLA DE PENETRACION NORMAL EN LA OPERACION DE CEMENTAR BASADOS EN 8 HORAS DE CARBURACION

| Temperatura en grados centigrados | CARBURANTE USADO Y VALOR DE PENETRACION EN MM. | | | |
|-----------------------------------|--|-------------------------------------|------------------------|-------------------------------------|
| | Carbón madera 60 % Carbonato bario 40 % | Ferrocianuro 66 % Bicromato 34 % | Ferrocianuro solamente | Carbón 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 Carbón 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.

$$\frac{\text{Gramos}}{1,000} = \text{Kgs.}$$

FORMULA

EXAGONALES
Y OCTOGONOS



$D \times D \times 6.79 = \text{Peso EXAG.}$
 $D \times D \times 6.74 = \text{Peso OCTOG.}$

CUADRADOS



FORMULA

$D \times D \times 7.85 = \text{Peso}$

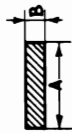
REDONDOS



FORMULA

$D \times D \times 6.16 = \text{Peso}$

PLANOS



FORMULA

$A \times B \times 7.85 = \text{Peso}$

PARA OTROS METALES MULTIPLIQUESE EL PRODUCTO DE LAS FORMULAS DADAS POR LOS FACTORES SIGUIENTES

| Acero al carbono | Acero rápido | Fundición | Cobre | Latón | Bronce | Cinc | Plomo | Niquel |
|------------------|--------------|-----------|-------|-------|--------|-------|-------|--------|
| 1,002 | 1,010 | 0,930 | 1,137 | 1,095 | 1,103 | 0,922 | 1,450 | 1,132 |

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

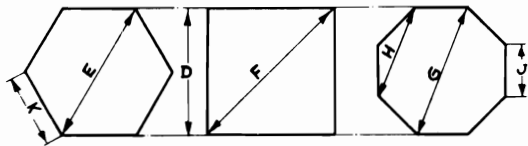
Se calcula el peso de una plancha (o chapa) en kilos por metro cuadrado, midiendo el espesor y multiplicando por el factor de densidad (dm^3), según tabla siguiente:

| 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 mm² de las barras redondas y cuadradas

| Diámetro o lado D mm. | Longitud de la circunferencia de diám. = D | Sección en mm ² | Peso | | Diámetro o lado D mm. | Longitud de la circunferencia de diám. = D | Sección en mm ² | Peso | |
|--------------------------|--|----------------------------|-----------------|-----------------|--------------------------|--|----------------------------|-----------------|-----------------|
| | | | en Kgs. x metro | en Kgs. x metro | | | | en Kgs. x metro | en Kgs. x metro |
| 1 | 3.142 | 0.7854 | 0.006 | 0.007 | 21 | 65.973 | 346.361 | 2.72 | 3.46 |
| 2 | 6.283 | 3.1416 | 0.025 | 0.031 | 22 | 69.115 | 380.133 | 2.98 | 3.80 |
| 3 | 9.425 | 7.0686 | 0.055 | 0.071 | 23 | 72.257 | 415.476 | 3.26 | 4.15 |
| 4 | 12.566 | 12.5664 | 0.099 | 0.126 | 24 | 75.398 | 452.389 | 3.55 | 4.52 |
| 5 | 15.708 | 19.6350 | 0.15 | 0.20 | 25 | 78.540 | 490.874 | 3.85 | 4.91 |
| 6 | 18.850 | 28.2743 | 0.22 | 0.28 | 26 | 81.681 | 530.929 | 4.17 | 5.31 |
| 7 | 21.991 | 38.4845 | 0.30 | 0.39 | 27 | 84.823 | 572.555 | 4.49 | 5.72 |
| 8 | 25.133 | 50.2655 | 0.39 | 0.50 | 28 | 87.965 | 615.752 | 4.83 | 6.15 |
| 9 | 28.274 | 63.6173 | 0.50 | 0.64 | 29 | 91.106 | 660.520 | 5.18 | 6.60 |
| 10 | 31.416 | 78.5398 | 0.62 | 0.79 | 30 | 94.248 | 706.858 | 5.55 | 7.07 |
| 11 | 34.558 | 95.0332 | 0.75 | 0.95 | 31 | 97.389 | 754.768 | 5.93 | 7.54 |
| 12 | 37.699 | 113.097 | 0.89 | 1.13 | 32 | 100.531 | 804.248 | 6.31 | 8.04 |
| 13 | 40.841 | 132.732 | 1.04 | 1.33 | 33 | 103.673 | 855.299 | 6.71 | 8.55 |
| 14 | 43.982 | 153.938 | 1.21 | 1.54 | 34 | 106.814 | 907.920 | 7.13 | 9.07 |
| 15 | 47.124 | 176.715 | 1.39 | 1.77 | 35 | 109.956 | 962.113 | 7.55 | 9.62 |
| 16 | 50.265 | 201.062 | 1.58 | 2.01 | 36 | 113.097 | 1017.88 | 7.99 | 10.17 |
| 17 | 53.407 | 226.980 | 1.78 | 2.27 | 37 | 116.239 | 1075.21 | 8.44 | 10.75 |
| 18 | 56.549 | 254.469 | 2.00 | 2.54 | 38 | 119.381 | 1134.11 | 8.90 | 11.34 |
| 19 | 59.690 | 283.529 | 2.23 | 2.83 | 39 | 122.522 | 1194.59 | 9.38 | 11.94 |
| 20 | 62.832 | 314.159 | 2.47 | 3.14 | 40 | 125.664 | 1256.64 | 9.86 | 12.56 |









ACEROS

Peso en kilos por metro, y sección en mm² de las barras redondas y cuadradas

| Diámetro o lado D mm. | Longitud de la circunferencia de diá. = D | Sección en mm ² | | Peso en Kgs. x metro | | Diámetro o lado D mm. | Longitud de la circunferencia de diá. = D | Sección en mm ² | | Peso en Kgs. x metro | |
|--------------------------|---|---|---|---|---|--------------------------|---|---|---|---|---|
| | |  |  |  |  | | |  |  |  |  |
| 41 | 128.805 | 1320.25 | 1.681 | 10.36 | 13.20 | 61 | 191.64 | 2922.47 | 3.721 | 22.94 | 29.21 |
| 42 | 131.95 | 1385.44 | 1.764 | 10.88 | 13.85 | 62 | 197.92 | 3019.07 | 3.844 | 23.70 | 30.18 |
| 43 | 135.09 | 1452.20 | 1.849 | 11.40 | 14.51 | 63 | 204.16 | 3117.25 | 3.969 | 24.47 | 31.16 |
| 44 | 138.23 | 1520.58 | 1.936 | 11.94 | 15.20 | 64 | 210.36 | 3216.99 | 4.069 | 25.25 | 32.15 |
| 45 | 141.37 | 1590.43 | 2.025 | 12.48 | 15.90 | 65 | 216.52 | 3318.31 | 4.225 | 26.05 | 33.17 |
| 46 | 144.51 | 1661.90 | 2.116 | 13.05 | 16.61 | 66 | 222.65 | 3421.19 | 4.356 | 26.86 | 34.19 |
| 47 | 147.65 | 1734.94 | 2.209 | 13.62 | 17.34 | 67 | 228.74 | 3525.65 | 4.489 | 27.68 | 35.24 |
| 48 | 150.80 | 1809.56 | 2.304 | 14.21 | 18.09 | 68 | 234.79 | 3631.68 | 4.624 | 28.51 | 36.30 |
| 49 | 153.94 | 1885.74 | 2.401 | 14.80 | 18.85 | 69 | 240.81 | 3739.28 | 4.761 | 29.35 | 37.39 |
| 50 | 157.08 | 1963.50 | 2.500 | 15.41 | 19.63 | 70 | 246.79 | 3848.45 | 4.900 | 30.21 | 38.47 |
| 51 | 170.22 | 2042.82 | 2.601 | 16.04 | 20.42 | 71 | 252.75 | 3959.19 | 5.041 | 31.08 | 39.57 |
| 52 | 163.36 | 2123.72 | 2.704 | 16.67 | 21.23 | 72 | 258.68 | 4071.50 | 5.184 | 31.96 | 40.69 |
| 53 | 166.50 | 2206.18 | 2.809 | 17.32 | 22.05 | 73 | 264.58 | 4185.39 | 5.329 | 32.86 | 41.83 |
| 54 | 169.65 | 2290.22 | 2.916 | 17.98 | 22.89 | 74 | 270.44 | 4300.84 | 5.476 | 33.76 | 42.99 |
| 55 | 172.79 | 2375.83 | 3.025 | 18.65 | 23.75 | 75 | 276.26 | 4417.86 | 5.625 | 34.68 | 44.16 |
| 56 | 175.93 | 2463.01 | 3.136 | 19.33 | 24.62 | 76 | 282.05 | 4536.46 | 5.776 | 35.61 | 45.34 |
| 57 | 179.07 | 2551.76 | 3.249 | 20.03 | 25.50 | 77 | 287.81 | 4656.63 | 5.929 | 36.55 | 46.54 |
| 58 | 182.21 | 2642.08 | 3.364 | 20.74 | 26.41 | 78 | 293.54 | 4778.36 | 6.034 | 37.51 | 47.76 |
| 59 | 185.35 | 2733.97 | 3.481 | 21.46 | 27.33 | 79 | 299.24 | 4901.67 | 6.241 | 38.48 | 48.99 |
| 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 mm² de las barras redondas y cuadradas

| Diámetro o lado D mm. | Longitud de la circunferencia de diá. = D | Sección en mm ² | | Peso en Kgs. x metro | | Diámetro o lado D mm. | Longitud de la circunferencia de diá. = D | Sección en mm ² | | Peso en Kgs. x metro | |
|--------------------------|---|--|--|--|--|--------------------------|---|--|--|--|--|
| | |  |  |  |  | | |  |  |  |  |
| 81 | 254.47 | 5153.00 | 6.561 | 40.45 | 51.50 | 101 | 317.30 | 8011.85 | 10.201 | 62.89 | 80.08 |
| 82 | 257.61 | 5281.02 | 6.724 | 41.46 | 52.78 | 102 | 320.44 | 8171.28 | 10.404 | 64.14 | 81.67 |
| 83 | 260.75 | 5410.61 | 6.889 | 42.47 | 54.08 | 103 | 323.58 | 8332.29 | 10.609 | 65.41 | 83.28 |
| 84 | 263.89 | 5441.77 | 7.056 | 43.50 | 55.39 | 104 | 326.73 | 8494.87 | 10.816 | 66.68 | 84.91 |
| 85 | 267.04 | 5674.50 | 7.225 | 44.54 | 56.72 | 105 | 329.87 | 8659.13 | 11.025 | 67.97 | 86.55 |
| 86 | 270.18 | 5808.80 | 7.396 | 45.60 | 58.06 | 106 | 333.01 | 8824.71 | 11.236 | 69.37 | 88.20 |
| 87 | 273.32 | 5944.68 | 7.569 | 46.67 | 59.42 | 107 | 336.15 | 8992.02 | 11.449 | 70.59 | 89.87 |
| 88 | 276.46 | 6082.12 | 7.744 | 47.74 | 60.79 | 108 | 339.29 | 9160.88 | 11.664 | 71.91 | 91.56 |
| 89 | 279.60 | 6221.14 | 7.921 | 48.84 | 62.18 | 109 | 342.43 | 9331.32 | 11.881 | 73.25 | 93.27 |
| 90 | 282.74 | 6361.73 | 8.100 | 49.94 | 63.59 | 110 | 345.58 | 9503.32 | 12.100 | 74.60 | 94.99 |
| 91 | 285.88 | 6503.88 | 8.281 | 51.06 | 65.01 | 111 | 348.72 | 9676.89 | 12.321 | 75.96 | 96.72 |
| 92 | 289.03 | 6647.61 | 8.464 | 52.18 | 66.44 | 112 | 351.86 | 9852.03 | 12.544 | 77.34 | 98.47 |
| 93 | 292.17 | 6792.91 | 8.649 | 53.32 | 67.89 | 113 | 355.00 | 10028.7 | 12.769 | 78.73 | 100.24 |
| 94 | 295.31 | 6939.78 | 8.836 | 54.48 | 69.36 | 114 | 358.14 | 10207.0 | 12.996 | 80.13 | 102.02 |
| 95 | 298.45 | 7088.22 | 9.025 | 55.64 | 70.85 | 115 | 361.28 | 10386.9 | 13.225 | 81.54 | 103.82 |
| 96 | 301.59 | 7238.23 | 9.216 | 56.82 | 72.35 | 116 | 364.42 | 10568.3 | 13.456 | 82.96 | 105.63 |
| 97 | 304.73 | 7389.84 | 9.409 | 58.01 | 73.86 | 117 | 367.57 | 10751.3 | 13.689 | 84.40 | 107.46 |
| 98 | 307.88 | 7542.96 | 9.604 | 59.21 | 75.39 | 118 | 370.71 | 10935.0 | 13.924 | 85.85 | 109.30 |
| 99 | 311.02 | 7697.69 | 9.801 | 60.43 | 76.94 | 119 | 373.85 | 11122.0 | 14.161 | 87.31 | 111.16 |
| 100 | 314.16 | 7853.98 | 10.000 | 61.65 | 78.50 | 120 | 376.99 | 11309.7 | 14.400 | 88.78 | 113.04 |









ACEROS

Peso en kilos por metro, y sección en mm² de las barras redondas y cuadradas

| Diámetro o lado D mm. | Longitud de la circunferencia de diámetro D | Sección en mm ² | | Peso en Kgs. x metro | | Diámetro o lado D mm. | Longitud de la circunferencia de diámetro D | Sección en mm ² | | Peso en Kgs. x metro | |
|--------------------------|---|---|---|---|---|--------------------------|---|---|---|---|---|
| | |  |  |  |  | | |  |  |  |  |
| 121 | 380.13 | 11.499.0 | 14.641 | 90.27 | 114.93 | 141 | 442.96 | 15614.5 | 19.881 | 122.57 | 156.07 |
| 122 | 383.27 | 11.689.9 | 14.884 | 91.77 | 116.84 | 142 | 446.11 | 15836.8 | 20.164 | 124.32 | 158.29 |
| 123 | 386.42 | 11.882.3 | 15.129 | 93.28 | 118.76 | 143 | 449.25 | 16060.6 | 20.449 | 126.08 | 160.52 |
| 124 | 389.56 | 12.076.3 | 15.376 | 94.80 | 120.70 | 144 | 452.39 | 16286.1 | 20.736 | 127.85 | 162.78 |
| 125 | 392.70 | 12.271.9 | 15.625 | 96.33 | 122.66 | 145 | 455.53 | 16513.0 | 21.025 | 129.63 | 165.05 |
| 126 | 395.84 | 12.469.0 | 15.876 | 97.88 | 124.63 | 146 | 458.67 | 16741.5 | 21.316 | 131.42 | 167.33 |
| 127 | 398.98 | 12.667.7 | 16.129 | 99.44 | 126.61 | 147 | 461.81 | 16971.7 | 21.609 | 133.23 | 169.63 |
| 128 | 402.12 | 12.868.0 | 16.384 | 101.01 | 128.61 | 148 | 465.96 | 17204.3 | 21.904 | 135.05 | 171.95 |
| 129 | 405.27 | 13.069.8 | 16.641 | 102.60 | 130.63 | 149 | 468.10 | 17436.7 | 22.201 | 136.88 | 174.28 |
| 130 | 408.41 | 13.273.3 | 16.900 | 104.20 | 132.67 | 150 | 471.24 | 17671.5 | 22.500 | 138.72 | 176.63 |
| 131 | 411.55 | 13.478.2 | 17.161 | 105.80 | 134.71 | 151 | 474.38 | 17909.9 | 22.801 | 140.58 | 178.99 |
| 132 | 414.69 | 13.684.8 | 17.424 | 107.43 | 136.78 | 152 | 477.52 | 18145.8 | 23.104 | 142.44 | 181.37 |
| 133 | 417.83 | 13.892.9 | 17.689 | 109.06 | 138.86 | 153 | 480.66 | 18385.6 | 23.409 | 144.33 | 183.76 |
| 134 | 420.97 | 14.102.6 | 17.956 | 110.71 | 140.95 | 154 | 483.81 | 18626.5 | 23.716 | 146.22 | 186.17 |
| 135 | 424.12 | 14.313.9 | 18.225 | 112.36 | 143.07 | 155 | 486.95 | 18869.2 | 24.025 | 148.12 | 188.60 |
| 136 | 427.26 | 14.526.7 | 18.496 | 114.03 | 145.19 | 156 | 490.09 | 19113.4 | 24.336 | 150.04 | 191.04 |
| 137 | 430.40 | 14.741.2 | 18.769 | 115.72 | 147.34 | 157 | 493.23 | 19359.3 | 24.649 | 151.97 | 193.49 |
| 138 | 433.54 | 14.957.2 | 19.044 | 117.41 | 149.50 | 158 | 496.37 | 19606.7 | 24.964 | 153.91 | 195.97 |
| 139 | 436.68 | 15.174.7 | 19.321 | 119.12 | 151.67 | 159 | 499.51 | 19855.7 | 25.281 | 155.87 | 198.46 |
| 140 | 439.82 | 15.393.8 | 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 mm² de las barras redondas y cuadradas

| Diámetro o lado D mm. | Longitud de la circunferencia de diámetro D | Sección en mm ² | | Peso en Kgs. x metro | | Diámetro o lado D mm. | Longitud de la circunferencia de diámetro D | Sección en mm ² | | Peso en Kgs. x metro | |
|--------------------------|---|--|--|--|--|--------------------------|---|--|--|--|--|
| | |  |  |  |  | | |  |  |  |  |
| 161 | 505.80 | 20358.3 | 25.921 | 159.81 | 203.5 | 181 | 568.63 | 25730.4 | 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 | 262.8 |
| 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 | 167.85 | 213.7 | 185 | 581.19 | 26880.3 | 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 | 21904.0 | 27.889 | 171.95 | 218.9 | 187 | 587.48 | 27464.6 | 34.969 | 215.6 | 274.5 |
| 168 | 527.79 | 22167.1 | 28.224 | 174.01 | 221.6 | 188 | 590.62 | 27759.1 | 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 | 178.18 | 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 | 36.481 | 224.9 | 286.4 |
| 172 | 540.35 | 23235.2 | 29.584 | 182.40 | 232.2 | 192 | 603.19 | 28952.9 | 36.864 | 227.3 | 289.4 |
| 173 | 543.50 | 23506.2 | 29.929 | 184.52 | 234.9 | 193 | 606.33 | 29255.3 | 37.249 | 229.7 | 292.4 |
| 174 | 546.64 | 23778.7 | 30.276 | 186.66 | 237.7 | 194 | 609.47 | 29559.2 | 37.636 | 232.0 | 295.4 |
| 175 | 549.78 | 24052.8 | 30.625 | 188.81 | 240.4 | 195 | 612.61 | 29864.8 | 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 | 246.1 | 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 | 251.3 | 199 | 625.18 | 31102.6 | 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. | ESPESOR mm. | PESO Kgs. | ESPESOR mm. | PESO Kgs. | 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. |
|----------------------------------|-----------------------------------|------------------------------------|
| $\frac{1}{8}$ | 1,9 | 0,400 |
| $\frac{1}{4}$ | 2,1 | 0,570 |
| $\frac{3}{8}$ | 2,3 | 0,870 |
| $\frac{1}{2}$ | 2,7 | 1,160 |
| $\frac{5}{8}$ | 3 | 1,150 |
| $\frac{3}{4}$ | 3 | 1,720 |
| $\frac{7}{8}$ | 3,3 | 2,250 |
| 1" | 3,3 | 2,440 |
| 1 $\frac{1}{4}$ " | 3,7 | 3,400 |
| 1 $\frac{1}{2}$ " | 3,9 | 4,200 |
| 1 $\frac{3}{4}$ " | 4 | 4,600 |
| 2" | 4,3 | 5,800 |
| 2 $\frac{1}{4}$ " | 4,5 | 6,800 |
| 2 $\frac{1}{2}$ " | 4,7 | 7,700 |
| 2 $\frac{3}{4}$ " | 4,8 | 8,900 |
| 3" | 5 | 10 |
| 3 $\frac{1}{2}$ " | 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 $\frac{1}{4}$ " 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)**Peso de los tubos de cobre en kgs. por metro lineal**

| 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 | Longitud 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 MILIMETROS | | | | | | |
|-----------------------|-----------------------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|
| | 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 | | | 3,850 | 5,380 | 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 ² | Peso en kgs. por 1.000 metros | Diámetro en mm. | Sección en mm ² | 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 | 71,578 | 5,4 | 22,9022 | 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 | 25,5166 | 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 ² |
|-----------------|-----------|----------------------------|
| 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» corrien



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 | |
| 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 | 0.251 | | | | | | | |
| 1 1/8 | 0.017 | 0.044 | 0.085 | 0.157 | 0.251 | | | | | | | |
| 1 3/8 | 0.018 | 0.045 | 0.092 | 0.161 | 0.257 | 0.385 | | | | | | |
| 1 1/2 | 0.0125 | 0.047 | 0.095 | 0.166 | 0.265 | 0.394 | 0.558 | | | | | |
| 1 3/4 | 0.019 | 0.052 | 0.104 | 0.177 | 0.277 | 0.408 | 0.572 | 0.730 | | | | |
| 1 3/4 | 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 1/4 | 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.

| 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 3/4 |
| 2 1/2 | 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 |
| 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 |
| 3 1/2 | 0.031 | 0.080 | 0.155 | 0.256 | 0.391 | 0.559 | 0.776 | 0.985 | 1.339 | 1.693 | 2.111 | 2.428 |
| 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 |
| 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 |
| 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 |
| 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 |
| 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 |
| 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 |
| 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 |
| 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 |
| 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 |
| 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 |
| 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 |
| 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 | 4.014 |
| 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 |
| 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 |
| 12" | 0.085 | 0.300 | 0.371 | 0.590 | 0.871 | 1.216 | 1.643 | 2.070 | 2.683 | 3.314 | 4.040 | 4.698 |

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 |
|-----------------------|-------------------------|---------------------------|
| 1/4 | 0,006 | 0,003 |
| 5/16 | 0,010 | 0,004 |
| 3/8 | 0,016 | 0,007 |
| 7/16 | 0,023 | 0,009 |
| 1/2 | 0,034 | 0,013 |
| 5/8 | 0,060 | 0,018 |
| 3/4 | 0,097 | 0,036 |
| 7/8 | 0,143 | 0,049 |
| 1" | 0,208 | 0,058 |
| 1 1/8 | 0,287 | 0,062 |
| 1 1/4 | 0,383 | 0,074 |
| 1 3/8 | 0,484 | 0,113 |
| 1 1/2 | 0,626 | 0,170 |
| 1 5/8 | 0,760 | 0,196 |
| 1 3/4 | 0,932 | 0,247 |
| 1 7/8 | 1,225 | 0,275 |
| 2" | 1,388 | 0,345 |
| 2 1/4 | 1,983 | 0,488 |
| 2 1/2 | 2,620 | 0,586 |
| 2 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.

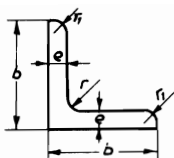
REMACHES

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 |

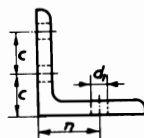
Estos datos solo se refieren a la cabeza, para calcular el peso del cuerpo del remache, véase fórmula para pesos de hierros redondos.



ANGULARES DE LADOS IGUALES

| L | DIMENSIONES EN mm. | | | | Sección cm ² | Peso por metro P kilogramos |
|-----------------|--------------------|-------------|-----|----------------|----------------------------|--------------------------------------|
| | b | e | r | r ₁ | | |
| $\frac{15}{15}$ | 15 | 3 4 | 8,5 | 2 | 0,82 1,05 | 0,64 0,82 |
| $\frac{20}{20}$ | 20 | 3 4 | 3,5 | 2 | 1,12 1,45 | 0,88 1,14 |
| $\frac{25}{25}$ | 25 | 3 4 | 3,5 | 2 | 1,42 1,85 | 1,12 1,45 |
| $\frac{30}{30}$ | 30 | 3 5 | 5 | 2,5 | 1,73 2,78 | 1,36 2,19 |
| $\frac{35}{35}$ | 35 | 4 6 | 5 | 2,5 | 2,67 3,87 | 2,10 3,04 |
| $\frac{40}{40}$ | 40 | 4 6 8 | 6 | 3 | 3,08 4,48 5,80 | 2,42 3,52 4,55 |

Perfiles de «Altos Hornos de Vizcaya»
BILBAO



Para o hasta 100 mm., una
fila de agujeros.

Para $b > 100$ mm., dos fil-
las de agujeros, colocados
al tresbolillo.

ANGULARES DE LADOS IGUALES

| L | DIMENSIONES EN mm. | | | | Sec- ción cm ² | Peso por metro P kgs. | n mm. | n ₁ mm. | d ₁ mm. |
|-----------------|--------------------|--------------|---|----------------|---------------------------------|-----------------------------------|----------|-----------------------|-----------------------|
| | b | e | r | r ₁ | | | | | |
| $\frac{45}{45}$ | 45 | 5 7 9 | 7 | 3,5 | 4,30 5,86 7,34 | 3,38 4,60 5,76 | 25 | — | 11 |
| $\frac{50}{50}$ | 50 | 5 7 9 | 7 | 3,5 | 4,80 6,56 8,24 | 3,77 5,15 6,47 | 30 | — | 14 |
| $\frac{55}{55}$ | 55 | 6 8 10 | 8 | 4 | 6,31 8,23 10,07 | 4,95 6,46 7,90 | 30 | — | 17 |
| $\frac{60}{60}$ | 60 | 6 8 10 | 8 | 4 | 6,91 9,03 11,07 | 5,42 7,09 8,69 | 35 | — | 17 |
| $\frac{65}{65}$ | 65 | 7 9 11 | 9 | 4,5 | 8,70 10,98 13,17 | 6,83 8,82 10,34 | 35 | — | 20 |
| $\frac{70}{70}$ | 70 | 7 9 11 | 9 | 4,5 | 9,40 11,90 14,30 | 7,38 9,34 11,23 | 40 | — | 20 |

ANGULARES DE LADOS IGUALES

| L | DIMENSIONES EN mm. | | | | Sec- ción cm ² | Peso por metro P kgs. | n mm. | n ₁ mm. | d ₁ mm. |
|-------------------|--------------------|-----|------|----------------|---------------------------------|-----------------------------------|----------|-----------------------|-----------------------|
| | b | e | r | r ₁ | | | | | |
| $\frac{75}{75}$ | 75 | 8 | 10 | 5 | 11,5 | 9,03 | 40 | — | 20 |
| | | 10 | | | 14,1 | 11,07 | | | 23 |
| | | 12 | | | 16,7 | 13,11 | | | 23 |
| $\frac{76}{76}$ | 76 | 6,6 | 7,6 | 3,3 | 9,6 | 7,50 | 40 | — | 20 |
| | | 9,3 | 10,3 | 4,6 | 13,2 | 10,40 | | | 20 |
| $\frac{80}{80}$ | 80 | 8 | 10 | 5 | 12,3 | 9,66 | 45 | — | 20 |
| | | 10 | | | 15,1 | 11,85 | | | 23 |
| | | 12 | | | 17,9 | 14,05 | | | 23 |
| $\frac{90}{90}$ | 90 | 9 | 11 | 5,5 | 15,5 | 12,17 | 50 | — | 23 |
| | | 11 | | | 18,7 | 14,68 | | | 23 |
| | | 13 | | | 21,8 | 17,11 | | | 26 |
| $\frac{100}{100}$ | 100 | 10 | 12 | 6 | 19,2 | 15,07 | 55 | — | 23 |
| | | 12 | | | 22,7 | 17,82 | | | 23 |
| | | 14 | | | 26,2 | 20,57 | | | 26 |
| $\frac{102}{102}$ | 102 | 13 | 12 | 7 | 24,8 | 19,50 | 55 | — | 23 |
| | | 16 | | | 30,2 | 23,80 | | | 26 |

ANGULARES DE LADOS IGUALES

| L | DIMENSIONES EN mm. | | | | Sec- ción cm ² | Peso por metro P kgs. | n mm. | n ₁ mm. | d ₁ mm. |
|-------------------|--------------------|-------|----|----------------|---------------------------------|-----------------------------------|----------|-----------------------|-----------------------|
| | b | e | r | r ₁ | | | | | |
| $\frac{120}{120}$ | 120 | 11 | 13 | 6,5 | 25,4 | 19,94 | 50 | 30 | 23 |
| | | 13 | | | 29,7 | 23,31 | | | 23 |
| | | 15 | | | 33,9 | 26,61 | | | 26 |
| $\frac{127}{127}$ | 127 | 9,5 | 10 | 5 | 23,2 | 18,25 | 50 | 35 | 23 |
| | | 12,7 | 13 | 7 | 30,9 | 24,27 | | | 23 |
| | | 13,2 | 13 | 7 | 32,2 | 25,31 | | | 23 |
| | | 14,2 | 14 | 7 | 34,4 | 27,00 | | | 26 |
| | | 16,76 | 16 | 8 | 40,0 | 31,44 | | | 26 |
| $\frac{140}{140}$ | 140 | 13 | 15 | 7,5 | 35,0 | 27,48 | 55 | 45 | 26 |
| | | 15 | | | 40,0 | 31,40 | | | |
| | | 17 | | | 45,0 | 35,33 | | | |
| $\frac{150}{150}$ | 150 | 14 | 16 | 8 | 40,3 | 31,64 | 55 | 55 | 26 |
| | | 16 | | | 45,7 | 35,87 | | | |
| | | 18 | | | 51,0 | 40,04 | | | |
| | | | | | | | | | |

d₁ = Diámetro de los agujeros para remaches y tornillos.



ANGULARES LADOS DESIGUALES

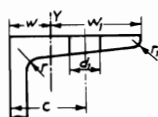
| Número del perfil | DIMENSIONES | | | | | Sección cm ² | Peso por metro P kgs. |
|-------------------|-------------|-------|--------|--------|--------------------|-------------------------|-----------------------|
| | a mm. | b mm. | e mm. | r mm. | r ₁ mm. | | |
| $\frac{25}{15}$ | 25 | 15 | 4 | 3,5 | 1,7 | 1,44 | 1,15 |
| $\frac{30}{20}$ | 30 | 20 | 4 | 4 | 2 | 1,88 | 1,48 |
| $\frac{40}{25}$ | 40 | 25 | 4,5 | 5 | 2,5 | 2,74 | 2,16 |
| $\frac{50}{40}$ | 50 | 40 | 5,8 | 6 | 3 | 5,00 | 3,95 |
| $\frac{60}{30}$ | 60 | 30 | 4 6 | 4 4 | 2 2 | 3,45 5,05 | 2,75 3,18 |
| $\frac{60}{45}$ | 60 | 45 | 5 7 | 6 | 3 | 5,00 6,87 | 3,90 5,30 |
| $\frac{60}{50}$ | 60 | 50 | 7 9 | 8 | 4 | 7,40 9,20 | 5,80 7,22 |
| $\frac{65}{40}$ | 65 | 40 | 5 7 | 7 | 3,5 | 5,03 6,95 | 3,94 5,45 |

ANGULARES LADOS DESIGUALES

| Número del perfil | DIMENSIONES | | | | | Sección cm ² | Peso por metro P kgs. |
|-------------------|-------------|-------|---------------------|-----------------|--------------------|-------------------------|-----------------------|
| | a mm. | b mm. | e mm. | r mm. | r ₁ mm. | | |
| $\frac{70}{50}$ | 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 |
| $\frac{76}{64}$ | 76 | 64 | 7,1 7,25 8,75 | 7,5 7,5 9 | 4 4 4,5 | 9,40 9,55 11,50 | 7,40 7,50 9,00 |
| $\frac{80}{50}$ | 80 | 50 | 6 8 10 | 6 8 10 | 3 4 5 | 7,45 9,97 12,20 | 5,84 7,80 9,57 |
| $\frac{90}{60}$ | 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 |
| $\frac{90}{70}$ | 90 | 70 | 9 11 | 9 11 | 4,5 5,5 | 13,75 16,60 | 10,80 13,03 |
| $\frac{90}{75}$ | 90 | 75 | 9 11 | 9 11 | 4,5 5,5 | 14,20 17,15 | 11,14 13,46 |

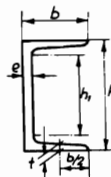
ANGULARES LADOS DESIGUALES

| Número del perfil | DIMENSIONES | | | | | Sección cm ² | Peso por metro P kgs. |
|-------------------|-------------|-------|-------|-------|--------------------|-------------------------|-----------------------|
| | a mm. | b mm. | e mm. | r mm. | r ₁ mm. | | |
| 100 70 | 100 | 70 | 10 | 10 | 5 | 16,17 | 12,69 |
| | | | 12 | 12 | 6 | 19,17 | 15,00 |
| | | | 14 | 14 | 7 | 22,02 | 17,28 |
| 100 85 | 100 | 85 | 10 | 10 | 5 | 17,65 | 13,85 |
| | | | 12 | 12 | 6 | 20,90 | 16,40 |
| 110 70 | 110 | 70 | 8 | 8 | 4 | 13,75 | 10,80 |
| 110 90 | 110 | 90 | 10 | 10 | 5 | 19,15 | 15,00 |
| | | | 12 | 12 | 6 | 22,80 | 18,00 |
| 120 80 | 120 | 80 | 10 | 10 | 5 | 19,10 | 14,99 |
| | | | 12 | 12 | 6 | 22,70 | 17,82 |
| 125 100 | 125 | 100 | 11 | 11 | 5,5 | 23,67 | 18,58 |
| | | | 13 | 13 | 6,5 | 27,62 | 21,68 |
| 150 75 | 150 | 75 | 10 | 10 | 5 | 21,65 | 16,87 |
| | | | 12 | 12 | 6 | 25,75 | 20,21 |



HIERROS EN L

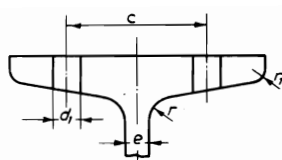
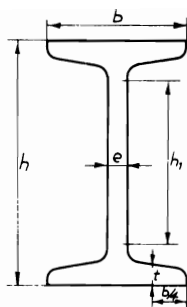
PESOS y DIMENSIONES



ALTOS HORNOS DE VIZCAYA

| Número del perfil | DIMENSIONES EN MILIMETROS | | | | | | Sección cm ² | Peso por metro P kgs. | c mm. | d ₁ mm. |
|--------------------|---------------------------|-----|-----|------|----------------|----------------|-------------------------|-----------------------|-------|--------------------|
| | h | b | e | t-r | r ₁ | h ₁ | | | | |
| 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 ^a | 250 | 80 | 10 | 12,5 | 6,5 | 195 | 42,5 | 34,00 | 45 | 23 |
| 25 ^{1/10} | 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 1 = 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 MILIMETROS | | | | | | Sección en cm ² | Peso por metro P kgs. | c mm. | d ₁ mm. |
|-------------------|---------------------------|----|-------|------|----------------|----------------|----------------------------|-----------------------|-------|--------------------|
| | h | b | e - r | t | r ₁ | h ₁ | | | | |
| 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 | 11 |
| 16 | 160 | 74 | 6,3 | 9,5 | 3,8 | 125 | 22,8 | 17,9 | 38 | 14 |
| 17 * | 175 | 80 | 10,0 | 12,0 | 5,0 | 130 | 36,0 | 28,40 | 42 | 14 |
| 18 | 180 | 82 | 6,9 | 10,4 | 4,1 | 142 | 27,9 | 21,9 | 44 | 14 |
| 20 | 200 | 90 | 7,5 | 11,3 | 4,5 | 159 | 33,5 | 26,3 | 46 | 17 |

* Especial.

VIGUETAS NORMALES

PESOS Y DIMENSIONES

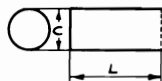
| Número del perfil | DIMENSIONES EN MILIMETROS | | | | | | Sección en cm ² | Peso por metro P kgs. | c mm. | d ₁ mm. |
|-------------------|---------------------------|-----|-------|------|----------------|----------------|----------------------------|-----------------------|-------|--------------------|
| | h | b | e - r | t | r ₁ | h ₁ | | | | |
| 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



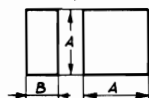
Pieza a construir



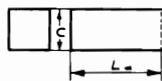
Barra de donde se cortará el material

L = Longitud a cortar

$$\text{Fórmula } L = \frac{0.7854 \times A^2}{0.7854 \times C^2} \times B$$

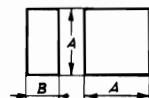


Pieza a construir

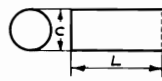


Barra de donde se cortará el material

$$L = \frac{A^2}{C^2} \times B$$

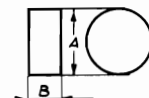


Pieza a construir

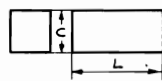


Barra de donde se cortará el material

$$L = \frac{A^2}{0.7854 \times C^2} \times B$$



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.

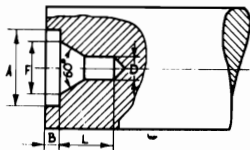


Tabla dando dimensiones para el centraje de piezas

| 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 |

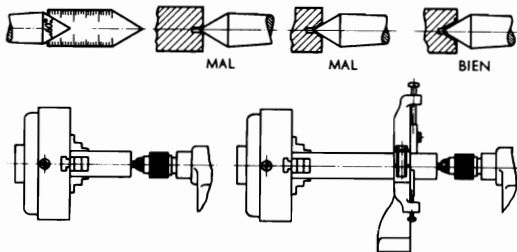


Tabla original del inventor

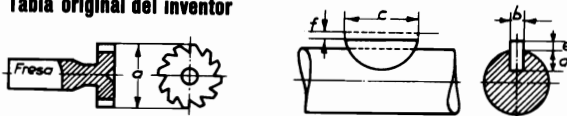
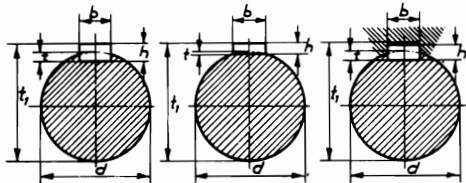


Tabla de dimensiones

| 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 |
|------------------------|-------------------------------------|--------------------------|---------------------------|-------------------------------------|------|
| 1/2" | 1/16" | 1/2" | 11/64" | 1/32" | 3/64 |
| 1/2" | 3/32" | 1/2" | 5/32" | 3/64" | |
| 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" | 5/64 |
| 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" | 7/64 |
| 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

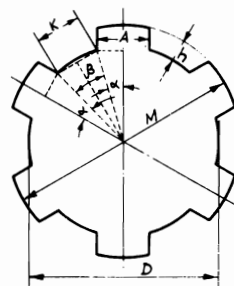


| Diámetro del eje | CHAVETA ENCASTRADA | | | | CHAVETA PLANA | | | | CHAVETA | | | |
|------------------|--------------------|------|-----------------------------------|-----------------------------------|---------------|------|-------------------|-----------------------------------|---------|------|-----------------------------------|-----------------------------------|
| | Ancho | Alto | Profundidad de la entalla del eje | Profundidad de la ranura del cubo | Ancho | Alto | Altura del rebaje | Profundidad de la ranura del cubo | Ancho | Alto | Profundidad de la entalla del eje | Profundidad de la ranura del cubo |
| d | b | h | t | t ₁ | b | h | t | t ₁ | b | h | t | t ₁ |
| mm. | | | mm | | | | mm | | | | mm | |
| 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



* GRADOS

FORMULAS

$$K = \text{seno} \left(\frac{360^\circ - 2\alpha^\circ}{N} \right) \times D$$

$$\text{seno } \alpha = \frac{A}{2} : \frac{D}{2} = \frac{A}{D}$$

DESIGNACION

N = Número de chavetas.
 A = Ancho de las chavetas.
 K = Ancho al fondo de las canales.
 D = Diámetro de fondo.
 Si el ángulo β es conocido.

$$K = D \times \text{seno} \frac{\beta}{2}$$

AJUSTE FIJO

$$A = 0,25 \times M$$

$$h = 0,05 \times M$$

$$D = 0,9 \times M$$

NORMA USUAL

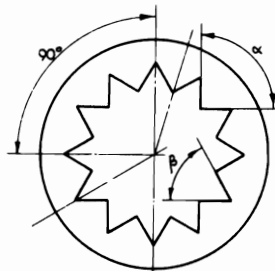
AJUSTE DESLIZANTE

$$A = 0,25 \times M$$

$$h = 0,075 \times M$$

$$D = 0,850 \times M$$

Sistema de dientes o entallas en forma de V.



FORMULA

$$\beta = \text{Grados } \alpha - \frac{360^\circ}{N}$$

EJEMPLO

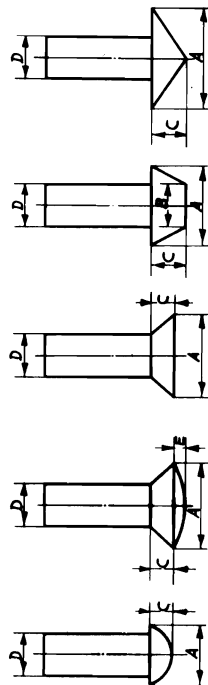
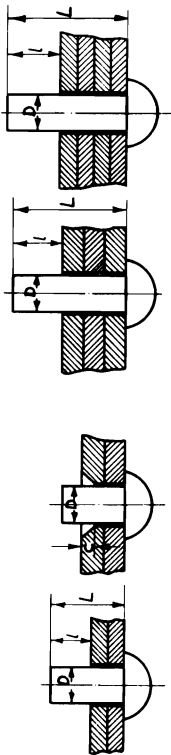
Calcular el ángulo β siendo el ángulo del diente $\alpha = 90^\circ$ y n.º de dientes 60

$$\beta = 90 - \frac{360^\circ}{60} = 90 - 6 = 84^\circ$$

ROBLONES O REMACHES

FORMULAS NORMALES

Para trabajos de calderería y construcciones metálicas. (Para construcciones navales varían 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)

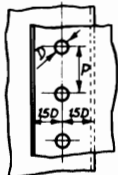
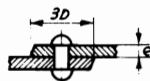
L = Longitud total.
l = Longitud necesaria para remachar.
D = Diámetro del remache.

| | |
|---|-------------------|
| <p>Cabeza esférica</p> <p>Fórmula</p> <p>$A = 1,75 \times D$ $C = 0,75 \times D$</p> | |
| <p>Cabeza avellanada (o fresada)</p> <p>Fórmula</p> <p>$A = 1,839 \times D$ $C = 0,5 \times D$ $E = 0,16 \times D$</p> <p>En remaches con cabeza «gota de sebo».</p> | |
| <p>Cabeza cónica</p> <p>Fórmula</p> <p>$A = 1,75 \times D$ $B = 0,9375 \times D$ $C = 0,875 \times D$</p> | |
| <p>En las construcciones metálicas la cabeza esférica de los remaches es algo menor que la empleada en trabajos de calderería, siendo la fórmula</p> <p>$A = 1,6 \times D$ $C = 0,638 \times D$</p> | |
| <p>Ángulos de los remaches avellanados</p> | |
| Diámetro D mm. | Grados del ángulo |
| 1 a 16 | 75° |
| 17 a 25 | 60° |
| 26 a 44 | 45° |

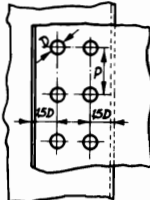
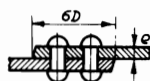
| |
|--|
| <p>Fórmula para dos espesores Cabeza esférica</p> <p>$l = D \times 1,5$ Remachado a mano. $l = D \times 1,7$ Remachado a máquina.</p> |
| <p>Fórmula para tres espesores Cabeza esférica</p> <p>$l = D \times 1,53$ Remachado a mano. $l = D \times 1,72$ Remachado a máquina.</p> |
| <p>Fórmula para cuatro espesores Cabeza esférica</p> <p>$l = D \times 1,57$ Remachado a mano. $l = D \times 1,73$ Remachado a máquina.</p> |
| <p>Remachado en chapa para cabeza avellanada (o fresada)</p> <p>Fórmula</p> <p>$c = 0,5 \times D$ $A = 1,839 \times D$ $l = 0,7 \times D$. Longitud necesaria para remachar.</p> |
| <p>NOTAS</p> <p>Longitud total del remache = l + Espesor de las chapas. El agujero debe ser mayor que el remache, según la siguiente fórmula: $D \times 1,06 =$ Diámetro del agujero</p> |

REMACHADO

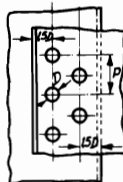
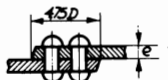
Remachado de simple cortadura



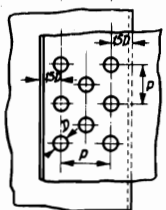
Para Acero Dulce $D = e + 10$
 Para Acero Tenaz $D = e + 11$
 Para Acero Dulce $P = 2.25 \times D$
 Para Acero Tenaz $P = 2.125 \times D$



Para Acero Dulce $D = e + 7$; $P = 2.75 D$
 Para Acero Tenaz $D = e + 8$; $P = 2.5 D$



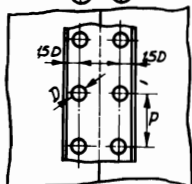
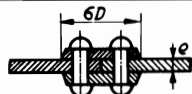
Para Acero Dulce $D = e + 8$; $P = 3.25 D$
 Para Acero Tenaz $D = e + 10$; $P = 3 D$



$P = 3 D + 22$

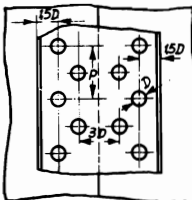
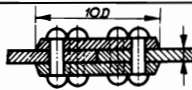
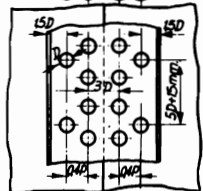
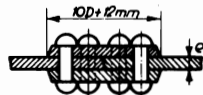
REMACHADO

Remachado doble cortadura



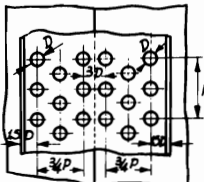
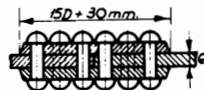
Para Acero Dulce
 $D = e + 6.5$; $P = 2.75 D$

Para Acero Tenaz
 $D = e + 4.75$; $P = 2.5 D$



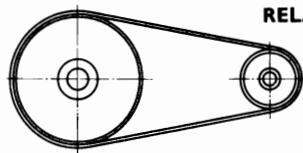
Para Acero Dulce
 $D = e + 4.75$; $P = 4.5 D$

Para Acero Tenaz
 $D = e + 6.5$; $P = 4 D$



$P = 6 D + 20 \text{ mm.}$

Transmisión por correa. Cálculo general



RELACION SIMPLE

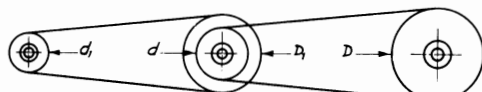
r. p. m. = Revoluciones por minuto.
 $N = N.^{\circ}$ de r. p. m. de la polea mayor.
 $n = N.^{\circ}$ de r. p. m. de la polea menor.
 $D =$ Diámetro de la polea mayor.
 $d =$ Diámetro de la polea menor.
 $R =$ Relación.

$$R = \frac{D}{d} = \frac{n}{N} \quad D = \frac{d \times n}{N} \quad d = \frac{D \times N}{n} \quad N = \frac{d \times n}{D} \quad n = \frac{D \times N}{d}$$

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 COMPUESTA



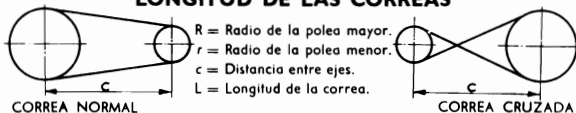
$$D \times D_1 \times N = d \times d_1 \times n, \quad \text{de donde,} \quad \frac{n}{N} = \frac{D \times D_1}{d \times d_1}$$

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

$$L = \pi \times (R + r) + 2 \times c + \frac{(R - r)^2}{c} \quad \text{Aprox.}$$

CORREA CRUZADA

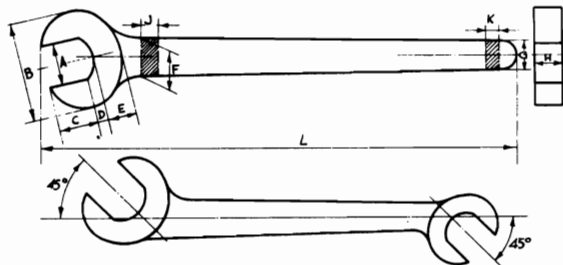
$$L = \pi \times (R + r) + 2 \times c + \frac{(R + r)^2}{c} \quad \text{Aprox.}$$

CAPACIDAD DE TRANSMISION DE UN ARBOL CON RELACION AL NUMERO DE REVOLUCIONES

| Diámetro del árbol 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

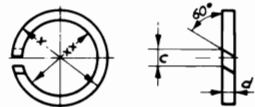
DATOS PARA SU CONSTRUCCION



| Dímetro del tornillo en pulgs. | A mm. | B mm. | C mm. | D mm. | E mm. | F mm. | G mm. | H mm. | J mm. | K mm. | L mm. |
|--------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 1/8" | 13.4 | 25 | 6 | 3 | 6 | 13 | 19 | 6 | 6 | 6 | 140 |
| 3/16" | 15.3 | 30 | 8 | 4 | 8 | 14 | 19 | 8 | 8 | 8 | 152 |
| 1/4" | 18.1 | 35 | 9 | 5 | 10 | 16 | 19 | 10 | 8 | 8 | 173 |
| 5/16" | 20.9 | 40 | 10 | 6 | 11 | 17 | 19 | 11 | 8 | 8 | 203 |
| 3/8" | 23.4 | 44 | 13 | 6 | 13 | 19 | 22 | 13 | 8 | 8 | 228 |
| 7/16" | 25.7 | 49 | 14 | 7 | 14 | 22 | 22 | 14 | 8 | 8 | 254 |
| 1/2" | 28 | 54 | 16 | 8 | 16 | 25 | 22 | 16 | 9 | 9 | 280 |
| 5/8" | 33.1 | 64 | 19 | 10 | 19 | 28 | 25 | 17 | 9 | 9 | 317 |
| 3/4" | 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 1/8" | 47.4 | 94 | 27 | 14 | 27 | 41 | 27 | 24 | 13 | 11 | 457 |
| 1 1/4" | 52.2 | 103 | 29 | 14 | 29 | 45 | 27 | 25 | 14 | 11 | 508 |
| 1 3/8" | 56.5 | 112 | 32 | 16 | 32 | 48 | 28 | 28 | 16 | 11 | 559 |
| 1 1/2" | 61.4 | 122 | 35 | 17 | 35 | 50 | 28 | 32 | 16 | 13 | 610 |
| 1 5/8" | 65.7 | 132 | 38 | 19 | 38 | 57 | 30 | 32 | 17 | 13 | 660 |
| 1 3/4" | 70.25 | 141 | 41 | 21 | 41 | 60 | 30 | 35 | 17 | 13 | 711 |
| 1 7/8" | 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 1/8" | 90.30 | 181 | 51 | 25 | 51 | 76 | 33 | 41 | 22 | 16 | 889 |
| 2 1/4" | 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)
 X X = » » » - B (» » »)

AROS CONCENTRICOS

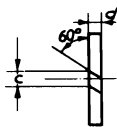
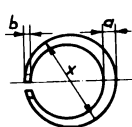
TABLA DE DIMENSIONES NORMALES

| Dímetro del cilindro en mm. | X + A en mm. | X X - 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

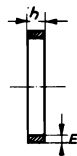
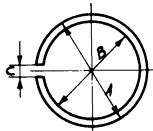
TABLA DE DIMENSIONES NORMALES

| Diámetro del cilindro en mm. | Diámetro del aro antes del corte X en mm. | ESPEORES | | Corte de la junta c en mm. | Ancho del aro d en mm. |
|------------------------------|---|----------------|----------------|----------------------------|------------------------|
| | | Mayor a 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 tornearse en desbaste. EXTERIOR.
 - B = Diámetro para tornearse 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:** $A = T \times D$. $B = A - (E \times 1,25)$. $K = 0,03$.
- $C = \pi \times K \times A$ corte para torneado cerrado.
- $C = \pi \times K \times D$ así quedará terminado. $T = 1,04$. $H = \frac{D}{300}$

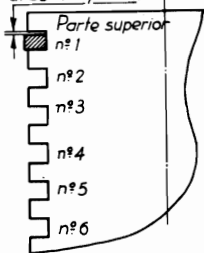
ANCHO de aros Standard S. A. E.

| Diámetro del cilindro mm. | Ancho mm. | ESPEOR 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. | Hueigos |
| | » 3 y 4..... | 0.05 » | |
| | » 5 y 6..... | 0.025 » | |

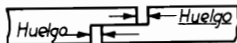
De 400 a 600 mm.

| | | | |
|------|------------------|-----------|---------|
| Aros | Núms. 1 y 2..... | 0.127 mm. | Hueigos |
| | » 3 y 4..... | 0.08 » | |
| | » 5 y 6..... | 0.05 » | |

Los demás aros, ajuste suave.

Huelgo en las juntas de los aros

| | | | |
|-----|------------------|----------|---------|
| 250 | Núms. 1 y 2..... | 1.20 mm. | Hueigos |
| | » 3 y 4..... | 0.96 » | |
| | » 5 y 6..... | 0.71 » | |
| 400 | Núms. 1 y 2..... | 1.77 mm. | Hueigos |
| | » 3 y 4..... | 1.42 » | |
| | » 5 y 6..... | 1.06 » | |
| 500 | Núms. 1 y 2..... | 2.38 mm. | Hueigos |
| | » 3 y 4..... | 1.90 » | |
| | » 5 y 6..... | 1.47 » | |
| 600 | Núms. 1 y 2..... | 2.92 mm. | Hueigos |
| | » 3 y 4..... | 2.38 » | |
| | » 5 y 6..... | 1.82 » | |



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)

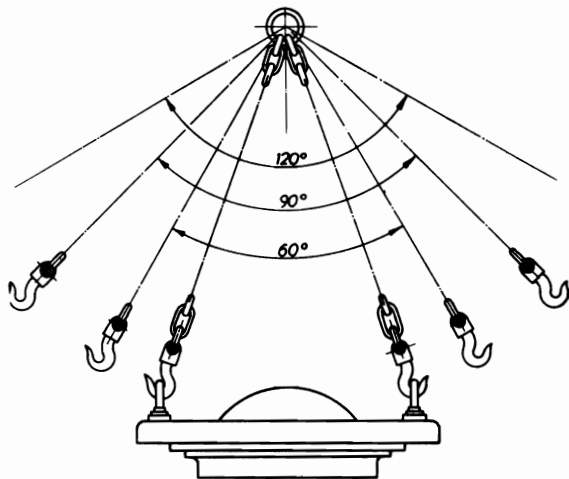
| Grueso del Eslabón mm. | Carga de rotura en kilos | |
|------------------------|--------------------------|--|
| 7 | 1460 | La carga de prueba es = a la mitad de la carga de rotura. |
| 8 | 2000 | |
| 9,5 | 3000 | |
| 11 | 4160 | La carga de seguridad (o esfuerzo de tracción) en servicio es = $\frac{1}{4}$ de la carga de rotura. |
| 13 | 5160 | |
| 16 | 9600 | |
| 19 | 14400 | |
| 22 | 20000 | |
| 24 | 24000 | Se recomienda recocer las cadenas para normalización de su material una o dos veces al año. |
| 27 | 30800 | |
| 30 | 38400 | |
| 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



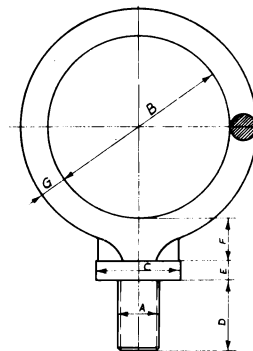
| Diámetro de la cadena | Máxima | Ángulo | | |
|-----------------------|--------|--------|------|------|
| | | 60° | 90° | 120° |
| 6.5 | 900 | 780 | 635 | 450 |
| 8 | 1300 | 1200 | 900 | 650 |
| 9.5 | 1900 | 1600 | 1350 | 960 |
| 11 | 2700 | 2300 | 1900 | 1350 |
| 13 | 3600 | 3100 | 2265 | 1812 |
| 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 ² | Acero de 120 kg. mm ² | | |
| 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



| ROSCA | A mm. | 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 |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-----------------------|----------------------------------|--|
| 3/8 | 51 | 19 | 16 | 5 | 10 | 6 | 8 | 16 | 306 | 524 |
| 1/2 | 54 | 25 | 19 | 6 | 12 | 8 | 12 | 12 | 567 | 771 |
| 5/8 | 57 | 32 | 25 | 8 | 16 | 11 | 11 | 11 | 917 | 1589 |
| 3/4 | 60 | 37 | 28 | 8 | 17 | 12 | 12 | 10 | 1361 | 2043 |
| 7/8 | 63 | 43 | 35 | 10 | 19 | 16 | 9 | 9 | 1915 | 3041 |
| 1" | 70 | 48 | 38 | 12 | 22 | 19 | 8 | 8 | 2501 | 4540 |
| 1 1/8 | 73 | 54 | 41 | 12 | 25 | 20 | 7 | 7 | 3146 | 4767 |
| 1 1/4 | 76 | 60 | 44 | 12 | 28 | 22 | 7 | 7 | 4030 | 5448 |
| 1 3/4 | 79 | 67 | 47 | 14 | 30 | 25 | 6 | 6 | 4765 | 6800 |
| 1 1/2 | 83 | 70 | 50 | 16 | 32 | 27 | 6 | 6 | 5864 | 7708 |
| 1 3/4 | 86 | 76 | 54 | 17 | 35 | 28 | 5 1/2 | 5 1/2 | 6878 | 8853 |
| 1 3/4 | 89 | 83 | 57 | 19 | 38 | 31 | 5 | 5 | 7617 | 9759 |
| 1 7/8 | 92 | 89 | 60 | 20 | 41 | 33 | 5 | 5 | 9302 | 11804 |
| 2" | 95 | 95 | 63 | 22 | 45 | 35 | 4 1/2 | 4 1/2 | 10442 | 12993 |

CUERDAS DE CAÑAMO

(Fabricación corriente)

Usadas en polipastos, tornos de obras, bragas o (estrobos) para suspender pesos

| Diámetro de la cuerda mm. | Cáñamo rastrillado | | Cáñamo agramado | |
|------------------------------|------------------------------------|---------------------|------------------------------------|---------------------|
| | Peso de la cuerda por metro lineal | Carga de trabajo en | Peso de la cuerda por metro lineal | Carga de trabajo en |
| | Kgs. | Kgs. | Kgs. | 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 nueva, en cuerdas muy usadas reducir a la mitad la carga de trabajo.

**NORMAS
INTERNACIONAL
I. S. A.
PARA AJUSTES**



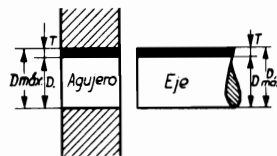
El operario moderno **NO** debe ajustar si no es utilizando un procedimiento científico con ello logrará: seguridad de un ajuste perfecto, economía de tiempo y, por tanto, aumento en la producción, competencia y prestigio profesional; el resultado será:

PRODUCCION 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 antieconómico en las pequeñas.

EJEMPLOS GRAFICOS RELATIVOS AL SISTEMA DE AJUSTE «ISA» Y OTROS



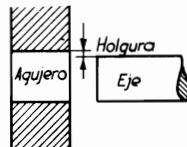
Tolerancia

Es la inexactitud admisible de fabricación, y la diferencia entre el valor máximo y mínimo concedido para una determinada dimensión.

T = Tolerancia.

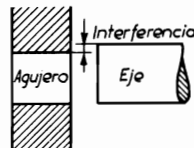
D. MAX. = Diámetro máximo.

D = Diámetro mínimo.



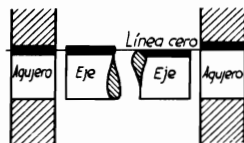
Holgura

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 bilateral.

Tolerancia unilateral.

Tolerancia Unilateral

Cuando la total tolerancia referida al diámetro básico es en una sola dirección de la línea cero.

EJEMPLO

Diámetro = $100 - 0,050$ ó $100 + 0,050$

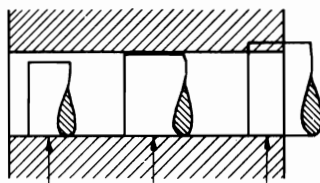
Tolerancia Bilateral

Cuando es dividida en partes más o menos de la línea cero.

Ejemplo: $100 + 0,0025$
 $- 0,0025$ ó $100 \pm 0,0025$

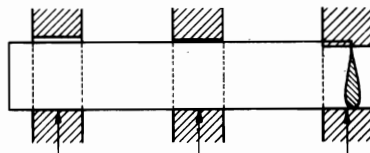
AJUSTES AGUJERO UNICO Y EJE UNICO

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.

$$u = 0.45 \sqrt[3]{D} + 0.001 D \quad (D \text{ en mm.})$$

u 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 | 0.048 | 0.075 | 0.120 | 0.180 | 0.300 | 0.480 | 0.750 |
| » 6 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 | 0.200 | 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 | 0.140 | 0.230 | 0.360 | 0.570 | 0.890 | 1.400 | 2.300 | 3.600 |
| » 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 |
| | EJE | | | AGUJERO | | | AGUJERO | | | | | | | | | |
| | Para trabajos de calibres. | | | Para trabajos de piezas destinadas a ser acopladas entre ellas. | | | Para trabajos ordinarios en piezas aisladas, tales como la- minado, estrado, prensado, etcétera. | | | | | | | | | |

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, H 7 y diámetro 200 mm. es = + 0.046 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.

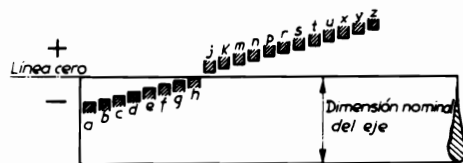
EJEMPLO

H 7 - j 6

— 528 —

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 línea cero (**EJE UNICO**) o línea límite.

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

— 529 —

ELECCION DE AJUSTES «ISA»

AGUJERO H 6 AJUSTE DE PRECISION

| | |
|---|-------------------------|
| Para los ejes corresponden 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 corresponden 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 corresponden 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 corresponden 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 corresponden 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 corresponden 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. |
| | |

EJE h 8 y h 9 AJUSTE CORRIENTE

| | |
|---|-------------------------------|
| Para los agujeros corresponden 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 corresponden esta serie de ajustes..... | Ajuste basto según |
| | H 11, D 11, C 11, B 11, A 11. (Véanse ejemplos de aplicación) |

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 Dinamos 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 centrifugas, 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 cardan.

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 PRECISION 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 dínamos, 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 centrifugas 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 locas, 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 gorriones 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)

Aparte 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 medias 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 | $l = 0,00025 \times D$ |
| | | Grupo 2.º | $l = 0,0005 \times D$ |
| | | Grupo 3.º | $l = 0,001 \times D$ |

l = 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  | EJES NO PASA  PASA | | | | | |
|-------------------------------|--|---|---------------------|---------------------|---------------------|-------------------|---------------------|
| | | n 5 | m 5 | k 5 | j 5 | h 5 | g 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* | — 0,005 0,011* |
| 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* | — 0,006 — 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* | — 0,007 — 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* | — 0,009 — 0,020* |
| 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* | — 0,010 — 0,023* |
| Más de 65 a 80 | + 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* |
| Más de 80 a 100 | | | | | | | |
| 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* |
| 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* |
| 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* |
| 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  | EJES NO PASA  | | | | | PASA |
|-------------------------------|---|--|---|---------------------|---------------------|---------------------|------|
| | | 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 + 0,024* | + 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* + 0,078 + 0,059* | + 0,060 + 0,041* + 0,062 + 0,043* | + 0,039 + 0,020* | + 0,030 + 0,011* | + 0,021 + 0,002* | |
| Más de 65 a 80 | | | | | | | |
| Más de 80 a 100 | + 0,035* 0,000 | + 0,093 + 0,071* + 0,101 + 0,079* | + 0,073 + 0,051* + 0,076 + 0,054* | + 0,045 + 0,023* | + 0,035 + 0,013* | + 0,025 + 0,003* | |
| Más de 100 a 120 | | | | | | | |
| Más de 120 a 140 | + 0,040* 0,000 | + 0,117 + 0,092* + 0,125 + 0,090* + 0,100* + 0,133 + 0,108* | + 0,088 + 0,063* + 0,090 + 0,065* + 0,093 + 0,068* | + 0,052 + 0,027* | + 0,040 + 0,015* | + 0,028 + 0,003* | |
| Más de 140 a 160 | | | | | | | |
| Más de 160 a 180 | | | | | | | |
| Más de 180 a 200 | + 0,046* 0,000 | + 0,151 + 0,122* + 0,159 + 0,130* + 0,169 + 0,140* | + 0,106 + 0,077* + 0,109 + 0,080* + 0,113 + 0,084* | + 0,060 + 0,031* | + 0,046 + 0,017* | + 0,033 + 0,004* | |
| Más de 200 a 225 | | | | | | | |
| Más de 225 a 250 | | | | | | | |
| Más de 250 a 280 | + 0,052* 0,000 | + 0,190 + 0,158* + 0,202 + 0,170* | + 0,126 + 0,094* + 0,130 + 0,098* | + 0,066 + 0,034* | + 0,052 + 0,020* | + 0,036 + 0,004* | |
| 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  | EJES NO PASA  | | | | | | PASA |
|-------------------------------|--|--|-------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|------|
| | | 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 | 0,000 - 0,007* | - 0,003 - 0,010* | - 0,007 - 0,016* | - 0,014 - 0,028* | - 0,020 - 0,045* | |
| 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* | |
| Más de 6 a 10 | + 0,015* 0,000 | + 0,007 - 0,002 | 0,000 - 0,009* | - 0,005 - 0,014* | - 0,013 - 0,028* | - 0,025 - 0,047* | 0,040 - 0,076* | |
| Más de 10 a 18 | + 0,018* 0,000 | + 0,008 - 0,003 | 0,000 - 0,011* | - 0,006 - 0,017* | - 0,016 - 0,034* | - 0,032 - 0,059* | - 0,050 - 0,093* | |
| Más de 18 a 30 | + 0,021* 0,000 | + 0,009 - 0,004* | 0,000 - 0,013* | - 0,007 - 0,020* | - 0,020 - 0,041* | - 0,040 - 0,073* | - 0,065 - 0,117* | |
| Más de 30 a 40 | + 0,025* 0,000 | + 0,015 + 0,011 | 0,000 - 0,016* | - 0,009 - 0,025* | - 0,025 - 0,050* | - 0,050 - 0,089* | - 0,080 - 0,142* | |
| Más de 40 a 50 | | | | | | | | |
| Más de 50 a 65 | + 0,030* 0,000 | + 0,012 - 0,007* | 0,000 - 0,019* | - 0,010 - 0,029* | - 0,030 - 0,060* | - 0,060 - 0,106* | - 0,100 - 0,174* | |
| Más de 65 a 80 | | | | | | | | |
| Más de 80 a 100 | + 0,035* 0,000 | + 0,013 - 0,009* | 0,000 - 0,022* | - 0,012 - 0,034* | - 0,037 - 0,071* | - 0,072 - 0,126* | - 0,120 - 0,207* | |
| Más de 100 a 120 | | | | | | | | |
| Más de 120 a 140 | + 0,040* 0,000 | + 0,014 - 0,011* | 0,000 - 0,025* | - 0,014 - 0,039* | - 0,043 - 0,083* | - 0,085 - 0,148* | - 0,145 - 0,245* | |
| Más de 140 a 160 | | | | | | | | |
| Más de 160 a 180 | | | | | | | | |
| Más de 180 a 200 | + 0,046* 0,000 | + 0,016 - 0,013* | 0,000 - 0,029* | - 0,015 - 0,044* | - 0,050 - 0,096* | - 0,100 - 0,172* | - 0,170 - 0,285* | |
| Más de 200 a 225 | | | | | | | | |
| Más de 225 a 250 | | | | | | | | |
| Más de 250 a 280 | + 0,052* 0,000 | + 0,016 - 0,016* | 0,000 - 0,032* | - 0,017 - 0,049* | - 0,056 - 0,108* | - 0,110 - 0,191* | - 0,190 - 0,320* | |
| 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 8  No pasa - Pasa | EJES NO PASA  PASA | | | | |
|-------------------------------|---|---|------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| | | h 8 | h 9 | f 8 | e 9 | d 10 |
| 1 a 3 | + 0.014* 0.000 | 0.000 -0.014* | 0.000 -0.025* | -0.007 -0.021* | -0.014 -0.039* | -0.020 -0.060* |
| Más de 3 a 6 | + 0.018* 0.000 | 0.000 -0.018* | 0.000 -0.030* | -0.010 -0.028* | -0.020 -0.050* | -0.030 -0.078* |
| Más de 6 a 10 | + 0.022* 0.000 | 0.000 -0.022* | 0.000 -0.036* | -0.013 -0.035* | -0.025 -0.061* | -0.040 -0.098* |
| Más de 10 a 18 | + 0.027* 0.000 | 0.000 -0.027* | 0.000 -0.043* | -0.016 -0.043* | -0.032 -0.075* | -0.050 -0.120* |
| Más de 18 a 30 | + 0.033* 0.000 | 0.000 -0.033* | 0.000 -0.052* | -0.020 -0.053* | -0.040 -0.092* | -0.065 -0.149* |
| Más de 30 a 40 | + 0.039* 0.000 | 0.000 -0.039* | 0.000 -0.062* | -0.025 -0.064* | -0.050 -0.112* | -0.080 -0.180* |
| Más de 40 a 50 | + 0.046* 0.000 | 0.000 -0.046* | 0.000 -0.074* | -0.030 -0.076* | -0.060 -0.134* | -0.100 -0.220* |
| Más de 50 a 65 | + 0.054* 0.000 | 0.000 -0.054* | 0.000 -0.087* | -0.036 -0.090* | -0.072 -0.159* | -0.120 -0.260* |
| Más de 65 a 80 | + 0.063* 0.000 | 0.000 -0.063* | 0.000 -0.100* | -0.043 -0.106* | -0.085 -0.185* | -0.145 -0.305 |
| Más de 80 a 100 | + 0.072* 0.000 | 0.000 -0.072* | 0.000 -0.115* | -0.050 -0.122* | -0.100 -0.215* | -0.170 -0.355 |
| Más de 100 a 120 | + 0.081* 0.000 | 0.000 -0.081* | 0.000 -0.130* | -0.056 -0.137* | -0.110 -0.240* | -0.190 -0.400 |
| Más de 120 a 140 | | | | | | |
| Más de 140 a 160 | | | | | | |
| Más de 160 a 180 | | | | | | |
| Más de 180 a 200 | | | | | | |
| Más de 200 a 225 | | | | | | |
| Más de 225 a 250 | | | | | | |
| Más de 250 a 280 | | | | | | |
| 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 11  No pasa - Pasa | EJES NO PASA  PASA | | | | |
|-------------------------------|---|---|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| | | h 11 | d 11 | e 11 | b 11 | a 11 |
| 1 a 3 | + 0.060* 0.000 | 0.000 -0.060* | -0.020 -0.080* | -0.060 -0.120* | -0.140 -0.200* | -0.270 -0.330* |
| Más de 3 a 6 | + 0.075* 0.000 | 0.000 -0.075* | -0.030 -0.105* | -0.070 -0.145* | -0.140 -0.215* | -0.270 -0.345* |
| Más de 6 a 10 | + 0.090* 0.000 | 0.000 -0.090* | -0.040 -0.130* | -0.080 -0.170* | -0.150 -0.240* | -0.280 -0.370* |
| Más de 10 a 18 | + 0.110* 0.000 | 0.000 0.110* | -0.050 0.160* | -0.095 0.205* | -0.150 0.260* | -0.290 0.400* |
| Más de 18 a 30 | + 0.130* 0.000 | 0.000 -0.130* | -0.065 -0.195* | -0.110 -0.240* | -0.160 -0.290* | -0.300 -0.430* |
| Más de 30 a 40 | + 0.160* 0.000 | 0.000 -0.160* | -0.080 -0.240* | -0.120 -0.130 | -0.170 -0.180 | -0.310 -0.320 |
| Más de 40 a 50 | | | | -0.290* | -0.340* | -0.480* |
| Más de 50 a 65 | + 0.190* 0.000 | 0.000 -0.190* | -0.100 -0.290* | -0.140 -0.340* | -0.190 0.390* | -0.340 0.550* |
| Más de 65 a 80 | | | | -0.330* | -0.200 | -0.530* |
| Más de 80 a 100 | + 0.220* 0.000 | 0.000 -0.220* | -0.120 -0.340* | -0.170 -0.400* | -0.220 -0.460* | -0.380 -0.630* |
| Más de 100 a 120 | | | | -0.390* | -0.440* | -0.600* |
| Más de 120 a 140 | + 0.250* 0.000 | 0.000 -0.250* | -0.145 -0.395* | -0.200 -0.480* | -0.260 -0.560* | -0.460 -0.830* |
| Más de 140 a 160 | | | | -0.450* | -0.510* | -0.710* |
| Más de 160 a 180 | | | | -0.210 | -0.280 | -0.520 |
| Más de 180 a 200 | + 0.290* 0.000 | 0.000 -0.290* | -0.170 -0.460* | -0.210 -0.550* | -0.280 -0.670* | -0.440 -1.030* |
| Más de 200 a 225 | | | | -0.460* | -0.530* | -0.770* |
| Más de 225 a 250 | | | | -0.230 | -0.310 | -0.580 |
| Más de 250 a 280 | | | | -0.480* | -0.560* | -0.830* |
| Más de 280 a 315 | | | | -0.240 | -0.340 | -0.660 |
| Más de 315 a 350 | | | | -0.530* | -0.630* | -0.950* |
| Más de 350 a 390 | | | | -0.260 | -0.380 | -0.740 |
| Más de 390 a 430 | | | | -0.550* | -0.670* | -1.030* |
| Más de 430 a 470 | | | | -0.280 | -0.420 | -0.820 |
| Más de 470 a 510 | | | | -0.570* | -0.710* | -1.110* |
| Más de 510 a 550 | | | | -0.300 | -0.480 | -0.920 |
| Más de 550 a 590 | | | | -0.620* | -0.800* | -1.240* |
| Más de 590 a 630 | | | | -0.330 | -0.540 | -1.050 |
| Más de 630 a 670 | | | | -0.650* | -0.860* | -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 | | | | | |
|----------------------------|---|-------------------|---|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| |  | | N 6 | M 6 | K 6 | J 6 | H 6 | G 6 |
| | No pasa - Pasa | | | | | | | |
| 1 a 3 | 0,000 -0,005* | -0,004* -0,011 | 0,000* | | | +0,003* -0,004 | +0,007* 0,000 | +0,010* +0,003 |
| Más de 3 a 6 | 0,000 -0,005* | -0,005* -0,013 | -0,001* | | | +0,004* -0,004 | +0,008* 0,000 | +0,012* +0,004 |
| Más de 6 a 10 | 0,000 0,006* | -0,007* -0,016 | -0,003* -0,012 | +0,002* -0,007 | +0,005* -0,004 | +0,009* 0,000 | +0,014* +0,005 | |
| Más de 10 a 18 | 0,000 -0,008* | -0,009* -0,020 | -0,004* -0,015 | +0,002* -0,009 | +0,006* -0,005 | +0,011* 0,000 | +0,017* +0,006 | |
| Más de 18 a 30 | 0,000 -0,009* | -0,011* -0,024 | -0,004* -0,017 | +0,002* -0,011 | +0,008* -0,005 | +0,013* 0,000 | +0,020* +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 | | | | | | | | |
| Más de 180 a 200 | 0,000 | -0,022* | -0,008* -0,005* | +0,022* | +0,029* | +0,04* | | |
| Más de 200 a 225 | -0,020* | -0,051 | -0,037 | -0,024 | -0,007 | 0,000 | +0,015 | |
| Más de 225 a 250 | | | | | | | | |
| 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 -0,007* | -0,013* -0,022 | -0,010* -0,019 | -0,004* -0,013 | 0,000* -0,009 | | +0,003* -0,006 |
| Más de 3 a 6 | 0,000 -0,008* | -0,015* -0,027 | -0,011* -0,023 | -0,004* -0,016 | 0,000* -0,012 | | +0,005* -0,007 |
| Más de 6 a 10 | 0,000 -0,009* | -0,017* -0,032 | -0,013* -0,028 | -0,004* -0,019 | 0,000* -0,015 | +0,005* -0,010 | +0,008* -0,007 |
| Más de 10 a 18 | 0,000 -0,011* | -0,021* -0,039 | -0,016* -0,034 | -0,005* -0,023 | 0,000* -0,018 | +0,006* -0,012 | +0,010* -0,008 |
| Más de 18 a 30 | 0,000 -0,013* | -0,027* -0,048 | -0,020* -0,041 | -0,007* -0,028 | 0,000* -0,021 | +0,006* -0,015 | +0,012* -0,009 |
| Más de 30 a 40 | 0,000 | -0,034* -0,059 | -0,025* -0,050 | -0,008* -0,033 | -0,000* -0,025 | +0,007* -0,018 | +0,014* -0,011 |
| Más de 40 a 50 | -0,016* | -0,059 | -0,050 | -0,033 | -0,025 | -0,018 | -0,011 |
| Más de 50 a 65 | 0,000 | 0,042* 0,072 | 0,030* 0,060 | -0,009* -0,000* | -0,000* +0,009* | +0,018* | |
| Más de 65 a 80 | -0,019* | 0,048* 0,078 | 0,032* 0,062 | -0,039 | -0,030 | -0,021 | -0,012 |
| Más de 80 a 100 | 0,000 | 0,058* 0,093 | 0,038* 0,073 | -0,010* -0,000* | -0,000* +0,010* | +0,022* | |
| Más de 100 a 120 | -0,022* | 0,066* 0,101 | 0,041* 0,076 | -0,045 | -0,035 | -0,025 | -0,013 |
| Más de 120 a 140 | 0,000 | 0,077* 0,117 | 0,048* 0,088 | -0,012* 0,000* | +0,012* +0,012* | +0,026* | |
| Más de 140 a 160 | | 0,085* 0,125 | 0,050* 0,090 | | | | |
| Más de 160 a 180 | -0,025* | 0,093* 0,133 | 0,053* 0,093 | -0,052 | -0,040 | -0,028 | -0,014 |
| Más de 180 a 200 | 0,000 | 0,105* 0,151 | 0,060* 0,106 | -0,014* 0,000* | +0,013* +0,030* | | |
| Más de 200 a 225 | | 0,113* 0,159 | 0,063* 0,109 | | | | |
| Más de 225 a 250 | -0,029* | 0,123* 0,169 | 0,067* 0,113 | -0,060 | -0,046 | -0,033 | -0,016 |
| Más de 250 a 280 | 0,000 | 0,138* 0,190 | 0,074* 0,126 | -0,014* 0,000* | +0,016* +0,036* | | |
| Más de 280 a 315 | -0,032* | 0,150* 0,202 | 0,078* 0,130 | -0,066 | -0,052 | -0,036 | -0,016 |

Ajustes Internacional I.S.A.

EJE UNICO DIFERENCIAS NOMINALES



* CIFRAS MARCADAS CON ASTERISCO NO PASA

| DIAMETROS NOMINALES mm | EJE h 6  No pasa - Pasa | 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 | +0,025* | +0,034* | +0,050* | +0,089* | +0,142* |
| Más de 40 a 50 | -0,016* | 0,000 | +0,009 | +0,025 | +0,050 | +0,080 |
| Más de 50 a 65 | 0,000 | +0,030* | +0,040* | +0,060* | +0,106* | +0,174* |
| Más de 65 a 80 | -0,019* | 0,000 | +0,010 | +0,030 | +0,060 | +0,100 |
| Más de 80 a 100 | 0,000 | +0,035* | +0,047* | +0,071* | +0,126* | +0,207* |
| Más de 100 a 120 | -0,022* | 0,000 | +0,012 | +0,036 | +0,072 | +0,120 |
| Más de 120 a 140 | 0,000 | +0,040* | +0,054* | +0,083* | +0,148* | +0,245* |
| Más de 140 a 160 | -0,025* | 0,000 | +0,014 | +0,043 | +0,085 | +0,145 |
| Más de 160 a 180 | | | | | | |
| Más de 180 a 200 | 0,000 | +0,046* | +0,061* | +0,096* | +0,172* | +0,285* |
| Más de 200 a 225 | -0,029* | 0,000 | +0,015 | +0,050 | +0,100 | +0,170 |
| Más de 225 a 250 | | | | | | |
| Más de 250 a 280 | 0,000 | +0,052* | +0,069* | +0,108* | +0,191* | +0,320* |
| Más de 280 a 315 | -0,032* | 0,000 | +0,017 | +0,056 | +0,110 | +0,190 |

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 | D 10 |
| 1 a 3 | 0,000 -0,014* | 0,000 -0,025* | +0,014* 0,000 | +0,021* +0,007 | +0,039* +0,014 | +0,060* +0,020 |
| Más de 3 a 6 | 0,000 -0,018* | 0,000 -0,030* | +0,018* 0,000 | +0,028* +0,010 | +0,050* +0,020 | +0,078* +0,030 |
| Más de 6 a 10 | 0,000 -0,022* | 0,000 -0,036 | +0,022* 0,000 | +0,035* +0,013 | +0,061* +0,025 | +0,098* +0,040 |
| Más de 10 a 18 | 0,000 -0,027* | 0,000 -0,043* | +0,027* 0,000 | +0,043* +0,016 | +0,075* +0,032 | +0,120* +0,050 |
| Más de 18 a 30 | 0,000 -0,033* | 0,000 -0,052* | +0,033* 0,000 | +0,053* +0,020 | +0,092* +0,040 | +0,149* +0,065 |
| Más de 30 a 40 | 0,000 | 0,000 | +0,039* | +0,064* | +0,112* | +0,180* |
| Más de 40 a 50 | -0,039* | -0,062* | 0,000 | +0,025 | +0,050 | +0,080 |
| Más de 50 a 65 | 0,000 | 0,000 | +0,046* | +0,076* | +0,134* | +0,220* |
| Más de 65 a 80 | -0,046* | -0,074* | +0,000 | +0,030 | +0,060 | +0,100 |
| Más de 80 a 100 | 0,000 | 0,000 | +0,054* | +0,090* | +0,159* | +0,260* |
| Más de 100 a 120 | -0,054* | -0,087* | 0,000 | +0,036 | +0,072 | +0,120 |
| Más de 120 a 140 | 0,000 | 0,000 | +0,063* | +0,106* | +0,185* | +0,305* |
| Más de 140 a 160 | -0,063* | -0,100* | 0,000 | +0,043 | +0,085 | +0,145 |
| Más de 160 a 180 | | | | | | |
| Más de 180 a 200 | 0,000 | 0,000 | +0,072* | +0,122* | +0,215* | +0,355* |
| Más de 200 a 225 | -0,072* | -0,115* | 0,000 | +0,050 | +0,100 | +0,170 |
| Más de 225 a 250 | | | | | | |
| Más de 250 a 280 | 0,000 | 0,000 | +0,081* | +0,137* | +0,240* | +0,400* |
| Más de 280 a 315 | -0,081* | -0,130* | +0,000 | +0,056 | +0,110 | +0,190 |

Ajustes Internacional I.S.A.

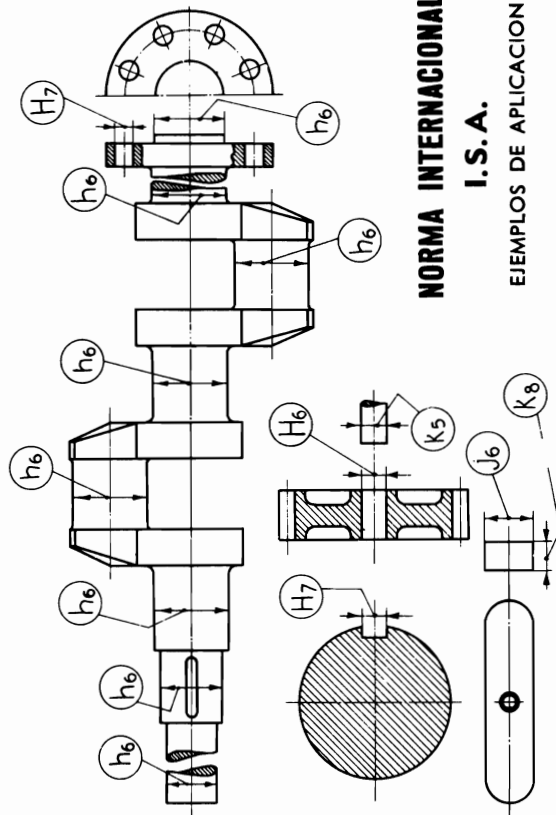
EJE UNICO

DIFERENCIAS NOMINALES

* CIFRAS MARCADAS CON ASTERISCO NO PASA

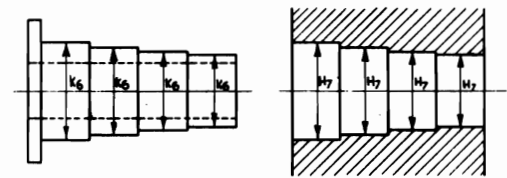
| DIAMETROS NOMINALES mm. | EJE h 11 | | AGUJEROS PASA <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> NO PASA | | | | |
|-------------------------------|---|---|--|-------------------|-------------------|-------------------|------|
| |  |  | H 11 | D 11 | C 11 | B 11 | A 11 |
| | No PASA - PASA | | | | | | |
| 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* | +0,240* | +0,280* +0,120 | +0,330* +0,170 | +0,470* +0,310 | |
| Más de 40 a 50 | -0,160* | 0,000 | +0,080 | +0,290* +0,130 | +0,340* +0,180 | +0,480* +0,320 | |
| Más de 50 a 65 | 0,000 | +0,190* | +0,290* | +0,330* +0,140 | +0,380* +0,190 | +0,530* +0,340 | |
| Más de 65 a 80 | -0,190* | 0,000 | +0,100 | +0,340* +0,150 | +0,390* +0,200 | +0,550* +0,360 | |
| Más de 80 a 100 | 0,000 | +0,220* | +0,340* | +0,390* +0,170 | +0,440* +0,220 | +0,600* +0,380 | |
| Más de 100 a 120 | 0,220* | 0,000 | 0,120 | +0,400* 0,180 | +0,460* 0,240 | +0,630* 0,410 | |
| Más de 120 a 140 | 0,000 | +0,250* | +0,395* | +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 | -0,250* | 0,000 | +0,145 | +0,480* +0,230 | +0,560* +0,310 | +0,830* +0,580 | |
| Más de 180 a 200 | 0,000 | +0,290* | +0,460* | +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 | -0,290* | 0,000 | +0,170 | +0,570* +0,280 | +0,710* +0,420 | +1,110* +0,820 | |
| Más de 250 a 280 | 0,000 | +0,320* | +0,510* | +0,620* +0,300 | +0,800* +0,480 | +1,240* +0,920 | |
| Más de 280 a 315 | -0,320* | 0,000 | +0,190 | +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

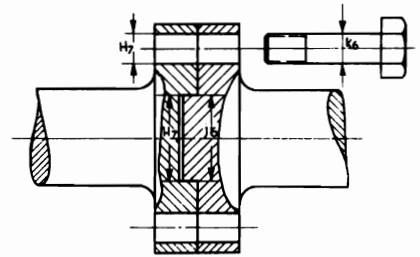


AJUSTE DE ADHERENCIA (FINO) I.S.A.

| AJUSTE | Diámetros Nominales en milímetros con sus Tolerancias | | | | | | | | |
|------------------------------|---|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| | Más de 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 0.000 | + 0.040 0.000 | + 0.046 0.000 | + 0.052 0.000 | + 0.057 0.000 | + 0.057 0.000 | + 0.063 0.000 | + 0.063 0.000 | + 0.063 0.000 |
| CASQUILLO o BOCINA k 6 | + 0.025 + 0.003 | + 0.028 + 0.003 | + 0.033 + 0.004 | + 0.036 + 0.004 | + 0.040 + 0.004 | + 0.040 + 0.004 | + 0.045 + 0.005 | + 0.045 + 0.005 | + 0.045 + 0.005 |

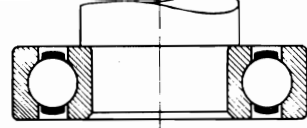
El agujero de cada dimensión tiene esta tolerancia no debe pasar.
Observe en las tolerancias con la mayor atención.

ACOPLAMIENTOS DE LA LINEA DE EJES PROPULSORES DE BUQUES



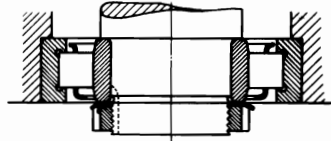
TOLERANCIAS ADECUADAS EN APLICACIONES DE RODAMIENTOS RADIALES DE BOLAS Y DE RODILLOS PARA EJES

| Diámetro del eje | | Pequeñas cargas | | Cargas normales | | Cargas muy fuertes. En general cuando el rodamiento recibe choques. (Por ejemplo, cajas de grata para F. C.) | | | |
|--|-------|---|-------------|-----------------|-------------|--|-------------|----|--|
| | | El rodamiento quede montarse sobre el eje, sin calentarlo previamente | | | | | | | |
| | | Medidas en mm. | | | | | | | |
| mayor de | hasta | límite sup. | límite inf. | límite sup. | límite inf. | límite sup. | límite inf. | | |
| 3 | 6 | +0.004 | -0.001 | — | — | — | — | | |
| 6 | 10 | +0.004 | -0.002 | — | — | — | — | | |
| 10 | 18 | +0.005 | -0.003 | — | — | — | — | | |
| 18 | 30 | — | — | +0.002 | +0.002 | — | — | | |
| 30 | 50 | — | — | +0.011 | +0.009 | — | — | | |
| 50 | 80 | — | — | +0.015 | +0.011 | +0.020 | +0.033 | | |
| 80 | 120 | — | — | +0.018 | +0.013 | +0.024 | +0.023 | | |
| 120 | 180 | — | — | +0.021 | +0.013 | +0.028 | +0.045 | | |
| 180 | 250 | — | — | — | — | +0.031 | +0.051 | | |
| 250 | 315 | — | — | — | — | +0.037 | +0.057 | | |
| 315 | 400 | — | — | — | — | +0.043 | +0.057 | | |
| | | — | — | — | — | +0.046 | +0.062 | | |
| Símbolo según el sistema internacional de tolerancias I.S.A. | | j5 | | k5 | | m5 | | n5 | |



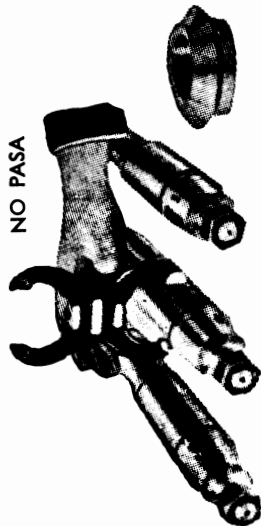
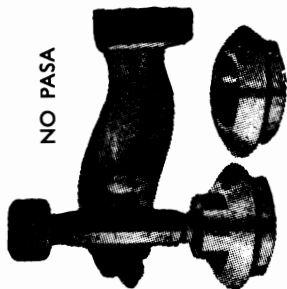
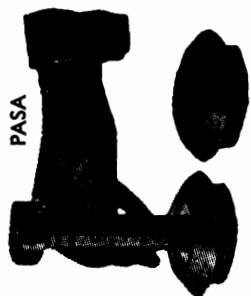
TOLERANCIAS ADECUADAS EN APLICACIONES DE RODAMIENTOS RADIALES DE BOLAS Y DE RODILLOS PARA ALOJAMIENTOS

| Diámetro interior del soporte | | Para transmisiones y otros casos en que los ejes giren a velocidades pequeñas (en general soportes en docimidas) | | En las aplicaciones más corrientes (equilibrado perfecto) | |
|--|-------|--|-----------------|---|-----------------|
| | | Medidas en mm. | | | |
| mayor de | hasta | límite inferior | límite superior | límite inferior | límite superior |
| 10 | 18 | — | — | 0 | +0.018 |
| 18 | 30 | — | — | 0 | +0.021 |
| 30 | 50 | 0 | -0.039 | 0 | +0.025 |
| 50 | 80 | 0 | -0.046 | 0 | +0.006 |
| 80 | 120 | 0 | +0.054 | 0 | +0.010 |
| 120 | 180 | 0 | +0.063 | 0 | +0.015 |
| 180 | 250 | 0 | +0.072 | 0 | +0.040 |
| 250 | 315 | 0 | +0.081 | 0 | +0.046 |
| 315 | 400 | 0 | +0.089 | 0 | +0.052 |
| 400 | 500 | 0 | +0.097 | 0 | +0.063 |
| Símbolo según el sistema internacional de tolerancias I.S.A. | | H8 | | H7 | |
| | | | | 16 | |

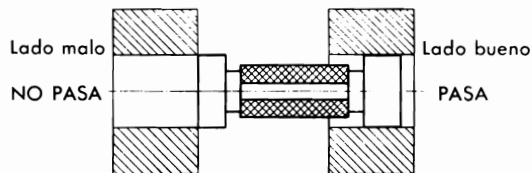


Los datos indicados en estas tablas son válidos para aplicaciones normales en las que se aprovecha toda la capacidad de carga del rodamiento y que es el eje el que gira. En los datos indicados para los ejes se sobreentiende que los rodamientos no son montados sobre manguito de sujeción o de desmontaje, es decir, que van montados directamente sobre el eje.

EJEMPLOS DE CALIBRADO

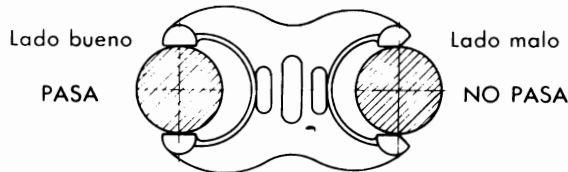


Aclaraciones SOBRE EJEMPLOS DE CALIBRADO



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 + 0.002 | 2 - 0.5 |
| 2 + 0.055 | 2 - 0.004 | 2 - 0.4 |
| 2 + 0.06 | 2 - 0.018 | 2 - 0.3 |
| 2 + 0.065 | 2 - 0.035 | 2 - 0.25 |
| 2 + 0.07 | 2 - 0.052 | 2 - 0.22 |
| 2 + 0.08 | 2 - 0.03 | 2 - 0.2 |
| 2 + 0.09 | 2 - 0.028 | 2 - 0.19 |
| 2 + 0.1 | 2 - 0.035 | 2 - 0.18 |
| 2 + 0.11 | 2 - 0.022 | 2 - 0.17 |
| 2 + 0.12 | 2 - 0.02 | 2 - 0.16 |
| 2 + 0.13 | 2 - 0.018 | 2 - 0.15 |
| 2 + 0.14 | 2 - 0.015 | 2 - 0.14 |
| 2 + 0.15 | 2 - 0.018 | 2 - 0.13 |
| 2 + 0.16 | 2 - 0.02 | 2 - 0.12 |
| 2 + 0.17 | 2 - 0.022 | 2 - 0.11 |
| 2 + 0.18 | 2 - 0.025 | 2 - 0.10 |
| 2 + 0.19 | 2 - 0.028 | 2 - 0.09 |
| 2 + 0.2 | 2 - 0.03 | 2 - 0.08 |
| 2 + 0.22 | 2 - 0.035 | 2 - 0.07 |
| 2 + 0.23 | 2 - 0.035 | 2 - 0.065 |
| 2 + 0.3 | 2 - 0.04 | 2 - 0.06 |
| 2 + 0.4 | 2 - 0.04 | 2 - 0.055 |
| 2 + 0.5 | 2 - 0.045 | 2 - 0.05 |

1

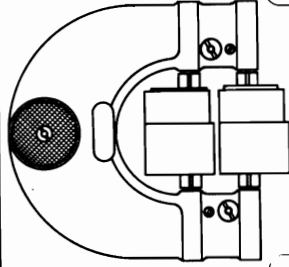
| |
|-----------|
| 1 + 0.001 |
| 1 - 0.002 |
| 1 + 0.003 |
| 1 + 0.004 |
| 1 + 0.005 |
| 1 + 0.006 |
| 1 + 0.007 |
| 1 + 0.008 |
| 1 + 0.009 |

ESCANTILLONES PARA LÍMITES DE TOLERANCIAS

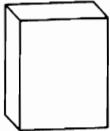
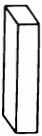

Con esta serie, unida
a la serie general de
escantillones normales,
se puede componer
cualquier dimensión

2

| |
|-----------|
| 2 - 0.001 |
| 2 - 0.002 |
| 2 - 0.003 |
| 2 - 0.004 |
| 2 - 0.005 |
| 2 - 0.006 |
| 2 - 0.007 |
| 2 - 0.008 |
| 2 - 0.009 |



| | | | | |
|------|------|------|------|-------|
| 23.5 | 16 | 3.5 | 1.26 | 0.5 |
| 24 | 16.5 | 4 | 1.27 | 1 |
| 24.5 | 17 | 4.5 | 1.28 | 1.005 |
| 25 | 17.5 | 5 | 1.29 | 1.01 |
| 50 | 18 | 5.5 | 1.30 | 1.02 |
| | 18.5 | 6 | 1.31 | 1.03 |
| | 19 | 6.5 | 1.32 | 1.04 |
| | 19.5 | 7 | 1.33 | 1.05 |
| | 20 | 7.5 | 1.34 | 1.06 |
| | 20.5 | 8 | 1.35 | 1.07 |
| | 21 | 8.5 | 1.36 | 1.08 |
| | 21.5 | 9 | 1.37 | 1.09 |
| | 22 | 9.5 | 1.38 | 1.10 |
| | 22.5 | 10 | 1.39 | 1.11 |
| | 23 | 10.5 | 1.40 | 1.12 |
| | | 11 | 1.41 | 1.13 |
| | | 11.5 | 1.42 | 1.14 |
| | | 12 | 1.44 | 1.16 |
| | | 12.5 | 1.45 | 1.17 |
| | | 13 | 1.46 | 1.18 |
| | | 13.5 | 1.47 | 1.19 |
| | | 14 | 1.49 | 1.21 |
| | | 14.5 | 1.50 | 1.22 |
| | | 15 | 1.5 | 1.24 |
| | | 15.5 | 1.5 | 1.25 |

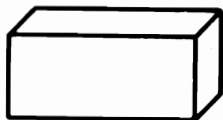




SERIE DE ESCANTILLONES NORMALES MILIMETROS y PULGADAS INGLESAS

Se recomienda
disponer de estas series,
las cuales, unidas a la serie
de tolerancias,
permite componer
cualquier dimensión

| | | | |
|------|------|-------|--------|
| 0.8 | 0.02 | 0.116 | 0.05 |
| 0.85 | 0.03 | 0.117 | 0.1 |
| 0.9 | 0.04 | 0.118 | 0.1005 |
| 0.95 | 0.05 | 0.119 | 0.101 |
| 1 | 0.06 | 0.120 | 0.102 |
| 2 | 0.07 | 0.121 | 0.103 |
| 3 | 0.08 | 0.122 | 0.104 |
| 4 | 0.09 | 0.123 | 0.105 |
| | 0.10 | 0.124 | 0.106 |
| | 0.11 | 0.125 | 0.107 |
| | 0.12 | 0.126 | 0.108 |
| | 0.13 | 0.127 | 0.109 |
| | 0.14 | 0.128 | 0.110 |
| | 0.15 | 0.129 | 0.111 |
| | 0.16 | 0.130 | 0.112 |
| | 0.17 | 0.131 | 0.113 |
| | 0.18 | 0.132 | 0.114 |
| | 0.19 | 0.133 | 0.115 |
| | 0.2 | 0.134 | 0.116 |
| | 0.21 | 0.135 | 0.117 |
| | 0.22 | 0.136 | 0.118 |
| | 0.23 | 0.137 | 0.119 |
| | 0.24 | 0.138 | 0.120 |
| | 0.25 | 0.139 | 0.121 |
| | 0.26 | 0.140 | 0.122 |
| | 0.27 | 0.141 | 0.123 |
| | 0.28 | 0.142 | 0.124 |
| | 0.29 | 0.143 | 0.125 |
| | 0.3 | 0.144 | 0.126 |
| | 0.31 | 0.145 | 0.127 |
| | 0.32 | 0.146 | 0.128 |
| | 0.33 | 0.147 | 0.129 |
| | 0.34 | 0.148 | 0.130 |
| | 0.35 | 0.149 | 0.131 |
| | 0.36 | 0.150 | 0.132 |
| | 0.37 | 0.151 | 0.133 |
| | 0.38 | 0.152 | 0.134 |
| | 0.39 | 0.153 | 0.135 |
| | 0.4 | 0.154 | 0.136 |
| | 0.41 | 0.155 | 0.137 |
| | 0.42 | 0.156 | 0.138 |
| | 0.43 | 0.157 | 0.139 |
| | 0.44 | 0.158 | 0.140 |
| | 0.45 | 0.159 | 0.141 |
| | 0.46 | 0.160 | 0.142 |
| | 0.47 | 0.161 | 0.143 |
| | 0.48 | 0.162 | 0.144 |
| | 0.49 | 0.163 | 0.145 |
| | 0.5 | 0.164 | 0.146 |

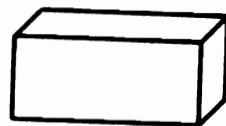
LIMITES DE EXACTITUD DE CALIBRES PLANOS O GALGAS BLOCKS



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 |

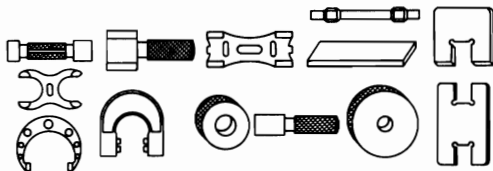
LIMITES DE EXACTITUD DE CALIBRES PLANOS O GALGAS BLOCKS



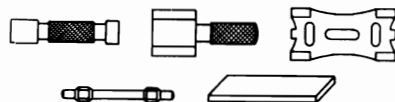
SERIE EN PULGADAS INGLESAS

| Dimensión en Pulgadas | LIMITES DE EXACTITUD EN + 0 - | | | |
|--------------------------|-------------------------------|-------------------------|------------|----------------------|
| | CALIDAD | | | |
| | Alto Laboratorio | Patrón de Referencia | Inspección | Trabajo de Taller |
| De 0" a 0".800 | 0.000018 | 0.000032 | 0.00006 | 0.00008 |
| Más de 0".800 a 1" | 0.00002 | 0.000036 | 0.00006 | 0.00008 |
| » 1" a 1".200 | 0.000022 | 0.00004 | 0.000075 | 0.00011 |
| » 1".200 a 1".600 | 0.000026 | 0.00005 | 0.00009 | 0.00013 |
| » 1".600 a 2" | 0.000035 | 0.00006 | 0.00011 | 0.00016 |
| » 2" a 3" | 0.00005 | 0.00009 | 0.00016 | 0.00024 |
| » 3" a 4" | 0.000065 | 0.00012 | 0.00022 | 0.00032 |
| » 4" a 5" | 0.00008 | 0.00015 | 0.00027 | 0.0004 |
| » 5" a 6" | 0.0001 | 0.00018 | 0.00033 | 0.00048 |
| » 6" a 7" | 0.00011 | 0.00021 | 0.00038 | 0.00056 |
| » 7" a 8" | 0.00013 | 0.00024 | 0.00044 | 0.00064 |
| » 8" a 10" | 0.00016 | 0.0003 | 0.00055 | 0.0008 |
| » 10" a 12" | 0.00019 | 0.00036 | 0.00066 | 0.00096 |
| » 12" a 16" | 0.00026 | 0.00048 | 0.00088 | 0.00128 |
| » 16" a 20" | 0.00032 | 0.0006 | 0.0011 | 0.0016 |

Exactitud que deben reunir los calibres serie interior y exterior, discos de comprobación, etc.



Desgaste admisible para calibres de trabajo empleados en los talleres para medición interior



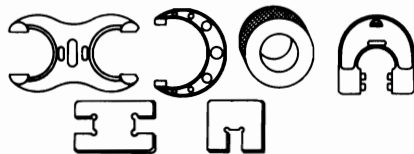
| Dimensiones incluida la mayor | | ERROR PERMITIDO EN SU EXACTITUD EN + 0 - | | | | | |
|-------------------------------|----------|--|----------|------------|----------|-------------------|----------|
| | | CALIDAD | | | | | |
| | | Patrón de Referencia | | Inspección | | Trabajo de Taller | |
| mm. | 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 | 3/8 | 0.0007 | 0.000028 | 0.001 | 0.00004 | 0.002 | 0.00008 |
| 18 | 3/4 | 0.0008 | 0.000032 | 0.0013 | 0.000051 | 0.0025 | 0.0001 |
| 30 | 1 1/16 | 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 3/8 | 0.0015 | 0.00006 | 0.0025 | 0.0001 | 0.0045 | 0.00018 |
| 120 | 4 1/4 | 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 |

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 | 0.010 | 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 PATRON

| 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 | 0º 2' 30" | 6 a 4 | 0.006 | 0º 2' 30" |
| 7 a 10 | 0.0002 | 0º 2' 30" | 3.5 a 2.5 | 0.005 | 0º 2' 30" |
| 11 a 18 | 0.00015 | 0º 5' 00" | 2 a 1.5 | 0.003 | 0º 5' 00" |
| 20 a 28 | 0.0001 | 0º 7' 30" | 1.25 a 1 | 0.0025 | 0º 7' 00" |
| 30 a 40 | 0.0001 | 0º 10' 00" | 0.8 a 0.6 | 0.0025 | 0º 10' 00" |
| 44 a 80 | 0.0001 | 0º 15' 00" | 0.5 a 0.25 | 0.0025 | 0º 15' 00" |

CALIBRES DE INSPECCION

| 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 | 0º 5' | 6 a 4 | 0.0125 | 0º 5' |
| 7 a 10 | 0.0004 | 0º 5' | 3.5 a 2.5 | 0.010 | 0º 5' |
| 11 a 18 | 0.0003 | 0º 10' | 2 a 1.5 | 0.0075 | 0º 10' |
| 20 a 28 | 0.0002 | 0º 15' | 1.25 a 1 | 0.005 | 0º 15' |
| 30 a 40 | 0.0002 | 0º 20' | 0.8 a 0.6 | 0.005 | 0º 20' |
| 44 a 80 | 0.0002 | 0º 30' | 0.5 a 0.25 | 0.005 | 0º 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 | 0º 6' | 6 a 4 | 0.013 | 0º 6' |
| 7 a 10 | 0.00045 | 0º 7' | 3.5 a 2.5 | 0.011 | 0º 7' |
| 11 a 18 | 0.00035 | 0º 12' | 2 a 1.5 | 0.008 | 0º 12' |
| 20 a 28 | 0.00025 | 0º 20' | 1.25 a 1 | 0.006 | 0º 20' |
| 30 a 40 | 0.0002 | 0º 25' | 0.8 a 0.6 | 0.005 | 0º 25' |
| 44 a 80 | 0.0002 | 0º 35' | 0.5 a 0.25 | 0.005 | 0º 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) DIAMETROS EXTERIOR Y MEDIO | | | CALIBRE EXTERIOR (Anillo) DIAMETROS MEDIO Y FONDO | | |
|----------------------------|--|-----------|-------|--|-----------|-------|
| | ERROR PERMITIDO | | | ERROR PERMITIDO | | |
| | + | | - | - | | + |
| | mm. | Pulgadas | | mm. | Pulgadas | |
| 1/8 | + 0.0025 | + 0.0001 | 0.000 | - 0.0025 | - 0.0001 | 0.000 |
| 3/16 | » | » | » | » | » | » |
| 1/4 | + 0.005 | + 0.0002 | » | - 0.005 | - 0.0002 | » |
| 5/16 | » | » | » | » | » | » |
| 3/8 | + 0.006 | + 0.00023 | » | - 0.006 | - 0.00023 | » |
| 7/16 | » | » | » | » | » | » |
| 1/2 | + 0.008 | + 0.0003 | » | - 0.008 | - 0.0003 | » |
| 5/8 | » | » | » | » | » | » |
| 3/4 | » | » | » | » | » | » |
| 7/8 | + 0.009 | + 0.00035 | » | - 0.009 | - 0.00035 | » |
| 1" | » | » | » | » | » | » |
| 1 1/8 | + 0.010 | + 0.0004 | » | - 0.010 | - 0.0004 | » |
| 1 1/4 | » | » | » | » | » | » |
| 1 1/2 | » | » | » | » | » | » |
| 1 3/4 | + 0.012 | + 0.00047 | » | - 0.012 | - 0.00047 | » |
| 2" | » | » | » | » | » | » |
| 2 1/4 | + 0.014 | + 0.00055 | » | - 0.014 | - 0.00055 | » |
| 2 1/2 | + 0.016 | + 0.00063 | » | - 0.016 | - 0.00063 | » |
| 2 3/4 | » | » | » | » | » | » |
| 3" | + 0.018 | + 0.00071 | » | - 0.018 | - 0.00071 | » |
| 3 1/4 | » | » | » | » | » | » |
| 3 1/2 | » | » | » | » | » | » |
| 3 3/4 | + 0.020 | + 0.0008 | » | - 0.020 | - 0.0008 | » |
| 4" | » | » | » | » | » | » |

Calibres para trabajos de taller • Rosca de gas B.S.P.

LIMITES DE EXACTITUD

| Diámetro Nominal en Pulgadas | DIAMETRO EFECTIVO | | CALIBRE INTERIOR (Macho) DIAMETRO EXTERIOR Y MEDIO | | CALIBRE EXTERIOR (Anillo) DIAMETRO MEDIO Y FONDO | |
|------------------------------------|----------------------|---------|---|-------|---|-------|
| | | | Error permitido en Pulgadas | | Error permitido en Pulgadas | |
| | Pulgadas | mm. | + | - | - | + |
| 1/8 | 0.3830 | 9.729 | 0.00023 | 0.000 | 0.00023 | 0.000 |
| 1/4 | 0.5180 | 13.158 | 0.0003 | » | 0.0003 | » |
| 3/8 | 0.6560 | 16.663 | » | » | » | » |
| 1/2 | 0.8250 | 20.956 | 0.00035 | » | 0.00035 | » |
| 5/8 | 0.9020 | 22.912* | » | » | » | » |
| 3/4 | 1.0410 | 26.442 | 0.0004 | » | 0.0004 | » |
| 7/8 | 1.1891 | 30.202 | » | » | » | » |
| 1" | 1.3091 | 33.250 | 0.00047 | » | 0.00047 | » |
| 1 1/8 | 1.6501 | 41.912 | » | » | » | » |
| 1 1/4 | 1.8821 | 47.805 | 0.00055 | » | 0.00055 | » |
| 1 3/4 | 2.1161 | 53.748 | » | » | » | » |
| 2" | 2.3471 | 59.616 | » | » | » | » |
| 2 1/4 | 2.5871 | 65.712 | 0.00063 | » | 0.00063 | » |
| 2 1/2 | 2.9602 | 75.187 | » | » | » | » |
| 2 3/4 | 3.2102 | 81.537 | » | » | » | » |
| 3" | 3.4602 | 87.887 | » | » | » | » |
| 3 1/4 | 3.7002 | 93.984 | 0.00071 | » | 0.00071 | » |
| 3 1/2 | 3.9502 | 100.334 | » | » | » | » |
| 3 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 | | |
| | | - | | - | + | |
| | | mm. | Pulgadas | | mm. | Pulgadas |
| $\frac{1}{8}$ | 0.000 | - 0.002 | - 0.00008 | 0.000 | + 0.002 | + 0.00008 |
| $\frac{3}{16}$ | » | » | » | » | » | » |
| $\frac{1}{4}$ | » | » | » | » | » | » |
| $\frac{5}{16}$ | » | » | » | » | » | » |
| $\frac{3}{8}$ | » | » | » | » | » | » |
| $\frac{7}{16}$ | » | » | » | » | » | » |
| $\frac{1}{2}$ | » | - 0.003 | - 0.0001 | » | + 0.003 | + 0.0001 |
| $\frac{9}{16}$ | » | » | » | » | » | » |
| $\frac{5}{8}$ | » | » | » | » | » | » |
| $\frac{3}{4}$ | » | » | » | » | » | » |
| $\frac{7}{8}$ | » | » | » | » | » | » |
| 1" | » | - 0.004 | - 0.00015 | » | + 0.004 | + 0.00015 |
| 1 $\frac{1}{8}$ " | » | » | » | » | » | » |
| 1 $\frac{1}{4}$ " | » | » | » | » | » | » |
| 1 $\frac{1}{2}$ " | » | - 0.005 | - 0.0002 | » | + 0.005 | + 0.0002 |
| 1 $\frac{3}{4}$ " | » | » | » | » | » | » |
| 2" | » | - 0.006 | - 0.00023 | » | + 0.006 | + 0.00023 |
| 2 $\frac{1}{4}$ " | » | » | » | » | » | » |
| 2 $\frac{1}{2}$ " | » | - 0.007 | - 0.00027 | » | + 0.007 | + 0.00027 |
| 2 $\frac{3}{4}$ " | » | » | » | » | » | » |
| 3" | » | - 0.008 | - 0.0003 | » | + 0.008 | + 0.0003 |
| 3 $\frac{1}{4}$ " | » | » | » | » | » | » |
| 3 $\frac{1}{2}$ " | » | » | » | » | » | » |
| 3 $\frac{3}{4}$ " | » | » | » | » | » | » |
| 4" | » | » | » | » | » | » |

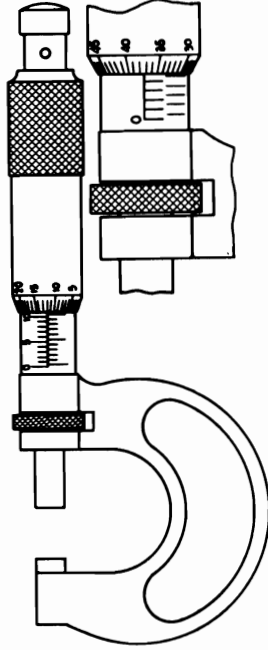
Calibres de referencia para inspección • Rosca de gas B.S.P.

LIMITES DE EXACTITUD

| Diámetro Nominal en Pulgadas | DIAMETRO EFECTIVO | | CALIBRE INTERIOR (Macho) DIAMETRO EXTERIOR Y MEDIO | | CALIBRE EXTERIOR (Anillo) 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 |
| 1/8 | 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 (macho) Diámetros exterior y medio | | Calibre exterior (anillo) Diámetros medio y fondo | | Diámetro en mm. | Calibre interior (macho) Diámetros exterior y medio | | Calibre exterior (anillo) Diámetros medio y fondo | |
|-----------------|---|-----|---|-----|-----------------|---|-----|---|-----|
| | Error permitido mm. | mm. | Error permitido mm. | mm. | | Error permitido mm. | mm. | Error permitido mm. | mm. |
| | | | | | | | | | |
| 1 | 0.000 | | 0.000 | | 20 | 0.000 | | 0.000 | |
| 1.2 | » | » | » | » | 22 | » | » | » | » |
| 1.4 | » | » | » | » | 24 | » | » | » | » |
| 1.7 | » | » | » | » | 27 | » | » | » | » |
| 2 | » | » | » | » | 30 | » | » | » | » |
| 2.3 | » | » | » | » | 33 | » | » | » | » |
| 2.6 | » | » | » | » | 36 | » | » | » | » |
| 3 | » | » | » | » | 39 | » | » | » | » |
| 3.5 | » | » | » | » | 42 | » | » | » | » |
| 4 | » | » | » | » | 45 | » | » | » | » |
| 4.5 | » | » | » | » | 48 | » | » | » | » |
| 5 | » | » | » | » | 52 | » | » | » | » |
| 6 | » | » | » | » | 56 | » | » | » | » |
| 7 | » | » | » | » | 60 | » | » | » | » |
| 8 | » | » | » | » | 64 | » | » | » | » |
| 9 | » | » | » | » | 68 | » | » | » | » |
| 10 | » | » | » | » | 72 | » | » | » | » |
| 12 | » | » | » | » | 76 | » | » | » | » |
| 14 | » | » | » | » | 80 | » | » | » | » |
| 16 | » | » | » | » | | » | » | » | » |
| 18 | » | » | » | » | | » | » | » | » |



Micrómetro graduado en centésimas de milímetro LECTURA DEL NONIO

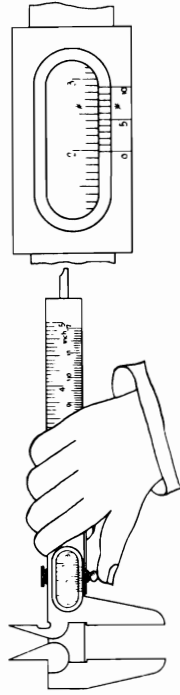
El tornillo de este aparato tiene un paso de 1/2 milímetro.

Una vuelta al nonio grabado en el mango es igual a 1/2 milímetro de avance. (2 vueltas, 1 milímetro). Cada graduación del cuerpo (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

LECTURA = 4 mm. + 0,5 mm. + 0,37 mm. = 4,87 mm.



Calibre para mediciones en milímetros LECTURA DEL NONIO

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.

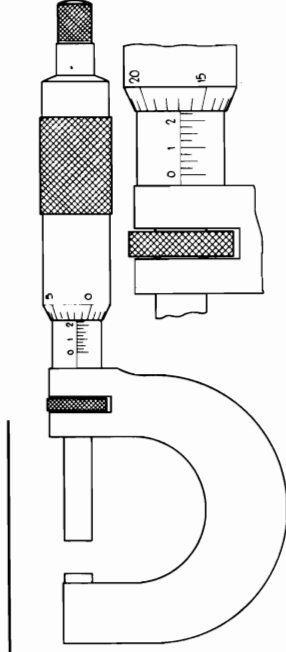
Las graduaciones de la primera tienen un paso de 1 milímetro, mientras que la segunda tiene un paso de 9/10 de milímetro. Corresponden las divisiones de 1 milímetro a la regla, y las divisiones de 9/10 al nonio del cursor.

Cuando los cerros 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 cerros será de 1/10 de milímetro; si 5 y 5' coinciden, la distancia entre los cerros 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 coincidió con una división de la regla del calibre, la 7 = 7/10.

La lectura es de 19 milímetros, 7/10 (19,7). (Ver figura.)



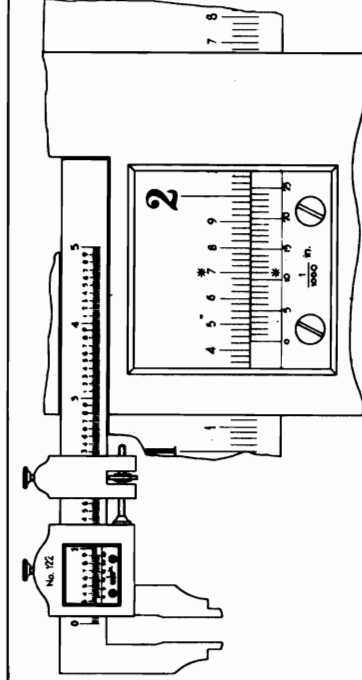
Micrómetro graduado en milésimas de pulgada inglesa LECTURA DEL NONIO

El tornillo de este aparato tiene un paso de 40 hilos en pulgada.

Una vuelta del nonio grabado 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 (0.001").

Ejemplo que se indica en la figura: $0.200'' + 0.025'' + 0.017'' =$ 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 núm. 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

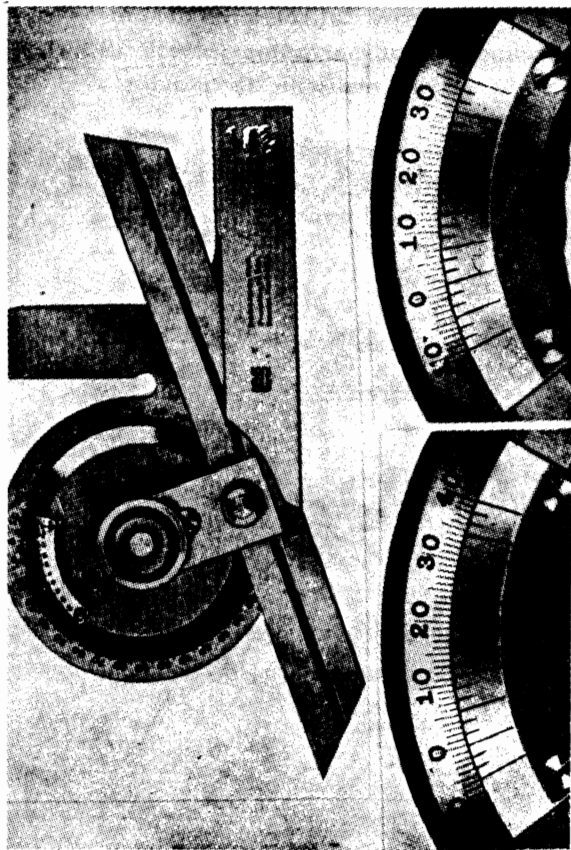
El nonio está dividido de 5 en 5 minutos (5'), o sea, un doceavo de grado y cada espacio sobre él, limita dos espacios a la escala.

EJEMPLOS

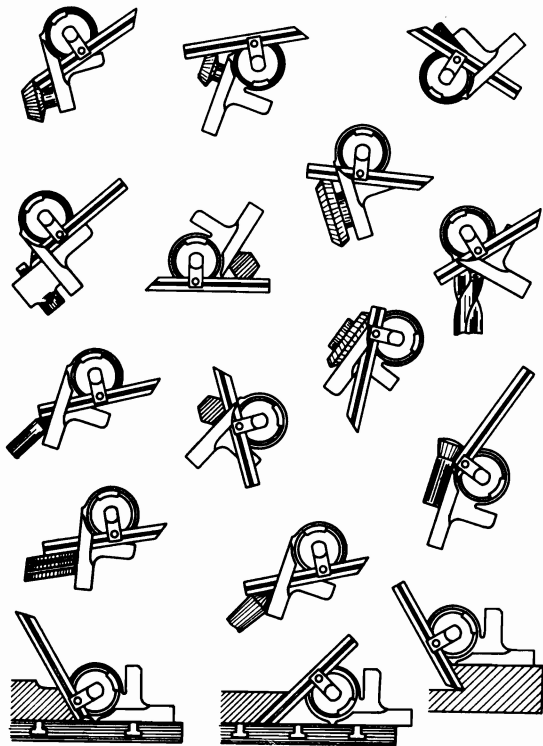
Cuando el cero del nonio coincide exactamente con la graduación de la escala, la lectura es exacta en grados, según puede apreciarse en la primera figura cuya lectura es $17^{\circ} 0'$ (17 grados).

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).

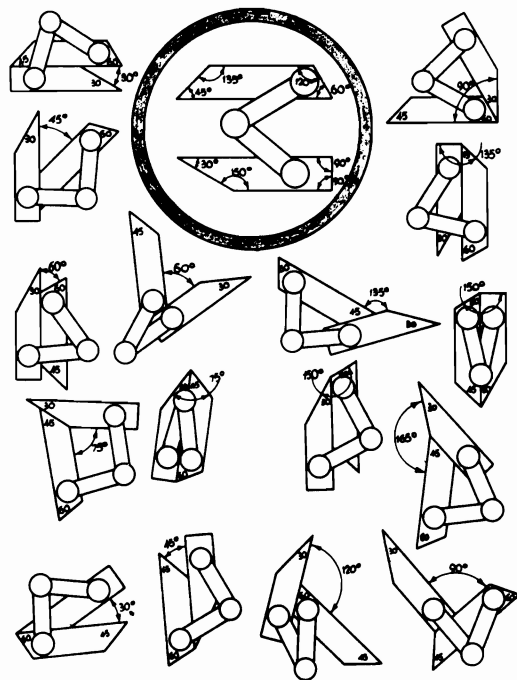
Cuando el cero del nonio gira a la derecha, como en estos dos ejemplos, la lectura se efectuará a esta mano; si por el contrario fuese a la inversa, se procederá a leer a la izquierda.



**Diversas aplicaciones de una
Escuadra-Transportador «UNIVERSAL»
para medición de ángulos**



**Diversas aplicaciones de una Escuadra
combinada para ángulos**



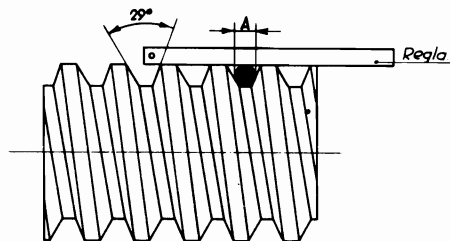


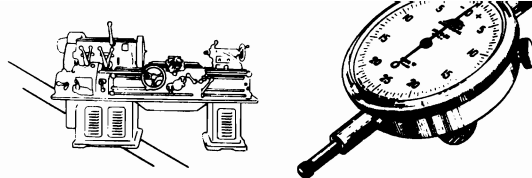
TABLA DE DIMENSIONES DE LA BARRETA EN FUNCION DEL N.º DE HILOS

| Hilos en pulgada | Diámetro de la barreta A en mm. | Hilos en pulgada | Diámetro de la barreta A en mm. |
|------------------|---------------------------------|------------------|---------------------------------|
| 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 |

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.

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 del eje 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 roscada 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)

| | | |
|--|---|---|
| <p>VERIFICACION NUM. 10</p> <p>Contrapunto — Vertical — con una barra colocada en alojamiento del punto.</p> <p>Tolerancia 0,025 en 300 mm.</p> | <p>VERIFICACION NUM. 12</p> <p>Caña del contrapunto — Horizontal — con una barra colocada en alojamiento del punto.</p> <p>Tolerancia 0,025 en 300 mm.</p> | <p>VERIFICACION NUM. 14</p> <p>Cabezal y contrapunto — Horizontal.</p> <p>Tolerancia 0,012 en 300 mm.</p> |
| <p>VERIFICACION NUM. 11</p> <p>Caña del contrapunto — Horizontal.</p> <p>Tolerancia 0,012 en 150 mm.</p> | <p>VERIFICACION NUM. 13</p> <p>Contrapunto paralelo con el carro en dos posiciones.</p> <p>Tolerancia 0,012 en 1,220 milímetros.</p> | <p>VERIFICACION NUM. 15</p> <p>Bancada — Paralelo y ondulaciones.</p> <p>Tolerancia la mínima posible.</p> |

Elementos que se precisan para la verificación

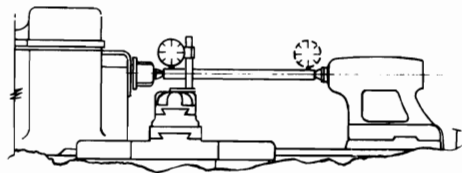
Una barra de acero, endurecida y rectificada, completamente cilíndrica y paralela. Dimensiones 45 mm. x 320 mm. longitud; esta barra llevará una espiga cónica, según el cono que tengan el cabezal como el contrapunto, por tanto, aumentar a la longitud de la barra el largo del cono, conviene hacer una 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 unir la 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.

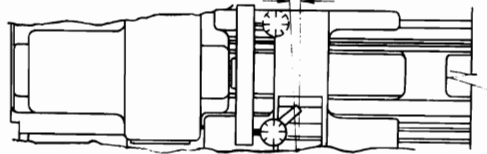
Un puente para verificar la bancada, según verificación número 15.

Un aparato verificador con escala en centésimas de milímetro.

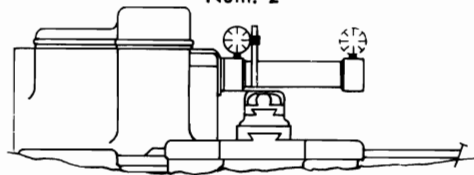
Una regla de ajuste; ver verificación número 4.



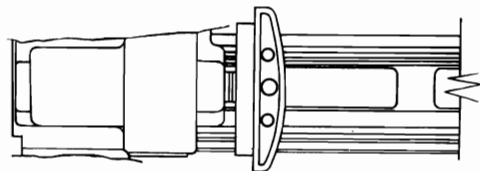
Núm. 1



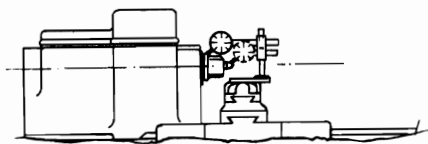
Núm. 2



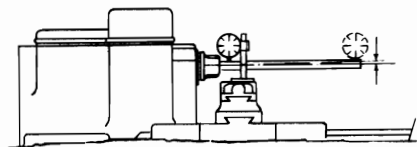
Núm. 3



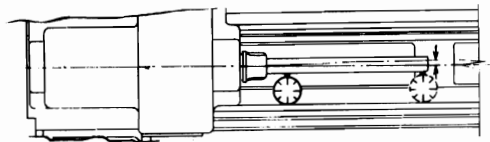
Núm. 4



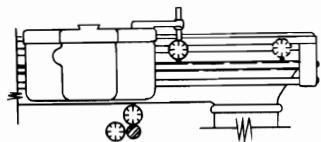
Núm. 5



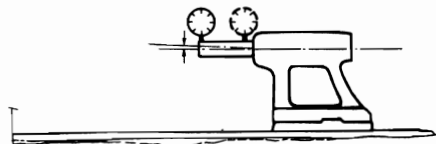
Núm. 6



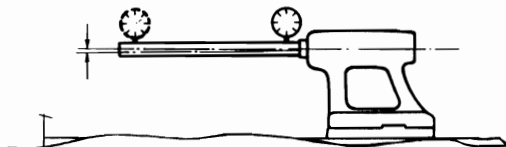
Núm. 7



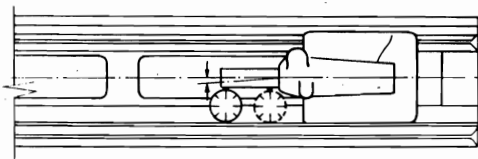
Núm. 8



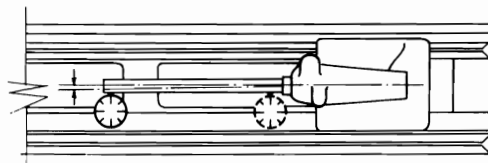
Núm. 9



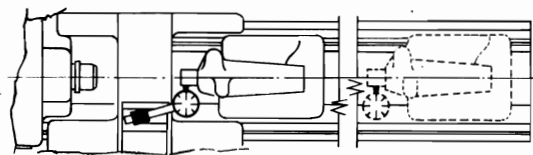
Núm. 10



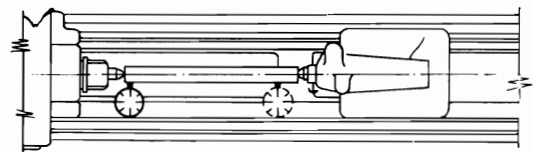
Núm. 11



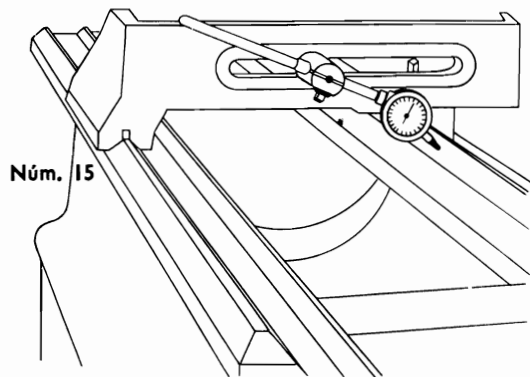
Núm. 12



Núm. 13

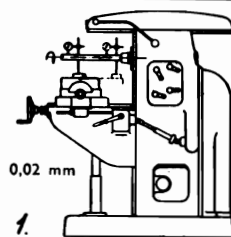


Núm. 14

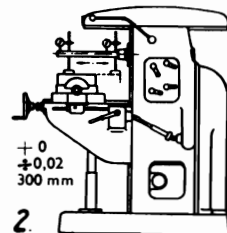


Núm. 15

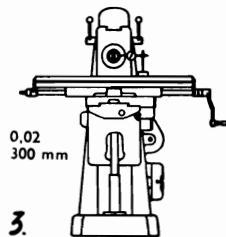
Normas para verificación de máquinas fresadoras y su cabezal divisor



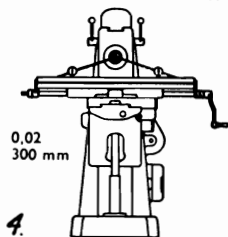
1.



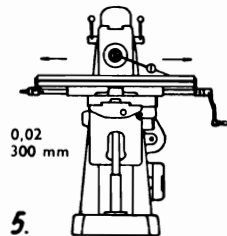
2.



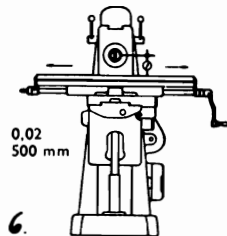
3.



4.

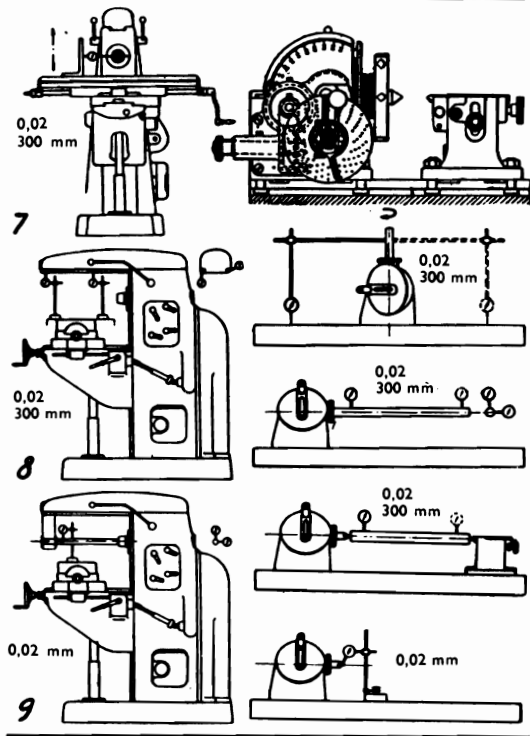


5.

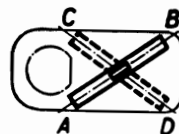


6.

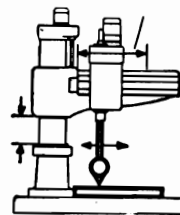
Normas para verificación de máquinas fresadoras y su cabezal divisor



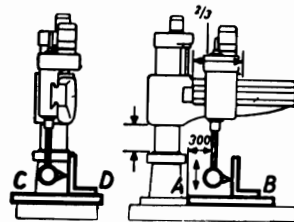
Normas para verificación de taladros



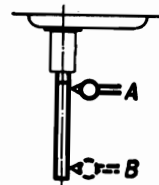
TOLERANCIA - NIVELADO
0,03 a 0,05 mm. por metro



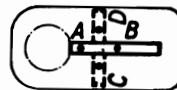
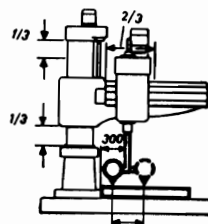
0,2 en 1 metro
0,3 en 1,5 metros
0,4 en 2 metros



AB \pm 0,05 en 150 mm.
CD \pm 0,025 en 150 mm.
AB \pm 0,1 CD \pm 0,5 en 300 mm.



A 0,02 | en 300 mm.
B 0,03 |



AB \pm 0,1 | en 500 mm.
CD \pm 0,05 |

ATENCIÓN 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/cm².

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.

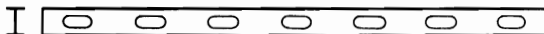
b = Ancho de la sección en centímetros.

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. | NÚMERO 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 | 68 | 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 | 10.6 | 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 | 23 |
| 250 | 5.1 | 7.6 | 10.2 | 12.7 | 15.3 | 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. | NÚMERO DE REVOLUCIONES POR MINUTO | | | | | | |
| 1 | 5740 | 6376 | 7000 | 8280 | 9550 | 11150 | 12730 |
| 2 | 2870 | 3188 | 3500 | 4140 | 4780 | 5580 | 6370 |
| 3 | 1910 | 3120 | 2340 | 2760 | 3190 | 3720 | 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 | 928 | 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 | 248 | 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 | 82 | 91 | 100 | 118 | 136 | 169.5 | 182 |
| 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 | 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 | 15.7 | 17.3 | 18.7 | 22 | 25.4 | 30 | 34 |
| 400 | 14.6 | 16.2 | 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..... Kg/mm ² | D 28 A 40 | 24 | D 20 A 30 | 18 | 16 | 14 | 10 | D 18 A 26 |
| Acero 50-60..... Kg/mm ² | D 22 A 30 | 20 | D 18 A 24 | 16 | 12 | 10 | 9 | D 16 A 22 |
| Acero 60-85..... Kg/mm ² | D 18 A 24 | 16 | D 16 A 22 | 14 | 9 | 8 | 8 | D 14 A 20 |
| Acero 85-110..... Kg/mm ² | D 16 A 18 | 14 | D 14 A 16 | 12 | 7 | 6 | 7 | D 12 A 14 |
| Acero 110-140..... Kg/mm ² | D 10 A 12 | 8 | D 8 A 10 | 6 | 5 | 4 | — | D 6 A 8 |
| Acero 140-180..... Kg/mm ² | D 8 A 10 | 6 | D 6 A 8 | 4 | 3 | 2 | — | D 5 A 7 |
| Acero Moldeado 38. Kg/mm ² | D 20 A 24 | 18 | D 16 A 20 | 14 | 12 | 10 | 10 | D 15 A 18 |
| Acero Moldeado 45. Kg/mm ² | D 18 A 20 | 16 | D 14 A 16 | 12 | 10 | 8 | 9 | D 13 A 15 |
| Acero Moldeado 52. Kg/mm ² | D 14 A 16 | 12 | D 12 A 14 | 10 | 8 | 7 | 8 | D 11 A 13 |
| Acero al Manganeso 12 %... | D 3 A 4 | 3 | — | 2 | — | — | — | — |
| Acero INOXIDABLE..... | D 8 A 14 | 6 | D 6 A 10 | 6 | 5 | 4 | 3 | D 5 A 9 |
| METAL MONEL..... | D 15 A 18 | 12 | D 12 A 14 | 10 | 8 | 7 | 4 | — |

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. Latón dulce..... | D 140 A 170 | 125 | D 114 A 160 | 100 | — | 70 | — | Máximo de la máquina — |
| Aleaciones de Alu- minio. Latón duro.. | D 90 A 120 | 80 | D 70 A 98 | 60 | — | 44 | — | Máximo de la máquina — |
| Cupro-Aluminio.... | D 20 A 24 | 18 | D 16 A 22 | 14 | 12 | 10 | 4 | — |
| Cobre para Colectores..... | D 36 A 46 | 32 | D 28 A 40 | 26 | — | — | — | — |
| Carbón de Electrodos..... | D 10 A 12 | 9 | — | 6 | — | — | — | — |
| Materiales Plásticos.. | D 30 A 50 | 26 | D 24 A 30 | 26 | 16 | 20 | — | D 22 A 30 |
| Bronce Corriente... | D 42 A 56 | 38 | D 34 A 46 | 32 | 26 | 20 | 10 | D 30 A 40 |
| Bronce Fosforoso... | D 18 A 30 | 16 | D 14 A 20 | 12 | 10 | 10 | 8 | D 12 A 18 |
| Hierro fundido 15 Kg/mm ² | D 22 A 26 | 20 | D 18 A 24 | 16 | 12 | 12 | 4 | D 16 A 22 |
| Hierro fundido 18 Kg/mm ² | D 20 A 24 | 18 | D 16 A 22 | 15 | 12 | 10 | 4 | D 14 A 20 |
| Hierro fundido 22 Kg/mm ² | D 16 A 20 | 14 | D 14 A 20 | 12 | 9 | 9 | 4 | D 12 A 18 |
| Hierro fundido 26 Kg/mm ² | D 12 A 14 | 11 | D 10 A 14 | 9 | 7 | 8 | 3 | D 8 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 Mandrinadora). | $N = \frac{1.000 V}{\pi D}$ |
| 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 ³ de viruta en un minuto. | $W = \frac{P}{75 \times 60}$ |
| K = Sección en mm ² 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 ² | 2 - 5 mm ² | 5 - 10 mm ² | 10 - 14 mm ² | 14 - 18 mm ² | 18 - 25 mm ² |
|---------------------------|-----------------------|-----------------------|------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| 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 debate 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 toronar 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.° Viruta más delgada que contribuye a la mayor duración de la cuchilla. 2.° Exención de vibraciones y, por consiguiente, conservación de la máquina, resultando un trabajo más perfecto. 3.° 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 toronar, 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 torneando 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.° Trabajando materiales duros, por fusión del filo. 2.° Trabajando metales ligeros, Latón o plásticos, por embotamiento del filo. 3.° 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 torneear con cuchillas de acero rápido 18-20 % W

| GAMA N.º | 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 prudentiales 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. | $T = \frac{L}{NA}$ |
| KW = Potencia necesaria en Kilowatios. Caballos de vapor C. V. = $\frac{KW}{0,74}$ | $KW = \frac{a / S}{1.000 C}$ |






C = Volumen de viruta en cm³ que puede cortar la fresa por kW minuto.

| MATERIAL A FRESAR | C = Volumen cortado en cm ³ /kW minuto |
|---|---|
| Acero de 40-60 kg/mm ² | 14 |
| Acero de 60-85 kg/mm ² | 12 |
| Acero de 85-110 kg/mm ² | 10 |
| Acero de 110-180 kg/mm ² | 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.
l = 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.

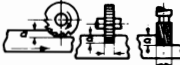
Avances para trabajar diversos materiales en las máquinas fresadoras. Valores medios utilizando herramientas de acero rápido 18-20 % W

| TIPO DE FRESAS | |  |  |  |  |  |
|---|----------------------------|---|---|---|---|---|
| Material a Fresar | | Avance en milímetros por diente de la Fresa | | | | |
| Aceros | 40-50 kg/mm ² | 0,075 | 0,30 | 0,20 | 0,10 | 0,20 |
| | 50-60 kg/mm ² | 0,06 | 0,30 | 0,20 | 0,09 | 0,20 |
| | 60-85 kg/mm ² | 0,045 | 0,25 | 0,15 | 0,08 | 0,15 |
| | 85-110 kg/mm ² | 0,037 | 0,20 | 0,15 | 0,07 | 0,12 |
| | 110-140 kg/mm ² | 0,026 | 0,15 | 0,10 | 0,06 | 0,10 |
| | 140-180 kg/mm ² | 0,02 | 0,10 | 0,07 | 0,05 | 0,10 |
| Acero moldado | 38 kg/mm ² | 0,075 | 0,20 | 0,20 | 0,09 | 0,10 |
| | 45 kg/mm ² | 0,06 | 0,20 | 0,15 | 0,08 | 0,10 |
| | 52 kg/mm ² | 0,05 | 0,20 | 0,15 | 0,08 | 0,10 |
| Acero inoxidable | 0,037 | 0,15 | 0,10 | 0,05 | 0,10 | |
| Metal monel | 0,045 | 0,30 | 0,15 | 0,06 | 0,10 | |
| Aluminio, Magnesio, Latón dulce | 0,12 | 0,20 | 0,20 | 0,10 | 0,15 | |
| Aleaciones de Aluminio, Latón duro | 0,09 | 0,20 | 0,15 | 0,10 | 0,10 | |
| Cupro-Aluminio | 0,06 | 0,15 | 0,15 | 0,10 | 0,10 | |
| Cobre para colectores | 0,09 | 0,20 | 0,20 | 0,10 | 0,10 | |
| Materiales plásticos | 0,07 | 0,20 | 0,20 | 0,10 | 0,10 | |
| Bronce corriente | 0,075 | 0,30 | 0,15 | 0,10 | 0,15 | |
| Bronce fosforoso | 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 | |  |  |  |  |  |
|-----------------------|-----------------------|--|---|---|---|---|
| Material a Fresar | | Avance en milímetros por diente de la Fresa | | | | |
| Hierro fundido | 15 kg/mm ² | 0,06 | 0,30 | 0,20 | 0,10 | 0,20 |
| | 18 kg/mm ² | 0,06 | 0,30 | 0,20 | 0,10 | 0,20 |
| | 22 kg/mm ² | 0,05 | 0,25 | 0,15 | 0,10 | 0,15 |
| | 26 kg/mm ² | 0,05 | 0,25 | 0,15 | 0,10 | 0,15 |

NORMALIZACION DE LAS PROFUNDIDADES DE FRESADO

|  | Profundidades de fresado «a» y ancho de corte | | |
|--|---|--|--|
| | Fresado en terminación y con pasada única | Fresado en desbaste | Fresado en Afinado |
| 1. Fresas Cilindricas. | 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 Cilindricas 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 ² | 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 ² | 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 ² | 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 ² | 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 ² | 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 ² | 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.º 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.º Trabajando con Máquinas Fresadoras Universales de moderna construcción, donde su principal característica es la fortaleza.

3.º 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.º 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 desbatar 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 |
| Aceros | 40 - 50 kg/mm ² | 0,10 | 0,20 | 0,25 |
| | 50 - 60 kg/mm ² | 0,08 | 0,17 | 0,20 |
| | 60 - 85 kg/mm ² | 0,06 | 0,15 | 0,17 |
| | 85 - 110 kg/mm ² *..... | 0,05 | 0,10 | 0,12 |
| | 110 - 140 kg/mm ² *..... | 0,035 | 0,075 | 0,10 |
| | 140 - 180 kg/mm ² *..... | 0,025 | 0,05 | 0,075 |
| Acero moldeado | 38 kg/mm ² | 0,10 | 0,20 | 0,25 |
| | 45 kg/mm ² | 0,08 | 0,17 | 0,20 |
| | 52 kg/mm ² | 0,07 | 0,15 | 0,17 |
| Acero INOXIDABLE..... | | 0,05 | 0,12 | 0,15 |
| Metal MONEL..... | | 0,06 | 0,15 | 0,17 |
| Aluminio, Latón dulce, Magnesio... .. | | 0,17 | 0,40 | 0,45 |
| Aleaciones Aluminio, Latón duro... .. | | 0,12 | 0,25 | 0,30 |
| Cupro-Aluminio..... | | 0,08 | 0,17 | 0,20 |
| Cobre para colectores..... | | 0,09 | 0,20 | 0,25 |
| Materiales plásticos..... | | 0,09 | 0,20 | 0,25 |
| Bronce corriente..... | | 0,10 | 0,25 | 0,30 |
| Bronce Fosforoso..... | | 0,07 | 0,15 | 0,17 |
| Hierro fundido | 15 kg/mm ² | 0,08 | 0,30 | 0,35 |
| | 18 kg/mm ² | 0,08 | 0,25 | 0,30 |
| | 22 kg/mm ² | 0,07 | 0,20 | 0,25 |
| | 26 kg/mm ² | 0,07 | 0,17 | 0,20 |

Para afinado debe reducirse el avance el 25 %.

Profundidad de fresado para desbaste, 8 a 12 mm.

Profundidad de fresado para afinado, 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

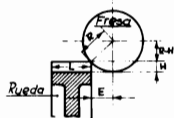
| MATERIAL | | ESPESOR DE LA SIERRA | |
|---------------------------------------|------------------------------------|----------------------|--------------------|
| | | De 1 a 1,5 mm. | Más de 1,5 a 3 mm. |
| ACEROS | 40 - 50 kg/mm ² | 0,06 | 0,075 |
| | 50 - 60 kg/mm ² | 0,05 | 0,06 |
| | 60 - 85 kg/mm ² | 0,04 | 0,05 |
| | 85 - 110 kg/mm ² | 0,03 | 0,04 |
| | 110 - 140 kg/mm ² | 0,025 | 0,03 |
| | 140 - 180 kg/mm ² | 0,02 | 0,025 |
| Acero Moldeado | 38 kg/mm ² | 0,06 | 0,075 |
| | 45 kg/mm ² | 0,06 | 0,075 |
| | 52 kg/mm ² | 0,05 | 0,06 |
| Acero INOXIDABLE..... | | 0,04 | 0,05 |
| Metal MONEL..... | | 0,04 | 0,05 |
| Aluminio, Latón dulce, Magnesio... .. | | 0,10 | 0,12 |
| Aleaciones Aluminio, Latón duro... .. | | 0,075 | 0,10 |
| Cupro-Aluminio..... | | 0,05 | 0,06 |
| Cobre para colectores..... | | 0,06 | 0,075 |
| Materiales plásticos..... | | 0,06 | 0,075 |
| Bronce corriente..... | | 0,06 | 0,075 |
| Bronce Fosforoso..... | | 0,04 | 0,05 |
| Hierro fundido | 15 kg/mm ² | 0,075 | 0,10 |
| | 18 kg/mm ² | 0,075 | 0,10 |
| | 22 kg/mm ² | 0,06 | 0,075 |
| | 26 kg/mm ² | 0,04 | 0,05 |

La velocidad de corte es igual que la especificada para el fresado.

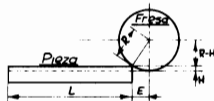
Los lubricantes de corte y refrigeración, serán los mismos que para el trabajo de fresado.

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.

A = Avance en mm. por minuto.

R = Radio del diámetro de la Fresa.

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.

H = Altura del corte.

E = Periodo de entrada de la Fresa.
(Cantidades expresadas en mm.)

EJEMPLO

Diámetro de la Fresa, 80 mm.

R = 40; H = 10; Donde $R - H = 40 - 10 = 30$ y $E = \sqrt{40^2 - 30^2} = 26,45$ 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.

| Diámetro de la fresa mm. | ALTURA DEL CORTE «H» EN mm. | | | | | | | | | | | |
|--------------------------|-----------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|-------|-------|
| | 1,5 | 3 | 5 | 6 | 10 | 12 | 20 | 25 | 40 | 50 | 75 | 100 |
| | E | E | E | E | E | E | E | E | E | E | E | E |
| 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 | 25,5 | 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 | 124 |
| 265 | 20 | 28 | 36 | 39,5 | 50,5 | 55 | 70 | 77,5 | 95 | 103,5 | 119,5 | 128,5 |
| 280 | 20,5 | 29 | 37 | 40,5 | 52 | 57 | 72 | 80 | 98 | 107,5 | 124 | 134 |
| 295 | 21 | 29,5 | 38 | 41,5 | 53,5 | 58 | 74 | 82 | 101 | 110,5 | 128,5 | 139,5 |
| 305 | 21,5 | 30 | 39 | 42,5 | 54,5 | 59 | 75,5 | 83,5 | 103 | 113 | 131,5 | 143 |

E = PERIODO DE ENTRADA DE LA FRESA, mm. (APROX.)

PERIODO DE ENTRADA DE LA FRESA PARA ENCARAR O REFRENTAR UNA PIEZA

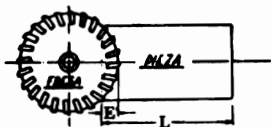


TABLA PARA DETERMINAR LOS VALORES DE «E»

| Diámetro de la Fresa | ANCHO EN mm. DE LA PIEZA A ENCARAR 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 FREAR.

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 invierta 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 = Periodo 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.

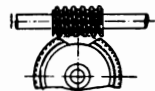
Tm = Tiempo en minutos de duración del corte o pasada.

V = Velocidad de corte en metros minuto.

D = Diámetro de la Fresa en milímetros.



Talla de Rueda a tornillo sin-fin



Talla de Rueda a tornillo sin-fin

FORMULA

$$T_m = \frac{G(E+L)}{A \times N \times n} \quad V = \frac{D \times \pi \times N}{1.000}$$

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 »

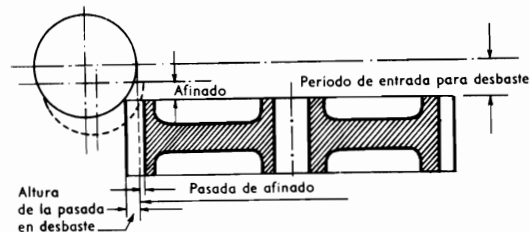
OBSERVACION:

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 afinado se emplea exclusivamente la Fresa con un filete, mientras que para desbastar se recomienda utilizar una de 2 ó 3 filetes.

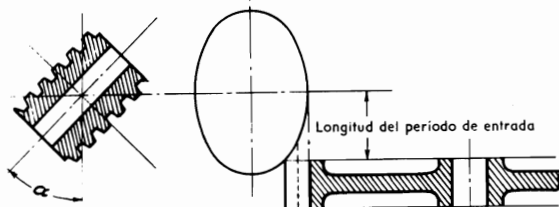
Referente a la longitud del período de entrada «E» de la fresa debe estimarse con variación en los casos siguientes:

- 1.ª Si la dentadura es recta o helicoidal, ya que esta última requiere una longitud mayor que la recta.
- 2.ª 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

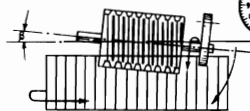


Tiempos normales en la preparación del trabajo en la fresadora con fresa sin-fin

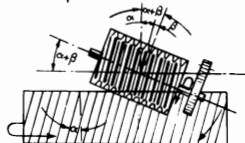
| | |
|---|----------|
| Montaje de ruedas del mecanismo divisor | minutos. |
| Montaje de la fresa, elementos de fijación y verificación del centrado. | » |
| Regular el curso de la fresa e inclinación del cabezal | » |
| Cambio de la fresa para afinado. | » |
| Medición. | » |

Funcionamiento de la fresa sin-fin en relación con la rueda a tallar en diversos casos

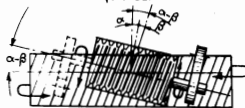
Talla de rueda cilíndrica con dientes rectos. Fresa a mano derecha.



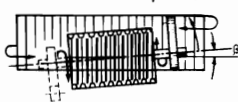
Posición normal del mandrino
Talla de rueda cilíndrica con dientes helicoidales. Fresa a mano derecha. Rueda a mano izquierda.



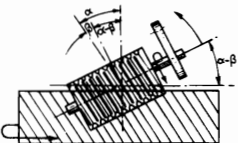
Talla de ruedas cilíndricas con dientes helicoidales. Fresa a mano izquierda. Rueda a mano izquierda.



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 izquierda. Rueda a mano derecha.



OBSERVACIONES

α = Ángulo axial de la rueda a tallar. β = 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.

Vertical ascendente

Fresa a mano izquierda, posición normal del mandrino.
Fresa a mano derecha, 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 línea llena y sombreada (visto con la rueda antepuesta) y las líneas de puntos la posición inversa.

CONSIDERACIONES SOBRE EL FRESADO DE RUEDAS A TORNILLO SIN-FIN Y SU FRESA

SOBREMETAL PARA AGUJEROS Y EJES QUE SE TERMINEN RECTIFICADOS

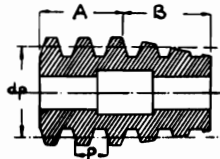
La forma de fresar una rueda helicoidal a tornillo sin-fin no es perfecta si se hace entrando la fresa por la periferia como si se tratase de una rueda cilíndrica normal, pues en este caso, y por no corresponder a una velocidad periférica correcta, quedará el diente rozado al comienzo del fresado y se 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

Mn = Módulo normal; P = Paso axial.

$$A = \frac{Mn}{\cos \beta} \times \pi \times 3; \quad B = 3 : 5 P$$



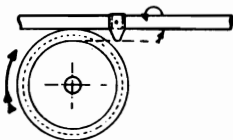
MODO DE TALLAR

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.



| 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 | 50,1 | 100 | 0.40 | 0.45 |
| | | 0.25 | 0.30 | | | 0.45 | 0.50 |
| 30,1 | 100 | 0.30 | 0.40 | 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 | 0.45 | Aumentar el sobremetral | | | |
| | | 0.50 | 0.55 | Ejes largo hasta 100 mm. S/Tabla | | | |
| 200,1 | 300 | 0.45 | 0.50 | » » » 100 » +25 % | | | |
| | | 0.60 | 0.65 | » » » 750 » +30 % | | | |
| 300,1 | 500 | 0.50 | 0.60 | » » » 1.000 » +40 % | | | |
| | | 0.65 | 0.70 | | | | |

Las cantidades de Sobremetral 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 PERIFERICA 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 |
| Acero (Templado) | 20 | 0.01 a 0.02 | 0.005 a 0.01 | 12 a 16 | 10 a 12 |
| Acero (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.

$$V = \frac{D \cdot N}{60,000}; \quad N = \frac{60,000 \cdot V}{D}; \quad P = \frac{d \cdot n}{1,000}; \quad n = \frac{1,000 \cdot P}{d}; \quad P = \text{Velocidad de la pieza.}$$

S = Avance longitudinal en mm. de la mesa o muela por vuelta de la pieza para Desbaste.

H = Ancho de la muela. S = Para Fundición 3/4 H. Acero 2/3 H. Alto grado de Finura 1/4 H.

S₁ = Avance longitudinal de la mesa o muela para Afinado.

$$S_1 = \frac{S \cdot n}{1,000}$$

En los rectificadores interiores deberá trabajarse con la mayor muela posible.

CÁLCULOS PARA TRABAJOS DE ROSCADO

VELOCIDADES MEDIAS EN METROS POR MINUTO PARA ROSCAR CON TERRAJA AUTOMÁTICA, 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 » » Niquel » » Inoxidable Metal Monel | 3 | 4,5 | 6 |
| Acero hasta 60 Kg/mm ² Bronce Tobin (Latón Naval) | 6 | 9 | 15 |
| Acero de 60-75 Kg mm ² | 5 | 8 | 12 |
| Hierro maleable Fundición Gris | 7,5 | 15 | 24 |
| Latón Fundido » en barra Bronce Fosforoso Cobre | 12 | 24 | 46 |
| Aluminio Materiales Plásticos | 15 | 30 | 60 |

COMO DEBE ROSCARSE A MAQUINA



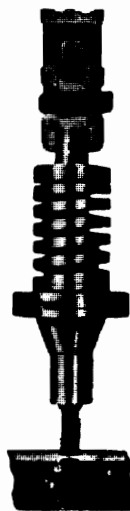
MACHO NORMAL



MACHO TIPO A



MACHO TIPO B



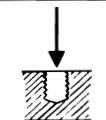
APARATO PARA ROSCAR TIPO «PEARL»

MATERIALES BLANDOS Y SEMIDUROS

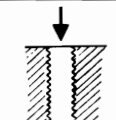
Juego de 2 machos.
TIPO A

Macho «Progresivo» o juego de 2 machos.
TIPO A

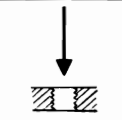
Macho único con entrada larga.
TIPO B



AGUJERO CIEGO



AGUJERO PASANTE LARGO



AGUJERO PASANTE CORTO

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

FORMULA

Diámetro exterior de la rosca + Diámetro interior

2

Conicidad de la entrada 4 filetes de su rosca



MACHO «PROGRESIVO» DESBASTE Y AFINADO EN UNA PIEZA

CÁLCULOS PARA TRABAJOS DE ACEPILLADO

El tiempo necesario para acepillarse una pieza se calcula conociendo: 1.º Avance transversal de la cuchilla por curso de trabajo. 2.º El número de cursos de trabajo por minuto, bien sea de la mesa en Acepilladoras o de la cuchilla en las Limadoras o Escoplos. 3.º 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 acepillarse la pieza o superficie parcial.
 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.

$$T = \frac{A}{NS}$$

Para calcular la velocidad de corte y de retorno es necesario conocer: 1.º El número de cursos de trabajo por minuto. 2.º Longitud del curso en metros. 3.º 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 |
| Velocidad de Retorno | 2 | 2,5 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |

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.

$$P = \frac{R}{V}, \quad V = \frac{R}{P} = \frac{NL(P+1)}{P}, \quad R = NL(P+1), \quad N = \frac{1}{\frac{L}{V} + \frac{L}{R}}$$

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 Acepilladoras, 30 a 50 mm. según el tamaño de la máquina.

CORRECCION: Velocidad práctica de corte.

Cuando se considera el trabajo de una Acepilladora, 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 retorne a su primera posición la velocidad de 60 metros por minuto por 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 PRACTICA 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 LIMADORAS Y ESCOPLAS | | |
|----------------------------|----------------|-------------------|-----------------------------------|--------------|-------------------|
| 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.

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.

$$V = \frac{\pi D N}{1.000} \quad N = \frac{1.000 V}{\pi D} \quad T = \frac{L}{SN}$$

AVANCE EN mm. POR REVOLUCION PARA OPERACIONES DE ESCARIADO A MAQUINA

| MATERIAL A TRABAJAR | DIAMETRO 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 ² | 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 ² | 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 ² | 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 ² | 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 ² | 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 afinado 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 desbaste 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:

| | |
|--|---|
| Acero de 40 - 50 kg. mm ² 8 metros. | Hierro fundido 15 kg. mm ² 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 Fosforoso 8. Para el resto utilícese 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

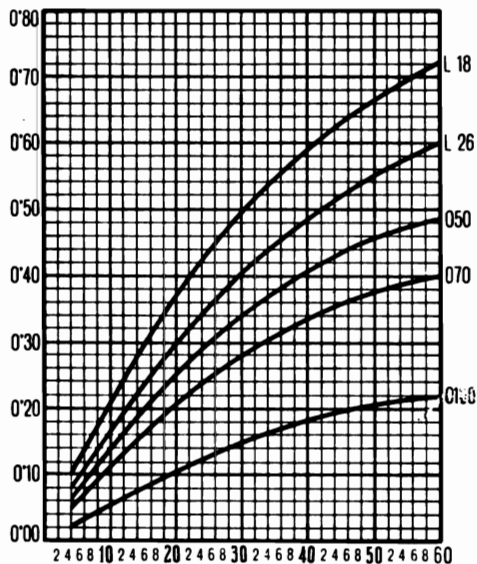
| MATERIAL A TRABAJAR | TALADRADO | | | ESCARIADO | | |
|--|-------------|-------------------|-------------------------------|-------------|-------------------|-------------------------------|
| | Marca Widia | V = metros minuto | S = avance mm. por revolución | Marca Widia | V = metros minuto | S = avance mm. por revolución |
| Acero hasta 75 kg/mm ² | S 3 | 40 - 50 | 0,015 x Ø de la Broca | G 1 | 15 - 25 | 0,05 - 0,1 |
| Acero 75 - 110 kg/mm ² | S 3 | 25 - 35 | 0,01 x Ø | G 1 | 10 - 15 | 0,02 - 0,1 |
| Acero 110 - 140 kg/mm ² | S 3 | 20 - 25 | 0,008 x Ø | G 1 | 15 | 0,02 - 0,1 |
| Acero de más 140 kg/mm ² | S 3 | 15 - 20 | 0,005 x Ø | G 1 | 15 | 0,02 - 0,1 |
| Acero Fundido hasta 50 kg/mm ² | S 3 | 40 - 50 | 0,01 x Ø | G 1 | 15 - 25 | 0,05 - 0,1 |
| Acero Fundido más de 70 kg/mm ² | S 3 | 25 - 35 | 0,01 x Ø | G 1 | 10 - 15 | 0,02 - 0,1 |
| Fundición Gris hasta 200 Brinell | G 1 | 60 - 75 | 0,02 x Ø | G 1 | 30 | 0,1 - 0,4 |
| Fundición Gris más de 200 Brinell | H 1 | 30 - 40 | 0,02 x Ø | H 1 | 15 | 0,1 - 0,2 |
| Fundición roja, Bronce, Latón | G 1 | 80 - 100 | 0,02 x Ø | G 1 | 80 | 0,1 - 0,3 |
| Metales ligeros | G 1 | 100 - 200 | 0,03 x Ø | G 1 | 40 - 60 | 0,1 - 0,3 |
| Aleaciones de aluminio | G 1 | 60 - 80 | 0,02 x Ø | G 1 | 30 - 40 | 0,1 - 0,2 |
| Materiales plásticos | G 1 | 80 - 100 | 0,015 x Ø | G 1 | 30 - 50 | 0,1 |
| Acero INOXIDABLE | S 1 | 30 - 40 | 0,01 x Ø | S 1 | 15 | 0,02 - 0,1 |
| METAL MONEL | S 1 | 50 - 80 | 0,015 x 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/mm²

L 26 = Cobre - Bronce - Fundición hasta 26 kgs/mm²

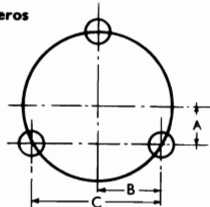
050 = Acero hasta 50 kgs/mm²

070 = » » 70 »

0100 = » » 100 »

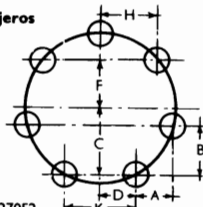
MATERIAL A TALADRAR

3 Agujeros



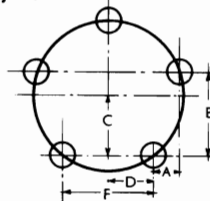
A = 0,25 B = 0,43302 C = 0,86603

7 Agujeros



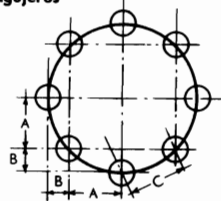
A = 0,27052 B = 0,33922 D = 0,21694 H = 0,39092
C = 0,45049 F = 0,31175 K = 0,43388

5 Agujeros



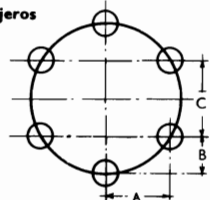
A = 0,18164 B = 0,55902 C = 0,40451
D = 0,29389 F = 0,58779

8 Agujeros



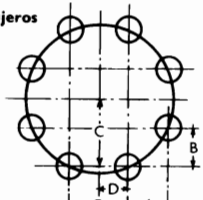
A = 0,35355 B = 0,1465 C = 0,38268

6 Agujeros



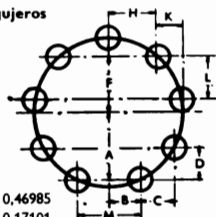
A = 0,43302 B = 0,25 C = 0,50

8 Agujeros



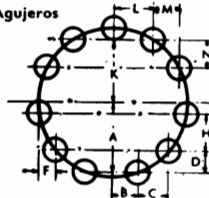
A = 0,27059 B = 0,27059 C = 0,46194
D = 0,19134 F = 0,38268

9 Agujeros



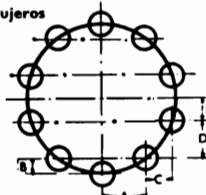
A = 0,46985
 B = 0,17101
 C = 0,262
 D = 0,21985 H = 0,32139 L = 0,2962
 F = 0,38302 K = 0,17101 M = 0,34202

11 Agujeros



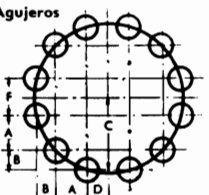
A = 0,47975
 B = 0,14087 F = 0,11704 L = 0,27032
 C = 0,23701 H = 0,25627 M = 0,18449
 D = 0,15232 K = 0,42063 N = 0,21292

10 Agujeros

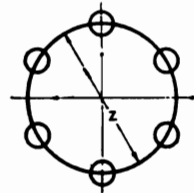


A = 0,29389 B = 0,09549 C = 0,18164
 D = 0,25 F = 0,15451

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 las 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 | Acopillar | Hecificar | Escariar | Brochar | Punzear y Embutir |
| Aceros C R ≥ 50 kg/mm ² | ① ② | ② | ② | ② | ⑬ | ② ⑩ | ⑤ | ⑫ |
| Aceros aleados R ≥ 60 kg/mm ² | ③ | ③ | ③ | ③ | ⑬ | ③ ⑩ | ⑤ | ⑫ |
| Aceros aleados R > 90 kg/mm ² | ③ | ③ | ③ | ③ | ⑬ | ⑦ | ⑤ | ⑫ |
| ACERO INOXIDABLE | ③ | ③ ⑰ | ③ | ③ | ⑮ | ⑦ | ⑤ | ⑫ |
| METAL MONEL | ⑪ | ⑪ | ⑪ | ⑪ | ⑬ | ⑦ | ⑤ | ⑫ |
| FUNDICION GRIS | ① | ① | ① | ① | ⑬ | ⑩ | ① | |
| Aluminio y sus aleaciones | ⑥ ⑨ | ⑨ | ⑨ | ⑨ | ⑭ | ⑨ | ⑨ | ⑮ |
| Cupro-Aluminio BRONCE LATON | ① ② | ② | ② | ① | ⑭ | ⑨ | ④ | ⑮ |
| COBRE | ① | ⑨ | ② | ② | ⑭ | ⑤ | ⑤ | ⑫ |
| Magnesio y sus aleaciones | ① ⑱ | ⑱ | ① ⑱ | ① ⑱ | ① | ⑱ | ⑱ | |
| 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 engranajes a Fresa | Talla engranajes por acepillado | Bisacado a Torno | Torrado automática | Bisacado con Macho | Cortar y rasurar Tubos | Iserrado |
| Aceros C R \geq 50 kg/mm ² | 5 | 4 | ② 10 | 4 | 10 | 10 | 2 |
| Aceros aleados R \geq 60 kg/mm ² | 5 | 4 | ③ 11 | 5 | 10 | 10 | 2 |
| Aceros aleados R > 90 kg/mm ² | 5 | 4 | ③ 5 | 5 | 10 | 10 | 2 |
| ACERO INOXIDABLE | 5 | 4 | 7 | 7 | 9 | 9 | 2 |
| METAL MONEL | 5 | 4 | 7 | 7 | 10 | 10 | 2 |
| FUNDICION GRIS | 1 | 1 | 11 | | 10 | 10 | 2 |
| Aluminio y sus aleaciones | 9 | 9 | 9 | 9 | 9 | 9 | 2 |
| Cupro-Aluminio BRONCE LATON | 8 | 8 | ① 10 | 4 | 10 | 10 | 2 |
| COBRE | | | 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

| | | | |
|---|--|---|--|
| ① | EN SECO | ⑬ | Agua, Carbonato de Sodio 1 %. Bórax 1 % + 0.5 % de Aceite mineral. |
| ② | Agua con 5 % de Aceite soluble (Taladrina) | ⑭ | Agua, Carbonato de Sodio 1 %. Bórax 1 %. |
| ③ | Agua con 8 % de Aceite soluble (Taladrina). | ⑮ | Agua, Carbonato de Sodio 1 % + 0.5 % de Aceite mineral. |
| ④ | Aceite mineral con 6 % de grasa de cerdo | ⑯ | Aceite de ricino. |
| ⑤ | Aceite mineral con 12 % de grasa de cerdo. | ⑰ | Aguarrás 40 %. Azufre 30 %. Albayaide 30 %. |
| ⑥ | PETROLEO | ⑱ | Alcohol |
| ⑦ | Grasa de cerdo con 30 % de Albayaide. | | |
| ⑧ | Aceite mineral 50 % con 50 % de Petróleo. | | |
| ⑨ | Petróleo con 10 % de Aceite mineral. | | |
| ⑩ | Aceite mineral con 1 % de Azufre en polvo. | | |
| ⑪ | Aceite mineral con 5 % de Azufre en polvo. | | |
| ⑫ | Grfito 25 %. Sebo 25 %. Grasa de Cerdo 50 % (aplicado en caldo). | | |

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.

Todos los que se indican en esta tabla han sido convenientemente seleccionados por la práctica en su doble misión de lubricar y refrigerar.

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» |
|--|-----------------------|-----------------|

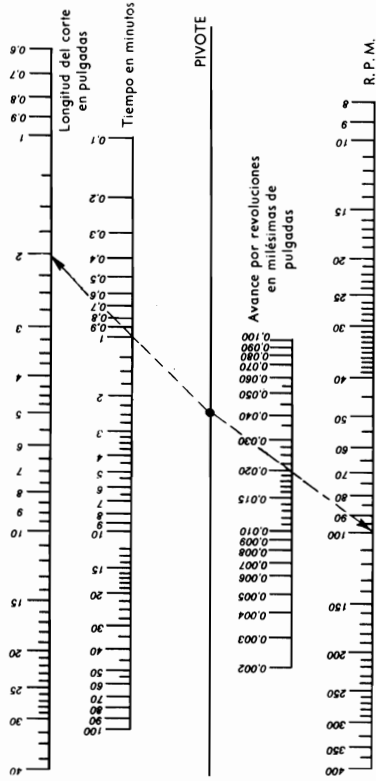
Equivalencia de fracciones de hora sexagesimales y decimales

| 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 |

CALCULADOR

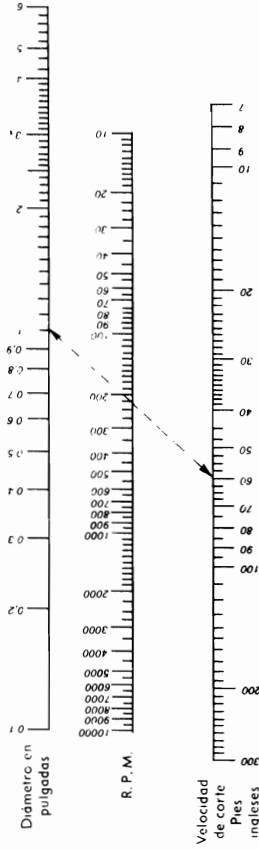
para tiempos de fabricación en función de las revoluciones por minuto, avance por revolución y longitud del corte

Dimensiones en pulgadas inglesas



CALCULADOR PARA DETERMINAR REVOLUCIONES POR MINUTO R. P. M.

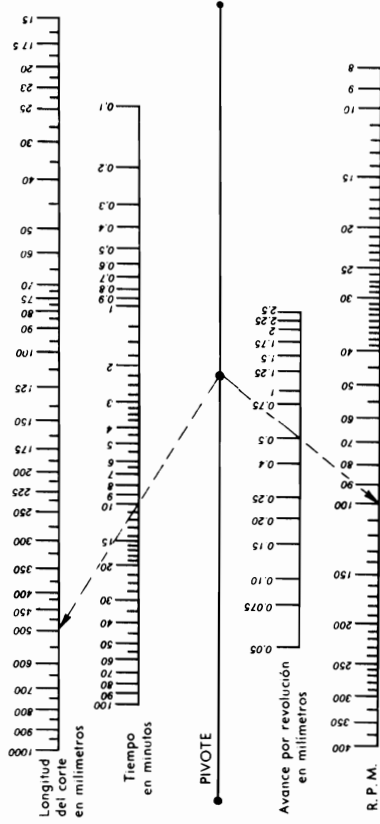
Dimensiones en pulgadas inglesas



CALCULADOR

para tiempos de fabricación en función de las revoluciones por minuto, avance por revolución y longitud del corte

Dimensiones métricas

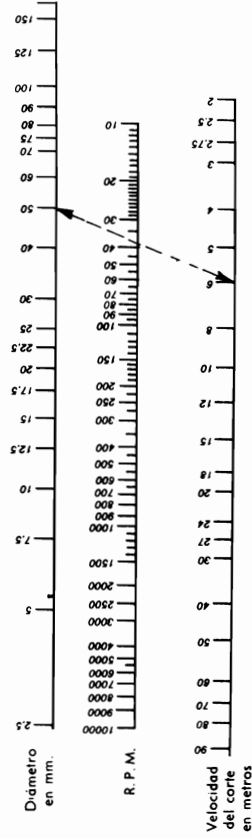


EJEMPLO

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.

CALCULADOR PARA DETERMINAR REVOLUCIONES POR MINUTO R. P. M.

Dimensiones métricas



EJEMPLO

Velocidad del corte, 6 metros
Diámetro en mm. 50
R. P. M.: 38

INSTRUCCIONES PARA USARLO

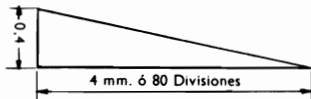
Conocida la velocidad del corte en metros, con que debe trabajarse, unir por medio de una regla con el diámetro en mm.: el punto de intersección marca las R. P. M.

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 $5^{\circ} 43'$.

Siguiendo este método y en función del paso del husillo y divisiones del disco, se puede lograr la precisión que se desee 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 REPLAZO mm. |
|---|-------------------------|-------------------------|--------------------------------|
| CILINDROS | | | |
| Ovalo en el diámetro..... | 0,015 - 0,02 | 0,05 | 0,075 |
| Conicidad..... | 0,015 - 0,03 | 0,05 | 0,1 |
| PISTONES | | | |
| 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 ² | 0,50 kg/cm ² | 0,75 kg/cm ² |
| 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 |
| BIELAS | | | |
| 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. | | |
| CIGÜEÑAL | | | |
| 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 REPLAZO mm. |
|--|---------------|----------------|--------------------------------|
| VALVULAS | | | |
| Holgura entre el vástago y la guía..... | 0,04 | 0,1 | 0,15 |
| Holgura del levanta 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 | | |
| ARBOL DE LEVAS | | | |
| 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 |
| EJES (delanteros y traseros) | | | |
| 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 |
| Paliers 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 REPLAZO mm. |
|---|-------------|----------------|-----------------------------------|
| CAJA DEL DIFERENCIAL | | | |
| Corona: Reacción o movimiento perdido engranado el piñón..... | 0,05 | 0,15 | 0,25 |
| Variación en el acople de la caja..... | 0,02 | 0,03 | 0,05 |
| CAJA DE CAMBIOS DE MARCHA | | | |
| 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 |
| JUNTAS UNIVERSALES O ARTICULACIONES | | | |
| Pasadores y bujes de articulación | | | |
| Universal Holgura en el diámetro..... | 0,03 | 0,075 | 0,18 |
| 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 |
| EMBRAGUE | | | |
| 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, huelgo radial..... | 0,02 | 0,05 | 0,1 |
| Resortes del embrague, diferente presión..... | | | 2 1/4 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 REPLAZO mm. |
|--|-------------------------------------|----------------|-----------------------------------|
| FRENOS | | | |
| 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 |
| VARIOS | | | |
| 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
 » N.º 2 = 0,0010 × D
 » N.º 3 = 0,00075 × D
 » N.º 4 = 0,0003 × D

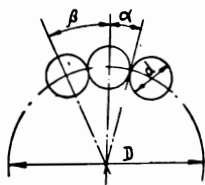
CAMIONES Y TRACTORES

Zona N.º 1 = 0,0017 × D
 » N.º 2 = 0,0012 × D
 » N.º 3 = 0,00077 × D
 » N.º 4 = 0,00032 × D

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

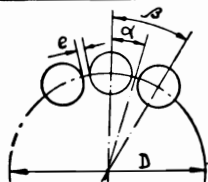
NORMAS PARA SU CALCULO



D = Diámetro primitivo.
N = Número de bolas o rodillos.
D = Cosecante $\alpha \times d$.

$$\beta = \frac{360}{N} \quad \alpha = \frac{\beta}{2}$$

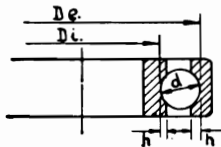
PARA BOLAS O RODILLOS
QUE SE UNEN



D = Cosecante $\alpha \times (d + e)$.

$$\beta = \frac{360}{N} \quad \alpha = \frac{\beta}{2}$$

PARA BOLAS O RODILLOS
QUE TENGAN LA SEPARACION «e»



$$h = 0,2 \times d.$$

$$R = \frac{d}{2}$$

$$De = D + d.$$

$$Di = D - d.$$

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 | MARCAS DE FABRICAS ESPAÑOLAS DE ACEROS | | |
|---|--|------------------------|--|
| | ACERO QUE DEBE EMPLEARSE | S. E. de C. N. REINOSA | PATRICIO ECHEVERRIA, S. A.-LEGAZPIA |
| Arbol de levas..... | Heva - C. N. C. | M. E-3 | Bellota C. N. |
| Bielas..... | » T. S. D. | K. A-2 | » URKO 1 |
| Bulones de pistón..... | » C. N. C. | M. E-3 | » C. N. |
| Bulones de mangueta..... | » C. N. C. | M. E-3 | » C. N. |
| Bielas o palancas mangueta de dirección..... | » Elastic. | K. A-2 | » URKO 1 |
| Cigüeñal..... | » Elastic. | H. A-2 | » URKO 1 |
| Corona diferencial..... | » D. T. A. 6 C. N. C. | M. E-3 ó H. A-2 | » CNMO ó URKO 3 |
| Corona de arranque..... | » D. T. A. | H. A-2 | » URKO 1 |
| Cruceles cardan..... | » C. N. C. | M. A-2 | » C. N. |
| Cruceles diferencial..... | » D. T. A. 6 C. N. C. | M. E-3 ó H. A-2 | » CNMO ó URKO 3 |
| Eje delantero..... | » Elastic. 2 | H. A-2 | » URKO 1 |
| Eje principal transmisión..... | » Elastic. 2 | H. A-2 | » URKO 1 |
| Eje transmisión..... | » Elastic. 2 | H. A-2 | » URKO 1 |
| Eje del cambio (secundario). Eje de tren fijo..... | » C. N. C. » D. T. A. | M. E-3 H. A-2 | » C. N. » URKO 3 |
| | | | Hamsa - D. 2 » A. 2 » D. 2 » D. 2 » A. 2 » A. 2 » B. 1 ó D. 1 » A. 2 » D. 2 » B. 1 ó D. 1 » A. 2 » A. 2 » A. 2 » A. 2 » D. 1 » B. 1 |

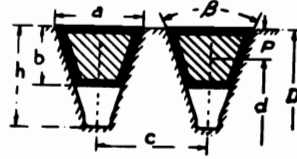
C = Cementación. T = Tratamiento. El acero de cementación se empleará para piezas sometidas a grandes fatigas.

CLASIFICACION DE ACEROS PARA DIVERSAS PIEZAS DEL AUTOMOVIL

| DESIGNACION DE LA PIEZA | MARCAS DE FABRICAS ESPAÑOLAS DE ACEROS | | | | |
|------------------------------------|--|------------------------|--------------------------|-------------------------------------|-----------------|
| | ACERO QUE DEBE EMPLEARSE | S. E. de C. N. REINOSA | ECHEVARRIA, S. A. BILBAO | PATRICIO-ECHEVERRIA, S. A.-LEGAZPIA | HAMSA BARCELONA |
| Piñón de ataque diferencial. | Cr.-Ni. T. C. | Heva-D.T.A. o C.N.C. | M. E.-3 ó H. A.-2 | BellataURKO3óCNMO | HamsaB.1óD.1 |
| Piñón Satélites o planetarios. | Cr.-Ni. T. C. | » D. T. A. o C. N. C. | M. E.-3 ó H. A.-2 | » URKO 3 ó CNMO | » B. 1 ó D. 1 |
| Piñón arranque..... | Cr.-Ni. T. | » D. T. A. | M. E.-3 | » C. N. | » D. 1 ó D. 2 |
| Piñón bomba aceite..... | Cr.-Ni. T. | » D. T. A. | H. A.-3 | » URKO 1 | » A. 2 |
| Rótulas 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 ó D. 2 |
| Tornillos cabezas de bielas. | 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 ó H. A.-2 | » URKO 3 ó CNMO | » B. 1 ó 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 |
| Rodillos bulón 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 ó A. 2 |

C = Cementación. T = Tratamiento. El acero de cementación se empleará para piezas sometidas a grandes fatigas.

CORREAS TRAPEZOIDALES



$d =$ Diám. 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 β |
|---|--------|------|------|------|-------|-------|-------|--|
| | b mm. | 6 | 8 | 11 | 14 | 19 | 25 | |
| Longitud primitiva de la correa | De mm. | 500 | 684 | 921 | 1440 | 3115 | 5038 | g |
| | a mm. | 1415 | 3495 | 6860 | 10000 | 13715 | 19805 | |
| Diámetro de la polea D mm. | 77 | 98 | — | — | — | — | — | 34° |
| | 86 | 108 | 151 | 238 | 374 | 525 | 34° | 34° |
| | — | — | — | — | 419 | 585 | 34° | 34° |
| | 96 | 120 | 171 | 264 | 469 | 655 | 36° | 36° |
| | 106 | 133 | 191 | 294 | 519 | 735 | 36° | 36° |
| | — | — | — | — | 579 | 825 | 36° | 36° |
| | 118 | 148 | 211 | 329 | 649 | 925 | 38° | 38° |
| | 131 | 168 | 235 | 369 | 729 | 1025 | 38° | 38° |
| | 146 | 188 | 261 | 414 | 819 | 1145 | 38° | 38° |
| | 166 | 208 | 291 | 464 | 919 | 1275 | 40° | 40° |
| | 186 | 232 | 326 | 514 | 1019 | 1425 | 40° | 40° |
| | 206 | 258 | 366 | 574 | 1139 | 1625 | 40° | 40° |
| | 230 | 288 | 411 | 644 | 1269 | 1826 | 40° | 40° |
| | 256 | 323 | 461 | 724 | 1419 | 2025 | 40° | 40° |
| | 286 | 363 | 511 | 814 | 1619 | 2265 | 40° | 40° |
| | 321 | 408 | 571 | 914 | 1819 | 2525 | 40° | 40° |
| | 361 | 458 | 641 | 1014 | 2019 | 2825 | 40° | 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 22×14 a la velocidad periférica V de 25 metros por segundo y con ángulo de abrazamiento de 180° , se tendrán que emplear 6 de estas correas, tomando como dato el valor de la tabla que para una correa de 22×14 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 α de 180° , según está calculada la tabla, fuera solo de 140° , 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.

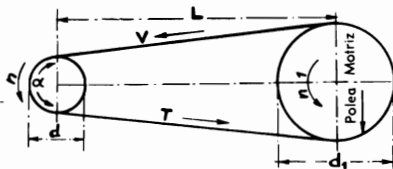
Valores para ángulo de abrazamiento $\alpha = 160^\circ 0,85'$; $140^\circ 0,89'$; $120^\circ 0,83'$.

FORMULAS

$$V = \frac{n \times d}{19.100} = \frac{n_1 \times d_1}{19.100}$$

$$\cos \frac{\alpha}{2} = \frac{d \times (K - 1)}{2 \times L}$$

$$K = \frac{d}{d_1} = \frac{n_1}{n}$$



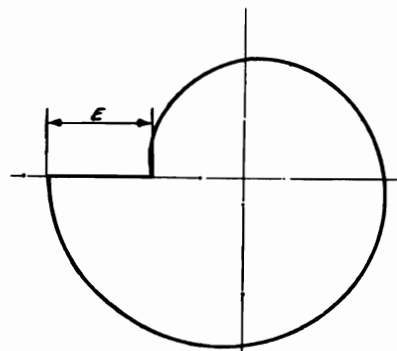
n y n_1 = Número de revoluciones por minuto de las 2 poleas.

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

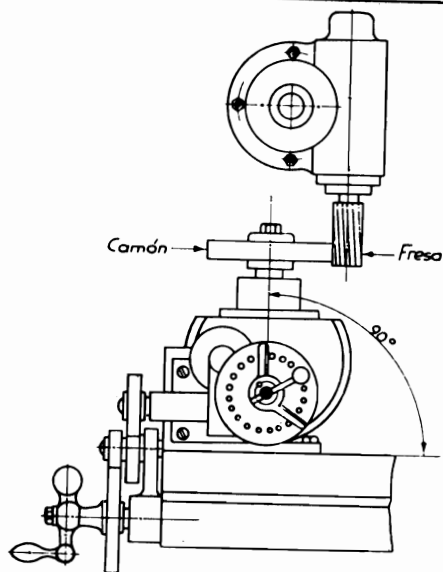


La figura de este Camón representa teóricamente la elevación o paso de la espiral en una revolución completa, y debe fresarse estando el Divisor Universal en posición de 90° según se indica en la figura de la página siguiente.

Características

E = Elevación o paso de la espiral
Giro del Camón 360° (una revolución)

Fresado de Levas con curvas
en espiral utilizando el Divisor Universal
y el cabezal porta-fresas

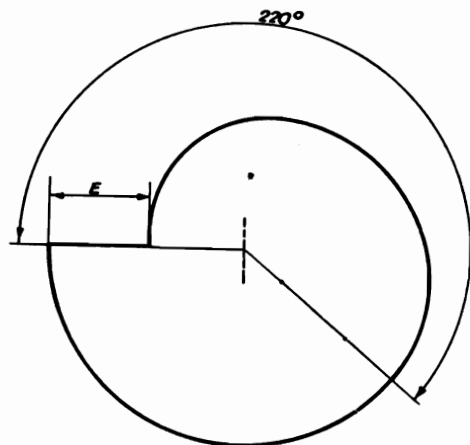


Posición del Divisor Universal 90°

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 correspondiente 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 Camiones o Levas con curvas en espiral utilizando el Divisor Universal y el cabezal porta-fresas

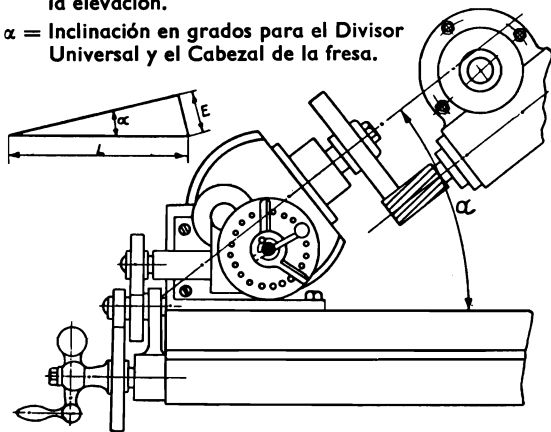
Fórmulas: $L = \frac{360}{n} \times E$. $\text{Sen } \alpha = \frac{E}{L}$

E = Elevación o paso de la espiral del Camión 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.

α = Inclinación en grados para el Divisor Universal y el Cabezal de la fresa.

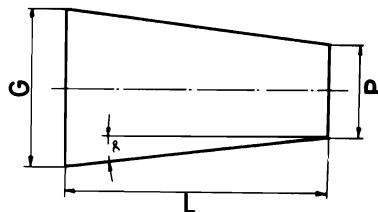


Ejemplo: E = 24 mm de elevación. n = Giro 220°.

tendremos que $L = \frac{360}{220} \times 24 = 39.271$ mm. de paso.

$\text{Sen } \alpha = \frac{24}{39.271} = 0,61113$; $\alpha = 37^{\circ} 40'$.

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.