



# **CURSO OPERADOR BÁSICO DE TORNO PARALELO**

---

**NIVEL 1 - MÓDULO 2**

---

**AREA METALMECÁNICA  
CONFORMACIÓN DE PIEZAS**

**APUNTE PARA EL ALUMNO**

# ÍNDICE

<b>UNIDAD 5: HERRAMIENTAS DE CORTE PARA EL MECANIZADO .....</b>	<b>2</b>
LA HERRAMIENTA PARA TORNEAR .....	3
PARTES PRINCIPALES DE UNA HERRAMIENTA CORTANTE .....	6
ÁNGULOS CARACTERÍSTICOS DE LAS HERRAMIENTAS CORTANTES .....	7
VELOCIDAD Y AVANCE POR CORTE .....	8
AJUSTE DE LAS VELOCIDADES DEL TORNO .....	9
AVANCE DEL TORNO .....	10
GRÁFICOS DE LAS VELOCIDADES DE UN TORNO .....	11
<b>UNIDAD 6: AFILADO DE HERRAMIENTAS PARA TORNO .....</b>	<b>12</b>
LA AMOLADORA DE BANCO .....	13
ELECCIÓN DE LAS MUELAS .....	14
SEGURIDAD EN EL USO DE LA AMOLADORA .....	15
<b>UNIDAD 7: EL TORNO PARALELO .....</b>	<b>16</b>
EL TORNO PARALELO .....	17
ENCENDIDO Y APAGADO DE LA MÁQUINA .....	21
SEGURIDAD EN EL USO DEL TORNO .....	22
POSICIONAR Y CENTRAR LA HERRAMIENTA .....	23
COLOCACIÓN DE LA HERRAMIENTA .....	25
AJUSTE DE LA PIEZA - PLATO DE TRES MORDAZAS .....	26
MONTAJE DEL PLATO EN EL TORNO .....	27
EMPLEO Y MANTENIMIENTO DE LOS PLATOS UNIVERSALES .....	28
<b>UNIDAD 8: PREPARACIÓN Y OPERACIÓN DEL TORNO PARALELO PARA PROCESOS DE MECANIZADOS BÁSICOS.....</b>	<b>29</b>
MOVIMIENTO DE LOS CARROS .....	30
CABEZAL FIJO .....	31
VELOCIDADES.....	32
FRETEADO .....	33
CILINDRADO .....	34
NORMAS DE SEGURIDAD DEL TORNERO .....	35
<b>UNIDAD 9: APLICACIÓN DEL CONTROL DIMENSIONAL DURANTE EL PROCESO DE MECANIZADO BÁSICO .....</b>	<b>36</b>
INSTRUMENTOS DE VERIFICACIÓN .....	37
RELOJ COMPARADOR DIGITAL .....	41
PLANTILLAS O GALGAS PARA RADIOS DE CURVAS Y PARA ROSCA .....	44
INSTRUMENTOS PARA MEDIR ÁNGULOS .....	45
GONIÓMETRO DE PRECISIÓN .....	46
MICRÓMETRO.....	47
HERRAMIENTAS DE TRAZAR .....	51
COMPASES.....	52
CALIBRE DE ALTURA CON VERNIER O MAL LLAMADO ALTÍMETRO .....	53
<b>BIBLIOGRAFIA UTILIZADA.....</b>	<b>55</b>

# CURSO

## OPERADOR BÁSICO DE TORNO PARALELO

### NIVEL 1 - MÓDULO 2

## UNIDAD 5: HERRAMIENTAS DE CORTE PARA EL MECANIZADO



## LA HERRAMIENTA PARA TORNEAR

El estudio de las herramientas sencillas es muy importante pues su mejor aptitud para cortar los metales, influye en el correcto acabado de la pieza, en el rendimiento de la máquina, y en el costo del trabajo.

La eficiencia de la herramienta depende del material con que están hechas.

### VARIABLES DE TAYLOR

Después de muchos estudios y experiencias, este célebre ingeniero americano descubrió que los elementos que más influyen en la forma de las herramientas, son los siguientes:

- a) Calidad del material que se trabaja;
- b) Calidad del material de la herramienta;
- c) Profundidad de pasada;
- d) Diámetro de la pieza;
- e) Espesor y tipo de viruta;
- f) Forma, perfil y sujeción de la herramienta;
- g) Condiciones de enfriamiento;
- h) Tiempo entre dos afiladuras consecutivas;
- i) Presión de la viruta sobre la herramienta;
- j) Posibles cambios de velocidades;
- k) Elasticidad de la pieza y de la herramienta
- l) Potencia del torno.

### MATERIALES EMPLEADOS PARA LA FABRICACIÓN DE HERRAMIENTAS

Los materiales empleados para la fabricación de herramientas, deben poseer las propiedades siguientes:

- a) Mantener su dureza en caliente (calor que se desarrolla entre la pieza y la herramienta);
- b) Ser tenaces, para resistir a los choques y a la presión de trabajo;
- c) Resistir al frotamiento sin desgastarse.

Para esto, se emplean:

- A) Aceros al carbono o ligeramente aleados:** Se emplean solamente para herramientas que no superen en el trabajo los 150-200°: machos, terrajas, cortafíos, punzones, etc. contienen de 0,4~ 1,4, y pequeñas cantidades de W, Cr, Mo y Va.
- B) Aceros rápidos comunes (18-4-1),** con una composición media de 18 % de W, 4 % de Cr y 1 % de Va. No pierden el filo cortante hasta los 500-600° C., y permiten triplicar la velocidad alcanzada con los aceros al carbono.

## Aceros de gran rendimiento

- C) **Aceros extra rápidos:** A los componentes anteriores se añaden en estos aceros, de 4 a 12 % de Co, con el cual pueden trabajar a velocidades en un 40 % superior a los aceros rápidos comunes.
- D) **Stellita y derivados:** Son aleaciones de Fe, C, W y Co de gran dureza, que se preparan en forma de varillas rectangulares o cuadradas, y se sujetan con portaherramientas de forma adecuada.
- E) **Plaquetas de metal duro (carburos)** (Fig. 1 /4): La composición mediana de estas plaquetas es de 75 % de W, 6-12 % de Co, 4-8 % de Cr, 2-8 % de Ta, 2-10 % de Ti, y 5-10 % de C.

Las plaquetas se preparan pulverizando los elementos y se presinterizan a 1.500° C., con fuerte presión. Luego se les da la forma requerida, y se acaba la sinterización a 3.000° C.

Mantienen su dureza aun a 900° C y pueden trabajar con altas velocidades materiales durísimos, no elaborables con otros tipos de herramientas.

Trabajando con plaquetas de carburos, se obtiene el máximo rendimiento aumentando la velocidad de corte, y manteniendo el avance en su valor normal. Con tales plaquetas, nunca se debe dejar la pasada conectada cuando se para la máquina.

Las plaquetas de carburos se sueldan sobre vástagos de acero al carbono y se pueden afilar, solamente, con muelas de carburo de silicio, y asentarlas, luego, con muelas diamantadas.

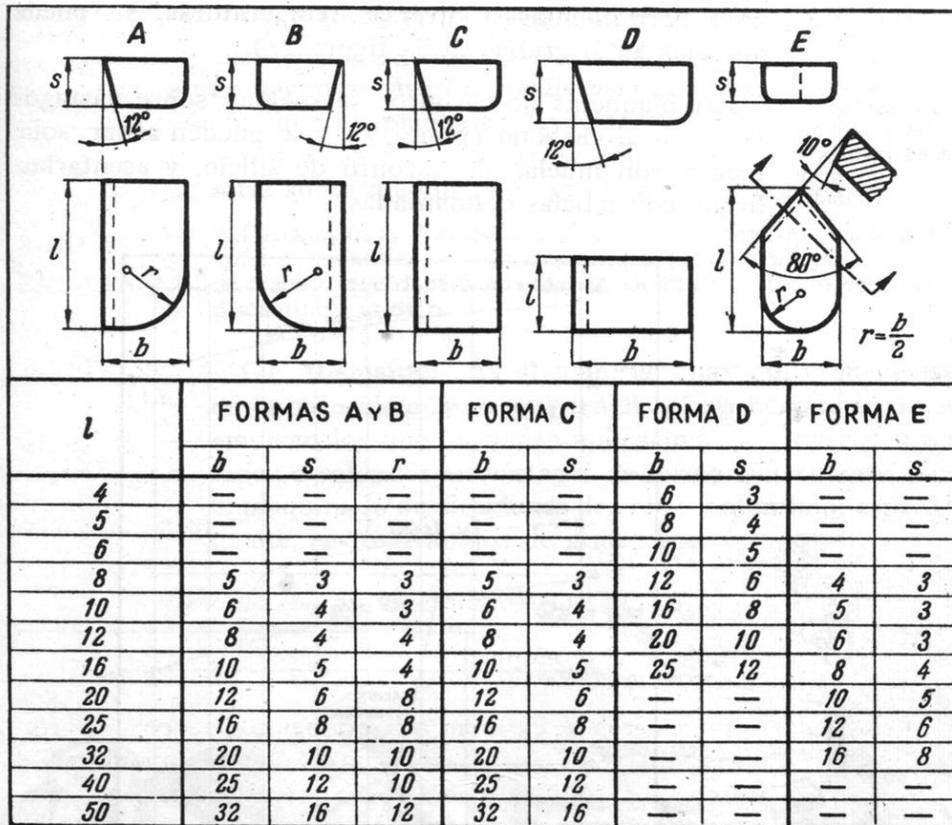


Figura 1/4. — Formas y medidas de las plaquetas de metal duro, normalizadas.

**F) Plaquetas de material cerámico:** Se componen de un 90-96 % de alúmina (óxido de aluminio) y de óxidos de Si, Mn, Cr y Mg, comprimidos a 2.000 Kg/cm<sup>2</sup> y 1.900° C. de temperatura. Resultan todavía más duras que las anteriores, y permiten, por lo tanto, velocidades de corte aun más elevadas.

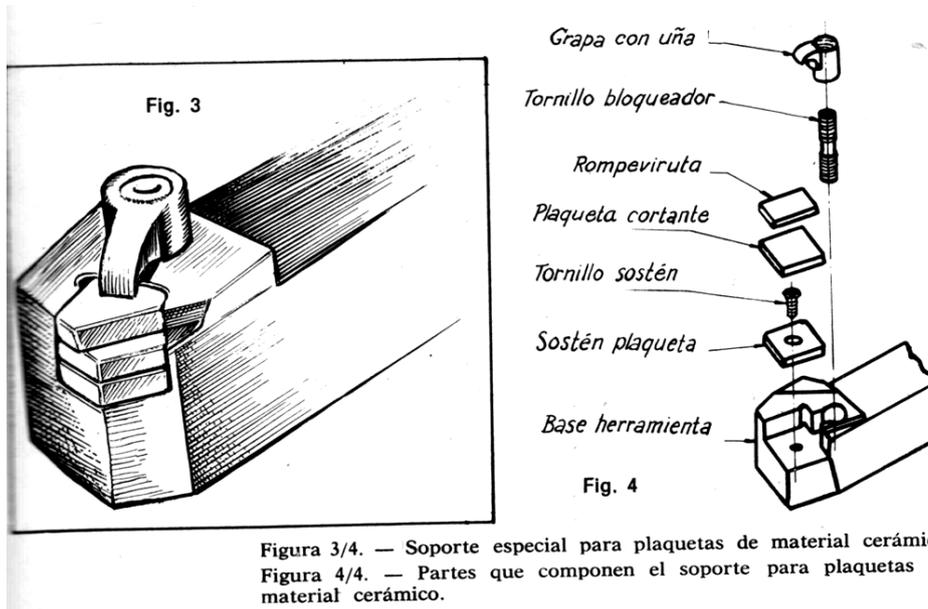
Resisten al roce; pero no soportan cambios repentinos de temperatura, y tampoco, las vibraciones. Son particularmente aptas para trabajar aleaciones de aluminio y materiales plásticos, que desgastan fácilmente el filo cortante de las herramientas comunes.

Se utilizan en forma de plaquetas cuadradas o triangulares, que se sujetan mecánicamente en portaherramientas especiales (Fig. 3/4).

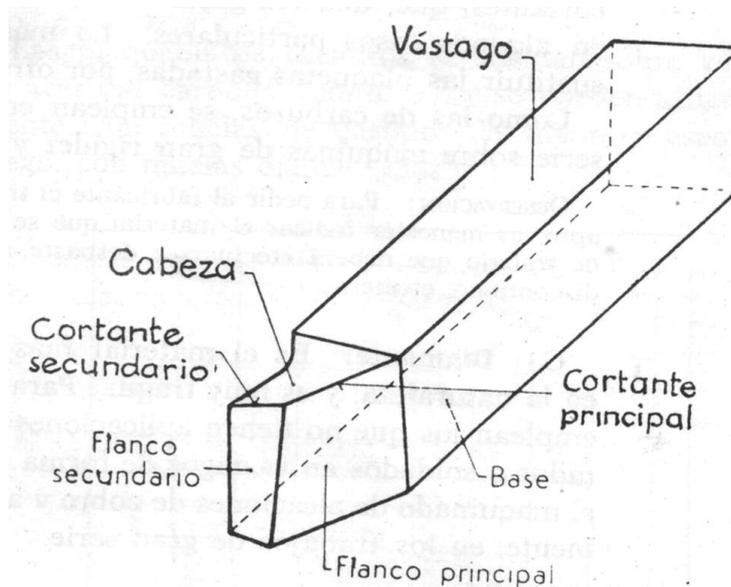
Las plaquetas de forma cuadrada tienen ocho aristas cortantes, que, una vez gastadas, no se reafilan, excepto en algunos casos particulares. Lo más conveniente es sustituir las plaquetas gastadas, por otras nuevas. Como las de carburos, se emplean en los trabajos en serie sobre máquinas de gran rigidez y potencia.

**Observación:** Para pedir al fabricante el tipo de plaqueta más apto, es necesario indicar el material que se trabaja, y la clase de trabajo que deberá efectuarse: desbaste, acabado continuo o discontinuo, etcétera.

**G) Diamante:** Es el material más duro que existe en la naturaleza y es muy frágil. Para herramientas, se emplean los que no tienen aplicaciones en joyería, insertados o soldados en vástagos de forma conveniente para el maquinado de aleaciones de cobre y aluminio; especialmente en los trabajos de gran serie.



## PARTES PRINCIPALES DE UNA HERRAMIENTA CORTANTE



## ÁNGULOS CARACTERÍSTICOS DE LAS HERRAMIENTAS CORTANTES

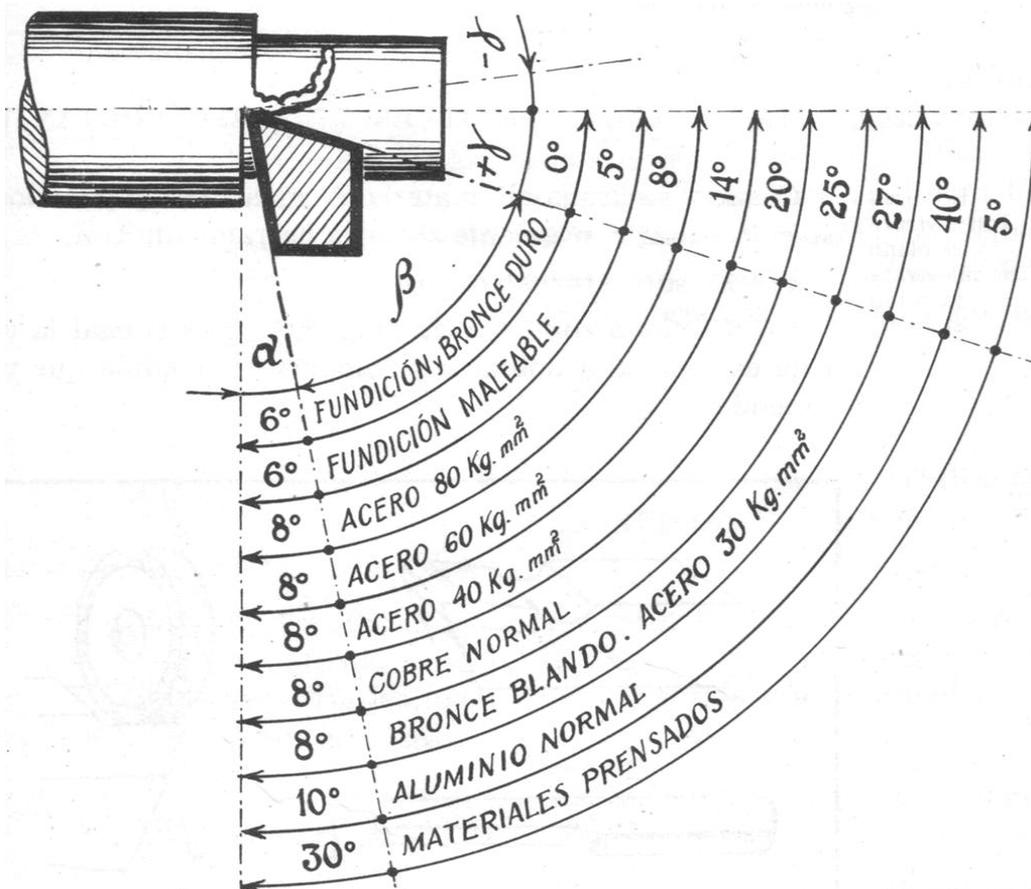
Observada una herramienta cortante en su sección normal, los ángulos característicos son los siguientes:

$\alpha$  = **De incidencia**, formado por la cara inferior y la vertical.

$\beta$  = **De corte**, formado por la cara cortante y el costado principal, y del cual depende la robustez de la herramienta, como se deduce de la figura.

$\gamma$  = **De ataque**, llamado, también de desprendimiento superior, es decir, el que forma la horizontal con la cara cortante de la herramienta. Este ángulo es el más importante, en lo que respecta a las herramientas cortantes.

El valor de estos ángulos, que varía con la dureza del material que se trabaja, se encuentra en la siguiente figura:



## VELOCIDAD Y AVANCE POR CORTE

La velocidad a la cual gira la pieza de trabajo en el torno es un factor importante y puede influir en el volumen de producción y en la duración de la herramienta de corte. Una velocidad muy baja en el torno ocasionará pérdidas de tiempo; una velocidad muy alta hará que la herramienta se desafilé muy pronto y se perderá tiempo para volver a afilarla. Por ello, la velocidad y el avance correctos son importantes según el material de la pieza y el tipo de herramienta de corte que se utilice.

### VELOCIDAD DE CORTE

La velocidad de corte para trabajo en un torno se puede definir como la velocidad con la cual un punto en la circunferencia de la pieza de trabajo pasa por la herramienta de corte en un minuto. La velocidad de corte se expresa en pies o en metros por minuto.

Por ejemplo, si el acero de máquina tiene una velocidad de corte de 100 pies (30 m) por minuto, se debe ajustar la velocidad del torno de modo que 100 pies (30 m) de la circunferencia de la pieza de trabajo pasen frente a la punta de la herramienta en un minuto. La velocidad de corte (VC) recomendada para diversos materiales aparece en la siguiente tabla. Estas velocidades de corte las han determinado los productores de metales y fabricantes de herramientas de corte como las más convenientes para la larga duración de la herramienta y el volumen de producción.

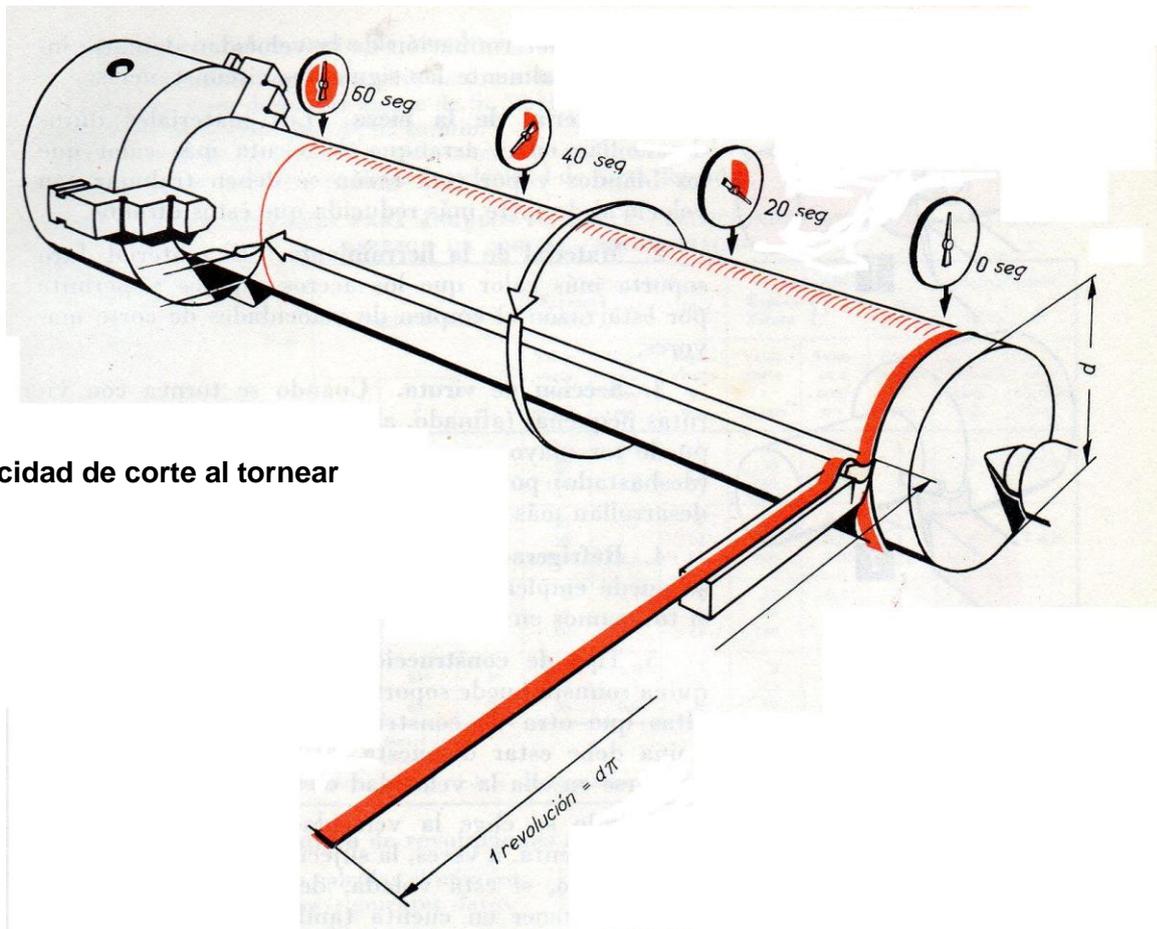
	Refrendado, torneado, rectificación					
	Desbastado		Acabado		Roscado	
Material	pies/min	m/min	pies/min	m/min	pies/min	m/min
Acero de máquina	90	27	100	30	35	11
Acero de herramienta	70	21	90	27	30	9
Hierro fundido	60	18	80	24	25	8
Bronce	90	27	100	30	25	8
Aluminio	200	61	300	93	60	18

### CÁLCULO DE LA VELOCIDAD DE CORTE

La velocidad circunferencial de la pieza es, al mismo tiempo, la velocidad con que se arranca la viruta y se llama velocidad de corte.

La velocidad de corte se designa con  $V$ , el diámetro de la pieza en milímetros con  $d$  y el número de revoluciones de la pieza por minuto  $n$ . La velocidad de corte será entonces

$$v = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} \quad \text{en m/min.}$$



## Velocidad de corte al torner

### AJUSTE DE LAS VELOCIDADES DEL TORNO

Los tornos de taller están diseñados para trabajar con el husillo a diversas velocidades y para maquinar piezas de trabajo de diferentes diámetros y materiales. Estas velocidades se indican en r/min y se pueden cambiar por medio de cajas de engranes, con un ajustador de velocidad variable y con poleas y correas (bandas) en los modelos antiguos.

Al ajustar la velocidad del husillo, ésta debe ser lo más cercana posible a la velocidad calculada, pero nunca mayor. Si la acción de corte es satisfactoria se puede aumentar la velocidad de corte; si no es satisfactoria, o hay variación o traqueteo de la pieza de trabajo, reduzca la velocidad y aumente el avance.

Para cambiar la velocidad en tornos impulsados por **correa y poleas** de diferente tamaño, se deberá ir pasando la correa por las poleas hasta alcanzar la velocidad deseada. Para cambiar las velocidades en los tornos con **cabezal de engranajes** se mueven las palancas a la posición necesaria de acuerdo con la tabla de revoluciones por minuto que está en el cabezal.

Cuando cambie las posiciones de las palancas, ponga una mano en la palanca o en el chuck y gírelo despacio con la mano. Esto permitirá que las palancas acoplen los engranajes sin choque entre ellos.

Algunos tornos están equipados con cabezal de velocidad variable y se puede ajustar cualquier velocidad dentro de la gama establecida. La velocidad del husillo se puede graduar mientras funciona el torno, girando una perilla de control de velocidad hasta que el cuadrante señale la velocidad deseada.

## AVANCE DEL TORNO

El avance de un torno se define como la distancia que avanza la herramienta de corte a lo largo de la pieza de trabajo por cada revolución del husillo. Por ejemplo, si el torno está graduado por un avance de 0.008 pulgadas (0.20 mm), la herramienta de corte avanzará a lo largo de la pieza de trabajo 0.008 pulgadas (0.20 mm) por cada vuelta completa de la pieza. El avance de un torno paralelo depende de la velocidad del tornillo o varilla de avance. Además, se controla con los engranes desplazables en la caja de engranes de cambio rápido.

<b>TABLA 1. AVANCES PARA DIVERSOS MATERIALES CON EL USO DE HERRAMIENTAS PARA ALTA VELOCIDAD</b>				
	<b>Desbastado</b>		<b>Acabado</b>	
<b>Material</b>	<b>Pulgadas</b>	<b>Milímetros</b>	<b>Pulgadas</b>	<b>Milímetros</b>
Acero de máquina	0.010 - 0.020	0.25 - 0.50	0.003 - 0.010	0.07 - 0.25
Acero de herramientas	0.010 - 0.020	0.25 - 0.50	0.003 - 0.010	0.07 - 0.25
Hierro fundido	0.015 - 0.025	0.40 - 0.065	0.005 - 0.12	0.13 - 0.30
Bronce	0.015 - 0.025	0.40 - 0.65	0.003 - 0.010	0.07 - 0.25
Aluminio	0.015 - 0.030	0.40 - 0.75	0.005 - 0.010	0.13 - 0.25

Siempre que sea posible, sólo se deben hacer dos cortes para dar el diámetro requerido: un corte de desbastado y otro de acabado. Dado que la finalidad del corte de desbastado es remover el material con rapidez y el acabado de superficie no es muy importante, se puede usar un avance basto. El corte de acabado se utiliza para dar el diámetro final requerido y producir un buen acabado de superficie; por lo tanto, se debe utilizar un avance fino. Para maquinado general, se recomiendan un avance de 0.010 a 0.015 pulg. (0.25 a 0.38 mm) para desbastar y de 0.003 a 0.005 pulgadas (0.076 a 0.127 mm.) para acabado fino. En la tabla se indican las velocidades recomendadas para cortar diversos materiales cuando se utiliza una herramienta de acero de alta velocidad.

### Para ajustar el avance del torno:

1. Consulte la placa en la caja de engranes de cambio rápido par seleccionar la cantidad necesaria de avance. (Tabla 1).
2. Mueva la palanca dentro del agujero que está directamente debajo de la hilera en la cual se encuentra el avance seleccionado.
3. Siga hacia la izquierda la hilera en la cual se encuentra el avance seleccionado y ponga las palancas de cambio de avance en las letras indicadas en la palanca.

## GRÁFICOS DE LAS VELOCIDADES DE UN TORNO

Pueden ser lineales o logarítmicos y corresponden a las r.p.m. de cada torno. Su empleo es por demás sencillo y muy útil, pues hacen ahorrar tiempo.

Conocida la velocidad de corte con relación al material que se ha de trabajar y al tipo de herramienta empleada, se busca la primera en las ordenadas (línea vertical, a la izquierda), y el diámetro de la pieza, sobre las abscisas (línea horizontal, debajo). La intersección de dichos valores indicará las r.p.m. que se deben utilizar.

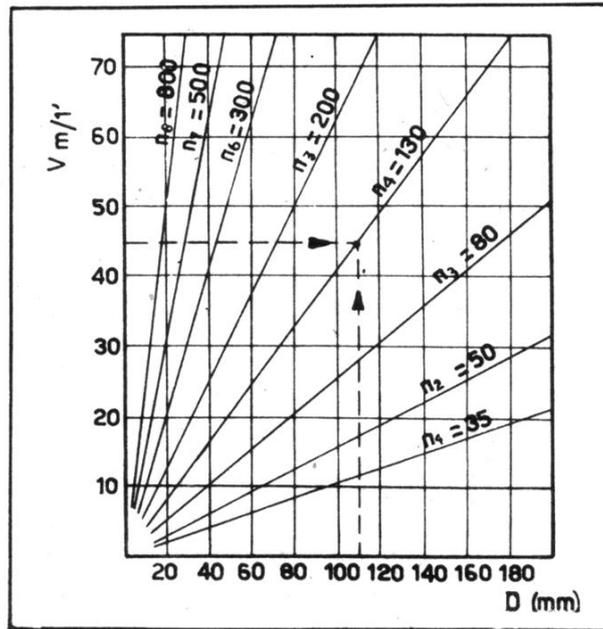


Figura 1/6. — Gráfico lineal de las velocidades de un torno paralelo.  
V) Velocidad; D) Diámetro de la pieza.

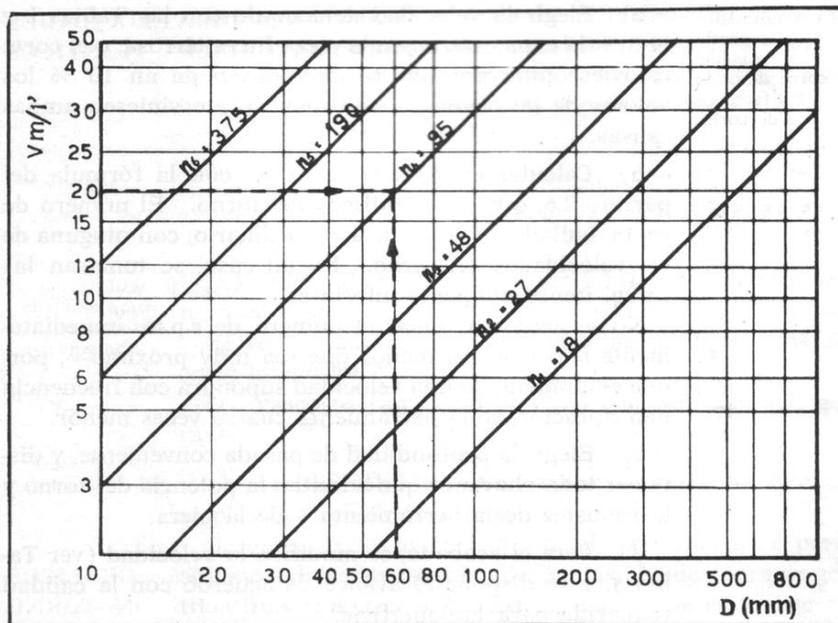


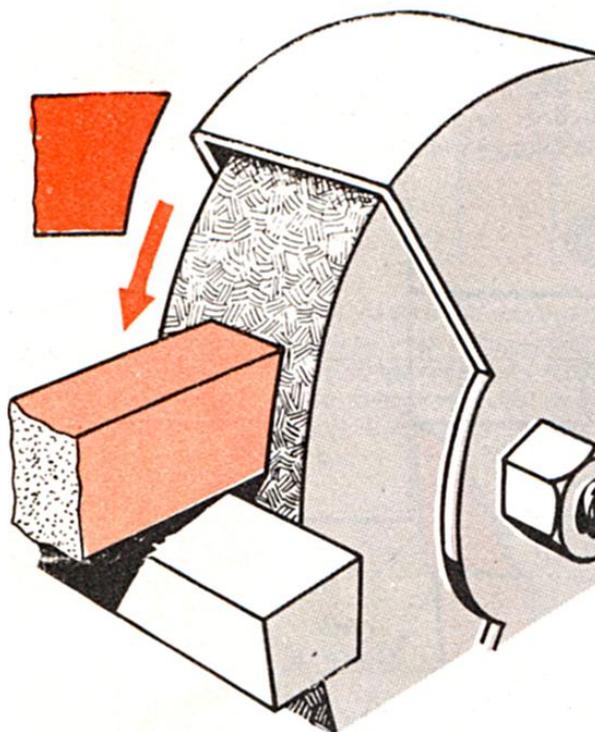
Figura 2/6. — Gráfico logarítmico de las velocidades de un torno.

# CURSO

## OPERADOR BÁSICO DE TORNO PARALELO

### NIVEL 1 - MÓDULO 2

## UNIDAD 6: AFILADO DE HERRAMIENTAS PARA TORNO



## LA AMOLADORA DE BANCO

Es una máquina con impulso eléctrico. El eje de la bobina sobrepasa ambos lados del motor y a éstos se le adosan dos muelas, una a cada extremo. Cada muela posee una carcasa que nos protegerá de las chispas que se desprenden del amolado, como de la posible rotura de una piedra. De frente a la muela y en posición de trabajo encontramos un apoyo que nos dará firmeza al momento de amolar.

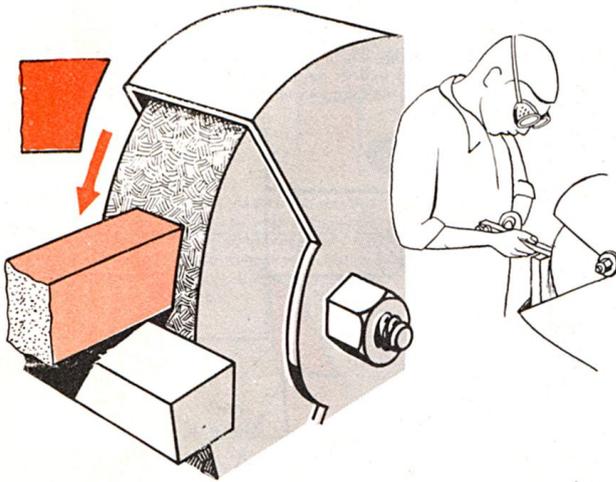


Fig. 30.1. Afilado de la herramienta en el disco plano (no es correcto afilar en forma cóncava la superficie de incidencia).

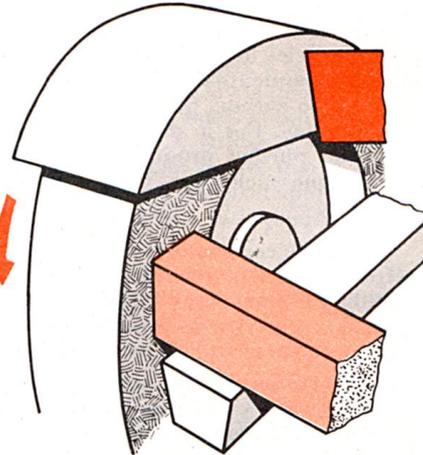


Fig. 30.2. Afilado de la herramienta en la muela de vaso.

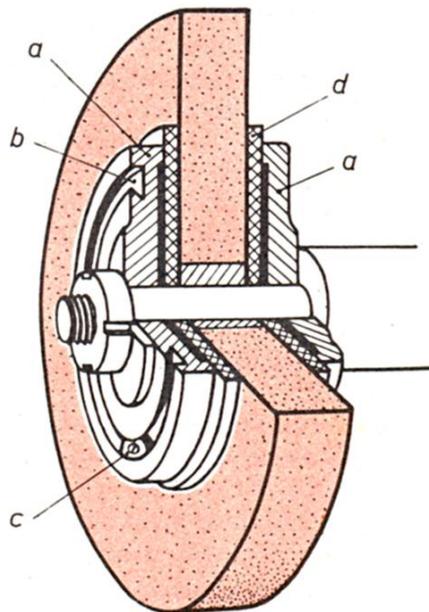


Fig. 165.4. Sujeción de la muela de esmerilar. *a*) Brida de sujeción; *b*) ranura anular; *c*) peso de compensación; *d*) disco intermedio de cartón, fieltro o cuero.

## ELECCIÓN DE LAS MUELAS

Los materiales abrasivos pueden ser naturales y artificiales. Los naturales son el corundum natural y el esmeril; el cuarzo está contenido como material esmerilante natural en la piedra arenisca.

Preferentemente se emplean los materiales artificiales. El electrocorundum o corindón artificial (óxido de aluminio), se obtiene de la arcilla en horno eléctrico; coloración parda.

El carburo de silicio (carborundum) se obtiene partiendo de arena de cuarzo y polvo de carbón; tiene color gris o verde y contiene inclusiones de brillo diamantino.

Los innumerables granos abrasivos de que está constituida una muela se mezclan con un material aglutinante y se moldean para darle la forma de disco.

La designación de las muelas como muelas blandas o muelas duras no se refiere a la dureza de los granos abrasivos, sino a la clase de aglutinante. Las muelas duras lo son porque tienen un aglutinante más duro que las blandas.

Muelas blandas para materiales duros, (verde)

Muelas duras para materiales blandos, (grises)

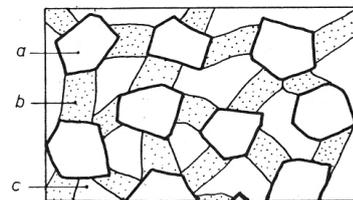


Fig. 164,2. Estructura de las muelas de esmerilar (dibujo exagerado). a) Grano; b) aglutinante; c)

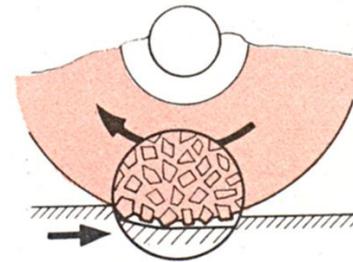


Fig. 163,2. Modo de trabajar la muela.

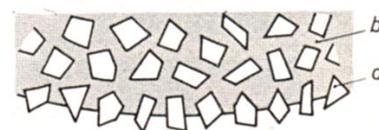


Fig. 163,3. Partes constituyentes de la muela. a) Granulado; b) aglutinante.

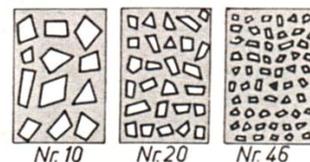


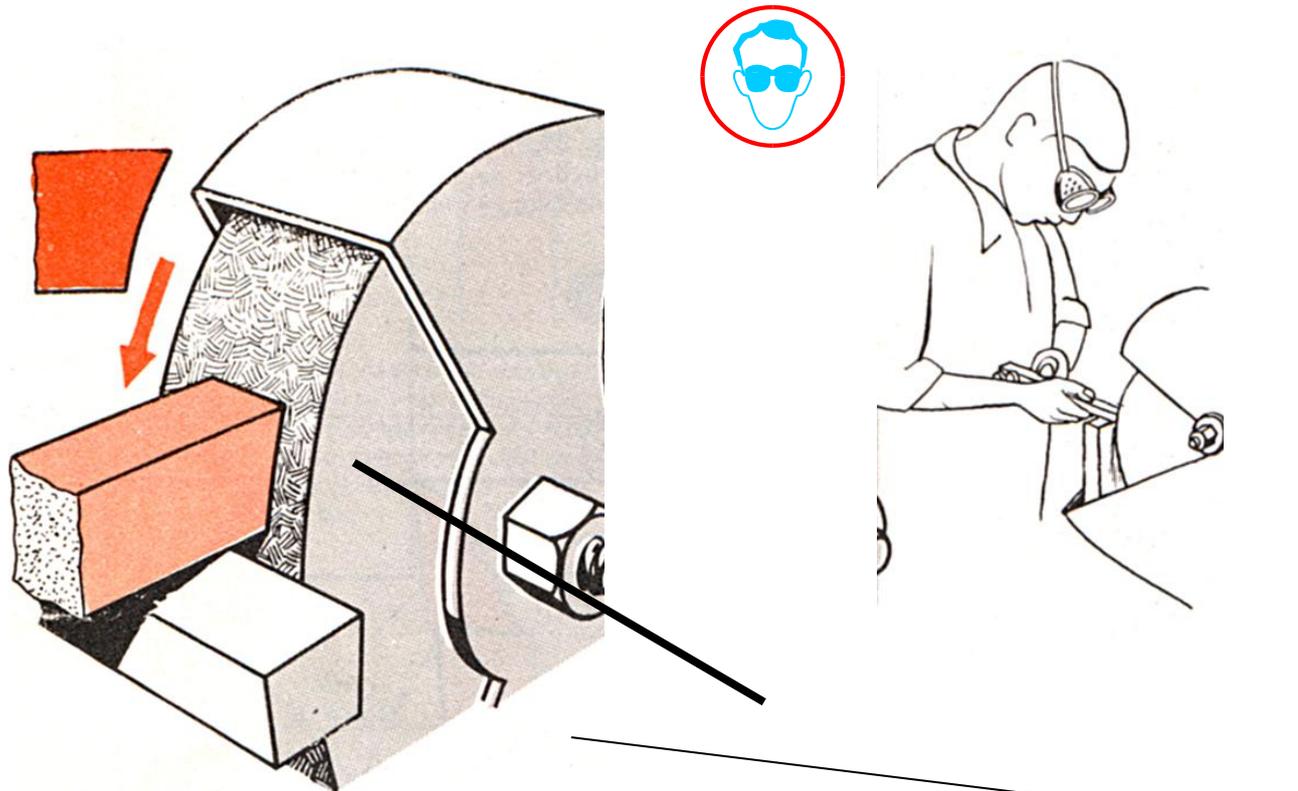
Fig. 163,4. Ejemplos de distintos granulados (dibujo exagerado).

Designación del granulado del material abrasivo	Designación de la dureza de las muelas de esmerilar
Muy basto: 8....10	Muy blanda: EFG
Basto: 12.....24	Blanda: HIJK
Medio: 30.....60	Media: LMNO
Fino: 70....120	Dura: PQRS
Muy fino 150.....240	Muy dura: TUVW
Pulverulento: 280.....600	Durísima: XYZ

## SEGURIDAD EN EL USO DE LA AMOLADORA

- **Utilizar gafas protectoras:** las pequeñas partículas desprendidas durante el amolado pueden producir lesiones en la vista.
- **Corregir periódicamente los apoyos:** por el uso, la muela se desgasta creando un espacio entre la piedra y el apoyo, allí es donde puede llegar a trabarse una pieza, provocando la rotura de la piedra y un serio accidente.

### UTILIZAR GAFAS PROTECTORAS



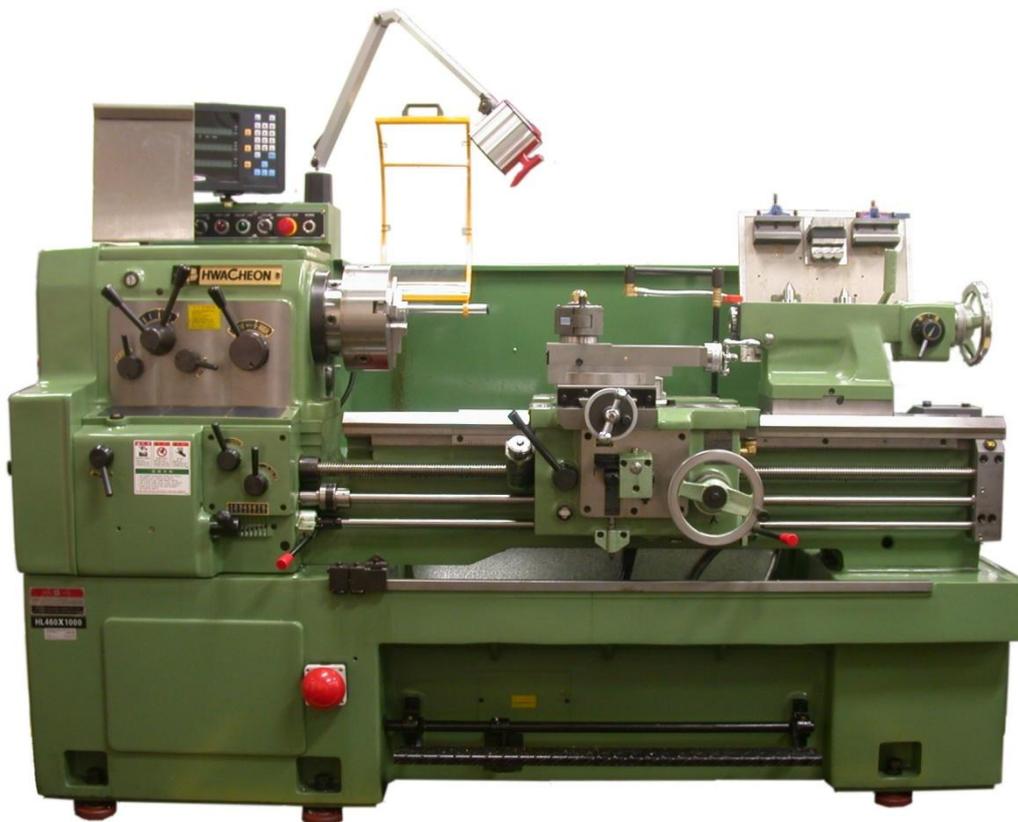
### CORREGIR LA SEPARACIÓN ENTRE LA MUELA Y EL APOYO

**CURSO**

**OPERADOR DE TORNO PARALELO**

**NIVEL 1 - MÓDULO: 2**

**UNIDAD 7: EL TORNO PARALELO**



## EL TORNO PARALELO

El torno es una máquina herramienta en la cual la pieza que se ha de mecanizar tiene un movimiento de rotación alrededor de un eje. Así en el torno la pieza realiza el movimiento de corte, en tanto que la herramienta produce el avance.

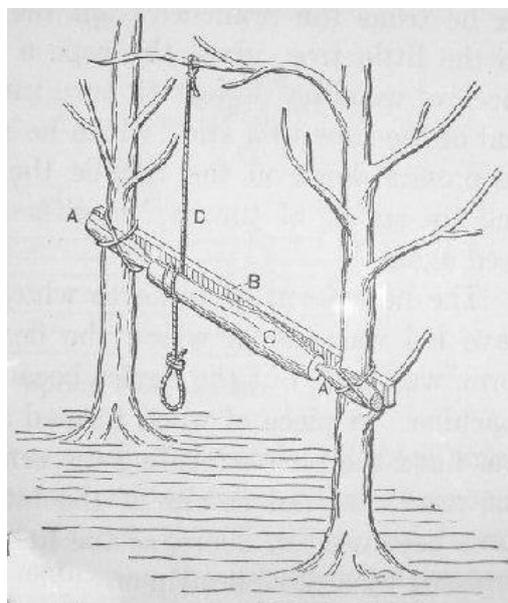
**¿Qué es el torneado?** Es hacer girar una pieza en contacto con herramienta cortante, que se desplaza en una dirección cualquiera, con desprendimiento de viruta.

### Origen y evolución del torno

Los orígenes del torno no está del todo claro ya que los primeros ejemplares del torno más sencillo se remontan a épocas cercanas a la invención de la rueda en lo que se conoce popularmente como el torno de alfarero y que sin duda evolucionó -por la demanda de trabajos particulares- al torno horizontal. Ver Fig. 1.1.

Aunque un instrumento rudimentario cuyo propósito sería el de trabajar la madera, se pueden apreciar claramente los componentes elementales que constituyen todo torno. En este caso, el "motor" es una cuerda atada a una rama flexible del árbol (u otra estructura) y cuyo otro extremo tiene un lazo; metiendo el pie por éste y pisando hacia abajo se consigue el movimiento de la pieza aunque el movimiento útil sólo sea el de avance debiéndose retirar el útil de corte en el retroceso. Incluso hoy en día prevalece este tipo de torneado (aunque ya con soportes de madera cortados para este propósito) sobre todo en Asturias donde se siguen fabricando fuentes de madera (Descas), recipientes ovalados de madera (Artesas) y jarras de madera (Peyas) siguiendo una tradición centenaria.

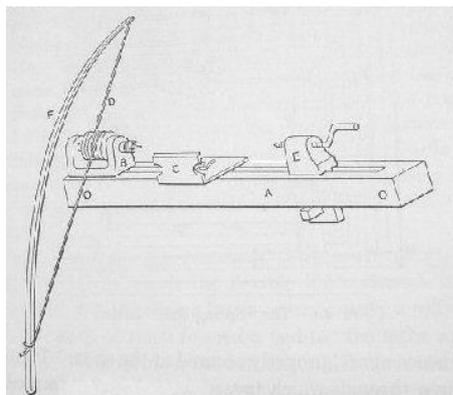
**Fig. 1.1 Como se puede apreciar, se distinguen perfectamente los elementos esenciales de un torno paralelo; A, cabezal y contracabezal; B, bancada; C, pieza; D, motor.**



Es sobre el 560 a.c. que Teodoro menciona y describe claramente el torno -ya más evolucionado- indicando que se trata de un instrumento usado para el arte para dar forma circular u oval, así como tallar con líneas curvas sobre la madera, metales, marfil y otras materias duras. En el viejo continente el "arte" de torneado fue incluso considerado como algo misterioso y reservado sólo a los más sabios mientras que en Asia existen textos milenarios donde se describen tornos de pequeño tamaño para el tallado de piedras preciosas, hueso y otros materiales. En la mayoría de los casos, el torno -en sus orígenes- no era considerado como una herramienta industrial, por decirlo de alguna manera, sino como una novedad reservada a la nobleza, un "gadget" más en el saco del alquimista. Quedan pocas

muestras de estos tornos, generalmente de tamaño pequeño, pero una de las formas más comunes que se podrían encontrar se muestra en la fig. 1.2

**Fig. 1.2: Ejemplo de torno medieval**

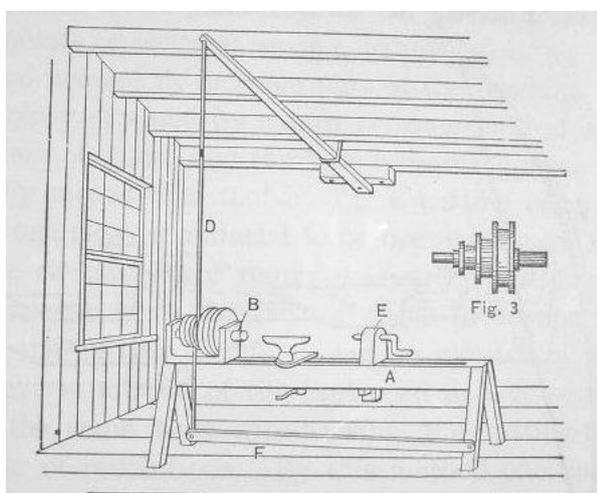


En este torno ya se observan cambios importantes con respecto a los primeros tornos. Se aprecia ya un sistema motriz F mediante la cuerda D que transmite el movimiento directamente al eje principal del cabezal del torno B y no a la pieza. Se ve como la bancada A, generalmente de madera dura, empieza a tomar una forma bastante familiar que consta de un apoya-herramientas rudimentario C así como un contracabezal E con eje ajustable.

Este tipo de torno prevalecería durante generaciones con pocos cambios. Otros que podemos nombrar son el método de transmitir movimiento al eje, la opción de velocidades distintas, el tamaño y el tipo de materiales usados para la construcción de los distintos elementos.

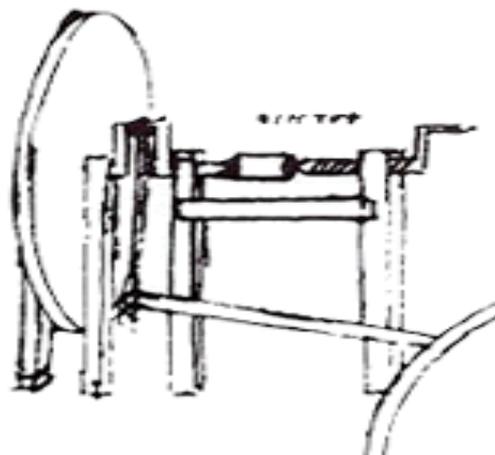
La Fig. 1.3 muestra un torno típico del siglo XV llamado "pole lathe". Su nombre viene dictado por el método de impartir movimiento al eje principal: el "pole", que no es otra cosa que la vara usada para la transmisión de movimiento.

**Fig. 1.3: Poole Lathe del siglo XV**



Sobre 1480, Leonardo da Vinci en uno de sus dibujos, nos muestra lo que sería uno de los mayores cambios experimentados en los tornos: el uso de una rueda a modo de volante así como un sistema de pedal (similar al usado por las máquinas de coser de nuestra abuela) para generar un movimiento continuo y unidireccional. Este pedal, de mecanismo simple e ingenioso, permitiría al tornero mantener un ritmo constante sin el va y ven de la pieza, usual en los tornos hasta el momento. Sin duda, Leonardo no hace más que dibujar algo que en su época ya era bastante común tal vez con la intención

de mejorar el sistema o quizás aplicarlo a otro de sus inventos. Efectivamente, se cree casi con total certeza que los romanos ya usaban este sistema. Ver fig. 1.4



**Fig. 1.4: Torno con volante de da Vinci**

Una de las mayores desventajas del sistema mostrado en la fig. 1.4 es el hecho de que el movimiento del eje principal del torno depende por completo de la capacidad del tornero para mantener o alcanzar dicha velocidad.

El siguiente gran avance fue combinar todos los conocimientos acumulados a lo largo de los siglos para separar el movimiento del pedal del giro del eje del torno mediante la introducción de correas y poleas. De esta manera se pudo ir manteniendo el mismo ritmo del pedal, conseguir velocidades más altas o incluso más bajas dependiendo de la relación de poleas seleccionadas.

Los avances siguientes a éste fueron añadir más accesorios, sofisticándolos cada vez más. En el período 1650 y 1800 la tornería ornamental era uno de los pasatiempos más sofisticados de la aristocracia del momento. Desde Pedro el Grande hasta Luis XVI, los retos de ver quien podría tornear la pieza más bella o ver quien tenía el mejor equipo convirtieron al torno ornamental en una máquina precisa y de gran valor algo que perdura incluso hoy en tornos tan sofisticados como los construidos por John Jacob Holzapffel sobre 1850.

Pero serían grandes maestros como Henry Maudslay, Clement y Holzapffel y en particular, Sir Joseph Whitworth quienes traerían la precisión al torno industrial sobre mediados de 1800 afectando así a todos los tornos conocidos hasta ese momento. Es gracias a Whitworth (quien por cierto trabajó en los talleres de los señores mencionados antes de montar el suyo propio) que se perfecciona el arte del escariado para generar superficies maestras dando la posibilidad de ajustar las guías de tornos, fresadoras e incluso rectificadoras a niveles desconocidos hasta esa fecha.

Las máquinas que salían de los talleres de Whitworth eran las más precisas del mundo y fijaban el estándar de precisión a conseguir. Esto fue lo que generó un cambio asombroso en la fabricación de máquinas-herramientas dando pie a los que se conoce hoy como "máquinas de precisión".

Tenemos que pensar que hasta ese momento, si una fábrica necesitaba una máquina, ésta se fabricaba a medida usando el menor número de piezas de metal como fuese posible. Es tan sólo a partir de mediados del siglo XIX y gracias al ingenio de unos pocos que se fabricarían los tornos completamente de metal.

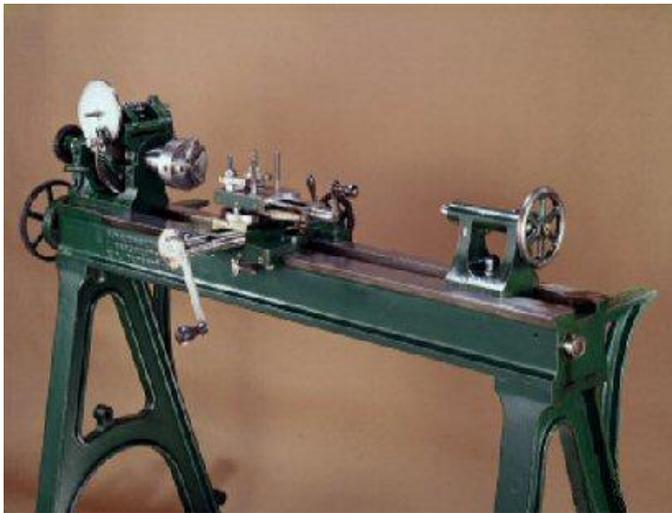
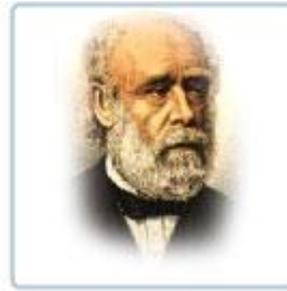
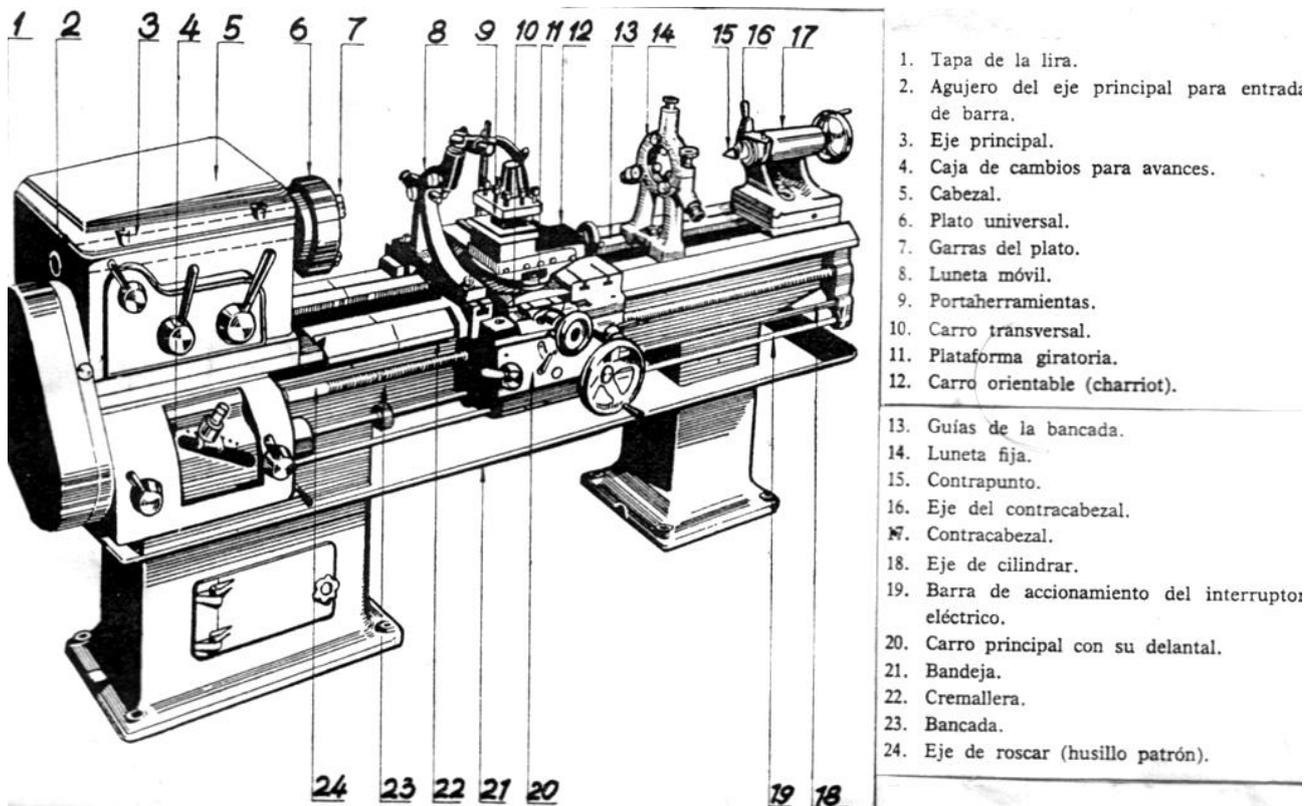


Fig. 1.6 Torno Whitworth c 1855



Sir Joseph Whitworth, 1803-1887

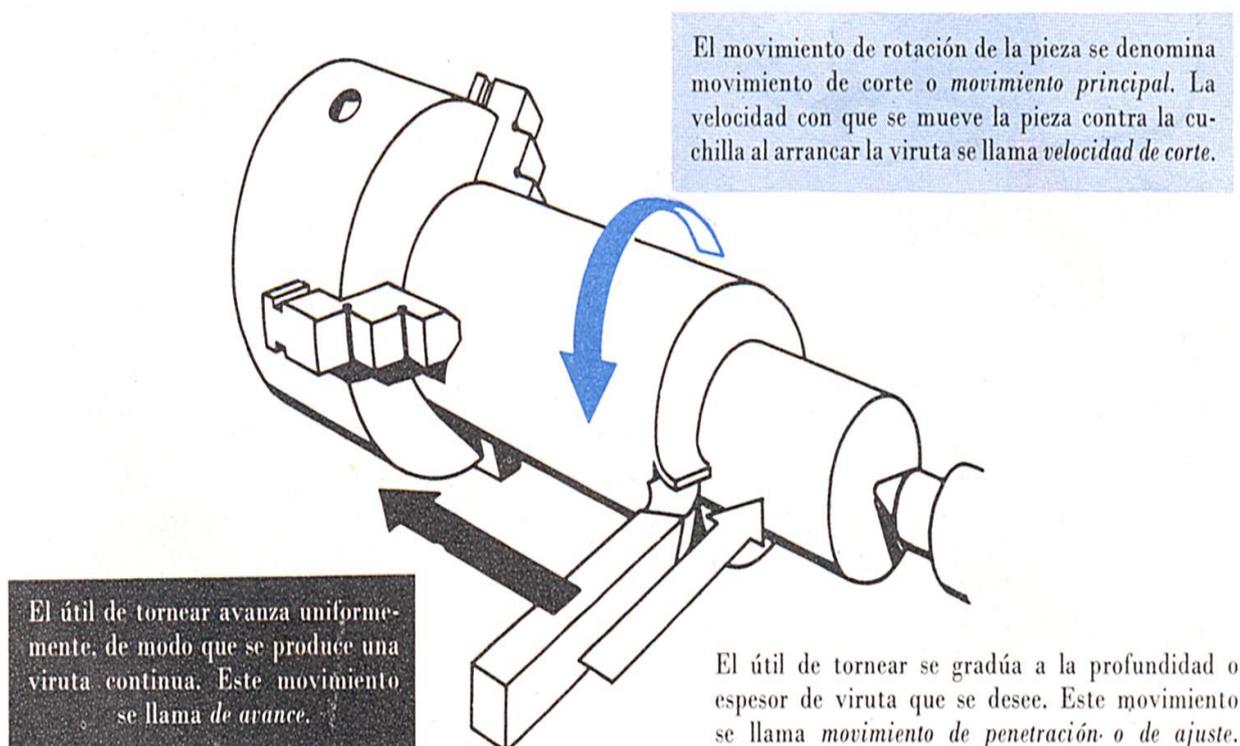


## ENCENDIDO Y APAGADO DE LA MÁQUINA

El torno es impulsado por un motor eléctrico que se enciende por medio de una llave, la misma que se utiliza para la parada del mismo. Además esta máquina cuentan con otra llave (no siempre) como, parada de emergencia la que se encuentra siempre en un lugar muy accesible y al alcance de la mano para poder recurrir fácilmente a ella en caso de accidente.

### Sentido de giro

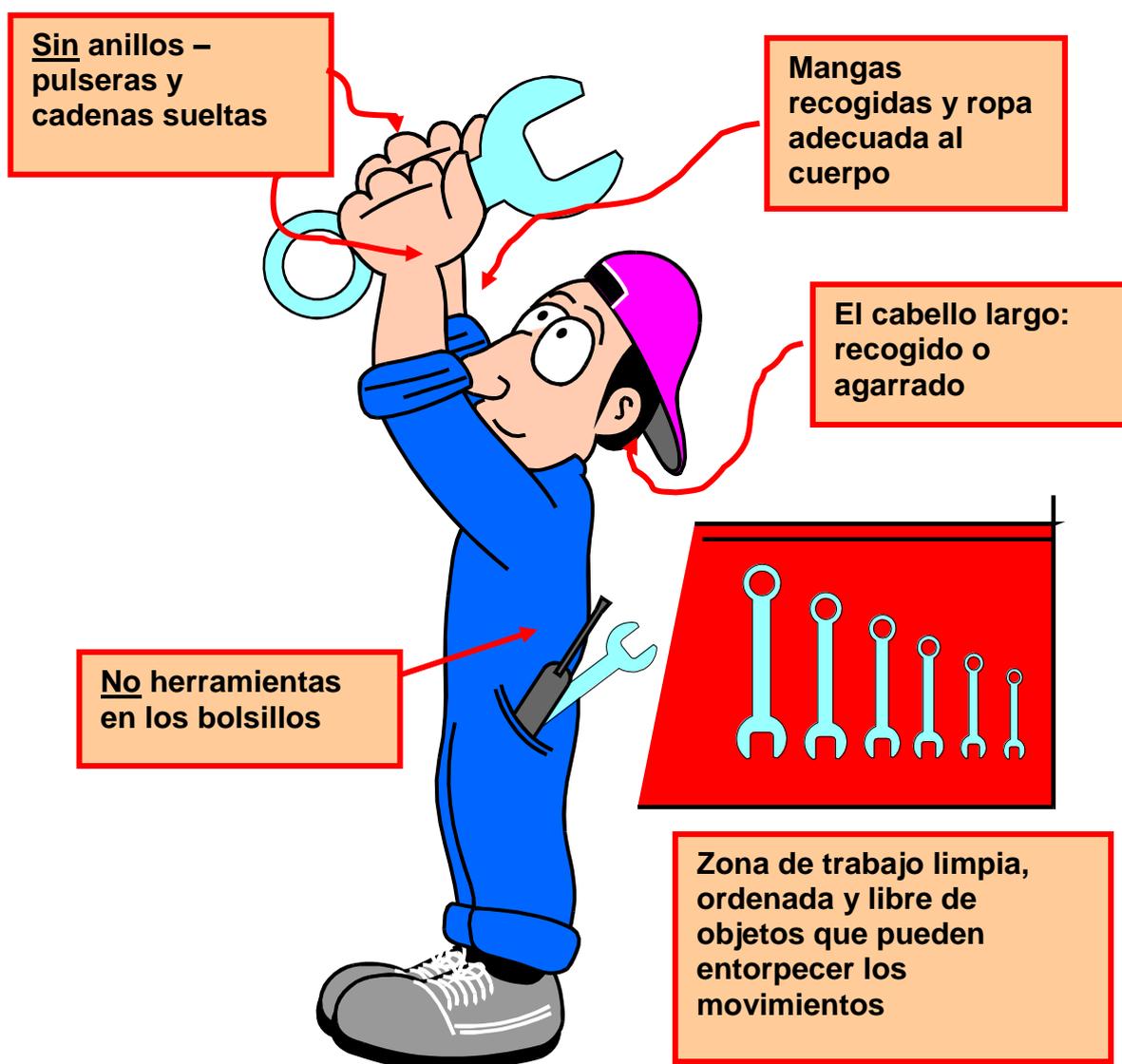
La palanca ajustada sobre una de las barras que pasa a lo largo de la zona de trabajo, hace las veces de llave inversora, permitiendo al husillo girar en los dos sentidos “Horario y anti-horario”. En algunos tornos también cumple la función de detención, en otros, una barra – pedal detiene el impulso del husillo y lo frena.



## SEGURIDAD EN EL USO DEL TORNO

Como en todos los aspectos de la vida debemos cuidar nuestra integridad física, pero mucho más atentos debemos estar al momento de operar una máquina como el torno, que al girar con velocidad y fuerza puede engancharnos y ocasionarnos a un accidente.

Para que esto no ocurra respetemos los que nos dice “José Segurito”.



## POSICIONAR Y CENTRAR LA HERRAMIENTA

La correcta colocación de las herramientas en el torno exige ciertas precauciones, que deben ser conocidas y recordadas, a fin de evitar el prematuro deterioro del filo cortante, y prevenir los posibles accidentes.

Las principales medidas de precaución, son las siguientes:

- Elegir la herramienta apta para cada trabajo; y cerciorarse del perfecto estado del filo cortante.
- Seleccionar el sistema de bloqueo de la herramienta de acuerdo con el número de piezas para maquinar.
- Colocar la herramienta en su asiento, el cual que debe estar muy limpio, asegurándose de que la cabeza cortante no sobresalga del soporte sino lo necesario, y fijarla ligeramente.
- Controlar la exacta posición en ambos sentidos del filo cortante en el centro y el ángulo de registración adecuado y bloquear rígidamente (Fig. 1/5).

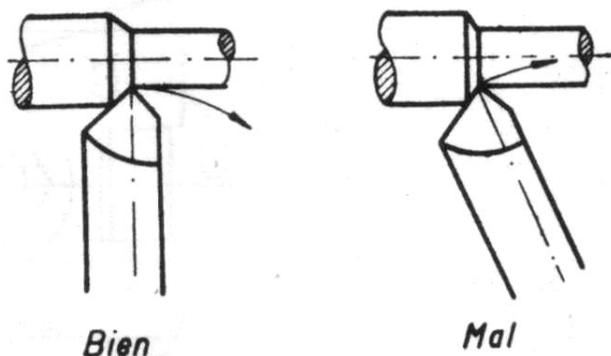


Figura 1/5. — Ángulos de posición.

## TORRES PORTAHERRAMIENTAS

Los dispositivos o soportes para fijar la herramienta al carrito superior orientable, pueden ser simples, para una sola herramienta, o múltiples para varias herramientas. En este caso, conviene preparar para cada herramienta los espesores adecuados, de modo que el filo cortante quede en el centro.

Para trabajos de pequeñas series son muy empleadas las torres cuadradas, con posibilidad de colocar hasta cuatro herramientas, que se ponen en acción mediante un giro de 90°. En este caso, para que las herramientas tomen siempre la misma posición en el carrito, se coloca un perno con resorte con, que entra sucesivamente en cuatro agujeros de la torre I (Fig. 4/5, a).

Más prácticas, todavía, son las torres con portaherramientas intercambiables, formadas por un cuerpo central y varios portaherramientas que se pueden sujetar en tres caras de la torre y registrarse una sola vez perfectamente en altura (Fig.4/5, b, y Fig. 5/5).

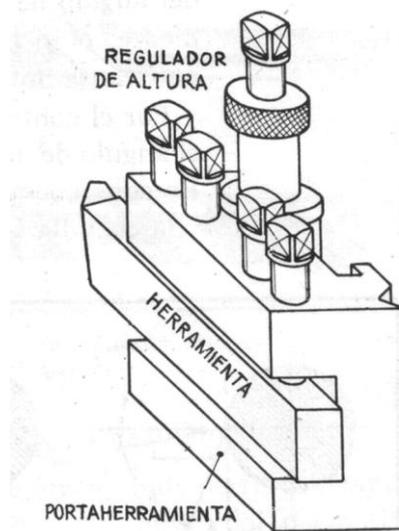


Figura 5/5. — Detalle de un portaherramientas de altura variable.

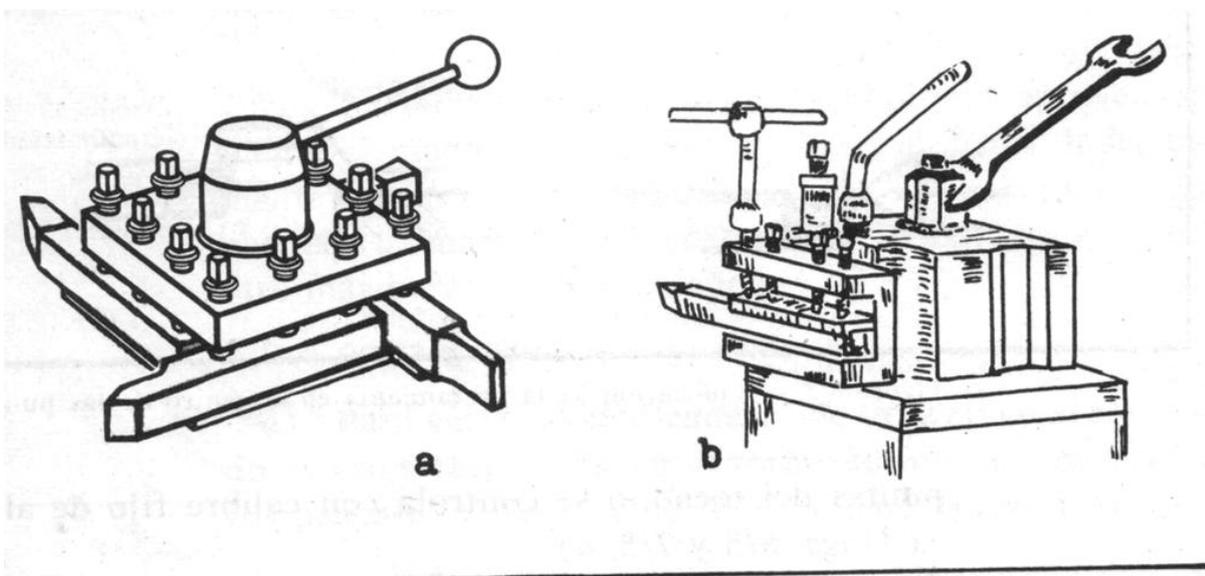


Figura 4/5. — Torrecillas portaherramientas; a) De altura fija; b) De altura variable.

## COLOCACIÓN DE LA HERRAMIENTA

La punta del filo cortante debe coincidir con el centro de la pieza a tornearse. Sin embargo, en los trabajos de desbaste se aconseja levantar el filo cortante hasta un 2% del diámetro de la pieza por encima del centro.

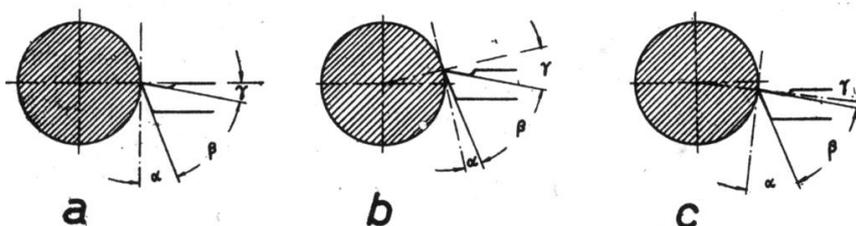
Para colocar la herramienta a la altura exacta, se procura que el filo corresponda al vértice de una de las dos puntas del torno o se controla con calibre fijo de altura. (Figs. 6/5 y 7/5. a).



**Fig. 6/5: Colocación de la herramienta en el centro de las puntas**

La colocación del filo por encima del centro de la pieza disminuye el ángulo de incidencia y aumenta el valor del ángulo de ataque. La cuchilla cortará mejor, ciertamente; pero hay peligro de rozar (talonar) sobre la superficie de incidencia (Fig. 7/5. b).

Por el contrario, el filo por debajo del centro aumenta el ángulo de incidencia, a la vez que disminuye el de ataque. En consecuencia, la viruta se desprenderá con dificultad, y la cuchilla correrá peligro de rotura (Fig. 7/5.c).



**Figura 7/5. - Efectos de la altura con respecto al ángulo de corte**

Es necesario colocar bien en el centro de la pieza la punta cortante de la herramienta, siempre que se quiera obtener un perfil exacto; particularmente en el torneado cónico, en el roscado y con las herramientas de forma.

También, una distinta inclinación del plano de la base, hace tomar a la herramienta ángulos de ataque y de incidencia distintos.

## AJUSTE DE LA PIEZA - PLATO DE TRES MORDAZAS

También es conocido como plato de tres garras o plato universal autocentrante. Las mordazas de estos platos se desplazan simultáneamente, y en ellos se sujetan más bien piezas cortas que deben ser trabajadas interior y exteriormente, o también varillas largas, para producir piezas cortadas directamente de la barra. Es el montaje más rápido y ventajoso para piezas redondas y hexagonales (o cuadradas), que de esta manera quedan centradas automáticamente.

No se debe emplear para piezas muy pesadas o de forma irregular.

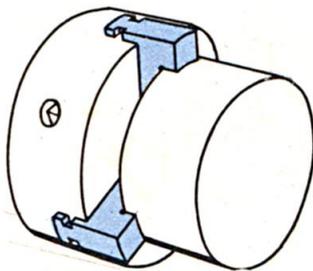


Fig. 42.1. Sujeción entre mordazas escalonadas exteriores.

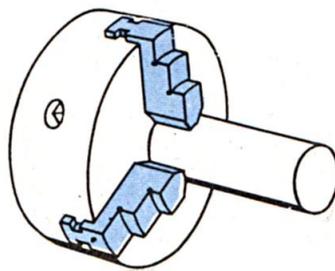


Fig. 42.2. Sujeción entre mordazas escalonadas interiores.

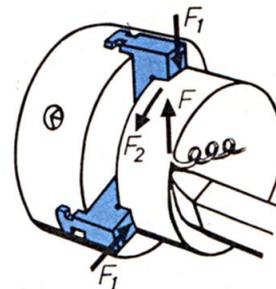


Fig. 42.3. Esfuerzos de corte y de sujeción.  $F$  = esfuerzo de corte (esfuerzo de reacción);  $F_1$  = esfuerzo de sujeción;  $F_2$  = esfuerzo de arrastre.

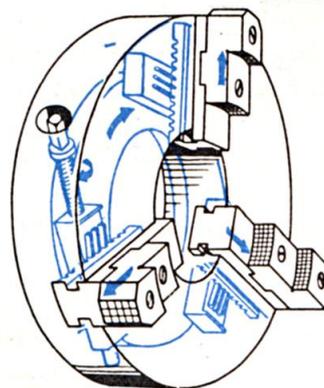
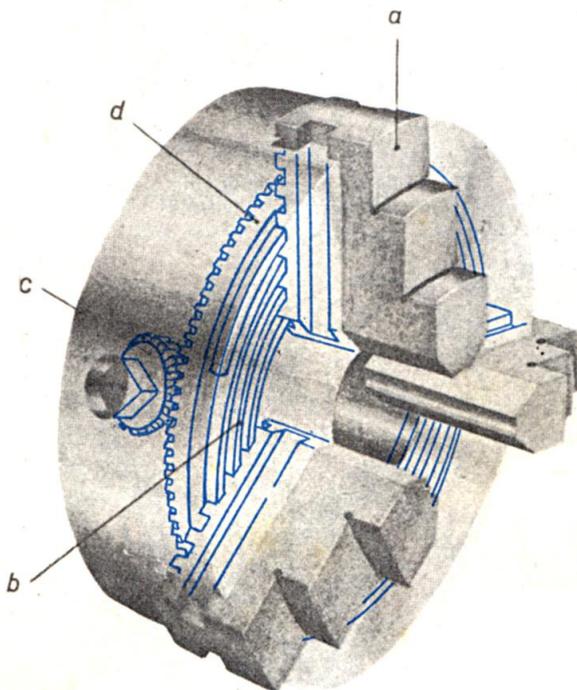


Fig. 42.5. Plato de cremalleras cuneiformes (plato de Fockardt). Tres cremalleras con dientes cuneiformes engranan en los dientes de las mordazas. Un anillo de accionamiento enlaza las cremalleras y asegura una marcha igual de las tres.

Fig. 42.4. Plato de tres mordazas con rosca plana. Una rosca plana  $b$  es accionada por medio de un piñón cónico a través de una corona dentada  $d$  moviendo hacia afuera o hacia adentro las mordazas  $a$  que van convenientemente guiadas.

## MONTAJE DEL PLATO EN EL TORNO

Cualquiera sea el tipo de brida que sujeta el plato, es necesario, ante todo, limpiar cuidadosamente la nariz del torno y el asiento de la brida y luego:

- Para el tipo *Cam - Lock* (Fig. 16/8), se enchufan los seis pernos, y se da media vuelta a los tornillos excéntricos de sujeción.
- La brida roscada (Fig. 17/8) se aceita ligeramente; enrosca hasta el tope, sin golpear, y se aprieta el anillo de seguridad (A).
- Para tipo cónico (*American Standard*), se arriman la brida a la nariz en dirección del chavetero; luego se enrosca el anillo (B), y se asegura con llave adecuada (Fig. 18/8).

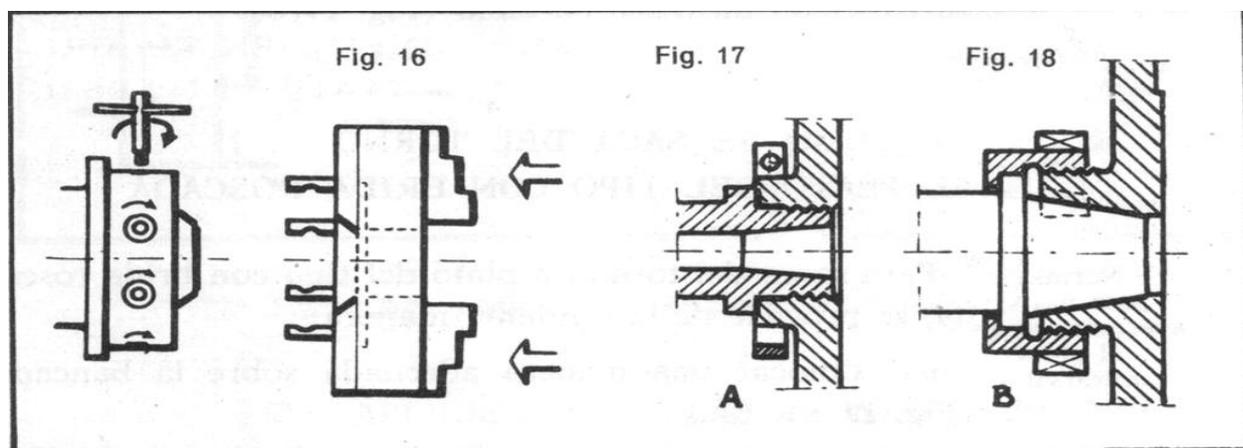


Figura 16/8. — Brida de sujeción, tipo *Cam - Lock*.

Figura 17/8. — Brida de sujeción roscada, con anillo de seguridad (A).

Figura 18/8. — Brida de sujeción, tipo *American Standard*, con anillo de bloqueo (B).

## EMPLEO Y MANTENIMIENTO DE LOS PLATOS UNIVERSALES

Para mantener en perfecto estado los platos universales, obsérvense las siguientes normas:

- Para piezas ya trabajadas, se interponen entre las mordazas y la pieza, bujes de protección apropiados (Fig. 28/8).
- Cuando hay que cambiar las mordazas y también, cuando el movimiento de éstas no resulta regular, es necesario sacarlas completamente y limpiar con cuidado la rosca espiral y los dientes de las mordazas (Fig. 29/8).
- Para reponer las mordazas en su sitio, se comienza por enchufar la marcada como **N° 1 o A**; luego se gira la rosca espiral sólo un tercio de vuelta, para que sujete la mordaza **N° 2 o B**, y lo mismo se hace con la tercera.
- Después de algunas vueltas, comprobar con el calibre si las tres mordazas resultan a la misma distancia de la periferia del plato.
- Engrasar las mordazas antes de colocarlas y lubricar de vez en cuando las partes interiores.
- No apretar demasiado las mordazas, ya que estos platos son muy delicados, se estropean fácilmente y son muy costosos.

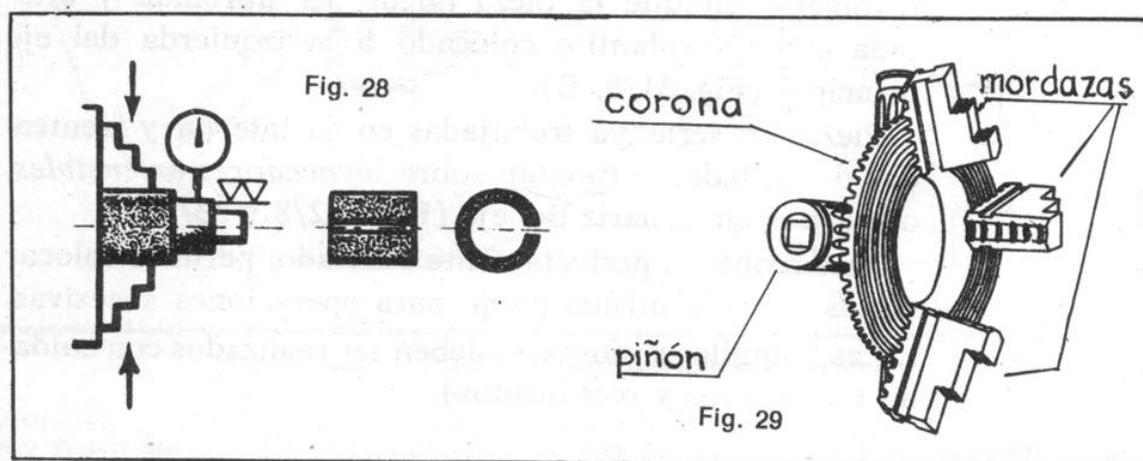


Figura 28/8. — Buje de protección, para torneear piezas ya trabajadas en su parte exterior.

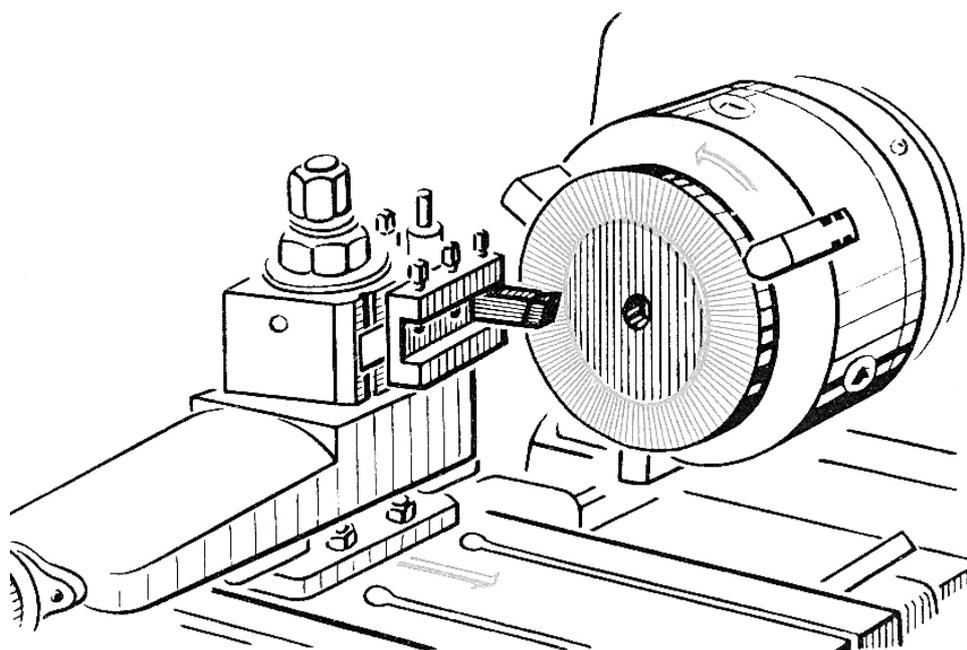
Figura, 29/8. — Principales partes del plato universal.

# CURSO

## OPERADOR BÁSICO DE TORNO PARALELO

### NIVEL 1 - MÓDULO 2

## UNIDAD 8: PREPARACIÓN Y OPERACIÓN DEL TORNO PARALELO PARA PROCESOS DE MECANIZADOS BÁSICOS



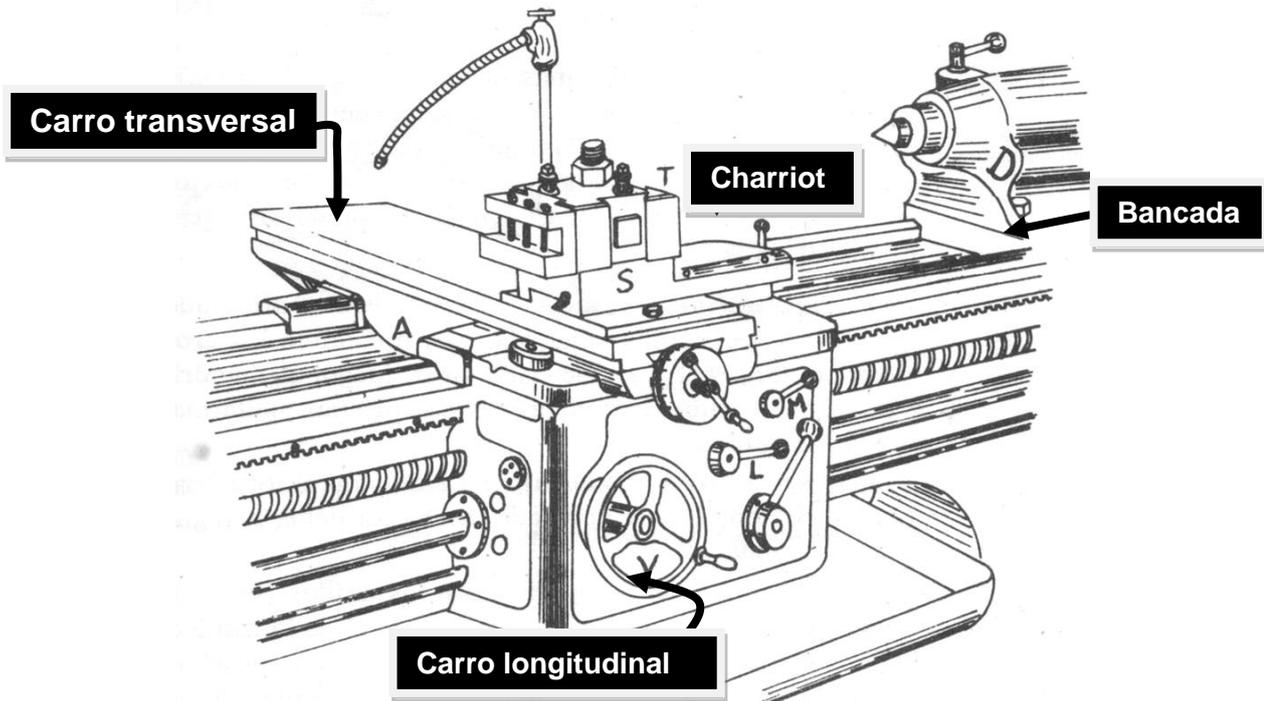
## MOVIMIENTO DE LOS CARROS

El carro principal, llamado “**longitudinal**”, es operado por una manivela (V) y se desliza sobre dos rieles paralelos al eje y a lo largo de la pieza a trabajar. A estos rieles se los denomina “**bancada**”; de ahora en más llamaremos a este **eje “Z”**. Sobre éste se aloja un **carro transversal** (A), también impulsado por una manivela, que lo desliza en forma perpendicular al eje de simetría de la pieza y a éste lo llamaremos eje “**X**”.

Un tercer carro se monta sobre el transversal y recibe el nombre de “**charriot**” (S), este tiene la particularidad de girar sobre su propio eje y posicionarlo en una escala graduada en grados que nos permite en su desplazamiento realizar torneados cónicos; es impulsado por una manivela y a diferencia de los otros dos no posee movimiento automático. Finalmente sobre el charriot se encuentra la torre porta-herramientas (T).

## CARROS DEL TORNO

- A) Transversal,
- S) Superior o charriot,
- T) Torre portaherramientas.



## CABEZAL FIJO

El cabezal fijo es el conjunto de los mecanismos que sostienen el eje principal y lo hacen girar a distintas velocidades, de acuerdo con la índole de la pieza que se trabaja.

Se compone de una caja que termina en ambas partes con dos soportes, y del eje principal, que es de acero templado y rectificado, perforado del diámetro más grande que sea posible, para permitir el torneado de barras y varillas largas.

La extremidad derecha del árbol, que sale del cabezal, puede ser roscada o cónica, para recibir las plataformas o platos. Su parte interna es alesada cónica y en ella asienta el manguito, que lleva la punta del torno para trabajos entre puntas.

La otra extremidad del eje, o husillo, es generalmente roscada, para recibir los anillos de registración, que sustentan el empuje axial.

En los tornos más antiguos, el eje gira entre dos cojinetes de bronce, que, por efecto del roce, y a pesar de la lubricación, se desgastan, y producen un juego que puede ser axial o radial (Fig. 4/2).

En los tornos modernos, el eje principal y todos los ejes del cabezal giran sobre cojinetes de rodillos o de bolillas.

Las distintas velocidades del eje principal se obtienen con poleas escalonadas y retardos (en los tornos antiguos), o con una serie de engranajes que se desplazan sobre contraejes dispuestos de manera conveniente en la caja monopolea.

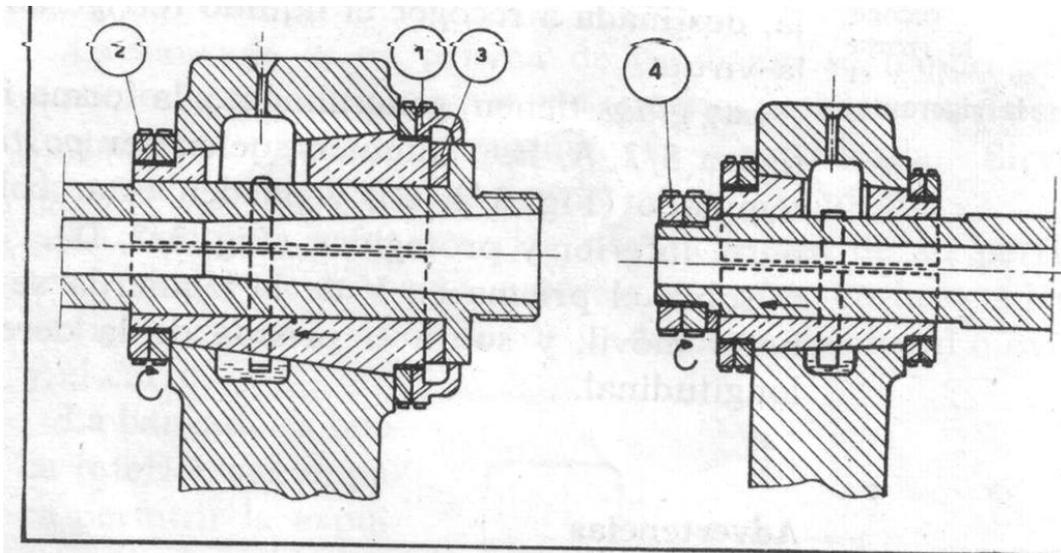


Fig. 4/2. — Cojinete de bronce para cabezal fijo: 1-2) Anillos de bloqueo radial; 3) Anillo de rozamiento; 4) Anillo de bloqueo axial.

## VELOCIDADES

Para variar el número de revoluciones se utilizan ruedas dentadas que pueden hacerse engranar, mediante palancas (**R = retardo** para muy bajas velocidades – **V = vuelo** para altas velocidades). También se pueden engranar por embrague, por oscilación o por desplazamiento.

Lo más empleado es el mecanismo de desplazamiento de ruedas (fig. 20,2). Los tres números de revoluciones conseguidos mediante un mecanismo de engranajes de tres escalones no son, por lo general suficientes. El mecanismo principal de un torno consta generalmente de varios engranajes de dos o de tres escalones montados en una caja cerrada estanca al aceite (fig. 20,3)

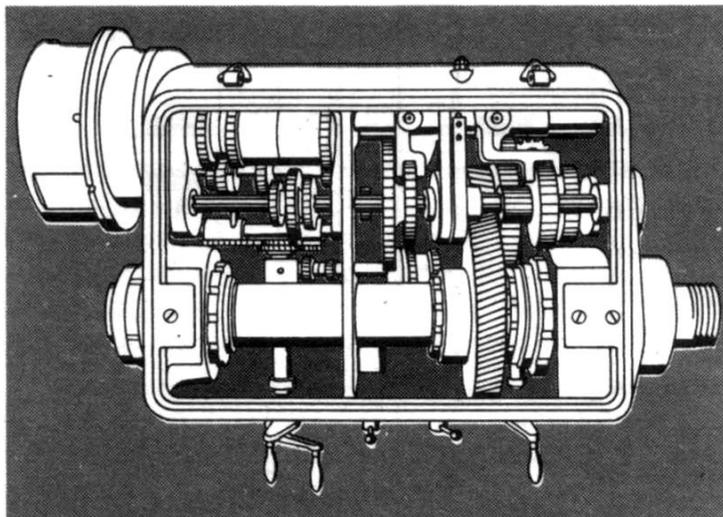


Fig. 20,1. Cabezal fijo con mecanismo de engranajes.

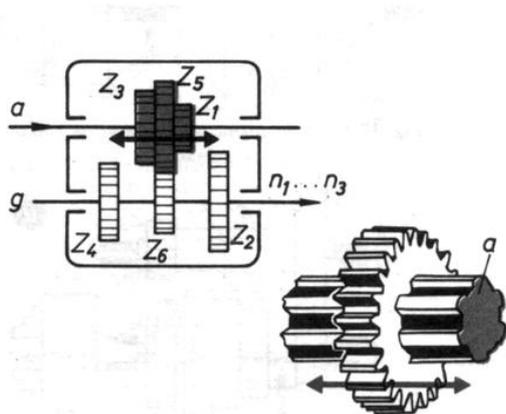


Fig. 20,2. Mecanismo de ruedas dentadas de tres escalones con desplazamiento de ruedas. El bloque de ruedas  $Z_1, Z_3, Z_5$  es desplazable sobre el eje de accionamiento  $a$  que frecuentemente está constituido en forma de árbol acanalado o de chavetas en estrella. Las ruedas  $Z_2, Z_4, Z_6$  están fijas sobre el árbol arrastrado  $g$ . El árbol  $a$  recibe, mediante un motor, por ejemplo, un número de revoluciones constante. Por desplazamiento del bloque de ruedas a las posiciones  $Z_5-Z_6, Z_1-Z_2, Z_3-Z_4$  obtiene el árbol arrastrado tres números diferentes de revoluciones.

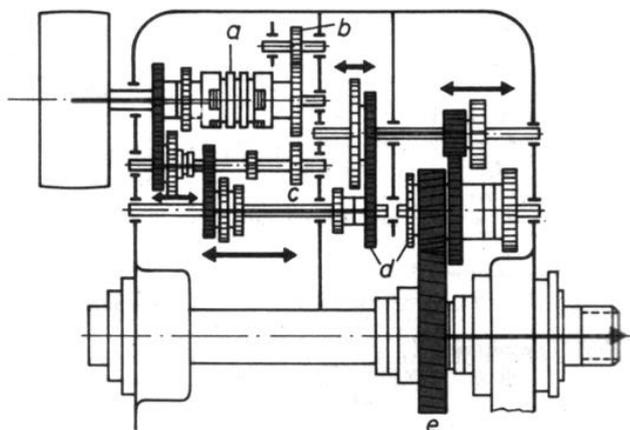
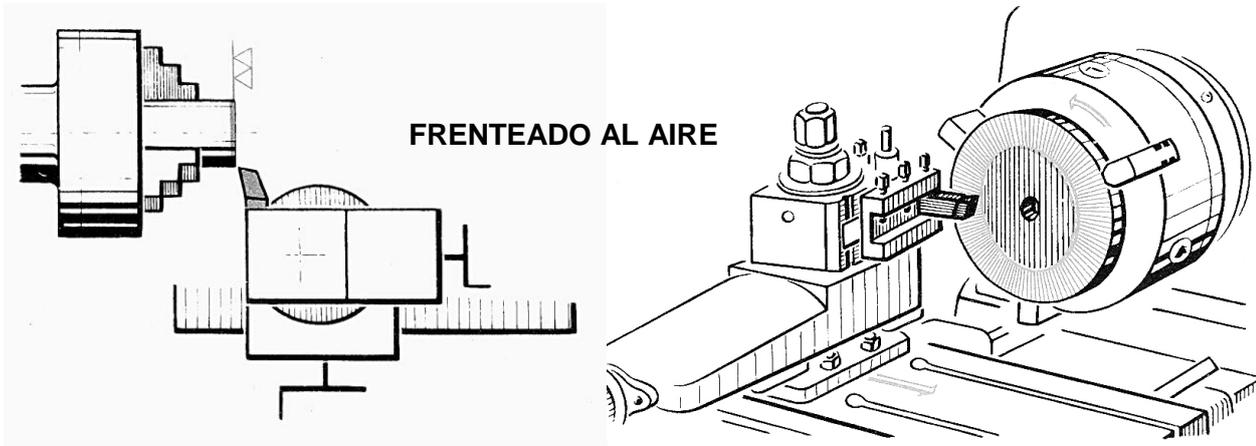


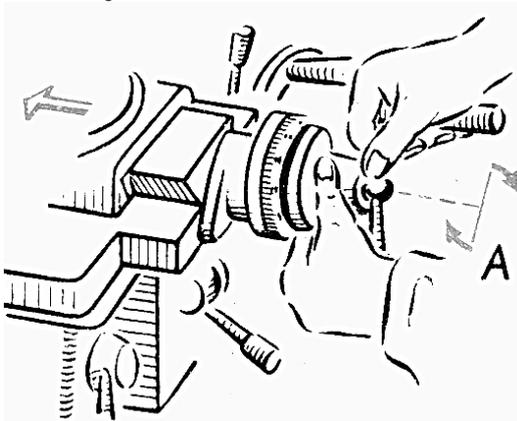
Fig. 20,3. Plano de engranajes de un mecanismo principal con 18 escalones en el número de revoluciones:  $a$ ) Embrague doble de láminas para marcha adelante y atrás;  $b$ ) rueda dentada para acoplarla con la rueda  $c$  para la marcha atrás (representación simplificada);  $d$ ) ruedas dentadas para desviar el avance;  $e$ ) rueda inferior, con dentado oblicuo, sobre el husillo de trabajo.

## FRENTEADO

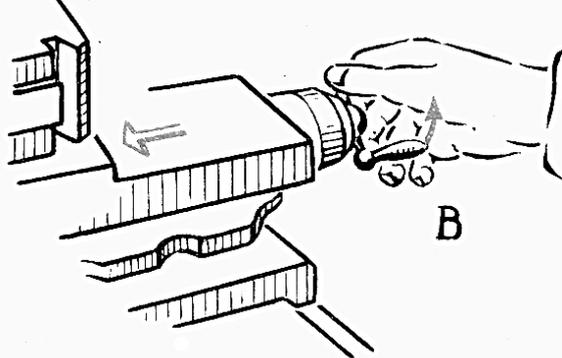
Todas las piezas para hacer en el torno deben ser, antes que nada, frenteadas en sus extremos, a fin de tener un punto de referencia para las medidas longitudinales.



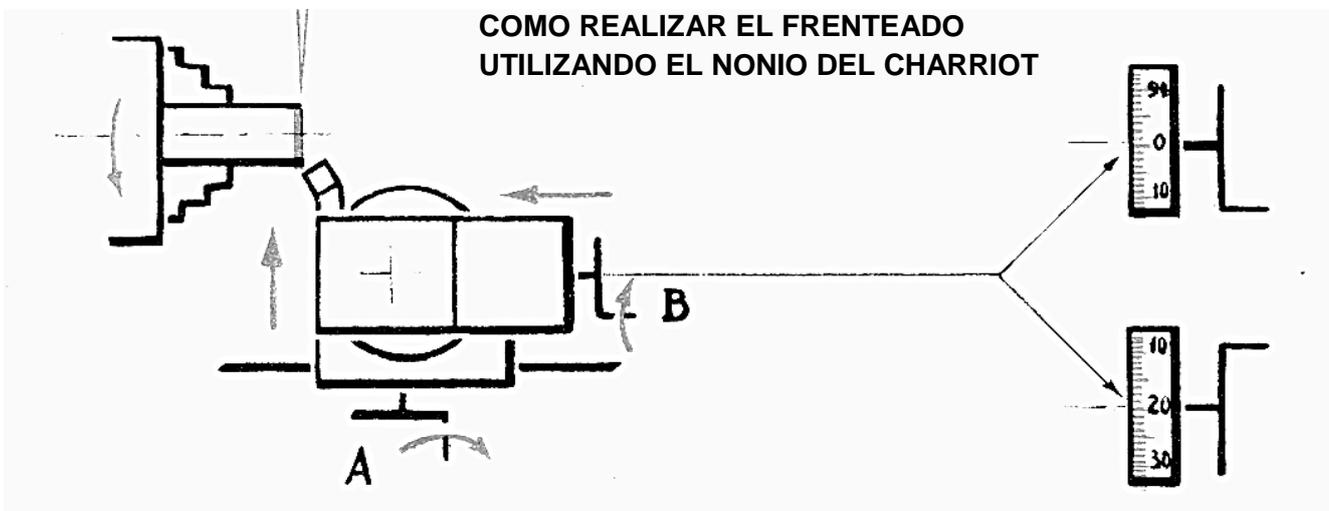
### Manejo del carro transversal en el frentado



### Manejo del charriot



### 2. Cómo se agarran las manijas de los carros.

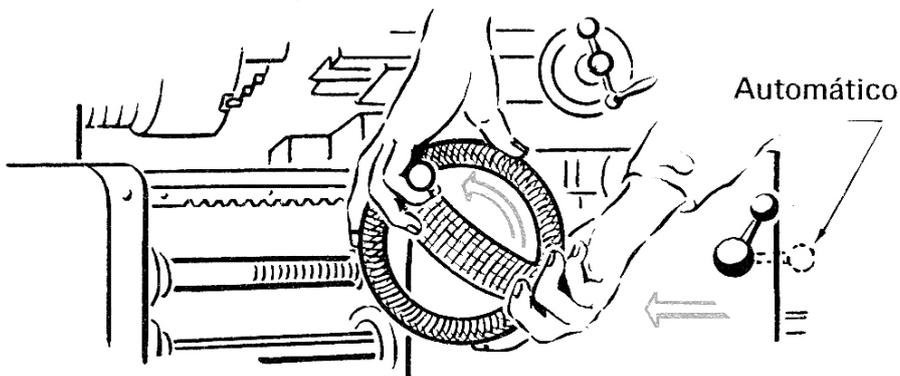
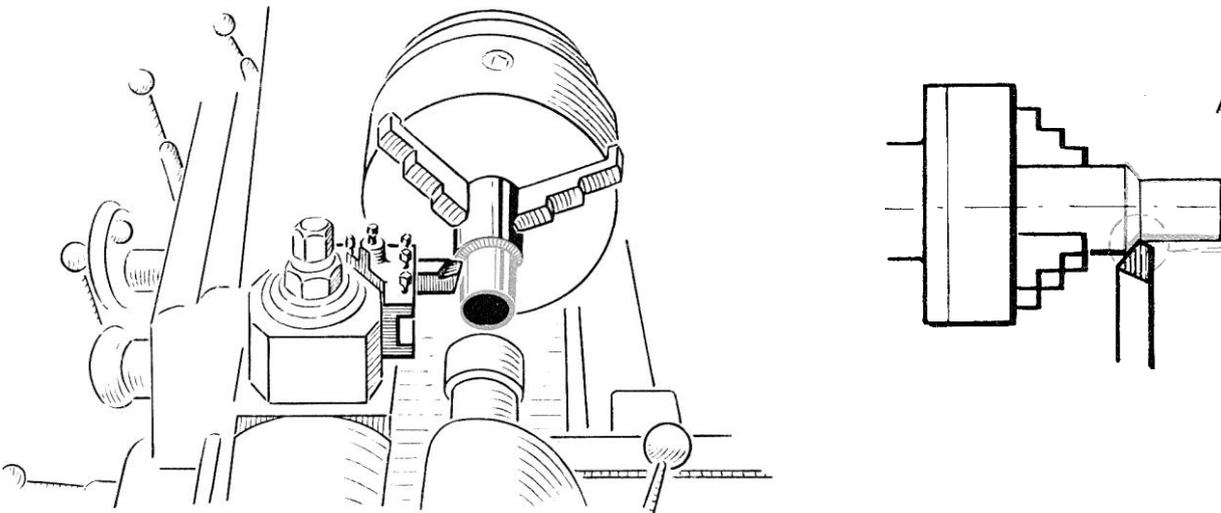


## CILINDRADO

Se da este nombre a la operación de torneado mediante la cual se reduce a la medida deseada el diámetro de una pieza de largo limitado y de forma cilíndrica, hexagonal, etc. montada en el aire.

Para esto es necesario:

- ❖ Fijar la pieza con la salida necesaria y con la presión conveniente para que resista el esfuerzo de trabajo.
- ❖ Usar mordazas blandas o medios de protección adecuados para las piezas ya elaboradas que haya que sujetar al plato.
- ❖ Seleccionar el número de revoluciones en relación al material y al diámetro (tener en cuenta el ciclo de trabajo: desbastado – pre acabado - acabado).



**Cómo se maneja el volantito del delantal.**

## **NORMAS DE SEGURIDAD DEL TORNERO**

El torno de por sí no es una máquina peligrosa, pero, como cualquier otra, podría serlo para los negligentes y distraídos.

Los accidentes de trabajo se evitan adoptando los medios preventivos de seguridad, y más, todavía, merced al orden, el cuidado y la atención del operario, ya que casi todos los accidentes dependen del factor humano.

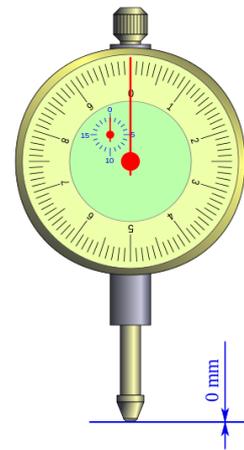
Por lo tanto, habrá que esmerarse en poner en práctica las normas generales y particulares que siguen:

- En los extremos de las piezas cortadas con sierra suelen quedar rebabas, que pueden herir las manos. Limar las rebabas o pasar la amoladora a dichas rebabas.
- Si la pieza para cilindrar o frentear fuese de fundición, bronce o cobre, conviene usar gafas protectoras.
- Al sacar la pieza del plato se debe tener en cuenta que por el rozamiento con el filo cortante suele estar caliente y puede quemar las manos.

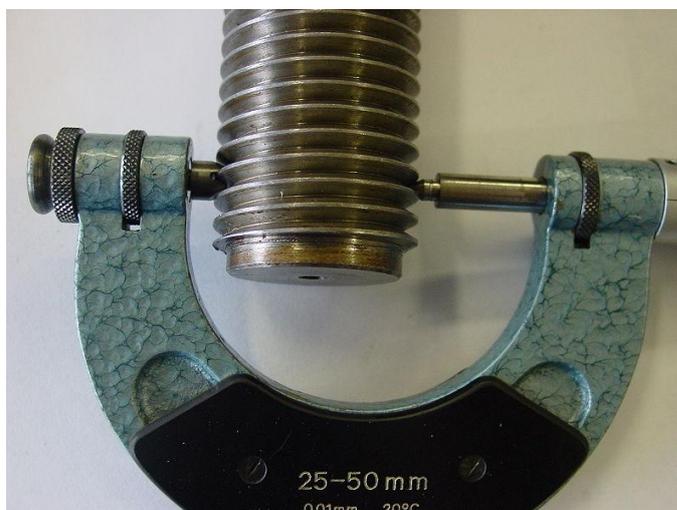
# CURSO

## OPERADOR BÁSICO DE TORNO PARALELO

NIVEL: 1 MÓDULO: 2



## UNIDAD 9: APLICACIÓN DEL CONTROL DIMENSIONAL DURANTE EL PROCESO DE MECANIZADO BÁSICO

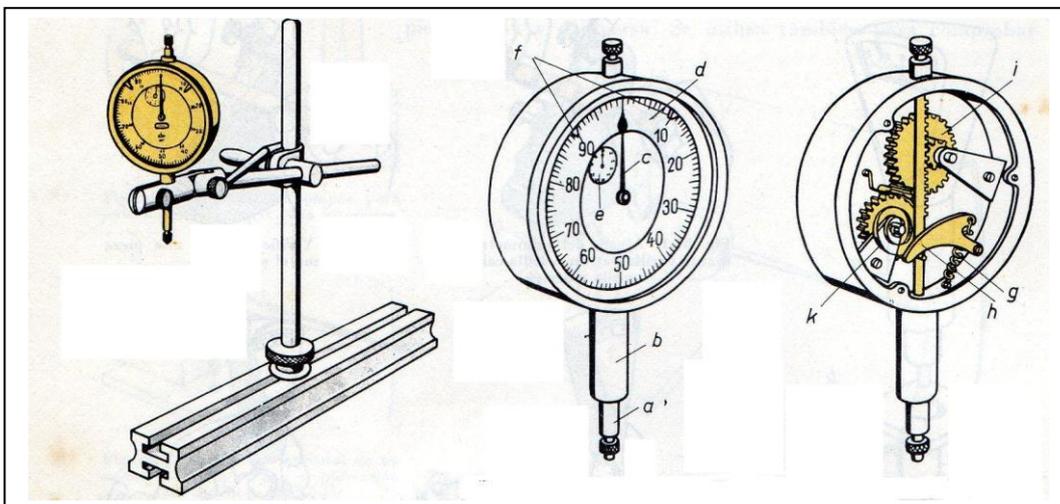
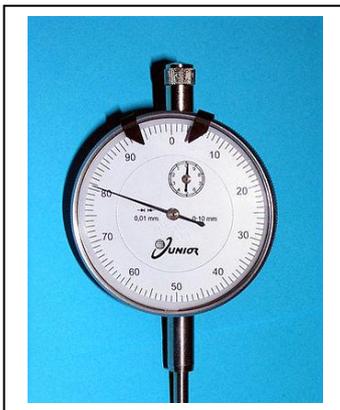


## INSTRUMENTOS DE VERIFICACIÓN

### El reloj comparador

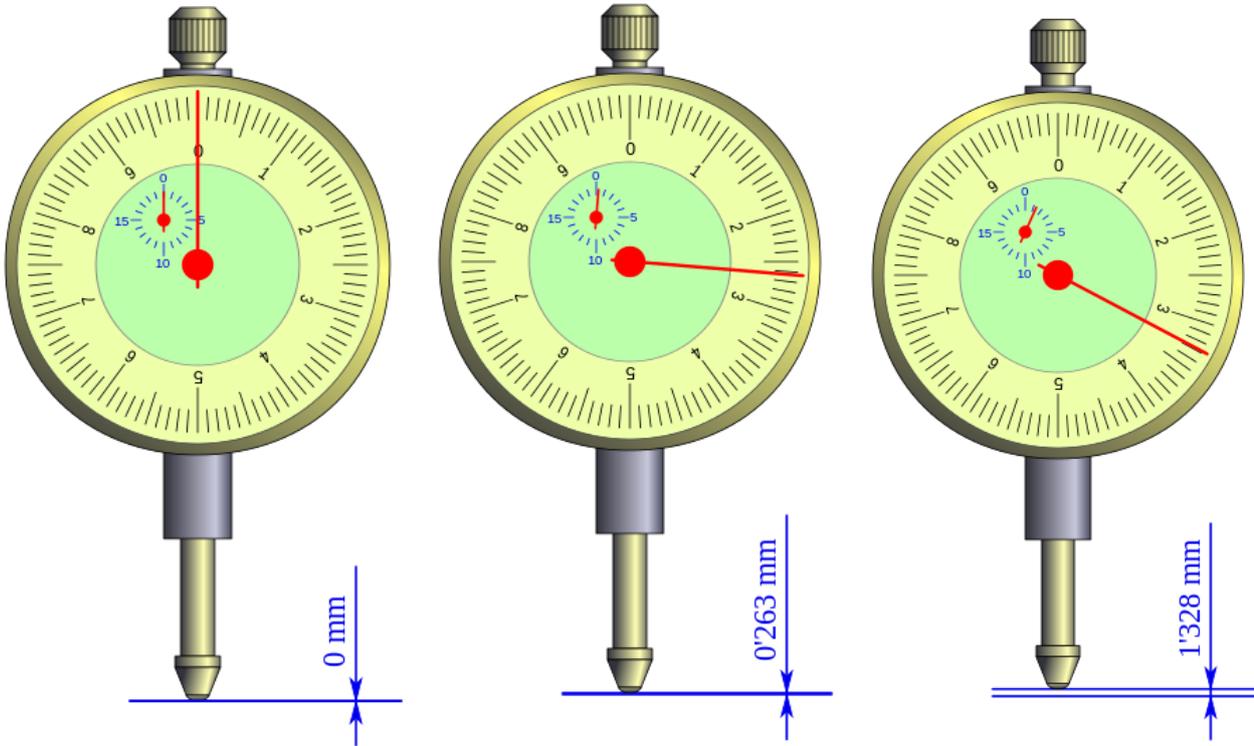
Un reloj comparador o comparador de cuadrante es un instrumento que se utiliza para comparar cotas mediante la medición indirecta del desplazamiento de una punta de contacto esférica cuando el aparato está fijo en un soporte. Constan de un mecanismo de engranajes o palancas que amplifica el movimiento del vástago en un movimiento circular de las agujas sobre escalas graduadas circulares que permiten obtener medidas con una precisión de centésimas o milésimas de milímetro (micras). Además existen comparadores electrónicos que usan sensores de desplazamiento angular de los engranajes y representan el valor del desplazamiento del vástago en un visualizador.

La esfera del reloj que contiene la escala graduada puede girarse de manera que puede ponerse el cero del cuadrante coincidiendo con la aguja y realizar las siguientes medidas por comparación. El reloj comparador debe estar fijado a un soporte, cuya base puede ser magnética o fijada mecánicamente a un bastidor. Es un instrumento que permite realizar controles dimensionales en la fabricación de manera rápida y precisa, por lo que es muy utilizado en la inspección de la fabricación de productos en series grandes.



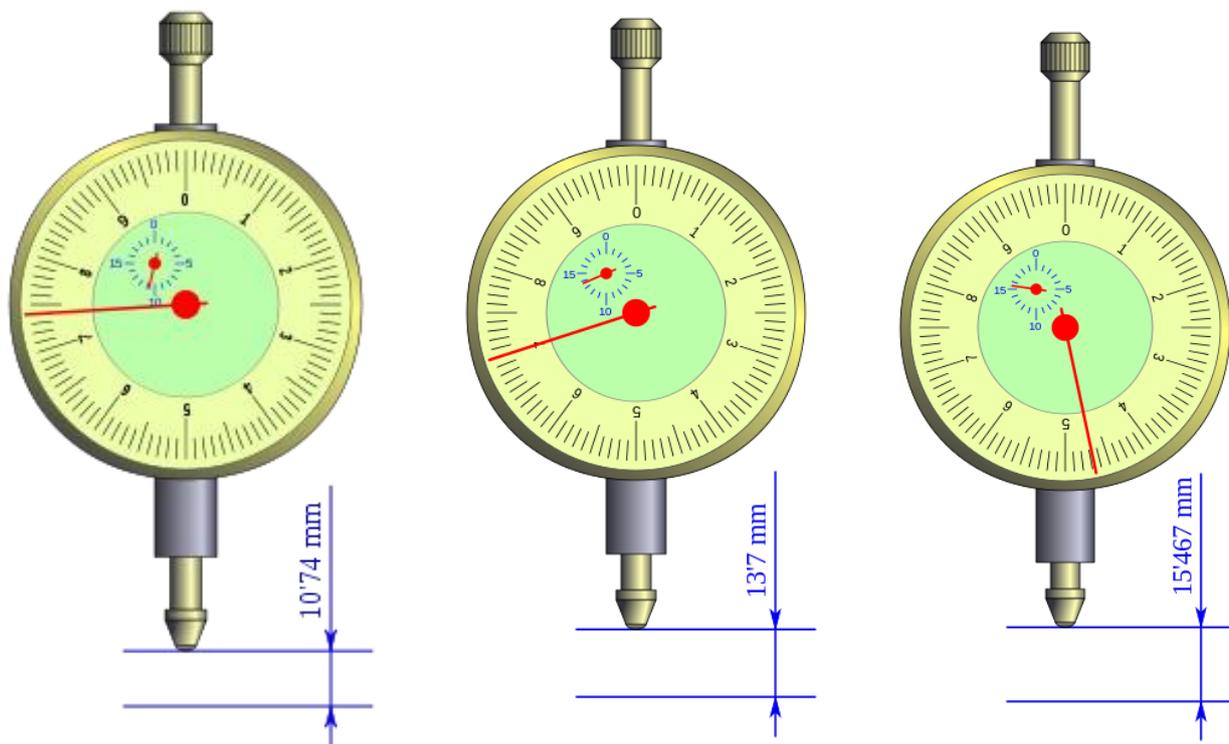
## Lectura del reloj comparador

En la esfera del reloj comparador hay dos manecillas, la de menor tamaño indica los milímetros o vueltas que da la aguja grande, y la mayor las centésimas de milímetro, primero se mira la manecilla pequeña y luego la mayor, Cuando la aguja esté entre dos divisiones se toma la más próxima, redondeando la medida a la resolución del instrumento:



En la figura se pueden observar varios relojes. El primero indica 0 mm y en el segundo la lectura será 0,26 mm si bien el valor exacto es mayor (0,263 mm según se indica), la lectura nunca debe darse con mayor precisión de la resolución que tenga el instrumento. En el tercer reloj la lectura será de 1,33 mm.

El uso mayoritario del reloj comparador es para determinar pequeñas diferencias de medida, en alienaciones o excentricidad, cuando se emplea en dimensiones que abarcan varios milímetros, es preciso percatarse, en la aguja pequeña, del milímetro exacto en el que se encuentra la medida, que puede ser más dificultoso que señalar la centésima de milímetro, indicada con la aguja grande, como se puede ver en la figura.



### El reloj comparador en medidas diferenciales

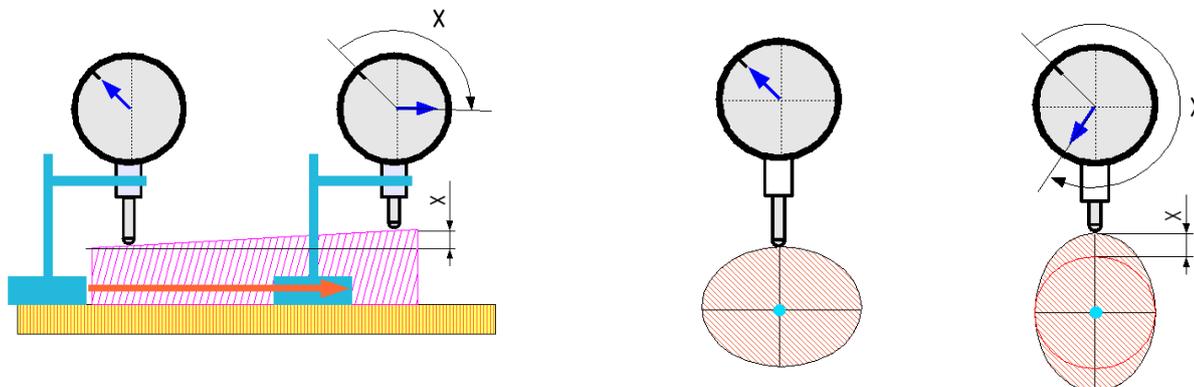
El reloj comparador no se usa para obtener medidas absolutas de dimensiones, sino que se emplea mayoritariamente para determinar la diferencia de dimensiones, tanto en la inclinación de una superficie o en la excentricidad de un eje o rueda. En este caso se busca un punto de referencia, normalmente el de menor medida y luego se determinan las demás cotas respecto a esta referencia.

En el caso de la pendiente de una superficie, se coloca el reloj comparador, en el soporte correspondiente, y tocando con el palpador se localiza el punto más bajo, que se emplea como referencia, luego deslizando el reloj se observa la variación de medida en los distintos puntos de la superficie.

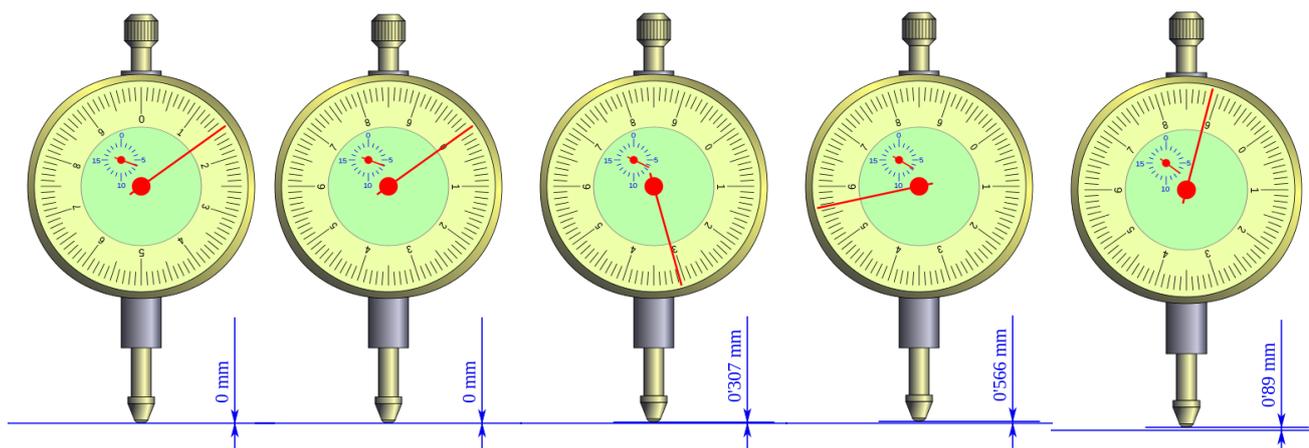
Para comprobar la excentricidad o la redondez de un eje, se coloca este entre puntos, en un plato de garras o apoyado en cojinetes de modo que pueda girar libremente. Colocado el reloj en sentido radial respecto del eje a comprobar, se toma un punto como referencia y, girando el eje, se va comprobando la variación del radio en toda la periferia.

La utilización del reloj comparador para la verificación de cotas, mediante la medición de diferencias de alturas, es similar. Se establece un punto de la superficie como referencia y se determina la diferencia de alturas de los demás puntos de la superficie respecto a esa referencia.

Localizado el punto de referencia, se pone a cero la medida indicada en el reloj, girando la esfera haciendo coincidir el cero de la escala principal (centésimas o milésimas de milímetro, según el caso) con la aguja en ese momento. Esto normalmente no se hace con la escala de los milímetros, lo cual ha de tenerse en cuenta si la variación de medida es mayor a un milímetro, en cuyo caso la aguja de las centésimas dará más de una vuelta completa.

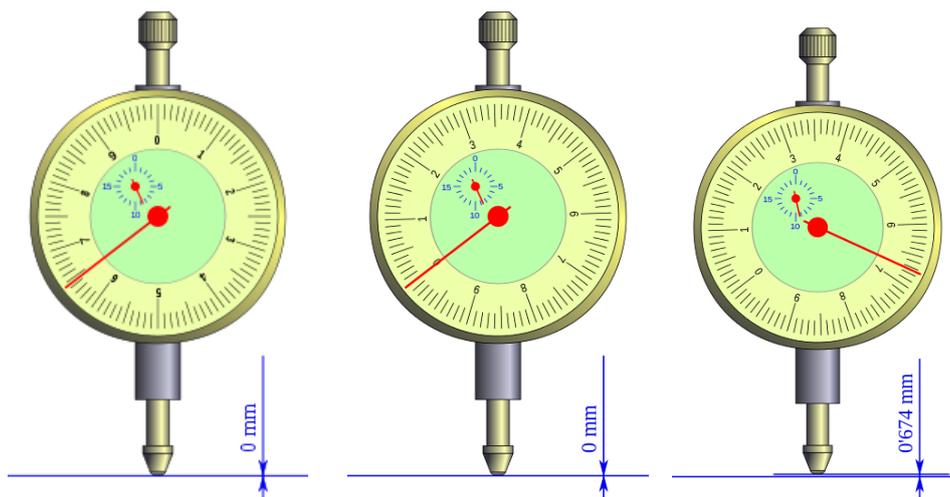


Comprobación de rectitud, planicidad o inclinación.      Comprobación de redondez o cilindricidad



En la primera figura se tiene el reloj en el punto de referencia. En la segunda se ha girado la esfera hasta colocar el cero de la escala coincidente con la aguja. Las demás lecturas se harán sobre esta referencia.

Hay que tener en cuenta que girar la esfera, no modifica la posición de la punta de contacto, y que la escala de los milímetros puede no estar a cero aunque se ponga la escala principal a cero. A continuación se muestra un ejemplo con un reloj que presenta una lectura cualesquiera cuando está colocado sobre una superficie.



Si se gira la esfera del reloj haciendo coincidir el cero de la escala con la posición de la aguja, la lectura en esta escala será cero; en cambio, la indicación en la escala de los milímetros no ha variado. Si se desplaza la punta de contacto, como en la figura, la escala principal indicará el incremento de décimas o centésimas de milímetro, pero la aguja de los milímetros también habrá girado proporcionalmente, dando lugar a una nueva indicación a la que habrá que restar la indicación inicial para obtener la lectura correcta del desplazamiento del vástago.

Esto da lugar a dos formas diferentes en el uso del reloj comparador: la primera ya vista, donde hay una concordancia entre las dos escalas para realizar mediciones de varios milímetros; y esta segunda, donde se hace caso omiso de la escala de los milímetros, para realizar mediciones diferenciales de décimas o centésimas de milímetro.

En los relojes digitales esta diferencia no se da, dado que este desfase, entre las dos escalas, no se produce.

## RELOJ COMPARADOR DIGITAL

La aplicación de la electrónica a los aparatos de medida ha dado lugar a relojes comparadores de funcionamiento electrónico, que pueden presentar la lectura de la medición en un visualizador digital. Un reloj comparador digital tiene una forma similar al tradicional, pero con las ventajas de la tecnología digital, presenta la información en una pantalla, en lugar de manecillas y permite, en muchos casos, su conexión a un ordenador o equipo electrónico.

Las características de un reloj digital son:

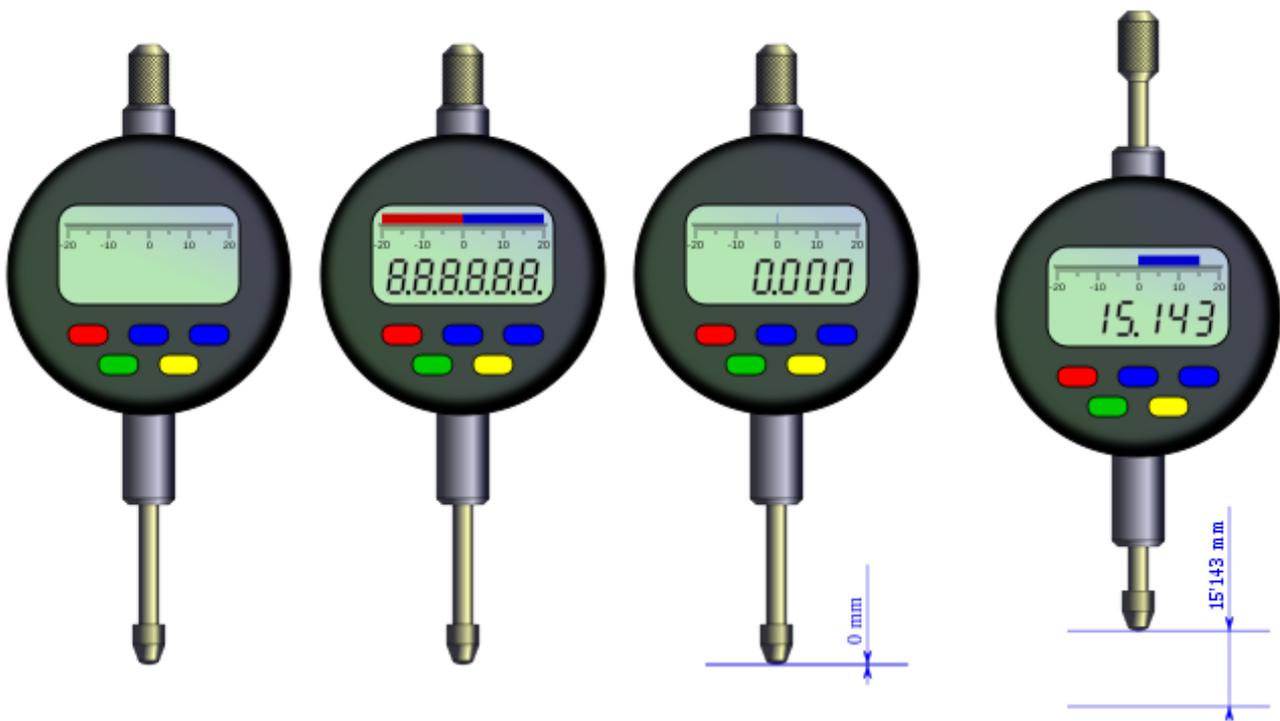
- Amplitud de medida.
- Apreciación.
- Conectividad: Puerto serie. USB.
- Información en pantalla:
  - Lectura en formato digital.
  - Lectura en forma analógica.
  - Datos en milímetros.
  - Datos en pulgadas.
  - Estado de la batería.

- Funciones:
  - Puesta a cero.
  - Memoria de lecturas.
  - Fijación de lectura.
  - Establecer cuota máxima y mínima.

### Uso del comparador digital

Existe una enorme variedad de relojes comparadores digitales, básicamente su forma de utilización es similar, veamos un ejemplo ilustrativo de reloj digital, la amplitud de medición es de 20 mm, con una apreciación de 0'001 mm, en la pantalla presenta la información en forma analógica, en la parte superior, y digital. La escala analógica esta impresa en la pantalla y presenta la lectura mediante una barra de color azul hacia la derecha si el valor es positivo y una barra roja hacia la izquierda si es negativo.

La información digital la presenta en seis dígitos decimales, como se ve en la figura. Las distintas funciones: conexión desconexión, puesta a cero, fijación de lectura, etc. Se hacen mediante pulsadores.



Colocado el reloj en el soporte, y tocando el palpador sobre la superficie a comprobar, pulsamos el botón de puesta a cero y el reloj marcará cero en la pantalla, a partir de este momento este punto será el de referencia, y en la pantalla podremos ver la variación de medida en el desplazamiento del palpador, tanto en sentido positivo como negativo, dentro de la amplitud de medida que admita el aparato en cuestión, en este caso 20 mm.



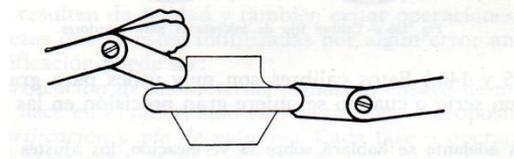
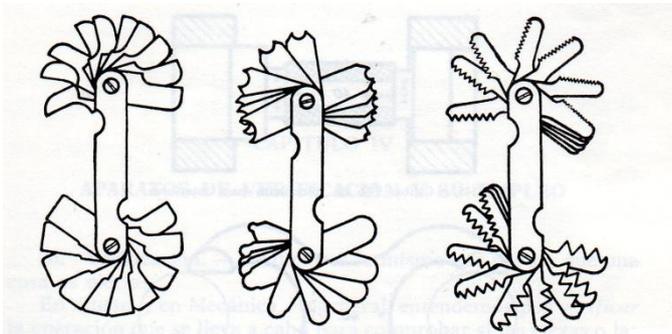
## SONDAS PARA ESPESOR

Sirven para medir pequeñas holgas o juegos.



## PLANTILLAS O GALGAS PARA RADIOS DE CURVAS Y PARA ROSCA

Son de gran utilidad para muchos trabajos de mecánica



Como se realiza el control de radios



Galga para control de afilado de herramientas



Galga para control de filetes de roscas llamado comúnmente "Peine de rosca"

## INSTRUMENTOS PARA MEDIR ÁNGULOS

Para medir ángulos se emplean en el taller útiles llamados **escuadras**. Las hay de varias formas y construcciones. Las principales son las siguientes:

- a) **Escuadras fijas:** Son aquellas que sólo pueden medir un ángulo. Las más empleadas son las de  $90^\circ$ ,  $120^\circ$ ,  $135^\circ$ ,  $60^\circ$  y  $45^\circ$ . Las escuadras fijas deben estar perfectamente rectificadas con muela o rasqueta. En las figuras se representan distintos tipos. Fig. 88 se representa una escuadra normal para  $90^\circ$ , en la Fig. 89 una de solapa que se llama así por la pletina que lleva en el brazo corto y se presta muy bien para operaciones de trazado. (Fig. 90). En las Fig. 90 a 94 tenemos escuadras para  $120^\circ$ ,  $60^\circ$ ,  $135^\circ$  y  $45^\circ$  respectivamente. Las Fig. 95 y 96 representan dos escuadras de precisión de acero templado y rectificado. La 97 es otra escuadra de precisión, pero de dos piezas. Las rebajas de material efectuadas en las escuadras de las Fig. 95 y 97 tienen por fin evitar las deformaciones.

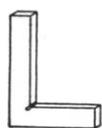


Fig. 88.—Escuadra de  $90^\circ$ .

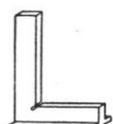


Fig. 89.—Escuadra de solapa.

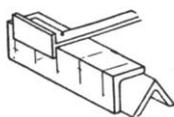
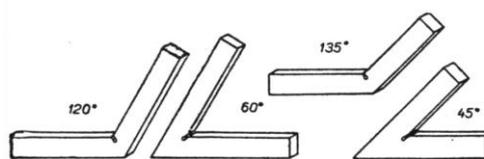
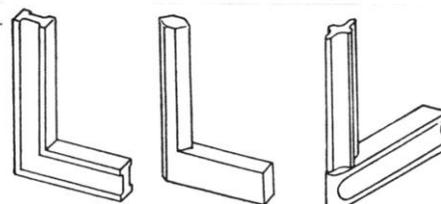


Fig. 90.—Utilización de la escuadra de solapa.



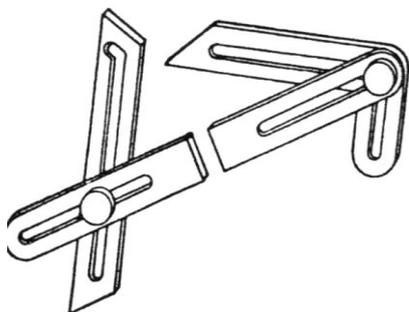
Figs. 91 y 92.—Escuadras de diversos ángulos.



Figs. 95 y 96.—Escuadras de precisión.

Fig. 97.—Escuadra de precisión de dos piezas.

- b) **Falsas escuadras:** los brazos de estas escuadras están articulados y pueden fijarse en cualquier abertura por medio de un tornillo. Sirven para saber si dos o más piezas tienen o no el mismo ángulo.



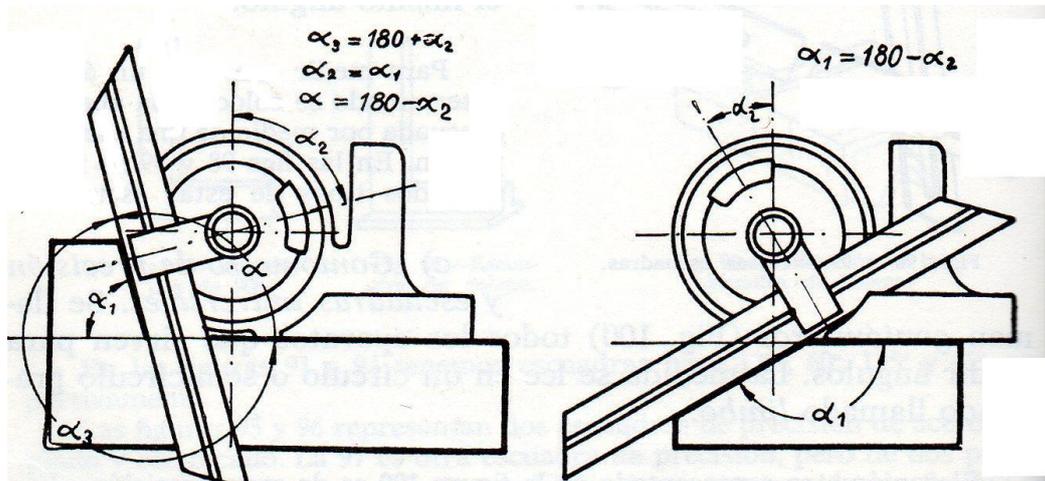
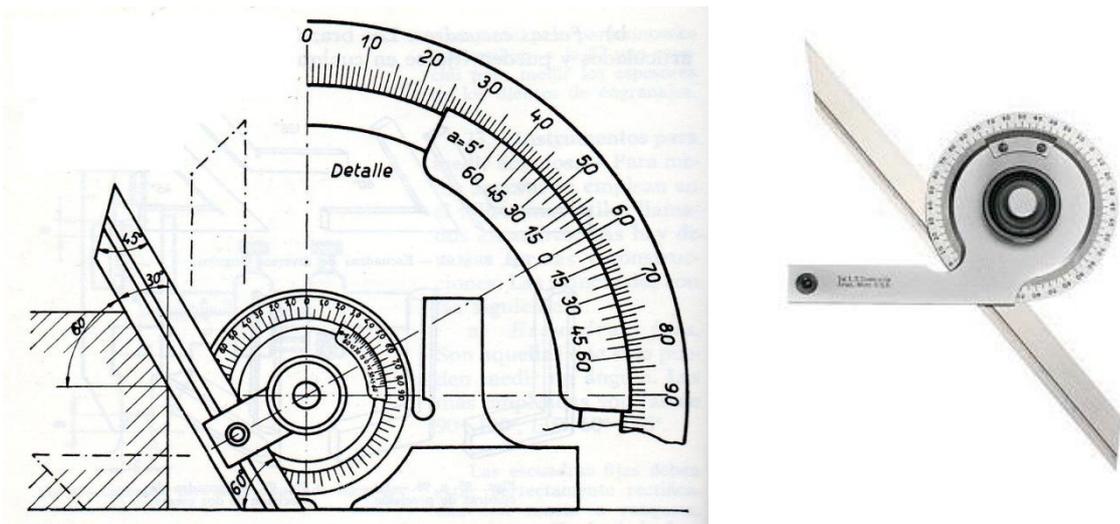
Figs. 98 y 99.—Falsas escuadras.

Para medir con ellas un ángulo determinado se colocará la abertura adecuada por medio de una escuadra patrón. En la fig. se muestran dos tipos de estas escuadras.

## GONIÓMETRO DE PRECISIÓN

Se llaman goniómetros todos los aparatos que sirven para medir ángulos. La medida se lee en un círculo o semicírculo graduado llamado limbo.

Para la medición de los ángulos no bastará en general hacer la lectura que indica el nonio, sino que habrá que comprobar si dicha abertura corresponde al ángulo que queremos medir, o bien a su suplemento o a su complemento. En el caso de la primer figura la lectura es directa. En la segunda figura se indican las fórmulas para los distintos ángulos. Como se observa en la primer figura la regla móvil tiene sus extremos cortados a  $60^\circ$  y  $45^\circ$  para mediciones especiales.



## MICRÓMETRO

Estos instrumentos son los más difundidos para la medición directa de las piezas mecánicas con la aproximación de 0,01 mm.

Están formados por un robusto arco de metal, en cuyas extremidades se encuentran dos planos de contacto, con superficies perfectamente planas y lisas.

Uno de los contactos es fijo y el otro es la extremidad de una varilla redonda con parte roscada.

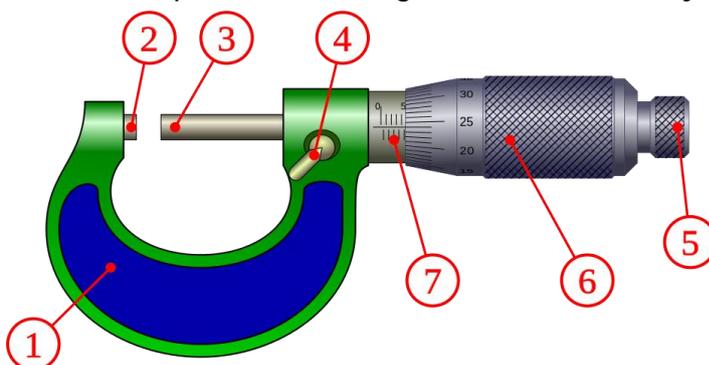
En el sentido paralelo a dicha varilla, rígidamente sujeta al cuerpo del micrómetro, hay una guía tubular graduada longitudinalmente en milímetros arriba y en medios milímetros abajo.

Sobre la guía antedicha, unida a la extremidad de la varilla, hay otra guía dividida circularmente en cincuenta partes.

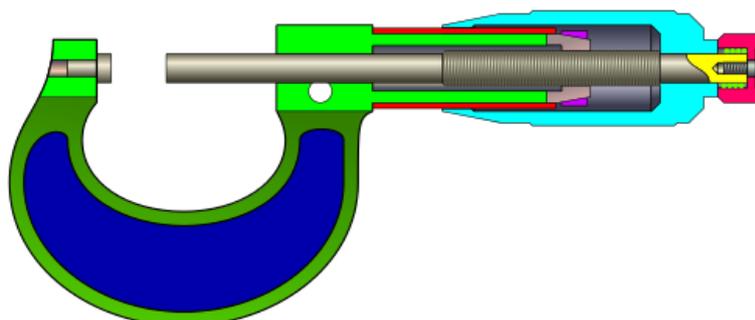
### Partes del micrómetro

Partiendo de un micrómetro normalizado de 0 a 25 mm, de medida de exteriores, podemos diferenciar las siguientes partes:

1. **Cuerpo:** constituye el armazón del micrómetro; suele tener unas plaquitas de aislante térmico para evitar la variación de medida por dilatación.
2. **Tope:** determina el punto cero de la medida; suele ser de algún material duro (como "metal duro") para evitar el desgaste así como optimizar la medida.
3. **Espiga:** elemento móvil que determina la lectura del micrómetro; la punta suele también tener la superficie en metal duro para evitar desgaste.
4. **Palanca de fijación:** que permite bloquear el desplazamiento de la espiga.
5. **Trinquete:** limita la fuerza ejercida al realizar la medición.
6. **Tambor móvil,** solidario a la espiga, en la que está grabada la **escala móvil** de 50 divisiones.
7. **Tambor fijo:** solidario al cuerpo, donde está grabada la **escala fija** de 0 a 25 mm.



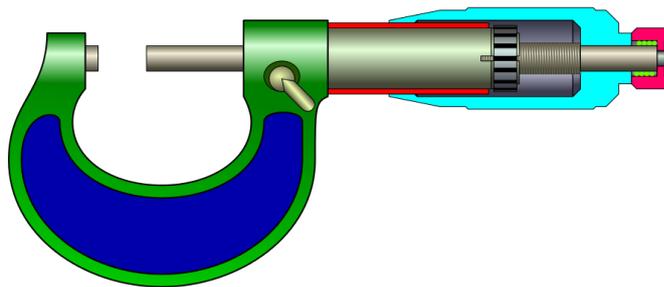
Si seccionamos el micrómetro podremos ver su mecanismo interno:



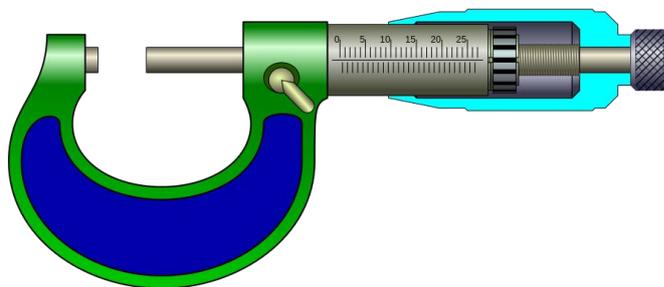
Donde podemos ver la espiga lisa en la parte que sobresale del cuerpo y roscada en la parte derecha interior, el paso de rosca es de 0,5mm, el tambor móvil solidario a la espiga que

gira con él, el trinquete en la parte derecha de la espiga, con el mecanismo de embrague, que desliza cuando la fuerza ejercida supera un límite.

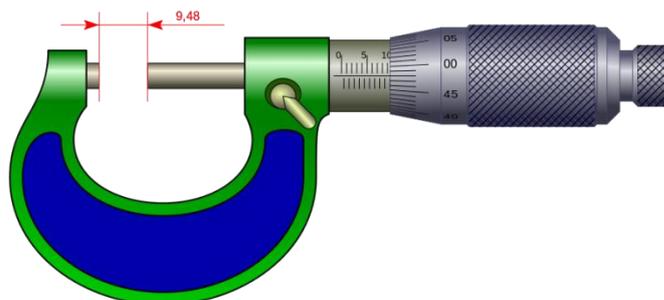
El extremo derecho del cuerpo es la tuerca donde está roscada la espiga, esta tuerca está ranurada longitudinalmente y tiene una rosca cónica en su parte exterior, con su correspondiente tuerca cónica de ajuste, este sistema permite compensar los posibles desgastes de la rosca, limitando, de este modo, el juego máximo entre la espiga y la tuerca roscada en el cuerpo del micrómetro.



Sobre el cuerpo está encajado el tambor fijo, que se puede desplazar longitudinalmente o girar si es preciso, para ajustar la correcta lectura del micrómetro, y que permanecerá solidario al cuerpo en las demás condiciones.



El tambor móvil, que gira solidario con la espiga, tiene grabada la escala móvil, de 50 divisiones, numerada cada cinco divisiones, y que permite determinar la fracción de vuelta que ha girado el tambor, lo que permite realizar una lectura de 0,01mm en la medida.



Con estas dos escalas podemos realizar la medición con el micrómetro, como a continuación podemos ver.

### Lectura del micrómetro

Cuando los dos contactos están unidos, la extremidad de la guía exterior corresponde al cero de la guía milimetrada. Girando ésta para abrir los contactos, se pueden leer longitudinalmente los milímetros y los medios milímetros y circularmente, las centésimas de milímetro.

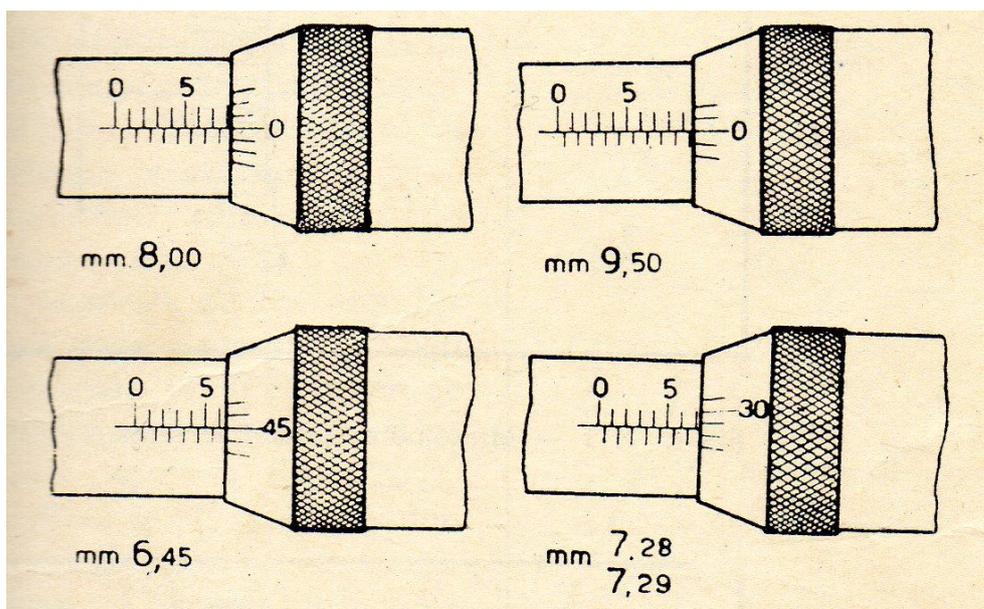
Cada vuelta de la guía exterior corresponde al desplazamiento de 0,5 mm y la varilla está roscada muy prolijamente con el paso.

Hay que tener mucho cuidado al efectuar la lectura, ya que a una misma posición de la guía exterior puede indicar dos medidas distintas, según que la extremidad sobrepase tan sólo los milímetros, o también los medios milímetros.

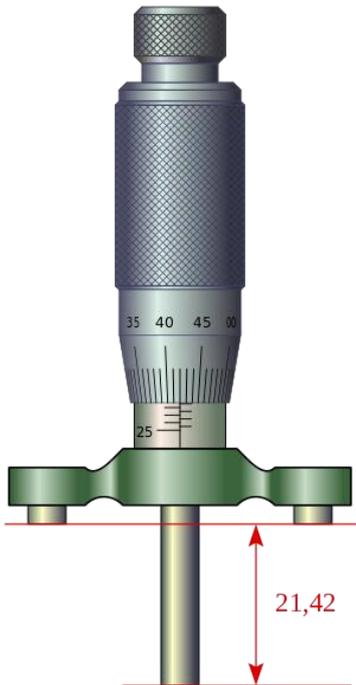
Prácticamente para medir una pieza se la coloca entre los dos contactos y se arrima suavemente el contacto móvil, para lo cual se opera exclusivamente el crিকে que hace girar el tornillo.

Una vez tomada o bien establecida la medida, se aprieta el freno, que tiene forma muy variada, según la marca o procedencia.

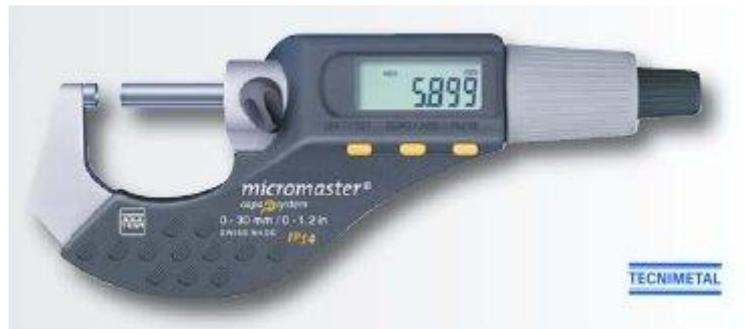
Como no resulta práctico construir varillas muy largas, el alcance de medición de los micrómetros es generalmente de 25 milímetros. Por lo tanto, además de los mencionados de 0,01 a 25 milímetros, existen micrómetros de 25 a 50 – de 50 a 75 – de 75 a 100 milímetros ( generalmente en juegos de punta cambiables además de fijos).



## Otros tipos de micrómetros



Micrómetro de profundidad



micrómetro digital



Micrómetro para medir roscas



Micrómetro de exterior con su patrón

## HERRAMIENTAS DE TRAZAR

- Punta de señalar o trazar: es una varilla de acero terminada en punta cónica templada y muy afilada.
- Granete o punto de marcar: es un cilindro de acero terminado en punta. La punta suele ser de  $60^\circ$  a  $70^\circ$  y debe conservarse perfectamente afilada y aguda. La finalidad de esta herramienta es señalar con puntos regulares los trazos hechos con la punta de señalar o hacer un punto de apoyo y guía para el compás o para la mecha al perforar.
- Mármol de trazado: suelen estar simplemente bien planos para que las piezas se apoyen mejor. Deben colocarse sólidamente asentados y bien nivelados.
- Calzos: son unos prismas de fundición de formas muy variadas; tienen siempre uno o más ranuras en forma de V, para que puedan colocarse en ellos piezas redondas.
- Cuñas: sirven para apoyar y nivelar las piezas.
- Gatos: tienen el mismo fin que las cuñas, pero se utilizan para alturas mayores.



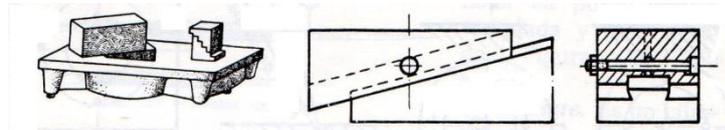
Punta de trazar



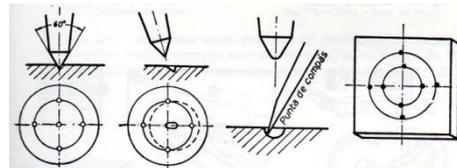
Granete o punto



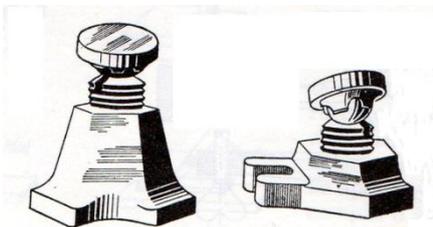
Calzos



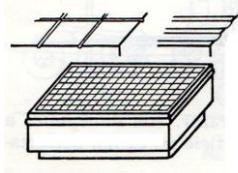
Cuñas



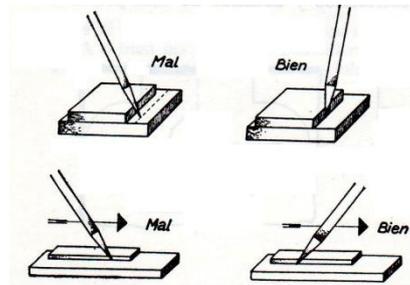
Ejemplo de punteado con granete



Gatos para trazado



Mármol de trazado

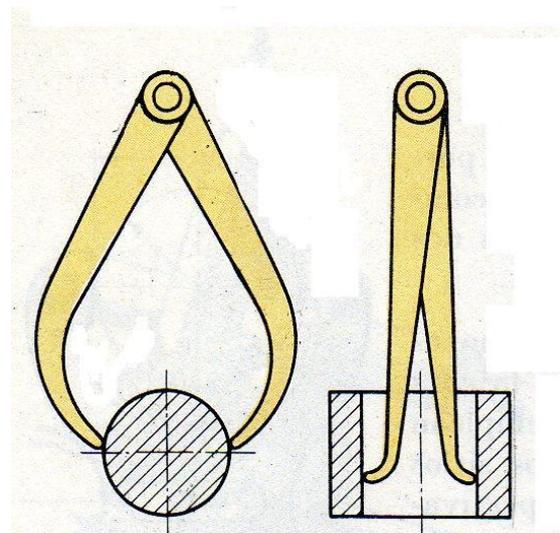
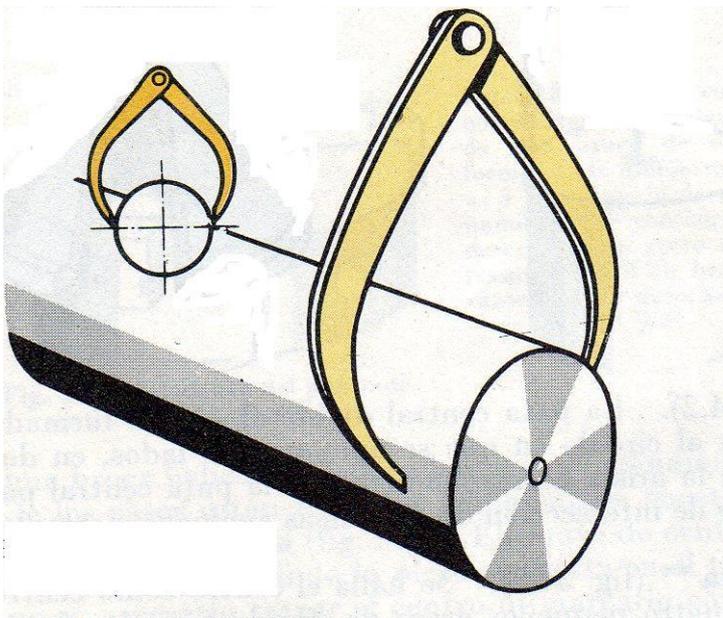
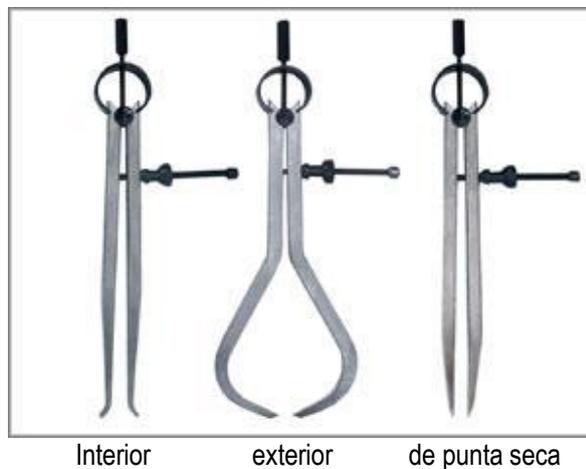


Ejemplo de trazado

## COMPASES

Son instrumentos de variados usos y diversas formas. Algunos de ellos son:

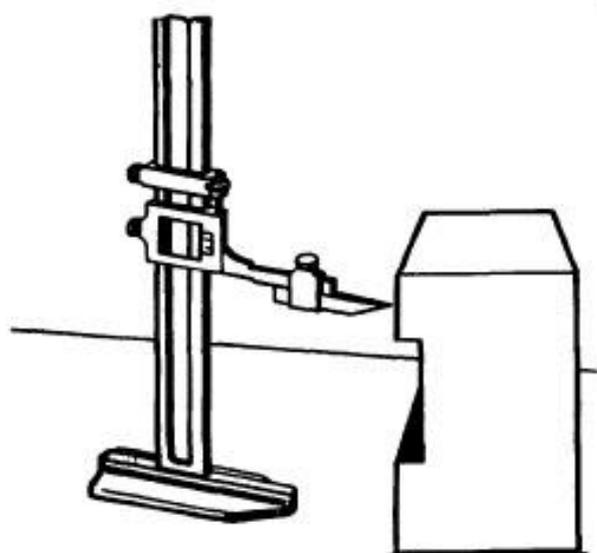
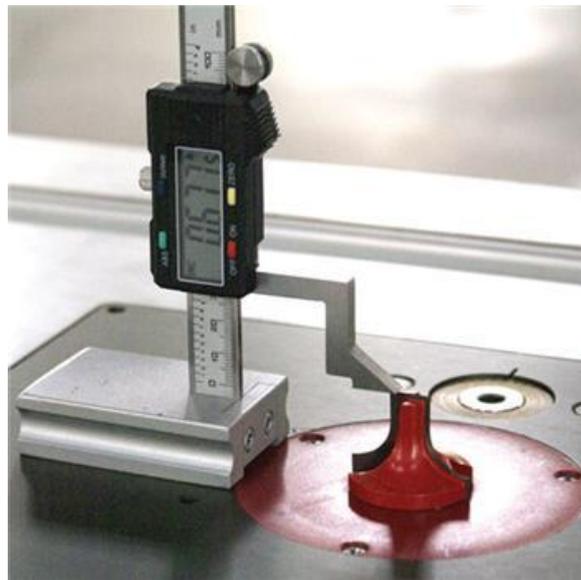
- Compás de punta seca: sirve para trazar en el metal arcos y círculos, determinar perpendiculares y paralelas. Además se emplea para transportar distancias y marcar divisiones iguales.
- Compás de espesor: es el instrumento más apto para comprobar superficies paralelas; en este caso el mecánico debe usarlo con gran sensibilidad y delicadeza, acostumbrándose a sentir o tener tacto notando la presión de las puntas. De allí que esta operación se la llama ajustar o comprobar a “tacto de compás”
- Compás de interior: sirve para tomar medidas internas y comprobar el paralelismo de las caras de los huecos.



## CALIBRE DE ALTURA CON VERNIER O MAL LLAMADO ALTÍMETRO

El **gramil** o **calibrador de altura con vernier** es un instrumento de medición y trazado que se utiliza en los laboratorios de metrología y control de calidad, para realizar todo tipo de trazado en piezas como por ejemplo ejes de simetría, centros para perforaciones posteriores, excesos de mecanizado etc.

- Consta de una columna principal, que está graduada en centímetros y milímetros, por la que se desliza el calibre trazador que lleva incorporado un vernier de precisión. La punta del calibre es de metal duro.
- Este tipo de gramil puede ser intercambiado por un reloj palpador de nivelación, para comprobar el paralelismo u horizontalidad de superficies.



Ejemplo de trazado

## **Normas para la conservación de todos los instrumentos vistos**

En general las mismas normas que utilizamos para la conservación de los calibres son aplicables a todos los instrumentos

- ❖ Evitar darles golpes y caídas.
- ❖ No dejarlos en contacto con otras herramientas.
- ❖ Tener un estuche para guardarlos.
- ❖ Engrasar aquellos instrumentos que se pueden oxidar ( escuadras).

## BIBLIOGRAFIA UTILIZADA

- Matemática 3er. Ciclo de Educación Gral. Básica – Equipo E.D.B. – Ediciones Don Bosco \_ Buenos Aires – 1998.
- Geometría Descriptiva – Donato Di Pietro – Editorial Alsina – 1980.
- Manual de Normas Iram – 2003.
- Tecnología de los metales para profesiones técnico-mecánicas – Hans Appold – Kart Feiler – Paul Schmidt – Editorial Reverté – Barcelona – 1984.
- El taller de ajuste – Francisco Berra – Ediciones Don Bosco.
- El taller de torneado – Francisco Berra – Ediciones Don Bosco.
- Tecnología mecánica Tomo 1 – Ediciones Don Bosco – Barcelona – Duodécima edición.
- Tecnología mecánica Tomo 2 – Ediciones Don Bosco – Barcelona – Decimocuarta edición.
- Alrededor de las máquinas – herramientas – Heinrich Gerling – Editorial Reverté.
- Máquinas. Cálculos de taller – A.L.Casilla – Edición hispanoamericano.