



Procesos de Fabricación

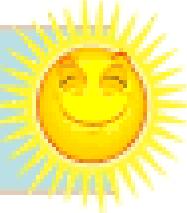
Carlos Arturo
Pacheco Arenas

Manufactura, Torno



inicio

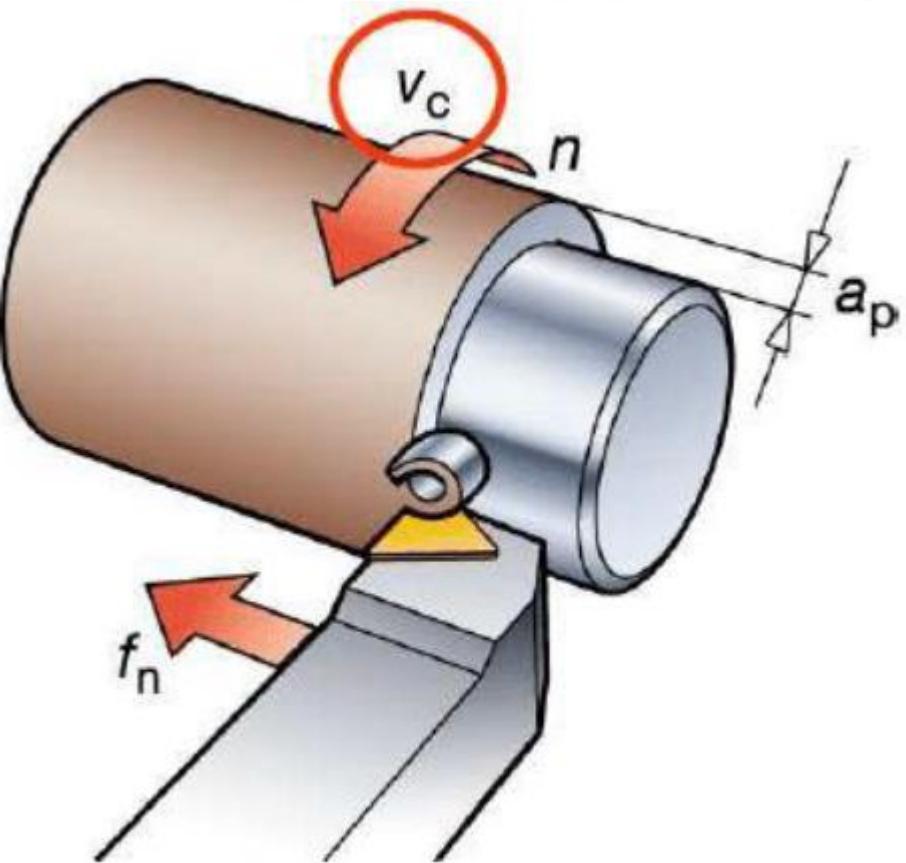
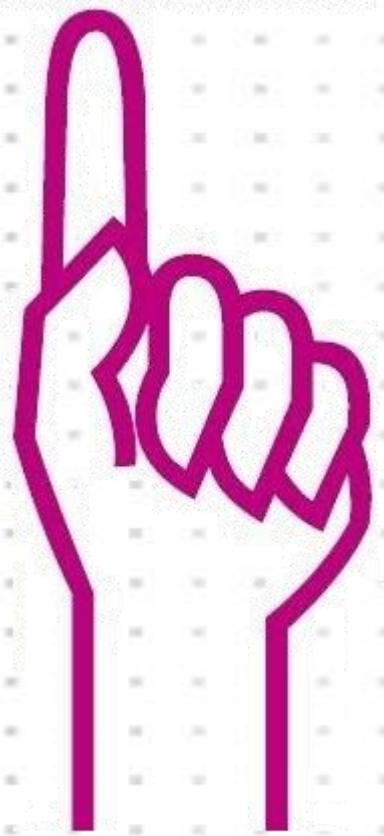
¡Buenos días!



“El fracaso es una
nueva oportunidad
para empezar de
nuevo con más
experiencia”

Dudas sobre la clase anterior

¿Qué hicimos la clase anterior?



Universidad Católica
San Pablo

Logro del aprendizaje

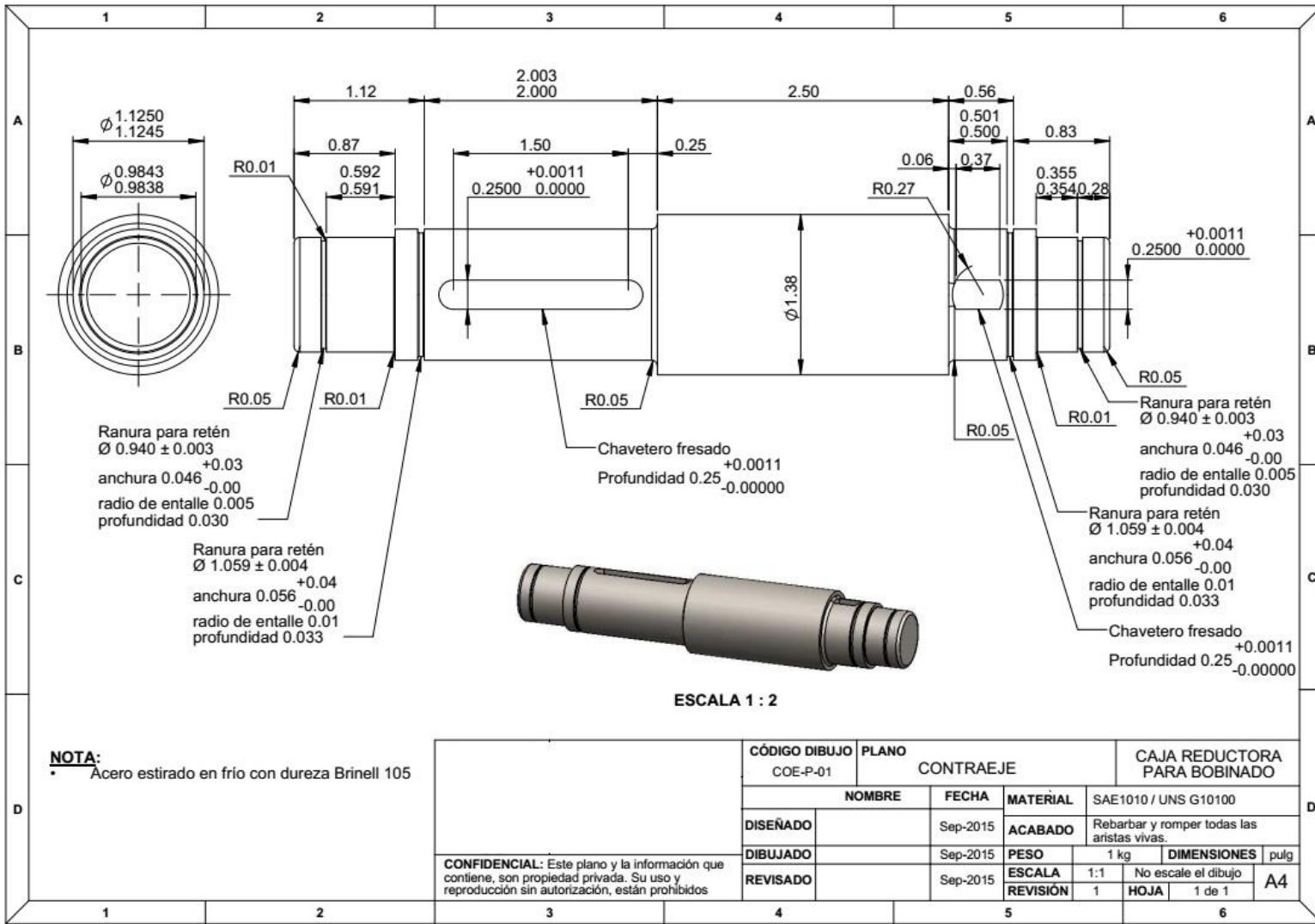


Al término de la sesión, el estudiante entiende los procesos de manufactura dedicados con la máquina de torno, partes y sus parámetros principales.



Utilidad del tema

¿Dónde lo podrías aplicar?



Universidad Católica
San Pablo



Conocimientos previos

¿Qué conoces del tema a desarrollar?



TRANSFORMACIÓN

Temario de la sesión:

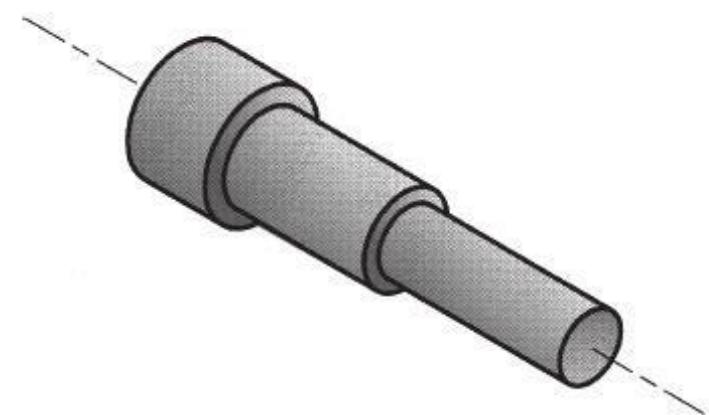


- ✓ Definiciones
- ✓ Partes
- ✓ Operaciones
- ✓ Parámetros
- ✓ Práctica.
- ✓ Preguntas y conclusiones.

Definiciones

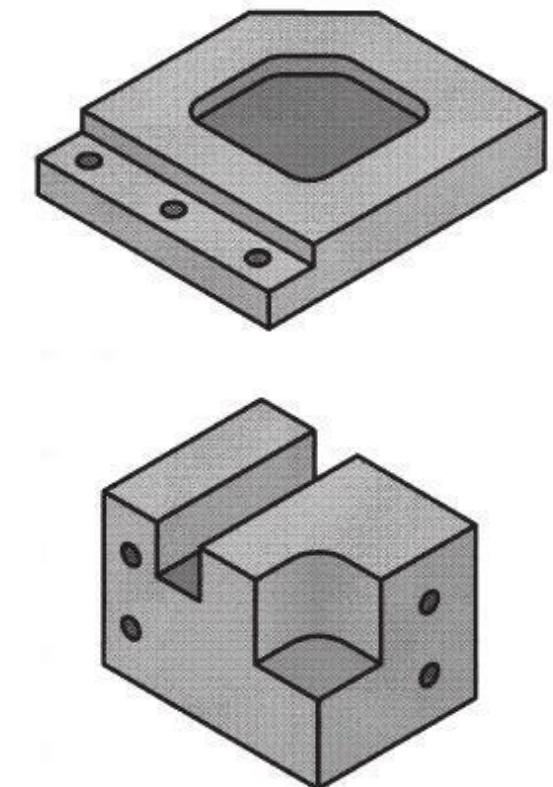
El maquinado es el más versátil y preciso de todos los procesos de manufactura por su capacidad de producir una diversidad de piezas y características geométricas, por ejemplo, roscas de tornillos, dientes de engrane, superficies lisas.

Las piezas maquinadas se clasifican en rotacionales y no rotacionales



Definiciones

Cada operación de maquinado produce una forma característica debido a dos factores 1 los movimientos relativos entre la herramienta y la pieza de trabajo y 2 la forma de la herramienta de corte Estas operaciones se clasifican según la forma de la pieza creada, ya sea por generación o por formado



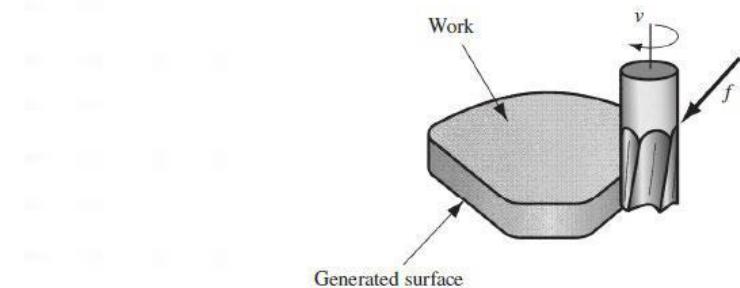
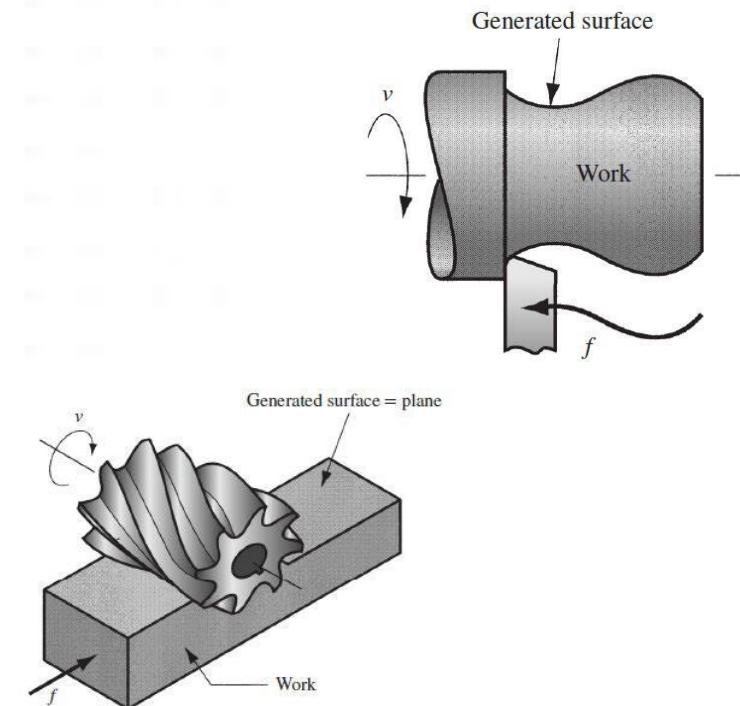
Definiciones

Generación, la forma de la pieza de trabajo está determinada por la trayectoria del avance de la herramienta de corte.

La trayectoria seguida por la herramienta durante su movimiento de avance se imparte a la superficie de trabajo a fin de crear la forma.

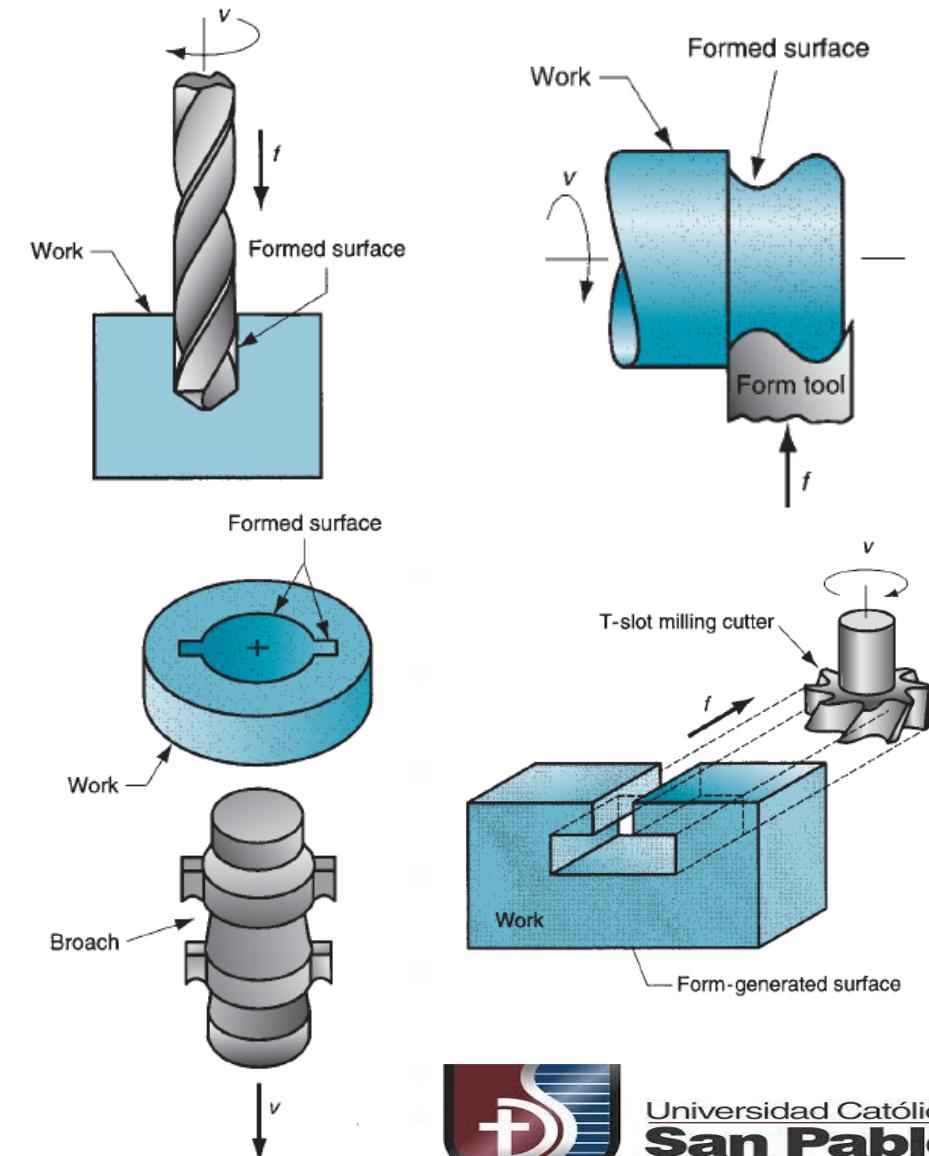
En cada una de estas operaciones la remoción de material se realiza por el movimiento de la velocidad en la operación, pero la forma de la pieza se determina por el movimiento de avance.

La trayectoria de avance puede involucrar variaciones en la profundidad o el ancho de corte durante la operación.



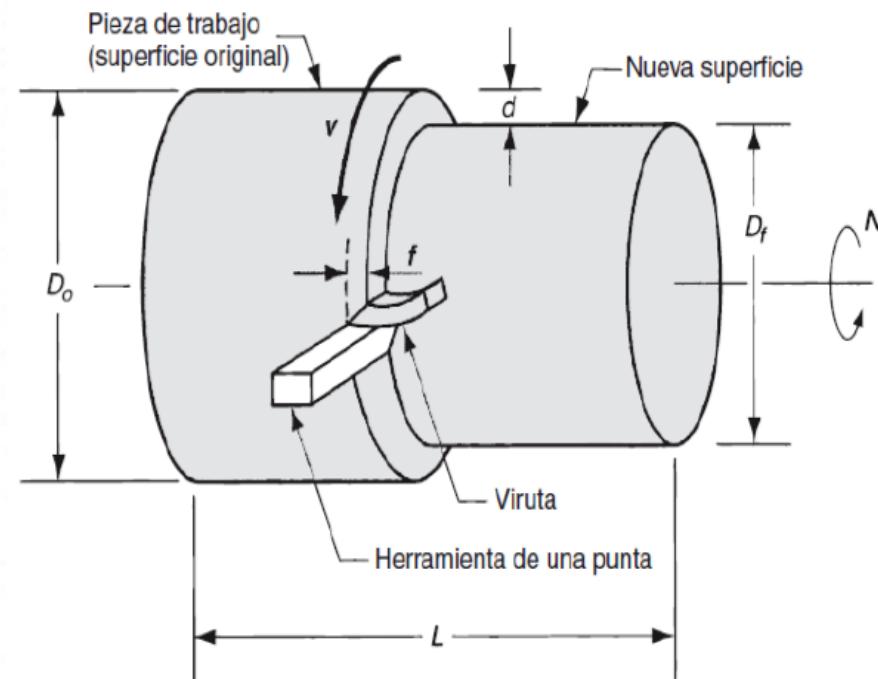
Definiciones

Formado la herramienta de corte forma la configuración geométrica de la pieza. En efecto, el filo de corte de la herramienta tiene el reverso de la forma a producir en la superficie de la pieza. La herramienta de corte imparte su forma al trabajo a fin de crear la forma de la pieza. Las condiciones de corte en el formado incluyen generalmente el movimiento primario de velocidad combinado con un movimiento de avance que se dirige directamente hacia el trabajo.



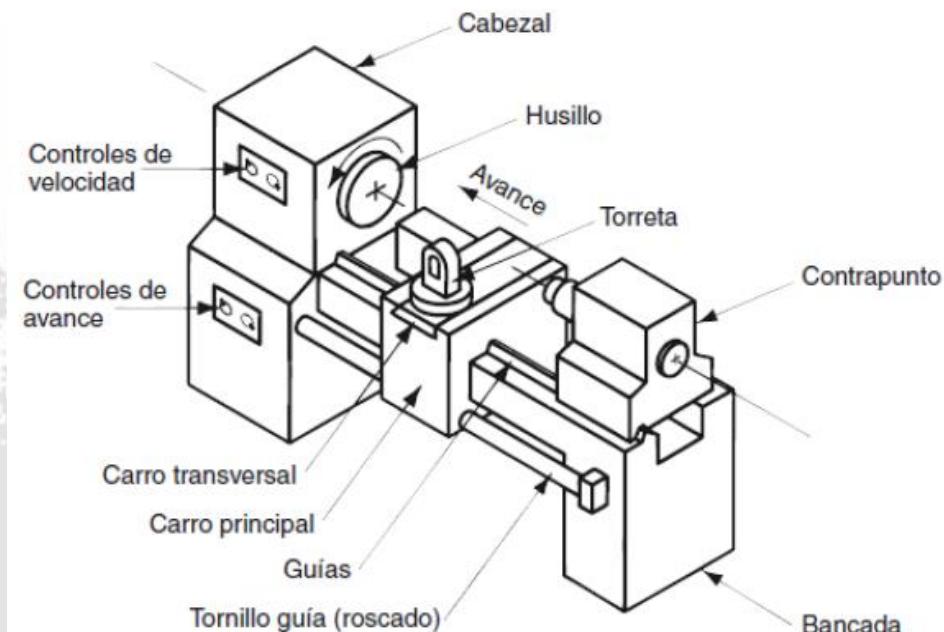
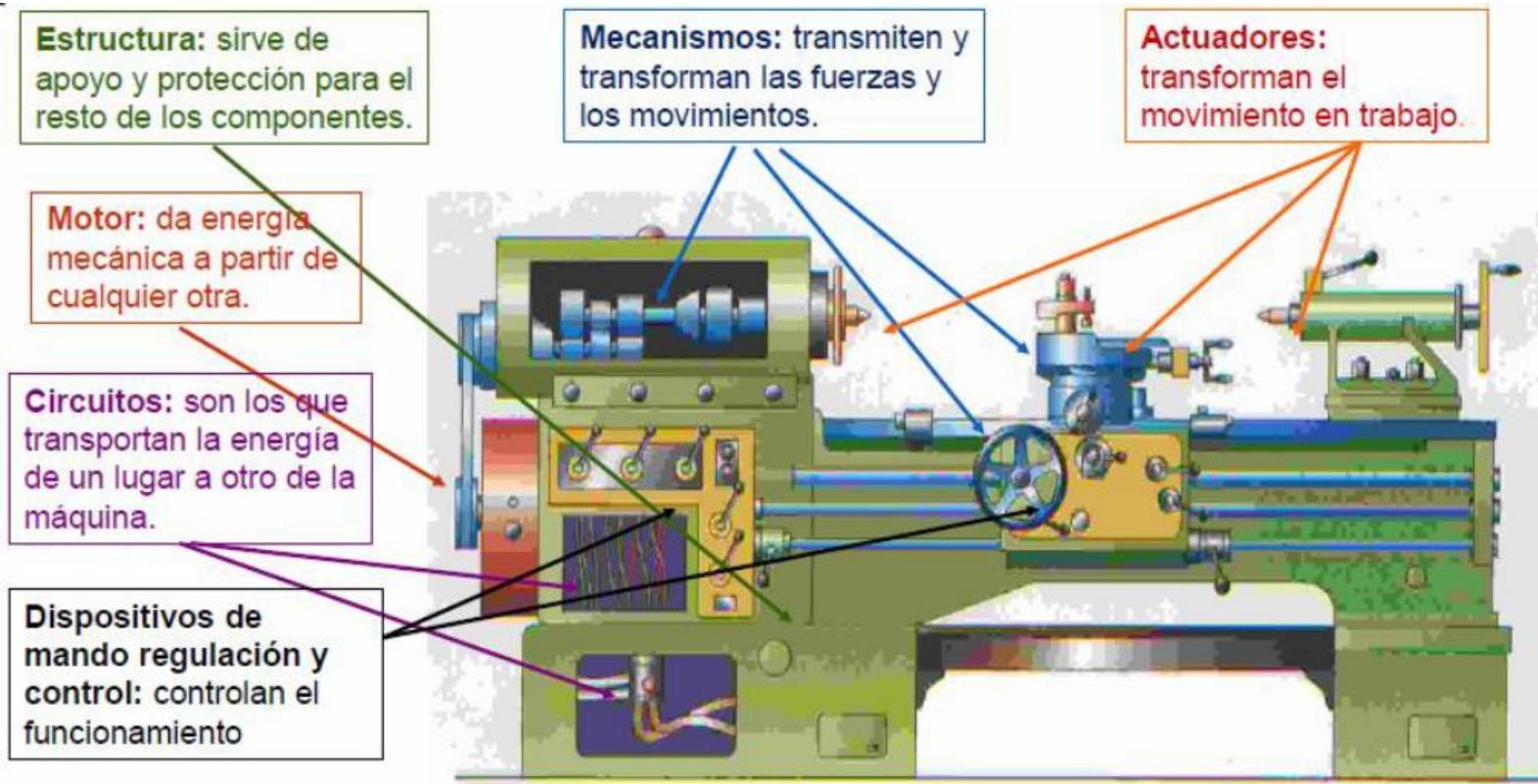
Definiciones

El **Torneado** es un proceso mediante el cual se crean superficies de revolución por medio del arranque de viruta. Las superficies de revolución son aquellas en las que, si realizamos un corte por un plano perpendicular a su eje, su resultado es circular. Por lo que la pieza tiene un movimiento circular o rotatorio mientras que la herramienta tiene un movimiento lineal.

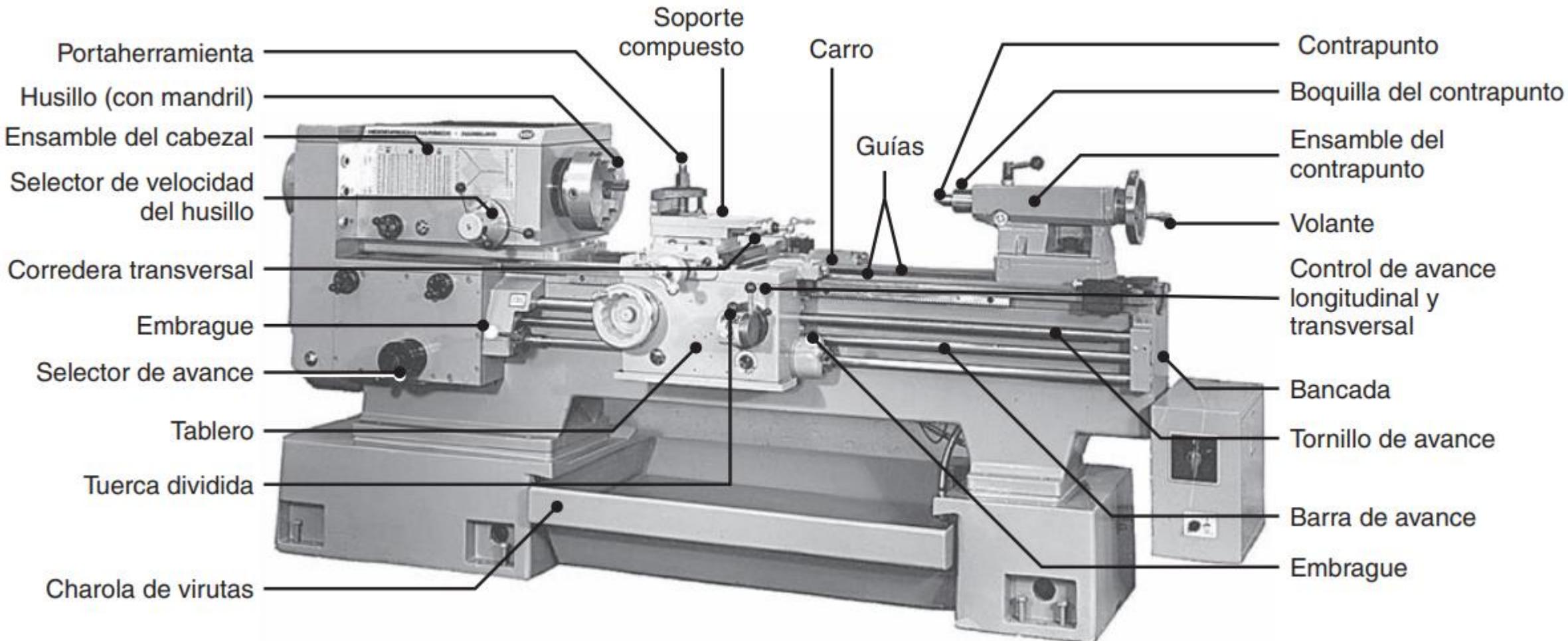


Partes

El torno es una máquina herramienta muy versátil que se opera en forma manual y se utiliza ampliamente en producción baja y media



Partes



Partes

La Bancada siendo la base o apoyo del torno soporta los componentes principales del torno. Las bancadas tienen una masa grande y se construyen de manera rígida, por lo común de hierro gris o hierro fundido nodular.

La parte superior de la bancada tiene dos guías o correderas con diversas secciones transversales que se endurecen y maquinan para mejorar la resistencia al desgaste y la precisión dimensional durante el torneado.



Partes

El **cabezal** se fija a la bancada y está equipado con motores, poleas y bandas en V que suministran energía a un husillo a diversas velocidades de rotación o de giro. Éstas se pueden ajustar mediante selectores de control manual o controles eléctricos. La mayoría de los cabezales están equipados con un juego de engranes y algunos tienen varios accionamientos que proporcionan al husillo una gama de velocidades continuamente variables. Poseen además un husillo hueco en el que se montan dispositivos de sujeción del trabajo, a través de estos husillos se pueden alimentar barras o tubos largos para diversas operaciones de torneado. La precisión del husillo es importante para la precisión del torneado, sobre todo en el maquinado de alta velocidad; los rodamientos de bolas o cónicos precargados suelen utilizarse para soportar de manera rígida el husillo.



Partes

El carro o **ensamble del carro** se desliza a lo largo de las guías y consta de un ensamble de la corredera transversal, portaherramientas y tablero. La herramienta de corte se monta en el portaherramientas, por lo general con un apoyo compuesto que gira para colocar y ajustar la herramienta. La corredera transversal se mueve radialmente adentro y afuera, controlando la posición radial de la herramienta de corte en operaciones como el careado. El tablero está equipado con mecanismos para movimiento manual y mecanizado del carro y la corredera transversal por medio del tornillo de avance.



Partes

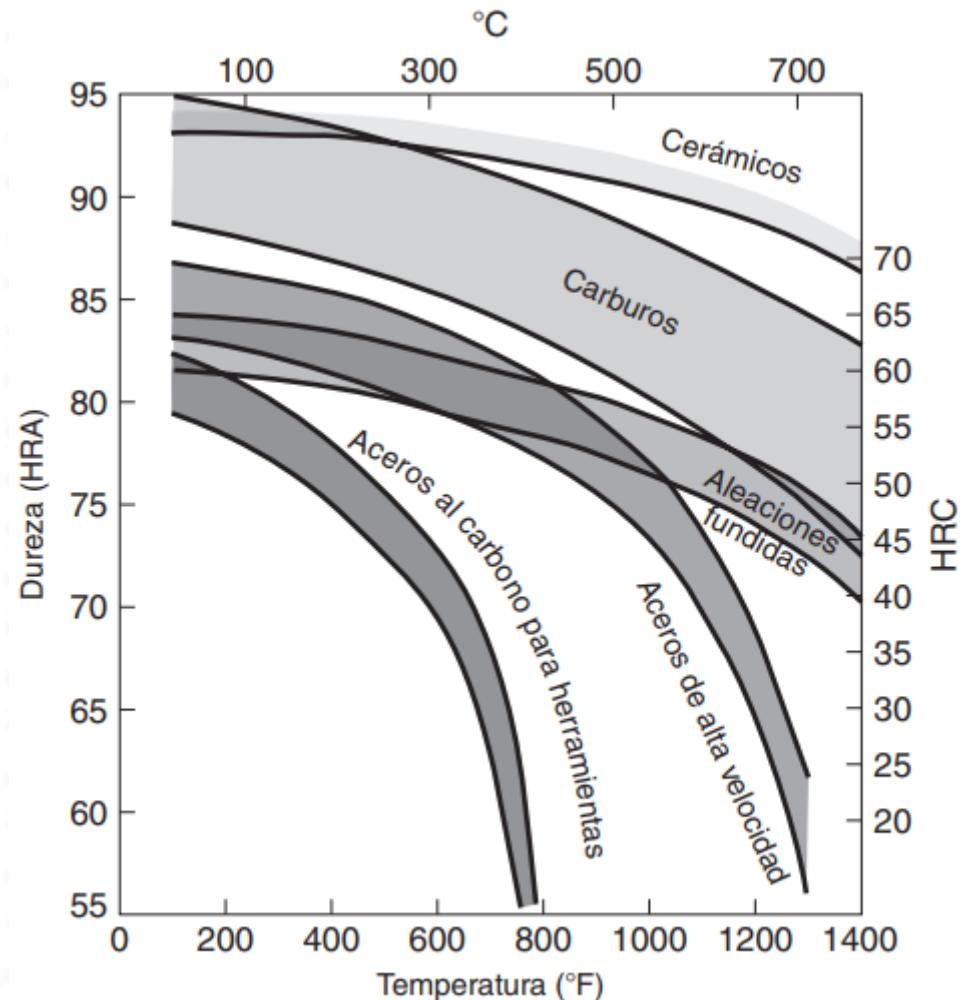
El **carro de contrapunto**, que puede deslizarse a lo largo de las guías y sujetarse en cualquier posición, soporta el otro extremo de la pieza de trabajo. Está equipado con un centro que puede fijarse (contrapunto fijo) o quedar libre para rotar con la pieza de trabajo (contrapunto vivo). En el manguito o boquilla del contrapunto (parte cilíndrica hueca con orificio cónico) del carro de contrapunto se pueden montar brocas o escariadores (rimas) para taladrar orificios axiales en la pieza de trabajo.



Partes

LA HERRAMIENTA DE CORTE se somete a temperaturas elevadas; esfuerzos de contacto elevados; rozamiento a lo largo de la interfaz herramienta-viruta y a lo largo de la superficie maquinada. En consecuencia, el material de la herramienta de corte debe poseer las siguientes características:

Dureza en caliente: para que se mantengan la dureza, resistencia y resistencia al desgaste de la herramienta a las temperaturas habituales en las operaciones de maquinado. Esto asegura que la herramienta no sufra alguna deformación plástica y, por ende, retenga su forma y filo.



Partes

Tenacidad y resistencia al impacto (impacto mecánico): para que las fuerzas de impacto sobre la herramienta, que se repiten en operaciones de corte interrumpido (como el fresado, torneado de una flecha estriada en un torno, o debido a la vibración y el traqueteo durante el maquinado), no astillen o fracturen la herramienta.

Resistencia al impacto térmico: para soportar los ciclos rápidos de temperatura encontrados en el corte interrumpido.

Resistencia al desgaste: para obtener una vida útil aceptable de la herramienta antes de reemplazarla.

Estabilidad química y neutralidad: con respecto al material a maquinar, para evitar o minimizar cualquier reacción adversa, adhesión y difusión en la herramienta-viruta que pudiera contribuir al desgaste de la herramienta.

Partes

	Aceros de alta velocidad	Aleaciones de cobalto fundido	Carburos no recubiertos	Carburos recubiertos	Cerámicos	Nitruro de boro cúbico policristalino	Diamante
Dureza en caliente							→
Tenacidad							←
Resistencia al impacto							←
Resistencia al desgaste							→
Resistencia al astillado							←
Velocidad de corte							→
Resistencia al impacto térmico							←
Costo del material de la herramienta							→
Profundidad de corte	De ligera a profunda	De ligera a profunda	De ligera a profunda	De ligera a profunda	De ligera a profunda	De ligera a profunda	Muy ligera para el diamante monocristalino
Método de procesamiento	Forjado, fundido, sinterizado HIP	Fundido y sinterizado HIP	Prensado en frío y sinterizado	CVD o PVD [†]	Prensado en frío y sinterizado	Sinterizado presión y o sinterizado HIP	Sinterizado de alta presión y alta temperatura

Métodos de procesamiento



transfor
mación

Partes

Materiales para herramientas	Características generales	Limitaciones
Aceros de alta velocidad	Alta tenacidad, resistencia a la fractura, amplio intervalo de cortes de desbaste y acabado, buenos para cortes interrumpidos.	Baja resistencia en caliente, capacidad limitada de endurecimiento y limitada resistencia al desgaste.
Carburos no recubiertos	Alta dureza para un amplio intervalo de temperaturas, tenacidad, resistencia al desgaste, variedad de aplicaciones amplia y versátil.	No se puede usar a bajas velocidades debido al soldado en frío de las virutas y el microastillado.
Carburos recubiertos	Mejor resistencia al desgaste que los carburos no recubiertos, mejores propiedades térmicas y de fricción.	No se puede usar a bajas velocidades debido al soldado en frío de las virutas y el microastillado.
Cerámicos	Alta dureza a temperaturas elevadas, alta resistencia al desgaste abrasivo.	Baja resistencia mecánica y baja resistencia a la fatiga termomecánica.
Nitruro de boro cúbico policristalino (cBN)	Alta resistencia en caliente, tenacidad, resistencia del filo de corte.	Baja resistencia y baja estabilidad química a temperaturas altas.
Diamante	Alta dureza y tenacidad, resistencia al desgaste abrasivo.	Baja resistencia y baja estabilidad química a temperaturas altas.



Universidad Católica
San Pablo

Partes

Dentro de los **ACEROS RÁPIDOS (HSS)** existen dos tipos básicos de aceros de alta velocidad: al molibdeno (serie M) y al tungsteno (serie T). La serie M contiene hasta 10% de Mo, con Cr, V, W y Co como elementos de aleación. La serie T contiene de 12% a 18% de W, con Cr, V y Co como elementos de aleación. En general, la serie M tiene mayor resistencia a la abrasión que la serie T, sufre menos distorsión durante el tratamiento térmico y es menos costosa. En consecuencia, 95% de todos los aceros de alta velocidad para herramientas se producen con la serie M.

Los principales elementos de aleación en los HSS son el cromo, vanadio, tungsteno, cobalto y molibdeno.

Cromo: mejora la tenacidad, la resistencia al desgaste y la resistencia a temperaturas elevadas. **Vanadio:** mejora la tenacidad, la resistencia a la abrasión y la dureza en caliente. El **tungsteno** y el **cobalto** tienen efectos similares: mejoran la resistencia y la dureza en caliente. **Molibdeno:** mejora la resistencia al desgaste, la tenacidad y la resistencia y dureza a la temperatura elevada.



transfor
mación

Partes

Las **ALEACIONES DE COBALTO FUNDIDO** tienen los siguientes intervalos de composición: de 38% a 53% de Co, de 30% a 33% de Cr y de 10% a 20% de W. Tienen buena resistencia al desgaste y pueden mantener su dureza a temperaturas elevadas. No son tan tenaces como los aceros de alta velocidad y son sensibles a las fuerzas de impacto. En consecuencia, son menos adecuadas que los aceros de alta velocidad para las operaciones de corte interrumpido.

En la actualidad sólo se utilizan en aplicaciones especiales que implican cortes de desbaste, profundos y continuos, con avances y velocidades relativamente elevadas, hasta del doble de las capacidades posibles con los aceros de alta velocidad.

Los cortes de desbaste comprenden grandes proporciones de avance y grandes profundidades de corte, con el propósito fundamental de retirar grandes cantidades de material, con poco cuidado por el acabado superficial.



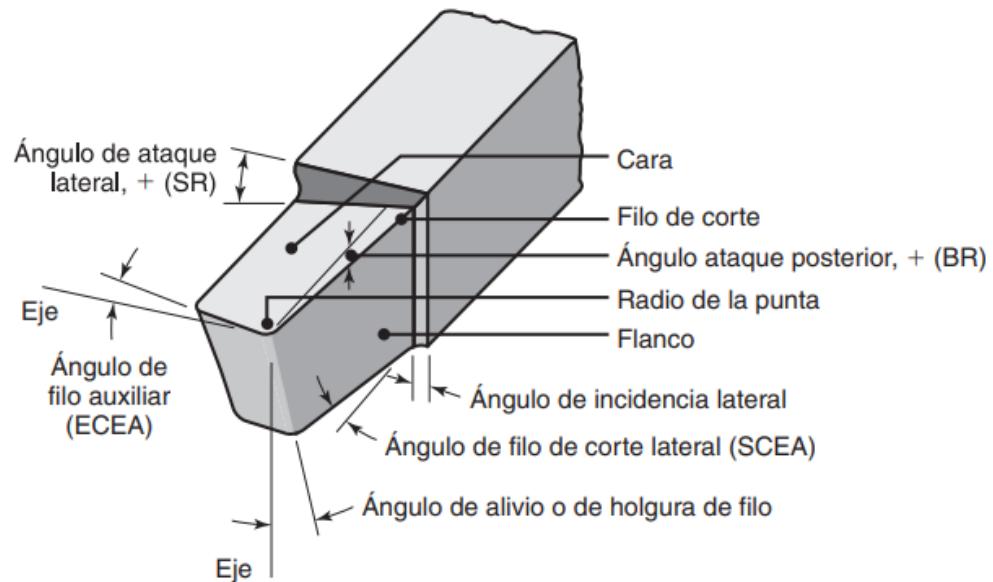
transfor
mación

Partes

Los dos anteriores poseen la tenacidad y resistencia al impacto requeridos, pero no la resistencia y la dureza en caliente. No pueden utilizarse donde existen altas velocidades de corte (y de ahí, altas temperaturas). Para cumplir el reto de las velocidades de corte cada vez mayores se presentaron **LOS CARBUROS**. Debido a su elevada dureza en un amplio intervalo de temperaturas, su alto módulo elástico, alta conductividad térmica y baja dilatación térmica, los carburos se encuentran entre los materiales para herramientas y matrices (dados) más importantes, versátiles y de costo efectivo para una amplia gama de aplicaciones. Los dos grupos más importantes de carburos utilizados en maquinado son el carburo de tungsteno y el carburo de titanio. El carburo de tungsteno se utiliza para cortar aceros, hierros fundidos y materiales no ferrosos abrasivos. El carburo de titanio tiene una resistencia al desgaste mayor que la del carburo de tungsteno, pero no es tan tenaz. El carburo de titanio es adecuado para maquinar materiales duros (principalmente aceros e hierros fundidos) y para cortar a velocidades superiores a las apropiadas para el carburo de tungsteno.

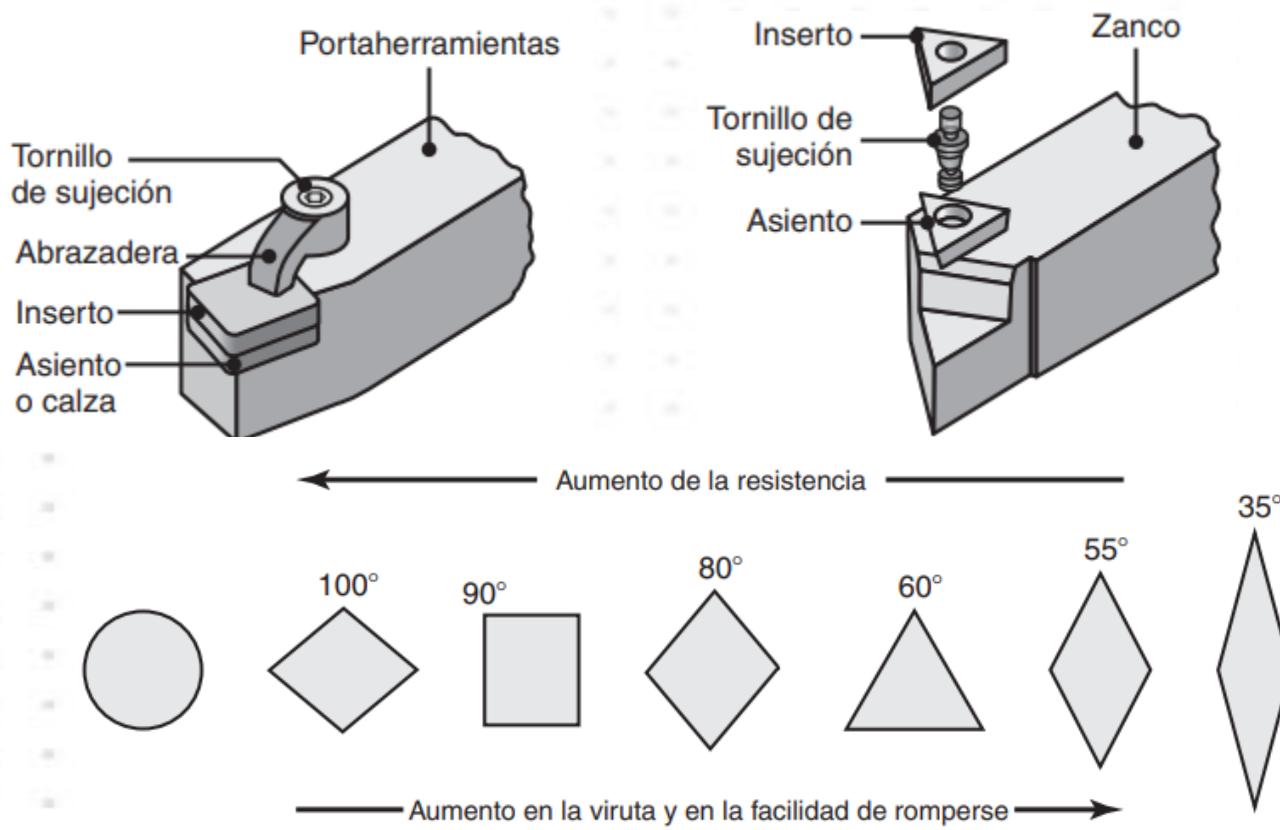
Partes

Las herramientas de acero de alta velocidad se les da forma en una sola pieza y se rectifican para proporcionarles diversas características geométricas, dichas herramientas incluyen insertos, brocas y cortadores para fresado y para engranes. Una vez que se desgasta el filo de corte, la herramienta tiene que retirarse de su soporte y reafilarse.



Partes

La necesidad de un método más efectivo ha llevado al desarrollo de **INSERTOS**, que son herramientas individuales de corte con varios puntos de corte. Un inserto cuadrado tiene ocho puntos de corte y un inserto triangular tiene seis. En general, los insertos se sujetan sobre el portaherramientas con diversos mecanismos de sujeción.

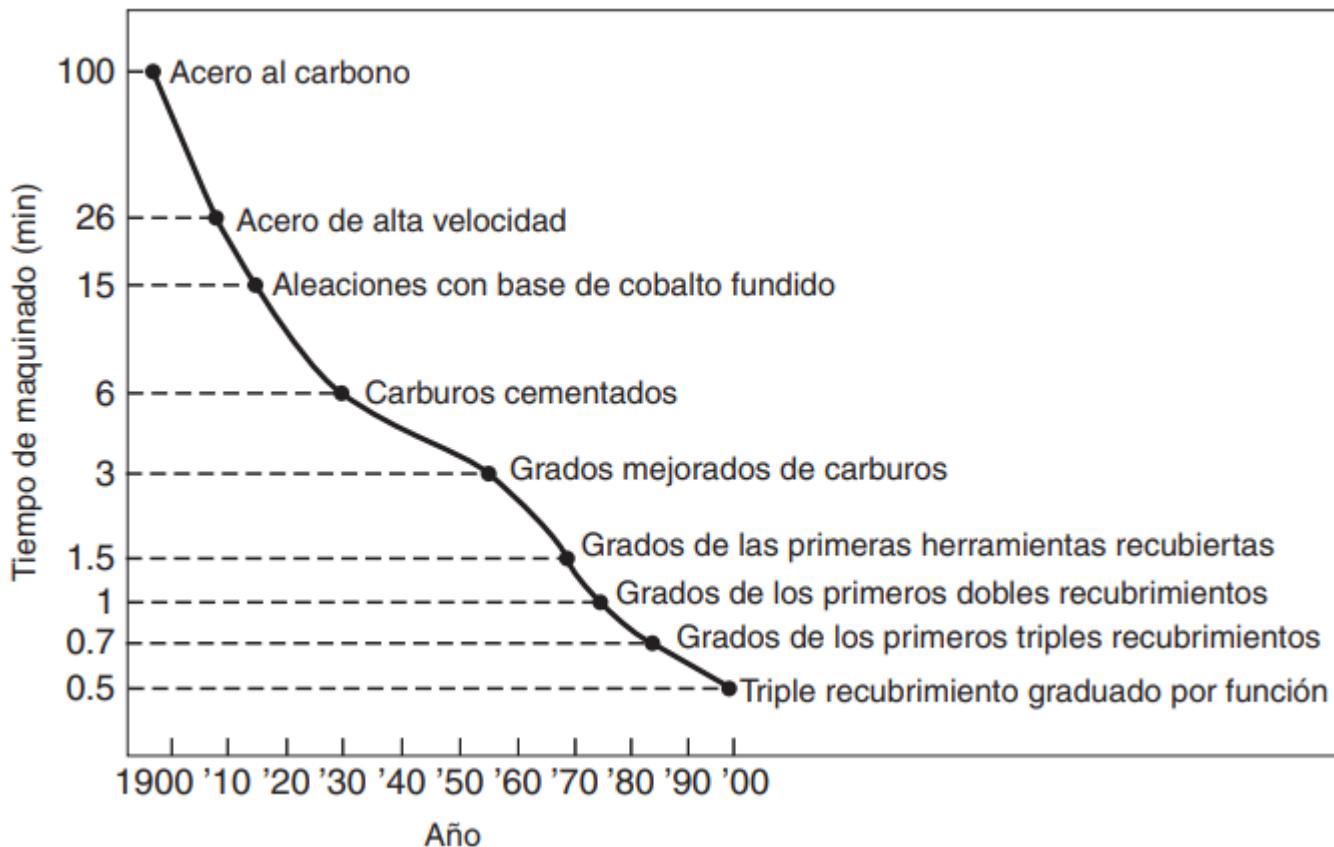


Partes

La dificultad de maquinar materiales con alta resistencia, tenacidad, abrasivos y químicamente reactivos de manera eficiente y la necesidad de mejorar el desempeño en el maquinado de los materiales de ingeniería más comunes ha llevado a importantes desarrollos en **HERRAMIENTAS RECUBIERTAS**.

Los recubrimientos tienen propiedades únicas, como:

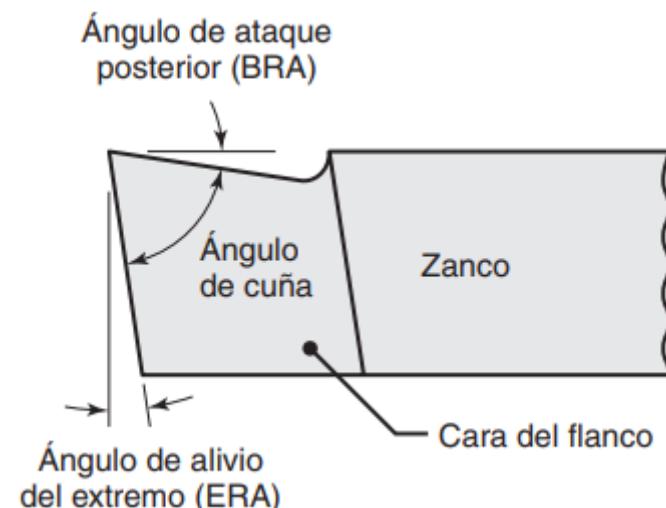
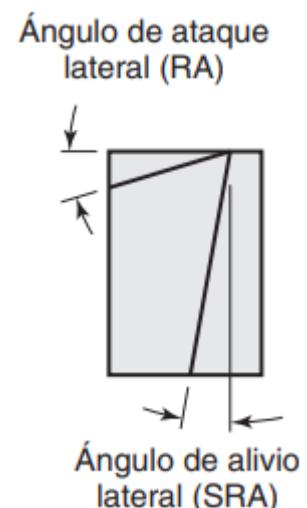
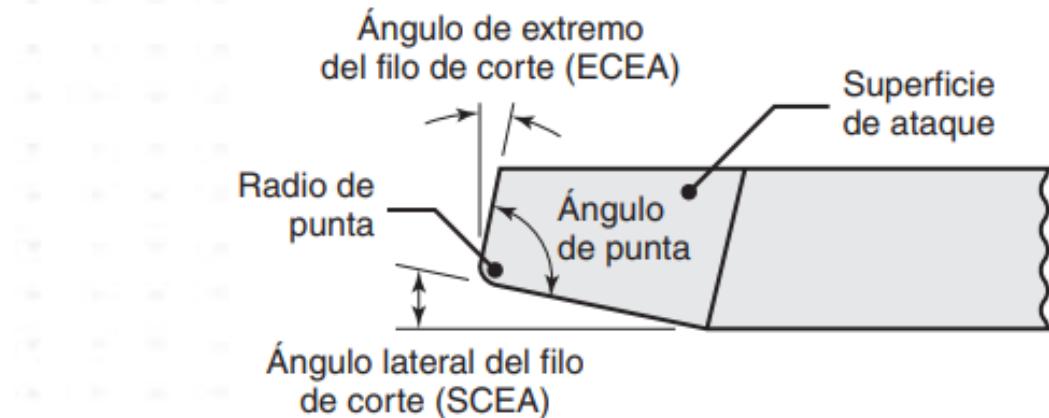
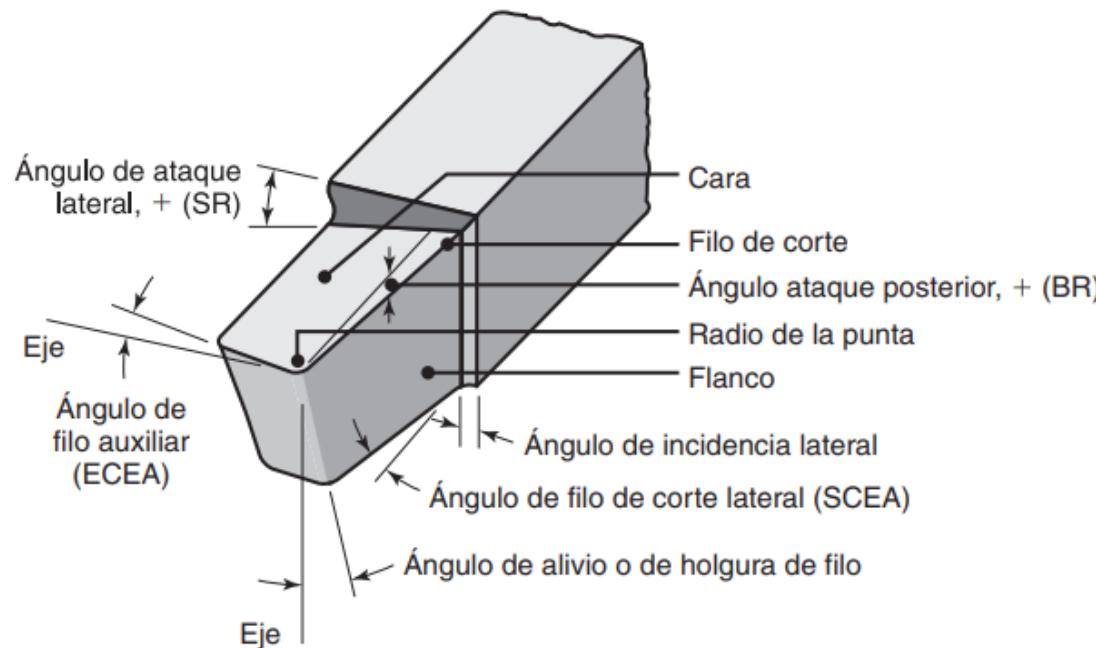
- Menor fricción.
- Mayor adhesión.
- Mayor resistencia al desgaste y al agrietamiento.



- Actúan como una barrera para la difusión.
- Mayor dureza en caliente y resistencia al impacto

Partes

La geometría de la herramienta forma los diversos ángulos en una herramienta de un tienan funciones importantes en las operaciones de maquinado.





transfor
mación

Partes

El **ángulo de ataque** es importante para controlar la dirección del flujo de las virutas y la resistencia de la punta de la herramienta. Los ángulos de ataque positivos mejoran la operación de corte, reduciendo las fuerzas y temperaturas; sin embargo, también producen un ángulo pequeño comprendido en la punta de la herramienta que puede hacer que ésta se astille y falle de manera prematura, dependiendo de la tenacidad de su material.

El **ángulo de ataque lateral** es más importante que el ángulo de ataque posterior, aunque generalmente este último controla la dirección del flujo de las virutas. Para maquinar metales y utilizar insertos de carburo, por lo común estos ángulos van de 5° a 5° .

El **ángulo de filo de corte** afecta la formación de virutas, la resistencia de la herramienta y las fuerzas de corte en varios grados. Por lo general, son de alrededor de 15° .

El **ángulo de alivio** controla la interferencia y fricción en la interfaz de la herramienta y la pieza de trabajo. Si es demasiado grande, la punta de la herramienta se puede astillar; si es demasiado pequeño, el desgaste del flanco puede ser excesivo. Por lo general, los ángulos de alivio son de 5° .

El **radio de punta** afecta el acabado superficial y la resistencia de la punta de la herramienta. Cuanto más pequeño sea este radio (herramienta filosa), el acabado superficial de la pieza de trabajo será más rugoso y la resistencia de la herramienta será inferior. Sin embargo, los radios de punta grandes pueden hacer que la herramienta traquete, como se describe en la sección 25.4.



Universidad Católica
San Pablo

Partes

Material	Acero de alta velocidad					Insertos de carburo				
	Ataque posterior	Ataque lateral	Alivio del extremo	Alivio lateral	Filo de corte lateral y de extremo	Ataque posterior	Ataque lateral	Alivio del extremo	Alivio lateral	Filo de corte lateral y de extremo
Aleaciones de aluminio y magnesio										
Aleaciones de cobre	20	15	12	10	5	0	5	5	5	15
Aceros	5	10	8	8	5	0	5	5	5	15
Aceros inoxidables	10	12	5	5	15	-5	-5	5	5	15
Aleaciones para alta temperatura	5	8-10	5	5	15	-5-0	-5-5	5	5	15
Aleaciones refractarias	0	10	5	5	15	5	0	5	5	45
Aleaciones de titanio	0	20	5	5	5	0	0	5	5	15
Hierros fundidos	5	5	5	5	15	-5	-5	5	5	5
Termoplásticos	5	10	5	5	15	-5	-5	5	5	15
Termofijos	0	0	20-30	15-20	10	0	0	20-30	15-20	10
	0	0	20-30	15-20	10	0	15	5	5	15

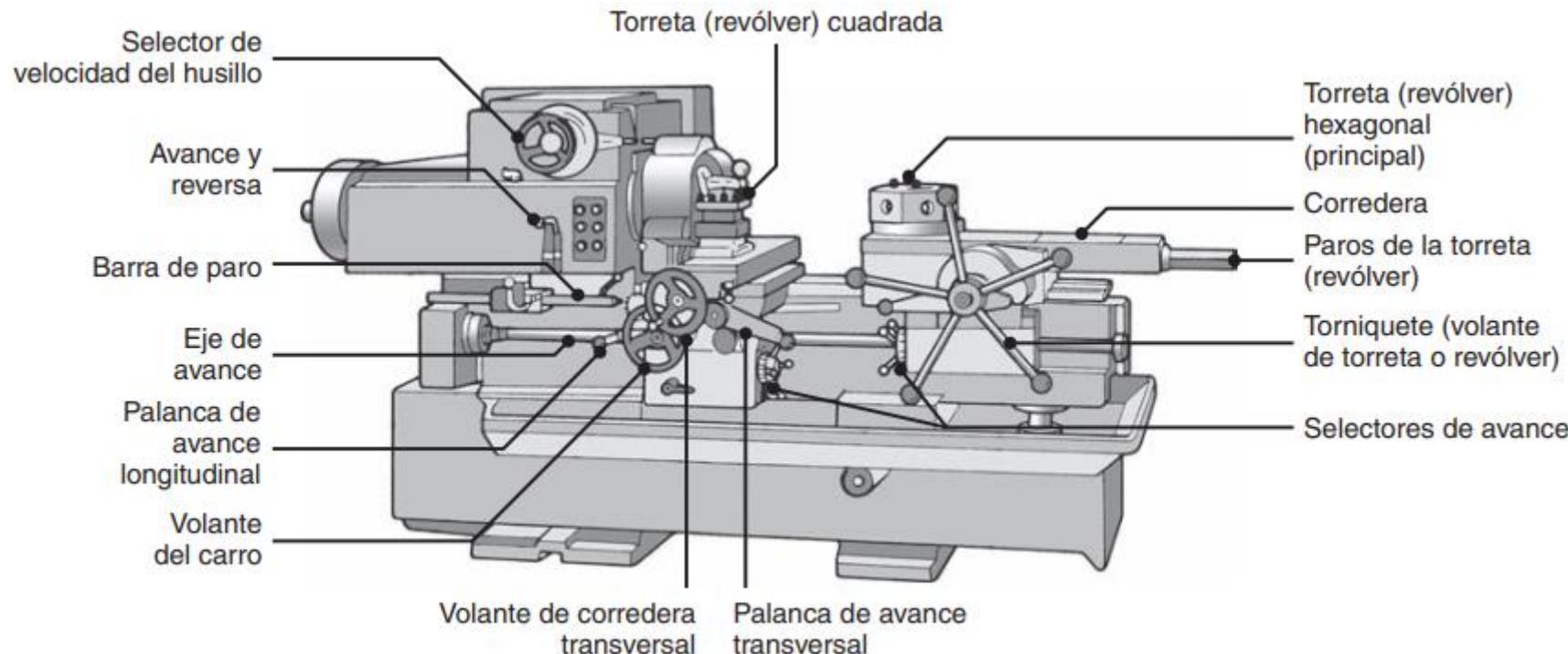
Tipos de Tornos

El **torno paralelo** o mecánico es utilizado actualmente en los talleres de aprendices y de mantenimiento para realizar trabajos puntuales o especiales, esta máquina tiene un arranque de viruta que se produce al acercar la herramienta a la pieza en rotación, mediante el movimiento de ajuste.



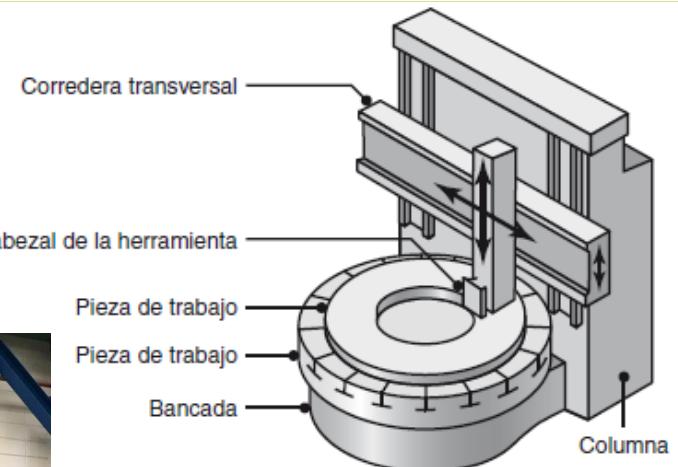
Tipos de Tornos

El **torno revólver** es una variedad de torno diseñado para mecanizar piezas sobre las que sea posible el trabajo simultáneo de varias herramientas con el fin de disminuir el tiempo total de mecanizado. Las piezas que presentan esa condición son aquellas que, partiendo de barras toman una forma final de casquillo o similar.



Tipos de Tornos

El **torno vertical** es una variedad de torno diseñado para mecanizar piezas de gran tamaño, que van sujetas al plato de garras u otros operadores y que por sus dimensiones o peso harían difícil su fijación en un torno horizontal. Los tornos verticales tienen el eje dispuesto verticalmente y el plato giratorio sobre un plano horizontal, lo que facilita el montaje de las piezas voluminosas y pesadas.



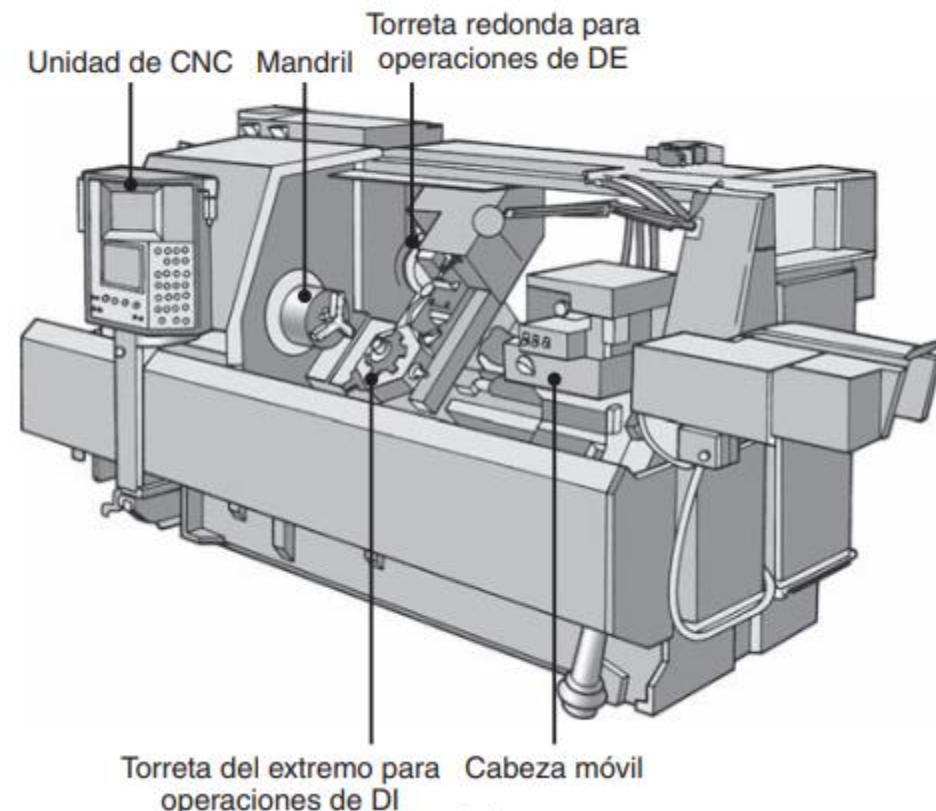
Tipos de Tornos

Se llama **torno copiador** a un tipo de torno que operando con un dispositivo hidráulico y electrónico permite el torneado de piezas mediante una plantilla



Tipos de Tornos

Los **tornos CNC** el movimiento y control de la máquina herramienta y sus componentes se logra mediante controles numéricos computarizados (CNC). Por lo general, están equipados con una o más torretas, cada una de las cuales tiene varias herramientas y realiza diversas operaciones en diferentes superficies de la pieza de trabajo. Para aprovechar los materiales de las nuevas herramientas de corte, los tornos controlados por computadora han sido diseñados para operar más rápido y tienen mayor potencia disponible en comparación con otros tornos, están equipados con cambiadores automáticos de herramientas. La repetitividad de sus operaciones es confiable, su precisión dimensional es la deseada y requieren mano de obra menos experta. Son adecuados para la producción de volumen bajo a medio.

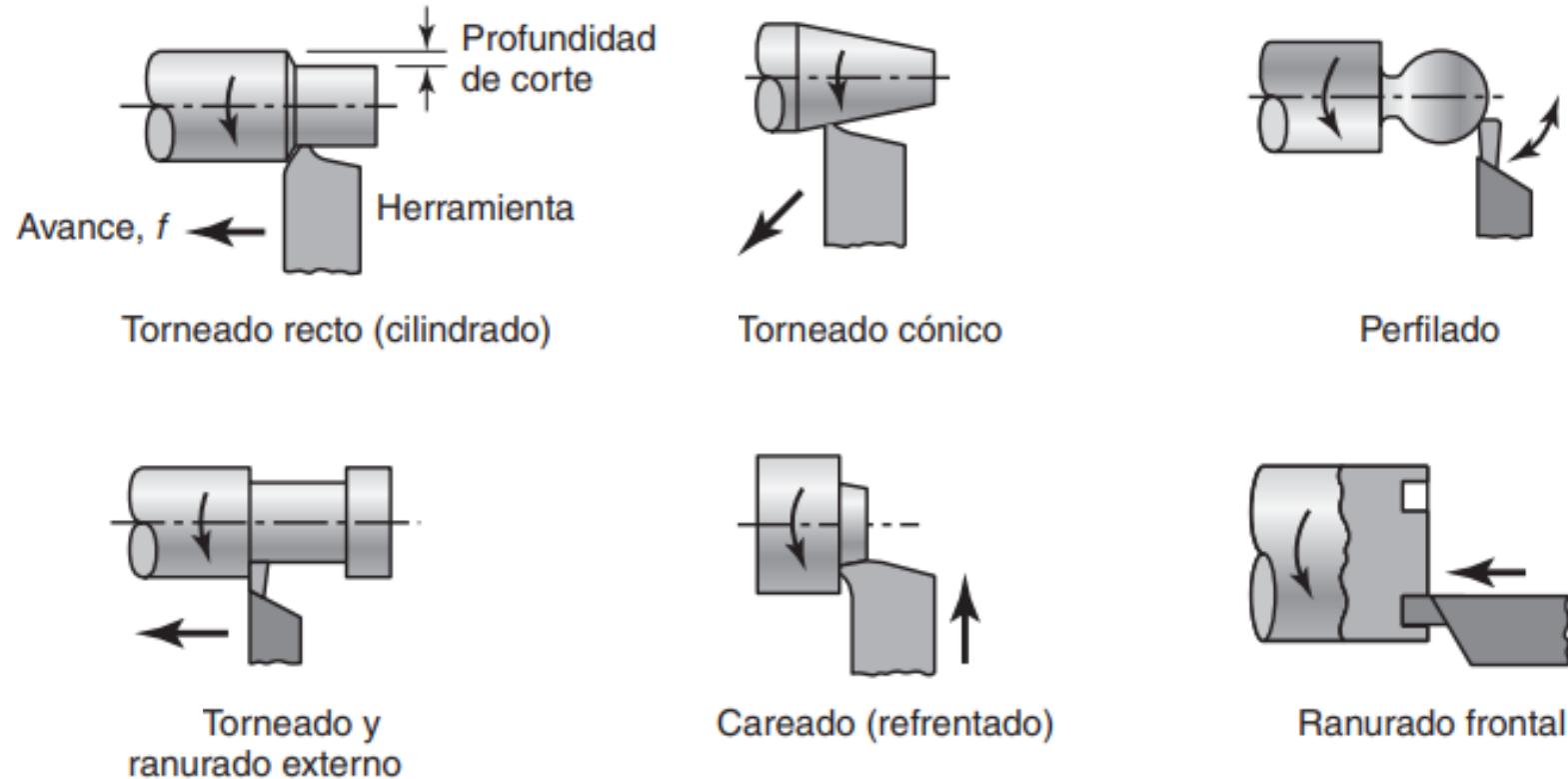


Operaciones

Torneado: produce piezas de trabajo rectas, cónicas, curvadas o ranuradas como ejes o flechas, husillos y pasadores.

Careado: produce una superficie plana al final de la parte, perpendicular a su eje, útil para partes que se ensamblan con otros componentes.

Ranurado: crea ranuras para aplicaciones como los asientos para sellos en forma de anillos en O (O-rings)

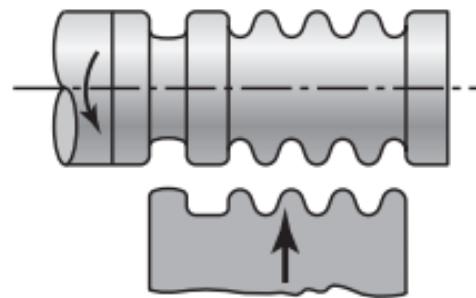


Operaciones

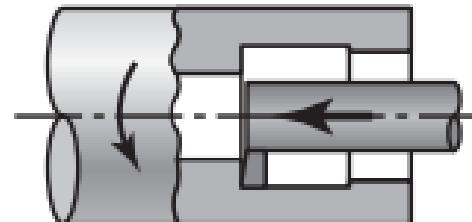
Formado: produce diversas formas simétricas respecto del eje para efectos funcionales o estéticos.

Mandrinado: agranda un orificio o cavidad cilíndrica fabricada mediante un proceso previo o produce ranuras circulares internas.

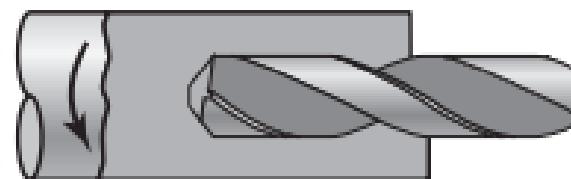
Taladrado: produce un orificio, que después puede mandrinarse para mejorar su precisión dimensional y acabado superficial.



Corte con una
herramienta formadora

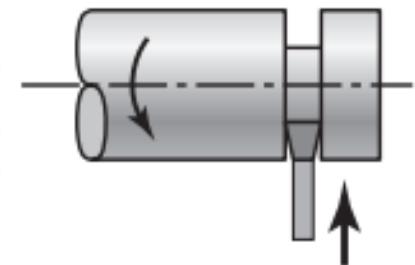


Mandrinado y
ranurado interno

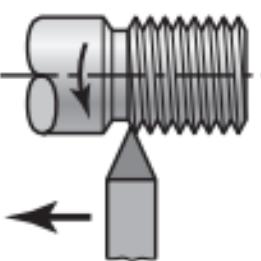


Taladrado

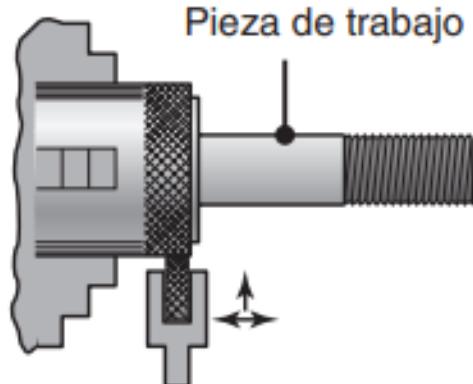
Operaciones



Tronzado



Roscado



Moleteado

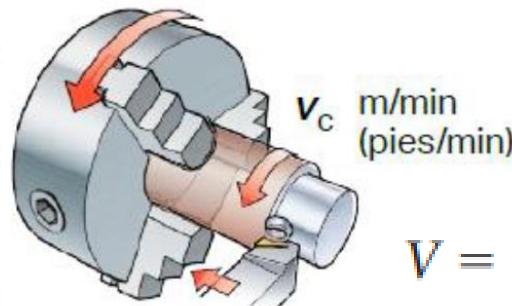
Seccionado: también conocido como tronzado, corta una pieza del extremo de una parte, como se hace en la producción de masas o piezas en bruto para su procesamiento adicional como productos discretos.

Roscado: produce roscas externas o internas.

Moleteado: produce rugosidad con una forma regular sobre las superficies cilíndricas, como en la fabricación de perillas.

Parámetros

Velocidad del husillo, la velocidad del husillo en RPM es la velocidad de rotación del plato y de la pieza. La velocidad de rotación en el torneado se relaciona con la velocidad de corte requerida en la superficie cilíndrica de la pieza de trabajo



$$v_c \text{ m/min (pies/min)}$$

$$V = \pi D_o N$$

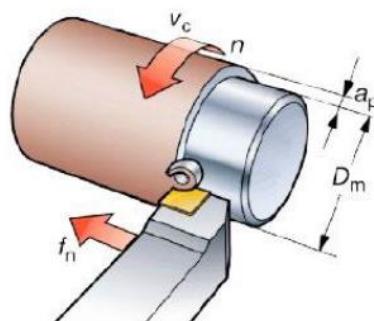
Velocidad de avance (fn) en mm/rev (pulg./rev) es el movimiento de la herramienta en relación a la pieza que está girando.

$$N = \frac{v}{\pi D_o}$$

$$n(\text{rpm})$$



Velocidad de corte, La velocidad de corte es la velocidad superficial, m/min (pies/min), a la que se desplaza la herramienta por la superficie de la pieza en metros por minuto (pies/minuto).

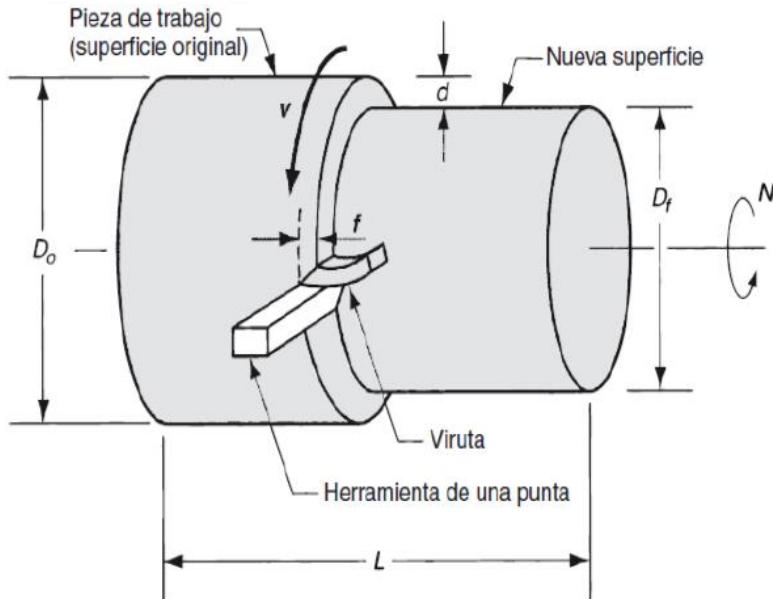


Parámetros

La **velocidad de remoción de material (MRR)** en torneado es el volumen de material removido por unidad de tiempo, con unidades de mm^3/min o pulg^3/min .

$$\text{MRR} = d f V = \pi D_{\text{prom}} d f N$$

$$D_{\text{prom}} = \frac{D_o + D_f}{2}$$



El tiempo de corte, t , para una pieza de trabajo de longitud l se puede calcular:

$$t = \frac{l}{fN}$$

El tiempo de corte no incluye el tiempo requerido para la aproximación y retracción de la herramienta. Dado que el tiempo invertido en los ciclos sin corte de una operación de maquinado es improductivo y perjudica la economía general, el tiempo empleado en aproximar y retirar las herramientas de la pieza de trabajo es un factor que debe considerarse.



transfor
mación

Parámetros

N = Velocidad de giro de la pieza de trabajo, rpm

f = Avance, mm/rev o pulg/rev

v = Velocidad de avance, o velocidad lineal de la herramienta a lo largo de la pieza de trabajo, mm/min o pulg/min
 $= fN$

V = Velocidad superficial (tangencial) de la pieza de trabajo, m/min o pies/min

$= \pi D_o N$ (para velocidad máxima)

$= \pi D_{prom} N$ (para velocidad promedio)

l = Longitud de corte, mm o pulgadas

D_o = Diámetro original de la pieza de trabajo, mm o pulgadas

D_f = Diámetro final de la pieza de trabajo, mm o pulgadas

D_{prom} = Diámetro promedio de la pieza de trabajo, mm o pulgadas

$= (D_o + D_f)/2$

d = Profundidad de corte, mm o pulgadas

$= (D_o + D_f)/2$

t = Tiempo de corte, s o min

$= l/fN$

MRR = mm³/min o pulg³/min

$= \pi D_{prom} d f N$

Torque = N · m o libras · pie

$= F_c D_{prom}/2$

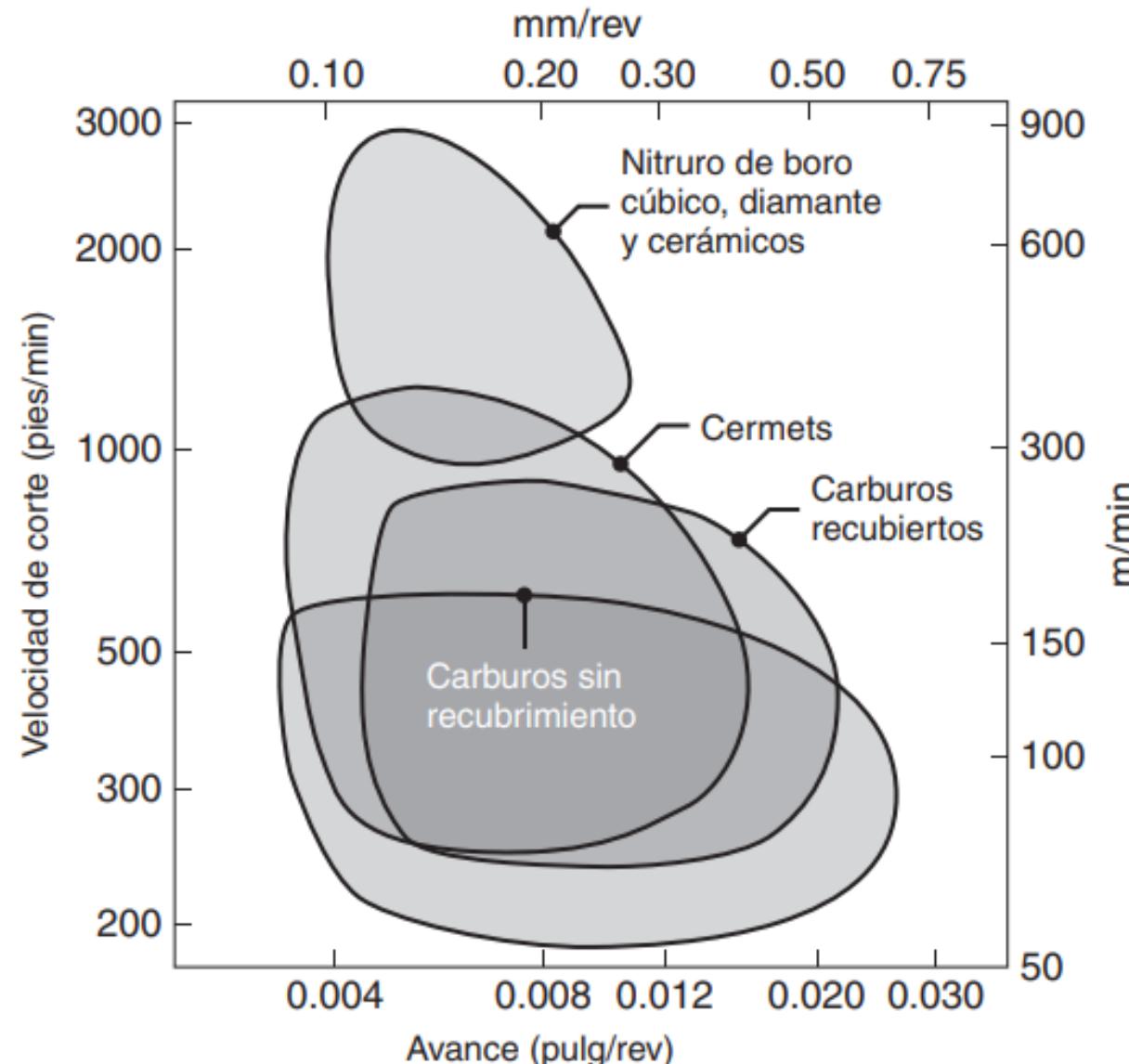
Potencia = kW o hp

$= (\text{Torque})(\omega)$, en la que $\omega = 2\pi N \text{rad/min}$



Universidad Católica
San Pablo

Parámetros





transformación

Parámetros

Material de la pieza de trabajo	Herramienta de corte	Condiciones iniciales de propósito general			Intervalo para rectificado y acabado		
		Profundidad de corte, mm (pulg)	Avance, mm/rev (pulgadas/rev)	Velocidad de corte, m/min (pies/min)	Profundidad de corte, mm (pulg)	Avance, mm/rev (pulgadas/rev)	Velocidad de corte, m/min (pies/min)
Aceros de bajo carbono y de libre maquinado	Carburo sin recubrimiento	1.5–6.3 (0.06–0.25)	0.35 (0.014)	90 (300)	0.5–7.6 (0.02–0.30)	0.15–1.1 (0.006–0.045)	60–135 (200–450)
	Carburo con recubrimiento de cerámico	"	"	245–275 (800–900)	"	"	120–425 (400–1400)
	Carburo con triple recubrimiento	"	"	185–200 (600–650)	"	"	90–245 (300–800)
	Carburo con recubrimiento de TiN	"	"	105–150 (350–500)	"	"	60–230 (200–750)
	Cerámico de Al ₂ O ₃	"	0.25 (0.010)	395–440 (1300–1450)	"	"	365–550 (1200–1800)
	Cermet	"	0.30 (0.012)	215–290 (700–950)	"	"	105–455 (350–1500)
	Carburo sin recubrimiento	1.2–4.0 (0.05–0.20)	0.30 (0.012)	75 (250)	2.5–7.6 (0.10–0.30)	0.15–0.75 (0.006–0.03)	45–120 (150–400)
Aceros de medio y alto carbono	Carburo con recubrimiento de cerámico	"	"	185–230 (600–750)	"	"	120–410 (400–1350)
	Carburo con triple recubrimiento	"	"	120–150 (400–500)	"	"	75–215 (250–700)
	Carburo con recubrimiento de TiN	"	"	90–200 (300–650)	"	"	45–215 (150–700)
	Cerámico de Al ₂ O ₃	"	0.25 (0.010)	335 (1100)	"	"	245–455 (800–1500)
	Cermet	"	0.25 (0.010)	170–245 (550–800)	"	"	105–305 (350–1000)
	Carburo sin recubrimiento	1.25–6.3 (0.05–0.25)	0.32 (0.013)	90 (300)	0.4–12.7 (0.015–0.5)	0.1–0.75 (0.004–0.03)	75–185 (250–600)
	Carburo con recubrimiento de cerámico	"	"	200 (650)	"	"	120–365 (400–1200)
Fundición de hierro gris	Carburo con recubrimiento de TiN	"	"	90–135 (300–450)	"	"	60–215 (200–700)
	Cerámico de Al ₂ O ₃	"	0.25 (0.010)	455–490 (1500–1600)	"	"	365–855 (1200–2800)
	Cerámico de SiN	"	0.32 (0.013)	730 (2400)	"	"	200–990 (650–3250)



Universidad Católica
San Pablo



T
transfor
mación

Parámetros

Acero inoxidable, austenítico	Carburo con triple recubrimiento	1.5–4.4 (0.06–0.175)	0.35 (0.014)	150 (500)	0.5–12.7 (0.02–0.5)	0.08–0.75 (0.003–0.03)	75–230 (250–750)
	Carburo con recubri- miento de TiN	"	"	85–160 (275–525)	"	"	55–200 (175–650)
	Cermet	"	0.30 (0.012)	185–215 (600–700)	"	"	105–290 (350–950)
Aleaciones para alta temperatura, base níquel	Carburo sin recubrimiento	2.5 (0.10)	0.15 (0.006)	25–45 (75–150)	0.25–6.3 (0.01–0.25)	0.1–0.3 (0.004–0.012)	15–30 (50–100)
	Carburo con recubri- miento de cerámico	"	"	45 (150)	"	"	20–60 (65–200)
	Carburo con recu- brimiento de TiN	"	"	30–55 (95–175)	"	"	20–85 (60–275)
	Cerámico de Al_2O_3	"	"	260 (850)	"	"	185–395 (600–1300)
	Cerámico de SiN	"	"	215 (700)	"	"	90–215 (300–700)
	cBN policristalino	"	"	150 (500)	"	"	120–185 (400–600)
Aleaciones de titanio	Carburo sin recu- brimiento	1.0–3.8 (0.04–0.15)	0.15 (0.006)	35–60 (120–200)	0.25–6.3 (0.01–0.25)	0.1–0.4 (0.004–0.015)	10–75 (30–250)
	Carburo con recu- brimiento de TiN	"	"	30–60 (100–200)	"	"	10–100 (30–325)
Aleaciones de aluminio Libre maquinado	Carburo sin recubrimiento	1.5–5.0 (0.06–0.20)	0.45 (0.018)	490 (1600)	0.25–8.8 (0.01–0.35)	0.08–0.62 (0.003–0.025)	200–670 (650–2000)
	Carburo con recu- brimiento de TiN	"	"	550 (1800)	"	"	60–915 (200–3000)
	Cermet	"	"	490 (1600)	"	"	215–795 (700–2600)
	Diamante policristalino	"	"	760 (2500)	"	"	305–3050 (1000–10,000)
	Diamante policristalino	"	"	530 (1700)	"	"	365–915 (1200–3000)



Universidad Católica
San Pablo



transfor
mación

Parámetros

Material de la pieza de trabajo	Herramienta de corte	Condiciones iniciales de propósito general			Intervalo para rectificado y acabado		
		Profundidad de corte, mm (pulgadas)	Avance, mm/rev (pulg/rev)	Velocidad de corte, m/min (pies/min)	Profundidad de corte, mm (pulg.)	Avance, mm/rev (pulg/rev)	Velocidad de corte, m/min (pies/min)
Aleaciones de cobre	Carburo sin recubrimiento	1.5–5.0 (0.06–0.20)	0.25 (0.010)	260 (850)	0.4–7.51 (0.015–0.3)	0.15–0.75 (0.006–0.03)	105–535 (350–1750)
	Carburo con recubrimiento de cerámico	"	"	365 (1200)	"	"	215–670 (700–2200)
	Carburo con triple recubrimiento	"	"	215 (700)	"	"	90–305 (300–1000)
	Carburo con recubrimiento de TiN	"	"	90–275 (300–900)	"	"	45–455 (150–1500)
	Cermet	"	"	245–425 (800–1400)	"	"	200–610 (650–2000)
	Diamante policristalino	"	"	520 (1700)	"	"	275–915 (900–3000)
Aleaciones de tungsteno	Carburo sin recubrimiento	2.5 (0.10)	0.2 (0.008)	75 (250)	0.25–5.0 (0.01–0.2)	0.12–0.45 (0.005–0.018)	55–120 (175–400)
	Carburo con recubrimiento de TiN	"	"	85 (275)	"	"	60–150 (200–500)
Termoplásticos y termofijos	Carburo con recubrimiento de TiN	1.2 (0.05)	0.12 (0.005)	170 (550)	0.12–5.0 (0.005–0.20)	0.08–0.35 (0.003–0.015)	90–230 (300–750)
	Diamante policristalino	"	"	395 (1300)	"	"	150–730 (500–2400)
Compósitos, grafito reforzado	Carburo con recubrimiento de TiN	1.9 (0.075)	0.2 (0.008)	200 (650)	0.12–6.3 (0.005–0.25)	0.12–1.5 (0.005–0.06)	105–290 (350–950)
	Diamante policristalino	"	"	760 (2500)	"	"	550–1310 (1800–4300)



Universidad Católica
San Pablo



transfor
mación

Parámetros

Material	Tipo de fluido
Aluminio	D, MO, E, MO + FO, CSN
Berilio	MC, E, CSN
Cobre	D, E, CSN, MO + FO
Magnesio	D, MO, MO + FO
Níquel	MC, E, CSN
Metales refractarios	MC, E, EP
Aceros al carbono y baja aleación inoxidables	D, MO, E, CSN, EP D, MO, E, CSN
Titanio	CSN, EP, MO
Zinc	C, MC, E, CSN
Zirconio	D, E, CSN

Nota: CSN = químicos y sintéticos; D = seco; E = emulsión; EP = presión extrema;
FO = aceite grasoso y MO = aceite mineral.



Universidad Católica
San Pablo

P

práctica

Espacio Práctico

Una barra de acero inoxidable 304 de 6 pulgadas de largo y 0.5 pulgada de diámetro se está reduciendo a 0.480 pulgada de diámetro mediante torneado en un torno. El husillo gira a N 400 rpm y la herramienta avanza a una velocidad axial o de avance de 8 pulg/min. Calcule la velocidad de corte, la velocidad de remoción de material, la potencia disipada y la fuerza de corte.

preguntas

¿Qué hemos aprendido en esta sesión?

✓

✓



Universidad Católica
San Pablo





cierre

Cierre de la sesión

Tipos de tornos

Procesos con tornos

Partes del torno

Parámetros de calculo



¿CUÁL ES TU CONCLUSIÓN FINAL?



Universidad Católica
San Pablo

Tarea

Realizar un informe sobre:

- Los porta-herramientas, donde se realice la selección según el proceso a utilizar con el torno y las normas que lo define (DIN,ISO, etc.)
- Las herramientas recubiertas, materiales, métodos de recubrimientos y aplicación
- Fluidos de corte, definición, acción, tipos, aplicación, efectos.
- Maquinado en seco y casi en seco.
- Maquinabilidad

GRACIAS

Nos vemos la siguiente clase

