

PROCESOS DE CORTE DE METALES

PROCESO: Genéricamente es cualquier secuencia repetitiva de actividades

Entradas > PROCESOS > Salidas

PROCESO: Está constituido por actividades que logran agregar VALOR.

ACTIVIDADES: Son realizadas por personas, grupos, maquinas, o por la organización.

LOS PROCESOS CONSUMEN: Recursos
(materiales, tiempo, energía, máquinas, herramientas, y otros).



CARACTERÍSTICAS DE LOS PROCESO:

VARIABILIDAD:

Al repetirse las actividades, surgen distorsiones en la secuencia, que generan diferencias en los resultados, acotando las variaciones se logran mejorar las salidas.

REPETITIVIDAD:

Los procesos se generan para producir resultados, y repetir dicho resultado. Esto permite trabajar sobre el proceso y mejorarlo. Los resultados se multiplican por el número de veces que se repite el proceso.

DESCRIPCIÓN DE UN PROCESO:

- PASO O FLUJO
- DESTINO DEL FLUJO
- INTERVINIENTES
- SECUENCIA DE ACTIVIDADES
- RECURSOS
- INDICADORES

Pueden ser de:

- ✓ EFICIENCIA:
- ✓ EFICACIA:

DESCRIPCIÓN DE UN PROCESO:

PASO O FLUJO: Es una “salida concreta”, de la unidad de resultado producida (Eslabón).

DESTINO DEL FLUJO: Con la unidad producida, la próxima estación espera (expectativa) producir resultados como parte del procesos.

INTERVINIENTES: Son todos los (eslabones) que desarrollan la secuencia de actividades del proceso.

SECUENCIA DE ACTIVIDADES: Descripción de acciones que realiza el proceso para lograr el objetivo.

RECURSOS: Elementos, materiales, información, que el proceso consume/necesita para generar salida.

INDICADORES: Mediciones del funcionamiento del proceso. Pueden ser de de dos tipos;

- ✓ **EFICIENCIA:** Mide “consumo” de recursos.
- ✓ **EFICACIA:** Mide “Cumplimiento” de expectativas.

Los indicadores pueden ser aplicados al funcionamiento global del proceso, permitiendo medir o comparar variaciones habituales y acciones de mejoras.

CONTROL = OBSERVAR + CORREGIR

Además se puedes establecer **INDICADORES AUXILIARES** (miden o comparan el funcionamiento de una parte del proceso).

Un indicador es siempre el resultado de un proceso (secuencia de actividades) de observación (medición), por lo tanto insume recursos. Implicando un cuidadoso diseño de: lugar, cantidad y elección de indicadores.

La sumatoria de indicadores, puede dar cumplimiento a las especificaciones del proceso.

LAS ESPECIFICACIONES SON MANDATOS RELATIVOS dirigidos a la forma del desarrollo del proceso, por ende, son la causa del funcionamiento del proceso.

TIPOS DE OPERACIONES DE MECANIZADO DE CORTE DE METALES

Hay muchas clases de operaciones de mecanizado, cada una de las cuales es capaz de generar una cierta geometría y textura superficial.

Pero los tres tipos más comunes son:

- **TORNEADO,**
- **PERFORADO**
- **FRESADO.**

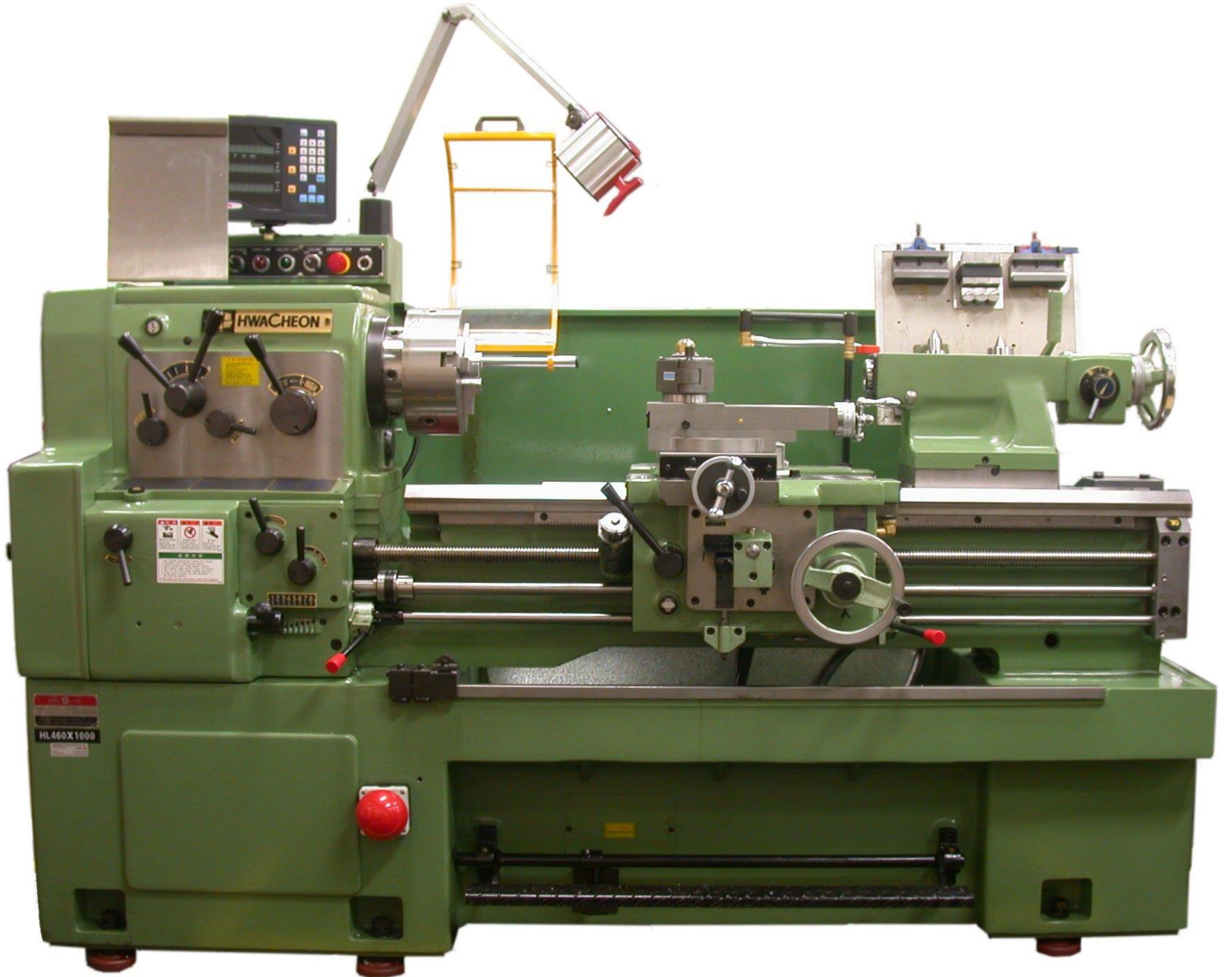
Además, existen otras operaciones convencionales que incluyen;

PERFILADO, CEPILLADO, ESCARIADO, y ASERRADO.

Otro grupo de procesos frecuentemente incluidos en la categoría del mecanizado, son aquellos que utilizan abrasivos para cortar materiales. Estos procesos incluyen esmerilado y operaciones similares que se usan comúnmente para lograr los mejores terminados superficiales.

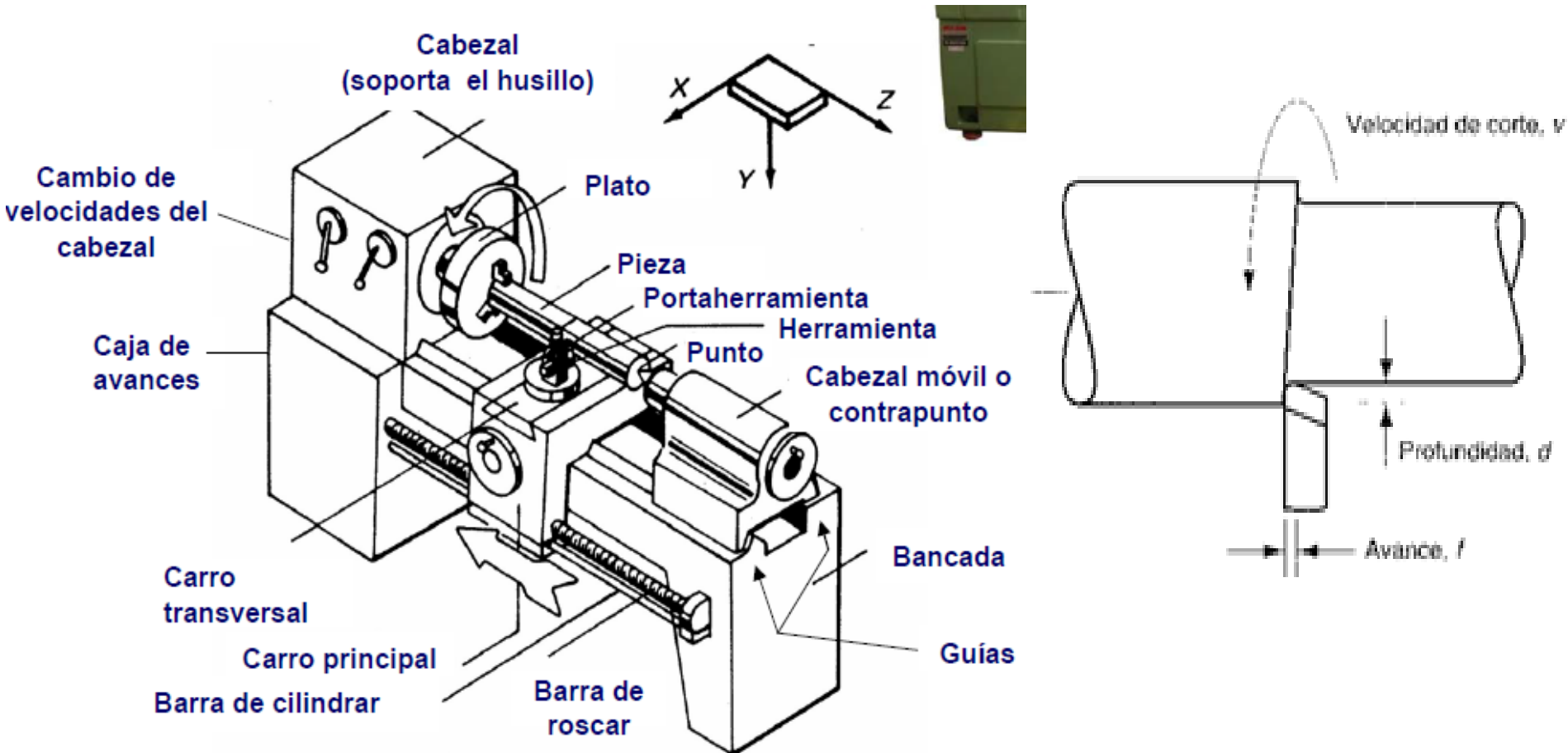
En el torneado se usa una MAQUINA herramienta denominada TORNO con herramienta de corte con un borde cortante simple para quitar material de una pieza giratoria formando un cilindro.

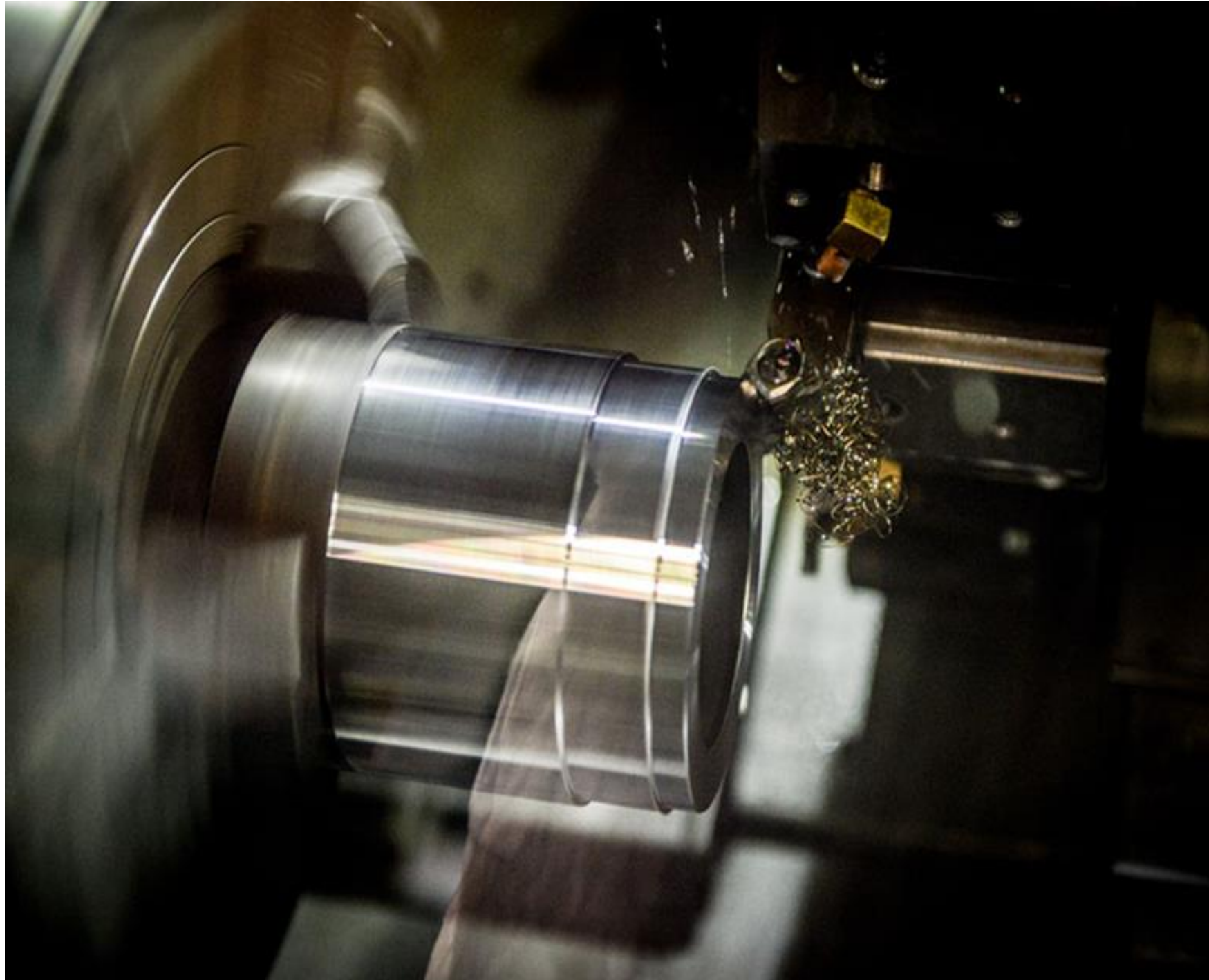
El movimiento de rotación lo proporciona la pieza al girar, y el movimiento de avance lo realiza la herramienta, moviéndose lentamente en una dirección paralela al eje de rotación de la pieza.



MAQUINA HERRAMIENTA DENOMINADA TORNO

Para realizar una operación de torneado se requiere el movimiento relativo de la herramienta y el material. **EL MOVIMIENTO PRIMARIO** se realiza a una cierta velocidad de corte (v). Además, la herramienta debe moverse lateralmente a través del material. Éste es un movimiento más lento, llamado **MOVIMIENTO DE AVANCE** (f/a). La penetración de la herramienta de corte dentro de la superficie original del trabajo, se llama **profundidad de corte** (d/p). Al conjunto de velocidad, avance y profundidad de corte se le llama condiciones de corte.





Se usa una máquina herramienta para sostener la pieza a elaborar, para poner en posición la herramienta con respecto a la pieza y para proporcionar la potencia para el proceso de mecanizado a la velocidad, avance, y profundidad que se han establecido.

El control de la herramienta, de las condiciones de corte, del trabajo, y de la máquina herramienta permite fabricar partes con gran precisión y repetitividad a tolerancias de 0,015 mm o mejores.

El término máquina herramienta se aplica a cualquier máquina accionada por fuerza motriz que realice operaciones de mecanizado, incluso el esmerilado.

Éstas son las tres dimensiones del proceso de mecanizado y, en ciertas operaciones se puede usar su producto matemático para obtener la velocidad de remoción de material del proceso:

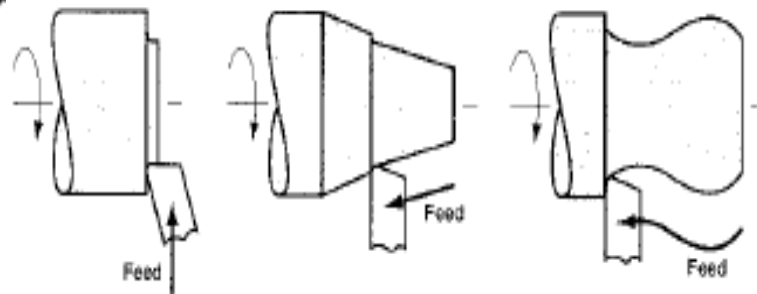
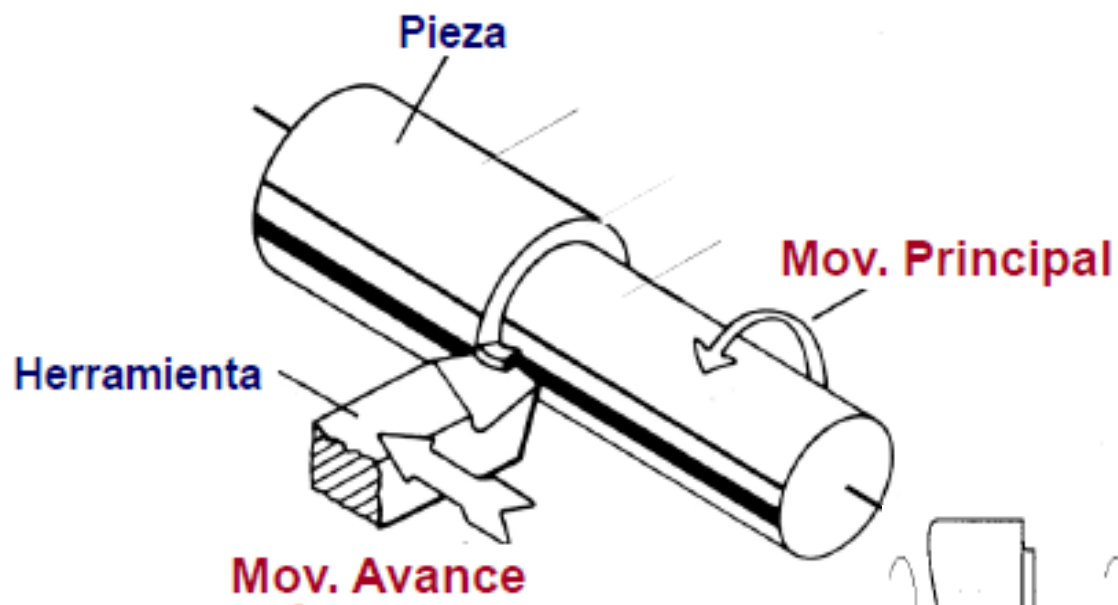
$MRR = \text{velocidad o volumen de remoción de material (mm}^3/\text{seg.)}$

$v = \text{velocidad de corte (m/seg., mm/seg., m/min.)}$

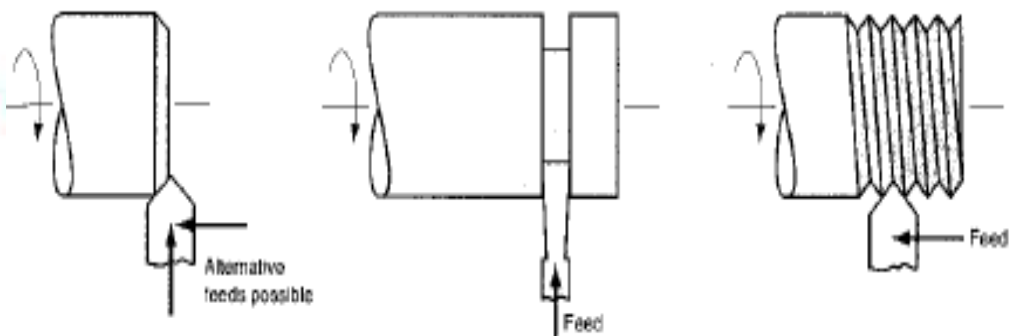
$f = \text{avance, (mm); y}$

$d = \text{profundidad de corte, (mm).}$

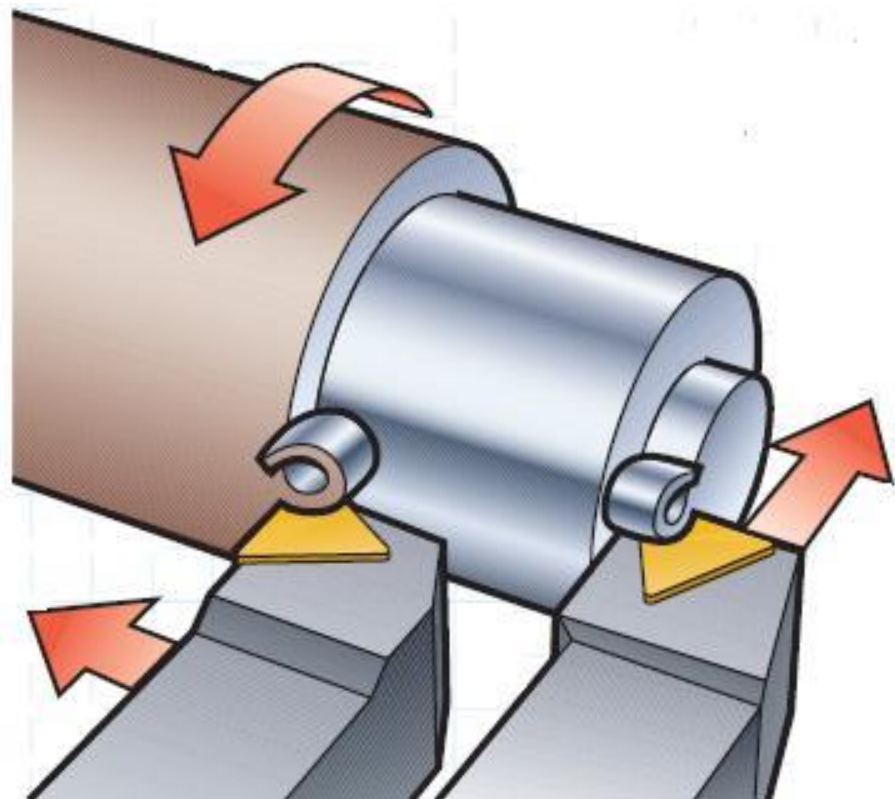
En otras operaciones de mecanizado, estas unidades pueden ser diferentes.



Refrantado Torneado de conos Contorneado



Achaflanado Ranurado / Tronzado Roscado con cuchilla



DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE TORNEADO

- **APLICACIONES**

Mecanizado de piezas de revolución.

- **COMBINACIÓN DE DOS MOVIMIENTOS DIFERENTES:**

El movimiento principal o de corte

El movimiento de avance

- **MOVIMIENTO PRINCIPAL**

Giro de la pieza

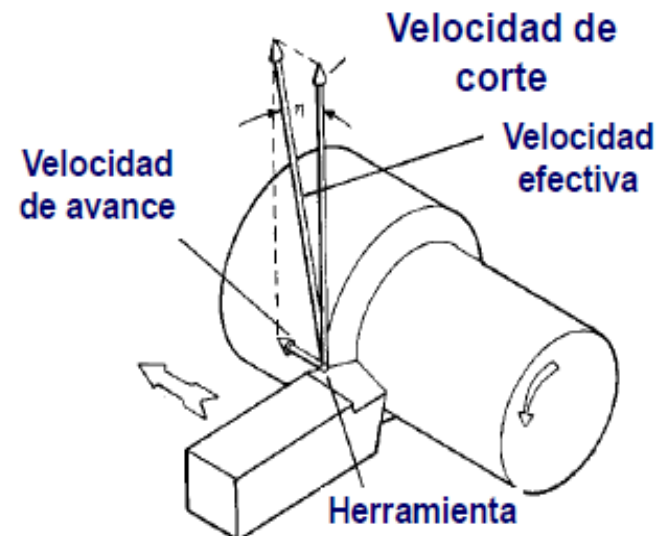
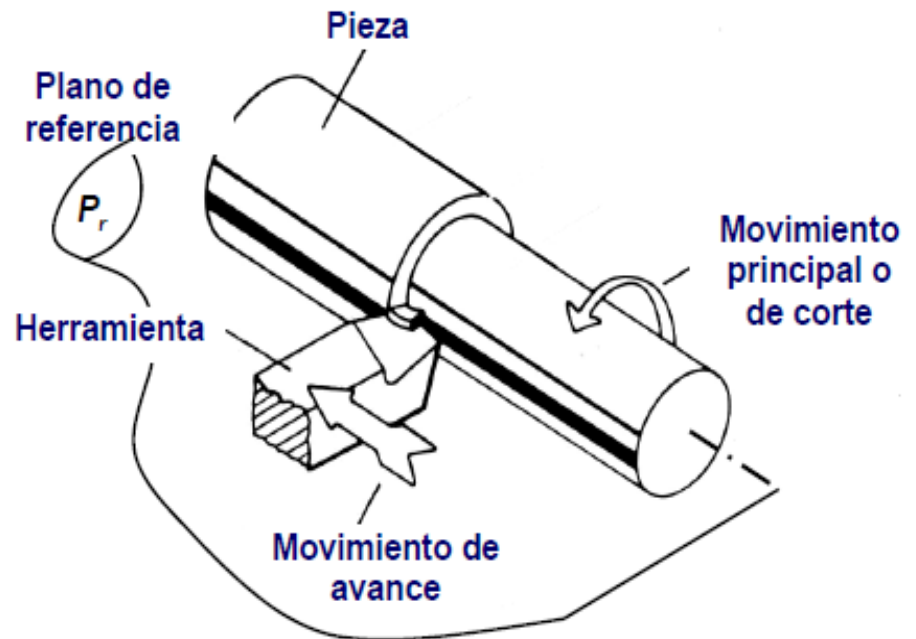
Elevado consumo de potencia

Velocidad mucho mayor que el movimiento de avance.

- **MOVIMIENTO DE AVANCE**

Traslación de la herramienta.

Menor velocidad y consumo de potencia.



Las operaciones de mecanizado se dividen en dos categorías, según el propósito y las condiciones del corte:

- ❖ Cortes para desbaste y
- ❖ Cortes de terminado.

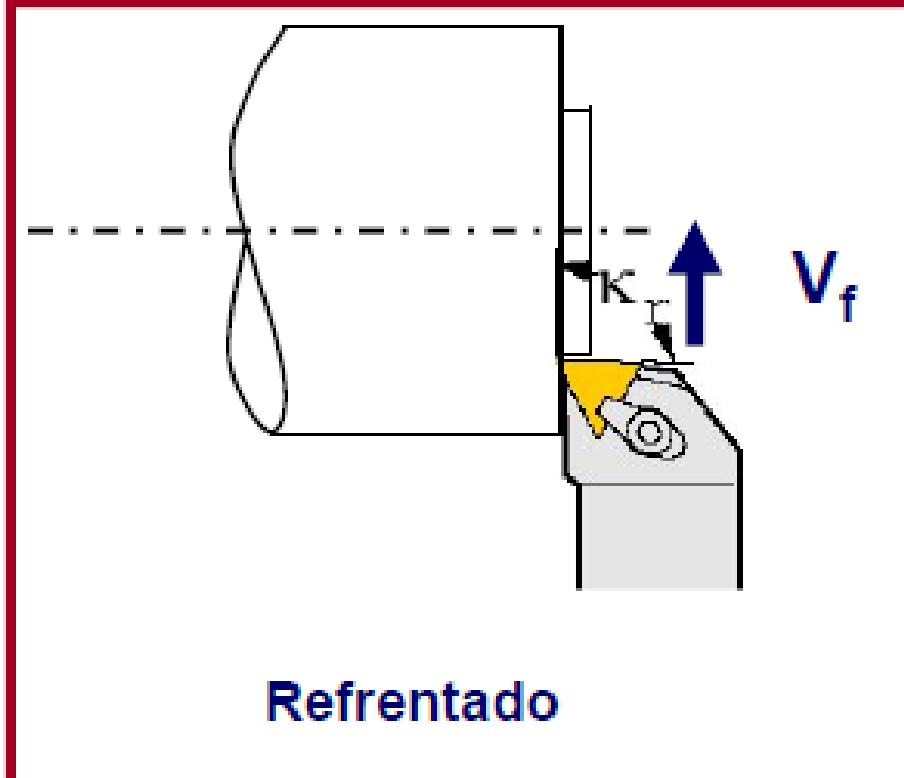
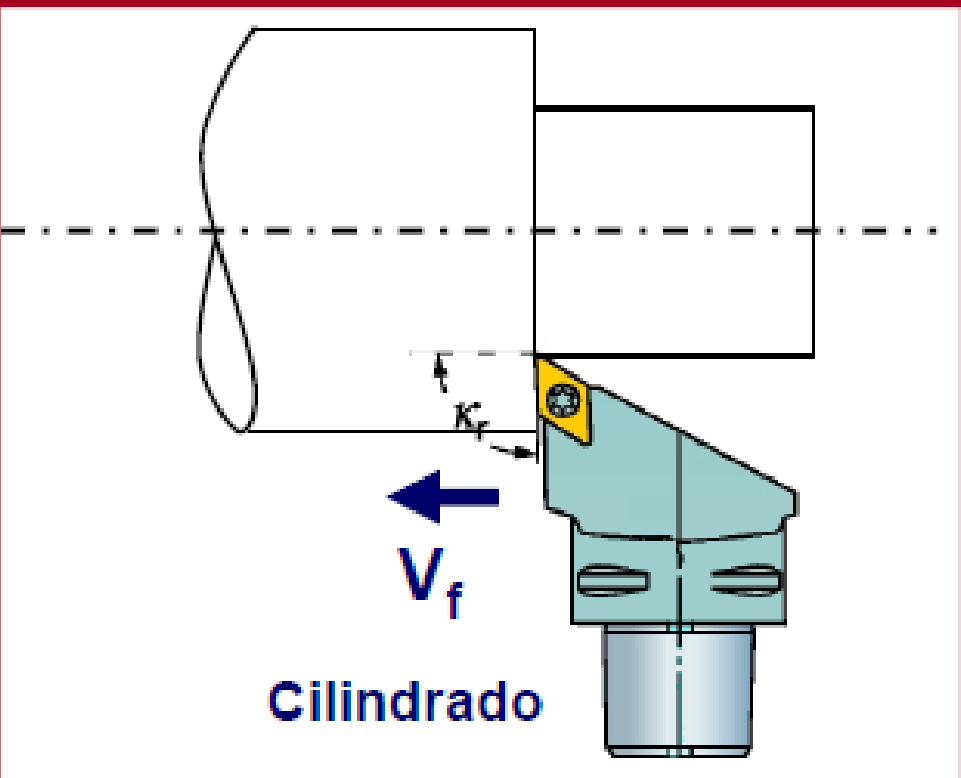
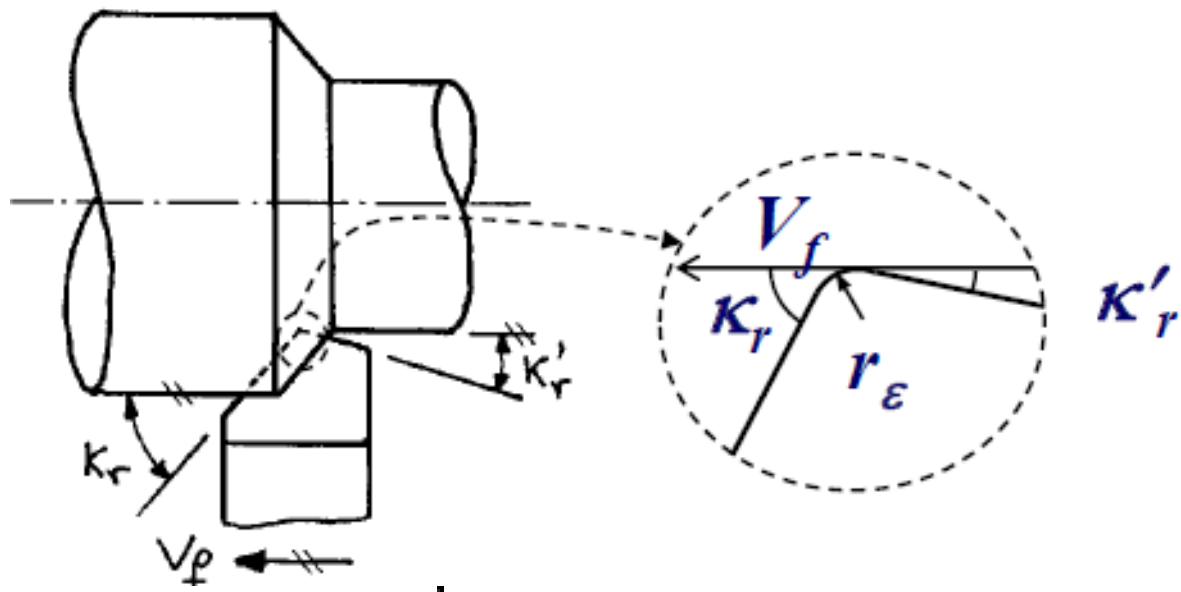
Los cortes para desbaste se usan para remover grandes cantidades de material, tan rápido como sea posible a fin de producir una forma cercana a la requerida, pero dejando material en la pieza para una operación posterior de terminado.

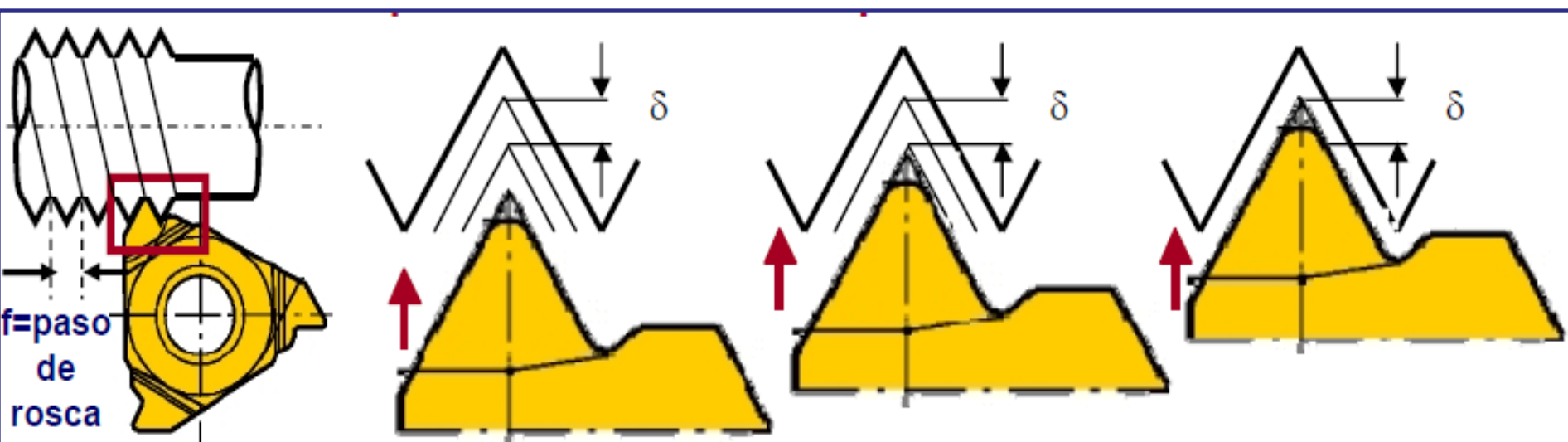
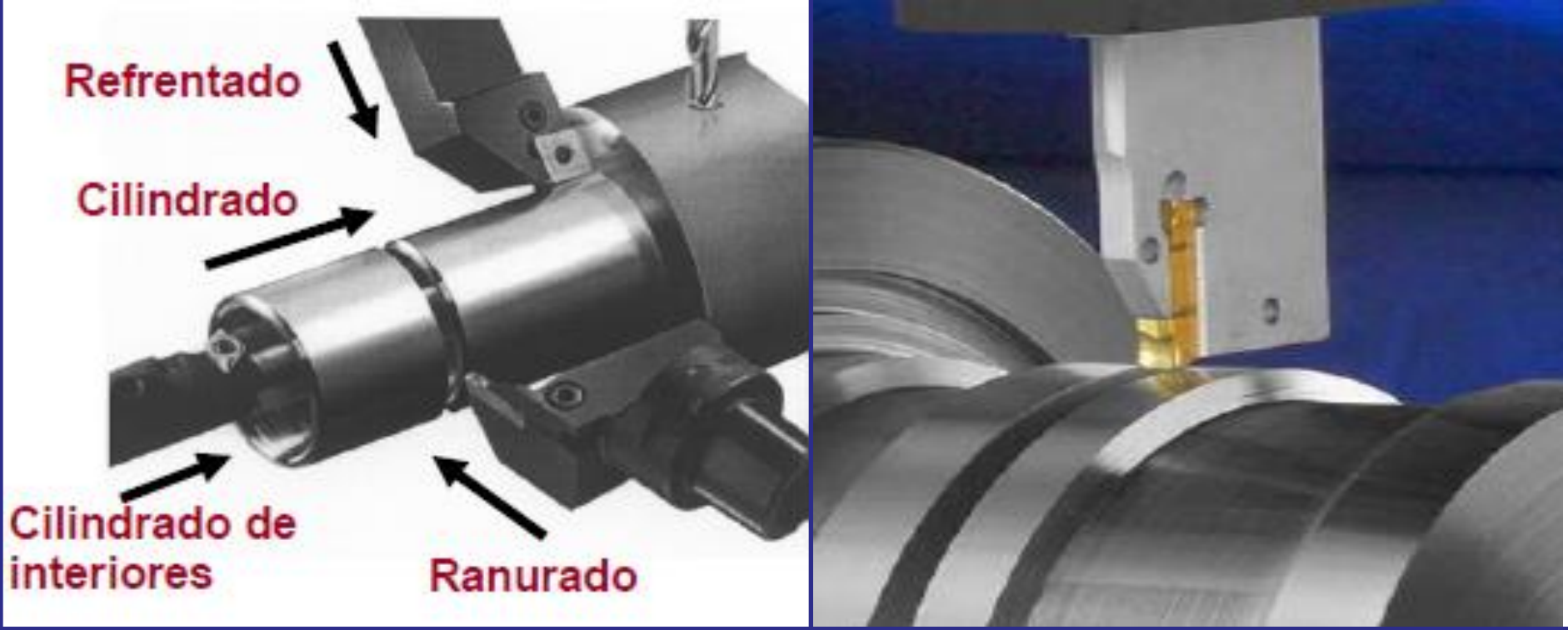
Los cortes de terminación se usan para completar la pieza y alcanzar las dimensiones finales, las tolerancias y la rugosidad superficial.

Las operaciones para desbaste se realizan a altas velocidades y profundidades, algunos de los avances van de 0,4 a 1,25 mm y profundidades de 0,5 a 2,0 mm.

Las operaciones de terminación se realizan a bajas velocidades de avance y a bajas profundidades, como ser: avances de 0,125 a 0,4 mm y profundidades de 0.75 mm, a 2.0 mm.

LAS VELOCIDADES DE CORTE SON MÁS BAJAS EN EL TRABAJO DE DESBASTE QUE EN EL DE TERMINADO.

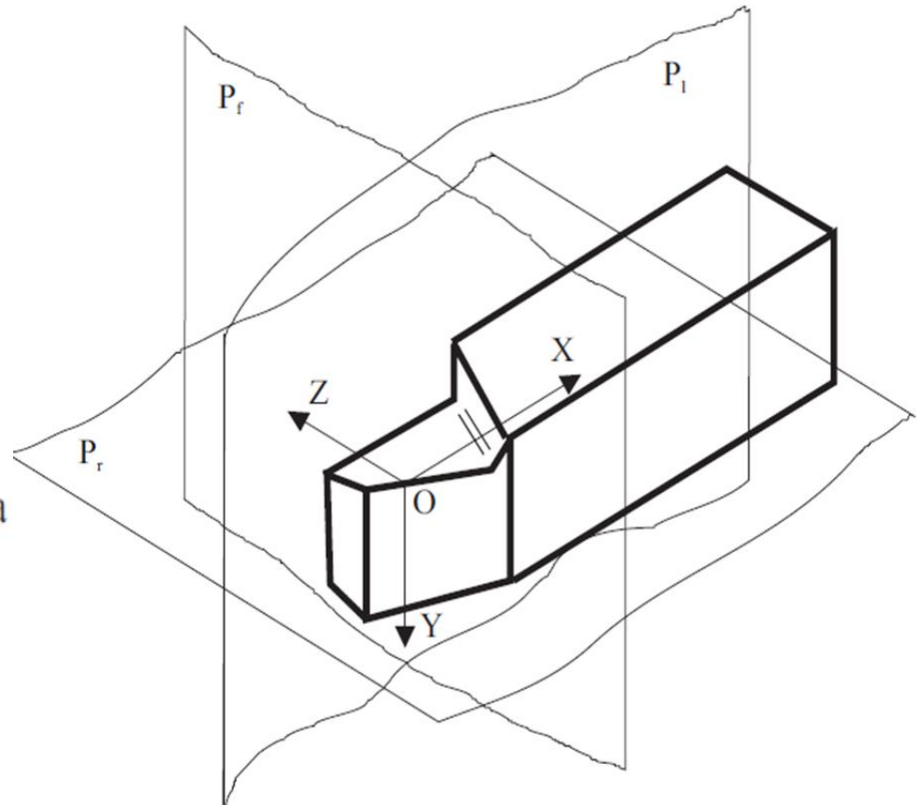
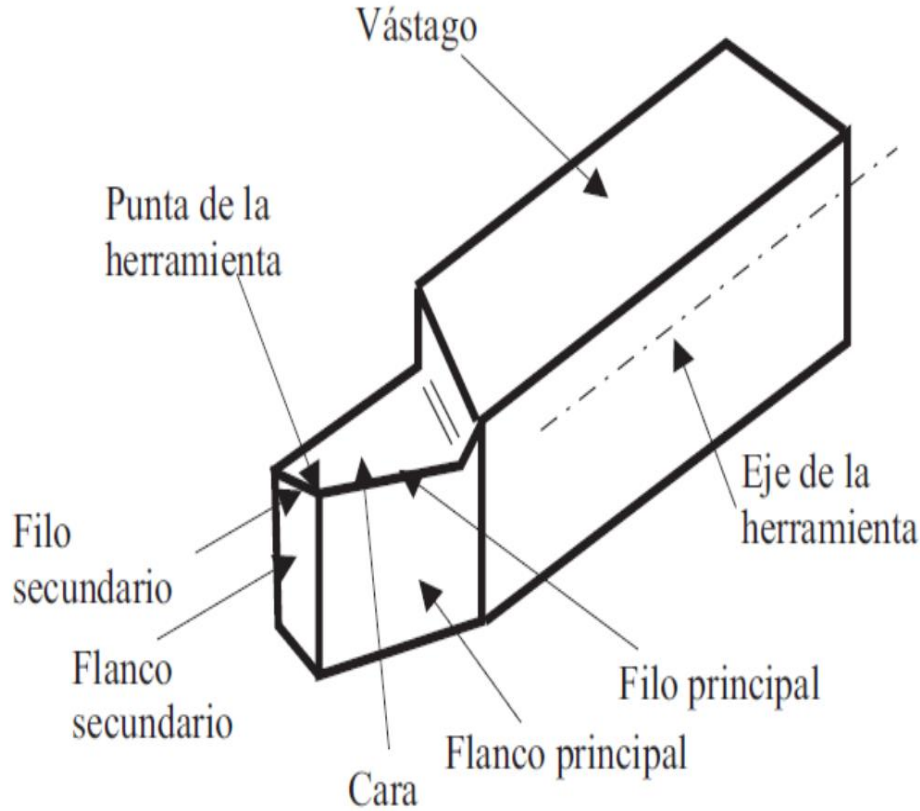


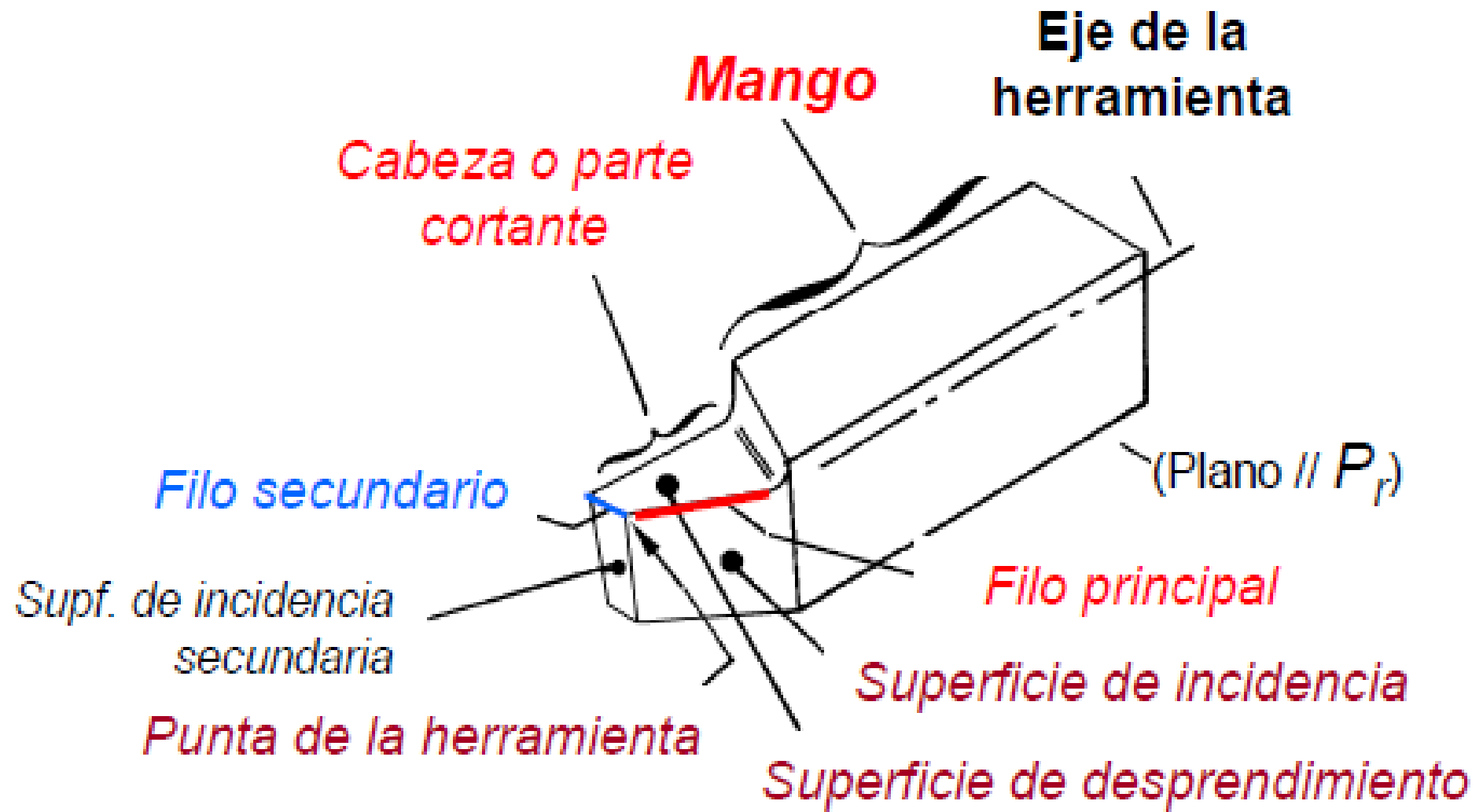


En el torneado se usa una herramienta de corte con un borde cortante simple para quitar material de una pieza que gira formando un cilindro, o un “toro de revolución”.

El movimiento de rotación lo proporciona la pieza al girar, y el movimiento de avance lo realiza la herramienta, moviéndose lentamente en una dirección paralela al eje de rotación de la pieza.

El movimiento de profundidad se fija por cada operación de torneado.





EL MECANIZADO ES UNO DE LOS PROCESOS MÁS IMPORTANTES DE MANUFACTURA, Y SE PUEDE APLICAR A UNA AMPLIA VARIEDAD DE COMPONENTES.

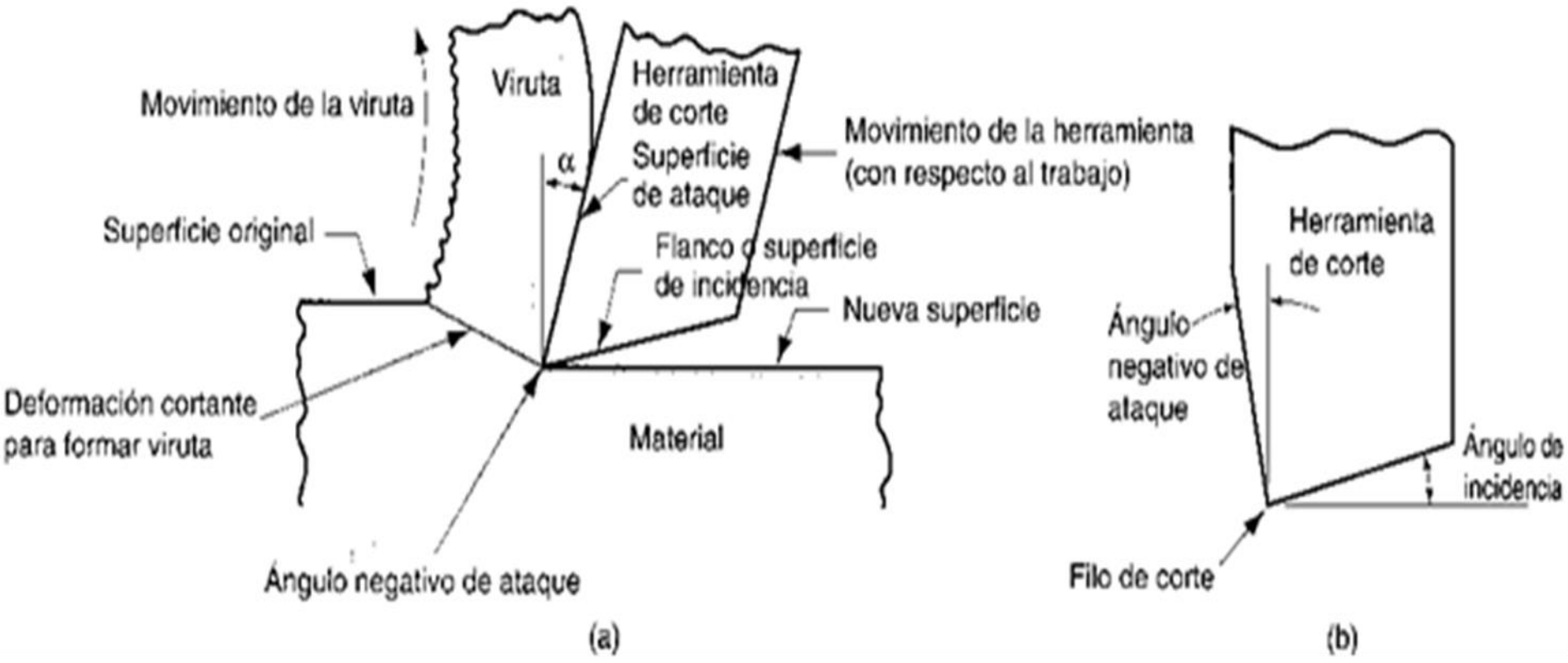
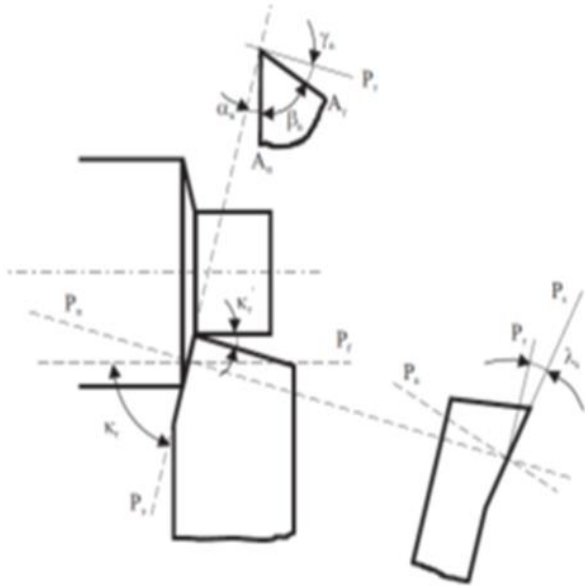


FIGURA 1

- (a) Sección transversal del proceso de mecanizado.
- (b) Herramienta con ángulo de ataque negativo; comparada con el ángulo positivo en (a).

TEORÍA DE LA FORMACIÓN DE VIRUTA EN EL MECANIZADO DE METALES



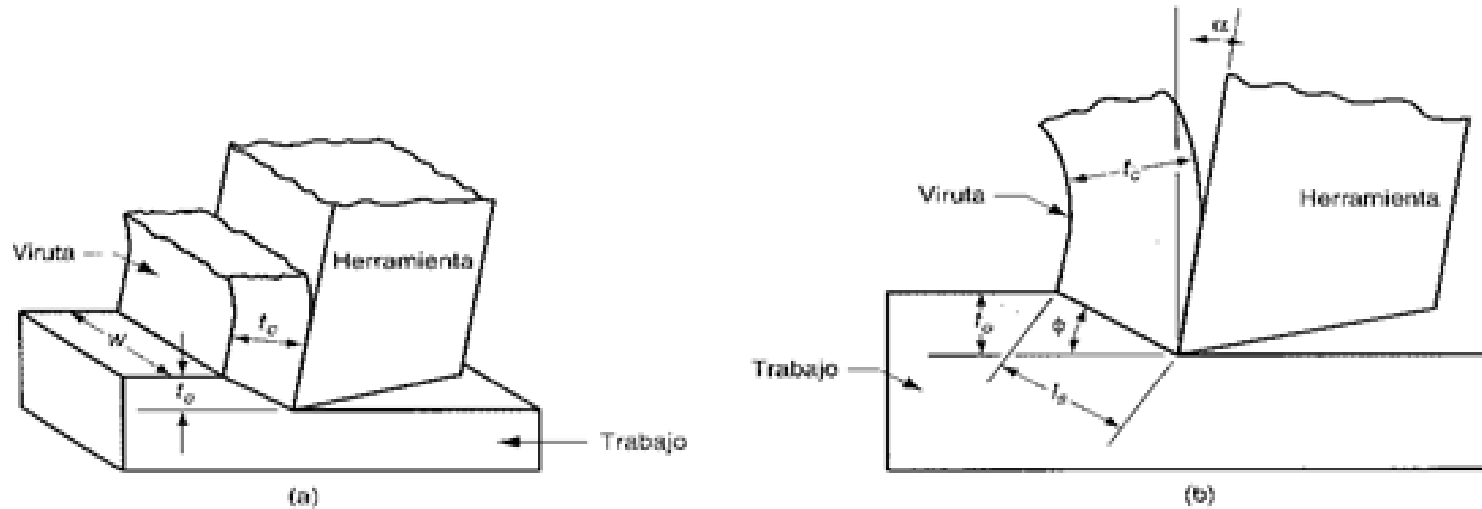
La geometría de la mayoría de las operaciones de mecanizado práctico son complejas. Para ello se dispone de un modelo simplificado del mecanizado que desprecia muchas de las complejidades geométricas y describe la mecánica de los procesos con buena precisión, este se llama modelo de corte ortogonal. Aunque cuando un proceso real de mecanizado es tridimensional, el modelo ortogonal tiene solamente dos dimensiones para su análisis.

Modelo de corte ortogonal

El corte ortogonal usa por definición una herramienta en forma de cuña, en la cual el borde cortante es perpendicular a la dirección de la velocidad de corte.

Al presionar la herramienta contra el material se forma una viruta por deformación cortante a lo largo de un plano llamado plano de corte, éste forma un ángulo α con la superficie de trabajo.

Solamente el afilado borde de corte de la herramienta hace que ocurra la falla del material, como resultado, la viruta se separa del material original.



Corte ortogonal: (a) Como un proceso tridimensional y (b) tal como se reduce a dos dimensiones en una vista lateral.

El material se deforma plásticamente a lo largo del plano de corte, por consiguiente, durante el mecanizado se realiza el trabajo de corte.

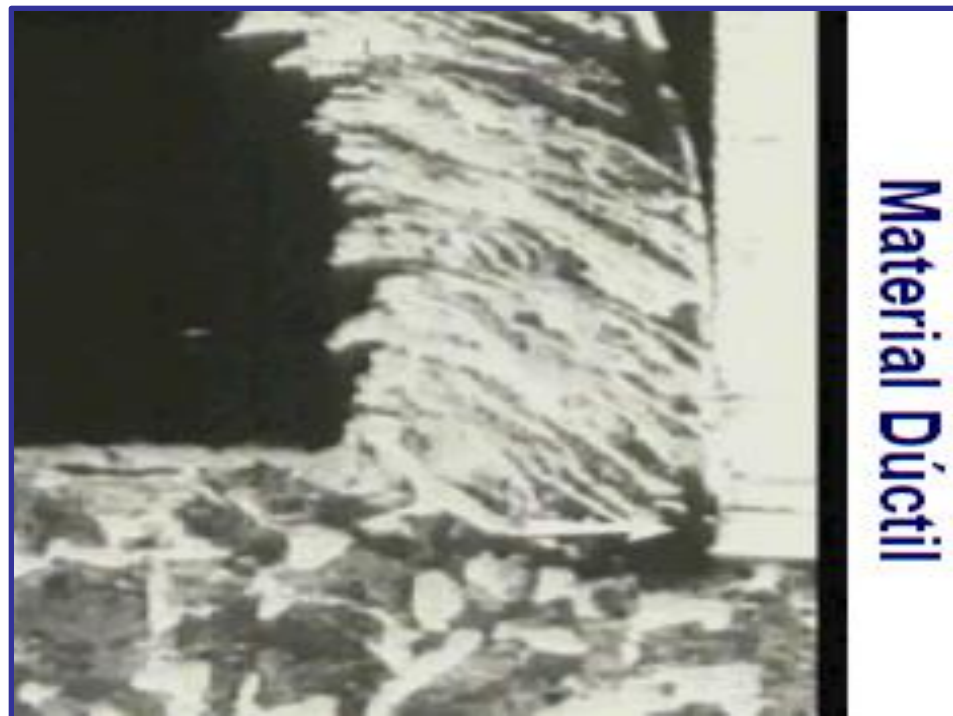
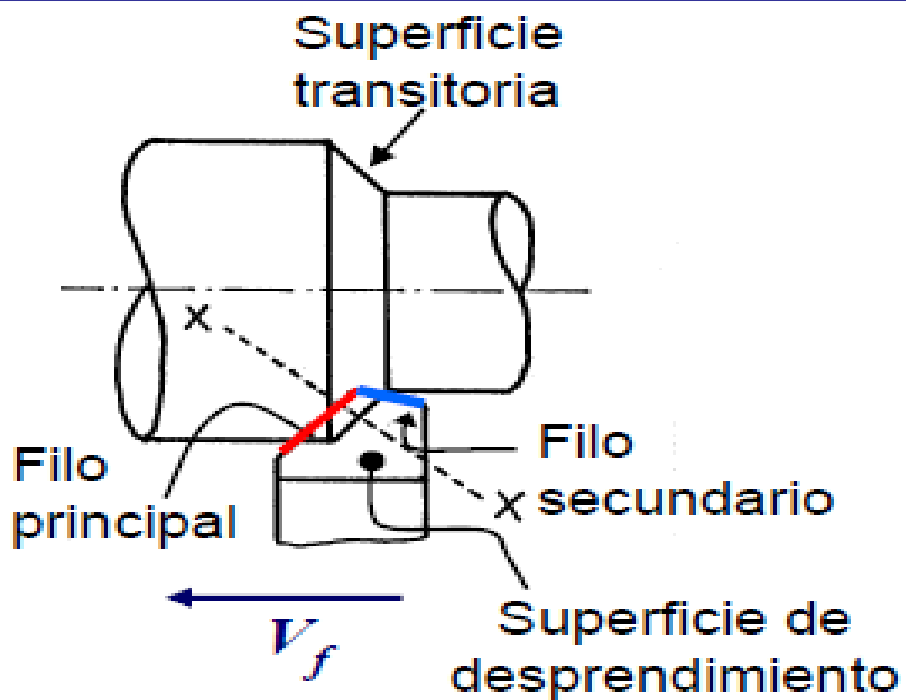
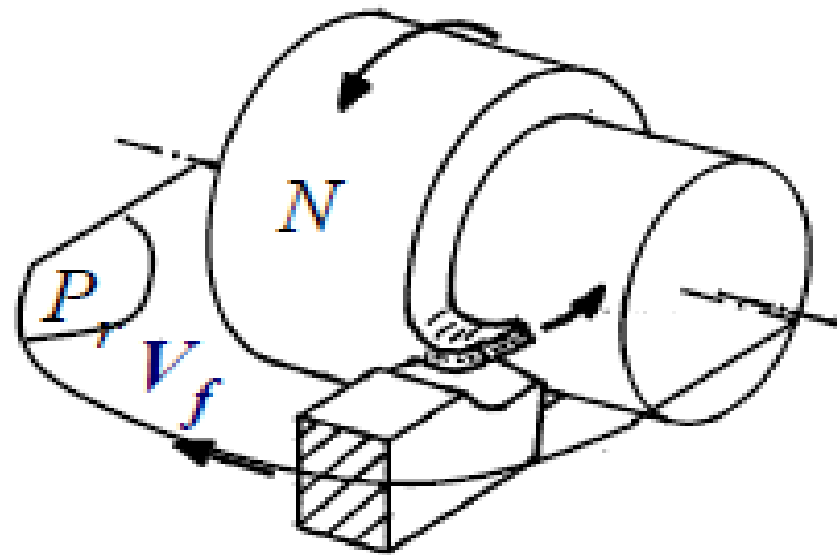
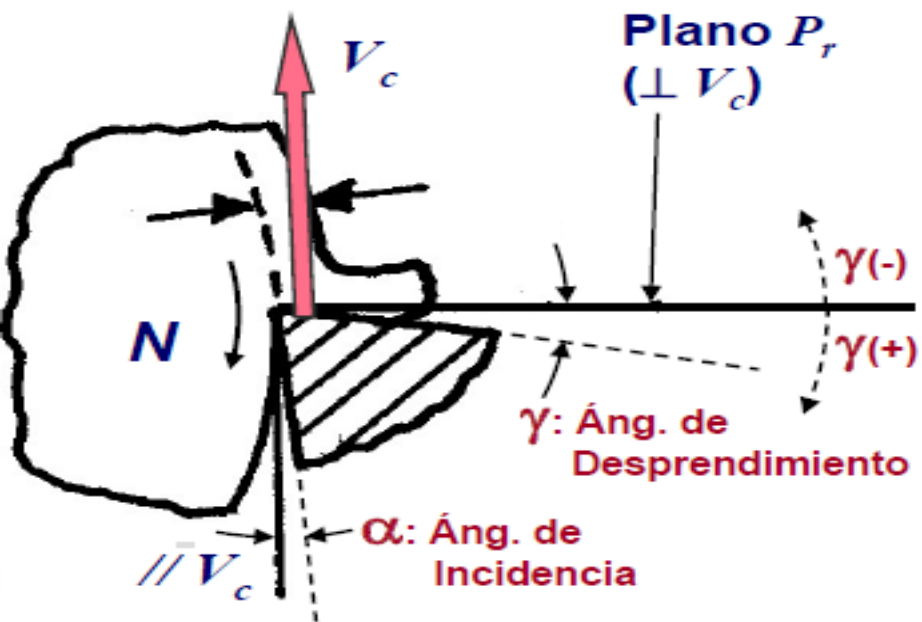
La herramienta para corte ortogonal tiene solamente dos elementos geométricos, el ángulo de ataque y el ángulo de incidencia. El ángulo de ataque α determina la dirección en la que fluye la viruta formada en la parte de trabajo, y el ángulo de incidencia provee un claro pequeño entre el flanco de la herramienta y la superficie de trabajo recién generada.

Durante el corte, el borde cortante de la herramienta se coloca a cierta distancia por debajo de la superficie original de la pieza. Ésta corresponde al espesor de la viruta antes de su formación t_o . Al formarse la viruta a lo largo del plano de corte incremento su espesor a t_c . La relación de t_o y t_c se llama relación de viruta r .

$$r = t_o / t_c < 1$$

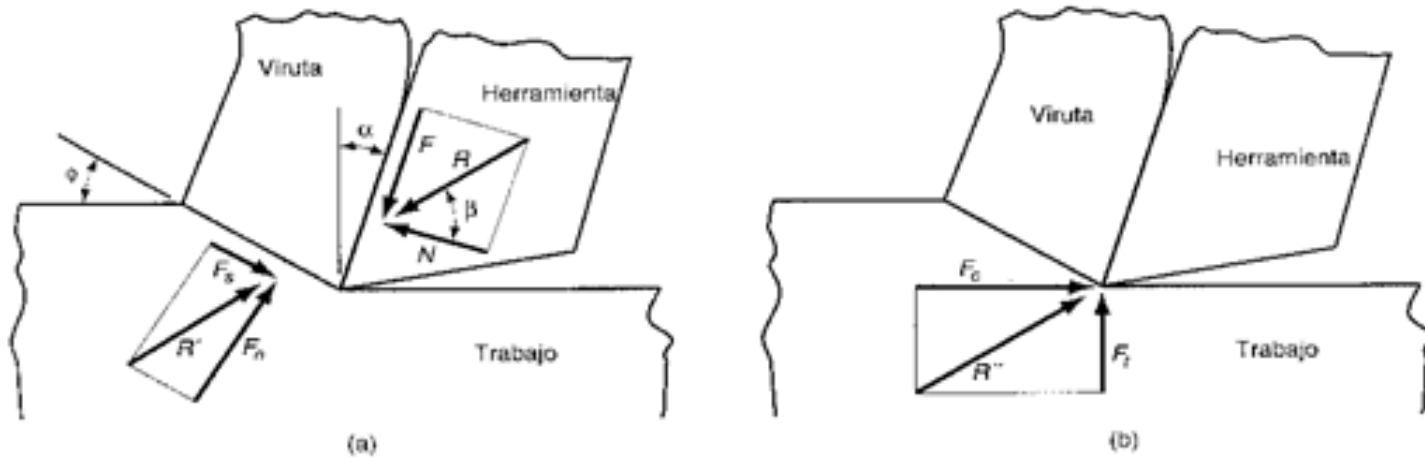
Como el espesor de la viruta después del corte es siempre mayor que el espesor antes del corte, la relación de viruta siempre será menor a 1.

Sección XX



RELACIONES DE FUERZA (Ecuación de Marchant).

Consideremos las fuerzas que actúan en la viruta durante el corte ortogonal que se muestra en la figura 9(a). La fuerza R que la herramienta aplica contra la viruta se puede separar en dos componentes perpendiculares F y N .



Fuerzas en el corte de metales: (a) fuerzas que actúan sobre la viruta en el corte ortogonal, y (b) fuerzas que actúan sobre la herramienta y pueden medirse.

1) **La fuerza de fricción F** entre la herramienta y la viruta, es la que resiste el flujo de la viruta a lo largo de la cara inclinada de la herramienta.

2) **Fuerza normal N** , es perpendicular a la fuerza de fricción y puede usarse para definir el coeficiente de fricción μ entre la herramienta y la viruta:

$$\mu = F / N = \operatorname{tg} \beta$$

Ambas se pueden sumar para formar la fuerza resultante R , la cual se orienta en un ángulo β , llamado ángulo de fricción, que se relaciona con el coeficiente de fricción.

Además de las fuerzas de la herramienta sobre la viruta, el trabajo impone dos componentes de fuerza sobre la viruta:

3) **Fuerza cortante F_s** . Es la fuerza que causa la deformación de corte que ocurre en el plano de corte.

4) **Fuerza normal a la cortante F_n** . Es la fuerza normal a la fuerza cortante.

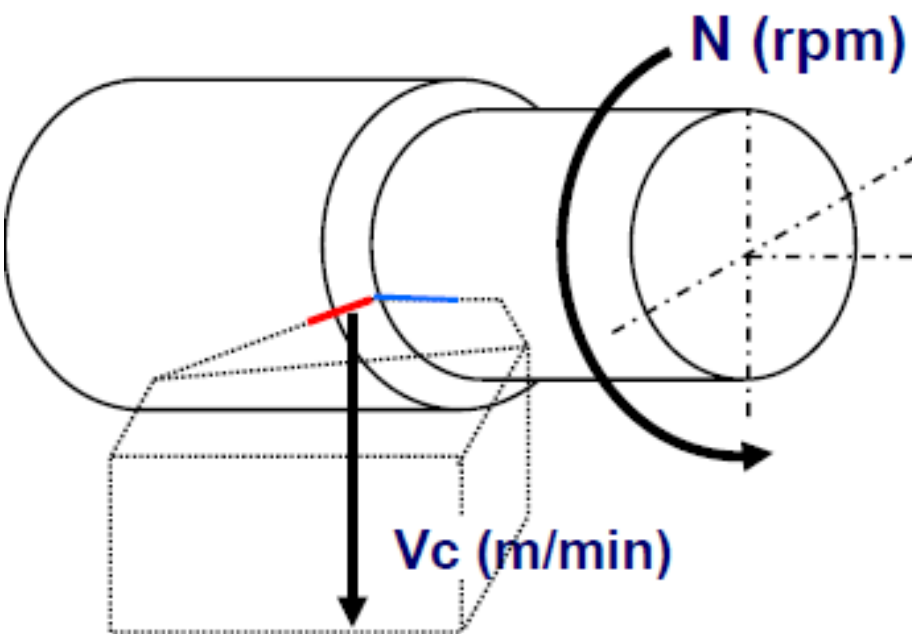
En base a la fuerza de corte podemos definir el esfuerzo corte que actúa a lo largo del plano de corte entre el trabajo y la viruta: $T = F_s / A_s$

donde A_s = área del plano del corte. Ésta se puede calcular como:

$$A_s = t_o \cdot w / \sin \phi$$

El esfuerzo cortante determinado por $T = F_s / A_s$ representa el nivel de esfuerzo requerido para realizar las operaciones de maquinado. En principio, este esfuerzo es igual al esfuerzo cortante del material de trabajo bajo las condiciones en las que ocurre el corte.

La suma vectorial de las dos fuerzas componentes F_s y F_n da por resultado la fuerza resultante R' . Para que las fuerzas que actúan sobre la viruta estén balanceadas, la resultante R' debe ser igual en magnitud, pero en dirección opuesta con la resultante R .



- **Velocidad de Corte (m/min):**

$$V_c = \frac{\pi D N}{1000}$$

V_c : Velocidad de corte (m/min)
 D : Diámetro en mm
 N : Veloc. de rotación (rpm)

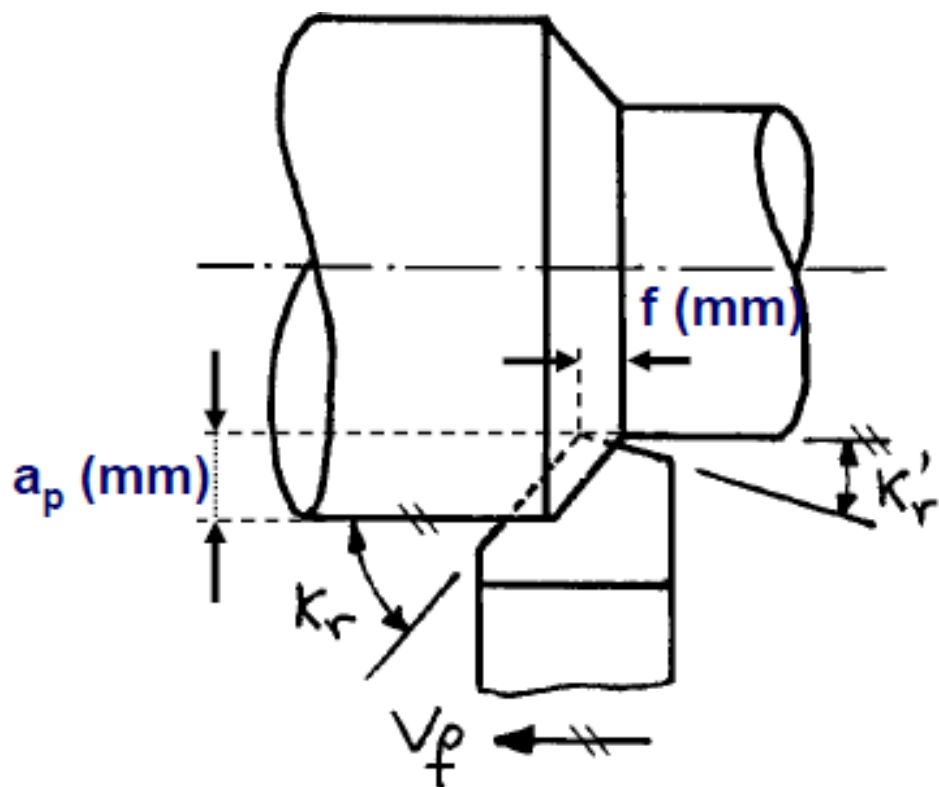
- **Velocidad de Avance (mm/min):**
 V_f (mm/min)

- **Profundidad de Pasada**
 a_p (mm)

- **Avance (mm)**

$$f = \frac{V_f}{N}$$

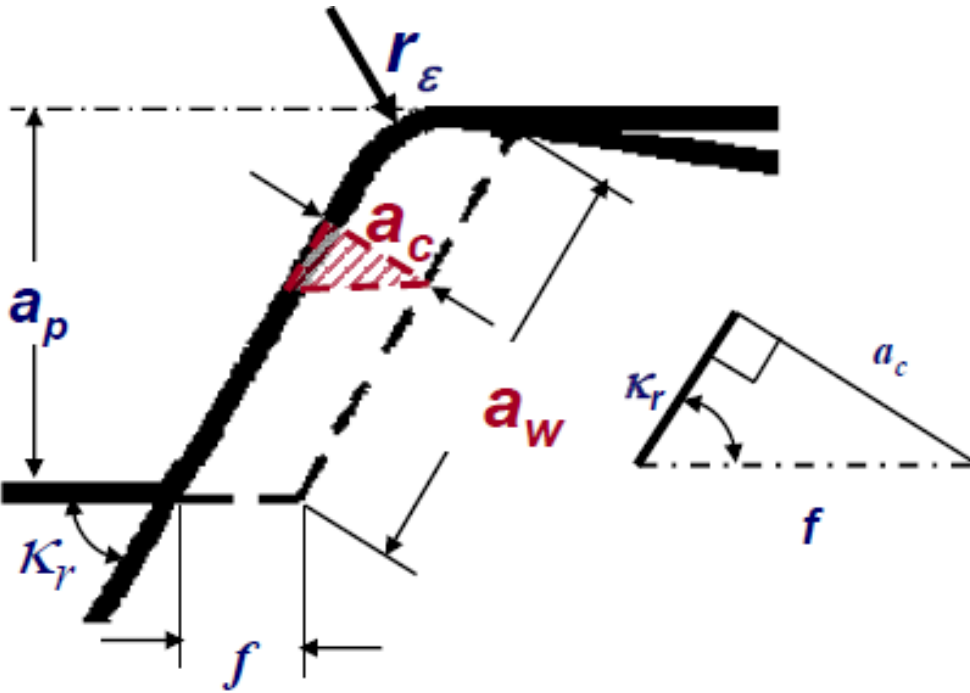
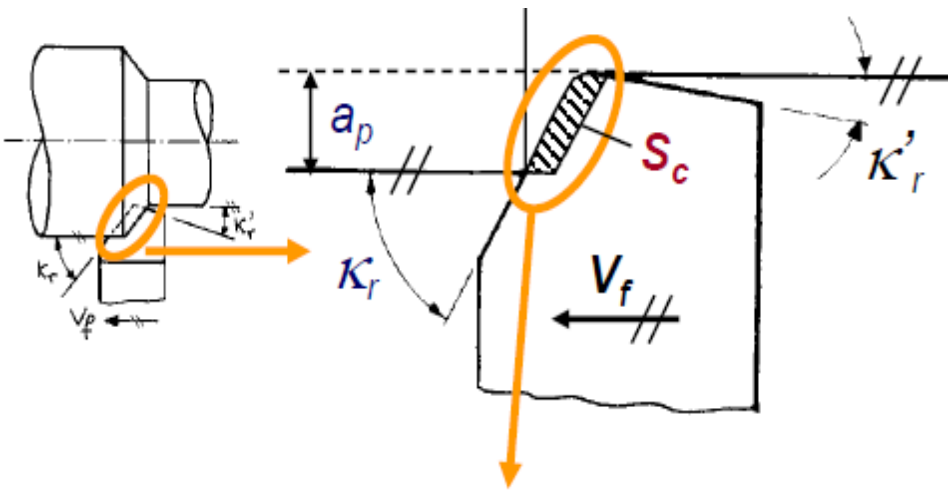
f : Avance (mm ó mm/rev)
 V_f : Velocidad de Avance mm/min
 N : Veloc. de rotación (rpm)



PARÁMETROS BÁSICOS DE UNA OPERACIÓN DE TORNEADO

• **Espesor de Corte, a_c (mm):**

$$a_c = f \cdot \sin(\kappa_r) \begin{cases} a_c: \text{Espesor de corte (mm)} \\ f: \text{Avance en mm} \\ \kappa_r: \text{Ángulo de posición} \end{cases}$$



• **Anchura de Viruta, a_w (mm):**

$$a_w = \frac{a_p}{\sin(\kappa_r)} \begin{cases} a_w: \text{Anchura de viruta (mm)} \\ a_p: \text{Profundidad de pasada (mm)} \\ \kappa_r: \text{Ángulo de posición} \end{cases}$$

• **Sección de viruta, S_c (mm²):**

$$S_c = a_c \cdot a_w \begin{cases} S_c: \text{Sección de viruta (mm}^2\text{)} \\ a_c: \text{Espesor de corte (mm)} \\ a_w: \text{Anchura de viruta (mm)} \end{cases}$$

FUERZA CORTANTE Y POTENCIA DE CORTE

- **Fuerza puesta en juego (N)**

La fuerza puesta en juego en el proceso de torneado se puede expresar como la suma de 3 componentes: La fuerza radial, axial y la de corte. La más significativa es la de corte y se puede calcular como:

$$F_c = p_s \cdot S_c \begin{cases} F_c: \text{ Fuerza de corte (N)} \\ S_c: \text{ Sección de viruta (mm}^2\text{)} \\ p_s: \text{ Energía específica de corte (N/mm}^2\text{)} \end{cases}$$



- **Fuerza de Empuje (N)**

La fuerza de empuje es la suma de las fuerzas en dirección axial y radial a la pieza. Suele ser mucho menor que la fuerza de corte.

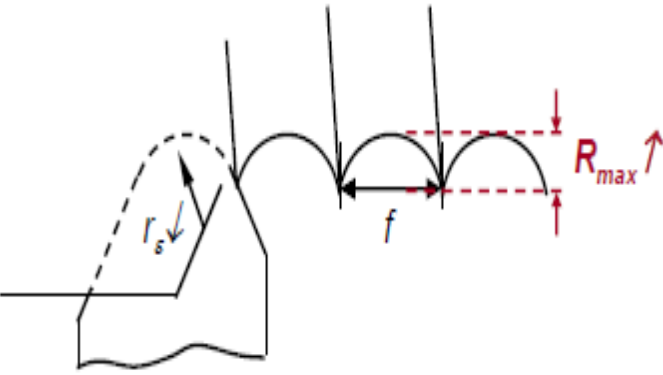
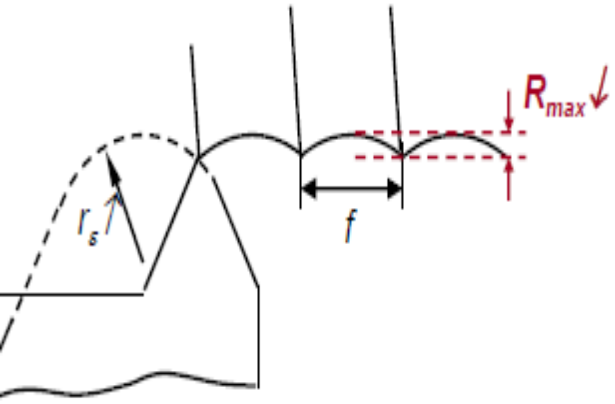
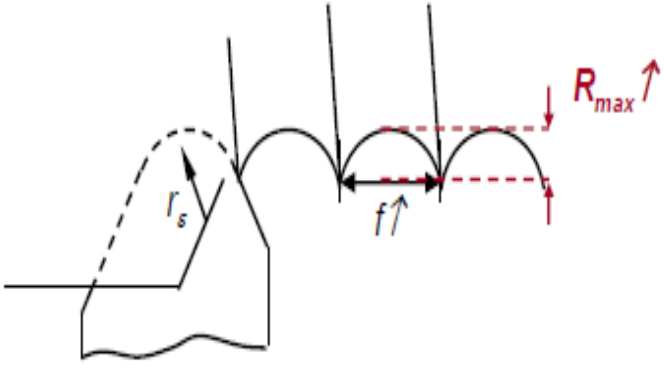
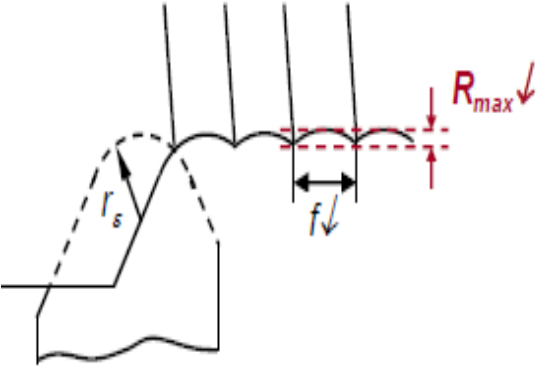
- **Potencia de Corte (W):**

$$P_c = \frac{F_c \cdot V_c}{60} \begin{cases} P_c: \text{ Potencia de corte (W)} \\ F_c: \text{ Fuerza de corte (N)} \\ V_c: \text{ Velocidad de corte (m/min)} \end{cases}$$

RUGOSIDAD EN LA PIEZA DETERMINADO POR LA HERRAMIENTA DE RADIO r_e

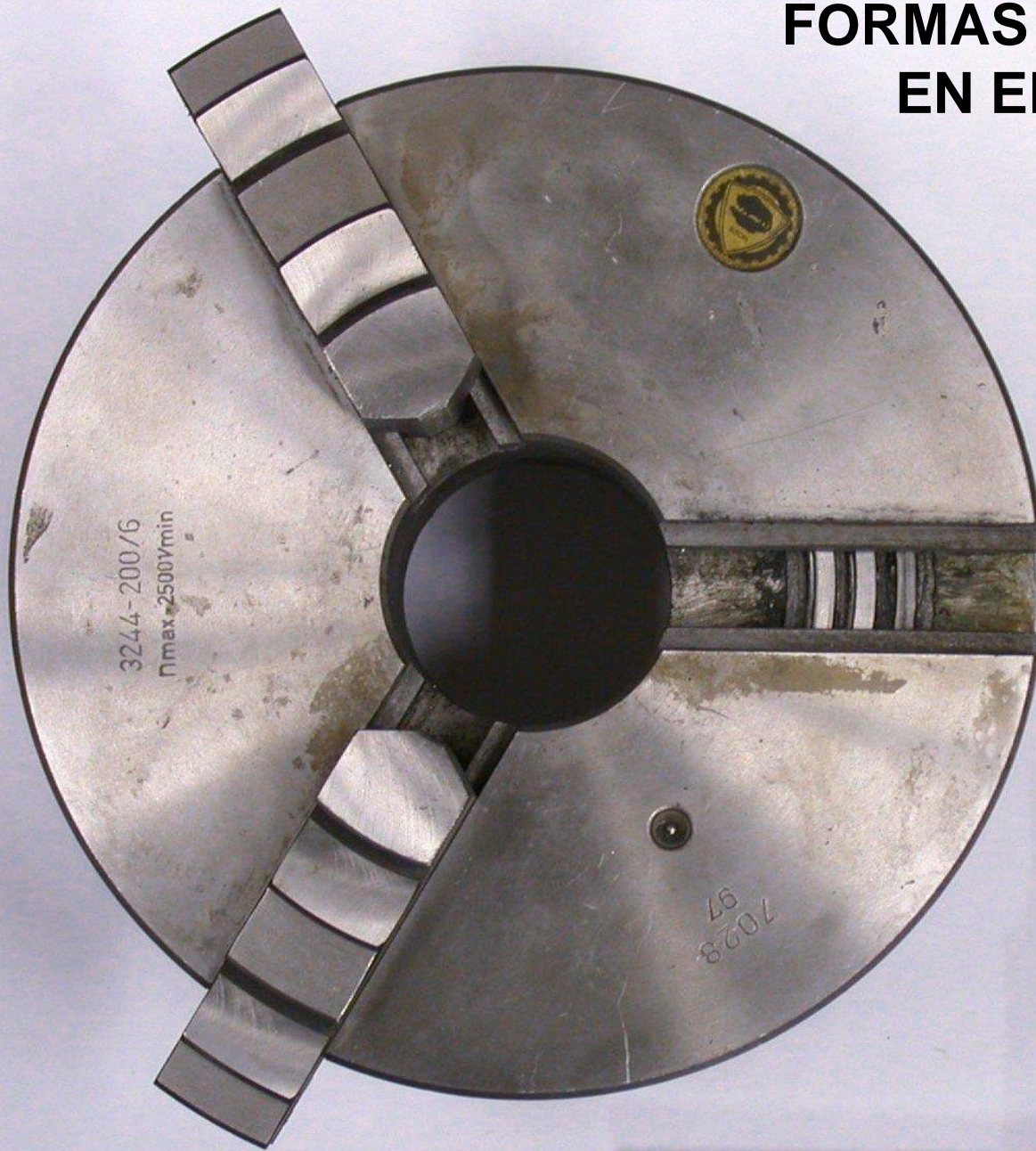
$$R_{max} \cong \frac{f^2}{8 \cdot r_e}; \quad R_a \cong \frac{R_{max}}{4}$$

SI EL PASO (f) ES MAYOR,
LA RUGOSIDAD EN LA
PIEZA (R_a), ES MAYOR
CON UN RADIO $r_e = Cte.$

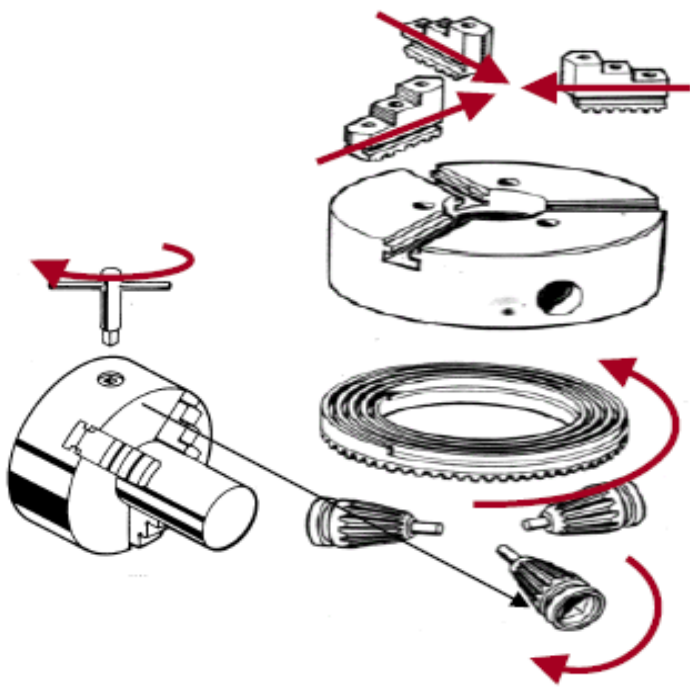


SI EL RADIO (r_e) ES
MAYOR, LA
RUGOSIDAD EN LA
PIEZA (R_a), ES MENOR
CON UN PASO $f = Cte$

FORMAS DE TOMAR LA PIEZA EN EL TORNO: PLATO UNIVERSAL



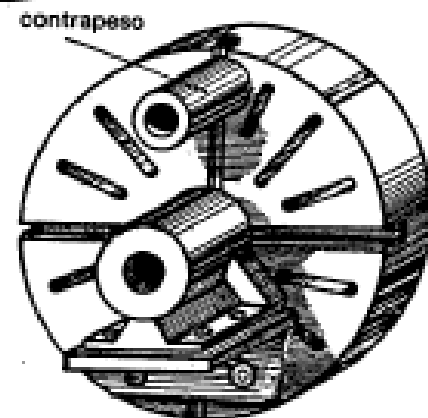
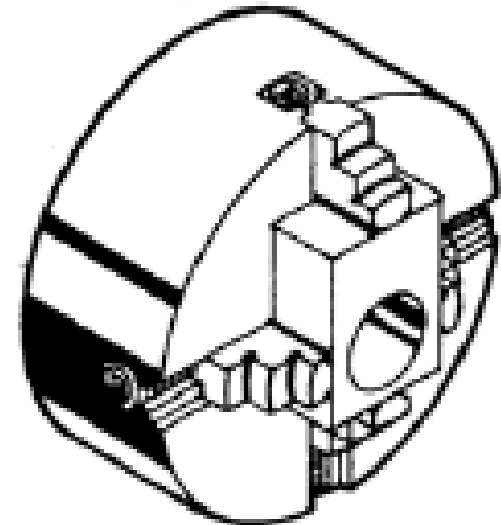
FORMAS DE TOMAR LA PIEZA EN EL TORNO

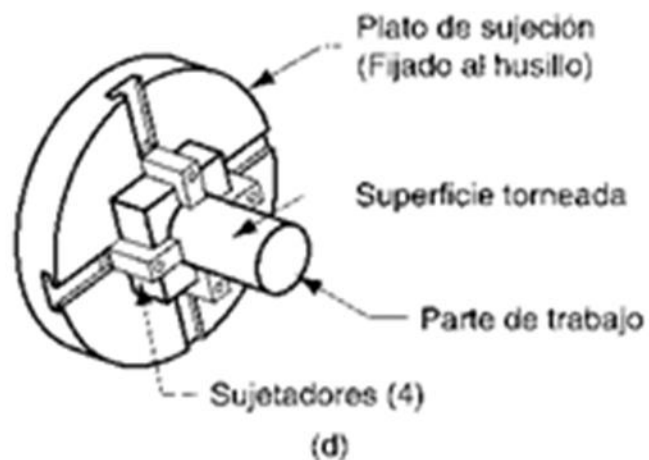
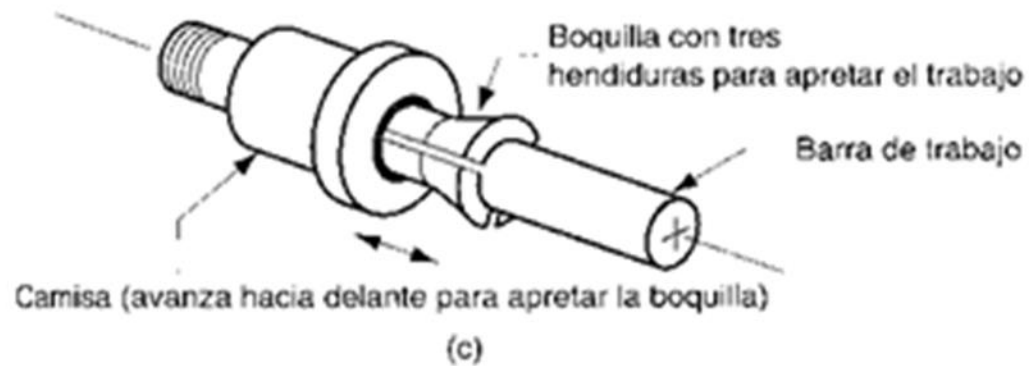
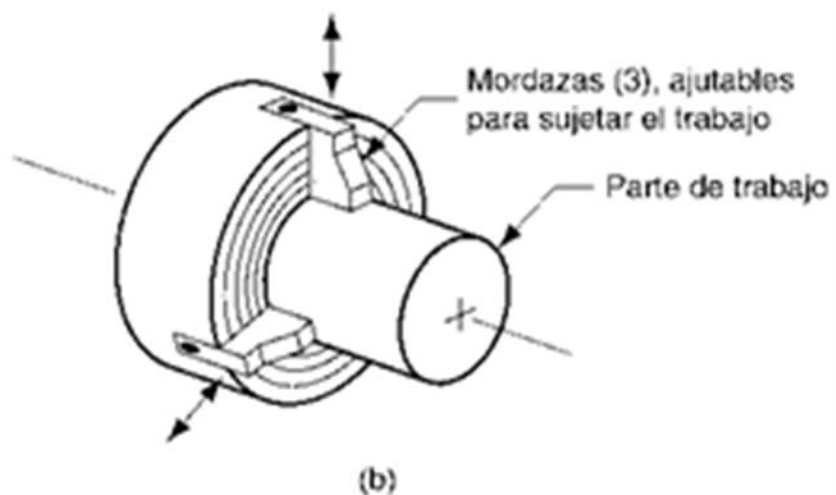
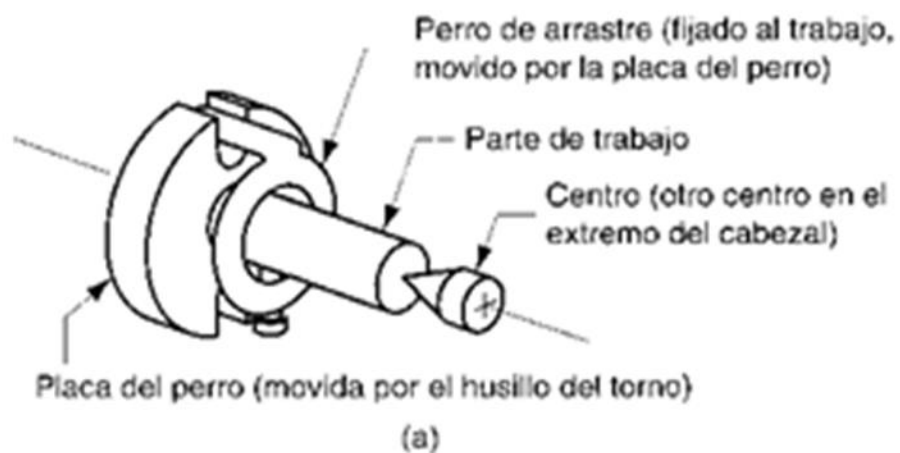


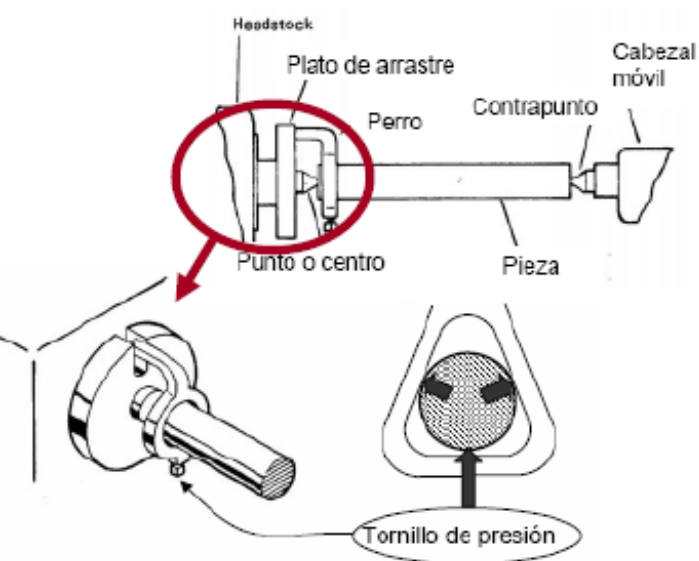
- Plato Universal: Dispone de 3 garras y es autocentrante. Es el más habitual en las operaciones de torneado.

Plato de garras independientes: Cada garra se ajusta de forma independiente a la forma de la pieza.

Plato Plano: Se utilizan bridas, tornillos, etc. para amarrar la pieza.



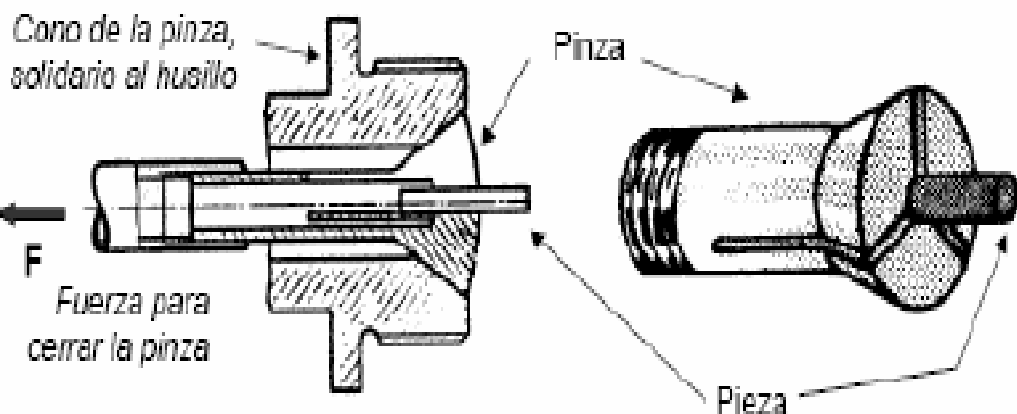
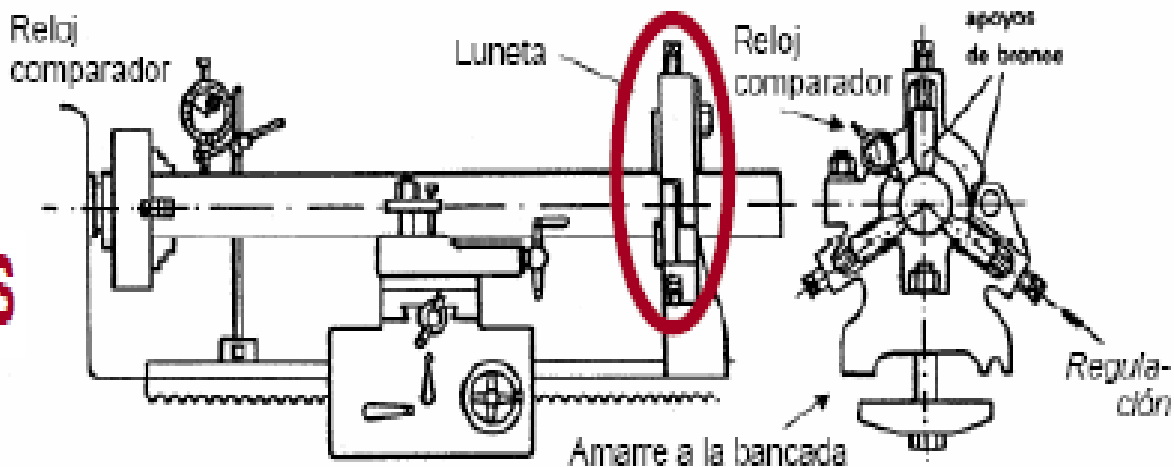




SUJECIÓN DE LA PIEZA ENTRE PUNTOS

- Reduce las deformaciones.

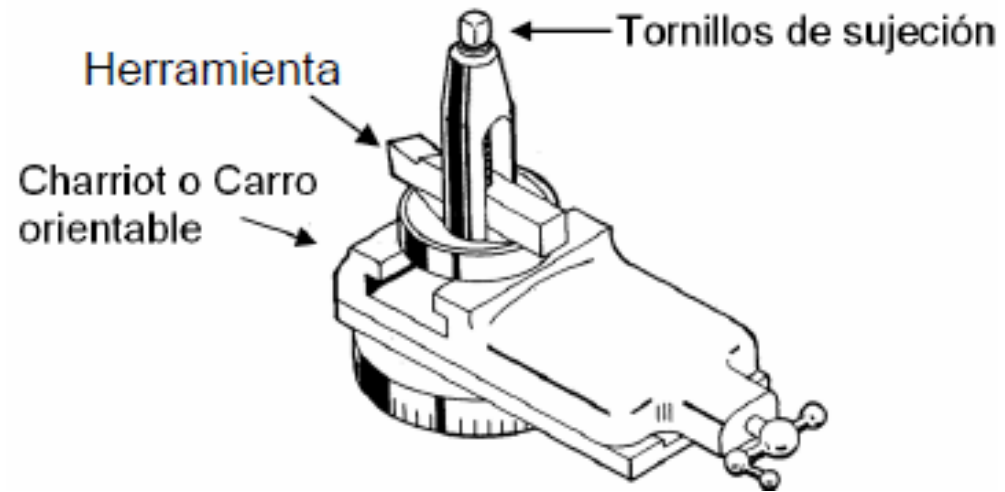
SUJECIÓN DE PIEZAS LARGAS



PIEZAS PEQUEÑAS

SUJECIÓN DE LA HERRAMIENTA

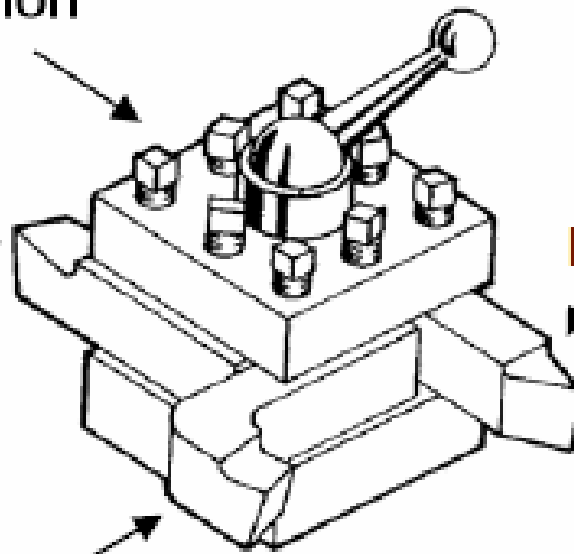
- Torreta monoherramienta.



Torreta múltiple giratoria

Tornillos de sujeción

Herramienta



Herramienta

Herramienta

Otros tornos y máquinas de tornear

Además de los tornos mecánicos, se han desarrollado otras máquinas de tornear para satisfacer funciones particulares o para automatizar el proceso de torneado. Entre estas máquinas están:

Torno revólver. Un torno revólver es un torno operado manualmente en el cual el contrapunto se ha reemplazado por una torreta que sostiene hasta seis herramientas de corte.

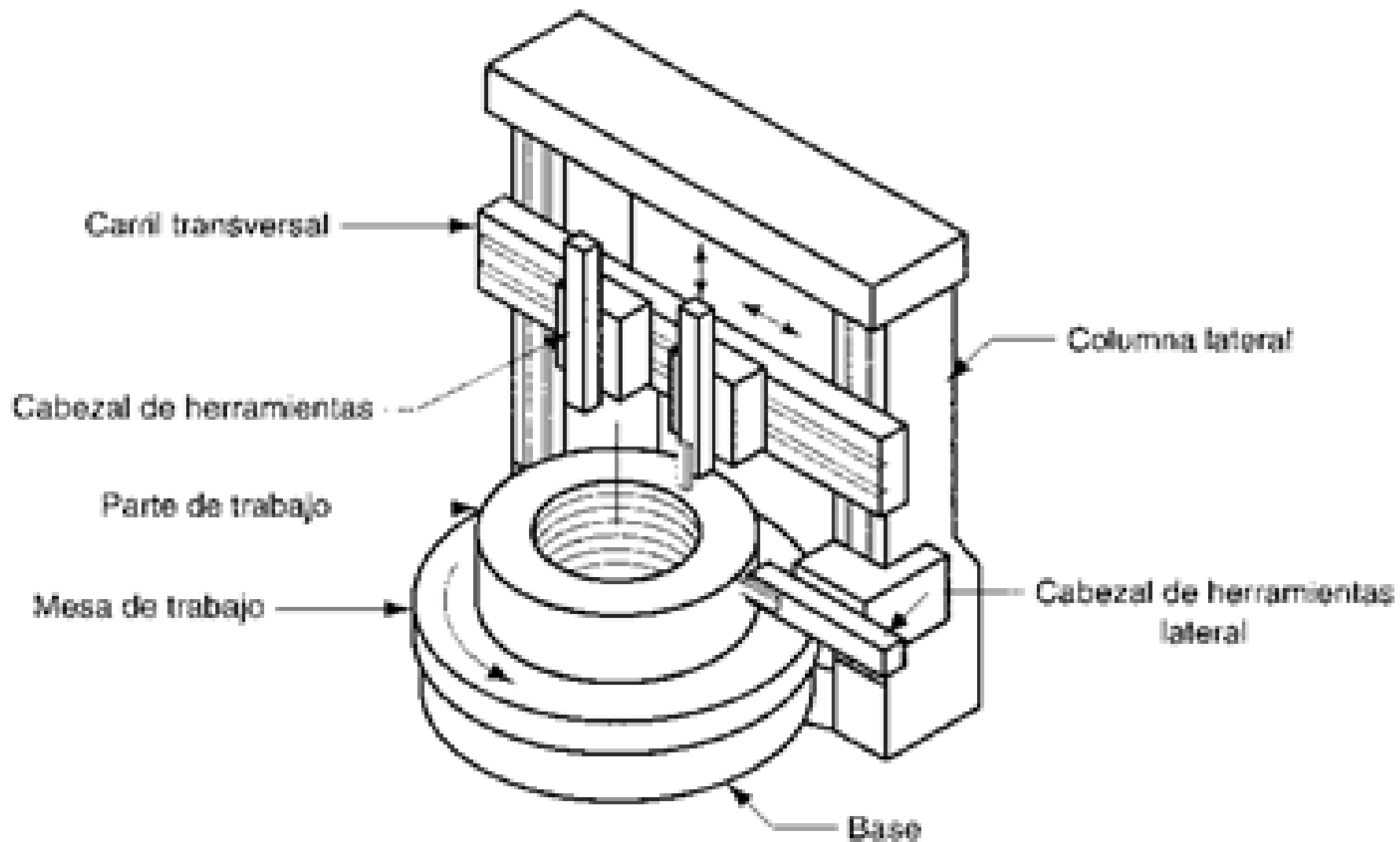
Torno de mandril. Como su nombre lo indica, este torno usa un mandril en el husillo para sostener la parte de trabajo. El contrapunto está ausente en esta máquina, de manera que las partes no se pueden montar entre los centros.

Máquina de barra automática. Una máquina de barra es similar al torno de mandril, excepto que se usa una boquilla en lugar de un mandril, la cual permite alimentar barras largas a través del cabezal en posición de trabajo.

Las máquinas de barras pueden clasificarse como de husillo simple y de husillo múltiple. Una máquina de barras de husillo simple tiene un husillo

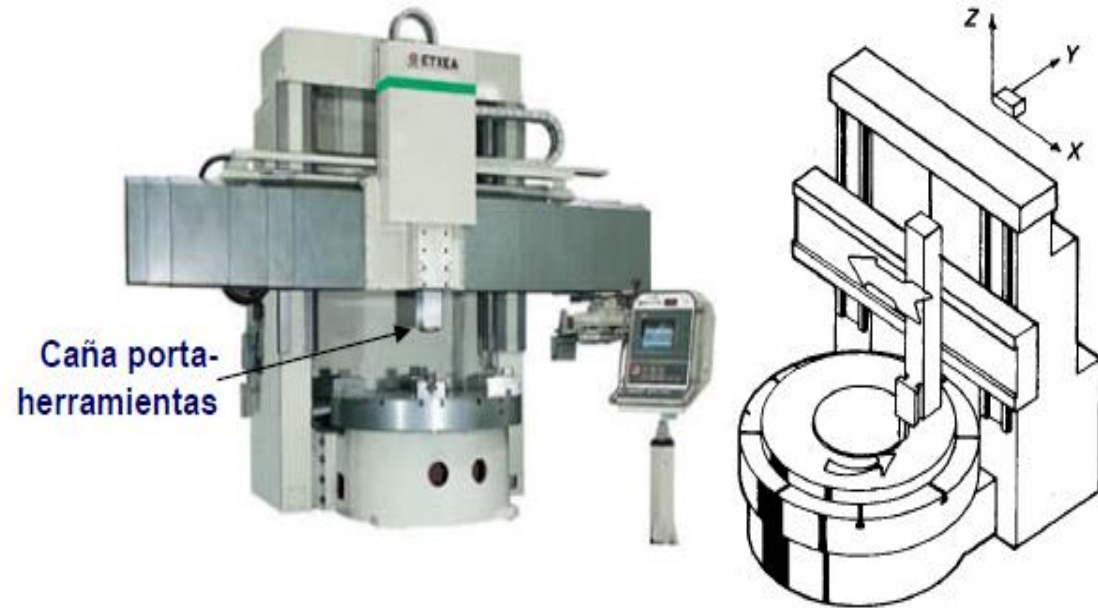
Tornos controlados numéricamente: La secuenciación y la actuación de los movimientos en las máquinas de tomillos y de mandril se han controlado tradicionalmente por medio de plantillas y otros dispositivos mecánicos. La forma moderna es el control numérico computarizado CNC.

Máquina perforadora vertical. TORNO VERTICAL



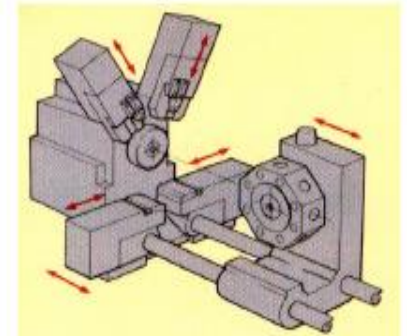
TORNOS VERTICALES:

- Eje de rotación, vertical.
- Se utilizan con piezas de gran diámetro.
- Facilitan su apoyo en el torno y permiten un amarre más sencillo.



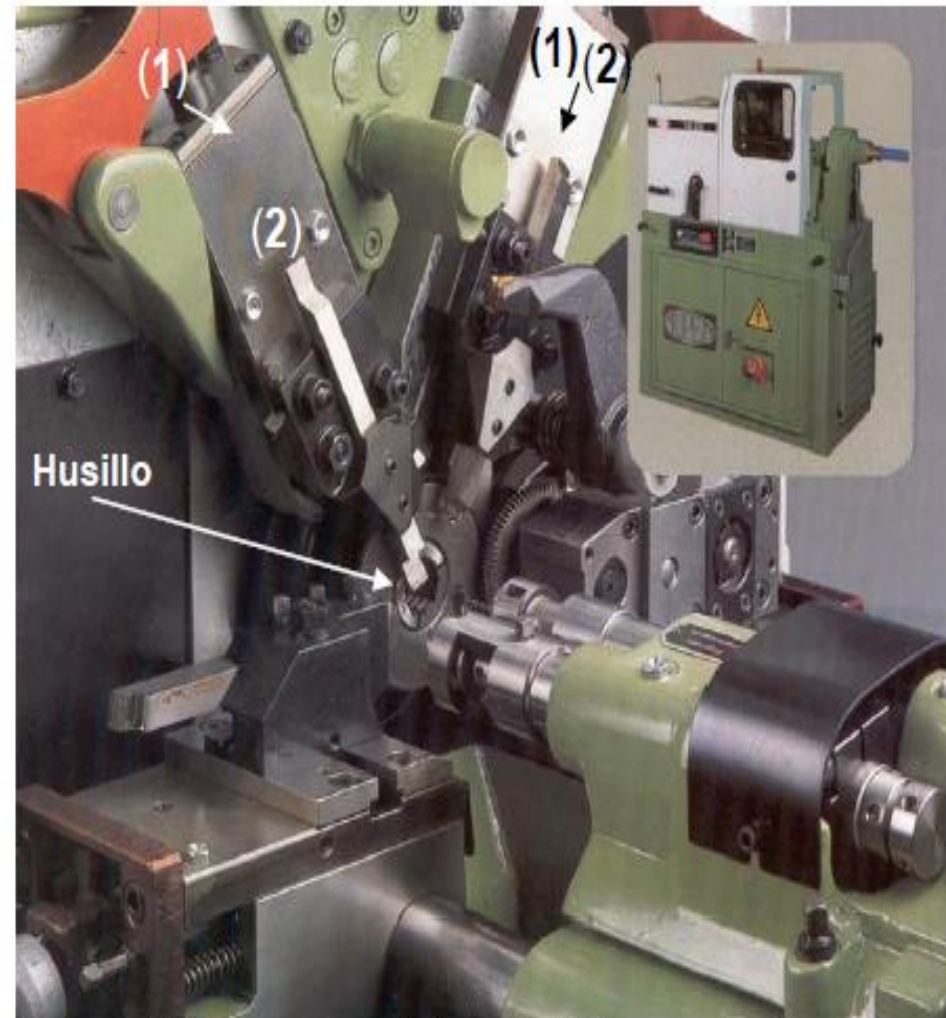
TORNOS REVOLVER:

- Tienen seis posiciones para herramientas en el contrapunto.
- Pueden tener varios carros radiales.

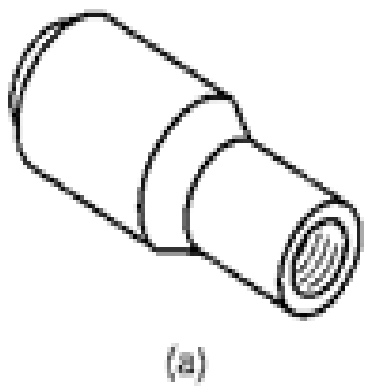
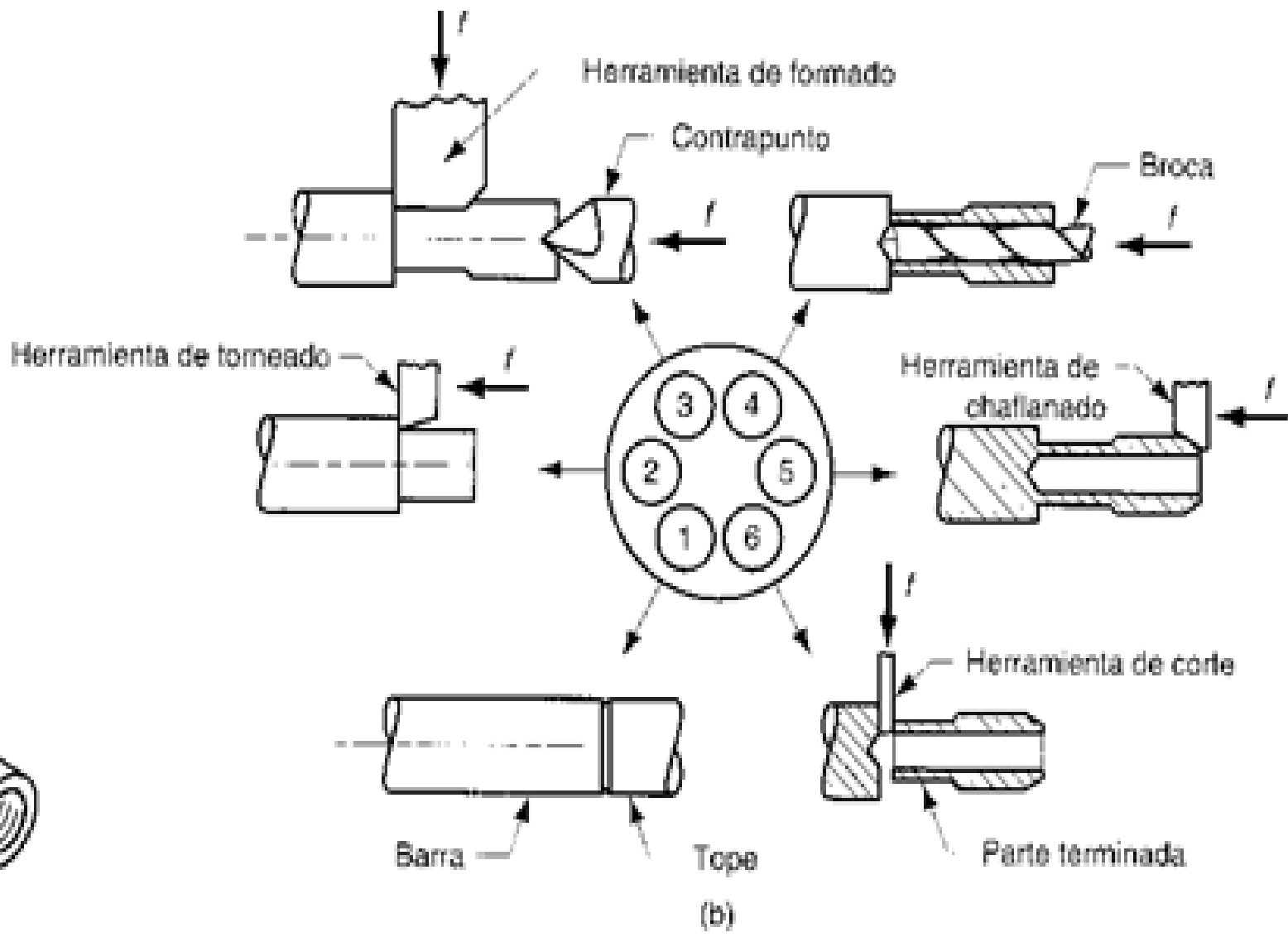


Torno Monohusillo

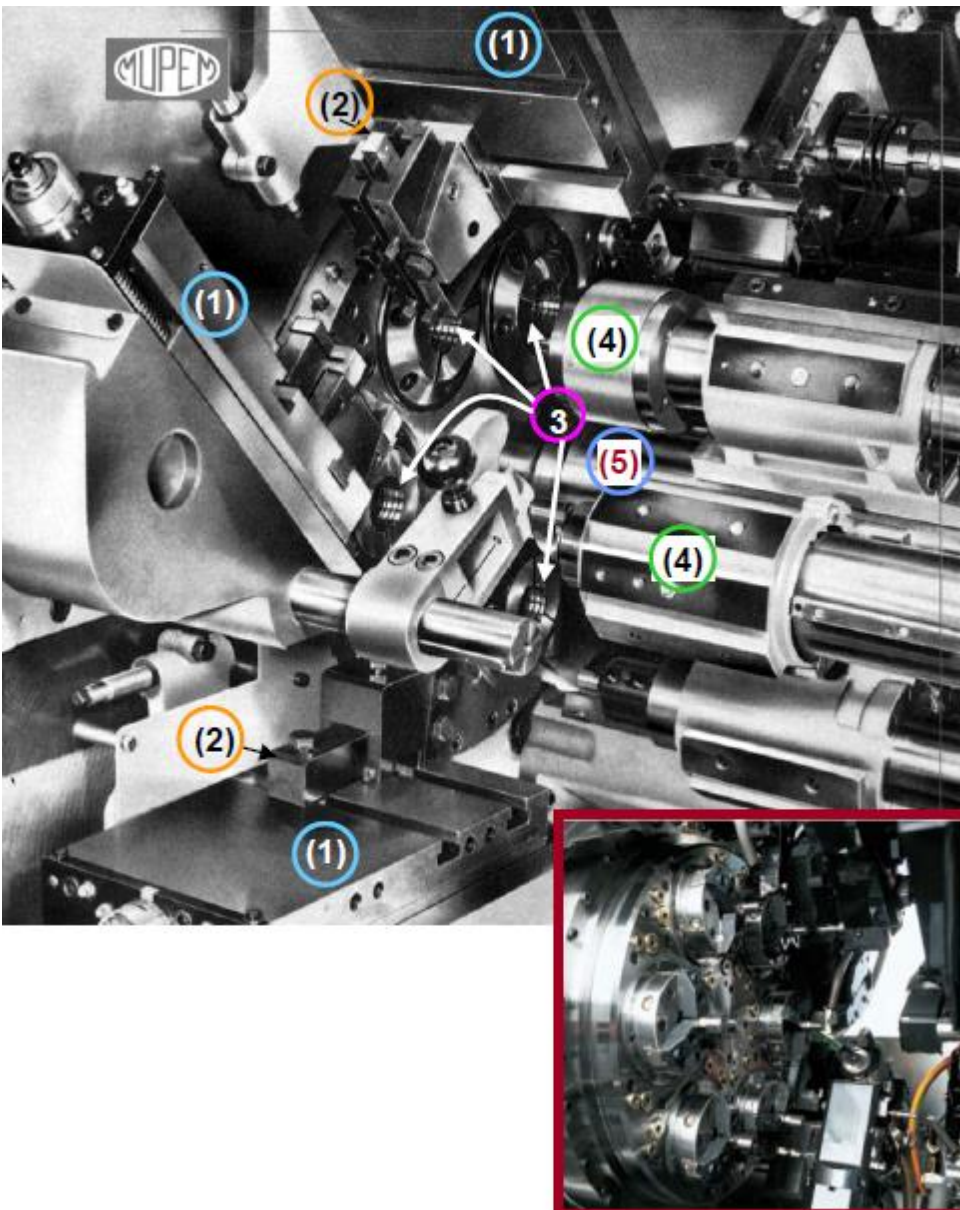
- Automatización de movimientos, mediante levas y otros sistemas electro-mecánicos
- Máquinas de alta producción para lotes grandes y muy grandes.
- Puesta a punto compleja y costosa
- Torno automático monohusillo: Ejecuta varias operaciones, simultáneamente, sobre la misma pieza.



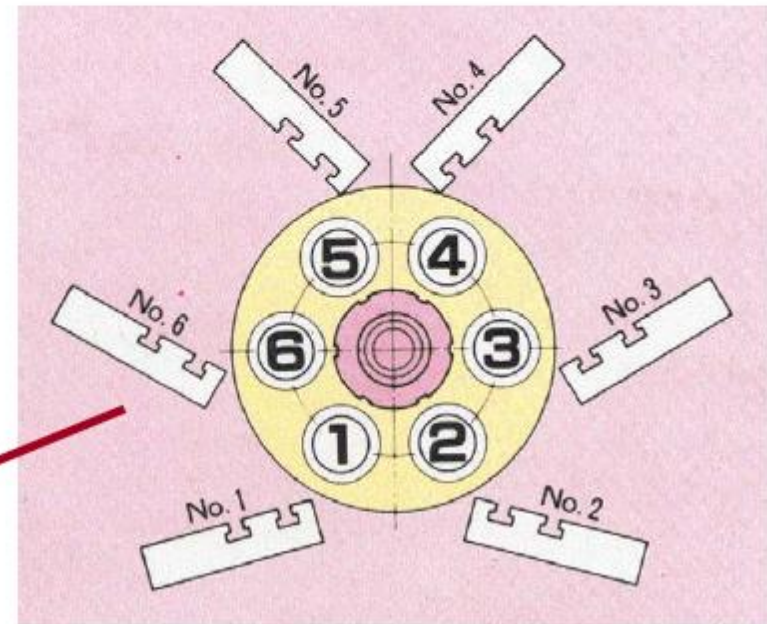
(1) Carros radiales. (2) Herramientas



TORNOS MULTIHUSILLOS.

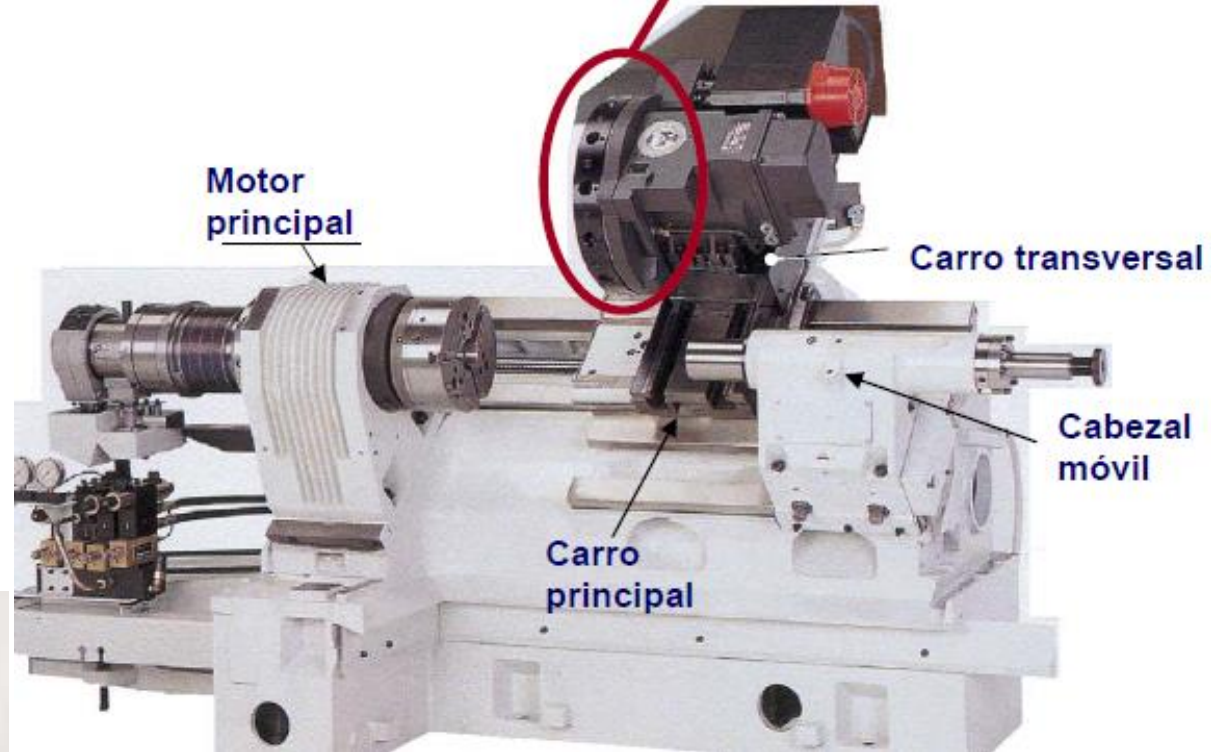


- (1) Carros portaherramienta de ataque radial, con herramientas (2).
- (3) Husillos. En total, hay 6 husillos.
- (4) Portaherramientas de ataque axial, en torno a un eje común (5).



TORNOS CONTROLADOS NUMÉRICAMENTE

- Los movimientos de avance son accionados por servomotores.
- Control automático de los movimientos (programa).



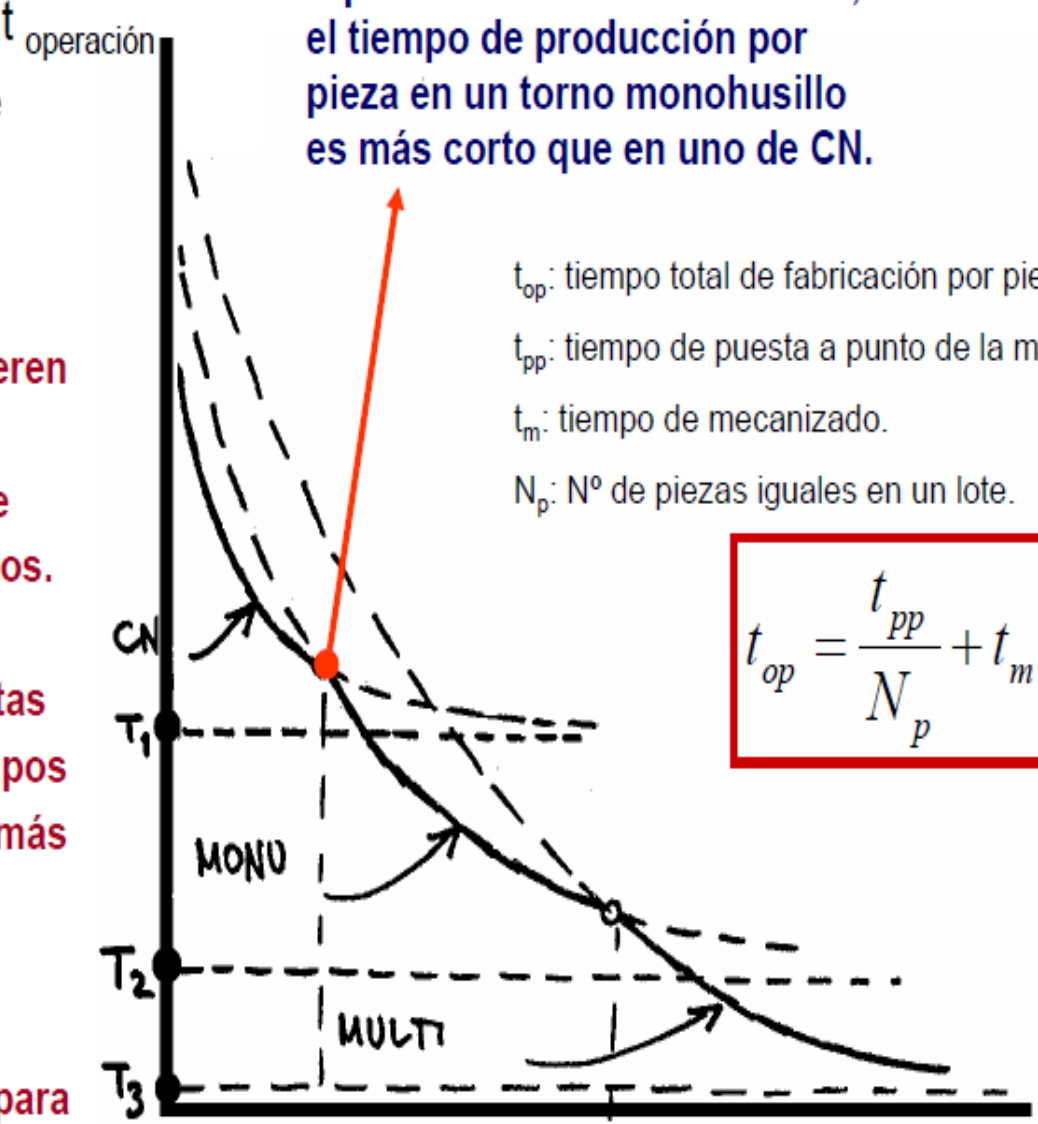
PARTICULARIDADES DE ESTE TIPO DE TORNO

- Torreta portaherramientas automatizada.
- Carenado para proteger al operario.
- Se pueden torneear piezas complejas.

ELECCIÓN DEL TIPO DE TORNO:

- Compromiso entre “tiempo de puesta a punto” y “tiempo de producción”.
- Los tornos automáticos requieren puestas a punto largas y costosas, pero sus tiempos de producción por pieza son cortos.
- Los tornos de CN tienen puestas a punto muy cortas y sus tiempos de producción por pieza, son más largos.
- El torno paralelo es adecuado solamente para pieza única y para trabajos especiales.

A partir de este tamaño de lote, el tiempo de producción por pieza en un torno monohusillo es más corto que en uno de CN.



t_{op}: tiempo total de fabricación por pieza.
t_{pp}: tiempo de puesta a punto de la máquina.
t_m: tiempo de mecanizado.
N_p: N° de piezas iguales en un lote.

$$t_{op} = \frac{t_{PP}}{N_p} + t_m$$

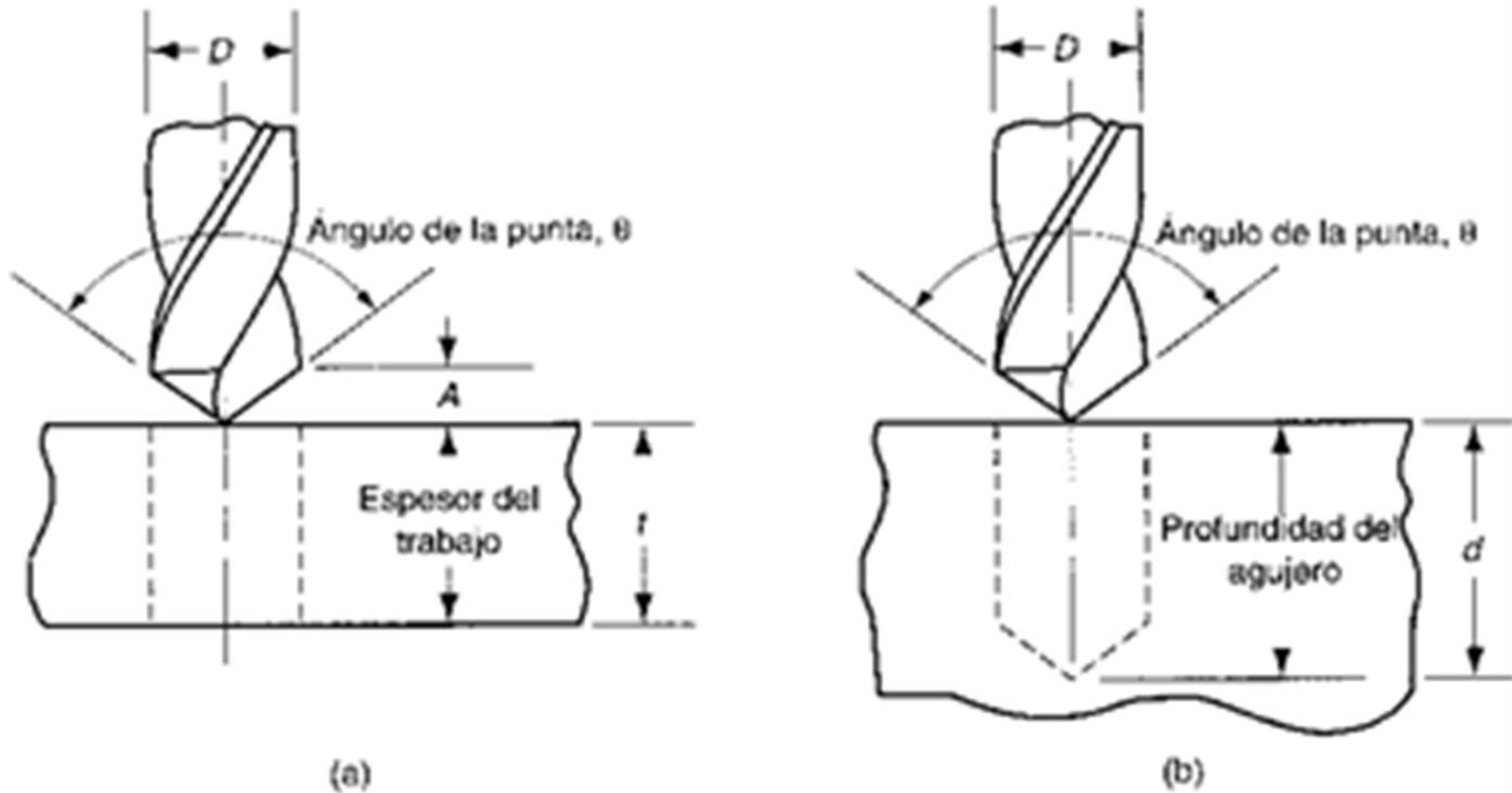
N_p

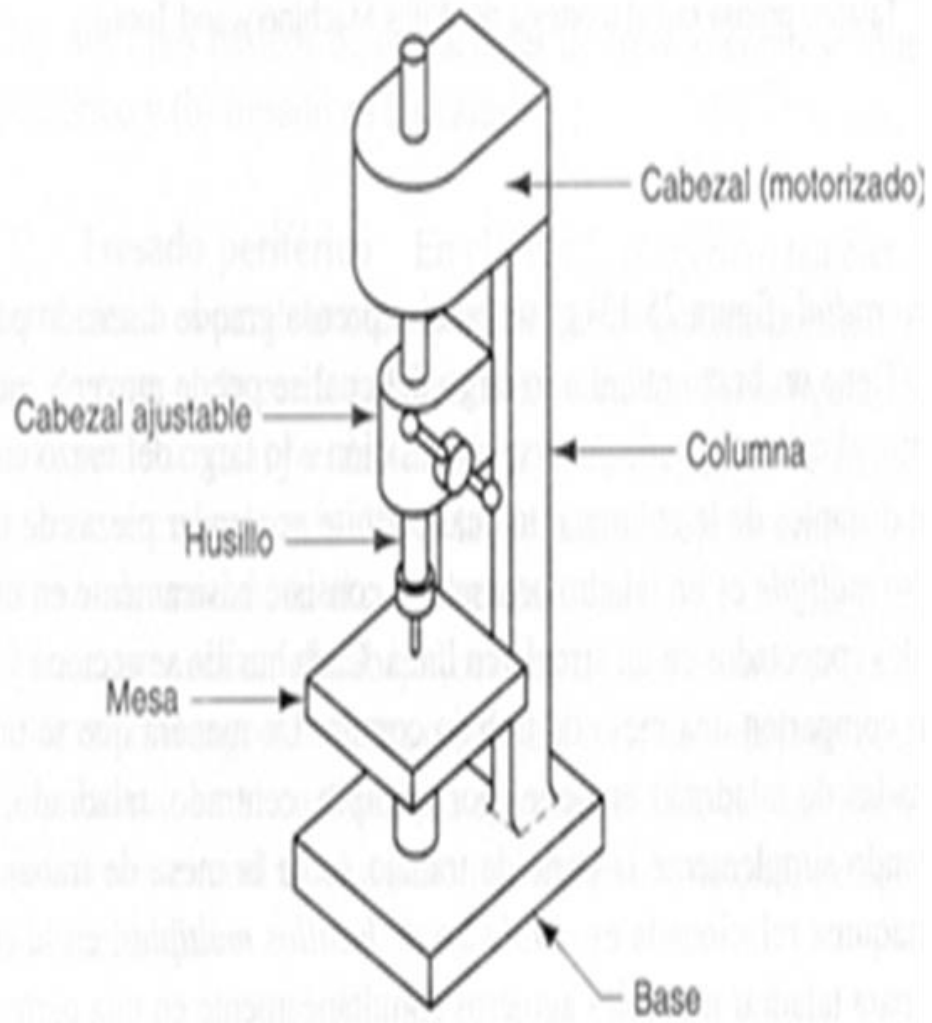
PERFORADO

El perforado se usa para crear un agujero redondo.

Esto se realiza generalmente con una herramienta giratoria que tiene en su extremo dos filos cortantes.

La herramienta avanza en una dirección paralela a su eje de rotación dentro de la pieza para formar el agujero, como se ilustra en la figura.

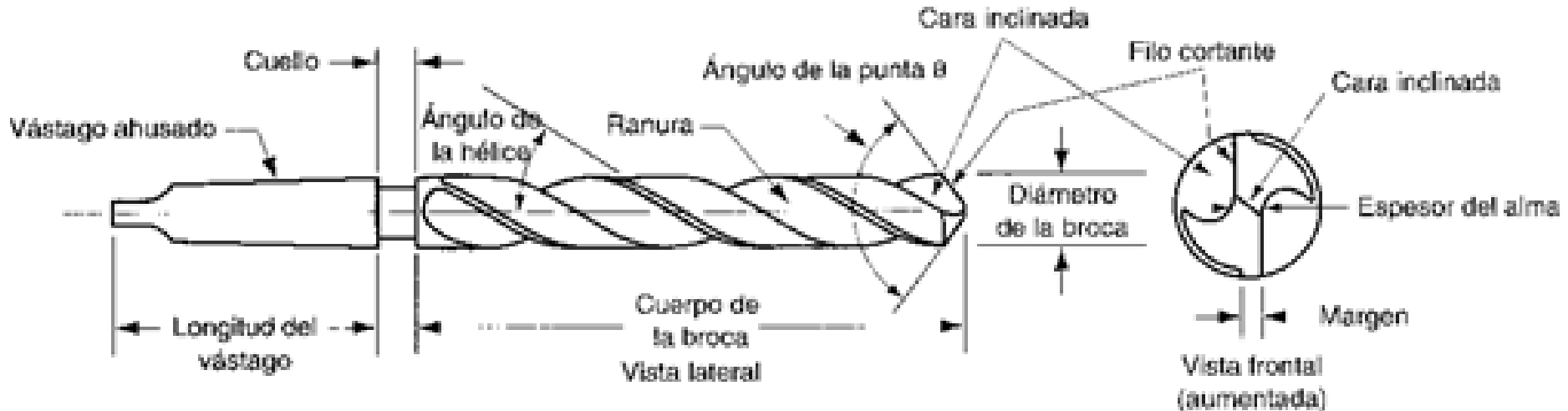




Agujereado con brocas helicoidales

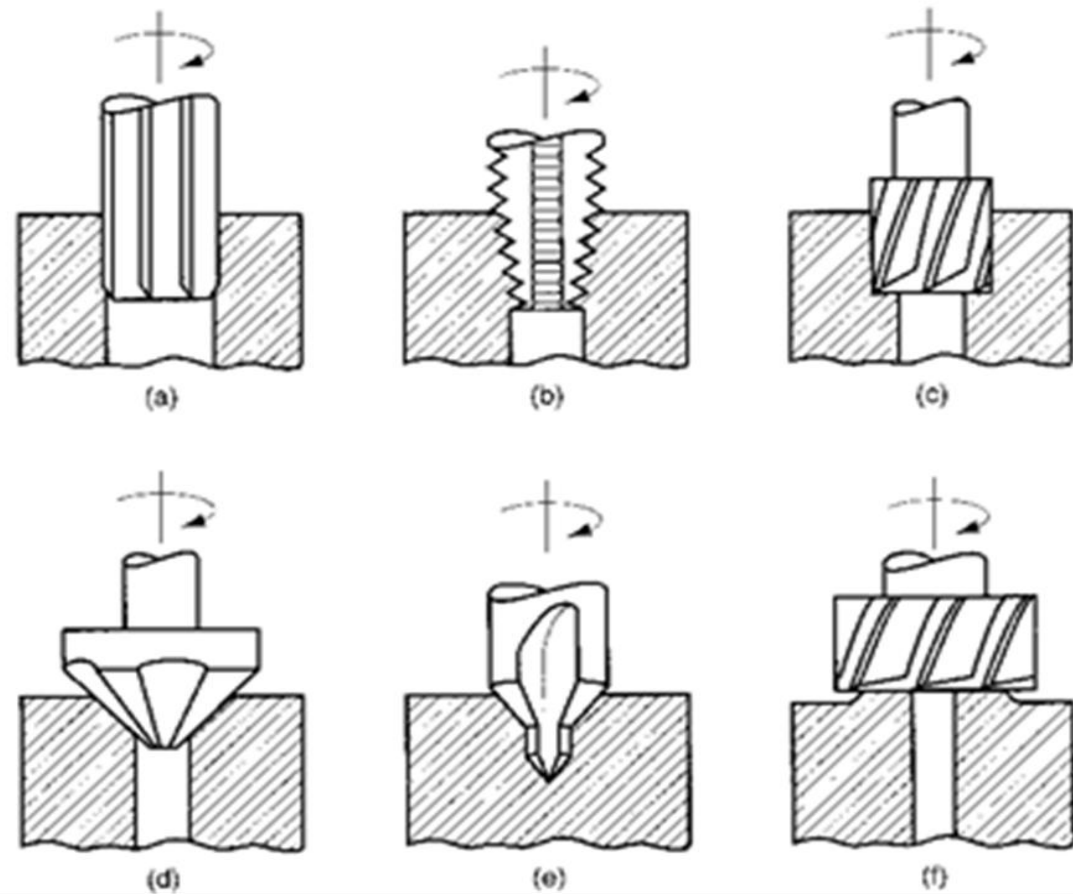
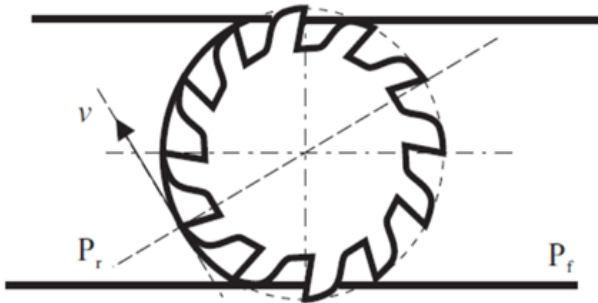
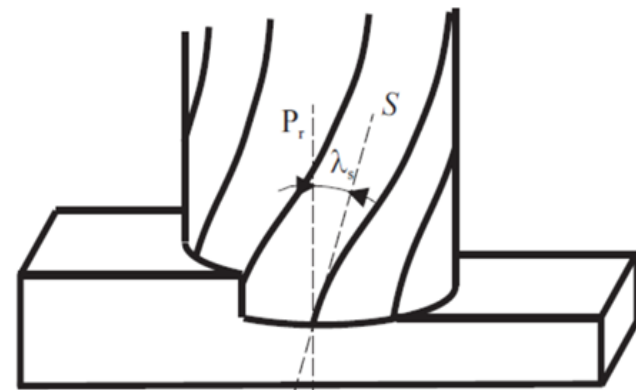
Hay disponibles varias herramientas de corte para hacer agujeros, pero la broca helicoidal es la más común. Sus diámetros fluctúan desde 0,15 mm hasta brocas de 75 mm. Las brocas helicoidales se usan ampliamente en la industria para producir agujeros en forma rápida y económica. La geometría estándar de la broca helicoidal se ilustra en la figura.

El cuerpo de la broca tiene dos ranuras o canales helicoidales (de la hélice deriva el nombre de broca helicoidal). El ángulo de las ranuras helicoidales se llama ángulo de la hélice, un valor típico tiene alrededor de 30°.



En el fresado, una herramienta giratoria con múltiples filos cortantes se mueve lentamente sobre el material para generar un plano o una superficie recta.

La dirección del movimiento de avance es perpendicular al eje de rotación.



El movimiento de rotación lo proporciona la fresa girar.

Hay varias formas de fresado, siendo las dos básicas el fresado periférico y el fresado de frente como se muestra en la figura (c) y (d).

Operaciones relacionadas con el agujereado

Varias operaciones se relacionan con el agujereado.

Primero debe hacerse un agujero por agujereado y después mortificarse por alguna de estas operaciones.

(a) Escariado. Se usa para: agrandar ligeramente un agujero, suministrar una mejor tolerancia en su diámetro y mejorar su acabado superficial. La herramienta se llama escariador el cual tiene por lo general ranuras rectas.

(b) Roscado interior. Esta operación se realiza por medio de un macho y se usa para cortar una rosca interior en un agujero existente.

(e) Abocardado. En el abocardado se produce un agujero escalonado en el cual un diámetro más grande sigue a un diámetro más pequeño parcialmente dentro del agujero. Se usa un agujero abocardado para asentar las cabezas de los pernos dentro de un agujero de manera que no sobresalgan de la superficie.

(d) Avellanado. Es una operación similar al abocardado salvo que el escalón en el agujero tiene forma de cono para tomillos y pernos de cabeza plana.

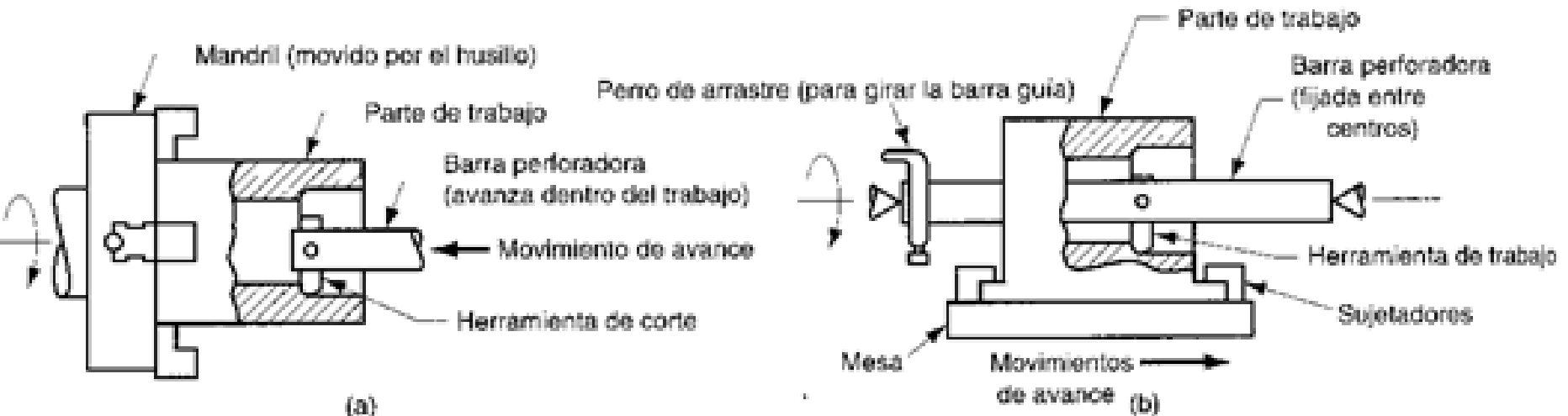
(e) Centrado. También llamado agujereado central, esta operación taladra un agujero inicial para establecer con precisión el lugar donde se perforará el siguiente agujero. La herramienta se llama mecha centradora.

(f) Refrentado. Es una operación similar al fresado que se usa para suministrar una superficie maquinada plana en la parte de trabajo en una área localizada.

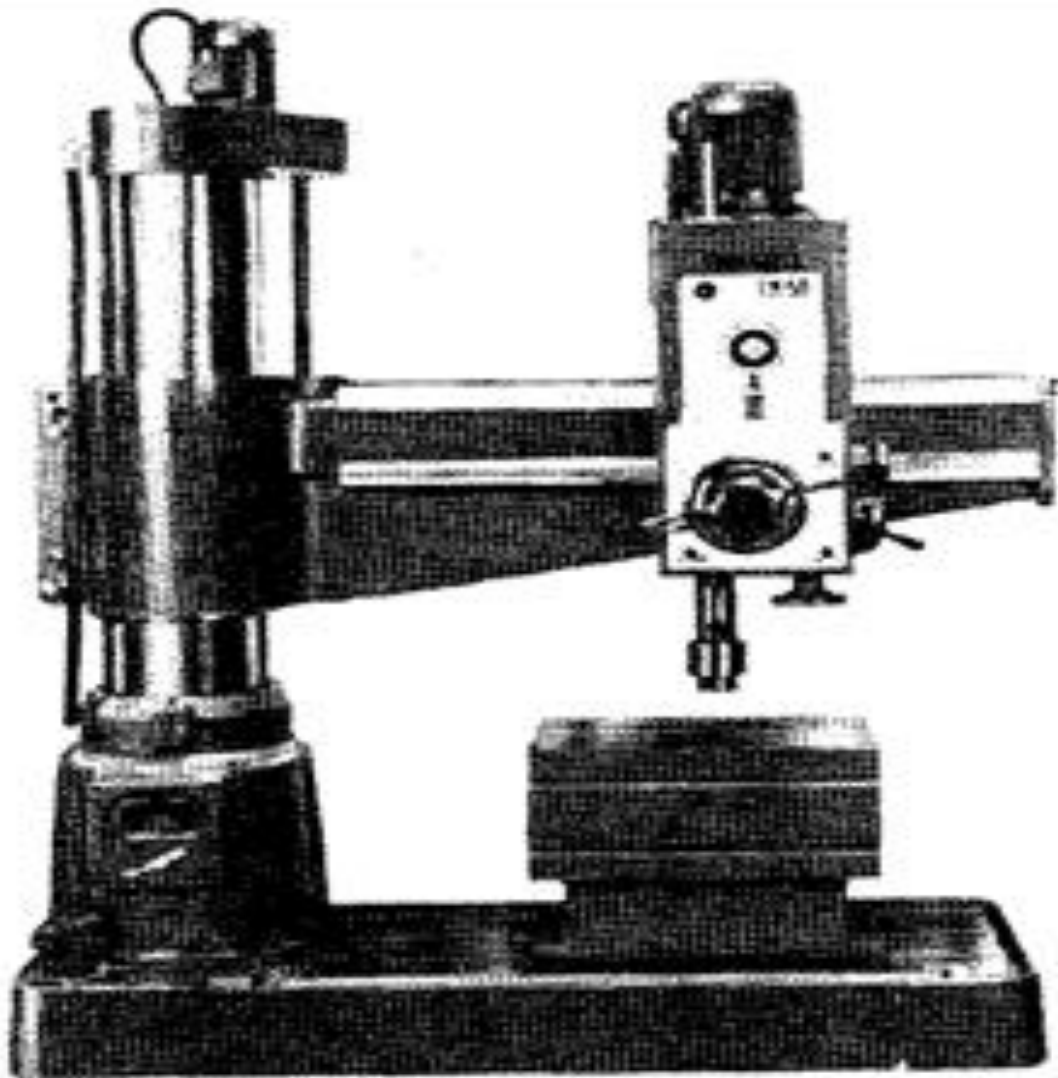
Máquinas perforadoras

El perforado es similar al torneado. Usa una herramienta de punta sencilla contra una pieza de trabajo en rotación. La diferencia es que el perforado se realiza en el diámetro interior de un agujero existente, en lugar del diámetro exterior de un cilindro existente. En efecto, el perforado es una operación de torneado interno.

Las máquinas herramienta usadas para realizar las operaciones de perforado se llaman máquinas perforadoras (también agujereadoras). Se podría esperar que las máquinas perforadoras tuvieran características comunes con las máquinas de torneado; ciertamente, como se indicó antes, los tomos se usan algunas veces para realizar el perforado. Las máquinas perforadoras pueden ser horizontales o verticales. La designación se refiere a la orientación del eje de rotación del husillo de la máquina o de la pieza de trabajo. En una operación de perforado horizontal, la disposición se puede arreglar en cualquiera de dos formas.



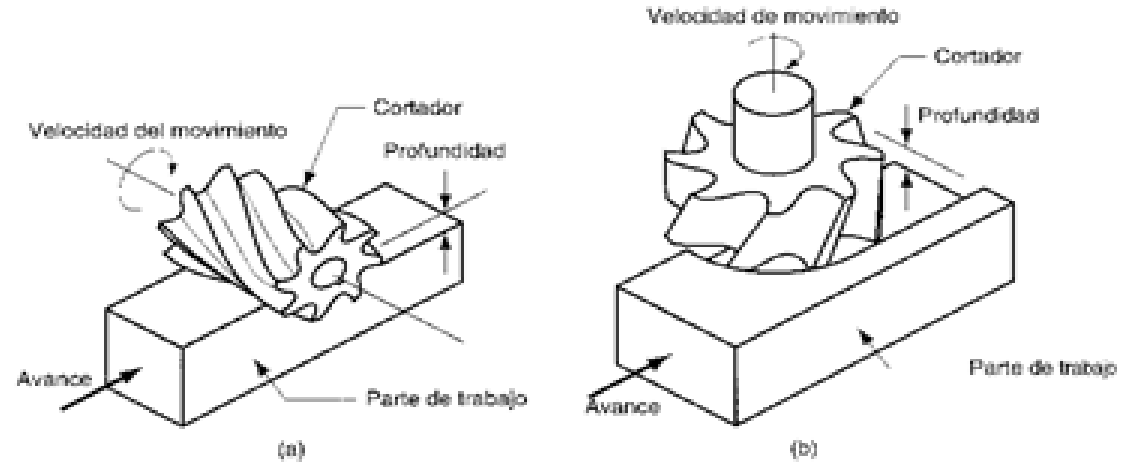
El taladro radial es una perforadora grande diseñado para cortar agujeros en piezas grandes. Tiene un brazo radial a lo largo del cual se puede mover y ajustarse el cabezal del taladro. Por lo tanto, el cabezal puede ponerse en posición a lo largo del brazo en lugares que son significativamente distantes de la columna, lo cual permite acomodar piezas de trabajo grandes



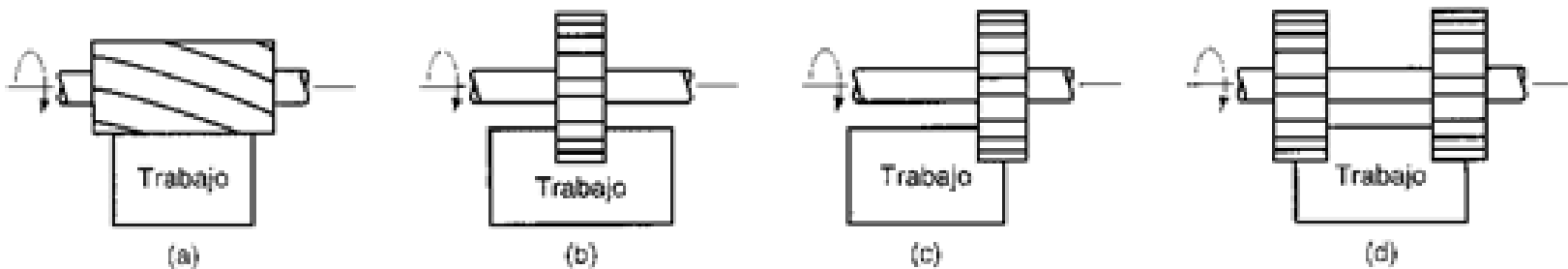
FRESADO: El fresado es una operación de maquinado en la cual se hace pasar una pieza de trabajo enfrente de una herramienta cilíndrica rotatoria con múltiples filos cortantes (en algunos casos raros se usa una herramienta con un solo filo cortante llamado cortador volante).

Hay dos tipos básicos de operaciones de fresado como se muestra en la figura:

- (a) fresado periférico y
- (b) fresado en las caras.



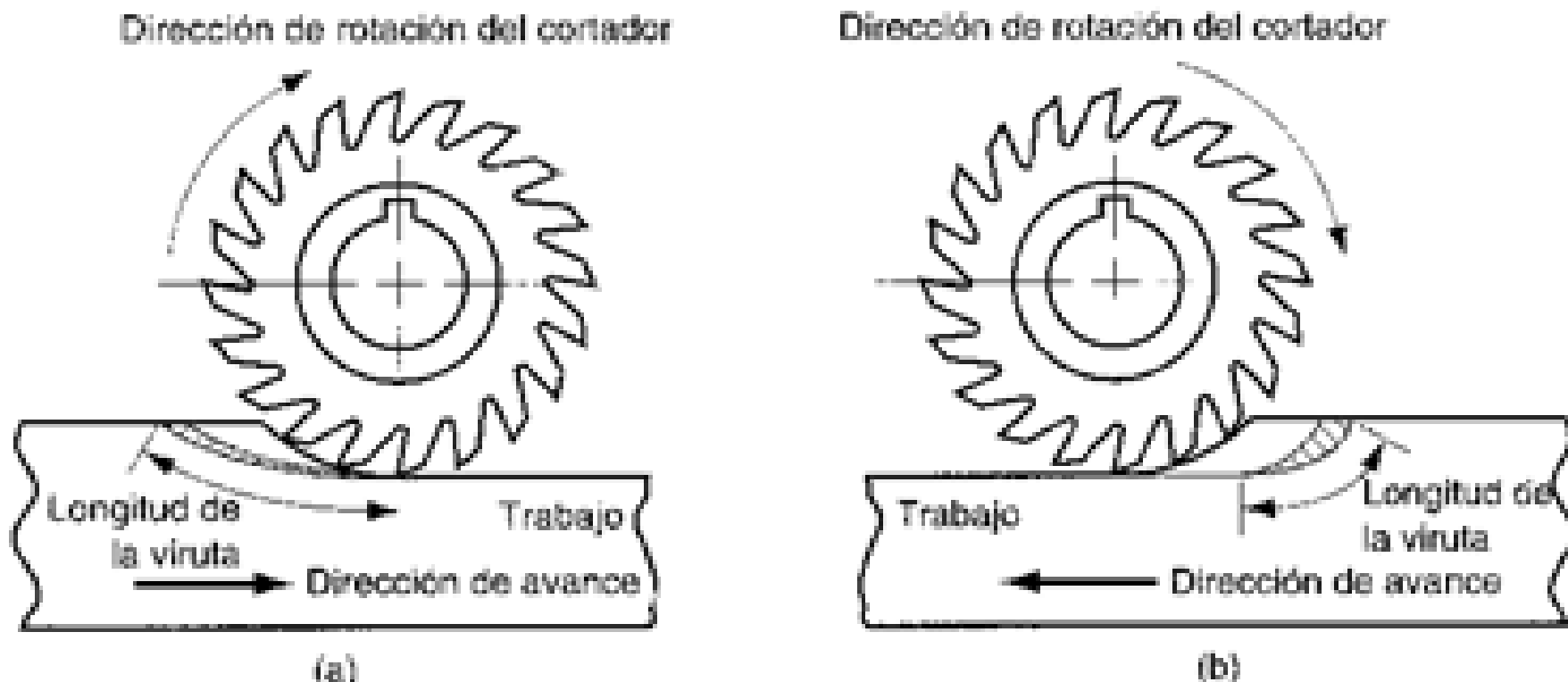
Hay varios tipos de fresado periférico: (a) fresado de placa, la forma básica de fresado periférico en la cual el ancho de la fresa se extiende más allá de la pieza de trabajo en ambos lados; (b) ranurado, también llamado fresado de ranuras, en el cual el ancho de la fresa es menor que el ancho de la pieza de trabajo, creando una ranura en el trabajo (cuando la fresa es muy delgada se puede usar esta operación para tallar ranuras angostas o para cortar una pieza de trabajo en dos, llamado fresado aserrado); (c) fresado lateral, en el cual la fresa maquina el lado de una pieza de trabajo; y (d) fresado paralelo simultáneo, el cual es el mismo que el fresado natural, excepto que el corte tiene lugar en ambos lados del trabajo



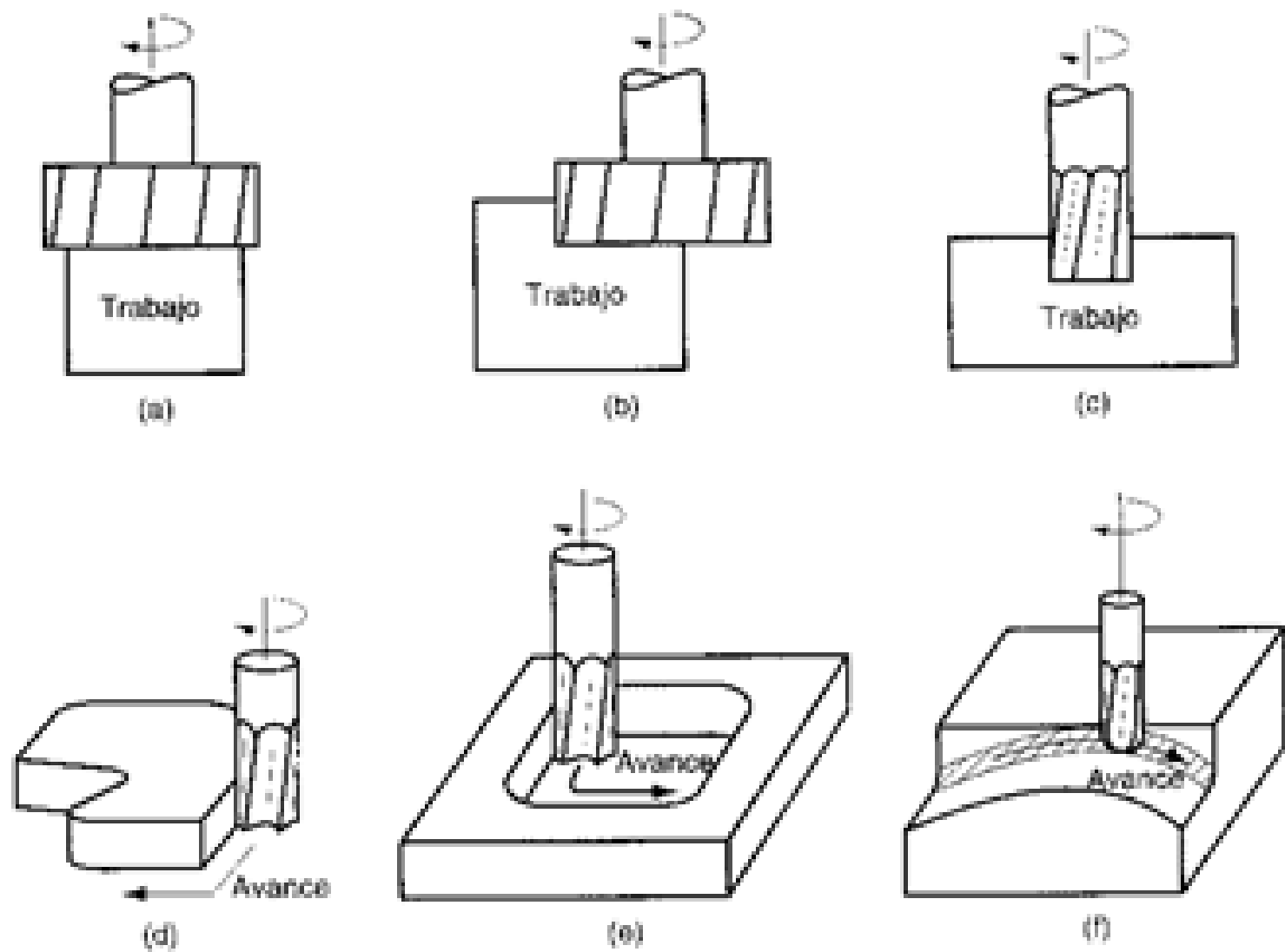
En el fresado periférico hay dos direcciones opuestas de rotación que puede tener la fresa con respecto al trabajo. Estas direcciones distinguen dos formas de fresado, fresado ascendente y fresado descendente que se ilustran en la fig. 42.

En el fresado ascendente, también llamado fresado convencional, la dirección del movimiento de los dientes de la fresa es opuesto a la dirección de avance cuando cortan el trabajo. Es decir, cortan "contra el avance".

En el fresado descendente, también llamado fresado tipo escalamiento, la dirección del movimiento de la fresa es la misma que la dirección de avance cuando los dientes cortan el trabajo. Es un fresado "con el avance".



Fresado frontal: En el fresado frontal, el eje de la fresa es perpendicular a la superficie de trabajo y el maquinado se ejecuta por los bordes o filos cortantes del extremo y la periferia de la fresa. Cuando el diámetro de la fresa es más grande que el ancho de la pieza de trabajo, de tal manera que la fresa sobrepasa al trabajo en ambos lados, se denomina fresado frontal convencional



Fresas

La clasificación de las fresas como se les conoce comúnmente, está muy asociada con las operaciones de fresado que acabamos de describir. Los tipos de fresas incluyen los siguientes:

fresas planas: Éstos se usan en el fresado periférico de planchas, son fresas cilíndricas con varias filas de dientes. Los bordes cortantes se orientan por lo general en un ángulo de hélice para reducir el impacto de la entrada en el trabajo.

fresas formadoras: En estos cortadores periféricos, los bordes cortantes tienen un perfil especial que imparten el trabajo. Una aplicación importante está en la fabricación de engranes, en el cual la fresa formadora tiene una forma que corta las ranuras entre los dientes adyacentes de los engranes, formando de esta manera la geometría del diente del engrane.

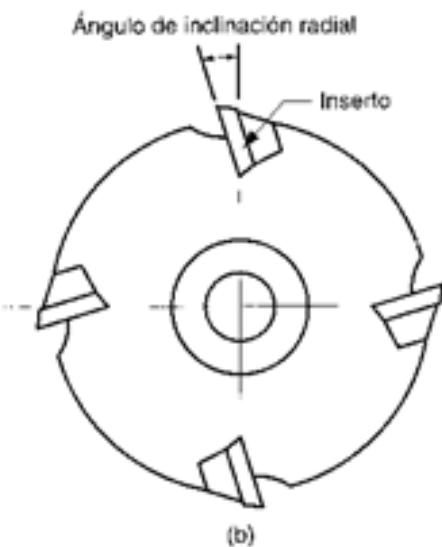
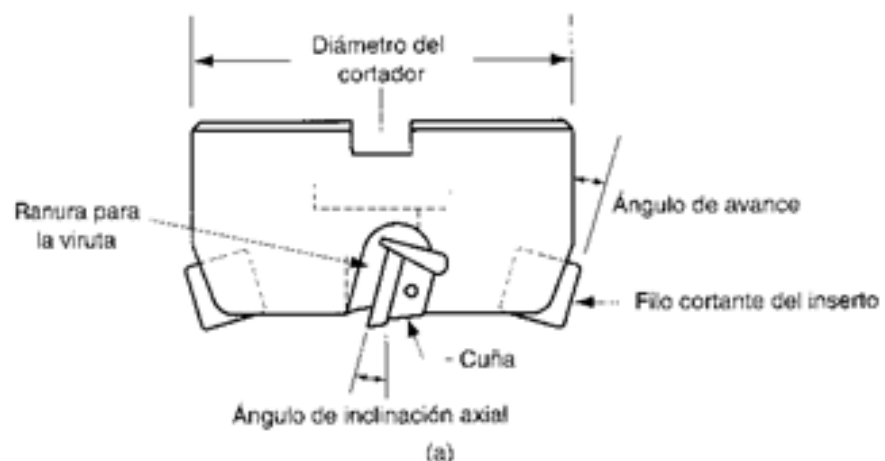
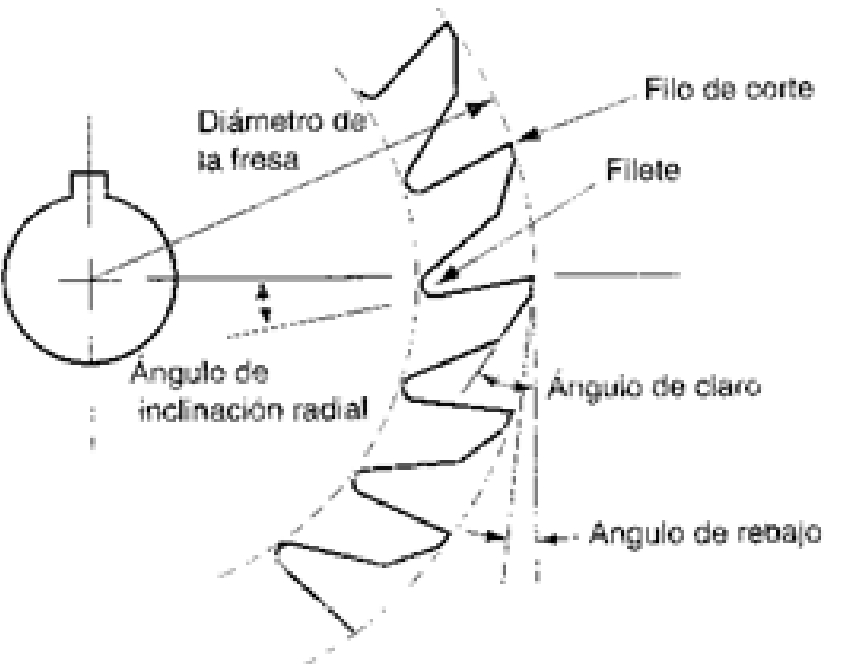
fresas frontales: Éstos se diseñan con dientes que cortan tanto lateralmente como en la periferia de la fresa. Las fresas frontales se pueden hacer de acero de alta resistencia al desgaste, o se pueden diseñar para usar insertos de carburo.

fresa terminal: una fresa terminal se parece a una broca, pero si la observamos con más atención está diseñada para un corte primario con los dientes periféricos más que con su extremo -una broca corta solamente en su extremo al penetrar en el trabajo.

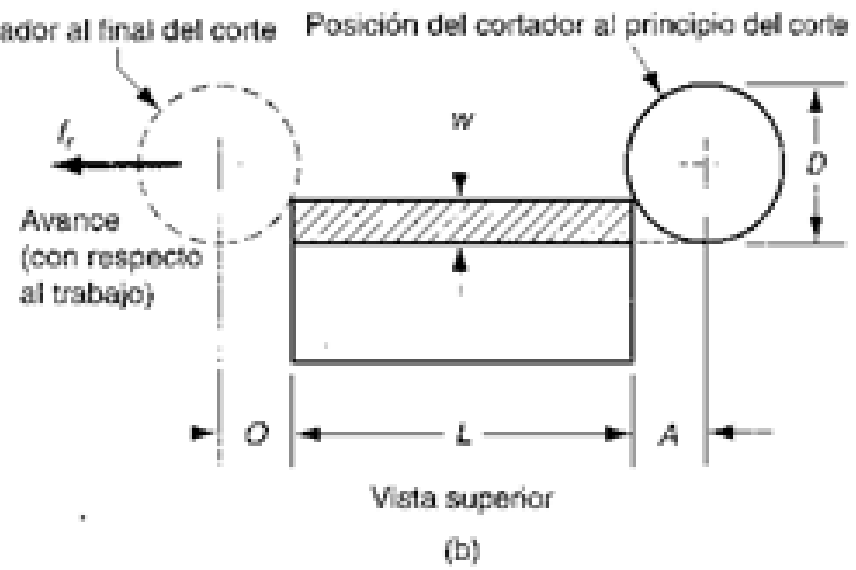
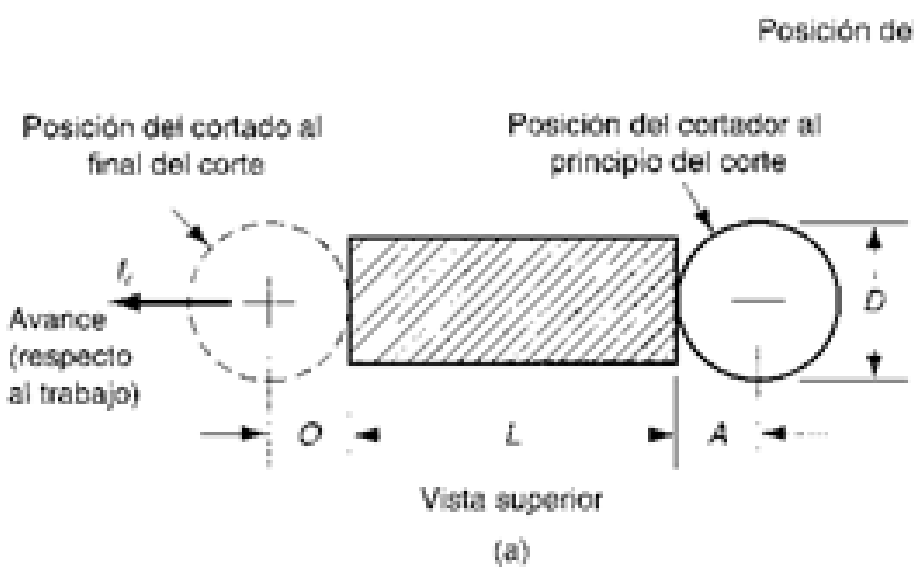
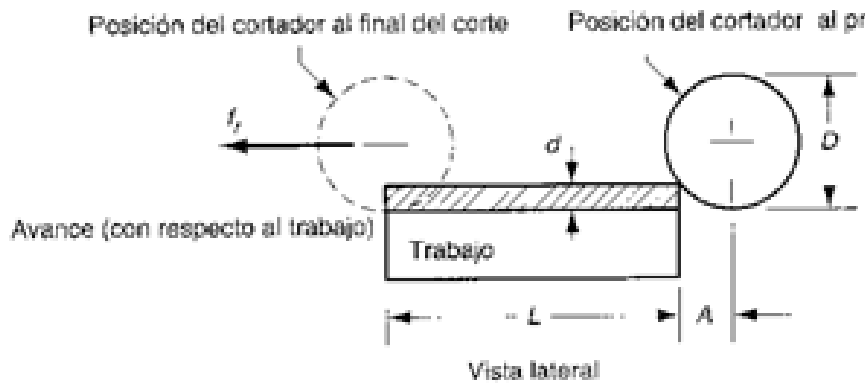
Las fresas terminales se diseñan con extremos cuadrados, extremos con radio y extremos de bola.

Los extremos pueden usarse para fresado frontal, fresado de perfiles y cavidades, cortar ranuras, grabar, fresar contornos de superficies y tallar dados.

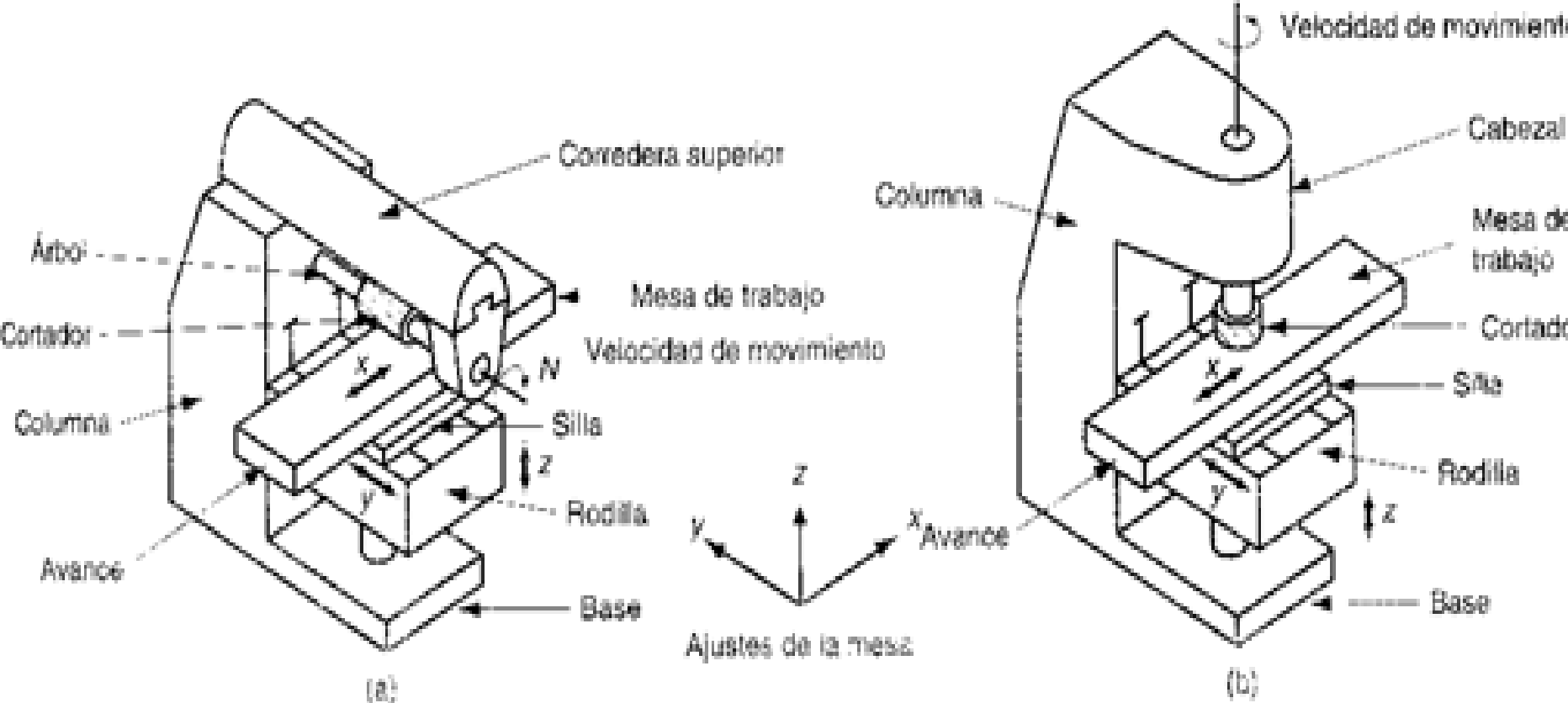
Condiciones de corte en fresado: La velocidad de corte se determina con el diámetro exterior de la fresa. Ésta se puede convertir a la velocidad de rotación del husillo usando una fórmula que por ahora nos debe ser familiar

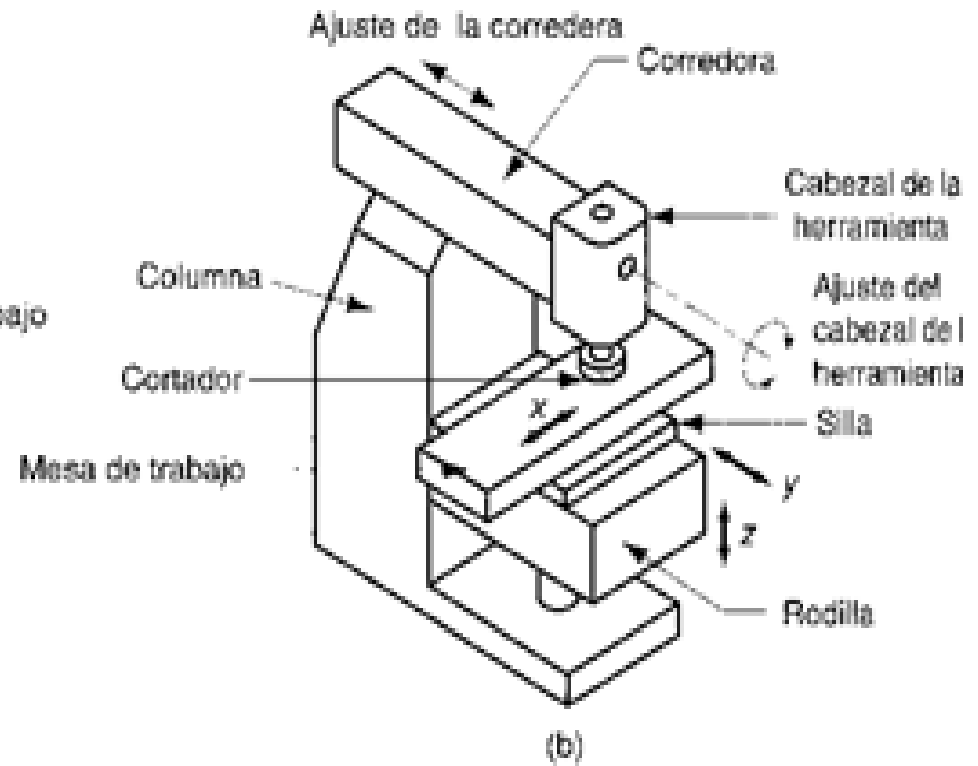
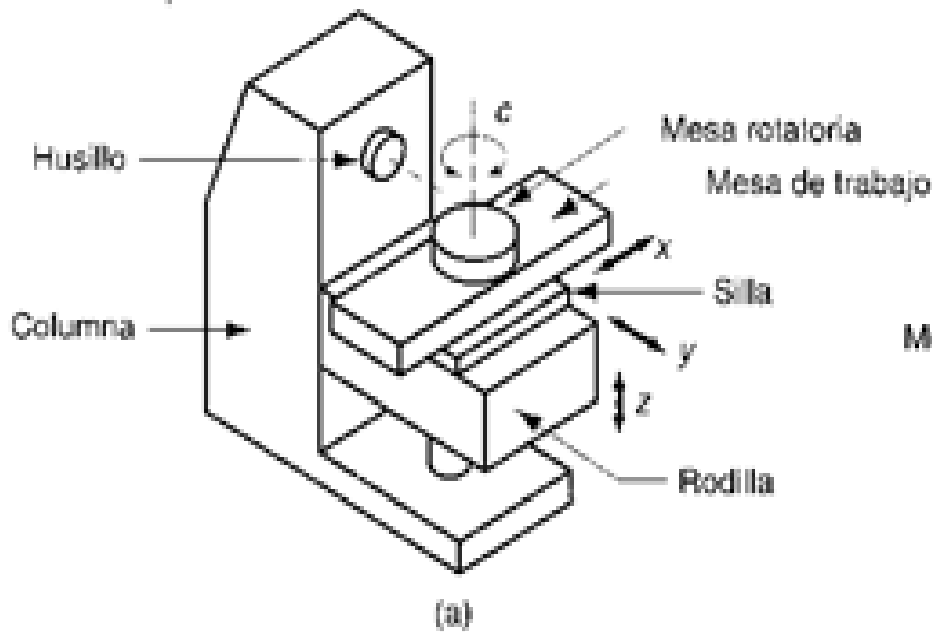


Para el fresado frontal es costumbre dejar para la aproximación la distancia A más una distancia O, que representa la profundidad de desbaste inicial. Hay dos casos posibles, como se muestra



Máquinas fresadoras de rodilla y columna: La máquina fresadora de rodilla y columna es la máquina herramienta básica para fresado. Deriva su nombre del hecho que sus dos principales componentes son una columna que soporta el husillo y una rodilla (se parece a una rodilla humana) que soporta la mesa de trabajo. Se puede disponer de máquinas horizontales o verticales, como se ilustra en la fig. 48. En la versión horizontal, un árbol soporta generalmente a la fresa. El árbol es básicamente una flecha que sostiene la fresa y se acciona mediante el husillo principal. En las máquinas horizontales se provee un brazo para sostener el árbol. En las máquinas de rodilla y columna verticales las fresas se pueden montar directamente en el husillo principal.





Otra máquina especial es la fresadora con corredera en la cual el cabezal de la herramienta que contiene el husillo, se localiza sobre el extremo de una corredera horizontal; la corredera se puede ajustar hacia dentro y hacia fuera sobre la mesa de trabajo para dirigir la fresa hacia el trabajo.

El cabezal de la herramienta se puede girar también para lograr una orientación angular de la fresa hacia el trabajo. Estas características aportan considerable versatilidad en el maquinado de varias formas de trabajo

Fresadora tipo bancada: Las máquinas fresadoras tipo bancada se diseñan para la producción en masa. Están construidas con mayor rigidez que las máquinas de rodilla y columna, y permiten las velocidades de avance más críticas y las profundidades de corte que se necesitan para las altas velocidades de remoción de material.

