

➤ Tiempos de corte para trabajo con máquinas herramienta

Una aplicación muy útil de los datos estándar es el cálculo de tiempos de corte para trabajo con máquinas herramientas. A continuación se describe los procedimientos para este tipo de trabajos.

➤ Trabajo con taladros

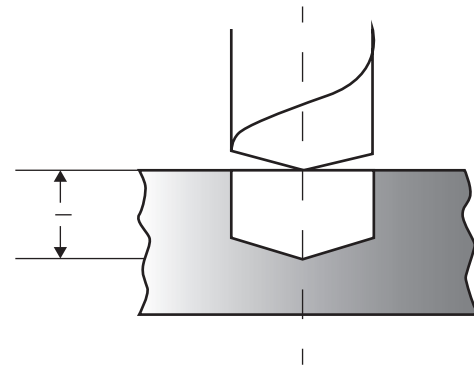
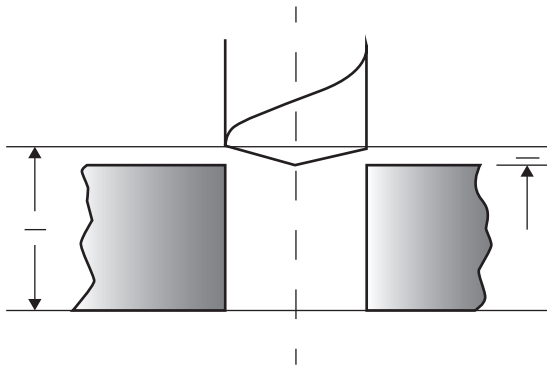
Se presentan dos casos:

**A.** Realizar una perforación, atravesar por completo la pieza.

Para los cálculos, debe añadirse al espesor de la pieza a taladrar, la saliente de la punta de la broca, lo que integra la longitud total que la broca debe recorrer.

**B.** Hacer un barreno ciego, en este caso la distancia que recorre el cortador no requiere considerar la saliente de la punta de la broca.

Para los cálculos se utilizan las siguientes fórmulas:



$$l = \frac{r}{\tan A}$$

Donde:

$l$  = Saliente de la punta de la broca

$r$  = Radio de la broca

$A$  = La mitad del ángulo en la punta de la broca

$$F = \frac{318.31 (f) (S)}{D}$$

Donde:

F = avance en m/mm

f = alimentación en mm / rev.

S = velocidad periférica de corte en m / min

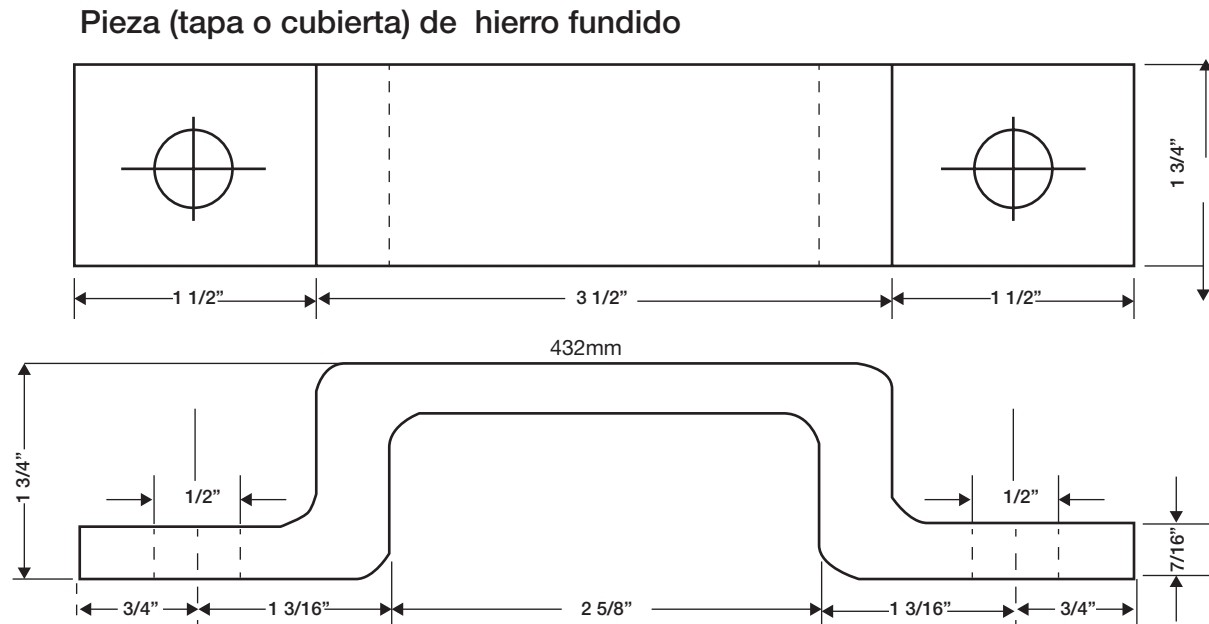
D = diámetro de la broca en mm

Las revoluciones por min se calculan con:

$$N = \frac{318.31 S}{D}$$

Ejemplo a partir de datos de la tabla siguiente:

Calcular el tiempo de barrenado de la pieza de la figura:



**TABLA 18–9**  
**Datos estándar**

<i>Aplicación:</i> Taladro vertical Allen de un solo husillo de 17 plg.	
<i>Tamaño del trabajo:</i> Trabajo pequeño—hasta de 2 kg de peso y tal que dos o más piezas puedan sostenerse en cada mano.	
<i>Elementos de preparación</i>	<i>Minutos</i>
A. Estudiar el dibujo .....	1.25
B. Ir por el material y las herramientas, y regresar y colocarse en posición para trabajar .....	3.75
C. Ajustar la altura de la mesa .....	1.31
D. Arrancar y parar la máquina .....	0.09
E. Inspeccionar la primer pieza (incluye el tiempo normal de espera al inspector) .....	5.25
F. Llevar la cuenta de la producción y anotarla en el registro .....	1.50
G. Limpiar la mesa y la plantilla .....	1.75
H. Montar la broca en el husillo .....	0.16
I. Quitar la broca del husillo .....	0.14
<i>Elementos para cada pieza</i>	
1. Rectificar broca (a prorrata) .....	0.78
2. Montar broca en husillo .....	0.16
3. Montar broca en husillo (portabrocas de cambio rápido) .....	0.05
4. Preparar el husillo .....	0.42
5. Cambiar la velocidad del husillo .....	0.72
6. Quitar la herramienta del husillo .....	0.14
7. Quitar la herramienta del husillo (portabrocas de cambio rápido) .....	0.035
8. Tomar la pieza y colocarla en la plantilla	
a. En sujetador de acción rápida .....	0.070
b. Con tornillo de mariposa .....	0.080
9. Quitar la pieza de la plantilla	
a. De sujetador de acción rápida .....	0.050
b. De tornillo de mariposa .....	0.060
10. Colocar en posición la pieza y acercar el taladro .....	0.042
11. Avanzar la broca .....	0.035
12. Sacar la broca .....	0.023
13. Retirar el taladro, recolocar la pieza y avanzar el taladro (mismo husillo) .....	0.048
14. Retirar el taladro, recolocar la pieza y avanzar el taladro (husillo adyacente) .....	0.090
15. Montar el buje de la broca .....	0.046
16. Quitar el buje de la broca .....	0.035
17. Dejar a un lado la pieza .....	0.022
18. Quitar virutas de la plantilla y de la pieza, y dejar a un lado ésta .....	0.081
19. Revisar la pieza con el calibrador .....	0.12
por agujero	

Fuente: Niebel B., *Ingeniería industrial. Métodos, tiempos y movimientos*, 9a. ed., Alfaomega, México, 1996, p. 499.

De tabla anterior se seleccionan los elementos correspondientes a las actividades de preparación, cabe destacar que no se incluyen los elementos no requeridos por la operación:

Letra	Descripción	Tiempo
B	Ir por material y herramientas, regresar y colocarse en posición para trabajar	3.75
C	Ajustar altura de la mesa	1.31
D	Arrancar y parar máquina	0.09
F	Llevar la cuenta de la producción y anotar en registro	1.5
G	Limpiar mesa y plantilla	1.75
H	Montar broca en husillo	0.16
I	Quitar broca de husillo	0.14
	Tiempo total de preparación	8.7 min

Para las actividades de manipulación por pieza se seleccionaron los elementos:

Núm	Descripción	Tiempo
8	Tomar pieza, colocar en plantilla (prensa de acción rápida)	0.070
9	Quitar pieza de plantilla (prensa de acción rápida)	0.050
10	Colocar pieza y avanzar taladro	0.042
13	Retirar taladro, recolocar pieza y avanzar taladro	0.048
12	Retirar taladro	0.023
17	Colocar pieza a un lado	0.022
19	Revisar pieza con calibrador (una de cada diez)	0.012
1	Afilas broca (una vez cada 100 piezas)	0.008
2	Fijar broca en husillo (una vez cada 100 piezas)	0.002
6	Quitar broca de husillo (una vez cada 100 piezas)	0.001
	Tiempo total de manipulación por pieza	0.278

### Cálculo del tiempo de taladrado o barrenado:

Para el barrenado de 13 mm en una pieza de hierro colado en tablas se recomienda una velocidad periférica de corte de 30 m /min y una alimentación de 0.2 mm / rev.

Con estos datos se calculan:

Las revoluciones por minuto.

$$N = \frac{318.31 (30)}{13} = 735 \text{ RPM}$$

El taladro tiene velocidades disponibles de 600 y 900 RPM, se selecciona la menor por razones de seguridad.

El avance por minuto.

$$\begin{aligned} F &= (600)(0.2) \\ &= 120 \text{ mm / min} \end{aligned}$$

La longitud de barrenado

$$\begin{aligned} L &= 11\text{mm} + l \\ l &= (13/2)/\tan 59 \\ &= 4 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} L &= 11 + 4 \\ &= 15 \text{ mm} \end{aligned}$$

El tiempo de maquinado para los dos barrenos es:

$$T = \frac{(30) 2}{120} = 0.25 \text{ min}$$

A los tiempos calculados se les asignan los suplementos correspondientes:

Necesidades personales	5%
Fatiga	4%
Demoras o proceso	6%

Obteniendo:

$$\text{Tiempo de preparación} = 8.7 [(100\%+5\%+4\%)/100] = 9.483 \text{ min/turno}$$

$$\text{Tiempo de manipulación por pieza} = 0.278 (1.09) = 0.303 \text{ min/pza}$$

$$\text{Tiempo de maquinado} = 0.25 (1.11) = 0.275 \text{ min / pza}$$

$$\text{Tiempo estándar por pza.} = 0.303 + 0.275 = 0.578 \text{ min / pza}$$

Para el cálculo del tiempo estándar en este ejemplo, sólo se considera el tiempo de maquinado y el tiempo de manipulación por pieza. Cabe aclarar que el tiempo de preparación es para todas las piezas que se produzcan en el día, por lo que si la producción cambiara,

el tiempo de preparación por pieza también cambiaría. Por lo tanto, el tiempo de preparación se descontará del tiempo de la jornada para calcular el número de piezas producidas.

La producción estándar por turno es:

$$\frac{480 \text{ min} - 9.483}{0.578 \text{ min / pza}} = 814 \text{ pzs / turno}$$

Si la producción real es 1000 pzs/turno con un salario de \$12.00/hr, el rendimiento del operario es:

$$\frac{1000 \times 100}{814} = 123\%$$

Si se paga al operario por rendimiento, su ingreso diario es:

$$\$12/\text{hr.} \times 8 \text{ hrs.} \times 123\% = \$118.08$$

El costo de mano de obra real por pieza es:

$$\$118.08 / 1000 = \$0.118 / \text{pza}$$

El costo estándar de mano de obra es:  $\$12/\text{hr} \times 8 \text{ hrs} / 814 = \$0.118 / \text{pza}$ .

El precio de venta básico con costos de clase mundial debería ser:

$$\$0.118 / .08 = \$1.475 / \text{pza}$$

Por lo que se puede observar que si se le paga al operario por rendimiento, tanto la empresa como el operario se benefician.

### Cálculo de tiempos de fresado

Para este tipo de trabajo es necesario considerar las ecuaciones empleadas en el taladrado y

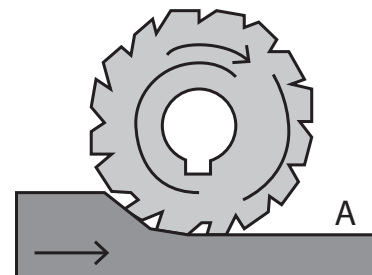
$$\text{Avance: } F = f n_t N$$

Donde:

$f$  = alimentación por diente

$n_t$  = número de dientes del cortador

$N$  = revoluciones por minuto del cortador



**Fresado convencional**

### Ejemplo

Supóngase que a una pieza de 200 mm de longitud se requiere hacer un desbaste de 6 mm, en este caso se utiliza un cortador de 100 mm de diámetro con 22 dientes, la alimentación por diente es de 0.2 mm y una velocidad periférica de corte de 20 m / min. ¿Cuál será el tiempo del maquinado?

Las revoluciones recomendadas se calculan con:

$$N = \frac{318.31 (20)}{100} = 63 \text{ RPM}$$

Si la fresadora tiene disponibles RPM entre 50 y 60, se selecciona la velocidad de 60 RPM, con esto el avance es:

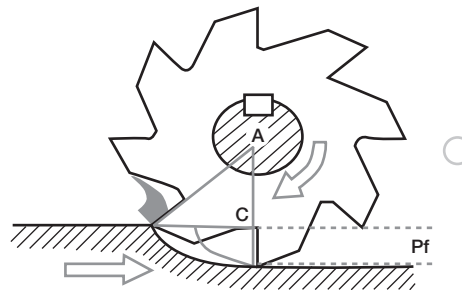
$$F = (0.2)(22)(60) = 264 \text{ mm / min}$$

El tiempo de corte es:

$$T = L / F$$

Donde:

$$L = \text{Longitud a fresar} = \text{Distancia de entrada} + \text{longitud a desbastar}$$



En la figura anterior se observan tres segmentos donde:

AB = Radio de la fresa

AC = Radio de la fresa – Profundidad del corte

BC = Distancia de entrada

Aplicando el Teorema de Pitágoras tenemos:

$$AB^2 = AC^2 + BC^2$$

Despejamos la distancia de entrada BC y tenemos:

$$BC^2 = AB^2 - AC^2$$

$$BC = \sqrt{AB^2 - AC^2} = \sqrt{100^2 - [(100 - 6)]^2} = 34.11 \text{ mm}$$

### ACTIVIDAD

Revisa el ejemplo de cálculo de tiempo de maquinado en fresadora que se encuentra en la página web.

$$L = \text{distancia de entrada} + \text{longitud a desbastar: } 34.11 + 200 = 234.11 \text{ mm}$$

$$T = 234.11 = 0.886 \text{ min} / \text{pza.} = 0.0144 \text{ hrs} / \text{pza}$$

264

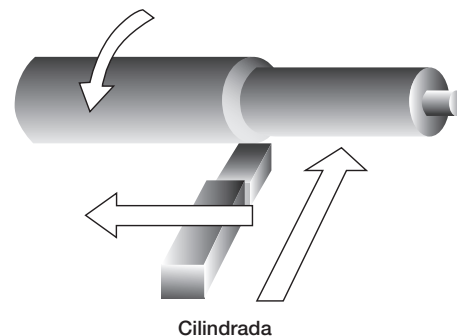
Adicional a este tiempo es necesario considerar los tiempos de manipulación por pieza y el de preparación, así como los suplementos correspondientes para establecer el estándar de maquinado.

### « Cálculos de tiempos de torneado

Para trabajo con tornos se usan las mismas fórmulas de taladrado con las consideraciones adecuadas.

El torno es una máquina en la que el movimiento de rotación lo recibe la pieza y el de translación la herramienta que corta el material a trabajar.

En esta máquina debemos de calcular los tiempos de mecanizado de cada una de las operaciones de corte, y luego sumarmas para obtener el tiempo total del mecanizado de una pieza.



El tiempo del cilindrado es el tiempo que tardamos en dar una pasada a una pieza con el carro longitudinal. Conociendo el avance que lleva la herramienta por vuelta, calculamos las RPM que necesitamos para que la cuchilla dé una pasada.

Por ejemplo, para un cilindrado de 150 mm de longitud de una barra de acero suave de 38 mm de diámetro para la que se recomienda una alimentación 0.04 mm / rev y una velocidad de corte de 110 m / min:

$$\begin{aligned} \text{RPM} &= 318.31 \times 110 / 38 \\ &= 921 \text{ RPM} \end{aligned}$$

En la máquina se selecciona una velocidad de 900 RPM que es la más cercana disponible, el avance por minuto se calcula:

$$F = 900 \times 0.04 = 36 \text{ mm} / \text{min}$$

El tiempo de cilindrado es, considerando una distancia de acercamiento del cortador de 3mm:

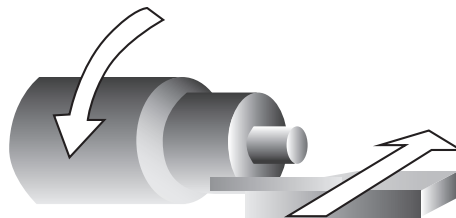
$$T_c = (150 \text{ mm} + 3 \text{ mm}) / 36 = 4.25 \text{ min. por pasada}$$



**Tiempo de refrentado.** Es el tiempo que tardaríamos en mecanizar la cara frontal de la pieza, hay que tomar en cuenta que la herramienta no trabaja todo el diámetro de la pieza, sino sólo el radio (dado que la pieza es la que gira). Esta operación se realiza con el carro transversal. Ejemplo: para refrentar la pieza anterior, el tiempo de refrentado queda:

$$Tr = ((38\text{mm})/2 + 3\text{mm}) / 36 \text{ mm / min} = 0.61 \text{ min por pasada}$$

A estos tiempos se agregan los tiempos requeridos de preparación y retiro y los de manipulación por pieza como en los casos anteriores.



Refrentado