



Piense en **confianza**, piense en **HSS**

TALADRADO

## **HERRAMIENTAS DE TALADRADO**

- 2 Esquema de una broca
- 3 ¿Qué tipo de HSS para el máximo rendimiento?
- 4 Tratamientos superficiales para el mejor rendimiento
- 5 Vocabulario
- 6 Elija el largo de corte optimo
- 7 Elija el diseño correcto
- 8 Otros diseños de brocas
- 9 Espesor del alma
- 10 Diferentes ángulos de hélice
- 11 Ángulos de punta
- 12 Ejemplos de diseños de la punta
- 13 Ejemplos de aguzados de la punta
- 14 Ventajas del aguzado

15 Tipos de brocas

16 Exactitud y centrado del agujero

17 Sujeciones de la broca

## **PROCESO DE TALADRADO**

18 Fundamentos del taladrado

19 Velocidades de corte típicas

20 Avances

21 Refrigeración y evacuación de la viruta

22 Brocas con agujero de refrigeración

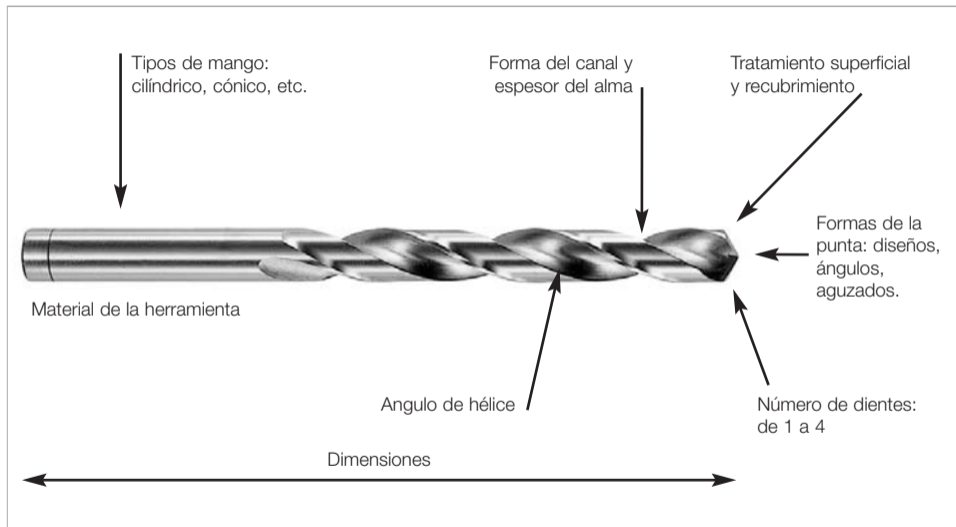
23 Como controlar el desgaste

24 Información que aporta la viruta

25 Resuelva sus problemas de taladrado

26 Consejos para condiciones especiales de taladrado

27 Formulas útiles para taladrado



**CONSEJO DEL  
FABRICANTE**

*Descubra el  
rendimiento de las  
brocas recubiertas*

*HSS-PM,  
especialmente  
cuando fallan  
las brocas  
de metal duro*

**HSS**

- Para uso general

**HSS-E**

5% cobalto

- Elección básica para aplicaciones industriales

**HSS-E**

8% cobalto

- Para taladrado de materiales difíciles de mecanizar

**HSS-PM**

(pulvimetalúrgico)

- Para mecanización de alto rendimiento
- Combina el rendimiento del metal duro con la tenacidad del HSS

**Fundición gris**

**CASO PRACTICO**

Operación

Herramienta

Datos de corte

Vida de la herramienta

Coste por agujero

- Taladrado de agujeros  $\varnothing$  8,25 mm, profundidad 80 mm

- Broca HSS-PM recubierta

- $v_c$  60 m/min,  $f_z$  0,25 mm /rev.

- **Más del doble** comparado con metal duro (812 agujeros contra 375)

- La mitad comparado con el metal duro

#### CONSEJO DEL FABRICANTE

*La evacuación de viruta es más fácil con brocas recubiertas, debido a la menor fricción y al incremento en los datos de corte*

*Los recubrimientos DLC pueden usarse también para taladrar materiales no ferrosos.*

### Oxidación al vapor

- Tratamiento superficial común
- Solo para materiales ferrosos

### Nitruro

- Uso poco frecuente
- Para fundición y aluminio

### TiN Dorado

- Recubrimiento convencional multipropósito
- Eficiente en costo
- Rendimiento medio

### TiCN Gris-violeta

- Alta resistencia al desgaste
- Para aceros
- Para cortes interrumpidos en materiales difíciles de mecanizar

### TiAlN o TiAlCN Negro-violeta

- Recubrimiento multipropósito de alto rendimiento, para mayores velocidades de corte
- Para aleaciones ferrosas (aceros, fundiciones), materiales duros y/o abrasivos
- Adecuado para mecanizado en seco

### MoS<sub>2</sub> o WC-C Gris-negro

- Buenas propiedades anti-soldadura, reduce la fricción
- Usado en combinación con otros recubrimientos
- Adecuado para mecanizado en seco

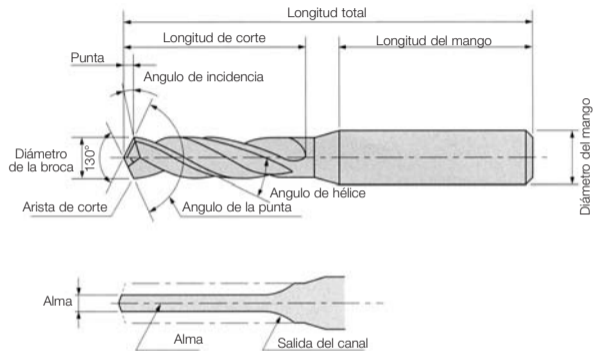
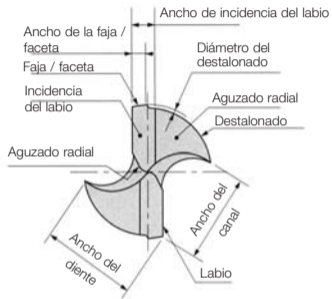
**LA BROCA  
ALREDEDOR  
DEL MUNDO**

*Francés: un foret*

*Alemán: ein Bohrer*

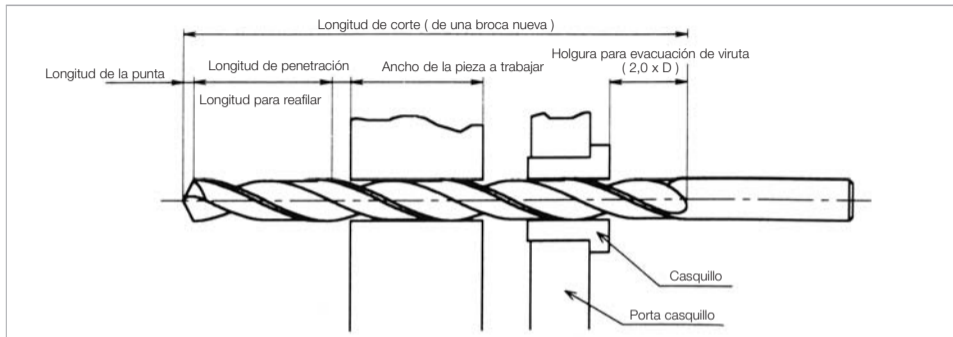
*Italiano: una punta*

*Inglés: a drill*



#### CONSEJO DEL FABRICANTE

*Las brocas largas se deben utilizar solo cuando es estrictamente necesario.*



El largo de corte es uno de los determinantes más críticos de la vida de la herramienta: para una mayor vida de la herramienta, el largo de corte debería ser lo más corto posible. Un largo de corte mayor da lugar a una menor rigidez de la broca, lo cual causa un taladrado inestable.

En la mayoría de operaciones, el largo de corte puede ser calculado de la siguiente forma :

Profundidad del agujero  
+ largo del casquillo  
+ distancia entre el casquillo y la pieza a trabajar  
+ 2x diámetro (holgura para evacuación de viruta)  
+ longitud para reafilar  
+ longitud de penetración

#### CONSEJO DEL FABRICANTE

*Las brocas compactas son también adecuadas para el taladrado de alto rendimiento gracias a sus avanzados diseños, recubrimientos y al PM HSS.*



La más común

#### Broca compacta

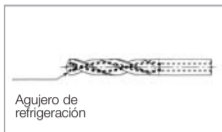
- + Herramientas multipropósito
- + El rango más amplio de diámetros (desde 0,05 hasta 80 mm o superior)
- + Disponible en 4 longitudes: extra corta, corta, larga y extra larga
- + Las herramientas más largas (por ejemplo 1000 mm, en diámetro de 10 mm)



#### Broca con insertos HSS

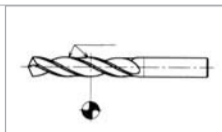
- Para taladrar agujeros grandes, especialmente mayores de 20 mm, o para operaciones combinadas
- + No es necesario su reafilado (insertos desechables)
  - + Portaherramientas multipropósito, para diferentes diámetros de insertos
  - + Punta autocentrante y filos vivos para disminuir los esfuerzos de corte, comparado con los insertos de metal duro
  - + Pueden usarse en planchas superpuestas y agujeros > 50mm
  - Mayor fragilidad y menor eficiencia de coste en diámetros pequeños





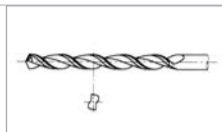
**Broca con agujero de refrigeración**

Para alto rendimiento y taladrado profundo



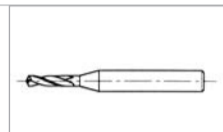
**Broca de doble faceta**

Para mejorar la calidad del agujero



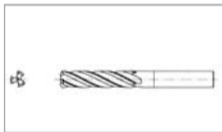
**Broca parabólica**

Para agujeros profundos



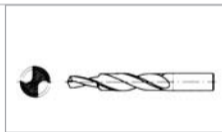
**Broca pivote**

Rigidez incrementada para agujeros de diámetros pequeños



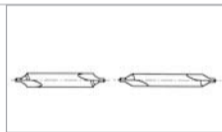
**Broca escariador**

Elección básica para ensanchar un agujero  
Altamente productiva para calidad de agujero IT8



**Broca escalonada**

Para operaciones combinadas en una sola operación



**Broca de centrar**

Para producir los agujeros centrantes necesarios para operaciones de torneado y rectificado



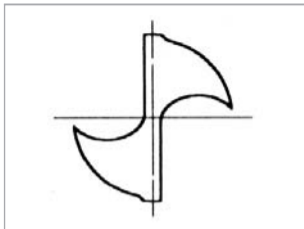
**Broca de puntear**

Para puntear y hacer el chaflán de entrada



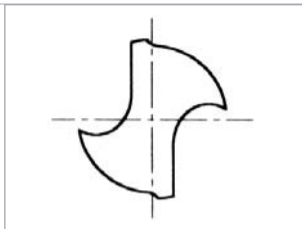
**CONSEJO DEL  
FABRICANTE**

*El alma es  
la columna vertebral  
de la broca*



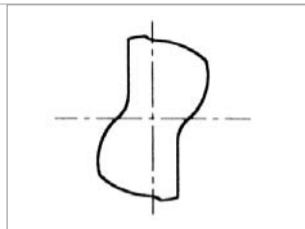
**Convencional**

- Para uso general
- Gran desalajo de viruta
- Espesor del alma pequeño :  
0,10~0,25 D



**Alma reforzada**

- Gran rigidez cuando hay un gran índice de avance.  
Es necesario aguzar para disminuir el esfuerzo de penetración.
- Utilizado para aceros y fundición
- Para taladrado de gran rendimiento y una mayor vida de la herramienta
- Espesor del alma: 0,20-0,35 D

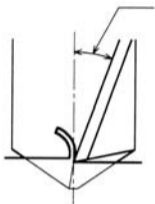


**Tipo parabólico**

- Gran rigidez con desalajo de viruta uniforme
- Utilizado para aleaciones de aluminio y aceros inoxidables
- Larga vida de la herramienta
- Para agujeros profundos, para prevenir roturas de la broca o agujeros curvos.
- Espesor del alma: 0,30-0,45 D

**CONSEJO DEL  
FABRICANTE**

*No olvide que en  
una broca el ángulo  
de hélice  
es el mismo  
que el ángulo  
de corte*



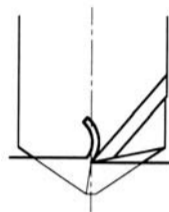
**Angulo de hélice pequeño**

- Uso : materiales duros, bronce, latón  
También recomendado para brocas  
de diámetro pequeño, para mejorar  
la rigidez de la herramienta
- + Incremento de la resistencia del filo  
de corte
  - Incremento de las fuerzas de corte

**30°**

**Angulo de hélice standard**

- Elección básica  
El diseño más común

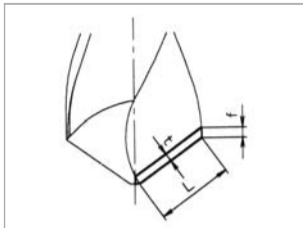


**Angulo de hélice grande**

- Uso : materiales blandos (aluminio,  
cobre)
- + Reducción de las fuerzas de corte
  - Disminución de la resistencia del  
filo de corte

**CONSEJO DEL  
FABRICANTE**

*Las brocas HSS  
ofrecen el mayor  
rango de ángulos de  
la punta: ¡úsalos!*



**Angulo pequeño**

Ángulos pequeños: 90°

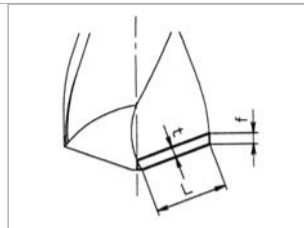
Para materiales blandos

**118°  
o 120°**

**Angulo standard**

Uso general

Nota: el ángulo de la punta influye en el esfuerzo de penetración y torsión así como en el largo del filo de corte y en el grosor de la viruta.



**Angulo grande**

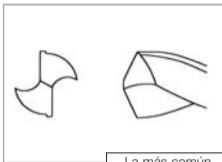
Ángulos grandes: 130°, 135° o 140°

Para materiales duros

Previene la desviación de la broca bajo condiciones de corte especiales (agujeros profundos, agujeros cruzados, agujeros para pasadores, agujeros en ángulo, etc.)

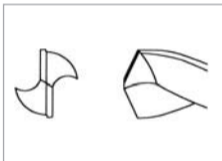
**CONSEJO DEL  
FABRICANTE**

*Aumente la calidad  
y el rendimiento  
del taladrado :  
elija el diseño más  
apropiado de punta*



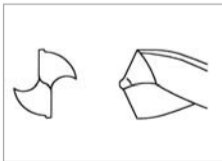
**Cónica**

- Broca convencional
- Uso general



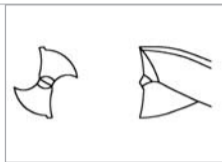
**Cuatro facetas**

- Para agujeros con tolerancias precisas
- Recomendado para agujeros pequeños
- Fácil de reafilarse



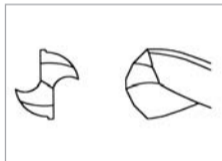
**Espiral**

- Buen centrado
- Reduce la rebaba
- Uso : aluminio



**Punta de centrar**

- Posicionamiento fácil de la broca
- Previene la rebaba y las vibraciones al taladrar chapas finas y tubos
- Uso: aceros estructurales

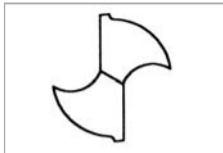


**Doble ángulo**

- Alta resistencia en la esquina del filo
- Uso : material endurecido, material abrasivo y fundición

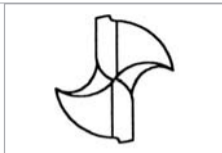
**CONSEJO DEL  
FABRICANTE**

*Las brocas  
avanzadas HSS  
son autocentrantes:  
no se requieren  
brocas de centrado  
previo*



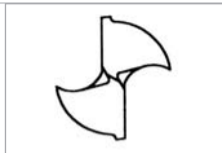
**Sin aguzado**

- Uso general



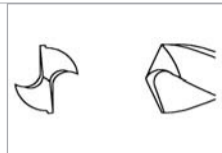
**Tres pendientes**

- Filo de corte preciso
- Para materiales de difícil mecanización o agujeros profundos



**Tipo W**

- Para taladrado fuerte y materiales duros
- Efectivo para prevenir el mellado del filo



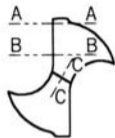
**Punta radial**

- Para taladrado fuerte. Buena acción de taladrado
- Produce viruta corta
- Efectivo para reducir el esfuerzo de penetración

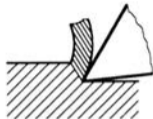
**CONSEJO DEL  
FABRICANTE**

*El aguzado de la punta reduce la fuerza de empuje para unas mejores condiciones de corte, exactitud del agujero y vida de la herramienta*

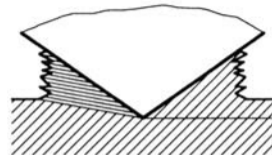
**Geometría standard de la broca (sin aguzado de la punta)**



A-A Sección transversal  
Angulo positivo

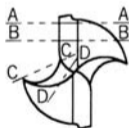


B-B Sección transversal  
Angulo positivo

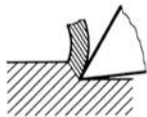


C-C Sección transversal  
No corta, solo deforma

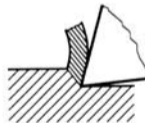
**Geometría avanzada de la broca (con aguzado de la punta)**



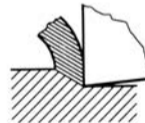
A-A Sección transversal  
Angulo positivo



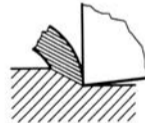
B-B Sección transversal  
Angulo positivo



C-C Sección transversal  
Angulo positivo



D-D Sección transversal  
Angulo positivo



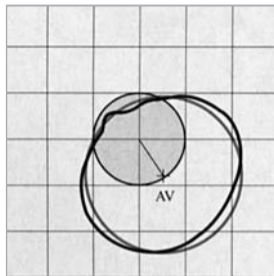
TIPO	ALMA	ANGULO DE HELICE	ANGULO DE LA PUNTA	USO
N	Alma normal	Standard (30°)	Standard (118° o 120°)	Materiales férricos Fundición
H	Alma pequeña	Pequeña (12 o 16°)	Standard (118° o 120°) o grande (130°)	Materiales de viruta corta - Bronce - Latón
W	Alma pequeña	Alta (35-40°)	Grande (130°)	Materiales de viruta larga - Aleaciones de aluminio - Cobre
Parabólica	Alma grande o alma pequeña	Alta (35-40°)	Standard (118-120°) o grande (130°)	Materiales fáciles de mecanizar - Materiales de viruta larga
Gran rigidez	Alma grande	Media (20-35°)	Grande (130°)	Materiales difíciles de mecanizar (aceros inoxidables, aceros resistentes al calor, aceros para muelles)





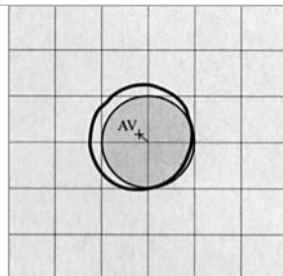
**CONSEJO DEL  
FABRICANTE**

*Mejore la exactitud  
del agujero con  
brocas HSS  
avanzadas*



**Geometría standard**

- Diámetro de la herramienta: 10 mm
- Diámetro del agujero: 10,07 mm
- Centrado pobre: AV 0,15 mm
- IT12



**Geometría avanzada**

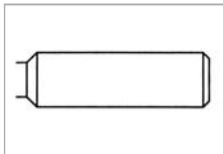
- Diámetro de la herramienta: 10 mm
- Diámetro del agujero: 10,025 mm
- Centrado mejorado: AV 0,045 mm
- IT9

**CONSEJO DEL  
FABRICANTE**

*Las brocas también  
están disponibles :*

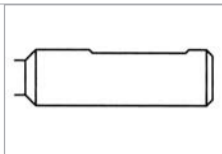
*- con mango  
reforzado para una  
mayor rigidez y  
herramientas  
pequeñas*

*- o con un mango  
menor para tornos  
de barra*



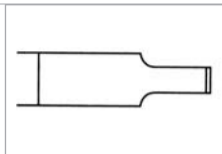
**Mango cilíndrico**

- Elección básica



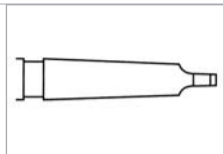
**Mango cilíndrico con  
plano inclinado**

- Para grandes diámetros  
(entre 6-20 mm)
- Para brocas con agujero  
de refrigeración
- Facilita el agarre de la  
broca en el porta brocas



**Mango cilíndrico con  
lengüeta de arrastre**

- Para un cambio rápido  
de la herramienta
- Agarre simple con gran  
rigidez
- Mayor centrado



**Mango cónico con  
lengüeta de arrastre**

- Para grandes diámetros
- Para un cambio rápido  
de la herramienta
- Gran rigidez

**CONSEJO DEL  
FABRICANTE**

*¿Lo sabía?  
Hay agujeros  
taladrados  
en el 75%  
de todas  
las piezas  
mecánicas*

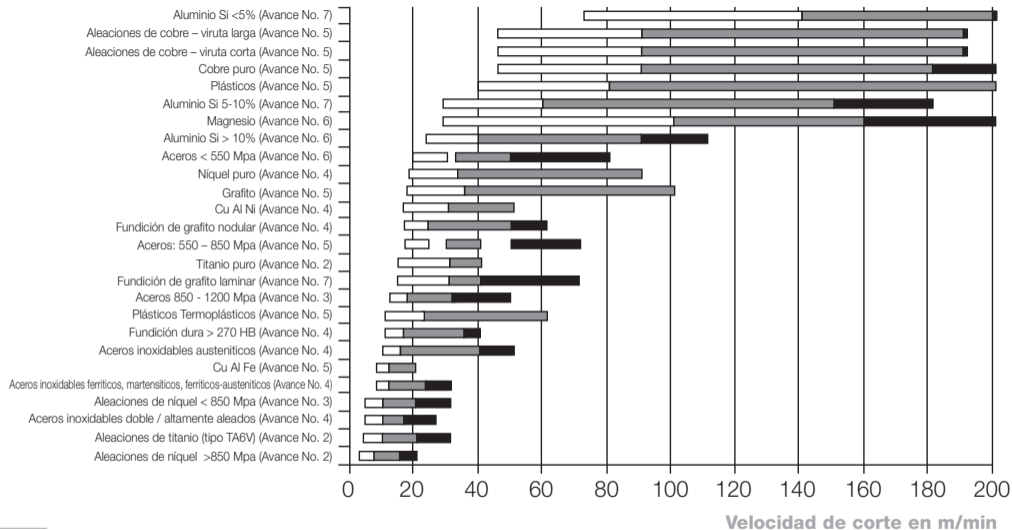


- El taladrado es una operación de mecanizado en el cual la herramienta rota con un desplazamiento axial excepto cuando se monta en un torno, donde la broca está fija y las barras a taladrar rotan.
- En el taladrado, la velocidad de corte varía a lo largo del filo cortante. En la punta de la broca, la velocidad de corte es cero. La punta no corta sino que empuja al metal.

□ Broca HSS sin recubrir

■ Broca HSS recubierta

■ Broca PM-HSS recubierta



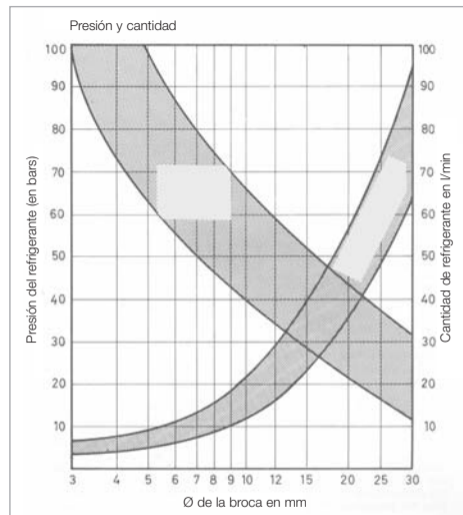
Ø Broca	Columna de Avance No,								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	F (mm/rev.)								
0,50	0,004	0,006	0,007	0,008	0,010	0,012	0,014	0,016	0,019
1,00	0,006	0,008	0,012	0,014	0,016	0,018	0,020	0,023	0,025
2,00	0,020	0,025	0,032	0,040	0,050	0,063	0,080	0,100	0,125
2,50	0,025	0,032	0,040	0,050	0,063	0,080	0,100	0,125	0,160
3,15	0,032	0,040	0,050	0,063	0,080	0,100	0,125	0,160	0,160
4,00	0,040	0,050	0,063	0,080	0,100	0,125	0,160	0,200	0,200
5,00	0,040	0,050	0,063	0,080	0,100	0,125	0,160	0,200	0,250
6,30	0,050	0,063	0,080	0,100	0,125	0,160	0,200	0,250	0,315
8,00	0,063	0,080	0,100	0,125	0,160	0,200	0,250	0,315	0,315
10,00	0,080	0,100	0,125	0,160	0,200	0,250	0,315	0,400	0,400
12,50	0,080	0,100	0,125	0,160	0,200	0,250	0,315	0,400	0,500
16,00	0,100	0,125	0,160	0,200	0,250	0,315	0,400	0,500	0,630
20,00	0,125	0,160	0,200	0,250	0,315	0,400	0,500	0,630	0,630
25,00	0,160	0,200	0,250	0,315	0,400	0,500	0,630	0,800	0,800
31,50	0,160	0,200	0,250	0,315	0,400	0,500	0,630	0,800	1,000
40,00	0,200	0,250	0,315	0,400	0,500	0,630	0,800	1,000	1,250
50,00	0,250	0,315	0,400	0,500	0,630	0,800	1,000	1,250	1,250
63,00	0,315	0,400	0,500	0,630	0,800	1,000	1,250	1,600	1,600
80,00	0,400	0,500	0,630	0,800	1,000	1,250	1,600	1,600	2,000



**CONSEJO DEL  
FABRICANTE**

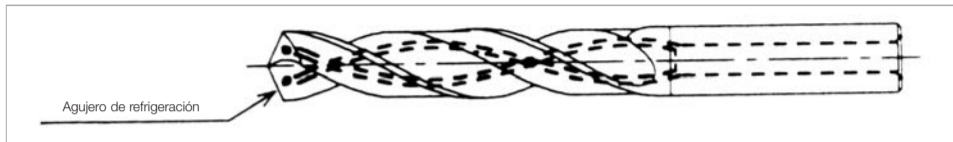
*Las brocas con  
agujero de  
refrigeración  
incrementan la vida  
de la herramienta*

- Los fluidos de corte son esenciales para la evacuación de calor, la salida de viruta y para la lubricación, para prevenir el desgaste por adhesión del material en la punta de la broca (donde la velocidad de corte es cero).
- En el taladrado se suelen preferir los aceites solubles, pero también se puede utilizar aceite puro.
- Los aceites solubles con aditivos prolongan significativamente la vida de la herramienta de las brocas HSS
- El fluido de corte debe ser directamente suministrado al filo de corte
- El volumen de lubricante requerido depende del diámetro de la broca, la profundidad del agujero y las condiciones de corte.



#### CONSEJO DEL FABRICANTE

*Las brocas con agujero de refrigeración son esenciales para una vida de la herramienta más larga, una mayor velocidad y agujeros profundos*



#### Ventajas de las brocas con agujero de refrigeración y refrigerante de alta presión

- + previene la adherencia de la viruta
- + previene los daños por reacciones químicas que ocurren a altas temperaturas

- + prolonga la vida de la herramienta (hasta un 300%)
- + permite un incremento de las velocidades de corte más de un 30%
- + mejora el acabado superficial

#### CASO PRACTICO

Fundición

Operación

- Taladrado de agujeros  $\varnothing$  8,25 mm, L 80 mm en una pieza de automoción

Herramienta

- HSS-PM 9% Co. Broca con agujero de refrigeración + recubrimiento + geometría especial

Condiciones de corte

- $v_c$  60 m/min, f 0,25 mm/rev

Vida de la herramienta

- **más del doble** comparada con una broca de metal duro (812 agujeros contra 375 agujeros)

Coste por agujero

- **la mitad** comparado con una broca de metal duro

Desgaste en el flanco	Desgaste localizado	Mellado de los filos de corte	Deformación	Filo recrecido
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Muestra de desgaste normal</li> <li>• Aumente la velocidad de corte (<math>v_c</math>) y/o el avance (<math>f_z</math>)</li> <li>• Aumente el ángulo efectivo de corte</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Debe ser evitado</li> <li>• Disminuya la velocidad de corte (<math>v_c</math>) y/o el avance (<math>f_z</math>)</li> <li>• Use una herramienta recubierta y un material HSS más duro</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Debe ser evitado</li> <li>• Disminuya la velocidad de corte (<math>v_c</math>), incremente la presión del refrigerante</li> <li>• Use un material HSS más tenaz</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Debe ser evitada</li> <li>• Disminuya la velocidad de corte (<math>v_c</math>) y/o el avance (<math>f_z</math>)</li> <li>• Use una herramienta recubierta y un material HSS más duro</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Debe ser evitado</li> <li>• Aumente la velocidad de corte (<math>v_c</math>) y/o el avance</li> <li>• Use una herramienta recubierta y un material HSS más duro</li> </ul>

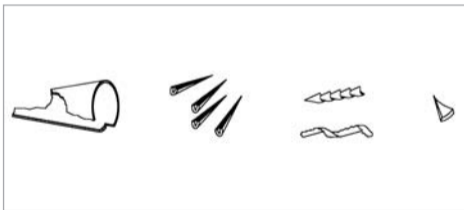


#### CONSEJO DEL FABRICANTE

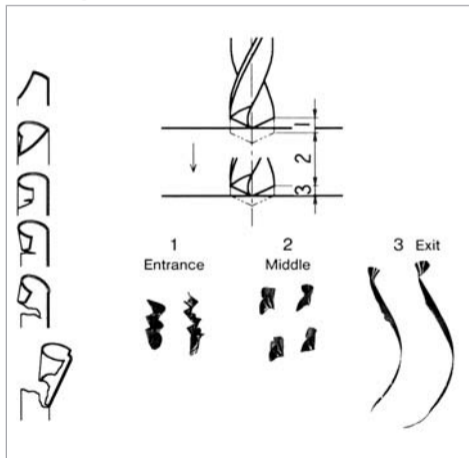
*La viruta corta prueba que el avance esta bien elegido*

- La viruta larga y rizada se adhiere al canal y no permite que el refrigerante se introduzca en el agujero. El resultado es que la herramienta se funde o se rompe.
- Cuando es muy corta, la viruta es difícil de evacuar y algunas veces obstruye el canal. Esto perjudica la calidad del agujero y acorta la vida de la herramienta.

#### Formas de la viruta de taladrado



#### Forma de la viruta en cada una de las etapas del proceso de taladrado cuando se utiliza una broca aguzada



<b>Problema</b>	<b>Causas</b>	<b>Soluciones</b>
Agujero más grande	Perdida de sujeción, ángulo de la punta desigual, filos de corte desiguales	Chequear porta-herramientas y holguras Reafilarse y chequear la precisión
Agujero irregular	Perdida de sujeción, ángulo de la punta desigual, longitud de los filos de corte grande, excesivo avance, mala lubricación	Chequear el porta-herramientas y holguras Reafilarse y chequear la precisión Disminuir el avance Usar una broca con agujero de refrigeración
Baja precisión de posicionamiento	Holgura del husillo Baja exactitud del alineamiento Holgura durante el corte	Chequear porta-herramientas y holguras, revisar el alineamiento, seleccionar un aguzado que disminuya la fuerza de corte, usar un casquillo o un elemento de centrado
Baja perpendicularidad del agujero	Desgaste excesivo de la herramienta, ángulo de la punta desigual, superficie de taladrado no horizontal, mala alineación (en tornos)	Reafilarse y chequear la precisión, chequear la posición de la pieza a trabajar, realizar un punteo previo
Agujero deformado	Ángulo de la punta desigual, pérdida de sujeción, demasiado ángulo de incidencia, baja rigidez de la broca	Reafilarse y chequear la precisión Chequear porta-herramientas y holguras Usar una broca de alma gruesa
Acabado superficial malo	Mal reafilado, problemas de refrigeración, pérdida de sujeción, excesivo avance, amontonamiento de viruta	Reafilarse correctamente, incrementar el volumen de refrigerante y mejorar la calidad, reducir el avance, seleccionar una broca con canal más ancho, mayor hélice o con agujero de refrigeración
Rotura de la broca	Baja rigidez, avance excesivo, desgaste de la herramienta, amontonamiento de la viruta, entrada difícil	Incrementar la rigidez, reducir el avance, seleccionar una broca con canal más ancho, mayor hélice o con agujero de refrigeración, usar un casquillo o un elemento de centrado
Rotura de la lengüeta	Deslizamiento del porta brocas, defectos (desgaste, virutas) de la superficie interior del cono morse	Limpiar la superficie del porta-herramientas o cambiar el porta-herramientas

**Taladrado de una superficie inclinada**

- Fresar una superficie plana antes de taladrar
- Hacer un agujero previo con una broca de centrar o de menor diámetro
- Usar un casquillo-guía
- Usar una broca de gran rigidez
- Reducir el avance

**Agujero pasante y agujero no simétrico**

- Evitarlo
- Usar una broca de gran rigidez o una broca de doble faceta
- Reducir el avance
- Rellenar el agujero con el mismo material para igualar el corte

**Taladrado de chapas**

- Usar una placa de sufrimiento
- Usar una broca escalonada
- Reducir el avance

**Taladrado de laminas superpuestas**

- Usar una broca escalonada
- Reducir el avance

**Taladrado de tuberías**

- Usar una broca escalonada
- Usar una fresa en vez de una broca

Símbolo	Unidad	Nombre
D	mm	Diámetro de la herramienta
I	mm	Profundidad del agujero
L	mm	Longitud total: longitud de aproximación + profundidad del agujero + largo de la punta
N	rev/min	Revoluciones por minuto

Símbolo	Unidad	Nombre	Formulas
$v_c$	m/min	Velocidad de corte	$v_c = \frac{\pi DN}{1000}$
$v_f$	mm/min	Avance por minuto	$v_f = Nf$
f	mm/rev	Avance por revolución	$f = \frac{v_f}{N}$
T	min	Tiempo de mecanizado	$T = \frac{L}{fN}$