

INFORMACION TECNICA

SOLUCION DE PROBLEMAS EN TORNEADO.....	N002
CONTROL DE VIRUTA PARA TORNEADO.....	N004
RESULTADOS DE LAS CONDICIONES DE CORTE PARA TORNEADO.....	N005
CARACTERISTICAS DE LAS FUNCIONES DE CADA	
PARTE DE LA HERRAMIENTA DE TORNEADO	N007
FORMULAS PARA CORTAR.....	N011
SOLUCION DE PROBLEMAS EN FRESADO	N012
CARACTERISTICAS DE LAS FUNCIONES DE CADA	
PARTE DE LA HERRAMIENTA DE FRESADO.....	N013
FORMULAS PARA FRESADO	N016
SOLUCION DE PROBLEMAS PARA END MILL	N017
CARACTERÍSTICAS DEL END MILL Y ESPECIFICACIONES	N018
TIPO Y GEOMETRIA DE END MILL	N019
SELECCIÓN DEL VALOR DEL PASO	N020
SOLUCION DE PROBLEMAS EN BARRENADO	N021
CONDICION DE DAÑO DE LA BROCA Y DAÑO EN EL FILO DE CORTE	N022
TERMINOLOGIA DE BROCAS Y CARACTERISTICAS DE CORTE.....	N023
FORMULAS PARA BARRENADO.....	N026
DESGASTE Y DAÑO DE LA HERRAMIENTA	N027
LISTADO DE REFERENCIAS DE MATERIALES.....	N028
ACABADO SUPERFICIAL	N032
TABLA COMPARATIVA DE DUREZAS	N033
GRADOS.....	N034
TABLA DE GRADOS.....	N035
TABLA DE COMPARACION DE GRADOS	N036
COMPARATIVO DE ROMPEVIRUTAS.....	N041

SOLUCION DE PROBLEMAS EN TORNEADO

Problemas		Soluciones	Selección de Grado de Inserto				Condiciones de Corte				Estilo y Diseño de la Herramienta					Máquina e Instalación de Herramienta									
			Selecione un Grado Mas Duro	Selección un Grado Más Tenaz	Selección un Grado Con Resistencia Al Choque Térmico	Selección un Grado Con Resistencia A la Adhesión	Velocidad de Corte	Avance	Prof. de Corte	Fluidos de Corte		Seleccionar rompe virutas	Angulo de Desprendimiento	Radio	Angulo de Ataque	El Honeado Refuerza El Filo de Corte	Clase de Inserto (Sin Rectificar-rectificado)	Mejore La Rigidez del Punta Herramientas	Sujeción de Herramienta y Pieza A Trabajar	Volado de la Herramienta	Maquina Con Poca Rigidez y Caballos de Fuerza				
										No Refrigerante Como Fluido de Corte	Determine un Corte Seco o Mojado											Arriba ↗	Abajo ↘	Arriba ↗	Abajo ↘
Bajo Rendimiento	Desgaste rápido del inserto	Grado de herramienta inadecuado	●																						
		Geometría del filo de corte inadecuado									●	↗	↗	↗	●										
		Inapropiadas condiciones de corte					●	↗																	
	Adherencia y microrotura del filo de corte	Grado de herramienta inadecuado		●																					
		Inapropiadas condiciones de corte						↘	●																
		Filo debil									●		↗		●										
		Choque térmico			●		↘	↘	↘	●	●														
Adherencia en el filo				●	↗	↗		●	●																
Carencia de rigidez															●	●	●	●							
Poca Exactitud Dimensional	Diferencia de dimensiones en el maquinado	Tolerancia del inserto inadecuada													●										
		Mayor resistencia de corte y flanco del filo de corte									●	●	↘	↘	↘	●	●	●	●						
Poca Exactitud Dimensional	Exactitud de maquinado no mantenida, el ajuste es necesario cada vez	Grado de herramienta inadecuado	●																						
		Inapropiadas condiciones de corte					●	↗																	
Mal Acabado	Mala rugosidad	Adherencia de material					↗	●		●	●														
		Geometría del filo de corte inadecuado									●		↗												
		Se presenta vibración					↘	↘	↘							●	●	●	●						
Generación de Calor	El calor del corte genera deterioro in la exactitud del maquinado y la vida de la herramienta	Inapropiadas condiciones de corte					↘	↘	↘																
		Geometría del filo de corte inadecuado									●	↗			●										

Problemas		Soluciones	Selección de Grado de Inserto				Condiciones de Corte				Estilo y Diseño de la Herramienta					Máquina e Instalación de Herramienta						
			Seleccione un Grado Mas Duro	Selección un Grado Más Tenaz	Selección un Grado Con Resistencia Al Choque Térmico	Selección un Grado Con Resistencia A la Adhesión	Velocidad de Corte	Avance	Prof. de Corte	Fluidos de Corte		Seleccionar rompe virutas	Angulo de Desprendimiento	Radio	Angulo de Ataque	El Honeado Refuerza El Filo de Corte	Clase de Inserto (Sin Rectificar-rectificado)	Mejore La Rigidez del Porta Herramientas	Sujeción de Herramienta y Pieza A Trabajar	Volado de la Herramienta	Máquina Con Poca Rigidez y Caballos de Fuerza	
										No Refrigerante Como Fluido de Corte	Determine un Corte Seco o Mojado											Arriba ↗
Rebaba / Desgaste / Rugosidad	Rebaba (Acero, Cobre Aleado)	Se presenta desgaste de filo	●																			
		Inapropiadas condiciones de corte					●	↗			●											
		Geometría del filo de corte inadecuado									●	↗	●	↘	●							
	Desgaste (Fundición Gris)	Inapropiadas condiciones de corte						↘	●													
		Geometría del filo de corte inadecuado									●	↗	●	↘	●							
		Se presenta vibración															●	●	●	●		
	Rugosidad (Acero Blando)	Grado de herramienta inadecuado			●																	
		Inapropiadas condiciones de corte					↗	●			●											
		Geometría del filo de corte inadecuado									●	↗			●							
		Se presenta vibración															●	●	●	●		
	Control de Viruta	Descontrolado, continuo/enredado	Inapropiadas condiciones de corte				↘	●	↗	↗		●										
			Rango de control de viruta amplio									●										
Geometría del filo de corte inadecuado													●	↘	●							
Roto en pequeños pedazos y dispersos		Inapropiadas condiciones de corte						↘	●	↘	●											
		Rango de control de viruta corto									●											
		Geometría del filo de corte inadecuado											●	↗	●							

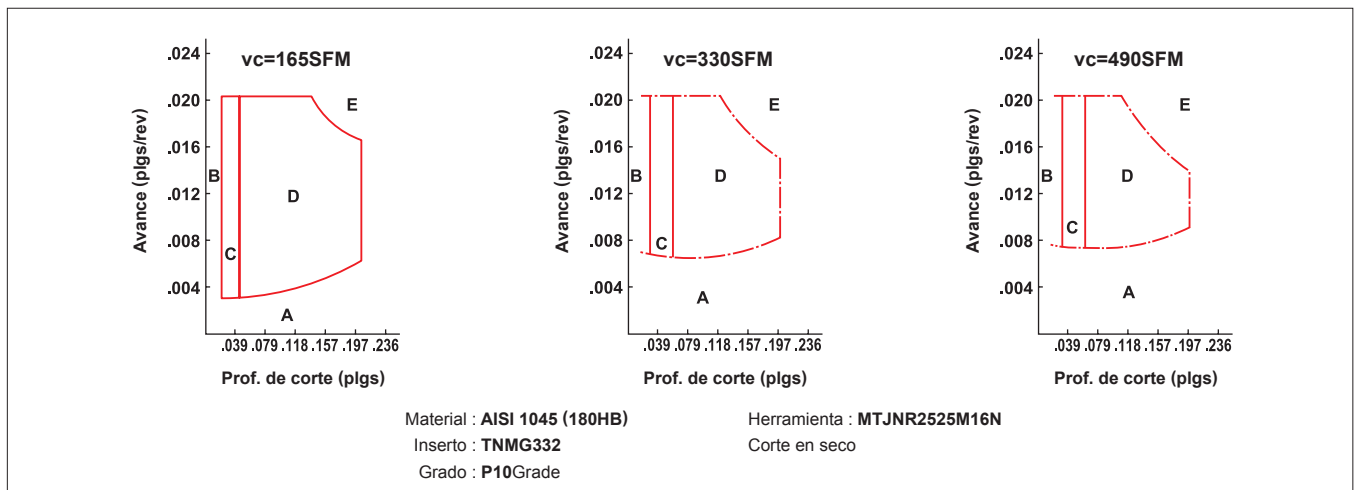
CONTROL DE VIRUTA PARA TORNEADO

FORMA DE VIRUTAS EN TORNEADO DE ACERO

Tipo	A Tipo	B Tipo	C Tipo	D Tipo	E Tipo
Baja profundidad de corte d < .276"					
Profundidad de corte alta d = .276" - .591"					
Longitud del rizo l	Sin rizo	$l \geq 2\text{plgs}$	$l \leq 2\text{plgs}$ 1-5 Rizo	$\cong 1$ Rizo	1 Rizo-medio rizo
Nota	<ul style="list-style-type: none"> ● Forma irregular continua ● Viruta enredada entre la herramienta y la pieza 	<ul style="list-style-type: none"> ● Forma continua y regular ● Viruta larga 	Bien	Bien	<ul style="list-style-type: none"> ● Dispersión de las virutas ● Vibración ● Mal acabado superficial ● Máximo

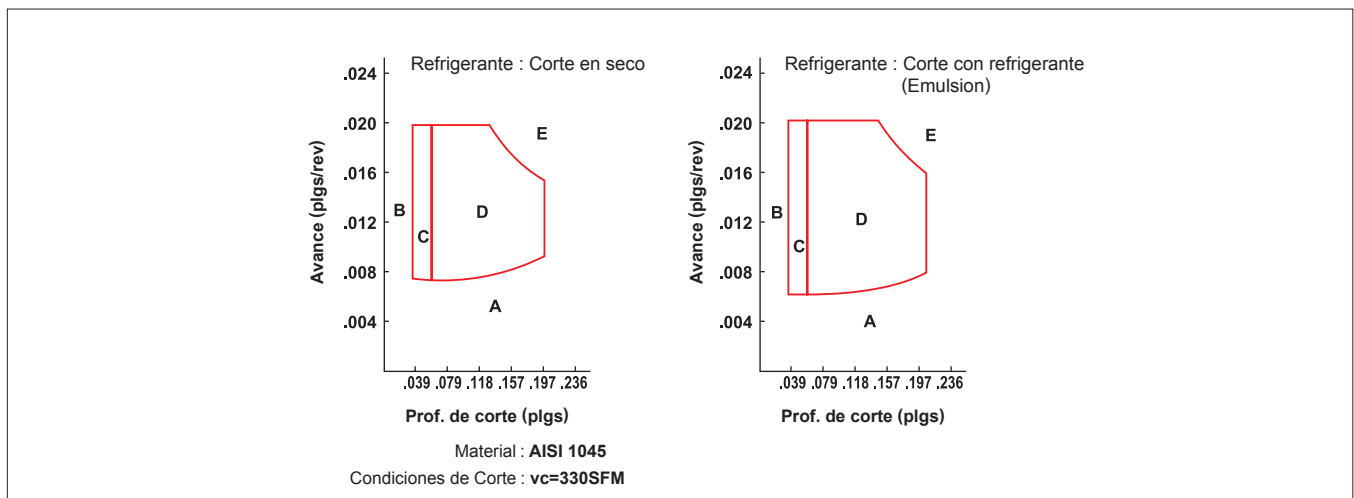
● Rango del rompe viruta de la velocidad de corte y control de viruta

En general, cuanto la velocidad de corte incrementa, el rango del control de viruta tiende cerrarse



● Efectos del refrigerante en el rango del control de viruta de un rompe virutas

Si la velocidad de corte es la misma, el rango del control de viruta varía de acuerdo a si se utiliza refrigerante o no.



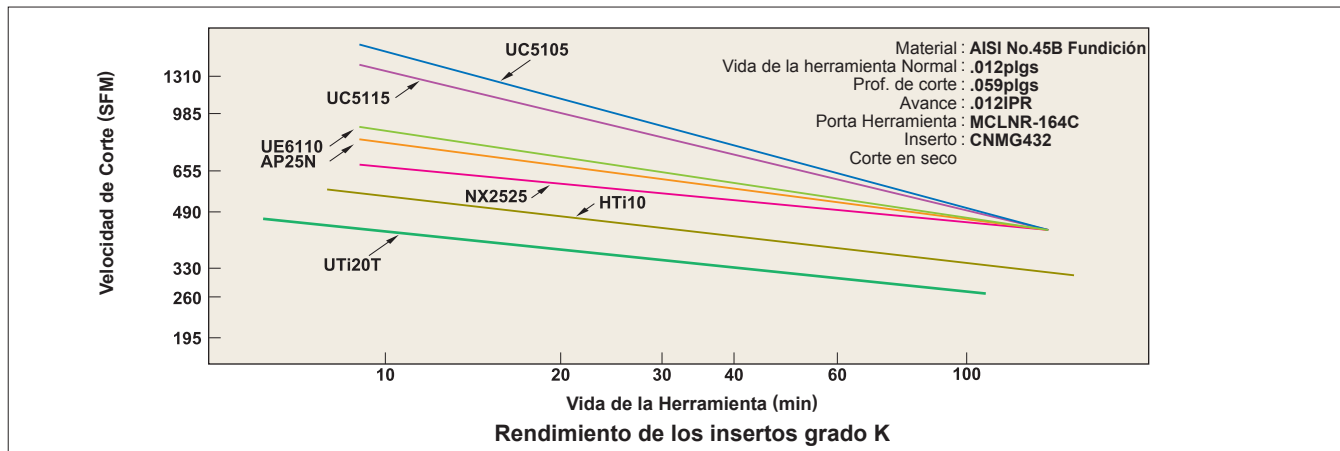
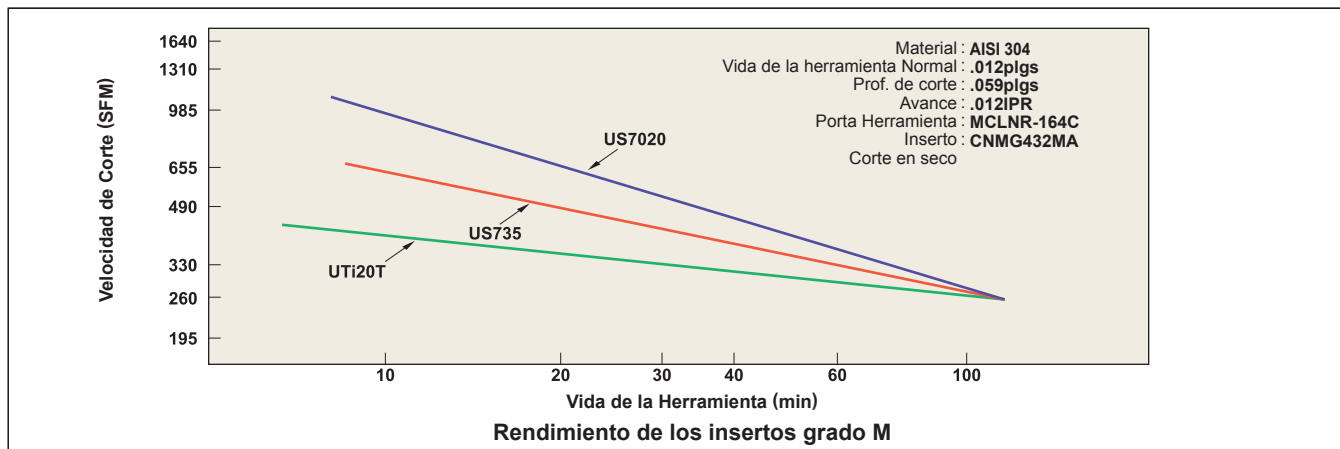
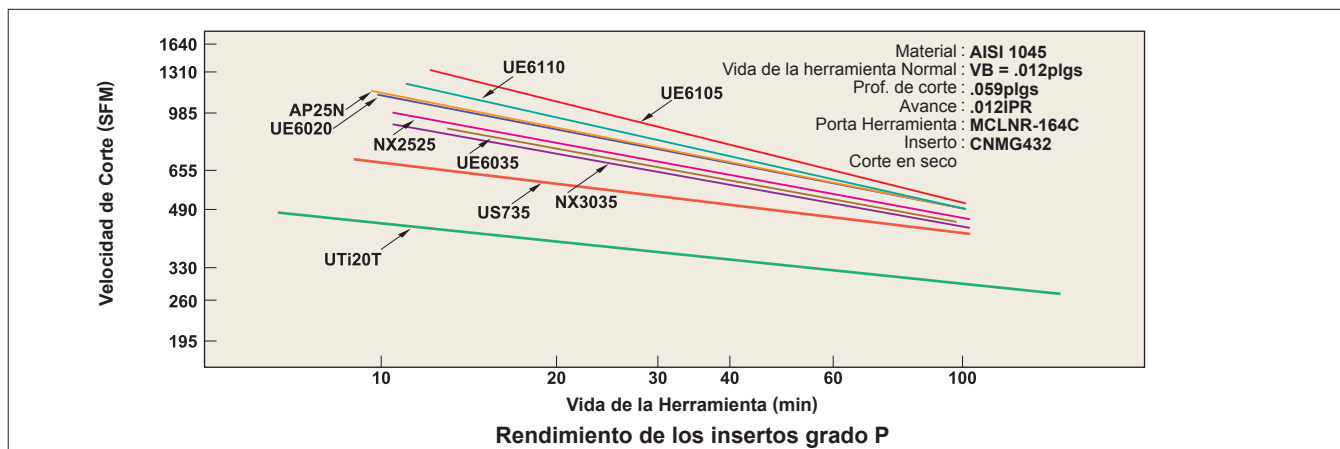
RESULTADOS DE LAS CONDICIONES DE CORTE PARA TORNEADO

CONDICIONES DE CORTE

Las condiciones de corte ideales serían: tiempo de corte bajo, larga vida de la herramienta y buen acabado. Para obtener esas condiciones ideales se precisan condiciones de corte y herramientas adecuadas, así como el conocimiento de la pieza, dureza, forma y capacidad de la máquina.

VELOCIDAD DE CORTE

La velocidad de corte tiene un efecto muy importante en la vida de la herramienta. Aumentándola, se incrementa la temperatura y se acorta la vida de la herramienta. La velocidad varía dependiendo de la dureza de la pieza. Seleccione una calidad apropiada para cada velocidad de corte.



Efectos de la velocidad de corte

1. Aumentando la velocidad de corte un 20%, se reduce la vida de la herramienta a 1/2. Aumentándola un 50%, se reduce la vida a 1/5.
2. El maquinado a baja velocidad (65—130 SFM), tiende a causar vibraciones. Por ello, se acorta la vida de la herramienta.

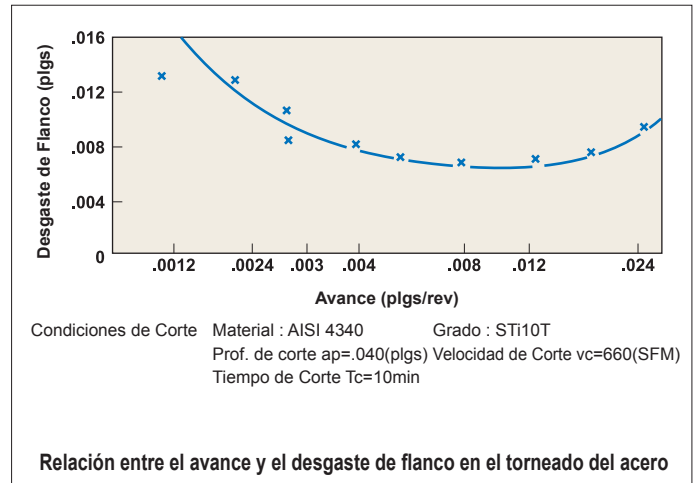
RESULTADOS DE LAS CONDICIONES DE CORTE PARA TORNEADO

AVANCE

En torneado, el avance es la distancia que la herramienta se recorre en la pieza por revolución. En fresado, el avance es la distancia recorrida por la mesa por cada revolución de la fresa dividida por el número de dientes. De este modo, se indica como avance por diente. Área de avance relacionada con superficie de acabado rugosa

Efectos del avance

1. La reducción del avance influye en el desgaste de flanco y acorta la vida de la herramienta
2. Aumentando el avance, se aumenta la temperatura de corte y el desgaste del flanco. Por ello, la influencia sobre la vida de la herramienta es mínima comparada con la de la velocidad de corte.
3. El aumento del avance, mejora la eficiencia del maquinado.

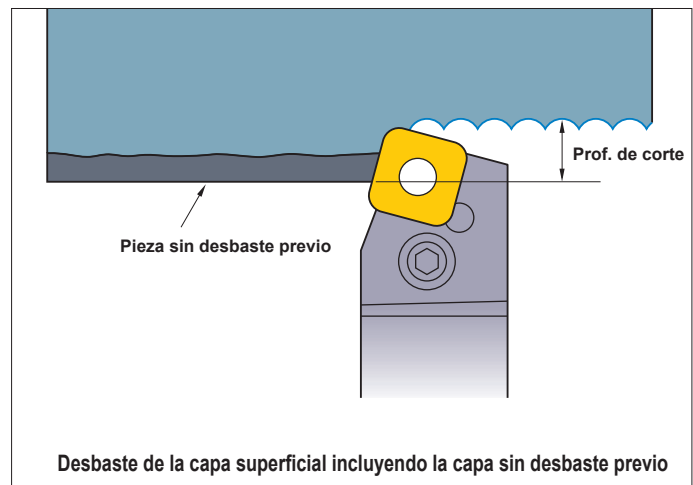
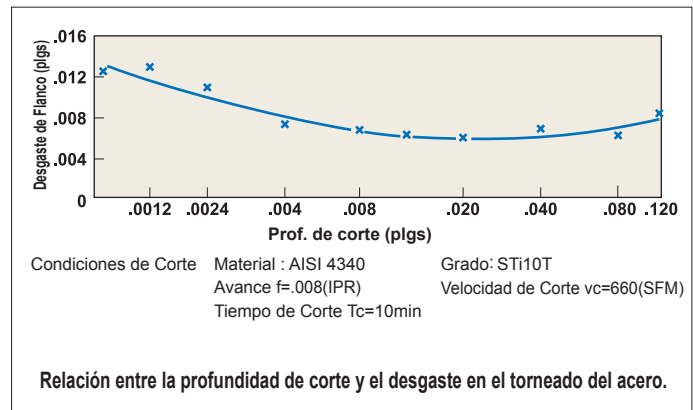


PROF. DE CORTE

La profundidad de corte se determina en relación a la cantidad de material a remover, la forma de la pieza, la rigidez de la herramienta y la potencia y rigidez de la máquina.

Efectos de la profundidad de corte

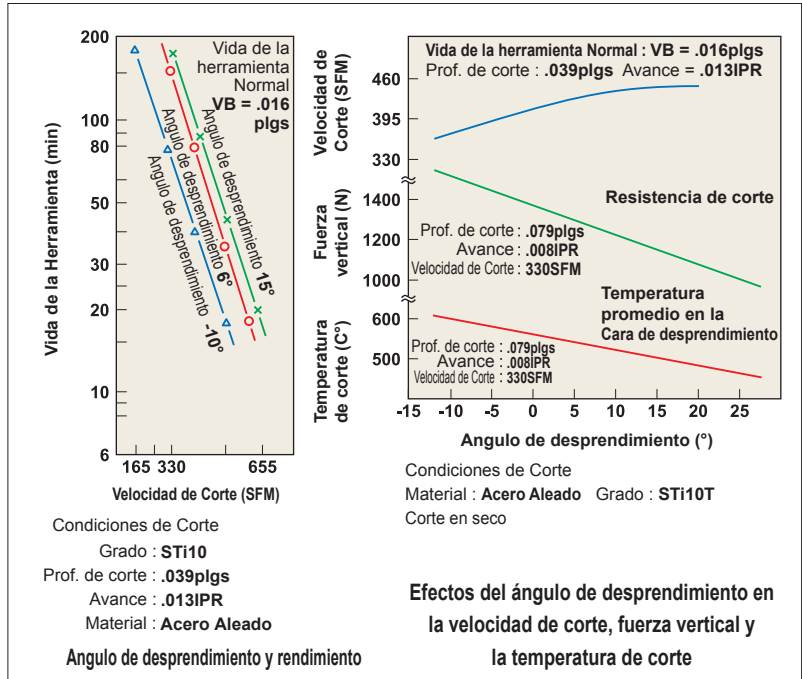
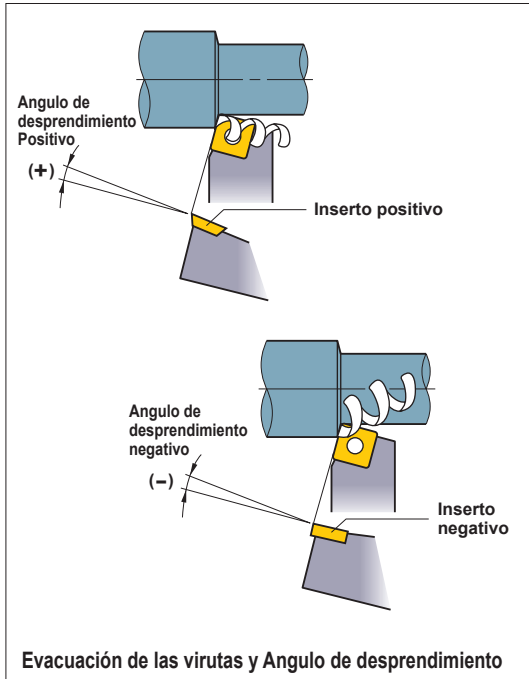
1. El cambio de la profundidad de corte, no afecta en gran medida a la vida de la herramienta.
2. Una baja profundidad de corte, endurece la capa superficial del material, debido a la fricción entre ellas. Por ello, se reduce la vida de la herramienta.
3. Cuando machine fundición girs la profundidad de corte necesita ser incrementada tanto como la potencia de la maquina lo permita para evitar el endurecimiento de la capa superficial y evitar el despostillamiento.



CARACTERISTICAS DE LAS FUNCIONES DE CADA PARTE DE LA HERRAMIENTA DE TORNEADO

ANGULO DE DESPRENDIMIENTO

El ángulo de desprendimiento es un ángulo del filo de corte que tiene un efecto importante en la resistencia al corte, el desalajo de la virutas, la temperatura de corte y la vida de la herramienta.



ANGULO DE INCIDENCIA

1. Aumentando el ángulo de desprendimiento en dirección positiva (+), se mejora la suavidad del corte.
2. Aumentando el ángulo de desprendimiento 1° en dirección positiva, reduce el esfuerzo de corte un 1%.
3. Aumentando el ángulo de desprendimiento en dirección positiva (+), disminuye la presión en el filo de corte; y en la dirección negativa (-), se aumenta la resistencia al corte.

Cuándo aumentar el ángulo de desprendimiento en la dirección negativa (-)

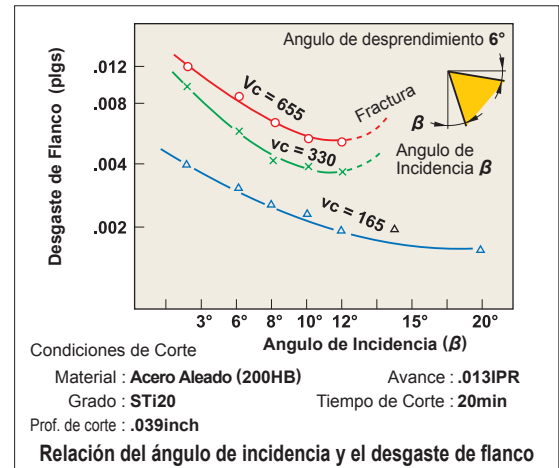
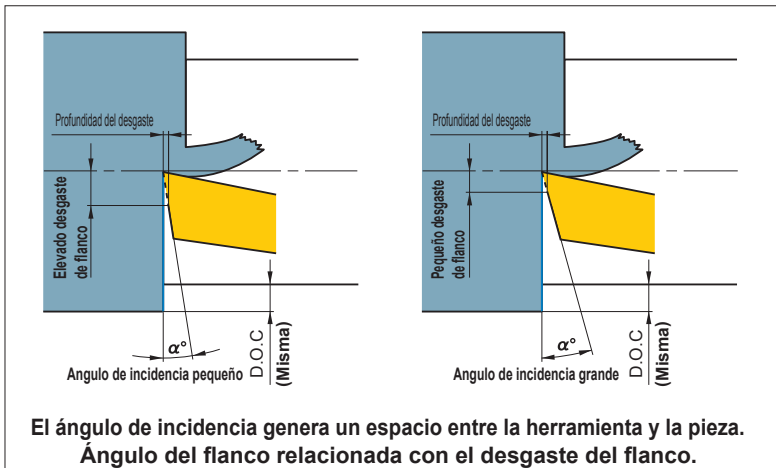
- Pieza endurecida.
- Cuando se requiere un filo robusto para maquinado piezas sin desbaste previo y con corte interrumpido.

Cuándo aumentar el ángulo de desprendimiento en la dirección positiva (+)

- Material blando.
- Material de fácil maquinado
- Cuando la pieza y la máquina tienen poca rigidez.

ANGULO DE INCIDENCIA

El ángulo de incidencia prevee la fricción entre la cara de incidencia y la pieza, debido a un pequeño avance.



Efectos del ángulo de incidencia

1. El aumento del ángulo de incidencia, reduce el desgaste del flanco.
2. El incremento del ángulo de incidencia, reduce la robustez del filo de corte.

Cuándo reducir el ángulo de incidencia

- Material duro
- Cuando se necesita un filo robusto.

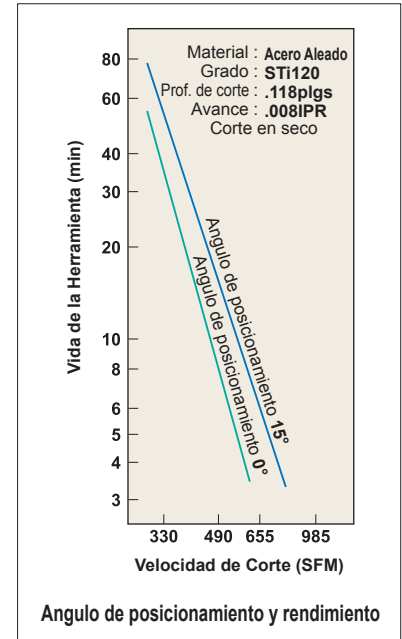
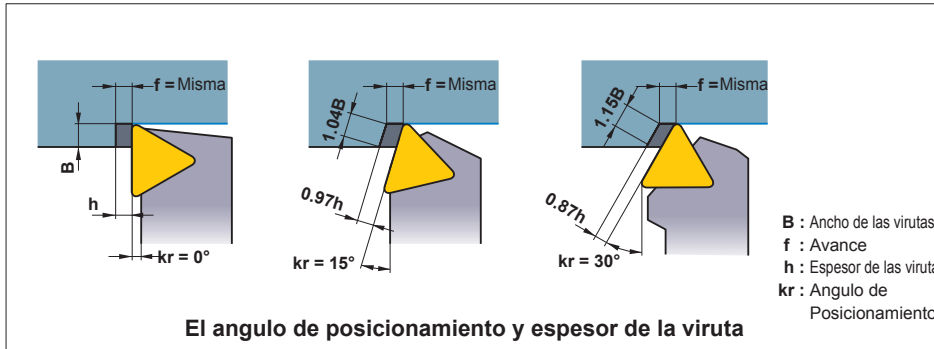
Cuándo aumentar el ángulo de incidencia

- Material blando.
- Materiales que se endurecen durante el mecanizado.

CARACTERISTICAS DE LAS FUNCIONES DE CADA PARTE DE LA HERRAMIENTA DE TORNEADO

■ ANGULO DE POSICIONAMIENTO

El filo de corte angular disminuye la carga del impacto y afecta la fuerza del avance, fuerza de carga y el espesor de la viruta.



● Efectos del Ángulo de posicionamiento

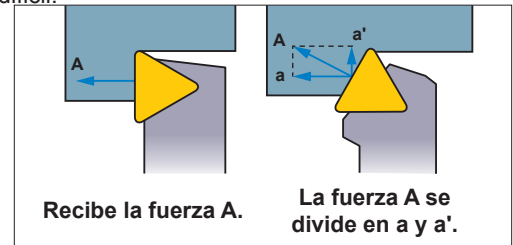
1. Con el mismo avance, incrementando el ángulo de posicionamiento, incrementamos la longitud de contacto de la viruta y disminuimos el espesor de ésta. Como resultado, el esfuerzo de corte se dispersa en un filo más largo y se incrementa la vida de la herramienta. (Ver diagrama)
2. Incrementando el filo de corte, se incrementa la fuerza a' . Por ello, las piezas largas y delgadas, se flexionan en muchos casos.
3. Incrementando el ángulo de posicionamiento, se reduce el control de viruta.
4. Incrementando el ángulo de posicionamiento, disminuye el espesor de la viruta y aumenta la longitud de la misma. Por lo tanto, la rotura de la viruta es más difícil.

Cuándo reducir el ángulo de posicionamiento

- Acabado con poca profundidad de corte.
- Piezas largas y delgadas.
- Cuando la máquina tiene poca rigidez.

Cuándo aumentar el ángulo de posicionamiento

- Piezas endurecidas producen una alta temperatura de corte.
- Cuando desbastamos piezas de diámetros grandes.
- Cuando la máquina tiene alta rigidez.

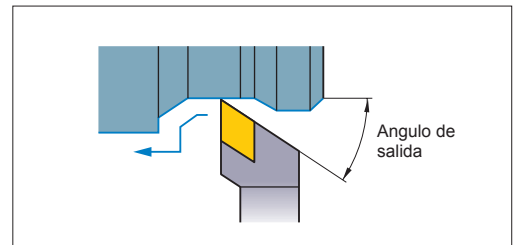


■ ANGULO DE SALIDA

El ángulo de salida previene el desgaste en el porta herramienta y en la superficie de la pieza y es normalmente 5°– 15°.

● Efectos del ángulo de salida

1. Reduciendo el ángulo de salida, incrementamos la resistencia del filo; pero, también incrementamos la temperatura de corte.
2. Reduciendo el ángulo de salida, la fuerza contraria se incrementa y pueden aparecer vibraciones durante el mecanizado.
3. Se recomienda un pequeño ángulo de salida en desbaste y un ángulo grande en acabado.

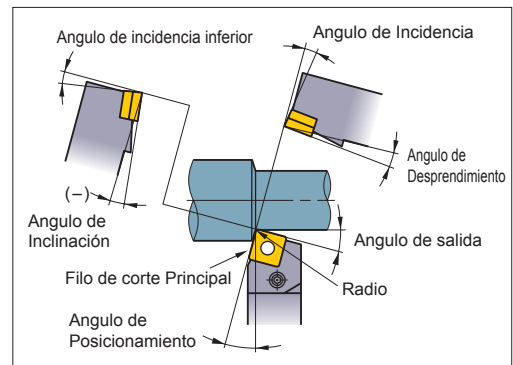


■ ANGULO DE INCLINACION

El ángulo de inclinación del filo de corte es la inclinación de la cara de desprendimiento. En el corte pesado, el filo recibe muchos golpes al comienzo del maquinado. La inclinación del filo le protege de estos golpes y previene su fractura. Se recomiendan en torneado 3°– 5° y en fresado 10°– 15°.

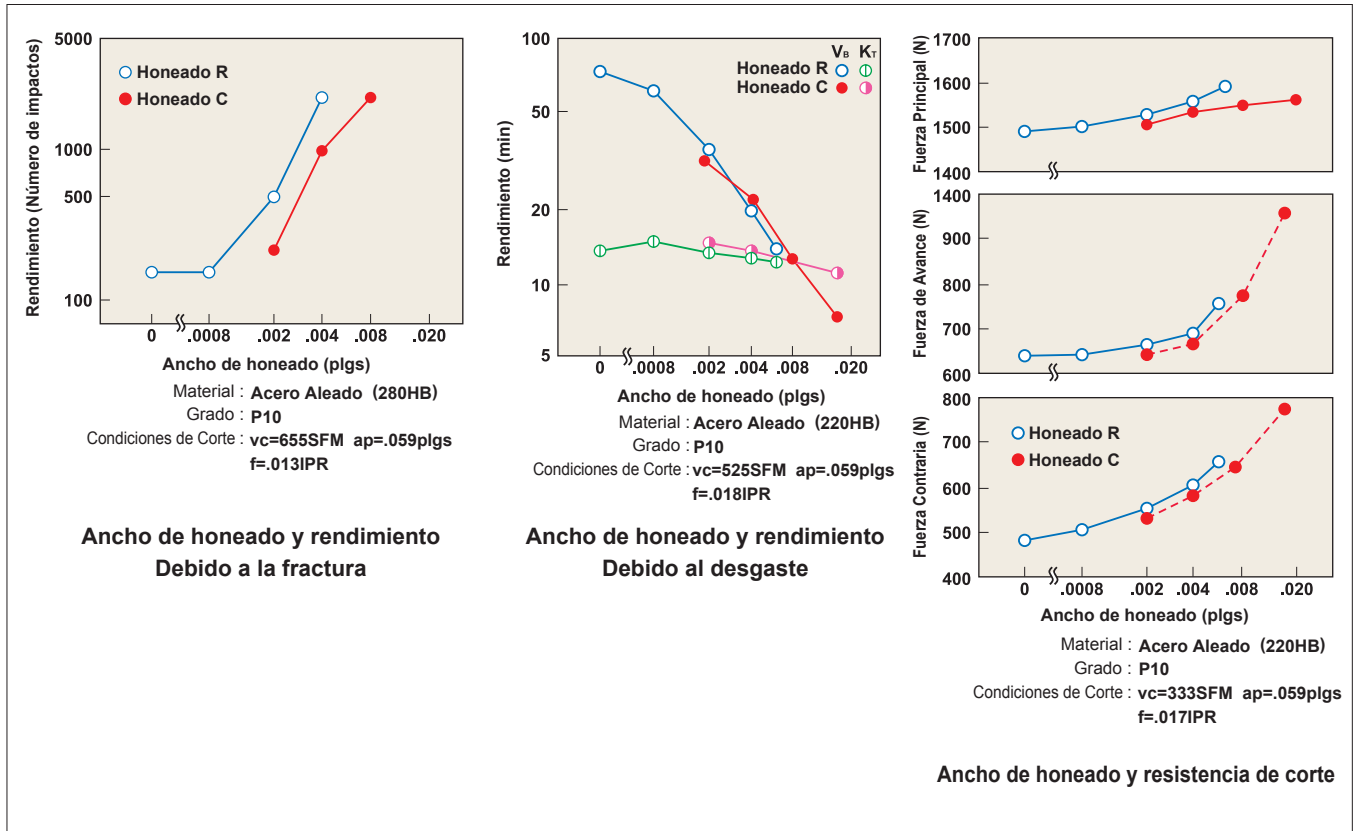
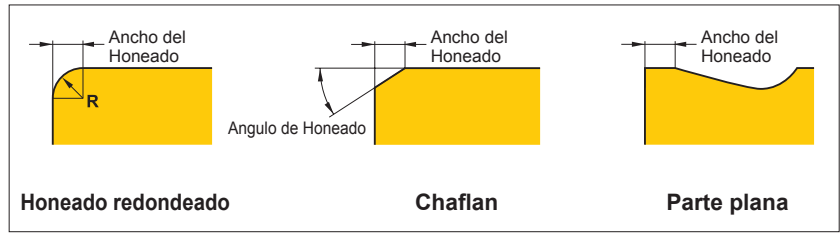
● Efectos del ángulo de inclinación

1. Una inclinación negativa (-) del ángulo de inclinación, evacúa virutas en la dirección de la pieza; y positiva (+) las evacúa en la dirección opuesta.
2. Una inclinación negativa del ángulo de inclinación, incrementa la robustez de éste; pero también incrementa el esfuerzo de corte. De este modo, se produce vibración.



PREPARACIÓN DE FILO

El honeado y el chaflán son formas del filo de corte y sirven para dar robustez a éste. El honeado puede ser del tipo redondo o con chaflán. El honeado óptimo y/o el ancho del claro es aproximadamente 1/2 del avance. El chaflán es la parte plana y estrecha sobre la cara de incidencia o desprendimiento.



Efectos del honeado

1. Aumentar el honeado incrementa la fuerza del filo de corte y reduce la fractura.
2. Aumentar el honeado incrementa el desgaste del flanco. El tamaño del honeado no afecta el desgaste.
3. Aumentar el honeado incrementa el esfuerzo de corte y la vibración.

Cuándo reducir el tamaño del honeado

- Cuando el acabado es con baja profundidad de corte y poco avance
- Material blando.
- Cuando la pieza y la máquina tienen poca rigidez.

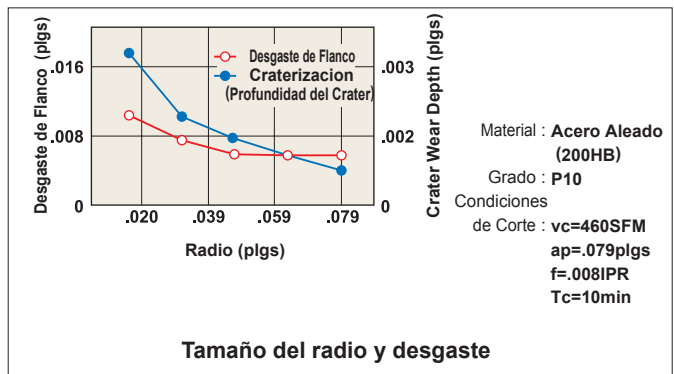
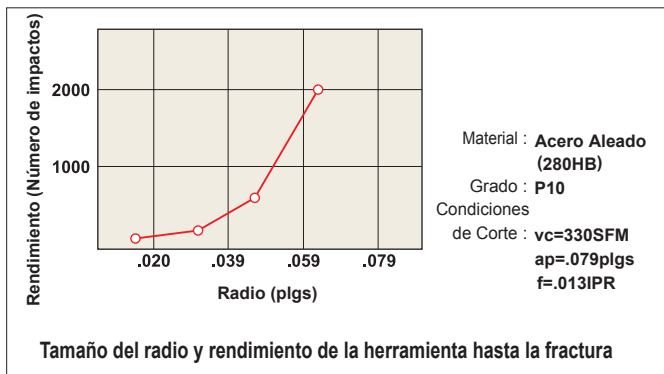
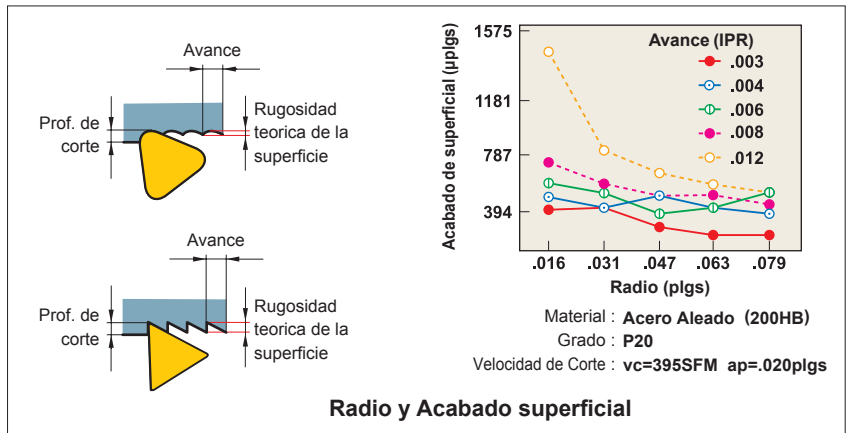
Cuándo aumentar el tamaño de honeado

- Material duro
- Cuando se requiere un filo robusto para mecanizar piezas y para corte interrumpido.
- Cuando la máquina tiene alta rigidez.

CARACTERISTICAS DE LAS FUNCIONES DE CADA PARTE DE LA HERRAMIENTA DE TORNEADO

RADIO

El radio influye en la robustez del filo y en el acabado de la pieza. En general, se recomienda un radio 2 – 3 veces el avance.



Efectos del radio

1. Aumentando el radio, se mejora el acabado superficial
2. Aumentando el radio, se refuerza el filo.
3. Aumentando el radio demasiado, aumenta la resistencia al corte y se producen vibraciones.
4. Aumentando el radio, se reduce el desgaste de flanco y del ángulo de desprendimiento.
5. Aumentando el radio demasiado, disminuye el control de viruta.

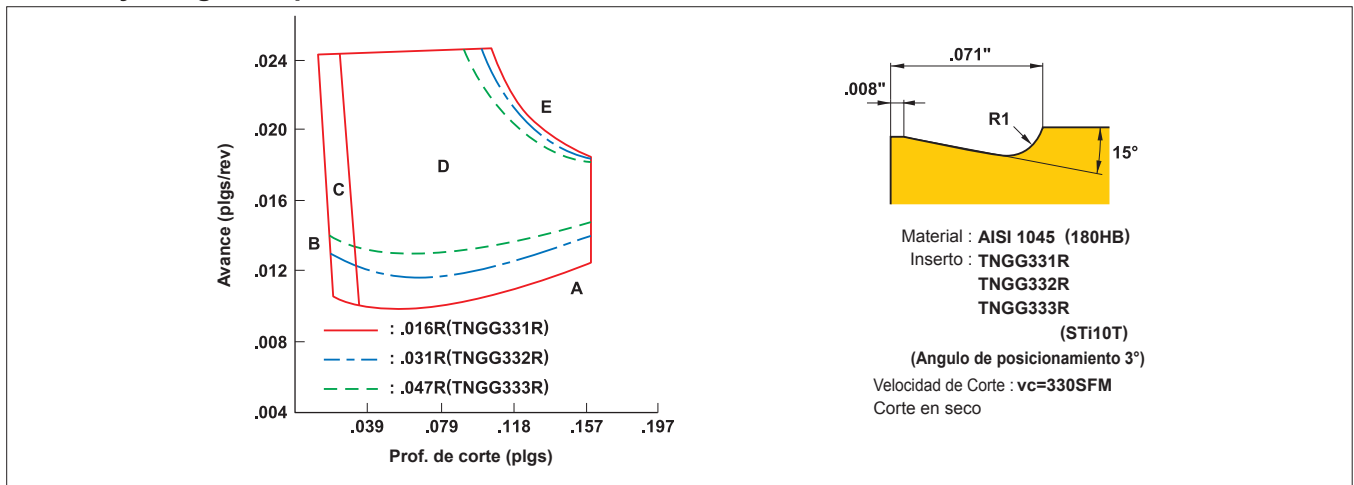
Cuándo reducir el radio

- Acabado con poca profundidad de corte.
- Piezas largas y delgadas.
- Cuando la máquina tiene poca rigidez.

Cuándo aumentar el radio

- Cuando se requiere un filo fuerte por ejemplo en cortes interrumpidos y cortes sin desbaste.
- Cuando maquinamos una pieza de diámetro grande.
- Cuando la máquina tiene alta rigidez.

Radio y Rango de aplicación



(Nota) Por favor ver página F004 para forma de las virutas (A, B, C, D, E).

FORMULAS PARA CORTAR

VELOCIDAD DE CORTE (vc)

$$vc = \frac{\pi \cdot Dm \cdot n}{12} \text{ (SFM)}$$

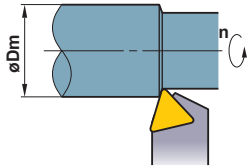
vc (SFM) : Velocidad de Corte
 Dm (plgs) : Diámetro de la pieza
 π (3.14) : Pi
 n (min^{-1}) : Revoluciones máximas del husillo

(Problema) Cuál es la velocidad de corte cuando la del husillo son 700 min^{-1} y el diámetro exterior es $\phi 2''$?

(Respuesta) Sustituir $\pi=3.14$, $Dm=2$, $n=700$ en la fórmula.

$$vc = \frac{\pi \cdot Dm \cdot n}{12} = \frac{3.14 \times 2 \times 700}{12} = 365 \text{ SFM}$$

La velocidad de corte son 365SFM.



AVANCE (f)

$$f = \frac{l}{n} \text{ (IPR)}$$

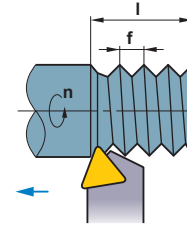
f (IPR) : Avance por Revolución
 l (plgs/min) : Longitud de corte por min.
 n (min^{-1}) : Revoluciones máximas del husillo

(Problema) Cuál es el avance por revolución cuando las revoluciones son 500 min^{-1} y la longitud de corte por minuto son 4.72 plgs/min ?

(Respuesta) Sustituir $n=500$, $l=4.72$ en la fórmula.

$$f = \frac{l}{n} = \frac{4.72}{500} = .009 \text{ IPR}$$

La respuesta es .009IPR.



TIEMPO DE CORTE (Tc)

$$Tc = \frac{lm}{l} \text{ (min)}$$

Tc (min) : Tiempo de Corte
 lm (plgs) : Longitud de la pieza
 l (plgs/min) : Longitud de corte por min.

(Problema) Cuál es el tiempo de corte cuando mecanizamos una pieza de 4 plgs a 1000 min^{-1} y avance de 0.008 plgs/rev ?

(Respuesta) Primero, calcule la longitud de corte por minuto, partiendo desde el avance y las revoluciones.

$$l = f \times n = .008 \times 1000 = 8 \text{ plgs/min}$$

Sustituir la respuesta de arriba en la fórmula.

$$Tc = \frac{lm}{l} = \frac{4}{8} = 0.5 \text{ min}$$

$0.5 \times 60 = 30$ (seg.) La respuesta 30 seg.

RUGOSIDAD SUPERFICIAL TEORICA (h)

$$h = \frac{f^2}{8Re} \times 1000^2 (\mu\text{plgs})$$

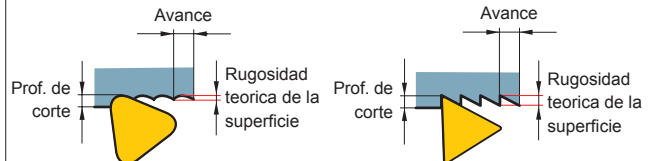
h (μplgs) : Acabado de superficie Rugosidad
 f (IPR) : Avance por Revolución
 Re (plgs) : Radio

(Problema) Cúal es la superficie de acabado teórica cuando el radio de la placa es $.031 \text{ plgs}$ y el avance es $.008 \text{ IPR}$?

(Respuesta) Sustituir $f=.008$ IPR, $R=.031$ en la fórmula.

$$h = \frac{(.008)^2}{8 \times .031} \times 1000^2 = 258 \mu\text{plgs}$$

La rugosidad teórica es de $258 \mu\text{inch}$.



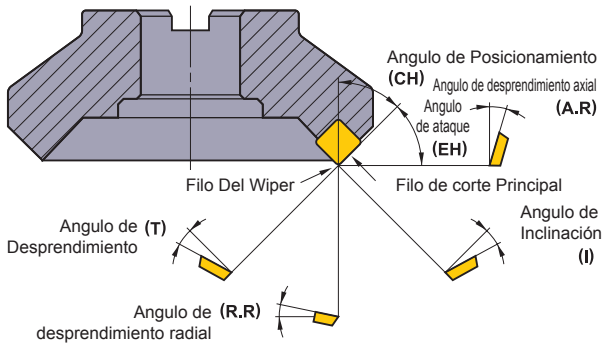
SOLUCION DE PROBLEMAS EN FRESADO

Soluciones		Selección de Grado de Inserto				Condiciones de Corte				Estilo y Diseño de la Herramienta				Máquina e Instalación de Herramienta												
		Selección un Grado Mas Duro	Selección un Grado Más Tenaz	Selección un Grado con Resistencia al Choque Térmico	Selección un Grado Con Resistencia a la Adhesión	Velocidad de Corte	Avance	Prof. de Corte	Angulo del Engrane	Fluidos de Corte		Angulo de Desprendimiento	Angulo de Posicionamiento	El Honeado Refuerza El Filo de Corte	Dímetro del Cortador	Disminuya el Numero de Dientes	Cavidad para Deshalajo de Viruta Mas Ancho	Utilice un Inserto Con Wiper	Exactitud del Run-Out	Mejore La Rigidez del Cortador	Sujeción de Herramienta y Pieza a Trabajar	Reducción del Volado	Maquina con Poca Rigidez y Caballos de Fuerza			
										Arriba ↗	Abajo ↘													Arriba ↗	Abajo ↘	
Problemas	Factores																									
Bajo Rendimiento	Desgaste rápido del inserto	Grado de herramienta inadecuado	●																							
		Geometría del filo de corte inadecuado										↗	↗	↘												
		Inapropiadas condiciones de corte				↘						●														
	Adherencia y microrutura del filo de corte	Grado de herramienta inadecuado		●																						
		Inapropiadas condiciones de corte						↘	↘																	
		Filo debil																								
Se presenta rompimiento térmico			●		↘	↘	↘			●	●															
Se presenta un aumento en el filo				●	↗	↗	↗			●	●															
Carencia de rigidez																					●	●	●	●		
Mal Acabado	Mala rugosidad	Inapropiadas condiciones de corte	●																							
		Adherencia de material				●	↗				●	●														
		Poca exactitud de run out																	●	●						
		Se presenta vibración					↘	↘	↘	↗		↗	↘	↘			●					●	●	●	●	
	No paralelo o superficie irregular	Doblez de la pieza de corte																					●	●	●	
		Separacion de la herramienta																				●	●	●	●	
Gran fuerza de soporte																										
Rebaba / Desgaste	Rebaba	Espesor de la viruta demasiado larga					↗																			
		El diámetro del cortador es muy largo						↘																		
		Filo de corte malo																								
	Desgaste	Un ángulo mayor en esquinas																								
		Inapropiadas condiciones de corte																								
		Filo de corte malo																								
El ángulo de posicionamiento es muy pequeño																										
Se presenta vibración																					●		●	●	●	
Control de Viruta	Deficiente desalajo de viruta, atascamiento de viruta y viruta enredada	Adherencia de material																								
		Espesor de la viruta es muy delgado																								
		Diámetro del cortador muy pequeño																								
		Deficiente desalajo de viruta																								

Con refrigerante

CARACTERÍSTICAS DE LAS FUNCIONES DE CADA PARTE DE LA HERRAMIENTA DE FRESADO

■ FUNCION DE CADA UNO DE LOS ANGULOS DEL FILO EN FRESADO

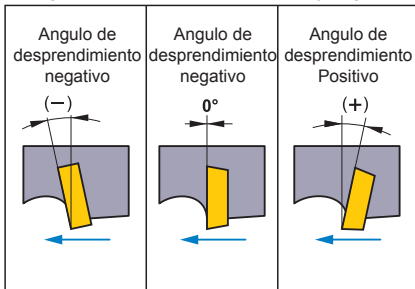


Ángulos de corte en fresado

Tipo de ángulo	Símbolo	Función	Efecto
Angulo de desprendimiento axial	A.R	Determina la dirección de dashalajo de la viruta.	Positivo : Excelente maquinabilidad.
Angulo de desprendimiento radial	R.R	Determina el filo de la herramienta.	Negativo : Excelente dashalajo de virutas.
Angulo de Posicionamiento	CH	Determina el espesor de la viruta.	Grande : Virutas delgadas y pequeño impacto de corte. Gran fuerza de soporte.
Angulo de Desprendimiento	T	Determina el filo actual de la herramienta.	Positivo(grande) : Excelente maquinabilidad. Mínima adherencia Negativo(grande) : Deficiente maquinabilidad. Filo de corte fuerte.
Angulo de Inclinación	I	Determina la dirección de dashalajo de la viruta.	Positivo (grande) : Excelente dashalajo de virutas. Baja robustez en el filo de corte.

■ INSERTOS ESTANDAR

● Angulo de desprendimiento Positivo y Negativo

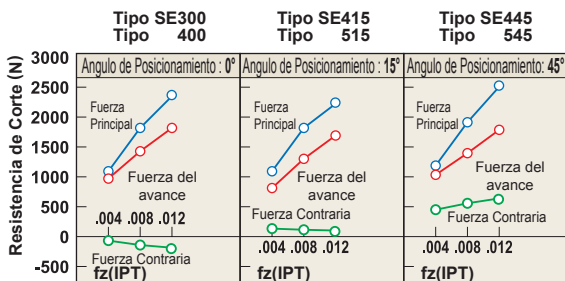


- Insertos en los cuales el filo de corte va precedido de un ángulo de desprendimiento positivo.
- Insertos en los cuales el filo de corte va precedido de un ángulo de desprendimiento negativo.

● Forma estándar del filo de corte

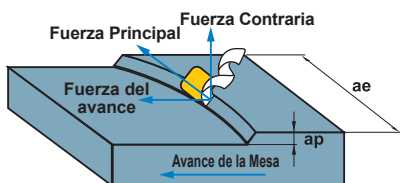
Combinaciones del filo de corte estándar	Angulo de desprendimiento axial (+)	Angulo de desprendimiento axial (-)	Angulo de desprendimiento axial (+)
		Angulo de desprendimiento radial (+)	Angulo de desprendimiento radial (-)
	Doble positivo (Filo tipo DP)	Doble negativo (Filo tipo DN)	Negativo/Positivo (Filo tipo NP)
Angulo de desprendimiento axial (A.R.)	Positivo (+)	Negativo (-)	Positivo (+)
Angulo de desprendimiento radial (R.R.)	Positivo (+)	Negativo (-)	Negativo (-)
Inserto utilizado	Inserto positivo (Una Sola Cara)	Inserto negativo (Dos Caras)	Inserto positivo (Una Sola Cara)
Material	Acero	●	●
	Fundición Gris	-	●
	Aluminio Aleado	●	-
	Para materiales difíciles de cortar	●	●

■ ANGULO DE POSICIONAMIENTO (CH) Y RESISTENCIA DEL CORTE



Material : Acero Aleado (281HB)
Herramienta : $\phi 4''$ Un solo inserto
Condiciones de Corte : $vc=410SFM$ $ap=.157plgs$ $ae=4.33plgs$

Comparación de la resistencia de corte entre Diferentes preparaciones de filo de insertos



Tres fuerzas de resistencia al corte, en fresado

Angulo de Posicionamiento 0°	La fuerza contraria está en la dirección mínima. Levante la pieza, cuando la sujeción de ésta no sea buena.	
Angulo de Posicionamiento 15°	El ángulo de posicionamiento de 15° está recomendado para el planeado de piezas con poca rigidez por ejemplo piezas delgadas.	
Angulo de Posicionamiento 45°	Mayor fuerza contraria. Flexión de piezas delgadas y poca precisión de maquinado. * Previene las micro-roturas en el filo en el maquinado de fundición.	

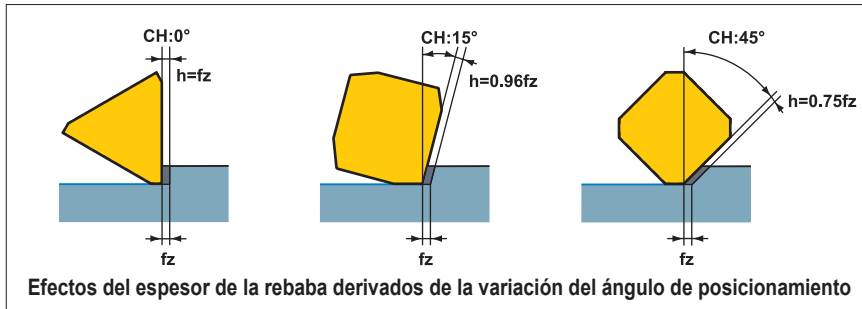
- * Fuerza principal: Fuerza opuesta a la dirección de rotación de la fresa.
- * Fuerza contraria: Fuerza que empuja en la dirección axial.
- * Fuerza de avance: Fuerza en la dirección del avance producida por el avance de mesa.

CARACTERISTICAS DE LAS FUNCIONES DE CADA PARTE DE LA HERRAMIENTA DE FRESADO

■ ANGULO DE POSICIONAMIENTO Y VIDA DE HERRAMIENTA

● Angulo de posicionamiento y espesor de la viruta

Cuando la profundidad de corte y el avance por diente, f_z , son fijos, mientras mas grande es el ángulo de posicionamiento (CH), el espesor de la viruta es más delgado (h) (para un CH de 45° , es aproximadamente el 75% de un CH de 0°). Esto se puede ver en la grafica siguiente, Entonces mientras la CH incrementa, la resistencia de corte disminuye teniendo como resultado un vida de la herramienta mayor. De cualquier manera note, si el espesor de la viruta es muy grande la resistencia de corte puede incrementar la vibración y acortar la vida de la herramienta.



● Angulo de posicionamiento y desgaste por craterización

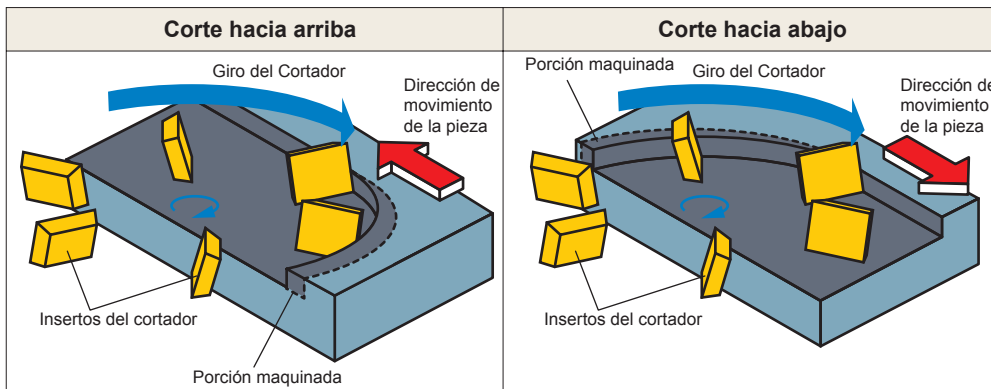
En la siguiente grafica se muestran patrones de desgaste para diferentes ángulos de posicionamiento. Cuando se compara el desgaste por craterización de un angulo de posicionamiento de 0° y uno de 45° , puede ser claramente observado que el desgaste por craterización de 0° es mayor, la resistencia de corte incrementa y esto aumenta el desgaste por craterización. Al desarrollarse desgaste por craterización la fuerza del filo de corte se redujera y ocurriría la fractura.

	0° Angulo de Posicionamiento	15° Angulo de Posicionamiento	45° Angulo de Posicionamiento
vc=330SFM Tc=69min			
vc=410SFM Tc=55min			
vc=525SFM Tc=31min			

Material : AISI 4340 (287HB)
 Herramienta : D1=4.92plgs
 Inserto : M20
 Condiciones de Corte : $ap=1.18plgs$
 $ae=4.33plgs$
 $fz=0.08IPT$
 Refrigerante : Corte en seco

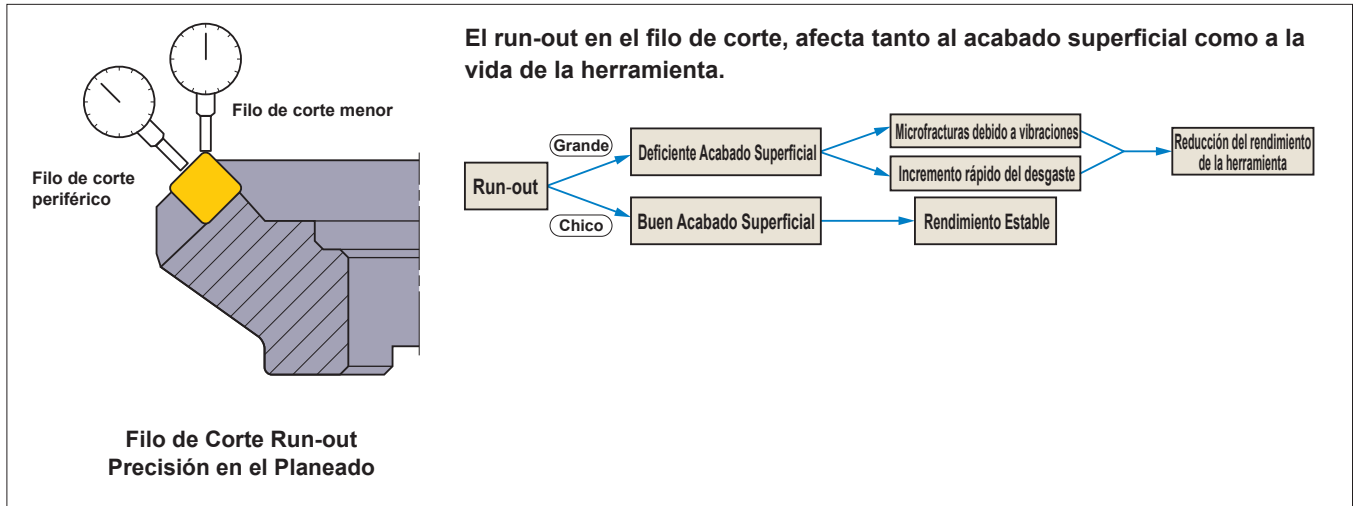
■ FRESADO DE CORTE HACIA ARRIBA Y HACIA ABAJO

El método a se usado dependerá de la maquina y el cortador que será seleccionado. Generalmente el maquinado hacia abajo ofrece mayor vida de la herramienta que el corte hacia arriba.

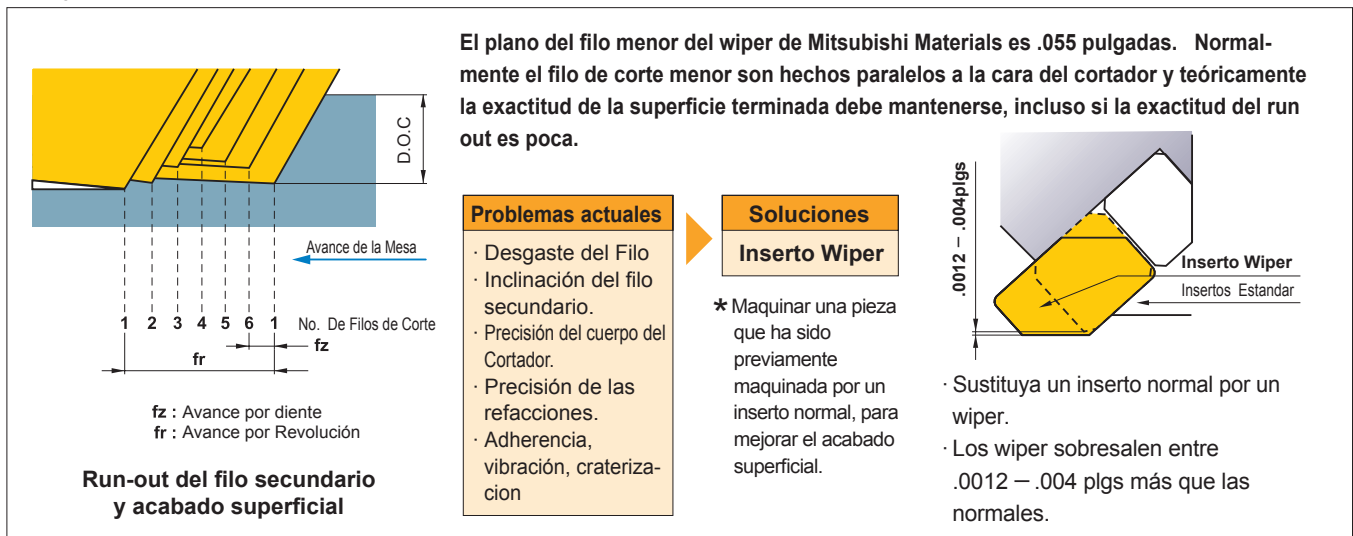


ACABADO SUPERFICIAL

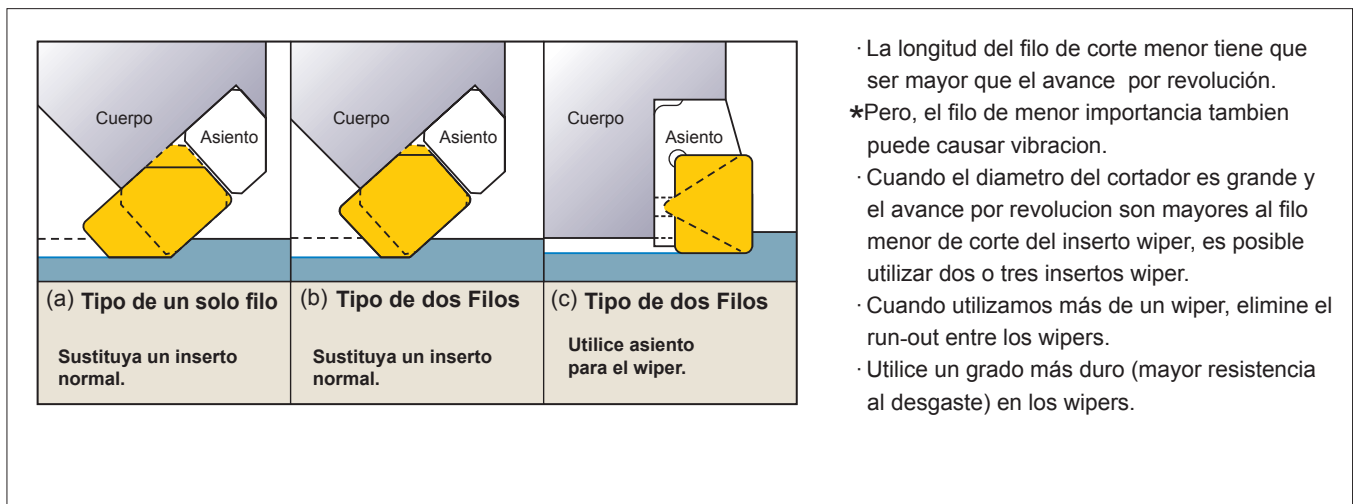
Concentricidad del Filo de Corte



Mejora el Acabado Superficial



Cómo colocar un Wiper

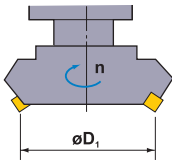


FORMULAS PARA FRESADO

VELOCIDAD DE CORTE (vc)

$$vc = \frac{\pi \cdot D_1 \cdot n}{12} \text{ (SFM)}$$

vc (SFM) : Velocidad de Corte D_1 (plgs) : Diámetro del Cortador
 π (3.14) : Pi n (min^{-1}) : Revoluciones máximas del husillo



(Problema) Cuál es la velocidad de corte cuando la del eje son 350min^{-1} y el diámetro de la fresa es $\phi 5"$?

(Respuesta) Sustituir π 3.14, $D=5"$, $n=350$ en la fórmula.

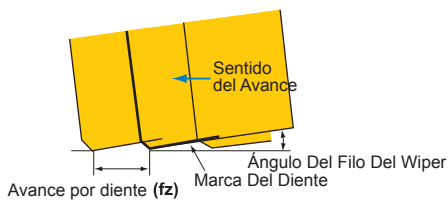
$$vc = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{12} = \frac{3.14 \times 5" \times 350}{12} = 457.9 \text{ SFM}$$

La velocidad es 457.9SFM.

AVANCE POR DIENTE (fz)

$$fz = \frac{vf}{z \cdot n} \text{ (IPT)}$$

fz (IPT) : Avance por diente z : Número Inserto
 vf (plgs/min) : Avance de mesa por min.
 n (min^{-1}) : Revoluciones máximas del husillo (Avance por Revolución $f_r = z \times fz$)



(Problema) Cuál es el avance por diente cuando las revoluciones son 500min^{-1} , el número de insertos 10 y el avance de mesa es 20plgs/min ?

(Respuesta) Sustituir las figuras de arriba en la fórmula.

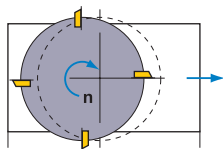
$$fz = \frac{vf}{z \times n} = \frac{20}{10 \times 500} = .004 \text{ IPT}$$

La respuesta es .004IPT.

AVANCE DE LA MESA (vf)

$$vf = fz \cdot z \cdot n \text{ (plgs/min)}$$

vf (plgs/min) : Avance de mesa por min.
 fz (IPT) : Avance por diente z : Número Inserto
 n (min^{-1}) : Revoluciones máximas del husillo



(Problema) Cual es el avance de la mesa cuando el avance por diente es .004IPT, con 10 insertos y un a velocidad del husillo en el eje principal de 500min^{-1} ?

(Respuesta) Sustituir las figuras de arriba en la fórmula.

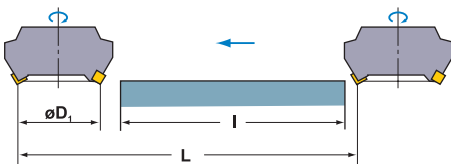
$$vf = fz \times z \times n = .004\text{IPT} \times 10 \times 500 = 20\text{plgs/min}$$

El avance de table es 20plgs/min.

TIEMPO DE CORTE (Tc)

$$Tc = \frac{L}{vf} \text{ (min)}$$

Tc (min) : Tiempo de Corte
 vf (plgs/min) : Avance de mesa por min.
 L (plgs) : Longitud Total de la Mesa (Longitud de la pieza(l)+Diámetro del Cortador(D_1))



(Problema) Cual es el tiempo necesario para dejar un acabado de 4" de ancho y 12" longitud de superficie de una fundición (GG20) en un block, cuando el diámetro de corte es $\phi 8"$, el número de insertos son 16, la velocidad de corte es 410SFM, y el avance por diente es .01". (velocidad del husillo es 200min^{-1})

(Respuesta) Calcular el avance de mesa por min. $vf = .01 \times 16 \times 200 = 32\text{plgs/min}$
 Calcule la longitud total del avance de mesa. $L = 12 + 8 = 20\text{plgs}$
 Sustituir las respuestas de arriba en la fórmula.

$$Tc = \frac{20}{32} = 0.625 \text{ (min)}$$

$$0.625 \times 60 = 37.5 \text{ (seg.)}$$

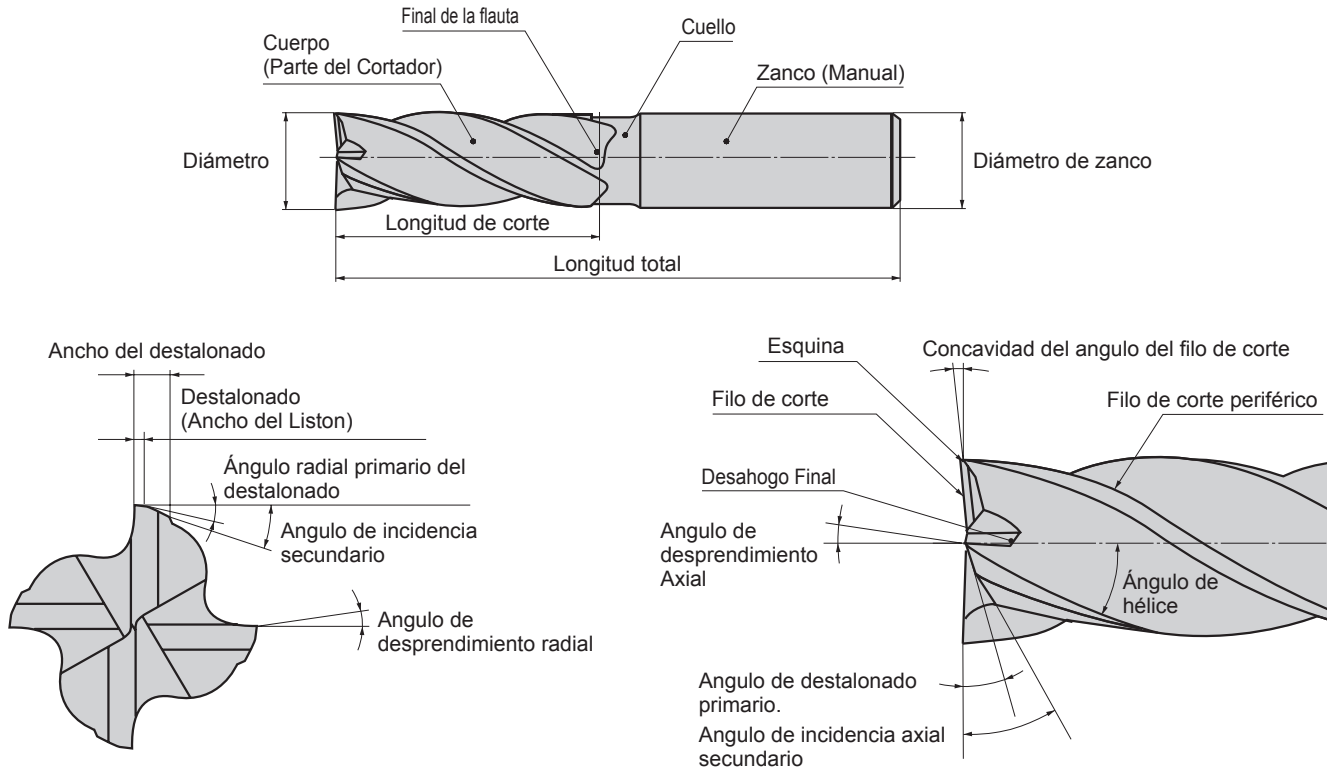
La respuesta 37.5 seg.

SOLUCION DE PROBLEMAS PARA END MILL

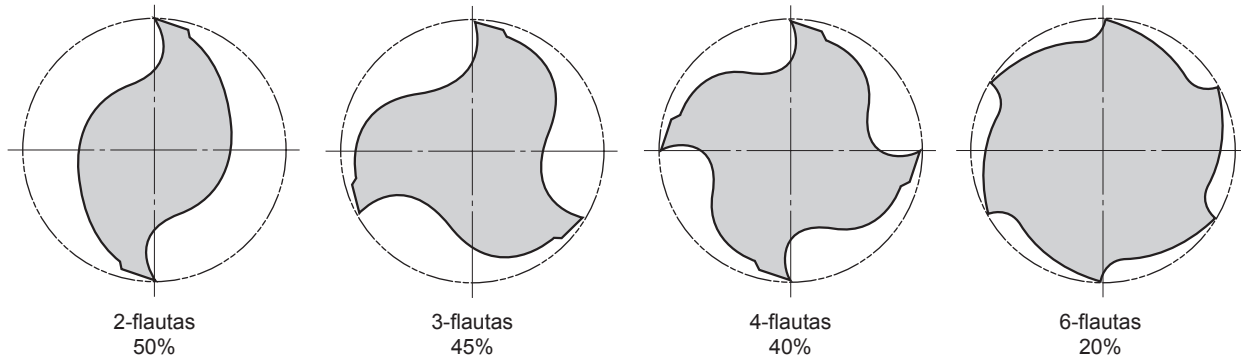
Soluciones		Selección de Grado de Inserto	Condiciones de Corte							Estilo y Diseño de la Herramienta				Máquina e Instalación de Herramienta											
			Herramienta Recubierta	Velocidad de Corte		Avance	Prof. de Corte	Disminuya el Rango de Avance en Pasos	Corte Descendente	Aire a Presión	Fluidos de Corte			Ángulo de la Hélice	Número de Flautas	Concavidad del Ángulo del Filo de Corte	Diámetro de Cortador	Aumente La Rigidez del Cortador	Cavidad para Deshalajo de Viruta Mas Ancho.	Reducción del Volado	Precisión en la Instalación de la Herramienta	Run-Out en la Sujeción Del husillo	Revisión de Pinzas o Cambio	Aumento de la Fuerza de Fijación del Chuck	Estabilidad, Rigidez de la Máquina
				Arriba ↗	Abajo ↘						Aumento de la Cantidad de Refrigerante	No Use Fluido de Corte Soluble En Agua	Determine un Corte Seco o Mojado												
Bajo Rendimiento	Mayor desgaste en el filo de corte periférico	Se utiliza un inserto sin recubrimiento	●																						
		Flautas insuficientes											↗												
		Inapropiadas condiciones de corte		↘						●															
	Desgaste	Corte hacia arriba																							
		Inapropiadas condiciones de corte																							
		Filo de corte frágil																	●						
	Rompimiento durante el corte	Fuerza de clampeo insuficiente																				●	●		
		Poca rigidez de clampeo																				●	●	●	
		Inapropiadas condiciones de corte																							
Mal Acabado	Vibración durante el corte	Poca rigidez del endmill		↘	↘																				
		Poca rigidez de clampeo																							
		Gran desgaste en el filo de corte	●																						
	Poca rugosidad en la superficie de la pared	Inapropiadas condiciones de corte		↘		↘																			
		Viruta Compactada								●	●														
		El filo de corte final no tiene un ángulo cóncavo				↘	↘																		
	Poca rugosidad en el fondo	Aumentar el avance en los pasos					●																		
		Gran desgaste en el filo de corte	●																						
		Inapropiadas condiciones de corte		↘	↘	↘																			
Fuera de vertical	Poca rigidez del endmill																								
	Gran desgaste en el filo de corte																								
	Inapropiadas condiciones de corte		↘	↘	↘																				
Pobre exactitud en el acabado de la superficie	Poca rigidez de clampeo																								
	Inapropiadas condiciones de corte		↘	↘	↘																				
	Poca rigidez de clampeo																								
Rebaba / Desgaste / Rebabas	Rebaba, roturas en la pieza																								
	Formación rápida de rebaba	●																							
Control de Viruta	Acumulación de viruta																								
	Demasiado material a remover																								
		Carencia de espacio en las flautas																							

CARACTERÍSTICAS DEL END MILL Y ESPECIFICACIONES

NOMENCLATURA



COMPARACIÓN DE LA FORMA DEL AREA DE DESPRENDIMIENTO DE LA VIRUTA



CARACTERÍSTICAS Y APLICACIONES DE CORTADORES CON DIFERENTE NUMERO DE FLAUTAS

	2-flautas	3-flautas	4-flautas	6-flautas
Característica	Ventajas	Desalajo efectivo de virutas. Avance de fresado horizontal es posible.	Desalajo efectivo de virutas. Avance de fresado horizontal es posible.	Alta rigidez. Durabilidad del filo de corte superior.
	Desventajas	Baja rigidez.	No es fácil checar el diámetro.	El desalajo de la viruta es pobre.
Utilización	Varias formas de corte incluyendo ranurado, contorno y barrenado.	Ranurado, fresado de contorno. Corte pesado, acabado.	Ranurado, fresado de contorno Acabado	Maquinado de aceros endurecidos. Ranurado, fresado de contorno.

TIPO Y GEOMETRIA DE END MILL

FILO DE CORTE PERIFÉRICO

Tipo	Geometría	Característica
Normal		La geometría de la flauta regular como se muestra en la figura es la más conveniente para utilizar en desbaste y acabado de fresado por interpolación, ranurado y fresado escuadrado.
Cónica		La geometría de la flauta cónica se utiliza para aplicaciones especiales en el maquinado de moldes y para maquinados posteriores al fresado convencional.
Para desbaste		El tipo de geometría para desbaste tiene un filo en forma ondulada y rompe el material formando pequeñas virutas. Adicionalmente la resistencia de corte es baja y permite altos avances cuando desbastamos. La cara interior de la flauta se puede reafilarse.
Formado		Esta forma con geometría especial es utilizada para producir componentes con ángulo de radio. Hay una infinidad de estilos de fresas que pueden ser fabricadas utilizando como muestra esta fresa.

TIPO DE FILOS

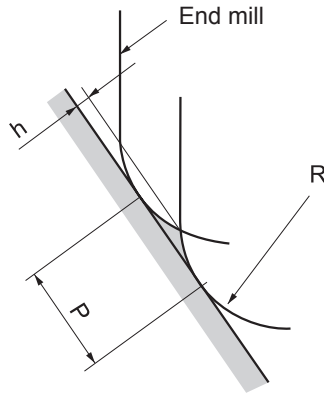
Tipo	Geometría	Característica
Filo Cuadrado (Con agujero en el centro)		Se utiliza generalmente para fresado lateral, ranurado y escuadrado. No es posible el vaciado debido a que el agujero en el centro se utiliza para asegurar la precisión de afilado y reafilado de la herramienta.
Filo Cuadrado (Corte al centro)		Se utiliza generalmente para fresado lateral, ranurado y fresado escuadrado. El vaciado es posible para obtener mayor eficiencia en el corte y utilizando pocas hélices. Puede reafilarse el flanco frontal.
Tipo bola		Geometría muy aconsejable para fresado de superficies curvas. En la punta de la herramienta el canal de deshalajo de la viruta es muy pequeña, ocasionando que haya un insuficiente deshalajo de esta.
Con radio		Utilizado para perfilado de radios y fresado con esquinas en radio. Cuando el paso en fresado es con fresas de diámetros grandes y radios pequeños se puede utilizar de forma eficiente.

PARTES DEL ZANCO Y CUELLO

Tipo	Geometría	Característica
Estándar (Zanco recto)		Tipo mayormente utilizado.
Zanco Largo		Tipo con zanco largo para maquinado en profundidades y aplicaciones de escuadrado.
Cuello largo		Geometría de cuello largo, puede utilizarse para ranuras profundas y también apropiado para mandrinado.
Cuello cónico		Características del end mill cuello largo cónico, es el más utilizado para ranurado profundo y aplicaciones de moldes.

SELECCIÓN DEL VALOR DEL PASO

■ PASO DE AVANCE (INTERPOLACION) CON END MILL NARÍZ DE BOLA, Y END MILL CON RADIO EN LA ESQUINA



$$h=R \cdot \left[1-\cos \left\{ \sin^{-1} \left(\frac{P}{2R} \right) \right\} \right]$$

R : Radio del Naríz de Bola, radio de la Esquina
 P : Paso
 h : Altura de cresta

■ **ÁNGULO (R) DEL RADIO DE LA FRESA Y ALTURA DE CRESTA POR PASO**

Unidad:plgs

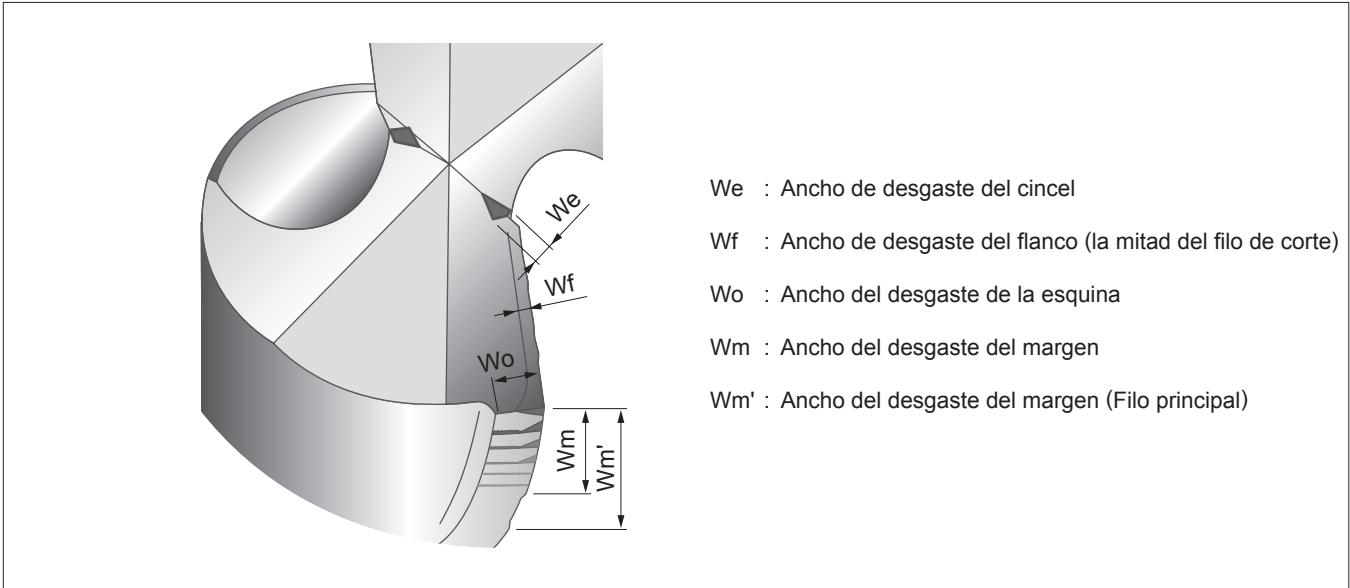
P \ R	Valor del paso (P)									
	.004	.008	.012	.016	.020	.024	.028	.031	.035	.039
0.5	.0001	.0004	.0009	.0017	.0026	.0039	—	—	—	—
1	.00004	.0002	.0004	.0008	.0016	.0018	.0025	.0033	.0042	—
1.5	.00004	.0001	.0003	.0005	.0008	.0012	.0016	.0021	.0027	.0034
2	.00004	.0001	.0002	.0004	.0006	.0009	.0012	.0016	.0020	.0025
2.5	.00004	.00007	.0002	.0003	.0005	.0007	.0010	.0013	.0016	.0020
3		.00007	.0002	.0003	.0004	.0006	.0008	.0011	.0013	.0017
4		.00004	.0001	.0002	.0003	.0004	.0006	.0008	.0010	.0012
5		.00004	.00007	.0002	.0002	.0004	.0005	.0006	.0008	.0010
6		.00004	.00007	.0001	.0002	.0003	.0004	.0005	.0007	.0008
8			.00004	.0001	.0002	.0002	.0003	.0004	.0005	.0006
10			.00004	.00007	.0001	.0002	.0002	.0003	.0004	.0005
12.5			.00004	.00007	.0001	.0002	.0002	.0002	.0003	.0004

P \ R	Valor del paso (P)									
	.043	.047	.051	.055	.059	.063	.067	.071	.075	.079
0.5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1.5	.0041	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2	.0030	.0036	.0043	—	—	—	—	—	—	—
2.5	.0024	.0029	.0034	.0039	—	—	—	—	—	—
3	.0020	.0024	.0028	.0033	.0037	.0043	—	—	—	—
4	.0015	.0018	.0021	.0024	.0028	.0032	.0036	.0041	—	—
5	.0012	.0014	.0017	.0019	.0022	.0025	.0029	.0032	.0036	.0040
6	.0010	.0012	.0014	.0016	.0019	.0021	.0024	.0027	.0030	.0033
8	.0007	.0009	.0010	.0012	.0014	.0016	.0018	.0020	.0022	.0025
10	.0006	.0007	.0008	.0010	.0011	.0013	.0014	.0016	.0018	.0020
12.5	.0005	.0006	.0007	.0008	.0009	.0010	.0011	.0013	.0014	.0016

CONDICION DE DAÑO DE LA BROCA Y DAÑO EN EL FILO DE CORTE

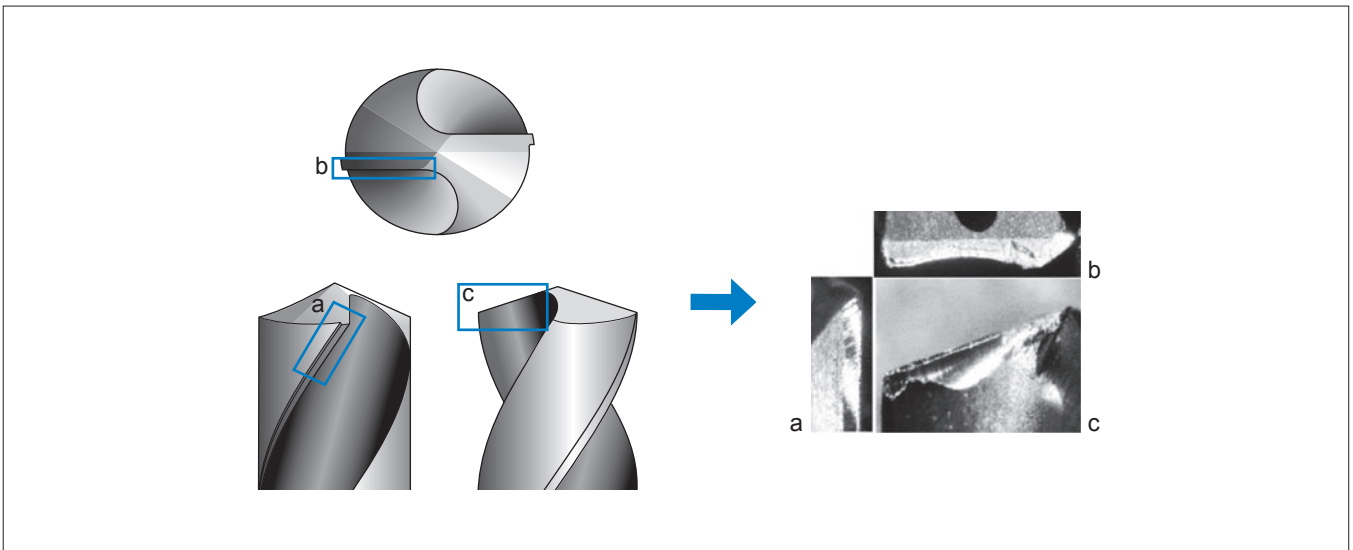
CONDICIONES DEL DESGASTE DE LA BROCA

La siguiente tabla muestra una representación gráfica del desgaste del filo de una broca. La generación y la cantidad del desgaste difiere de acuerdo al material de la pieza y las condiciones de corte usadas. Pero generalmente el desgaste periférico es mayor y determina la vida de la broca. Cuando se reafila, el desgaste del flanco en el punto necesita ser retirado completamente. Por lo tanto, si hay un mayor desgaste más material tendrá que ser removido para renovar el filo de corte



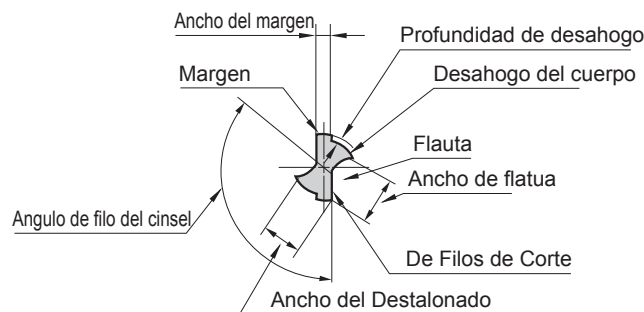
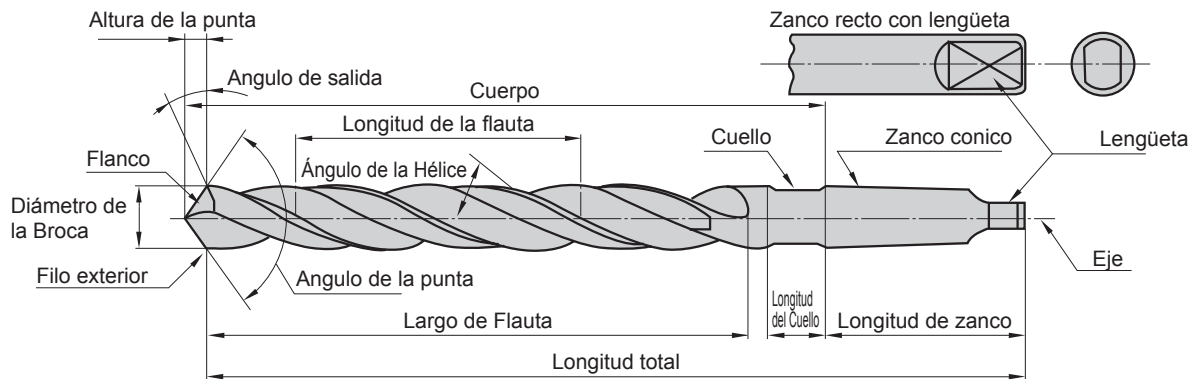
DAÑO DEL FILO DE CORTE

Al barrenar, el filo de corte de la broca puede sufrir despostillamiento, fracturas y daños anormal. En estos casos es importante ver de cerca el daño, investigar la causa y realizar acciones al respecto



TERMINOLOGIA DE BROCAS Y CARACTERISTICAS DE CORTE

NOMBRES DE CADA PARTE DE LA BROCA



ESPECIFICACIONES DE LAS FORMAS Y CARACTERISTICAS DEL CORTE

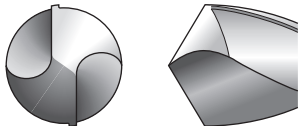
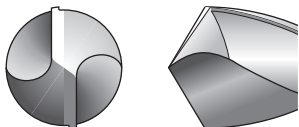
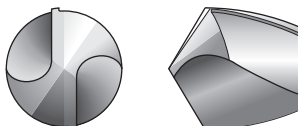
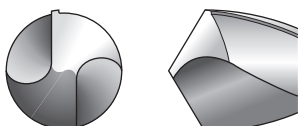
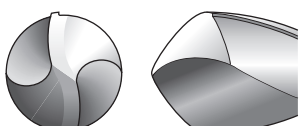
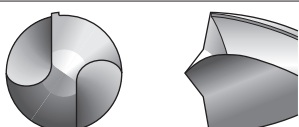
Ángulo de la hélice	Es la inclinación de la flauta con respecto a la dirección axial de la broca, la cual corresponde al rango del ángulo de una broca. El rango del ángulo de una broca difiere de acuerdo a la posición del filo de corte, y este disminuye conforme la circunferencia se acerca al centro. El filo del cincel tiene un rango negativo del ángulo. Materiales con altas durezas Chico ◀•• Angulo de desprendimiento ••▶ Grande Material Suave (Aluminio, etc.)			
Largo de Flauta	Esta se determina por la profundidad de un barreno, la longitud del barreno, y las veces que se necesiten reafilar. Desde que esta ha sido influenciada por la vida de la herramienta es mayor, es necesario minimizarla tanto como sea posible.			
Angulo de la punta	En general, el ángulo es de 118° el cual es útil en varias aplicaciones Materiales suaves con buena maquinabilidad Chico ◀•• Angulo de la punta ••▶ Grande Para material endurecido y alta eficiencia en el maquinado			
Ancho del núcleo	Es un importante elemento que determina la rigidez, la deformación y el rendimiento del rompe viruta de la broca. El ancho del núcleo se determina de acuerdo a las aplicaciones. <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 50%; border: none;"> Baja resistencia de corte Baja rigidez Buen rendimiento del rompe viruta Material maquinable </td> <td style="width: 10%; text-align: center; border: none;">} Delgado ◀•• Ancho del núcleo ••▶ Tenaz</td> <td style="width: 40%; border: none;"> Alta resistencia de corte Alta rigidez Bajo rendimiento del rompe viruta Material de alta dureza Barrenado de barreno cruzado, etc. </td> </tr> </table>	Baja resistencia de corte Baja rigidez Buen rendimiento del rompe viruta Material maquinable	} Delgado ◀•• Ancho del núcleo ••▶ Tenaz	Alta resistencia de corte Alta rigidez Bajo rendimiento del rompe viruta Material de alta dureza Barrenado de barreno cruzado, etc.
Baja resistencia de corte Baja rigidez Buen rendimiento del rompe viruta Material maquinable	} Delgado ◀•• Ancho del núcleo ••▶ Tenaz	Alta resistencia de corte Alta rigidez Bajo rendimiento del rompe viruta Material de alta dureza Barrenado de barreno cruzado, etc.		
Margen	La punta de la broca determina el diámetro y hace la función de guía de la broca durante el barrenado, el ancho de margen se determina considerando la fricción durante el barrenado. Pobre desempeño de guía Chico ◀•• Ancho del margen ••▶ Grande Buen rendimiento de la guía			
Conicidad anti fricción	Para reducir la fricción con el interior del barreno, la parte desde la punta al zanco está ligeramente cónica. El ángulo generalmente se representa por la cantidad de reducción del diámetro con respecto a la longitud de la flauta, que es aproximadamente de .0016"—.016"/4".			

TERMINOLOGIA DE BROCAS Y CARACTERISTICAS DE CORTE

INFLUENCIA DE LA GEOMETRIA DEL FILO

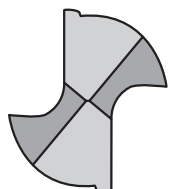
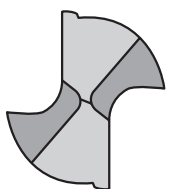
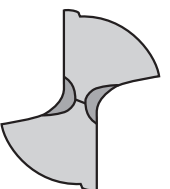
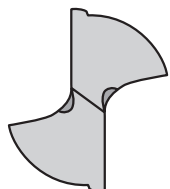
Como se muestra en la siguiente tabla, es posible seleccionar la geometría de filo más adecuada para diferentes aplicaciones. Si la geometría del filo de corte es seleccionada se tendrá una eficiencia de maquinado mayor y se podrá tener una mayor exactitud en el barreno.

Geometría típica del filo


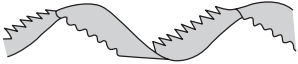


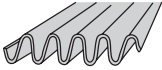

Nombre del Afilado	Geometría	Características y Efectos	Uso
Cónico		<ul style="list-style-type: none"> El flanco es cónico y el ángulo de salida incrementa a partir del centro de la broca. 	<ul style="list-style-type: none"> Para Uso General.
Plano		<ul style="list-style-type: none"> El flanco es plano y facilita el corte. 	<ul style="list-style-type: none"> Principalmente para brocas de diámetro pequeño
Tres Ángulos de Incidencia		<ul style="list-style-type: none"> Como no hay filo en el cincel, el resultado es una gran fuerza centrípeta y un tamaño de barreno menor al especificado. Se requiere una maquina especial para el afilado. Afilado en tres fases. 	<ul style="list-style-type: none"> Para operaciones de barrenado que requieran alta exactitud en el barreno y posicionamiento exacto
Punta Espiral		<ul style="list-style-type: none"> Para incrementar el ángulo de salida cerca del centro de la broca, afilado cónico en combinación con hélice irregular. Filo del cincel tipo S con alta fuerza centrípeta y exactitud en el maquinado. 	<ul style="list-style-type: none"> Para barrenados que requieren alta precisión.
Filo Radial		<ul style="list-style-type: none"> El filo de corte es radial con el fin de dispersar la carga. Alta exactitud en el maquinado y rugosidad en el acabado superficial. Para barrenos pasados, pequeñas rebabas en la base. Se requiere una maquina especial para el afilado. 	<ul style="list-style-type: none"> Para fundición gris y aleaciones ligeras. Para placas de fundición. Acero
Broca de centrado		<ul style="list-style-type: none"> La geometría tiene dos puntos de referencia para tener una mejor concentricidad y una reducción en el choque cuando este se presenta en la pieza. 	<ul style="list-style-type: none"> Para barrenados en placas delgadas.

ANCHO DEL NUCLEO

El rango del ángulo del filo de corte de una broca se reduce en el centro y este pasa a ser un ángulo negativo en el filo del cincel. Durante el barrenado, el centro de la broca realiza el trabajo, generando una resistencia del 50–10%. El adelgazamiento del núcleo es muy efectivo para la reducción de la resistencia de corte de una broca, la remoción rápida de las virutas en el filo del cincel y un mejor centrado inicial.

Geometría				
	X type	XR type	S type	N type
Característica	La carga de empuje se reduce sustancialmente, y el desempeño del corte se mejora. Esto es muy efectivo cuando el núcleo es delgado.	El desempeño inicial es ligeramente inferior a los del tipo X, pero el filo de corte es duro y el rango de aplicaciones es más amplio.	Diseño mas popular, fácil forma de filo.	Efectivo cuando el núcleo es comparativamente grueso.
Usos Importantes	Barrenado general y barrenado profundo.	Barrenados generales y barrenados en acero inoxidable.	Barrenado general de acero inoxidable, fundición gris y metales no ferrosos.	Barrenado profundo.

VIRUTAS DEL BARRENADO

Tipo de Virutas	Geometría	Características y facilidad de control de viruta
Espiral Cónico		Las virutas con forma de hélice hechas con el filo de corte se curvan en la flauta. Las virutas de este tipo son producidas cuando el rango de avance de materiales dúctiles es pequeño. Si la viruta se rompe después de giros bruscos, el desempeño del rompimiento de viruta es satisfactorio.
Viruta Larga.		La viruta generada sale larga y se enrollara fácilmente en la broca.
Viruta forma de hélice		Esta es una viruta rota por el alojamiento causado en la flauta de la broca y la pared de un barreno hecho. Esto es generado cuando el rango de avance es alto.
Viruta Segmentada		Una viruta con forma de espiral cónica que se rompe antes que la viruta se convierta en forma de picos largos por la resistencia causada por la pared del barreno de la broca debido a la insuficiencia de ductibilidad. Excelente descarga y desalojamiento de rebaba.
Viruta Zigzag		Una viruta que es enrollada y doblada debido a la forma de la flauta y las características del material. Esto fácilmente causa atascamiento de virutas en la flauta.
Viruta tipo Aguja		Las virutas rotas por la vibración o rotas cuando los materiales frágiles son curvados con un radio pequeño. El desempeño de corte es satisfactorio, pero estas virutas se pueden ir acumulando y crear atascamientos.

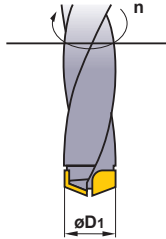
FORMULAS PARA BARRENADO

VELOCIDAD DE CORTE (vc)

$$vc = \frac{\pi \cdot D_1 \cdot n}{12} \text{ (SFM)}$$

vc (SFM) : Velocidad de Corte D_1 (plgs) : Diámetro de la Broca
 π (3.14) : Circular Constante n (min^{-1}): Velocidad de giro del husillo principal

*Transformación en unidades (desde "mm" a "m")



(Problema) Cual es la velocidad de corte cuando la velocidad del husillo principal es 1350min^{-1} y el diámetro de la broca es .500plgs ?

(Respuesta) Sustituir $\pi 3.14$, $D_1=.500 \text{plgs}$, $n=1350$ en la fórmula.

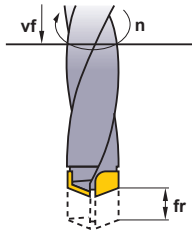
$$vc = \frac{\pi \cdot D_1 \cdot n}{12} = \frac{3.14 \times .500 \times 1350}{12} = 176.6 \text{SFM}$$

La velocidad es 176.6SFM.

AVANCE DEL HUSILLO PRINCIPAL (vf)

$$vf = fr \cdot n \text{ (plgs/min)}$$

vf (plgs/min) : Velocidad de avance del husillo principal (eje Z)
 fr (IPR) : Avance por Revolución
 n (min^{-1}) : Velocidad de giro del husillo principal



(Problema) Cual es el avance del husillo (vf) cuando el avance por revolución es .008IPR y la velocidad del husillo principal es 1350min^{-1} ?

(Respuesta) Sustituir $fr=.008$, $n=1350$ en la fórmula.

$$vf = fr \times n = .008 \times 1350 = 10.8 \text{plgs/min}$$

El avance del husillo es 10.8plgs/min.

TIEMPO DE BARRENADO (Tc)

$$Tc = \frac{ld \cdot i}{n \cdot fr}$$

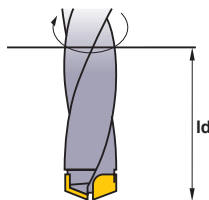
Tc (min) : Tiempo de Barrenado
 n (min^{-1}) : Velocidad del husillo
 ld (plgs) : Profundidad del agujero
 fr (IPR) : Avance por Revolución
 i : Número de Agujeros

(Problem) Cual es el tiempo necesario de barrenado en un agujero de 1.2plgs de longitud en acero aleado con una velocidad de corte de 165SFM y avance de .006IPR ?

(Respuesta) Velocidad del husillo $n = \frac{165 \times 12}{.59 \times 3.14} = 1068.8 \text{min}^{-1}$

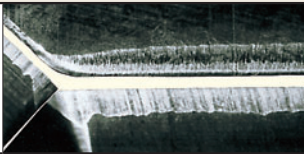
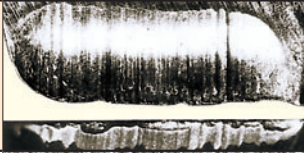




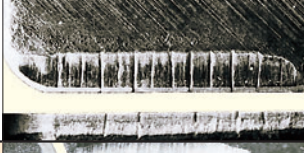




$$Tc = \frac{1.2 \times 1}{1068.8 \times .006} = .187$$

$$= .187 \times 60 \approx 11.2 \text{ sec}$$



DESGASTE Y DAÑO DE LA HERRAMIENTA

PROBLEMAS Y SOLUCIONES

Forma del daño en las herramientas	Problema	Soluciones
Desgaste de Flanco 	<ul style="list-style-type: none"> · Grado de herramienta muy suave. · Velocidad de corte demasiado alta. · Angulo de desprendimiento demasiado pequeño. · Avance extremadamente bajo. 	<ul style="list-style-type: none"> · Grado de inserto con alta resistencia al desgaste. · Disminuya la velocidad de corte. · Aumento del ángulo de desprendimiento. · Aumente el avance.
Craterización 	<ul style="list-style-type: none"> · Grado de herramienta muy suave. · Velocidad de corte demasiado alta. · Avance demasiado alto. 	<ul style="list-style-type: none"> · Grado de inserto con alta resistencia al desgaste. · Disminuya la velocidad de corte. · Bajo avance.
Desgaste 	<ul style="list-style-type: none"> · Grado muy duro. · Avance demasiado alto. · Filo débil. 	<ul style="list-style-type: none"> · Grado de inserto con alta tenacidad. · Bajo avance. · Aumento en el honeado. (Cambio de honeado redondeado a honeado con chafán.) · Utilizar herramienta de zanco más grande.
Fractura 	<ul style="list-style-type: none"> · Grado muy duro. · Avance demasiado alto. · Filo débil. 	<ul style="list-style-type: none"> · Grado de inserto con alta tenacidad. · Bajo avance. · Aumento en el honeado. (Cambio de honeado redondeado a honeado con chafán.) · Utilizar herramienta de zanco más grande.
Deformación plástica 	<ul style="list-style-type: none"> · Grado de herramienta muy suave. · Velocidad de corte demasiado alta. · Profundidad de corte y avance excesivos. · Alta temperatura de corte. 	<ul style="list-style-type: none"> · Grado de inserto con alta resistencia al desgaste. · Disminuya la velocidad de corte. · Reduzca la profundidad de corte y el avance. · Grado de inserto con alta conductibilidad del calor.
Aderencia en el filo 	<ul style="list-style-type: none"> · Velocidad de corte baja. · Filo de corte malo. · Grado inapropiado. 	<ul style="list-style-type: none"> · Aumente la velocidad de corte. (Para ANSI 1045, velocidad de corte 260 SFM.) · Incremente ángulo de desprendimiento. · Grado de herramienta con baja afinidad.
Fractura térmica 	<ul style="list-style-type: none"> · Expansión y contracción debido al calor en el corte. · Grado muy duro. · *Especialmente en fresado. 	<ul style="list-style-type: none"> · Corte en seco. (Para corte con refrigerante, la pieza debe de estar sumergida en fluido.) · Grado de inserto con alta tenacidad.
Muesca en el filo 	<ul style="list-style-type: none"> · Superficies duras, piezas enfriadas rápidamente y capas endurecidas por el maquinado. · Fricción causada por virutas dentadas. (Causado por pequeña vibración) 	<ul style="list-style-type: none"> · Grado de inserto con alta resistencia al desgaste. · Incremente el ángulo de desprendimiento para mejorar el filo.
Desprendimiento 	<ul style="list-style-type: none"> · Adhesión en el filo de corte. · Deficiente desalojo de virutas. 	<ul style="list-style-type: none"> · Incremente el ángulo de desprendimiento para mejorar el filo. · Cavidad de viruta más grande.
Desgaste de Flanco Fractura 	<ul style="list-style-type: none"> · Daño debido a la falta de resistencia de un filo redondeado. 	<ul style="list-style-type: none"> · Incremente el honeado. · Grado de inserto con alta tenacidad.
*Daños de policristalinos 	<ul style="list-style-type: none"> · Grado de herramienta muy suave. · La resistencia de corte es muy alta y genera mucho calor. 	<ul style="list-style-type: none"> · Reduzca el honeado. · Grado de inserto con alta resistencia al desgaste.

LISTADO DE REFERENCIAS DE MATERIALES

ACERO AL CARBÓN

USA	Japón	Alemania		Inglaterra		Francia	Italia	España	Suecia	China
		AISI/SAE	JIS	W.-nr.	DIN					
A570.36	STKM 12A STKM 12C	1.0038	RSt.37-2	4360 40 C	–	E 24-2 Ne	–	–	1311	15
1015	–	1.0401	C15	080M15	–	CC12	C15, C16	F.111	1350	15
1020	–	1.0402	C22	050A20	2C	CC20	C20, C21	F.112	1450	20
1213	SUM22	1.0715	9SMn28	230M07	1A	S250	CF9SMn28	F.2111 11SMn28	1912	Y15
12L13	SUM22L	1.0718	9SMnPb28	–	–	S250Pb	CF9SMnPb28	11SMnPb28	1914	–
–	–	1.0722	10SPb20	–	–	10PbF2	CF10Pb20	10SPb20	–	–
1215	–	1.0736	9SMn36	240M07	1B	S300	CF9SMn36	12SMn35	–	Y13
12L14	–	1.0737	9SMnPb36	–	–	S300Pb	CF9SMnPb36	12SMnP35	1926	–
1015	S15C	1.1141	Ck15	080M15	32C	XC12	C16	C15K	1370	15
1025	S25C	1.1158	Ck25	–	–	–	–	–	–	25
A572-60	–	1.8900	StE380	4360 55 E	–	–	FeE390KG	–	2145	–
1035	–	1.0501	C35	060A35	–	CC35	C35	F.113	1550	35
1045	–	1.0503	C45	080M46	–	CC45	C45	F.114	1650	45
1140	–	1.0726	35S20	212M36	8M	35MF4	–	F210G	1957	–
1039	–	1.1157	40Mn4	150M36	15	35M5	–	–	–	40Mn
1335	SMn438(H)	1.1167	36Mn5	–	–	40M5	–	36Mn5	2120	35Mn2
1330	SCMn1	1.1170	28Mn6	150M28	14A	20M5	C28Mn	–	–	30Mn
1035	S35C	1.1183	Cf35	060A35	–	XC38TS	C36	–	1572	35Mn
1045	S45C	1.1191	Ck45	080M46	–	XC42	C45	C45K	1672	Ck45
1050	S50C	1.1213	Cf53	060A52	–	XC48TS	C53	–	1674	50
1055	–	1.0535	C55	070M55	9	–	C55	–	1655	55
1060	–	1.0601	C60	080A62	43D	CC55	C60	–	–	60
1055	S55C	1.1203	Ck55	070M55	–	XC55	C50	C55K	–	55
1060	S58C	1.1221	Ck60	080A62	43D	XC60	C60	–	1678	60Mn
1095	–	1.1274	Ck101	060A96	–	XC100	–	F.5117	1870	–
W1	SK3	1.1545	C105W1	BW1A	–	Y105	C36KU	F.5118	1880	–
W210	SUP4	1.1545	C105W1	BW2	–	Y120	C120KU	F.515	2900	–

ALEACIONES

USA	Japón	Alemania		Inglaterra		Francia	Italia	España	Suecia	China
		AISI/SAE	JIS	W.-nr.	DIN					
A573-81	SM400A, SM400B SM400C	1.0144	St.44.2	4360 43 C	–	E28-3	–	–	1412	–
–	SM490A, SM490B SM490C	1.0570	St52-3	4360 50 B	–	E36-3	Fe52BFN Fe52CFN	–	2132	–
5120	–	1.0841	St52-3	150M19	–	20MC5	Fe52	F.431	2172	–
9255	–	1.0904	55Si7	250A53	45	55S7	55Si8	56Si7	2085	55Si2Mn
9262	–	1.0961	60SiCr7	–	–	60SC7	60SiCr8	60SiCr8	–	–
ASTM 52100	SUJ2	1.3505	100Cr6	534A99	31	100C6	100Cr6	F.131	2258	Gr15, 45G
ASTM A204Gr.A	–	1.5415	15Mo3	1501-240	–	15D3	16Mo3KW	16Mo3	2912	–
4520	–	1.5423	16Mo5	1503-245-420	–	–	16Mo5	16Mo5	–	–
ASTM A350LF5	–	1.5622	14Ni6	–	–	16N6	14Ni6	15Ni6	–	–
ASTM A353	–	1.5662	X8Ni9	1501-509-510	–	–	X10Ni9	XBNi09	–	–
3135	SNC236	1.5710	36NiCr6	640A35	111A	35NC6	–	–	–	–
3415	SNC415(H)	1.5732	14NiCr10	–	–	14NC11	16NiCr11	15NiCr11	–	–
3415, 3310	SNC815(H)	1.5752	14NiCr14	655M13	36A	12NC15	–	–	–	–
8620	SNCM220(H)	1.6523	21NiCrMo2	805M20	362	20NCD2	20NiCrMo2	20NiCrMo2	2506	–
8740	SNCM240	1.6546	40NiCrMo22	311-Type 7	–	–	40NiCrMo2(KB)	40NiCrMo2	–	–
–	–	1.6587	17CrNiMo6	820A16	–	18NCD6	–	14NiCrMo13	–	–
5015	SCr415(H)	1.7015	15Cr3	523M15	–	12C3	–	–	–	15Cr

USA	Japón	Alemania		Inglaterra		Francia	Italia	España	Suecia	China
		AISI/SAE	JIS	W.-nr.	DIN					
5140	SCr440	1.7045	42Cr4	–	–	–	–	42Cr4	2245	40Cr
5155	SUP9(A)	1.7176	55Cr3	527A60	48	55C3	–	–	–	20CrMn
–	SCM415(H)	1.7262	15CrMo5	–	–	12CD4	–	12CrMo4	2216	–
ASTM A182 F11, F12	–	1.7335	13CrMo4 4	1501-620Gr27	–	15CD3.5 15CD4.5	14CrMo45	14CrMo45	–	–
ASTM A182 F.22	–	1.7380	10CrMo910	1501-622 Gr31, 45	–	12CD9 12CD10	12CrMo9 12CrMo10	TU.H	2218	–
–	–	1.7715	14MoV63	1503-660-440	–	–	–	13MoCrV6	–	–
–	–	1.8523	39CrMoV13 9	897M39	40C	–	36CrMoV12	–	–	–
9840	–	1.6511	36CrNiMo4	816M40	110	40NCD3	38NiCrMo4(KB)	35NiCrMo4	–	–
4340	–	1.6582	34CrNiMo6	817M40	24	35NCD6	35NiCrMo6(KB)	–	2541	40CrNiMoA
5132	SCr430(H)	1.7033	34Cr4	530A32	18B	32C4	34Cr4(KB)	35Cr4	–	35Cr
5140	SCr440(H)	1.7035	41Cr4	530M40	18	42C4	41Cr4	42Cr4	–	40Cr
5115	–	1.7131	16MnCr5	(527M20)	–	16MC5	16MnCr5	16MnCr5	2511	18CrMn
4130	SCM420 SCM430	1.7218	25CrMo4	1717CDS110 708M20	–	25CD4	25CrMo4(KB)	55Cr3	2225	30CrMn
4137 4135	SCM432 SCCRM3	1.7220	34CrMo4	708A37	19B	35CD4	35CrMo4	34CrMo4	2234	35CrMo
4140 4142	SCM 440	1.7223	41CrMo4	708M40	19A	42CD4TS	41CrMo4	42CrMo4	2244	40CrMoA
4140	SCM440(H)	1.7225	42CrMo4	708M40	19A	42CD4	42CrMo4	42CrMo4	2244	42CrMo 42CrMnMo
–	–	1.7361	32CrMo12	722M24	40B	30CD12	32CrMo12	F.124.A	2240	–
6150	SUP10	1.8159	50CrV4	735A50	47	50CV4	50CrV4	51CrV4	2230	50CrVA
–	–	1.8509	41CrAlMo7	905M39	41B	40CAD6 40CAD2	41CrAlMo7	41CrAlMo7	2940	–
L3	–	1.2067	100Cr6	BL3	–	Y100C6	–	100Cr6	–	CrV, 9SiCr
–	SKS31 SKS2, SKS3	1.2419	105WCr6	–	–	105WC13	100WCr6 107WCr5KU	105WCr5	2140	CrWMo
L6	SKT4	1.2713	55NiCrMoV6	BH224/5	–	55NCDV7	–	F.520.S	–	5CrNiMo
ASTM A353 2515	–	1.5662	X8Ni9	1501-509	–	–	X10Ni9	XBNi09	–	–
–	–	1.5680	12Ni19	–	–	Z18N5	–	–	–	–
–	–	1.6657	14NiCrMo134	832M13	36C	–	15NiCrMo13	14NiCrMo131	–	–
D3 ASTM D3	SKD1	1.2080	X210Cr12	BD3	–	Z200C12	X210Cr13KU X250Cr12KU	X210Cr12	–	Cr12
H13 ASTM H13	SKD61	1.2344	X40CrMoV51 X40CrMoV51	BH13	–	Z40CDV5	X35CrMoV05KU X40CrMoV51KU	X40CrMoV5	2242	40CrMoV5
A2	SKD12	1.2363	X100CrMoV51	BA2	–	Z100CDV5	X100CrMoV51KU	X100CrMoV5	2260	100CrMoV5
–	SKD2	1.2436	X210CrW12	–	–	–	X215CrW121KU	X210CrW12	2312	–
S1	–	1.2542	45WCrV7	BS1	–	–	45WCrV8KU	45WCrSi8	2710	–
H21	SKD5	1.2581	X30WCrV93	BH21	–	Z30WCV9	X28W09KU	X30WCrV9	–	30WCrV9
–	–	1.2601	X165CrMoV12	–	–	–	X165CrMoV12KU	X160CrMoV12	2310	–
W210	SKS43	1.2833	100V1	BW2	–	Y1105V	–	–	–	V
T4	SKH3	1.3255	S 18-1-2-5	BT4	–	Z80WKCV	X78WCo1805KU	HS18-1-1-5	–	W18Cr4VCo5
T1	SKH2	1.3355	S 18-0-1	BT1	–	Z80WCV	X75W18KU	HS18-0-1	–	–
–	SCMnH/1	1.3401	G-X120Mn12	Z120M12	–	Z120M12	XG120Mn12	X120MN12	–	–
HW3	SUH1	1.4718	X45CrSi93	401S45	52	Z45CS9	X45CrSi8	F.322	–	X45CrSi93
D3	SUH3	1.3343	S6-5-2	4959BA2	–	Z40CSD10	15NiCrMo13	–	2715	–
M2	SKH9, SKH51	1.3343	S6/5/2	BM2	–	Z85WDCV	HS6-5-2-2	F.5603	2722	–
M7	–	1.3348	S 2-9-2	–	–	–	HS2-9-2	HS2-9-2	2782	–
M35	SKH55	1.3243	S6/5/2/5	BM35	–	6-5-2-5	HS6-5-2-5	F.5613	2723	–

LISTADO DE REFERENCIAS DE MATERIALES

ACERO INOXIDABLE (FERRÍTICA, MARTENSITICO)

USA	Japón	Alemania		Inglaterra		Francia	Italia	España	Suecia	China
AISI/SAE	JIS	W.-nr.	DIN	BS	EN	AFNOR	UNI	UNE	SS	GB
403	SUS403	1.4000	X7Cr13	403S17	–	Z6C13	X6Cr13	F.3110	2301	Ocr13 1Cr12
–	–	1.4001	X7Cr14	–	–	–	–	F.8401	–	–
416	SUS416	1.4005	X12CrS13	416S21	–	Z11CF13	X12CrS13	F.3411	2380	–
410	SUS410	1.4006	X10Cr13	410S21	56A	Z10C14	X12Cr13	F.3401	2302	1Cr13
430	SUS430	1.4016	X8Cr17	430S15	60	Z8C17	X8Cr17	F.3113	2320	1Cr17
–	SCS2	1.4027	G-X20Cr14	420C29	56B	Z20C13M	–	–	–	–
–	SUS420J2	1.4034	X46Cr13	420S45	56D	Z40CM Z38C13M	X40Cr14	F.3405	2304	4Cr13
405	–	1.4003	–	405S17	–	Z8CA12	X6CrAl13	–	–	–
420	–	1.4021	–	420S37	–	Z8CA12	X20Cr13	–	2303	–
431	SUS431	1.4057	X22CrNi17	431S29	57	Z15CNi6.02	X16CrNi16	F.3427	2321	1Cr17Ni2
430F	SUS430F	1.4104	X12CrMoS17	–	–	Z10CF17	X10CrS17	F.3117	2383	Y1Cr17
434	SUS434	1.4113	X6CrMo17	434S17	–	Z8CD17.01	X8CrMo17	–	2325	1Cr17Mo
CA6-NM	SCS5	1.4313	X5CrNi134	425C11	–	Z4CND13.4M	(G)X6CrNi304	–	2385	–
405	SUS405	1.4724	X10CrA113	403S17	–	Z10C13	X10CrA112	F.311	–	Ocr13Al
430	SUS430	1.4742	X10CrA118	430S15	60	Z10CAS18	X8Cr17	F.3113	–	Cr17
HNV6	SUH4	1.4747	X80CrNiSi20	443S65	59	Z80CSN20.02	X80CrSiNi20	F.320B	–	–
446	SUH446	1.4762	X10CrA124	–	–	Z10CAS24	X16Cr26	–	2322	2Cr25N
EV8	SUH35	1.4871	X53CrMnNiN219	349S54	–	Z52CMN21.09	X53CrMnNiN219	–	–	5Cr2Mn9Ni4N
S44400	–	1.4521	X1CrMoTi182	–	–	–	–	–	2326	–
–	–	1.4922	X20CrMoV12-1	–	–	–	X20CrMoNi1201	–	2317	–
630	–	1.4542	–	–	–	Z7CNU17-04	–	–	–	–

ACERO INOXIDABLE (AUSTENITICO)

USA	Japón	Alemania		Inglaterra		Francia	Italia	España	Suecia	China
AISI/SAE	JIS	W.-nr.	DIN	BS	EN	AFNOR	UNI	UNE	SS	GB
304L	SUS304L	1.4306	X2CrNi1911	304S11	–	Z2CN18.10	X2CrNi18.11	–	2352	Ocr19Ni10
304	SUS304	1.4350	X5CrNi189	304S11	58E	Z6CN18.09	X5CrNi1810	F.3551 F.3541 F.3504	2332	Ocr18Ni9
303	SUS303	1.4305	X12CrNiS188	303S21	58M	Z10CNF18.09	X10CrNiS18.09	F.3508	2346	1Cr18Ni9MoZr
–	SUS304L	–	–	304C12	–	Z3CN19.10	–	–	2333	–
304L	SCS19	1.4306	X2CrNi189	304S12	–	Z2CrNi1810	X2CrNi18.11	F.3503	2352	–
301	SUS301	1.4310	X12CrNi177	–	–	Z12CN17.07	X12CrNi1707	F.3517	2331	Cr17Ni7
304LN	SUS304LN	1.4311	X2CrNiN1810	304S62	–	Z2CN18.10	–	–	2371	–
316	SUS316	1.4401	X5CrNiMo1810	316S16	58J	Z6CND17.11	X5CrNiMo1712	F.3543	2347	Ocr17Ni11Mo2
–	SCS13	1.4308	G-X6CrNi189	304C15	–	Z6CN18.10M	–	–	–	–
–	SCS14	1.4408	G-X6CrNiMo1810	316C16	–	–	–	F.8414	–	–
–	SCS22	1.4581	G-X5CrNiMoNb1810	318C17	–	Z4CNDNb1812M	XG8CrNiMo1811	–	–	–
316LN	SUS316LN	1.4429	X2CrNiMoN1813	–	–	Z2CND17.13	–	–	2375	Ocr17Ni13Mo
316L	–	1.4404	–	316S13	–	Z2CND17.12	X2CrNiMo1712	–	2348	–
316L	SCS16 SUS316L	1.4435	X2CrNiMo1812	316S13	–	Z2CND17.12	X2CrNiMo1712	–	2353	Ocr27Ni12Mo3
316	–	1.4436	–	316S13	–	Z6CND18-12-03	X8CrNiMo1713	–	2343, 2347	–
317L	SUS317L	1.4438	X2CrNiMo1816	317S12	–	Z2CND19.15	X2CrNiMo1816	–	2367	O0Cr19Ni13Mo
UNS V 0890A	–	1.4539	X1NiCrMo	–	–	Z6CNT18.10	–	–	2562	–
321	SUS321	1.4541	X10CrNiTi189	321S12	58B	Z6CNT18.10	X6CrNiTi1811	F.3553 F.3523	2337	1Cr18Ni9Ti
347	SUS347	1.4550	X10CrNiNb189	347S17	58F	Z6CNNb18.10	X6CrNiNb1811	F.3552 F.3524	2338	1Cr18Ni11Nb
316Ti	–	1.4571	X10CrNiMoTi1810	320S17	58J	Z6CNDT17.12	X6CrNiMoTi1712	F.3535	2350	Cr18Ni12Mo2T
318	–	1.4583	X10CrNiMoNb1812	–	–	Z6CNDNb1713B	X6CrNiMoNb1713	–	–	Cr17Ni12Mo3Mb

USA	Japón	Alemania		Inglaterra		Francia	Italia	España	Suecia	China
		AISI/SAE	JIS	W.-nr.	DIN					
309	SUH309	1.4828	X15CrNiSi2012	309S24	–	Z15CNS20.12	X6CrNi2520	–	–	1Cr23Ni13
310S	SUH310	1.4845	X12CrNi2521	310S24	–	Z12CN2520	X6CrNi2520	F.331	2361	OCr25Ni20
308	SCS17	1.4406	X10CrNi18.08	–	58C	Z1NCDU25.20	–	F.8414	2370	–
–	–	1.4418	X4CrNiMo165	–	–	Z6CND16-04-01	–	–	–	–
17-7PH	–	1.4568	–	316S111	–	Z8CNA17-07	X2CrNiMo1712	–	–	–
–	–	1.4504	–	–	–	–	–	–	–	–
NO8028	–	1.4563	–	–	–	Z1NCDU31-27-03	–	–	2584	–
S31254	–	–	–	–	–	Z1CNDU20-18-06AZ	–	–	2378	–
321	SUS321	1.4878	X12CrNiTi189	321S32	58B, 58C	Z6CNT18.12B	X6CrNiTi18 11	F.3523	–	1Cr18Ni9Ti

ACEROS TERMORESISTENTES

USA	Japón	Alemania		Inglaterra		Francia	Italia	España	Suecia	China
		AISI/SAE	JIS	W.-nr.	DIN					
330	SUH330	1.4864	X12NiCrSi3616	–	–	Z12NCS35.16	–	–	–	–
HT, HT 50	SCH15	1.4865	G-X40NiCrSi3818	330C11	–	–	XG50NiCr3919	–	–	–

FUNDICIÓN GRIS

USA	Japón	Alemania		Inglaterra		Francia	Italia	España	Suecia	China
		AISI/SAE	JIS	W.-nr.	DIN					
–	–	–	–	–	–	–	–	–	0100	–
No 20 B	FC100	–	GG 10	–	–	Ft 10 D	–	–	0110	–
No 25 B	FC150	0.6015	GG 15	Grade 150	–	Ft 15 D	G15	FG15	0115	HT150
No 30 B	FC200	0.6020	GG 20	Grade 220	–	Ft 20 D	G20	–	0120	HT200
No 35 B	FC250	0.6025	GG 25	Grade 260	–	Ft 25 D	G25	FG25	0125	HT250
No 40 B	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
No 45 B	FC300	0.6030	GG 30	Grade 300	–	Ft 30 D	G30	FG30	0130	HT300
No 50 B	FC350	0.6035	GG 35	Grade 350	–	Ft 35 D	G35	FG35	0135	HT350
No 55 B	–	0.6040	GG 40	Grade 400	–	Ft 40 D	–	–	0140	HT400
A436 Type 2	–	0.6660	GGL NiCr202	L-NiCuCr202	–	L-NC 202	–	–	0523	–

FUNDICIÓN HIERRO NODULAR

USA	Japón	Alemania		Inglaterra		Francia	Italia	España	Suecia	China
		AISI/SAE	JIS	W.-nr.	DIN					
60-40-18	FCD400	0.7040	GGG 40	SNG 420/12	–	FCS 400-12	GS 370-17	FGE 38-17	07 17-02	QT400-18
–	–	–	GGG 40.3	SNG 370/17	–	FGS 370-17	–	–	07 17-12	–
–	–	0.7033	GGG 35.3	–	–	–	–	–	07 17-15	–
80-55-06	FCD500	0.7050	GGG 50	SNG 500/7	–	FGS 500-7	GS 500	FGE 50-7	07 27-02	QT500-7
A43D2	–	0.7660	GGG NiCr202	Grade S6	–	S-NC202	–	–	07 76	–
–	–	–	GGG NiMn137	L-NiMn 137	–	L-MN 137	–	–	07 72	–
–	FCD600	–	GGG 60	SNG 600/3	–	FGS 600-3	–	–	07 32-03	QT600-3
100-70-03	FCD700	0.7070	GGG 70	SNG 700/2	–	FGS 700-2	GS 700-2	FGS 70-2	07 37-01	QT700-18

FUNDICIÓN MALEABLE

USA	Japón	Alemania		Inglaterra		Francia	Italia	España	Suecia	China
		AISI/SAE	JIS	W.-nr.	DIN					
–	FCMB310	–	–	8 290/6	–	MN 32-8	–	–	08 14	–
32510	FCMW330	–	GTS-35	B 340/12	–	MN 35-10	–	–	08 15	–
40010	FCMW370	0.8145	GTS-45	P 440/7	–	Mn 450	GMN45	–	08 52	–
50005	FCMP490	0.8155	GTS-55	P 510/4	–	MP 50-5	GMN55	–	08 54	–
70003	FCMP540	–	GTS-65	P 570/3	–	MP 60-3	–	–	08 58	–
A220-70003	FCMP590	0.8165	GTS-65-02	P 570/3	–	Mn 650-3	GMN 65	–	08 56	–
A 220-80002	FCMP690	–	GTS-70-02	P 690/2	–	Mn 700-2	GMN 70	–	08 62	–

ACABADO SUPERFICIAL

ACABADO SUPERFICIAL

(De JIS B 0601-1994)

Tipo	Simbolo	Determinacion	Ejemplo de terminacion (figura)
Media aritmetica, Rugosidad	Ra	<p>Ra significa el valor obtenido por la siguiente formula y expresado en micras (μm), Al muestrear solamente la longitud de referencia de la curva de rugosidad a la linea media, y el eje Y en direccion de la ampliacion longitudinal de la parte muestreada, y la curva de rugosidad se expresa por $y=f(x)$:</p> $Ra = \frac{1}{l} \int_0^l f(x) dx (\mu m)$	
Altura maxima	Rz	<p>Rz sea que solamente cuando se muestrea la longitud de referencia de la curva de rugosidad en a la linea media la distancia entre la linea de la cresta del perfil superior y del linea del valle del perfil inferior en esta porcion muestreada es medida en la ampliacion longitudinal, y el valor obtenido es expresado en micras. (Nota) Al encontrar Rz. Una porcion sin un pico alto o un valle bajo o se observe sin defecto, es seleccionado como longitud de prueba.</p> $Rz = Rp + Rv (\mu m)$	
Rugosidad Media de 10 Puntos	RzJIS	<p>RzJIS sea que solamente cuando se muestrea la longitud a la curva de la rugosidad en referencia a la línea media la suma de los valores promedio de los valores absolutos de las alturas de 5 crestas mas altas (Yp) y las profundidades de 5 valles mas profundos (Yv) medidos en direccion vertical, desde la linea media de la porcion muestreada., y la suma es expresada en micras.</p> $Rz_{JIS} = \frac{(Y_{p1} + Y_{p2} + Y_{p3} + Y_{p4} + Y_{p5}) + (Y_{v1} + Y_{v2} + Y_{v3} + Y_{v4} + Y_{v5})}{5} (\mu m)$	<p><i>Yp1, Yp2, Yp3, Yp4, Yp5</i> :Las altitudes e las 5 crestas mas altas de la porcion muestreada, corresponden a la longitud de referencia.</p> <p><i>Yv1, Yv2, Yv3, Yv4, Yv5</i> :Las altitudes e los 5 valles mas profundos de la porcion muestreada, corresponden a la longitud de referencia.</p>

RELACION ENTRE LA LINEA MEDIA (Ra) Y LA DESIGNACION CONVENCIONAL (DATOS DE REFERENCIA)

Rugosidad media aritmetica Ra		Altura maxima Rz	Rugosidad Media de 10 Puntos RzJIS	Longitud de muestra Rz • RzJIS l (mm)	Simbolo convencional de acabado	
Serie Estandar	Valor de atajo λc (mm)	Serie Estandar				
0.012 a	0.08	0.05s	0.05z	0.08	▽▽▽▽	
0.025 a		0.1 s	0.1 z			
0.05 a	0.25	0.2 s	0.2 z	0.25		
0.1 a		0.4 s	0.4 z			
0.2 a		0.8 s	0.8 z			
0.4 a	0.8	1.6 s	1.6 z	0.8	▽▽▽	
0.8 a		3.2 s	3.2 z			
1.6 a		6.3 s	6.3 z			
3.2 a	2.5	12.5 s	12.5 z	2.5		▽▽
6.3 a		25 s	25 z			
12.5 a	8	50 s	50 z	8	▽	
25 a		100 s	100 z			
50 a		200 s	200 z			
100 a	—	400 s	400 z	—		—

*La correlacion entre los tres es mostrada por cnveniencia, no es exacta.

*Ra : La longitud de evaluacion de Rz y Rzjis es el valor de atajo, y la longitud de muestra multiplicada por 5, respectivamente.

TABLA COMPARATIVA DE DUREZAS

VALORES DE LAS DUREZAS DEL ACERO

Dureza Brinell (HB), Bola 10mm, 3,000kg de carga									Dureza Brinell (HB), Bola 10mm, 3,000kg de carga								
Bola Estandar	Bola de Carburo de Tungsteno	Dureza Vickers (HV)	Dureza Rockwell (3)				Dureza de Capa (HS)	Fureza de Tension (Aproximada) MPa (2)	Bola Estandar	Bola de Carburo de Tungsteno	Dureza Vickers (HV)	Dureza Rockwell (3)				Dureza de Capa (HS)	Fureza de Tension (Aproximada) MPa (2)
			Escala de Carga A 60kgf, punta de diamante (HRA)	Escala de Carga B Carga 100kgf, Bola 1/16" (HRB)	Escala de Carga C 150kgf, punta de diamante (HRC)	Escala de Carga D 100kgf, punta de diamante (HRD)						Escala de Carga A 60kgf, punta de diamante (HRA)	Escala de Carga B Carga 100kgf, Bola 1/16" (HRB)	Escala de Carga C 150kgf, punta de diamante (HRC)	Escala de Carga D 100kgf, punta de diamante (HRD)		
—	—	940	85.6	—	68.0	76.9	97	—	429	429	455	73.4	—	45.7	59.7	61	1510
—	—	920	85.3	—	67.5	76.5	96	—	415	415	440	72.8	—	44.5	58.8	59	1460
—	—	900	85.0	—	67.0	76.1	95	—	401	401	425	72.0	—	43.1	57.8	58	1390
—	(767)	880	84.7	—	66.4	75.7	93	—	388	388	410	71.4	—	41.8	56.8	56	1330
—	(757)	860	84.4	—	65.9	75.3	92	—	375	375	396	70.6	—	40.4	55.7	54	1270
—	(745)	840	84.1	—	65.3	74.8	91	—	363	363	383	70.0	—	39.1	54.6	52	1220
—	(733)	820	83.8	—	64.7	74.3	90	—	352	352	372	69.3	(110.0)	37.9	53.8	51	1180
—	(722)	800	83.4	—	64.0	73.8	88	—	341	341	360	68.7	(109.0)	36.6	52.8	50	1130
—	(712)	—	—	—	—	—	—	—	331	331	350	68.1	(108.5)	35.5	51.9	48	1095
—	(710)	780	83.0	—	63.3	73.3	87	—	321	321	339	67.5	(108.0)	34.3	51.0	47	1060
—	(698)	760	82.6	—	62.5	72.6	86	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	(684)	740	82.2	—	61.8	72.1	—	—	311	311	328	66.9	(107.5)	33.1	50.0	46	1025
—	(682)	737	82.2	—	61.7	72.0	84	—	302	302	319	66.3	(107.0)	32.1	49.3	45	1005
—	(670)	720	81.8	—	61.0	71.5	83	—	293	293	309	65.7	(106.0)	30.9	48.3	43	970
—	(656)	700	81.3	—	60.1	70.8	—	—	285	285	301	65.3	(105.5)	29.9	47.6	—	950
—	(653)	697	81.2	—	60.0	70.7	81	—	277	277	292	64.6	(104.5)	28.8	46.7	41	925
—	(647)	690	81.1	—	59.7	70.5	—	—	269	269	284	64.1	(104.0)	27.6	45.9	40	895
—	(638)	680	80.8	—	59.2	70.1	80	—	262	262	276	63.6	(103.0)	26.6	45.0	39	875
—	630	670	80.6	—	58.8	69.8	—	—	255	255	269	63.0	(102.0)	25.4	44.2	38	850
—	627	667	80.5	—	58.7	69.7	79	—	248	248	261	62.5	(101.0)	24.2	43.2	37	825
—	—	677	80.7	—	59.1	70.0	—	—	241	241	253	61.8	100	22.8	42.0	36	800
—	601	640	79.8	—	57.3	68.7	77	—	235	235	247	61.4	99.0	21.7	41.4	35	785
—	—	640	79.8	—	57.3	68.7	—	—	229	229	241	60.8	98.2	20.5	40.5	34	765
—	578	615	79.1	—	56.0	67.7	75	—	223	223	234	—	97.3	(18.8)	—	—	—
—	—	607	78.8	—	55.6	67.4	—	—	217	217	228	—	96.4	(17.5)	—	33	725
—	555	591	78.4	—	54.7	66.7	73	2055	212	212	222	—	95.5	(16.0)	—	—	705
—	—	579	78.0	—	54.0	66.1	—	2015	207	207	218	—	94.6	(15.2)	—	32	690
—	534	569	77.8	—	53.5	65.8	71	1985	201	201	212	—	93.8	(13.8)	—	31	675
—	—	533	77.1	—	52.5	65.0	—	1915	197	197	207	—	92.8	(12.7)	—	30	655
—	514	547	76.9	—	52.1	64.7	70	1890	192	192	202	—	91.9	(11.5)	—	29	640
—	—	539	76.7	—	51.6	64.3	—	1855	187	187	196	—	90.7	(10.0)	—	—	620
(495)	—	530	76.4	—	51.1	63.9	—	1825	207	207	218	—	90.0	(9.0)	—	28	615
—	495	528	76.3	—	51.0	63.8	68	1820	183	183	192	—	89.0	(8.0)	—	27	600
(477)	—	516	75.9	—	50.3	63.2	—	1780	179	179	188	—	89.0	(8.0)	—	—	585
—	—	508	75.6	—	49.6	62.7	—	1740	174	174	182	—	87.8	(6.4)	—	—	570
—	477	508	75.6	—	49.6	62.7	66	1740	170	170	178	—	86.8	(5.4)	—	26	560
(461)	—	495	75.1	—	48.8	61.9	—	1680	167	167	175	—	86.0	(4.4)	—	—	560
—	—	491	74.9	—	48.5	61.7	—	1670	183	183	192	—	90.0	(9.0)	—	28	615
—	461	491	74.9	—	48.5	61.7	65	1670	179	179	188	—	89.0	(8.0)	—	27	600
444	—	474	74.3	—	47.2	61.0	—	1595	174	174	182	—	87.8	(6.4)	—	—	585
—	—	472	74.2	—	47.1	60.8	—	1585	170	170	178	—	86.8	(5.4)	—	26	570
—	444	472	74.2	—	47.1	60.8	63	1585	167	167	175	—	86.0	(4.4)	—	—	560
—	—	474	74.3	—	47.2	61.0	—	1595	163	163	171	—	85.0	(3.3)	—	25	545
—	—	472	74.2	—	47.1	60.8	—	1585	156	156	163	—	82.9	(0.9)	—	—	525
—	—	472	74.2	—	47.1	60.8	63	1585	149	149	156	—	80.8	—	—	23	505
—	—	472	74.2	—	47.1	60.8	63	1585	143	143	150	—	78.7	—	—	22	490
—	—	472	74.2	—	47.1	60.8	63	1585	137	137	143	—	76.4	—	—	21	460
—	—	474	74.3	—	47.2	61.0	—	1595	131	131	137	—	74.0	—	—	—	450
—	—	472	74.2	—	47.1	60.8	—	1585	126	126	132	—	72.0	—	—	20	435
—	—	472	74.2	—	47.1	60.8	63	1585	121	121	127	—	69.8	—	—	19	415
—	—	472	74.2	—	47.1	60.8	63	1585	116	116	122	—	67.6	—	—	18	400
—	—	472	74.2	—	47.1	60.8	63	1585	111	111	117	—	65.7	—	—	15	385

(Nota 1) La lista de arriba es igual que el Hand Book de tension de metales en valores aproximados metrico y durezza Brinell arriba del rango recomendado.

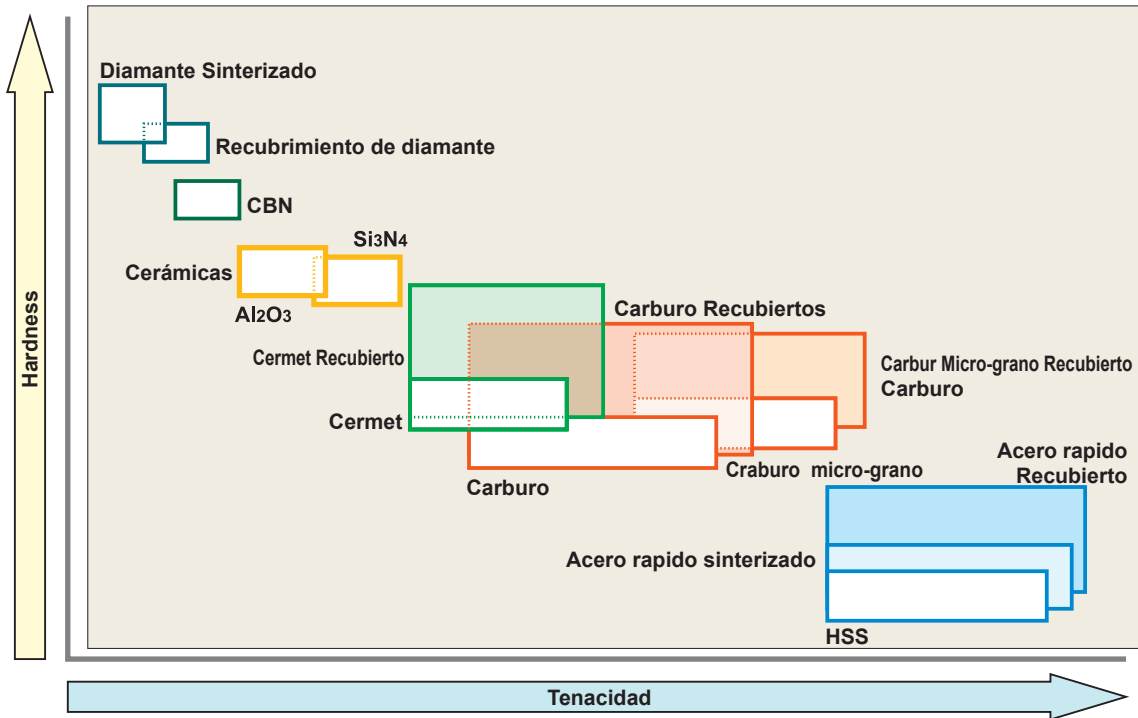
(Nota 2) 1MPa=1N/mm²

(Nota 3) La figura en () se utiliza y es raramente incluida para referencia. Esta lista se ha tomado del manual JIS.

GRADOS

La figura muestra la relación entre varios materiales de herramientas, en relación de la dureza en el eje vertical y la tenacidad en el eje horizontal.

Hoy, el carburo cementado, carburo recubierto y el cermet con base de TiC-TiN son materiales claves en el mercado. Esto es debido a que tienen el mejor balance de dureza y tenacidad.



CARACTERISTICAS DE LOS GRADOS

Materiales	Dureza (HV)	Formación de energía (kcal/g · atom)	Soluble en acero (%.1250°C)	Conductividad térmica (W/m·k)	Expansión* térmica (x 10 ⁻⁶ /k)	Material de Herramienta
Diamante	>9000	-	Altamente Soluble	2100	3.1	Diamante Sinterizado
CBN	>4500	-	-	1300	4.7	CBN
Si ₃ N ₄	1600	-	-	100	3.4	Cerámicas
Al ₂ O ₃	2100	-100	≠0	29	7.8	Cerámicas Carburo
TiC	3200	-35	< 0.5	21	7.4	Cermet Carburo Recubiertos
TiN	2500	-50	-	29	9.4	Cermet Carburo Recubiertos
TaC	1800	-40	0.5	21	6.3	Carburo
WC	2100	-10	7	121	5.2	Carburo

* 1W/m · K=2.39×10⁻³cal/cm · sec · °C

TABLA DE GRADOS

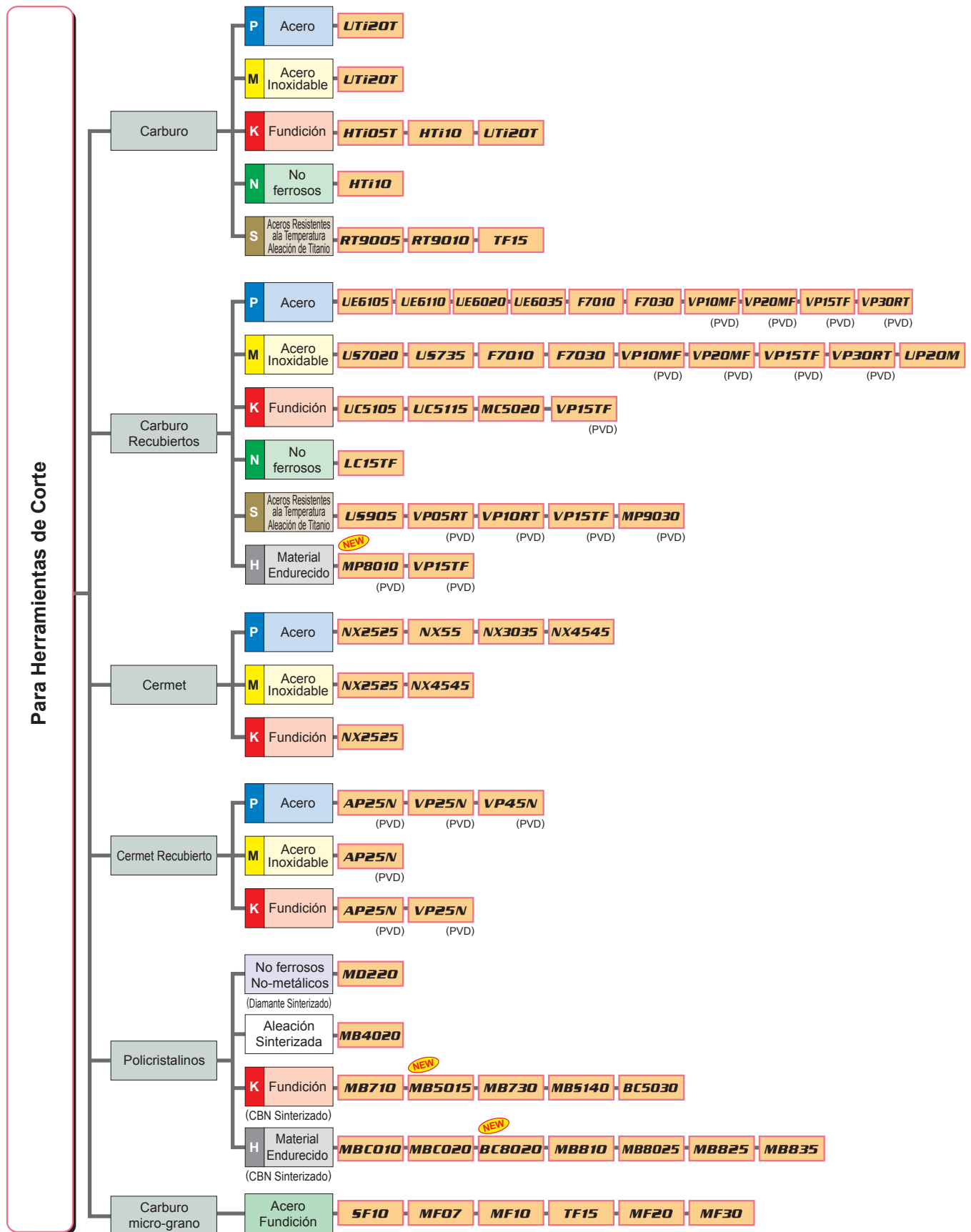


TABLA DE COMPARACION DE GRADOS

CARBURO

Clasificación	ISO	Mitsubishi	Kennametal	Sandvik	Seco Tools	Iscar	Sumitomo	Tungaloy	Kyocera	Dijet	Hitachi Tool	
	Símbolo											
Torneado	P	P01										
		P10		P10	S1P		IC70	ST10P	TX10S		SRT	WS10
		P20	UTi20T	K125M TTM	SMA		IC70 IC50M	ST20E	TX20 TX25		SRT DX30	EX35
		P30	UTi20T	GK K600 TTR	SM30		IC50M IC54	A30 A30N	TX30 UX30	PW30	SR30 DX30	EX35 EX40
		P40		G13	S6		IC54	ST40E	TX40		SR30 DX35	EX45
	M	M10		K313	H10A	890		EH510 U10E	TU10		UMN	WA10B
		M20	UTi20T	K68 KMF K125M TTM	H13A	HX 883	IC08	EH520 U2	TU20 UX30		DX25 UMS	EX35
		M30	UTi20T	K600 TTR	H10F SM30		IC08 IC28	A30 A30N	UX30		DX25 UMS	EX40 EX45
		M40		G13	S6		IC128		TU40		UM40	EX45
	K	K01	HTi05T	K605	H1P			H1 H2	TH03 KS05F		KG03	WH01 WH05
		K10	HTi10	K313 K110M THM THM-U	H1P H10 HM	890	IC20	EH10 EH510	G1F TH10	KW10	KG10 KT9	WH10
		K20	UTi20T	K715 KMF K600	H13A	890 HX 883	IC20	G10E EH20 EH520	G2F, KS15F G2, KS20	GW25	CR1 KG20	WH20
		K30	UTi20T	THR		883		G10E	G3		KG30	
	N	N01		K605	H10 H13A			H1 H2	KS05F	KW10		
		N10	HTi10	K313 K110M THM THM-U		890 H15	IC20	EH10 EH510	TH10 H10T	KW10 GW15	KT9	WH10
		N20		K715 KMF K600		HX KX 883 H15 H25	IC20	G10E EH20 EH520	KS15F		CR1	WH20
		N30		G13 THR		H25 883						
	S	S01	RT9005								KG03	
		S10	RT9005 RT9010	K10 K313 THM	H10 H10A H10F H13A	890	IC07 IC08	EH10 EH510	KS05F TH10	KW10	FZ05 KG10	
		S20	RT9010 TF15	K715 KMF		890 883 HX H25	IC07 IC08	EH20 EH520	KS15F KS20	KW10	FZ15 KG20	
S30		TF15	G13 K600 THR							KG30		
Fresado	P	P10			S1P					SRT		
		P20	UTi20T	K125			IC50M IC28	A30N	TX25		SRT DX30	EX35
		P30	UTi20T	GX K600			IC50M IC28	A30N	UX30	PW30	SR30 DX30	EX35 EX40
		P40					IC28		UX40	PW30	SR30	EX45
	M	M10		K110M							UMN	
		M20	UTi20T	K313			IC20	A30N	TX25		DX25 UMS	EX35
		M30	UTi20T	KFM K600			IC28	A30N	UX30		DX25 UMS	EX40 EX45
		M40					IC28		TU40			EX45
	K	K01	HTi05T								KG03	
		K10	HTi10	K110M K313	H1P		IC20	G10E	TH10	KW10 GW25	KG10	WH10
		K20	UTi20T	KFM		HX	IC20	G10E		GW25	KT9 CR1 KG20	WH20
		K30	UTi20T								KG30	

(Nota) La tabla de arriba está extraída de una publicación. No tenemos confirmación de cada compañía.

MICROGRANO

Herramientas de Corte.	Clasificación	ISO	Mitsubishi	Kennametal	Sandvik	Seco Tools	Sumitomo	Tungaloy	Kyocera	Dijet	Hitachi Tool
		Símbolo									
Z	Z	Z01	SF10 MF07 MF10		6UF 8UF PN90		F0	F MD08F MD1508		FZ05 FB05 FB10	NM08
		Z10	HTi10 MF20		H3F H6F H6FF	890	XF1 F1 AFU	M MD10 MD05F MD07F	FW30	FZ10 FZ15 FB15	NM15
		Z20	TF15 MF30		H10F	890 883	AF0 SF2 AF1	MD20 BM10		FZ15 FB15 FB20	BRM20 EF20N
		Z30			H15F	883	A1 CC	UM		FZ20 FB20	NM25

CERMET

Herramientas de Corte.	Clasificación	ISO	Mitsubishi	Kennametal	Sandvik	Seco Tools	Iscar	Sumitomo	Tungaloy	Kyocera	Dijet	Hitachi Tool	
		Símbolo											
Torneado	P	P01	AP25N				IC20N IC520N	T110A T2000Z	NS520 AT520 GT520 GT720	TN30 PV30	LN10 CX50		
		P10	AP25N NX2525	KT125 KT315	CT5015 GC1525	CM CMP	IC20N IC520N IC530N	T1200A T2000Z T1500A	NS520 AT530 GT720 GT730	TN60 TN6010 PV60 PV7010	CX50 CX75 PX75	CZ25	
		P20	AP25N NX2525 NX3035	KT5020 KT325 KT1120	GC1525		IC20N IC75T IC30N IC520N IC530N	T1200A T2000Z T3000Z T1500A	NS530 GT530 GT730 NS730	TN90 TN6020 PV90 PV7020 PV7025	CX75 PX75 PX90	CH550	
		P30	VP45N				IC75T IC30N	T3000Z	NS530 NS730	TN90 PV90	PX90		
	M	M10	NX2525 AP25N	KT125	GC1525	CM CMP		T110A T2000Z	NS520 AT530 GT530 GT720	TN60 TN6020 PV60 PV7020	LN10 CX50		
		M20	NX2525 AP25N NX3035					T1200A T2000Z	NS530 GT730 NS730	TN90 TN6020 PV90 PV7020 PV7025	CX50 CX75	CH550	
		M30						T3000Z					
	K	K01	AP25N NX2525					T110A T2000Z	NS710 NS520 AT520 GT520 GT720	TN30 PV30 PV7005	LN10		
		K10	AP25N NX2525	KT125 KT325	CT5015			T1200A T2000Z	NS520 GT530 GT730 NS730	TN60 TN6020 PV60 PV7020 PV7025	LN10		
		K20	AP25N NX2525					T3000Z			CX75		
	Fresado	P	P10	NX2525			C15M	IC30N			TN60	CX75	
			P20	NX2525	KT530M HT7 KT605M	CT530	C15M	IC30N		NS530	TN100M	CX75 CX90	CH550 CH7030 MZ1000 MZ2000
P30			NX4545				IC30N	T250A	NS530 NS540 NS740		CX90 CX99	MZ3000 CH7035	
M		M10	NX2525				IC30N			TN60			
		M20	NX2525	KT530M HT7 KT605M	CT530	C15M	IC30N		NS530	TN100M	CX75	CH550 CH7030 MZ1000 MZ2000	
		M30	NX4545					T250A	NS540 NS740		CX90 CX99	MZ3000 CH7035	
K		K01											
		K10	NX2525						NS530	TN60			
	K20	NX2525	KT530M HT7							CX75			

(Nota) La tabla de arriba está extraída de una publicación. No tenemos confirmación de cada compañía.

TABLA DE COMPARACION DE GRADOS

GRADOS RECUBIERTOS CVD

Clasificación	ISO	Mitsubishi	Kennametal	Sandvik	Seco Tools	Iscar	Sumitomo	Tungaloy	Kyocera	Dijet	Hitachi Tool	
	Símbolo											
Torneado	P	P01	UE6105	KCP05 KC9105	GC4205 GC4005	TP0500 TP1500	IC9150 IC8150 IC428	AC810P AC700G	T9005	CA5505	JC110V	HG8010
		P10	UE6105 UE6110	KCP10 KCP25 KC9110	GC4215 GC4015	TP1500 TP2500	IC9150 IC9015 IC8150 IC8250	AC810P AC700G AC2000 AC820P	T9005 T9115	CA5505 CA5515	JC110V JC215V	HG8010 HG8025 GM8020
		P20	UE6110 UE6020	KCP25 KC9125	GC4215 GC4225 GC4015 GC4025	TP2500	IC9015 IC8250 IC9025 IC9250 IC8350	AC2000 AC820P AC830P	T9115 T9125	CA5515 CA5525 CR9025	JC110V JC215V	HG8025 GM8020 GM25
		P30	UE6020 UE6035 UH6400 US735	KCP30 KCP40 KC8050	GC4225 GC4235 GC4025 GC4035	TP3500 TP3000	IC8350 IC9250 IC9350	AC830P AC630M	T9125 T9035	CA5525 CA5535 CR9025	JC215V JC325V	GM25 GM8035
		P40	UE6035 UH6400 US735	KCP30 KCP40 KC9140 KC9040 KC9240 KC9245	GC4235 GC4035	TP3500 TP3000	IC9350	AC630M	T9035	CA5535	JC325V JC450V	GM8035 GX30
	M	M10	US7020	KCM15	GC2015	TM2000	IC9250 IC8250	AC610M	T9115	CA6515	JC110V	
		M20	US7020	KCM15 KC9225	GC2015	TM2000	IC9250 IC9025 IC656	AC610M AC630M	T6020 T9125	CA6515 CA6525	JC110V	HG8025 GM25
		M30	US735	KCM25 KC9230	GC2025	TM4000	IC9350 IC635	AC630M	T6030	CA6525		GM8035 GX30
		M40	US735	KCM35 KC9240 KC9245	GC2025	TM4000	IC9350	AC630M				GX30
	K	K01	UC5105	KCK05	GC3205 GC3210	TH1500 TK1000	IC5005 IC9007	AC410K	T5105	CA4505 CA4010	JC050W JC105V	HG3305
		K10	UC5115	KCK15 KCK20 KC9315	GC3205 GC3210 GC3215	TK1000 TK2000	IC5005 IC5010 IC9150 IC428 IC4028	AC410K AC420K AC700G	T5115	CA4515 CA4010 CA4115	JC050W JC105V JC110V	HG3315 HG8010
		K20	UC5115 UE6110	KCK20 KC9110 KC9325	GC3215	TK2000	IC5010 IC8150 IC9150 IC9015 IC418	AC420K AC700G AC820P	T5115 T5125	CA4515 CA4115 CA4120	JC110V JC215V	HG8025 GM8020
		K30	UE6110	KC9125 KC9325			IC9015 IC418	AC820P	T5125		JC215	HG8025 GM8020
	S	S01	US905		S05F							
	Fresado	P	P10			MP1500	IC9080 IC4100 IC9015				JC730U	
			P20	FH7020 F7030		GC4220	MP1500 MP2500	IC5100 IC520M	ACP100	T3130		JC730U
P30			F7030	KC930M	GC4230	MP2500	IC4050	ACP100	T3130			GX2030 GX30 GF30
P40				KC935M	GC4240							
M		M10					IC9250					
		M20	F7030	KC925M		MP2500	IC520M IC9350	ACP100	T3130		JC730U	
		M30	F7030	KC930M	GC2040	MP2500	IC9350 IC4050	ACP100	T3130			GF30 GX30
		M40		KC930M KC935M			IC635					GF30 GX30
K		K01									JC600	
		K10	MC5020 F5010					ACK100	T1115 T1015		JC600	
		K20	MC5020 F5020	KC915M	GC3220 K20W	MK1500	IC5100 IC9150	ACK200	T1115 T1015		JC610	
		K30		KC920M KC925M KC930M KC935M	GC3040	MK3000	IC4100 IC4050 IC520M				JC610	GX2030 GX30

(Nota) La tabla de arriba está extraída de una publicación. No tenemos confirmación de cada compañía.

GRADOS RECUBIERTOS PVD

Clasificación	ISO	Mitsubishi	Kennametal	Sandvik	Seco Tools	Iscar	Sumitomo	Tungaloy	Kyocera	Dijet	Hitachi Tool	
	Símbolo											
Torneado	P	P01							PR915 PR1005			
		P10	VP10MF	KC5010 KC5510 KU10T	GC1525 GC1025	CP200 TS2000	IC250 IC350 IC507 IC570 IC807 IC907 IC908		AH710	PR915 PR1005 PR930 PR1025 PR1115 PR1225		
		P20	VP10RT VP20RT VP15TF VP20MF	KC5025 KC5525 KC7215 KC7315 KU25T	GC1525 GC1025 GC1125	CP250 TS2500	IC228 IC250 IC308 IC328 IC350 IC354 IC507 IC528 IC570 IC807 IC808 IC907 IC908 IC928 IC1008 IC1028 IC3028		AH710 AH725 AH120 SH730 GH730 GH130	PR930 PR1025 PR1115 PR1225	IP2000	
		P30	VP10RT VP20RT VP15TF VP20MF	KC7015 KC7020 KU25T KC7235	GC1025 GC1125	CP500	IC228 IC250 IC328 IC330 IC354 IC528 IC1008 IC1028 IC3028		AH725 AH120 SH730 GH730 GH130 AH740 J740		IP3000	
		P40		KC7040 KC7140 KC7030		CP500	IC228 IC328 IC330 IC528 IC1008 IC1028 IC3028		AH740 J740			
	M	M01										
		M10	VP10MF	KC5010 KC5510 KC6005 KC6015	GC1005 GC1025 GC1125 GC1105	CP200 TS2000	IC330 IC354 IC507 IC520 IC570 IC807 IC907 IC3028	AC510U	AH710	PR915 PR1025 PR1225	JC5003 JC8015	IP050S
		M20	VP10RT VP20RT VP15TF VP20MF	KC5025 KC5525 KC7020 KC7025	GC1005 GC1025 GC1125 GC1105	CP250 TS2500 CP500	IC250 IC330 IC354 IC808 IC908 IC1008 IC1028 IC3028	AC520U	AH710 AH725 AH120 SH730 GH730 GH130 GH330	PR1025 PR1125 PR1225 PR915 PR930	JC5003 JC5015 JC8015	IP100S
		M30	VP10RT VP20RT VP15TF VP20MF	KC7030 KC7225	GC1125 GC2035	CP500	IC228 IC250 IC328 IC330 IC1008 IC1028 IC3028	AC520U AC530U	GH330 AH725 AH120 SH730 GH730 GH130 J740	PR1125	JC5015 JC8015	
		M40			GC2035		IC328 IC928 IC1008 IC1028 IC3028	AC530U	J740			
	K	K01										
		K10		KC5010 KC7210		CP200 TS2000	IC350 IC1008		GH110 AH110 AH710	PR905		
		K20	VP10RT VP20RT VP15TF	KC7015 KC7215 KC7315		CP200 CP250 TS2000 TS2500	IC228 IC350 IC808 IC908 IC1008		GH110 AH110 AH710 AH725 AH120 GH730 GH130	PR905		
		K30	VP10RT VP20RT VP15TF	KC7225		CP500	IC228 IC350 IC808 IC908 IC1008		AH725 AH120 GH730 GH130			
	S	S01	VP05RT				IC507 IC907		AH905		JC5003 JC8015	
		S10	VP05RT VP10RT VP20RT	KC5010 KC5410 KC5510	GC1105 GC1005 GC1025	CP200 CP250 TS2000 TS2500	IC507 IC903	AC510U	AH905 SH730 AH110 AH120		JC5003 JC5015 JC8015	
		S20	VP10RT VP20RT VP15TF	KC5025 KC5525	GC1025 GC1125	CP250 TS2500 CP500	IC300 IC808 IC908 IC928 IC3028	AC510U AC520U	AH120 AH725	PR1125	JC5015 JC8015	
		S30	VP15TF		GC1125			AC520U	AH725	PR1125		
	Fresado	P	P01								JC5003	ATH80D PTH08M PCA08M PCS08M
			P10		KC715M	GC1010 GC1025		IC250 IC350 IC808 IC810 IC900 IC903 IC908 IC910 IC950	ACP100 ACP200	PR730 PR830 PR1025 PR1225	JC5003 JC5030 JC8015 JC5015 JC5118	ACS05E CY9020 JX1005 JX1020 PC20M JP4020 PCA12M
P20			VP15TF	KC522M KC525M	GC1025 GC1010 GC2030	F25M MP3000	IC250 IC300 IC328 IC330 IC350 IC528 IC808 IC810 IC830 IC900 IC908 IC910 IC928 IC950 IC1008	ACP200	AH725 AH120 GH330 AH330	PR730 PR830 PR1025 PR1225 PR1230	JC5015 JC5030 JC5040 JC8015 JC5118	CY150 CY15 JX1015

(Nota) La tabla de arriba está extraída de una publicación. No tenemos confirmación de cada compañía.

TABLA DE COMPARACION DE GRADOS

Clasificación	ISO	Mitsubishi	Kennametal	Sandvik	Seco Tools	Iscar	Sumitomo	Tungaloy	Kyocera	Dijet	Hitachi Tool	
	Símbolo											
Fresado	P	P30 VP15TF VP30RT	KC725M KC530M	GC1010 GC1030 GC2030	F25M MP3000 F30M	IC250 IC300 IC328 IC330 IC350 IC528 IC830 IC900 IC928 IC950 IC1008	ACP200 ACP300	AH725 AH120 AH130 AH140 GH130 AH730	PR660 PR1230	JC5015 JC5040 JC8015 JC5118	JS4060 CY250 CY25 HC844 JX1045 PTH30E	
												P40
	M	M01										PCS08M
		M10		KC715M	GC1025 GC1030		IC903	ACP200		PR730 PR1025 PR1225	JC5118	CY9020 JX1020
		M20	VP15TF VP20RT	KC730 KC522M KC525M	GC1025 GC1030 GC1040 GC2030	F25M MP3000	IC250 IC300 IC808 IC830 IC900 IC908 IC928 IC1008	ACP200 ACP300	AH725 AH120 GH330 AH330 GH110	PR730 PR660 PR1025 PR1225	JC5015 JC5040 JC5118 JC8015	CY150 CY15 JX1015
		M30	VP15TF VP20RT VP30RT	KC725M KC735M	GC1040 GC2030	F30M F40M MP3000	IC250 IC300 IC328 IC330 IC830 IC928 IC1008	ACP300	AH120 AH725 AH130 AH140 GH130 AH730 GH340	PR660	JC5015 JC8015 JC8050 JC5118	CY250 CY25 HC844 JX1045
		M40	VP30RT			F40M		ACP300	AH140		JC5015 JC5118 JC8050	JX1060 GF30 GX30
	K	K01							AH110 GH110 AH330		JC5003	ATH80D PTH08M PCA08M PCS08M
		K10		KC510M	GC1010		IC350 IC810 IC830 IC900 IC910 IC928 IC950 IC1008		AH110 GH110 AH725 AH120 GH130 AH330	PR1210 PR905	JC5003 JC8015	ASC05E JX1005 JX1020 CY9020 CY100H CY10H
		K20	VP15TF VP20RT	KC520M KC525M	GC1010 GC1020	MK2000	IC350 IC808 IC810 IC830 IC900 IC908 IC910 IC928 IC950 IC1008	ACK300	GH130	PR1210 PR905	JC5015 JC5080 JC8015	CY150 CY15 PTH13S JX1015
		K30	VP15TF VP20RT	KC725M KC735M	GC1020		IC350 IC808 IC830 IC908 IC928 IC950 IC1008	ACK300			JC5015 JC8015 JC5080	CY250 GX2030 GX30 CY25 PTH40H PTH30E JX1045
	S	S01								PR905	JC5003 JC8015 JC5118	
		S10	VP15TF	KC510M	C1025		IC903	EH520Z EH20Z		PR905	JC5003 JC5015 JC8015 JC5118	PCS08M PTH13S JS1025
		S20	VP15TF MP9030	KC522M KC525M	GC1025 GC2030		IC300 IC908 IC808 IC900 IC830 IC928 IC328 IC330	EH520Z EH20Z ACK300		PR905	JC8015 JC5015 JC8050 JC5118	CY100H CY10H
		S30		KC725M	GC2030 S30T	F40M	IC830 IC928	ACK300			JC8050 JC5118	
	H	H01	MP8010				IC903				JC8003 JC8008	
		H10	VP15TF	KC635M	GC1010 GC1030	MH1000 F15M	IC900				JC8003 JC8008 JC8015 JC5118	BH200 BH250
		H20	VP15TF	KC635M	GC1010 GC1030	F15M	IC900 IC808 IC908 IC1008				JC8015 JC5118	ATH80D PTH08M PCA08M JX1005
		H30		KC530M		MP3000 F30M	IC808 IC908 IC1008					

(Nota) La tabla de arriba está extraída de una publicación. No tenemos confirmación de cada compañía.

CBN

	ISO	Mitsubishi	Sandvik	Seco Tools	Element Six	Sumitomo	Tungaloy	Kyocera	Dijet	
	Clasificación									Símbolo
Torneado	H	H01	MBC010 MB810		CBN050C	DBC50	BNC100 BNX10	BXM10 BXC30 BX310	KBN05M KBN10M KBN10C KBN510	
		H10	MBC020 BC8020 MB8025	CB7015 CB20	CBN10 CBN100 CBN100P CBN150	DCC500	BNC160 BNX20 BN2000	BXM20 BXA30 BX330	KBN25M KBN25C KBN525	JBN300
		H20	BC8020 MB8025 MB825	CB7025 CB7050 CB50	CBN150 CBN200 CBN300 CBN300P	DCN450	BNC200 BNX25 BN2000 BN250	BXM20 BXA40 BX360	KBN30M	JBN245
		H30	BC8020 MB835		CBN350	DCX650	BNC300 BN350	BXC50 BX380	KBN35M	
	S	S01	MB730				BN700	BX450 BX950 BX480		
		S10								
		S20								
		S30								
	K	K01	MB710 MB5015	CB50 CB7050			BN500	BX930	KBN60M	JBN795
		K10	MB710 MB5015 MB730		CBN300 CBN300P	DBA80	BN700	BX950	KBN60M KBN900	JBN330
		K20	MB730 MBS140 BC5030		CBN200	DBW85 DBS900 AMB90	BN700 BNS800	BXC90 BX90S	KBN900	
		K30	MBS140 BC5030		CBN350		BNS800	BXC90 BX90S		
		Aleación Sinterizada	MB4020 MB835		CBN200	DBW85 DBS900	BN7500 BN700	BX470 BX480	KBN65B KBN65M KBN70M	

PCD

	ISO	Mitsubishi	Sandvik	DIAMOND INNOVATIONS	Element Six	Sumitomo	Tungaloy	Kyocera	Dijet	
	Clasificación									Símbolo
Torneado	N	N01	MD205	CD10	1800	CTH025	DA90	DX180 DX160	KPD001	JDA30 JDA735
		N10	MD205 MD220		1500	CTB010	DA150	DX140	KPD001 KPD010	JDA40 JDA745
		N20	MD220 MD230		1300	CTB002	DA2200	DX120	KPD230	JDA10 JDA715
		N30	MD230		1600		DA1000	DX110		

(Nota) La tabla de arriba está extraída de una publicación. No tenemos confirmación de cada compañía.

COMPARATIVO DE ROMPEVIRUTAS

INSERTO NEGATIVO

ISO Clasificación	Tipo de Corte	Mitsubishi	Kennametal	Sandvik	Seco	Sumitomo	Tungaloy	Kyocera	Dijet	Hitachi
P	Acabado	PK* FH FY	UF, FF	QF	FF1	FA FL	01* TF ZF	DP* GP, VF XP, XP-T		FE
	Ligero	C SA SH	LF, FN	PF MF	MF2	SU LU SX, SE	NS, 27 TSF, TS	HQ, CQ	PF UR UA, UT	BE BH, CE
	Ligero (Acero Blando)	SY					17	XQ, XS		
	Ligero (Con Wiper)	SW	FW	WP, WF	W-MF2	LUW, SEW	AFW, ASW	WP, WQ		
	Medio	MP MA MH	MG, MN	PM QM, 61 SM	MF3 MF5, M3 M5	GU UG GE, UX	NM, ZM, AS TM DM, 37	CJ, GS PS, HS PT, CS	PG UB	CT, AB AH AY, AE
	Medio (Con Wiper)	MW	MW	WMX, WM	W-M3 W-MF5	GUW				
	Semi Pesado	GH	RN	PR, HM Estándar	MR6, MR7	MU MX, ME	TH	PH GT, HT	UD, GG	AR, RE
	Pesado	HZ HX HV	MR RM, RH	QR, PR HR	R4, R5, R6 57, RR6, R7 R8, RR9	MP HG, HP	57 65, TU	PX HX	UC	TE, UE HX HE, H
M	Acabado Ligero	SH	K, FP	MF		SU	SS	MQ, GU		MP, SE
	Medio	MS ES	P, MP	MM	MF4	EX, UP	SA, SM S	MS, MU SU, HU ST	SF SG	PV, DE
	Pesado	GH HZ	RP	MR MR	M5, MR7 56, R6	MP			SZ	
K	Acabado Ligero	MA	FN	KF	M4	UZ	CF	Estándar		VA
	Medio	Estándar	Estándar, UN	KM		GZ, UX	CM, 33, Estándar	C, ZS, GC		V
	Pesado	Liso		KR		Liso	CH, Liso	Liso		
S	Acabado	FJ*	FS, K	SF	MF1					
	Ligero	MJ, MJ*		SGF*		SU*		TK		
	Medio	MS	○NGP*	○NGP* 23, SM	M1		SA, HMM			
	Pesado	GJ	MS	SR, SMR	M5, MR3					

* Inserto de tipo periférico.

(Nota) Estas tablas se basan en datos publicados y no son autorizados por cada fabricante.

INSERTO POSITIVO 7°

ISO Clasificación	Tipo de Corte	Mitsubishi	Kennametal	Sandvik	Seco	Sumitomo	Tungaloy	Kyocera	Dijet	Hitachi
P	Acabado	SMG [*]	LF [*]	UM [*]		FC [*] , SC [*]	JS [*] , 01 [*]	CF [*] , CK [*] GQ [*] , GF [*]		
	Acabado Ligero	FV SV	11, UF LF	UF, PF	FF1 F1	FP, LU SU, SK	PF, PSF PS, PSS	GP XP, VF		JQ
	Ligero (Con Wiper)	SW	FW	WK [*] WF, WP	W-F1	LUW				
	Medio	MV Estándar	MF	UM, PM	F2	MU	23 PM, 24	HQ XQ, GK	FT	JE
	Medio (Con Wiper)	MW	MW	WM	W-F2					
M	Acabado—Ligero	SV		MF			SS [*]			MP
	Medio	Estándar		MM						
K	Medio	Liso		KF, KM, KR		Liso [*]	Liso CM	Liso [*]	FT	
N	Medio	AZ [*]	HP [*]	AL [*]	AL [*]	AG [*] , AW [*]	AL [*]	AH [*]	ASF [*] ALU [*] ACB [*]	
S	Acabado Ligero	FJ [*]	LF [*] HP [*]			SC [*]				

* Inserto de tipo periférico.

(Nota) Estas tablas se basan en datos publicados y no son autorizados por cada fabricante.

INSERTO POSITIVO 11°

ISO Clasificación	Tipo de Corte	Mitsubishi	Kennametal	Sandvik	Seco	Sumitomo	Tungaloy	Kyocera	Dijet	Hitachi
P	Acabado Ligero	FV, SMG [*] SV	UF LF	PF		FK LU SU	01 [*] PF, PSF PS, PSS	GP, CF [*] GF, XP		JQ
	Medio	MV	MF	PM		MU	PM 23 24	HQ XQ		JE
M	Acabado—Ligero	SV		MF			SS [*]			MP
	Medio	MV		MM						

* Inserto de tipo periférico.

(Nota) Estas tablas se basan en datos publicados y no son autorizados por cada fabricante.