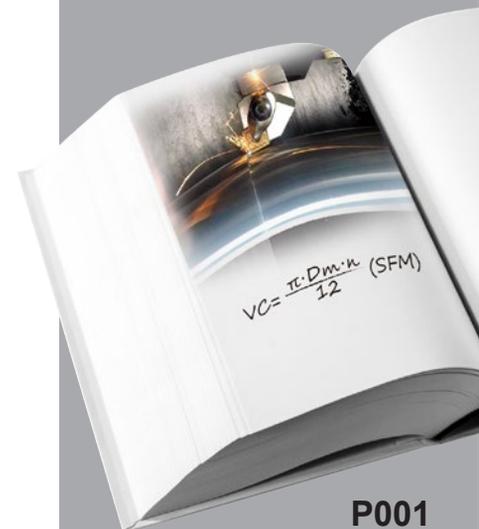


INFORMACION TECNICA

CUMPLIMIENTO DE ISO13399.....	P002
SOLUCION DE PROBLEMAS EN TORNEADO	P006
CONTROL DE VIRUTA PARA TORNEADO	P008
EFFECTOS DE LAS CONDICIONES DE CORTE PARA TORNEADO	P009
CARACTERISTICAS DE LAS HERRAMIENTAS DE TORNEADO.....	P011
FORMULAS PARA TORNEADO.....	P015
SOLUCION DE PROBLEMAS PARA ROSCADO	P016
METODOS DE ROSCADO	P017
SOLUCION DE PROBLEMAS PARA FRESADO	P020
CARACTERISTICAS DE LAS HERRAMIENTAS DE FRESADO.....	P021
FORMULAS PARA FRESADO.....	P024
SOLUCION DE PROBLEMAS PARA END MILL.....	P025
CARACTERISTICAS DE LOS END MILL.....	P026
TIPOS Y GEOMETRIAS DE END MILL	P027
SELECCION DEL VALOR DEL PASO	P028
SOLUCION DE PROBLEMAS EN BARRENADO	P029
DESGASTE EN LA BROCA Y DAÑO DEL FILO DE CORTE	P030
TERMINOLOGIA DE LA BROCA Y CARACTERISTICAS DE CORTE.....	P031
FORMULAS PARA BARRENADO	P034
DESGASTE Y DAÑO DE LA HERRAMIENTA	P035
CROSS REFERENCE DE MATERIALES	P036
RUGOSIDAD SUPERFICIAL.....	P040
TABLA COMPARATIVA DE DUREZAS	P041
GRADOS.....	P042
TABLA DE GRADOS	P043
TABLA COMPARATIVA DE GRADOS	P044
TABLA COMPARATIVA DE ROMPEVIRUTAS	P050



LISTA DE SÍMBOLOS PROPIOS CONFORME ISO13399

Alfabético

Fuente: Norma ISO13399

URL : <https://www.iso.org/search/x/query/13399>

Símbolos Propios del ISO13399	Contenido	Contenido en Ingles
ADJLX	Límite máximo de ajuste	adjustment limit maximum
ADJRG	Rango de ajuste	adjustment range
ALF	Ángulo de incidencia radial	clearance angle radial
ALP	Ángulo de incidencia axial	clearance angle axial
AN	Ángulo de incidencia mayor	clearance angle major
ANN	Ángulo de incidencia menor	clearance angle minor
APMX	Máxima profundidad de corte	depth of cut maximum
AS	Ángulo de incidencia del filo del wiper	clearance angle wiper edge
ASP	Ajuste del tornillo saliente	adjusting screw protrusion
AZ	Profundidad vertical máxima	plunge depth maximum
B	Ancho de zanco	shank width
BBD	Balaceo por diseño	balanced by design
BCH	Longitud de chaflán	corner chamfer length
BD	Diámetro del cuerpo	body diameter
BDX	Diámetro máximo del cuerpo	body diameter maximum
BHCC	Número de barrenos para tornillo	bolt hole circle count
BHTA	Angulo de conicidad del cuerpo	body half taper angle
BMC	Código de material del cuerpo	body material code
BS	Longitud del filo wiper	wiper edge length
BSR	Radio del filo wiper	wiper edge radius
CASC	Código del tamaño del cartucho	cartridge size code
CB	Número de rompe virutas	chip breaker face count
CBDP	Profundidad del barreno de conexión	connection bore depth
CBMD	Designación de fabricante del rompe viruta	chip breaker manufacturers designation
CBP	Propiedades del rompe viruta	chip breaker property
CCMS	Código de conexión del lado máquina	connection code machine side
CCWS	Código de conexión lado pieza	connection code work material side
CCP	Propiedades del chaflán del filo	chamfer corner property
CDI	Diámetro de corte del inserto	insert cutting diameter
CDX	Máxima profundidad de corte	cutting depth maximum
CEATC	Código del ángulo de filo de corte de la herramienta	tool cutting edge angle type code
CECC	Código de condición de filo de corte	cutting edge condition code
CEDC	Número de filos de corte	cutting edge count
CF	Ubicación del chaflán	spot chamfer
CHW	Ancho del chaflán del filo	corner chamfer width
CICT	Número de artículo de corte	cutting item count
CNC	Número de filos	corner count
CND	Diámetro de acceso de refrigerante	coolant entry diameter
CNSC	Código de tipo de acceso de refrigerante	coolant entry style code
CNT	Tamaño de rosca de acceso de refrigerante	coolant entry thread size
CP	Presión de refrigerante	coolant pressure
CRE	Ubicación del radio	spot radius
CRKS	Tamaño de rosca de retención	connection retention knob thread size
CSP	Propiedades de suministro del refrigerante	coolant supply property
CTP	Propiedades de recubrimiento	coating property
CTX	Traslado de punto de corte en dirección X	cutting point translation X-direction
CTY	Traslado de punto de corte en dirección Y	cutting point translation Y-direction
CUTDIA	Diámetro máximo de la pieza en tronzado	work piece parting diameter maximum
CUB	Unidad de base de conexión	connection unit basis
CW	Ancho de corte	cutting width

Símbolos Propios del ISO13399	Contenido	Contenido en Ingles
CWX	Ancho de corte máximo	cutting width maximum
CXD	Diámetro de salida del refrigerante	coolant exit diameter
CXSC	Código del tipo de salida de refrigerante	coolant exit style code
CZC	Código de tamaño de conexión	connection size code
D1	Diámetro de barreno de fijación	fixing hole diameter
DAH	Diámetro de acceso al barreno	diameter access hole
DAXN	Diámetro exterior mínimo de ranura axial	axial groove outside diameter minimum
DAXX	Diámetro exterior máximo de ranura axial	axial groove outside diameter maximum
DBC	Diámetro entre barrenos para tornillo	diameter bolt circle
DC	Diámetro de corte	cutting diameter
DCB	Diámetro del barreno de conexión	connection bore diameter
DCBN	Diámetro mínimo de barreno de conexión	connection bore diameter minimum
DCBX	Diámetro máximo de barreno de conexión	connection bore diameter maximum
DCC	Código de configuración del diseño	design configuration style code
DCCB	Diámetro de caja de barreno de conexión	counterbore diameter connection bore
DCIN	Diámetro de corte interno	cutting diameter internal
DCINN	Diámetro mínimo de corte interno	cutting diameter internal minimum
DCINX	Diámetro máximo de corte interno	cutting diameter internal maximum
DCN	Diámetro mínimo de corte	cutting diameter minimum
DCON	Diámetro de conexión	connection diameter
DCONMS	Diámetro de conexión lado máquina	connection diameter machine side
DCONWS	Diámetro de conexión lado pieza	connection diameter work material side
DCSC	Código de tamaño del diámetro de corte	cutting diameter size code
DCSFMS	Diámetro de la superficie de contacto lado máquina	contact surface diameter machine side
DCX	Diámetro de corte máximo	cutting diameter maximum
DF	Diámetro de brida	flange diameter
DHUB	Diámetro del centro	hub diameter
DMIN	Diámetro mínimo de barreno	minimum bore diameter
DMM	Diámetro del zanco	shank diameter
DN	Diámetro de cuello	neck diameter
DRVA	Ángulo de localización del filo de corte	drive angle
EPSR	Ángulo de inserto	insert included angle
FHA	Ángulo de hélice de flauta	flute helix angle
FHCSA	Ángulo de avellanado del barreno de fijación	fixing hole countersunk angle
FHCSD	Diámetro de avellanado del barreno de fijación	fixing hole countersunk diameter
FLGT	Espesor de cuña	flange thickness
FMT	Tipo de forma	form type
FXHLP	Propiedades del barreno de fijación	fixing hole property
GAMF	Ángulo de desprendimiento radial	rake angle radial
GAMN	Ángulo de desprendimiento normal	rake angle normal
GAMO	Ángulo de desprendimiento ortogonal	rake angle orthogonal
GAMP	Ángulo de desprendimiento axial	rake angle axial
GAN	Ángulo de desprendimiento del inserto	insert rake angle
H	Altura de zanco	shank height
HA	Altura teórica de rosca	thread height theoretical
HAND	Sentido	hand
HBH	Compensación de altura de la parte inferior de cabeza	head bottom offset height
HBKL	Compensación de longitud de cabeza	head back offset length
HBKW	Compensación de ancho de cabeza	head back offset width
HBL	Compensación de longitud de la parte inferior de cabeza	head bottom offset length
HC	Altura real de rosca	thread height actual
HF	Altura funcional	functional height
HHUB	Altura del centro	hub height
HTB	Altura del cuerpo	body height
IC	Diámetro del círculo inscrito	inscribed circle diameter
IFS	Código del tipo de montaje del inserto	insert mounting style code

LISTA DE SÍMBOLOS PROPIOS CONFORME ISO13399

Símbolos Propios del ISO13399	Contenido	Contenido en Ingles
IIC	Código de interfaz del inserto	insert interface code
INSL	Longitud del inserto	insert length
KAPR	Ángulo del filo de corte	tool cutting edge angle
KCH	Ángulo de chaflán del filo	corner chamfer angle
KRINS	Ángulo mayor del filo de corte	cutting edge angle major
KWL	Longitud de cuñero	keyway length
KWW	Ancho de cuñero	keyway width
KYP	Propiedades de cuña	keyway property
L	Longitud de filo	cutting edge length
LAMS	Ángulo de inclinación	inclination angle
LB	Longitud del cuerpo	body length
LBB	Ancho del rompe viruta	chip breaker width
LBX	Longitud máxima del cuerpo	body length maximum
LCCB	Profundidad de la caja del barreno de conexión	counterbore depth connection bore
LCF	Longitud de flauta	length chip flute
LDRED	Longitud de reducción de diámetro del cuerpo	reduced body diameter length
LE	Longitud de filo de corte efectivo	cutting edge effective length
LF	Longitud funcional	functional length
LFA	Dimensión	a dimension on lf
LH	Longitud de la cabeza	head length
LPR	Longitud saliente	protruding length
LS	Longitud del zanco	shank length
LSC	Longitud del sujeción	clamping length
LSCN	Longitud mínima de sujeción	clamping length minimum
LSCX	Longitud máxima de sujeción	clamping length maximum
LTA	Longitud LTA (longitud de MCS a CRP)	LTA length (length from MCS to CRP)
LU	Longitud útil	usable length
LUX	Máxima longitud útil	usable length maximum
M	Dimensión M	m-dimension
M2	Distancia entre el círculo inscrito nominal y el filo de un inserto que tiene ángulo secundario	distance between the nominal inscribed circle and the corner of an insert that has the secondary included angle
MHA	Ángulo del barreno de montaje	mounting hole angle
MHD	Distancia del barreno de montaje	mounting hole distance
MHH	Altura del barreno de montaje	mounting hole height
MIID	Identificación del inserto	master insert identification
MTP	Código de tipo de sujeción	clamping type code
NCE	Número de filos de corte	cutting end count
NOF	Número de flautas	flute count
NOI	Número de insertos indexables	insert index count
NT	Número de dientes	tooth count
OAH	Altura total	overall height
OAL	Longitud total	overall length
OAW	Ancho total	overall width
PDPT	Profundidad del perfil del inserto	profile depth insert
PDX	Distancia de perfil ex	profile distance ex
PDY	Distancia de perfil ey	profile distance ey
PFS	Código del tipo de perfil	profile style code
PL	Longitud de punta	point length
PNA	Ángulo de perfil incluido	profile included angle
PSIR	Ángulo de posicionamiento	tool lead angle
PSIRL	Ángulo mayor de filo de corte izquierdo	cutting edge angle major left hand
PSIRR	Ángulo mayor de filo de corte derecho	cutting edge angle major right hand
RAL	Ángulo de alivio izquierdo	relief angle left hand
RAR	Ángulo de alivio derecho	relief angle right hand
RCP	Propiedades del filo redondeado	rounded corner property
RE	Radio del filo	corner radius
REL	Radio del filo izquierdo	corner radius left hand

Símbolos Propios del ISO13399	Contenido	Contenido en Ingles
RER	Radio de filo derecho	corner radius right hand
RMPX	Ángulo de rampa máximo	ramping angle maximum
RPMX	Máxima velocidad de rotación	rotational speed maximum
S	Espesor del inserto	insert thickness
S1	Espesor total del inserto	insert thickness total
SC	Código de geometría del inserto	insert shape code
SDL	Longitud de diámetro escalonado	step diameter length
SIG	Ángulo de punta	point angle
SSC	Código de tamaño del asiento del inserto	insert seat size code
SX	Código de forma de la sección transversal del zanco	shank cross section shape code
TC	Clase de tolerancia del inserto	tolerance class insert
TCE	Código de punta del filo de corte	tipped cutting edge code
TCTR	Clase de tolerancia de la rosca	thread tolerance class
TD	Diametro de rosca	thread diameter
THFT	Forma de rosca	thread form type
THL	Longitud de roscado	threading length
THLGTH	Longitud de rosca	thread length
THSC	Código de geometría del portaherramienta	tool holder shape code
THUB	Espesor del centro	hub thickness
TP	Paso de la rosca	thread pitch
TPI	Hilos por pulgada	threads per inch
TPIN	Hilos por pulgada (mínimo)	threads per inch minimum
TPIX	Hilos por pulgada (máximo)	threads per inch maximum
TPN	Paso mínimo de rosca	thread pitch minimum
TPT	Tipo de perfil de la rosca	thread profile type
TPX	Paso máximo de rosca	thread pitch maximum
TQ	Torque	torque
TSYC	Código del tipo de herramienta	tool style code
TTP	Tipo de rosca	thread type
ULDR	Relación diámetro - longitud útil	usable length diameter ratio
UST	Sistema de unidades	unit system
W1	Ancho de inserto	insert width
WEP	Propiedades del filo wiper	wiper edge property
WF	Ancho funcional	functional width
WF2	Distancia entre el punto de referencia de corte y la superficie frontal de asiento de una herramienta de torneado	distance between the cutting reference point and the front seating surface of a turning tool
WFS	Ancho funcional secundario	functional width secondary
WT	Peso del artículo	weight of item
ZEFF	Número de filos efectivos de corte frontal	face effective cutting edge count
ZEFP	Número de filos efectivos de corte periférico	peripheral effective cutting edge count
ZNC	Número de filos de corte central	cutting edge center count
ZNF	Número de insertos frontales montados	face mounted insert count
ZNP	Número de insertos periféricos montados	peripheral mounted insert count

LISTA DE SÍMBOLOS PROPIOS CONFORME ISO13399

Símbolos Propios del ISO13399	Contenido	Contenido en Ingles
CIP	Sistema de coordenadas en proceso	Coordinate system In Process
CRP	Punto de referencia de corte	Cutting Reference Point
CSW	Sistema de coordenadas lado pieza	Coordinate System Work material side
MCS	Sistema de coordenadas de montaje	Mounting Coordinate System
PCS	Sistema de coordenadas primarias	Primary Coordinate System

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						
			Seleccione un Grado Más Duro	Seleccione un Grado Más Tenaz	Seleccione un Grado Con Mejor Resistencia al Choque Térmico	Seleccione un Grado con Mejor 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 Honado Refuerza el Filo de Corte	Clase de Inserto (Sin Rectificar-rectificado)	Mejore la Rigidez del Portaherramienta	Sujeción de Herramienta y Pieza A Trabajar	Voladizo del Portaherramienta	Máquina con Poca Rigidez y Potencia	
										No Utilice Fluido de Corte Soluble en Agua	Utilice Corte Seco o Húmedo											Incrementar ↗
Baja Vida de la Herramienta	Desgaste rápido del inserto	Grado de herramienta inadecuado	●																			
		Geometría del filo de corte inadecuado									●	↗	↗	↗	↘							
		Inapropiadas condiciones de corte					↘	↗			●											
	Despillamiento y fractura del filo de corte	Grado de herramienta inadecuado		●																		
		Inapropiadas condiciones de corte						↘	↘													
		Filo débil									●		↗		↗							
		Fracturas térmicas			●		↘	↘	↘	●	●											
Adherencia en el filo				●	↗	↗		●	●													
Carencia de rigidez																●	●	●	●			
Poca Precisión Dimensional	Diferencia de dimensiones en el maquinado	Tolerancia del inserto inadecuada														●						
		Mayor resistencia de corte y flanco del filo de corte									●	●	↘	↘	↘		●	●	●	●		
	Ajuste necesario debido a que no se mantiene la precisión del maquinado	Grado de herramienta inadecuado	●																			
Mal Acabado Superficial	Mala rugosidad	Adherencia en el filo					↗			●	●											
		Geometría del filo de corte inadecuado									●		↗									
		Se presenta vibración					↘	↘	↘								●	●	●	●		
Generación de Calor	El calor en el corte deteriora la precisión del maquinado y la vida útil	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 Más Duro	Seleccione un Grado Más Tenaz	Seleccione un Grado Con Mejor Resistencia al Choque Térmico	Seleccione un Grado con Mejor 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 Portaherramienta	Sujeción de Herramienta y Pieza A Trabajar	Voladizo del Portaherramienta	Máquina con Rigidez y Potencia Inadecuadas		
								Incrementar ↗	Disminuir ↘			No Utilice Fluido de Corte Soluble en Agua	Utilice Corte Seco o Húmedo											Incrementar ↗	Disminuir ↘
Rebaba / Despostillamiento en la Pieza / Rugosidad	Rebaba (Acero, Aleación de Aluminio)	Muesca en el filo	●																						
		Inapropiadas condiciones de corte					●	↗	●		●	Húmedo													
		Geometría del filo de corte inadecuado											●	↗	●	↘	●	↘	●						
	Despostillamiento (Fundición Gris)	Inapropiadas condiciones de corte							●	↘	●														
		Geometría del filo de corte inadecuado											●	↗	●	↗	●	↗	●	↘					
		Se presenta vibración																	●	●	●	●			
	Rugosidad (Acero Suave)	Grado de herramienta inadecuado				●																			
		Inapropiadas condiciones de corte					●	↗			●	●	Húmedo												
		Geometría del filo de corte inadecuado											●	↗			●	↘							
		Se presenta vibración																	●	●	●	●			
	Control de Viruta	Descontrolado, continuo/enredado	Inapropiadas condiciones de corte					●	↘	●	↗		●	Húmedo											
			Rango de control de viruta amplio											●											
Geometría del filo de corte inadecuado														●	↘	●	↘								
Rota en pedazos pequeños y dispersos		Inapropiadas condiciones de corte							●	↘	●		●	Seco											
		Rango de control de viruta corto											●												
		Geometría del filo de corte inadecuado													●	↗	●	↗							

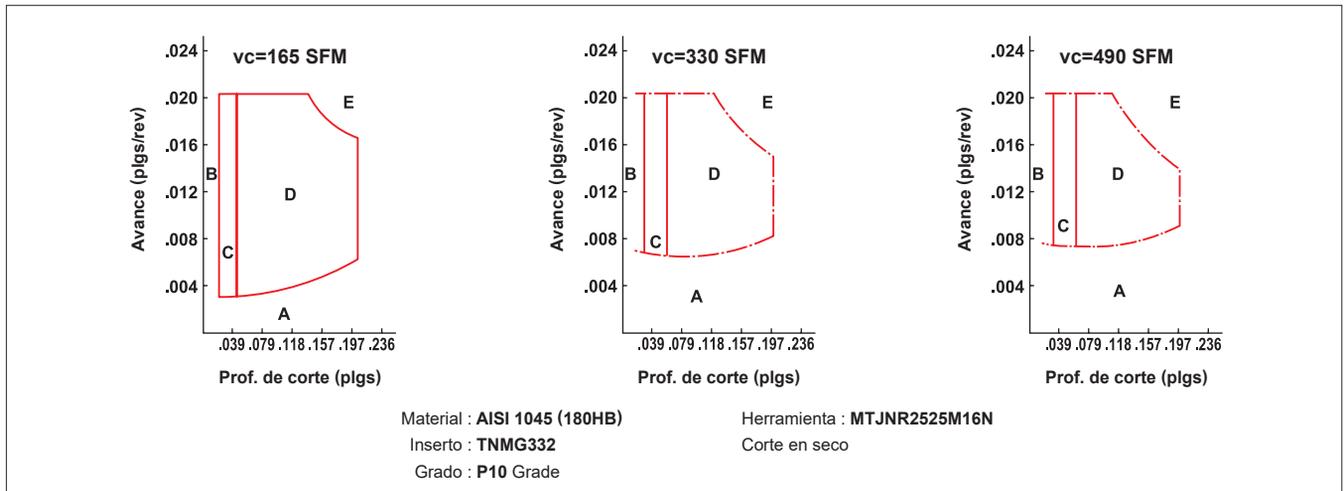
CONTROL DE VIRUTA PARA TORNEADO

FORMA DE VIRUTAS EN TORNEADO DE ACERO

Tipo	Tipo A	Tipo B	Tipo C	Tipo D	Tipo E
Baja profundidad de corte d < .276"					
Profundidad de corte alta d = .276" - .591"					
Longitud del rizo l	Sin rizo	$l \geq 2$ plgs	$l \leq 2$ 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 	Adecuada	Adecuada	<ul style="list-style-type: none"> ● Dispersión de las virutas ● Vibración ● Mal acabado superficial ● Máximo

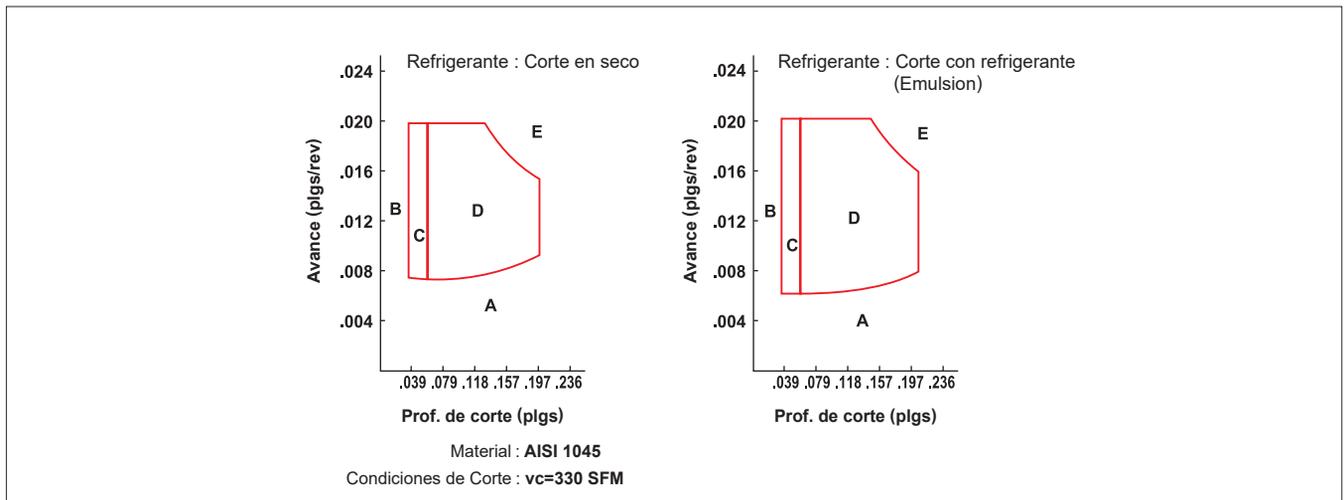
Rompe viruta, rango de velocidad de corte y control de viruta

En general, a medida que la velocidad de corte incrementa, el rango de control de viruta tiende a estrecharse



Efectos del refrigerante en el rango de control de viruta

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



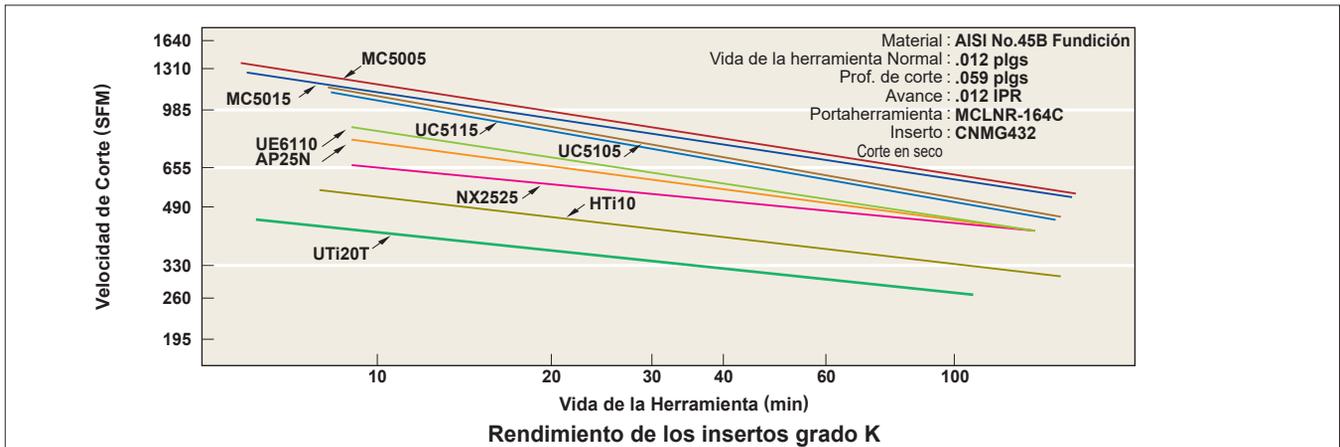
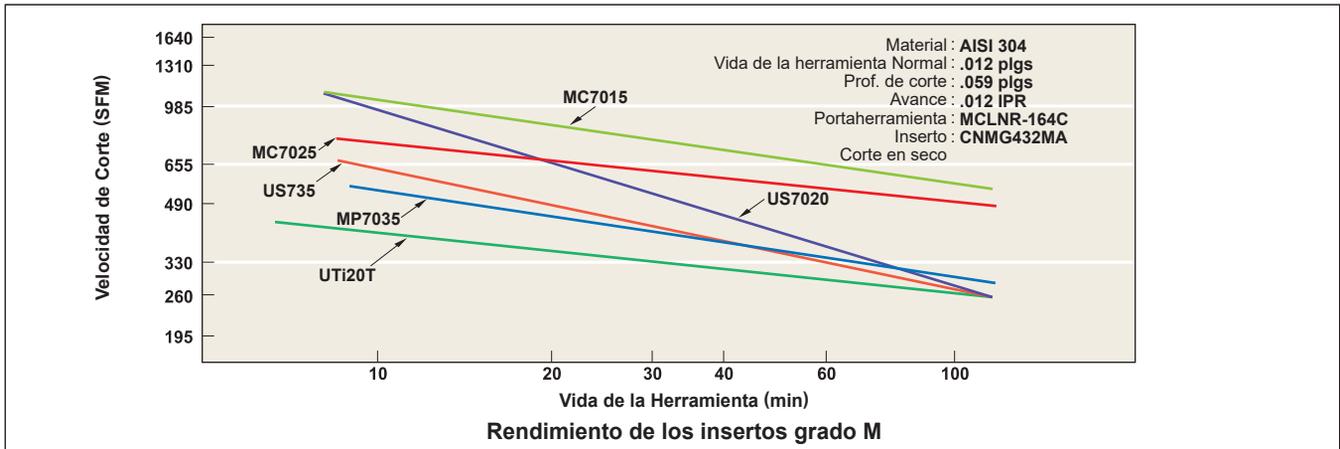
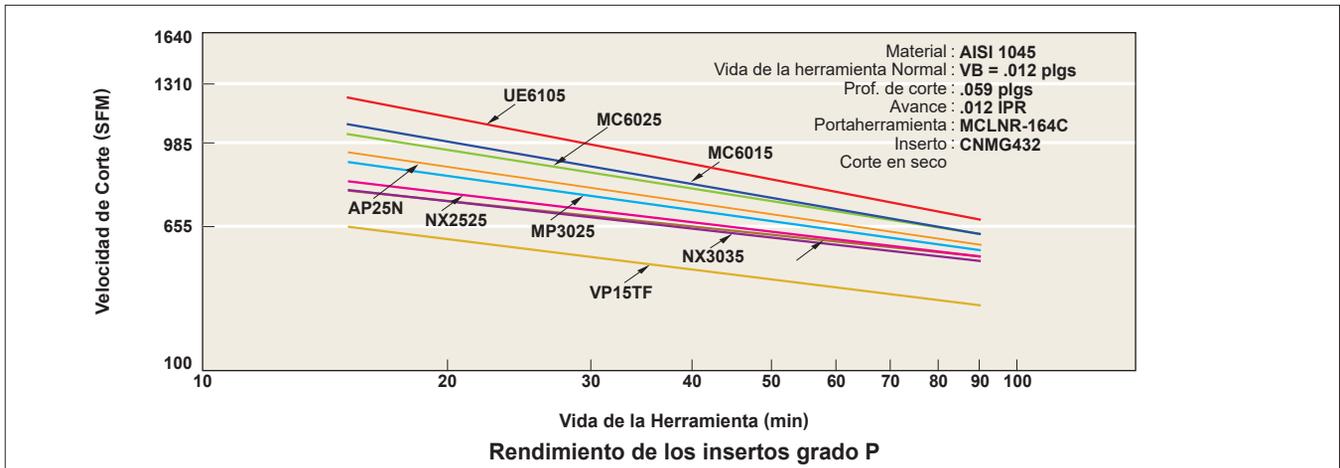
EFFECTOS DE LAS CONDICIONES DE CORTE PARA TORNEADO

■ CONDICIONES DE CORTE

Las condiciones ideales para el corte son tiempo de corte bajo, larga vida útil y alta precisión de corte. Para lograr esto, es necesario seleccionar condiciones de corte eficientes así como la herramienta adecuada basado en el material 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 un grado de herramienta adecuado para la 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.

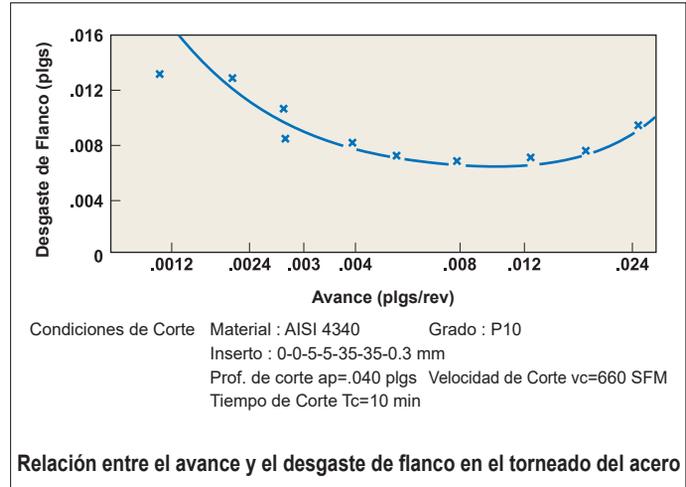
EFECTOS DE LAS CONDICIONES DE CORTE PARA TORNEADO

■ 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 en cada revolución del cortador dividida por el número de dientes. De este modo, se indica como avance por diente. El avance está relacionado con el acabado superficial

● 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 comparado con la de la velocidad de corte.
3. El aumento del avance, mejora la eficiencia del maquinado.

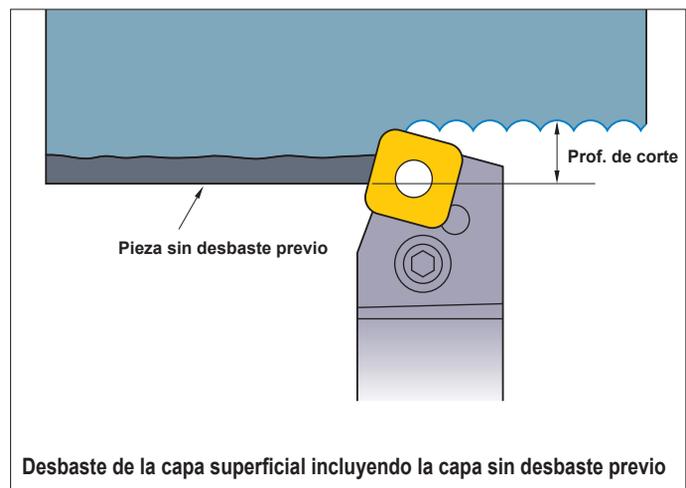
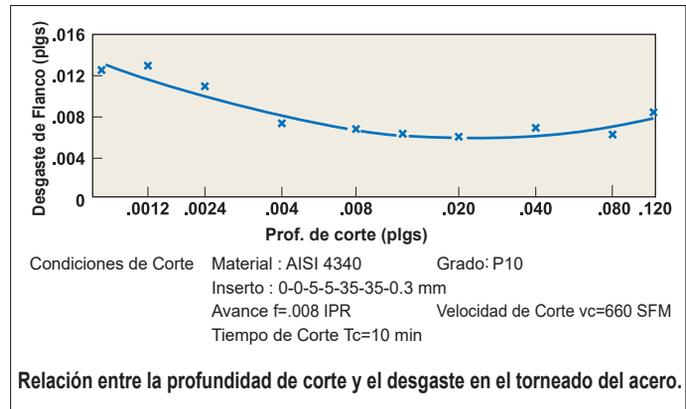


■ PROF. DE CORTE

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, la potencia y rigidez de la máquina.

● Efectos de la profundidad de corte

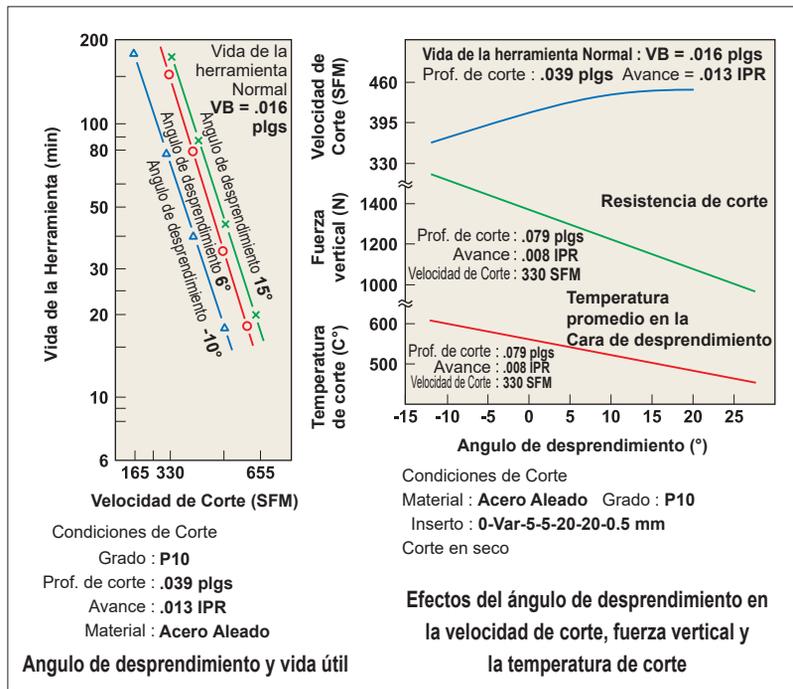
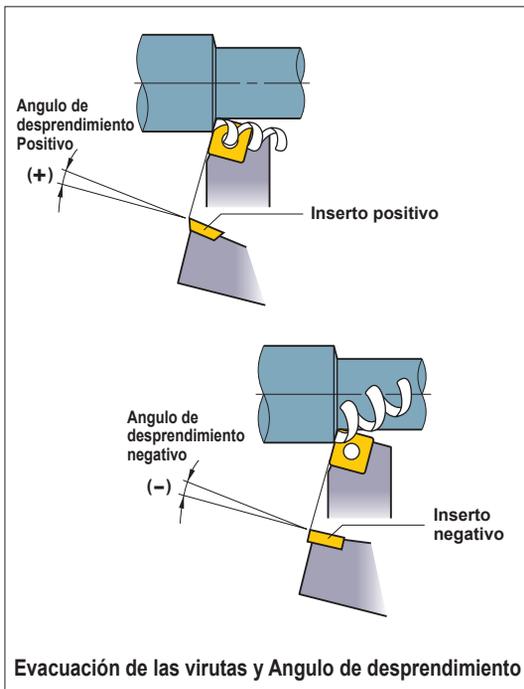
1. El cambio de la profundidad de corte, no afecta en gran medida a la vida de la herramienta.
2. Una baja profundidad de corte, endurece la capa superficial del material, debido a la fricción entre ellas. Por ello, se reduce la vida de la herramienta.
3. Cuando machine fundición gris la profundidad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



CARACTERISTICAS DE LAS HERRAMIENTAS 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, la evacuación de la virutas, la temperatura de corte y la vida de la herramienta.



● ANGULO DE INCIDENCIA

1. Incrementando el ángulo de desprendimiento en la dirección positiva (+) mejora la agudeza del filo.
2. Aumentando el ángulo de desprendimiento 1° en dirección positiva, reduce el esfuerzo de corte un 1%.
3. Incrementando el ángulo de desprendimiento en dirección positiva (+) disminuye la resistencia del filo e incrementando en dirección negativa (-) incrementa la resistencia de corte.

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

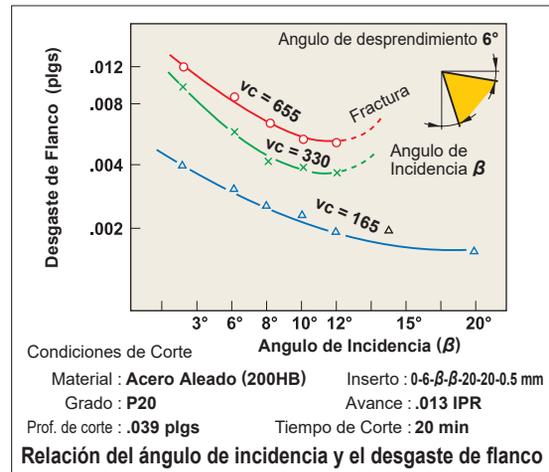
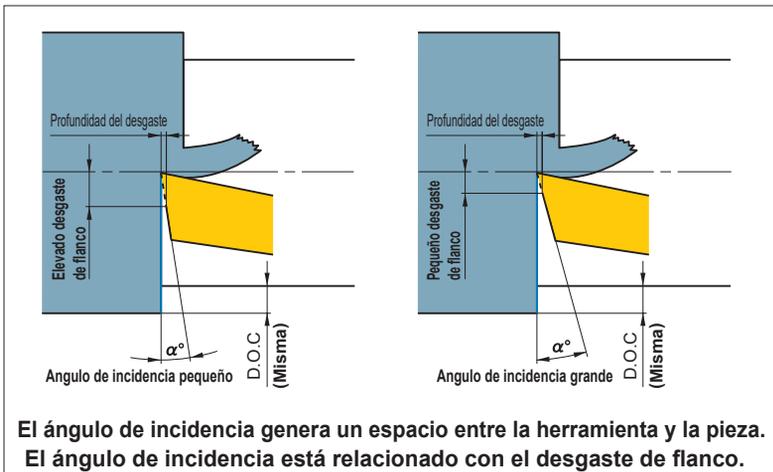
- Pieza endurecida.
- Cuando se requiere un filo resistente para maquinado piezas sin desbaste previo y con corte interrumpido.

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 evita la fricción entre la cara de flanco y la pieza, lo cual resulta en un avance uniforme.



● 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 resistencia del filo de corte.

Cuando reducir el ángulo de incidencia

- Material duro.
- Cuando se necesita un filo resistente.

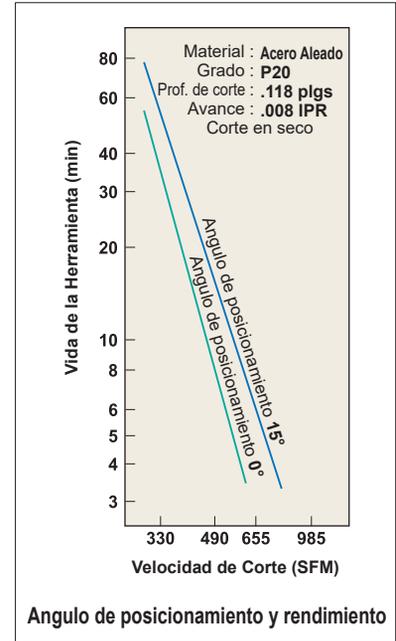
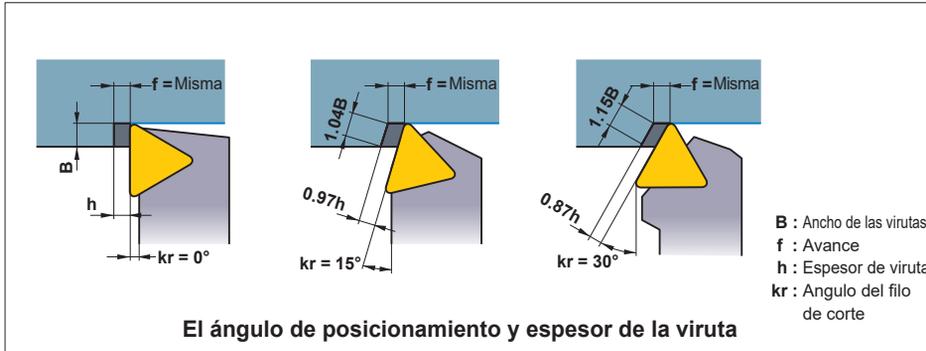
Cuando aumentar el ángulo de incidencia

- Material suave.
- Materiales que se endurecen durante el maquinado.

CARACTERISTICAS DE LAS HERRAMIENTAS DE TORNEADO

■ ANGULO DE POSICIONAMIENTO

El ángulo de posición del filo de corte disminuye la carga de impacto y afecta la fuerza de avance, fuerza contraria y espesor de la viruta.



● Efectos del Angulo de posicionamiento

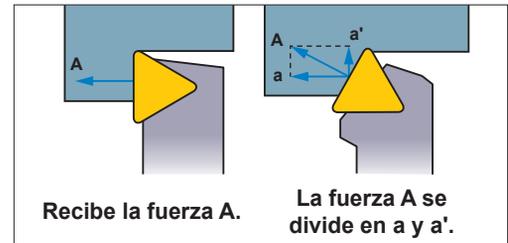
1. Con el mismo avance, incrementando el ángulo de posicionamiento, incrementamos la longitud de contacto de la viruta y disminuimos el espesor de ésta. Como resultado, el esfuerzo de corte se dispersa en un filo más largo y se incrementa la vida de la herramienta. (Ver diagrama)
2. Incrementando el ángulo de posición, 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.

Cuando reducir el ángulo de posicionamiento

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

Cuando aumentar el ángulo de posicionamiento

- Piezas endurecidas producen una alta temperatura de corte.
- En desbaste de piezas de diámetro grande.
- Cuando la máquina tiene alta rigidéz.

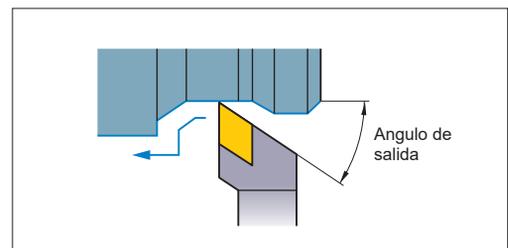


■ ANGULO DE SALIDA

El ángulo de salida previene el desgaste en la herramienta y en la superficie de la pieza. Normalmente es de 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 ocurrir vibraciones durante el maquinado.
3. Se recomienda un ángulo de salida pequeño en desbaste y un ángulo de salida grande en acabado.

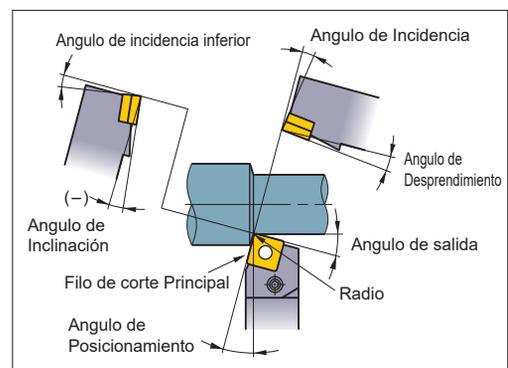


■ ANGULO DE INCLINACION

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. Para torneado se recomienda que sea de 3°– 5° y para fresado 10°– 15°.

● Efectos del ángulo de inclinación

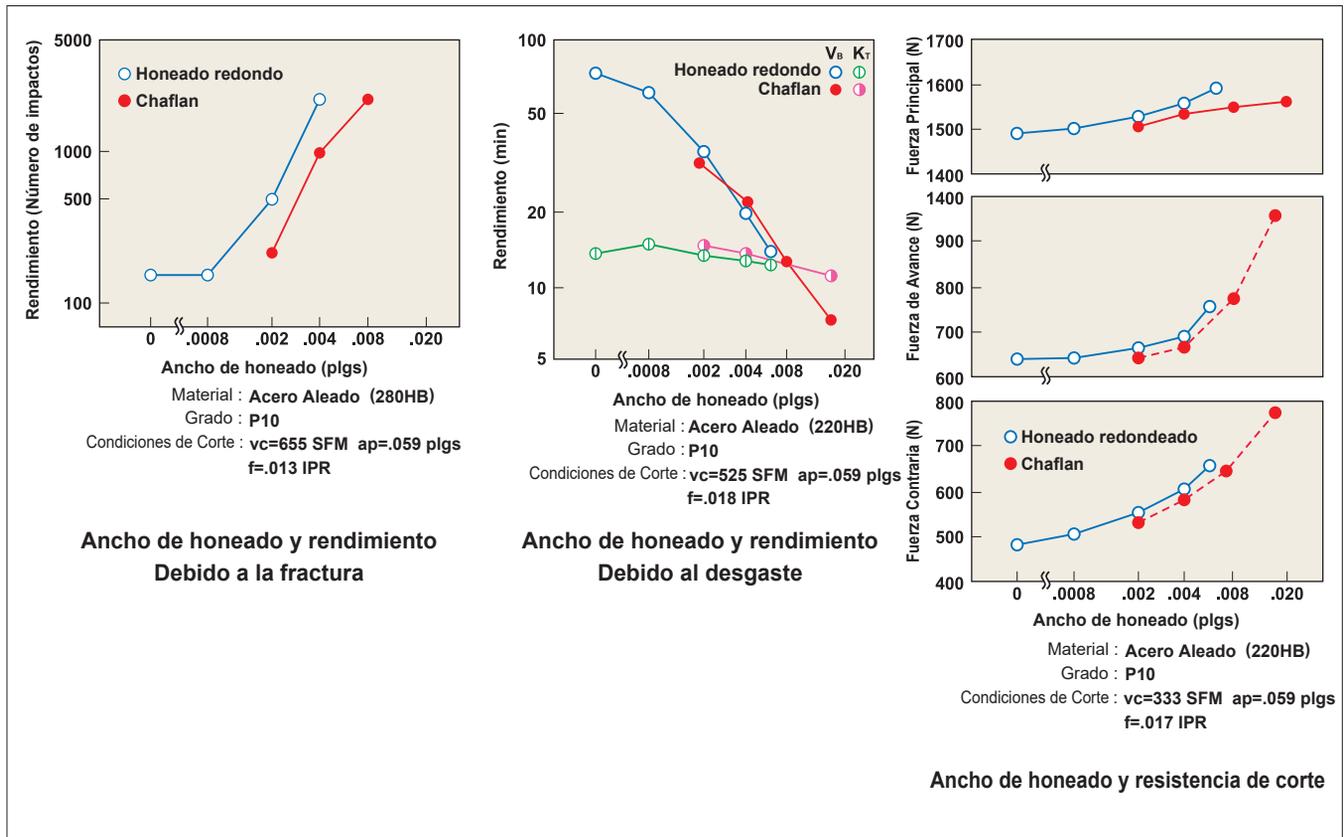
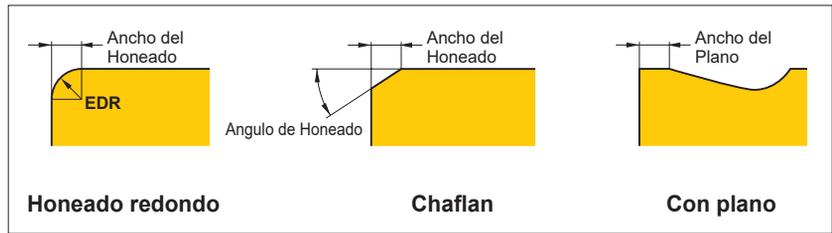
1. Un ángulo de inclinación negativo (-) evacúa las virutas en la dirección de la pieza; y un ángulo positivo las evacua en la dirección opuesta.
2. Un ángulo de inclinación negativo incrementa la resistencia del filo de corte, pero al mismo tiempo incrementa el esfuerzo de corte, lo cual genera vibraciones.



■ PREPARACION DE FILO

El honeado y el chafán son preparaciones del filo de corte y sirven para mantener la resistencia del mismo. El honeado puede ser del tipo redondo o con chafán. El honeado óptimo del filo es de aproximadamente 1/2 del avance.

La preparación con plano contiene un área plana y estrecha en la cara de desprendimiento o en la cara de flanco.



● 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 de la cara de desprendimiento.
3. Aumentar el honeado incrementa el esfuerzo de corte y la vibración.

Quando 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.

Quando aumentar el tamaño de honeado

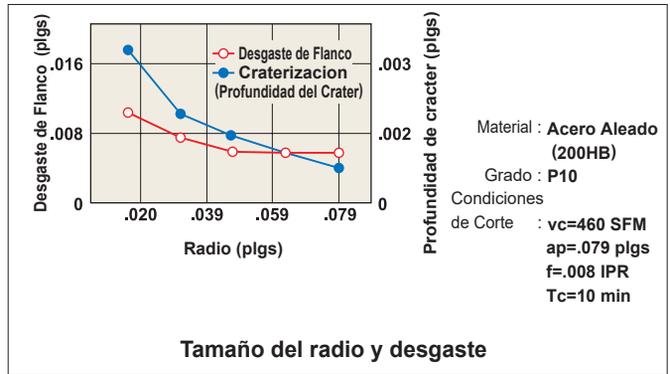
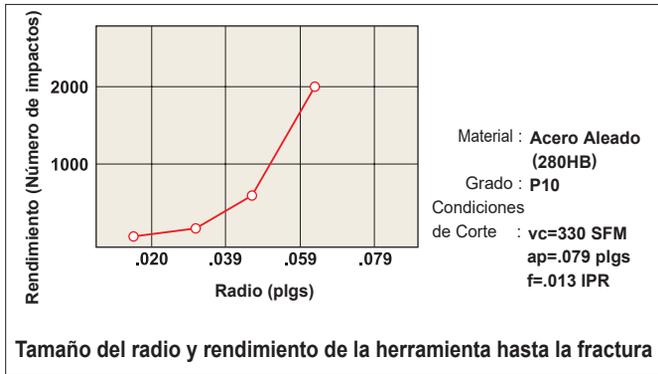
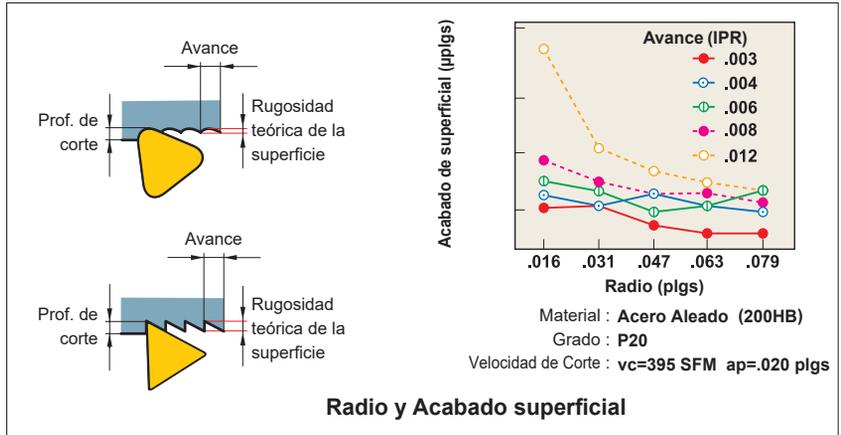
- Material duro.
- Cuando se requiere un filo resistente para maquinarse superficies sin corte previo y para corte interrumpido.
- Cuando la máquina tiene alta rigidez.

*Los insertos de carburo cementado, con recubrimiento de diamante y cermet tienen un honeado redondo como estándar.

CARACTERISTICAS DE LAS HERRAMIENTAS DE TORNEADO

■ RADIO

El radio influye en la resistencia 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 de la cara de desprendimiento.
5. Aumentando demasiado el radio, disminuye el control de viruta.

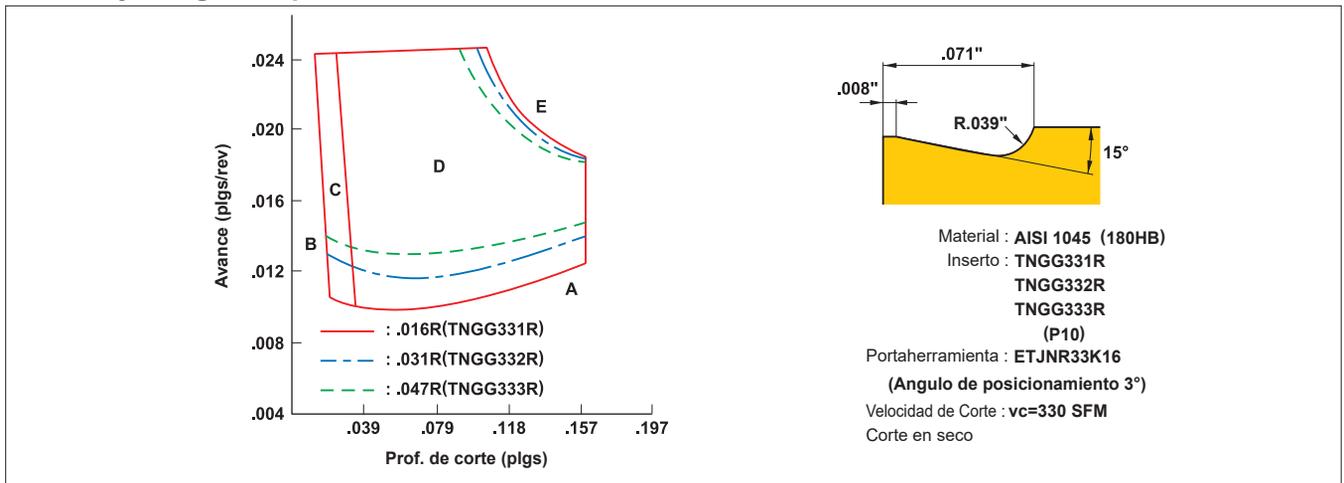
Cuando reducir el radio

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

Cuando aumentar el radio

- Cuando se requiere un filo resistente para maquinare superficies sin corte previo y para corte interrumpido.
- En desbaste de piezas de diámetro grande.
- Cuando la máquina tiene alta rigidez.

● Radio y Rango de aplicación



Nota 1) Por favor ver página P008 para forma de las virutas (A, B, C, D, E).

FORMULAS PARA TORNEADO

■ VELOCIDAD DE CORTE (vc)

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

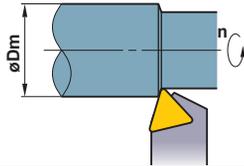
vc (SFM) : Velocidad de Corte
 Dm (plgs) : Diámetro de la pieza
 π (3.14) : Pi
 n (min^{-1}) : Revoluciones máximas del husillo

(Problema) ¿Cuál es la velocidad de corte cuando las revoluciones de la pieza 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 respuesta es 365 SFM.



■ AVANCE (f)

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

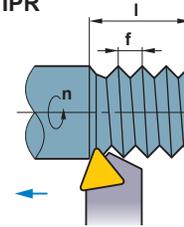
f (IPR) : Avance por Revolución
 l (IPM) : Longitud de corte por min.
 n (min^{-1}) : Revoluciones máximas del husillo

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

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

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

La respuesta es .009 IPR.



■ TIEMPO DE CORTE (Tc)

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

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

(Problema) ¿Cuál es el tiempo de corte cuando se maquina una pieza de 4plgs a 1000 min^{-1} y avance de .008 IPR ?

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

$$l = f \times n = .008 \times 1000 = 8 \text{ IPM}$$

Sustituir la respuesta de arriba en la fórmula.

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

$$0.5 \times 60 = 30 \text{ (seg.)}$$

La respuesta es 30 seg.

■ RUGOSIDAD SUPERFICIAL TEORICA (h)

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

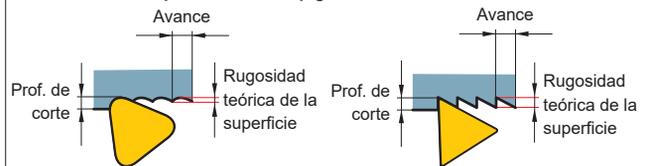
h (μplgs) : Rugosidad superficial del acabado
 f (IPR) : Avance por Revolución
 RE (plgs) : Radio

(Problema) ¿Cuál es la rugosidad superficial teórica cuando el radio del inserto es de .031 plgs y el avance .008 IPR?

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

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

La respuesta es .258 μplgs .



SOLUCION DE PROBLEMAS PARA ROSCADO

Problemas	Observación	Causas	Soluciones
Baja precisión de la rosca.	Las roscas no embonan entre sí	Incorrecta instalación de la herramienta.	Ajuste la altura del centro del inserto a 0". Revise la inclinación del porta inserto (Lateral).
	Rosca poco profunda	Incorrecta profundidad de corte. Poca resistencia a la deformación plástica y al desgaste.	Modifique la profundidad de corte. Consulte "Generación rápida del desgaste de flanco" y "Deformación plástica grande" a continuación.
Mal acabado superficial.	Daño superficial.	Las rebabas se enredan o se atascan en las piezas de trabajo.	Cambie a avance de entrada del flanco y controle la evacuación de viruta. Cambie a un inserto clase M con un rompe viruta 3-D.
		El lado del filo de corte del inserto interfiere con la pieza de trabajo.	Revise el ángulo de ataque y seleccione un asiento adecuado.
	Superficie rayada.	Adherencia en el filo.	Incremente la velocidad de corte. Incremente la presión y el volumen del refrigerante.
		Resistencia de corte muy alta.	Disminuya la profundidad de corte por pasada.
	Vibración superficial.	Velocidad de corte muy alta	Disminuya la velocidad de corte.
		Sujeción insuficiente de la pieza o de la herramienta.	Revise la sujeción de la pieza y de la herramienta. (Presión del chuck o sujeción permisible)
Incorrecta instalación de la herramienta.		Ajuste la altura del centro del inserto a 0 mm.	
Bajo rendimiento.	Se genera un desgaste de flanco rápidamente.	Velocidad de corte muy alta.	Disminuya la velocidad de corte.
		Muchas pasadas causa desgaste abrasivo.	Reduzca el número de pasadas.
		Baja profundidad de corte para las pasadas de acabado.	No remaquine con profundidad de 0 mm. Se recomienda una profundidad de 0.05 mm.
	Desgaste no uniforme del lado izquierdo y derecho del filo de corte.	El ángulo de rosca de la pieza y el ángulo de ataque de la herramienta no coinciden.	Revise el ángulo de rosca de la pieza y seleccione el asiento apropiado.
	Despostillamiento y fractura.	Velocidad de corte muy baja.	Incremente la velocidad de corte.
		Resistencia de corte muy alta.	Aumente el número de pasadas y disminuya la resistencia de corte por pasada.
			Clampeo inestable.
		Acumulación de viruta.	Incremento la presión del refrigerante para desalojar la viruta. Cambie el paso de la herramienta para controlar la rebaba. (Ampliando cada pasada se permite que el refrigerante limpie las rebabas)
			Cambio desde corte interno estándar a torneado contrario para evitar la acumulación de viruta.
			Las piezas sin chaflán causan alta resistencia al inicio de cada pasada.
		Alta deformación plástica.	Alta velocidad de corte y alta generación de calor.
	Sin suministro de refrigerante.		Revise que el refrigerante sea suficiente. Incremente la presión y el volumen del refrigerante.
	Resistencia de corte muy alta.		Aumente el número de pasadas y disminuya la resistencia de corte por pasada.

METODOS DE ROSCADO

METODO DE ROSCADO

	Rosca derecha	Rosca izquierda
EXTERNO		*Cambia el asiento
INTERNO		*Cambia el asiento

- Normalmente, el avance del inserto en el roscado es hacia el chuck.
- Al maquinar cuerdas izquierdas, observe que la rigidez de la sujeción disminuye debido al uso de torneado contrario.
- Al maquinar cuerdas izquierdas, el ángulo de entrada es negativo. Asegure un ángulo de entrada apropiado cambiando el asiento.

TIPOS DE INSERTOS

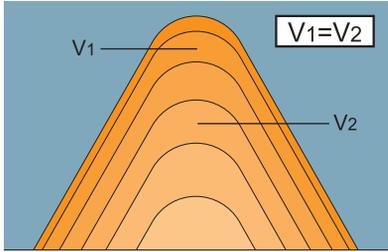
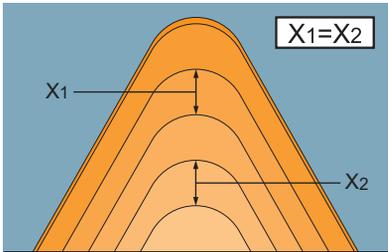
Forma Parcial	Forma Completa	Forma semi completa (Sólo para roscas trapecoidales)
<ul style="list-style-type: none"> ● El mismo inserto se puede utilizar para un amplio rango de pasos. ● La vida de la herramienta se acorta debido al radio de la punta del inserto es más pequeño que el de un inserto de forma completa. ● Puede ser necesario realizar el acabado con otra operación. 	<ul style="list-style-type: none"> ● No es necesario rebabeear después de roscar. ● Se requiere de un inserto específico para cada paso y forma de cuerda. 	<ul style="list-style-type: none"> ● No es necesario rebabeear después de roscar. ● Se requiere de un inserto específico para cada paso y forma de cuerda. ● Puede ser necesario realizar el acabado con otra operación.
<p>Radio de cresta (Se necesita un torneado adicional para el acabado de las crestas de la cuerda.)</p>	<p>Radio de cresta (Superficie de acabado)</p>	<p>Radio de cresta (Se necesita un torneado adicional para el acabado de las crestas de la cuerda.)</p>

METODOS DE AVANCE

	Incidencia radial	Avance en el flanco	Avance modificado en el flanco	Avance incremental
Características	<p>↑</p>	<p>↑</p>	<p>1°-5°</p> <p>↑</p>	<p>↑ ↑</p>
	<p>Ventajas</p> <ul style="list-style-type: none"> ● El más fácil de utilizar. (Programa estándar para roscado.) ● Amplias aplicaciones. (Condiciones de corte fáciles de cambiar.) ● Desgaste uniforme de los lados derechos e izquierdos del filo de corte. 	<p>Ventajas</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Relativamente fácil de utilizar. (Programa semi estándar para roscado.) ● Reduce la fuerza de corte. ● Recomendado para roscas de pasos grandes o materiales de fácil desprendimiento. ● Buen desalajo de viruta. 	<p>Ventajas</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Previene desgaste del flanco en el lado derecho del filo de corte. ● Reduce la fuerza de corte. ● Bueno para paso grande o materiales de fácil desprendimiento. ● Buen desalajo de viruta. 	<p>Ventajas</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Desgaste uniforme de los lados derechos e izquierdos del filo de corte. ● Reduce la fuerza de corte. ● Bueno para paso grande o materiales fácil de maquinar.
<p>Desventajas</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Difícil control de viruta. ● Susceptible a vibrar en las últimas pasadas debido al largo filo de corte en contacto con la pieza. ● Ineficaz para roscar con paso grande. ● Mayor carga en el filo del inserto. 	<p>Desventajas</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Alto desgaste del flanco del lado derecho del filo de corte. ● Profundidad de corte relativamente difícil de cambiar. (Re-programación necesaria) 	<p>Desventajas</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Programación de un maquinado complejo. ● Difícil de cambiar la profundidad de corte. (Programación de CN necesaria) 	<p>Desventajas</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Programación de un maquinado complejo. ● Difícil de cambiar la profundidad de corte. (Re-programación necesaria) ● Difícil control de viruta 	

METODOS DE ROSCADO

PROFUNDIDAD DE ROSCADO

	Características	
	Ventajas	Desventajas
 <p>Área de corte determinada</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Fáciles de usar. (Programa estándar para roscado) • Resistencia superior a la vibración. (Fuerza de corte constante.) 	<ul style="list-style-type: none"> • Durante la pasada final se generan virutas largas. • Calculo complejo de la profundidad de corte al cambiar el número de pasadas.
 <p>Profundidad de corte determinada</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Carga reducida en el radio de la punta durante la primera mitad de las pasadas. • Fácil control de viruta. (Ajuste opcional del espesor de la viruta) • Fácil de calcular la profundidad de corte cuando cambie el número de pasadas. • Buen control de viruta. 	<ul style="list-style-type: none"> • Susceptible a vibrar en las últimas pasadas. (Incremento en la fuerza de corte) • En algunos casos es necesario cambiar el programa de control numérico.

* Se recomienda la profundidad de corte de 0.05 mm–0.025 mm en la última pasada.
Una profundidad de corte grande puede producir vibración y ocasionar un mal acabado superficial.

■ Formulas

● Formulas para calcular la entrada para cada pasada en las series reducidas.

$\Delta ap_n = \frac{ap}{\sqrt{n_{ap}-1}} \times \sqrt{b}$	<p>Ejemplo) Roscado exterior (ISO en mm) Paso : 1.0 mm ap : 0.6 mm n_{ap} : 5</p>
<p> Δap_n : Profundidad de corte y número de pasadas n : Pasada actual ap : Profundidad de corte total n_{ap} : Número de pasadas b : 1er. pasada 0.3 2nda. Pasada 2-1=1 3er. pasada 3-1=2 . . Paso nth n-1 </p>	<p>1er. pasada $\Delta ap_1 = \frac{0.60}{\sqrt{5-1}} \times \sqrt{0.3} = 0.16 \rightarrow \mathbf{0.16} (\Delta ap_1)$</p> <p>2nda. Pasada $\Delta ap_2 = \frac{0.60}{\sqrt{5-1}} \times \sqrt{2-1} = 0.3 \rightarrow \mathbf{0.14} (\Delta ap_2 - \Delta ap_1)$</p> <p>3er. pasada $\Delta ap_3 = \frac{0.60}{\sqrt{5-1}} \times \sqrt{3-1} = 0.42 \rightarrow \mathbf{0.12} (\Delta ap_3 - \Delta ap_2)$</p> <p>4ta. pasada $\Delta ap_4 = \frac{0.60}{\sqrt{5-1}} \times \sqrt{4-1} = 0.52 \rightarrow \mathbf{0.1} (\Delta ap_4 - \Delta ap_3)$</p> <p>5ta. Pasada $\Delta ap_5 = \frac{0.60}{\sqrt{5-1}} \times \sqrt{5-1} = 0.6 \rightarrow \mathbf{0.08} (\Delta ap_5 - \Delta ap_4)$</p>

■ Programa de CN para avance modificado en el flanco

● Ejemplo:- M12×1.0 5ta. Pasada modificada 1°-3° (mm)

Roscado externo	Roscado interno
G00 Z = 5.0 X = 14.0	G00 Z = 5.0 X = 10.0
G92 U-4.34 Z-13.0 F1.0	G92 U4.34 Z-13.0 F1.0
G00 W-0.07	G00 W-0.07
G92 U-4.64 Z-13.0 F1.0	G92 U4.64 Z-13.0 F1.0
G00 W-0.06	G00 W-0.05
G92 U-4.88 Z-13.0 F1.0	G92 U4.84 Z-13.0 F1.0
G00 W-0.05	G00 W-0.04
G92 U-5.08 Z-13.0 F1.0	G92 U5.02 Z-13.0 F1.0
G00 W-0.03	G00 W-0.03
G92 U-5.20 Z-13.0 F1.0	G92 U5.14 Z-13.0 F1.0
G00	G00

Selección de las condiciones de corte

		Prioridad					
		Vida de la herramienta	Fuerza de corte	Acabado superficial	Precisión de la cuerda	Evacuación de viruta	Eficiencia (Menos pasadas)
Métodos de roscado	Radial	○		○	○		○
	Flanco	(△ : Modificado)	○	(△ : Modificado)		○	
Profundidad de Corte	Profundidad de corte determinada					○	
	Área de corte determinada	○	○	○	○		○

Nota) · La vida de la herramienta y la exactitud del acabado puede incrementarse al cambiar el método de roscado de avance en el flanco a avance modificado en el flanco.

- El control de la viruta se puede mejorar incrementando la profundidad de corte en la segunda mitad de las pasadas.

Profundidad de corte y número de pasadas

● La selección de la profundidad de corte apropiada y el correcto número de pasadas es vital para el roscado.

- Para la mayoría de las roscas, utilice un "programa de ciclo de roscado", que originalmente ha sido instalado en las máquinas, y especifique la "profundidad de corte total" y "la profundidad de corte en la última o primer pasada"
- La profundidad de corte y el número de pasadas son fáciles de cambiar debido al método de entrada radial, de este modo se hace más fácil determinar las condiciones de corte apropiadas.

Características y beneficio de los productos Mitsubishi

- Los grados de insertos con alta resistencia al desgaste y a la deformación plástica especialmente producidos para las herramientas de roscado, aseguran un maquinado altamente eficiente con altas velocidades y un menor número de pasadas.



Reducción del costo de maquinado

Beneficios de Roscado

● Mejora del rendimiento de la herramienta

- Para prevenir daño al radio del filo
Método recomendado - Avance modificado en el flanco
- Para tener un desgaste de flanco uniforme en ambos lados del filo de corte
Método recomendado - Incidencia radial
- Para prevenir desgaste por caracterización
Método recomendado - Avance en el flanco

● Previene problemas de viruta

- Cambie el flanco o modifique la entrada.
- Durante el corte de entrada radial, utilice un portaherramientas invertido y cambie el suministro de refrigerante en dirección hacia abajo.
- Cuando utilice el método de entrada radial, ajuste la profundidad mínima de corte alrededor de .008 plgs para hacer las rebabas más delgadas.
- Las virutas enredadas durante el roscado interior pueden dañar el inserto. En estos casos, pause hacia afuera un poco desde el punto de inicio y limpie las rebabas con refrigerante en cada pasada.
- Cambie a inserto clase-M con rompe viruta 3-D.

● Para alcanzar un maquinado altamente efectivo

- Incremente la velocidad de corte (Depende de las máximas revoluciones y rigidez de la maquina)
- Reduzca el número de pasadas. (reduzca de 30-40%)
- Un número reducido de pasadas puede mejorar la descarga de viruta debido a la generación de rebabas más delgadas.

● Previene vibración

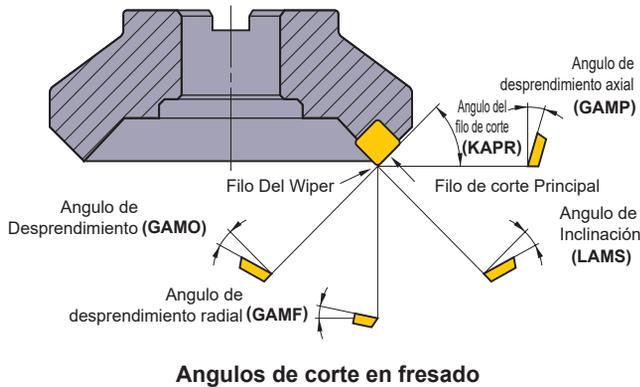
- Cambie el flanco o modifique la entrada.
- Al realizar una entrada radial, reduzca la profundidad de corte en la última mitad de pasadas y disminuya la velocidad de corte.

● Exactitud del acabado superficial mejorada

- Se debe de dar una pasada con la misma profundidad de corte que la última pasada.
- Cuando utilice el método de entrada de flanco, cambie a una entrada radial solo durante la última pasada.

CARACTERISTICAS DE LAS HERRAMIENTAS DE FRESADO

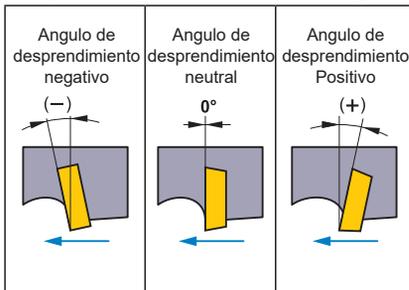
■ FUNCION DE CADA UNO DE LOS ANGULOS DEL FILO EN FRESADO



Tipo de ángulo	Símbolo	Función	Efecto
Angulo de desprendimiento axial	GAMP	Determina la dirección de evacuación de la viruta.	Positivo : Excelente maquinabilidad.
Angulo de desprendimiento radial	GAMF	Determina la agudeza del filo.	Negativo : Excelente evacuación de virutas.
Angulo del filo de corte	KAPR	Determina el espesor de la viruta.	Pequeño : Virutas delgadas y pequeño impacto de corte. Gran fuerza contraria.
Angulo de Desprendimiento	GAMO	Determina la agudeza real del filo	Positivo(grande) : Excelente maquinabilidad. Mínima adherencia Negativo(grande) : Deficiente maquinabilidad. Filo de corte fuerte.
Angulo de Inclinación	LAMS	Determina la dirección de evacuación de la viruta.	Positivo (grande) : Excelente evacuación de virutas. Baja resistencia en el filo de corte.

■ INSERTOS ESTANDAR

● Angulo de desprendimiento Positivo y Negativo

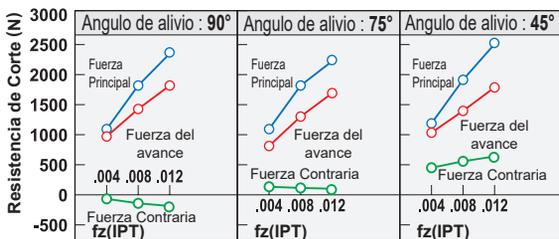


- Insertos en los cuales el filo de corte va precedido de un ángulo de desprendimiento positivo.
- Insertos en los cuales el filo de corte va precedido de un ángulo de desprendimiento negativo.

● Forma estándar del filo de corte

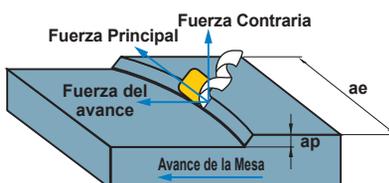
Combinaciones del filo de corte estándar	Angulo de desprendimiento axial (+)	Angulo de desprendimiento axial (-)	Angulo de desprendimiento axial (+)
	Doble positivo (Filo tipo DP)	Doble negativo (Filo tipo DN)	Negativo/Positivo (Filo tipo NP)
Angulo de desprendimiento axial (GAMP)	Positivo (+)	Negativo (-)	Positivo (+)
Angulo de desprendimiento radial (GAMF)	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 ALIVIO (KAPR) Y RESISTENCIA DEL CORTE



Material : Acero Aleado (281HB)
Herramienta : ø4" Un solo inserto
Condiciones de Corte : vc=410 SFM ap=.157 plgs ae=4.33 plgs

Comparación de la resistencia de corte con diferentes ángulos de ataque.



Tres fuerzas de resistencia al corte, en fresado

Angulo del filo de corte 90°	La fuerza contraria está en la dirección negativa. Levanta la pieza cuando la rigidez de sujeción de la pieza es baja.	
Angulo del filo de corte 75°	El ángulo del filo de corte de 75° está recomendado para planeado de piezas con poca rigidez, como piezas delgadas.	
Angulo del filo de corte 45°	Mayor fuerza contraria. Flexión de piezas delgadas y poca precisión de maquinado. * Previene el despostillamiento en los filos de la pieza en el maquinado de fundición.	

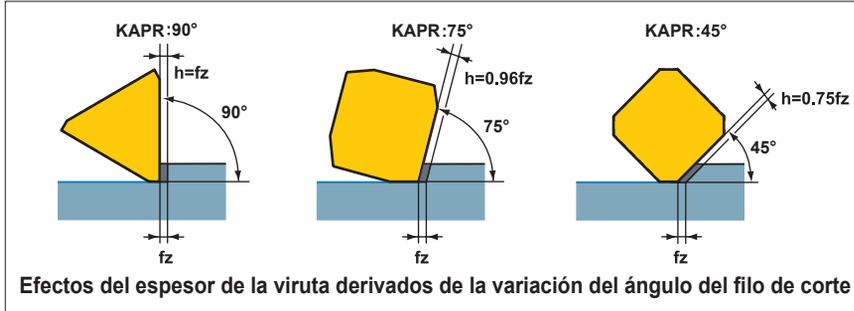
- * Fuerza principal: Fuerza opuesta a la dirección de rotación del cortador.
- * Fuerza contraria: Fuerza que empuja en la dirección axial.
- * Fuerza de avance: Fuerza en la dirección del avance producida por el avance de mesa.

CARACTERISTICAS DE LAS HERRAMIENTAS DE FRESADO

■ ANGULO DEL FILO DE CORTE Y VIDA DE LA HERRAMIENTA

● Angulo del filo de corte y espesor de viruta

Cuando la profundidad de corte y el avance por diente, f_z , son fijos, mientras más grande es el ángulo del filo de corte (KAPR), el espesor de la viruta es más delgado (h) (para un KAPR de 45° , es aproximadamente el 75% de un KAPR de 0°). Esto se puede ver en la gráfica siguiente, Entonces mientras KAPR incrementa, la resistencia de corte disminuye teniendo como resultado un vida de la herramienta mayor. Sin embargo, note que si el espesor de la viruta es muy grande la resistencia de corte puede incrementar, lo cual provoca vibraciones y reduce la vida de la herramienta.



Efectos del espesor de la viruta derivados de la variación del ángulo del filo de corte

● Angulo de posicionamiento y desgaste por craterización

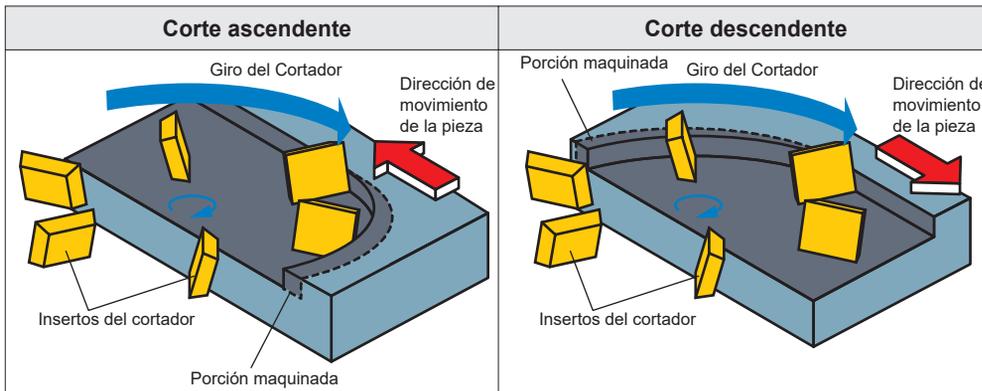
En la siguiente gráfica se muestran patrones de desgaste para diferentes ángulos del filo de corte. Cuando se compara el desgaste por craterización de un ángulo del filo de corte de 90° y uno de 45° , puede ser claramente observado que el desgaste por craterización de 90° es mayor, la resistencia de corte incrementa y esto aumenta el desgaste por craterización. Al desarrollarse desgaste por craterización la fuerza del filo de corte se reducirá y ocurrirá la fractura.

	Angulo del filo de corte de 90°	Angulo del filo de corte de 75°	Angulo del filo de corte de 45°
vc=330 SFM Tc=69 min			
vc=410 SFM Tc=55 min			
vc=525 SFM Tc=31 min			

Material : AISI 4340 (287HB)
 Herramienta : DC=4.92 plgs
 Inserto : M20
 Condiciones de Corte : $ap= .118$ plgs
 $ae=4.33$ plgs
 $fz=.008$ IPT
 Refrigerante : Corte en seco

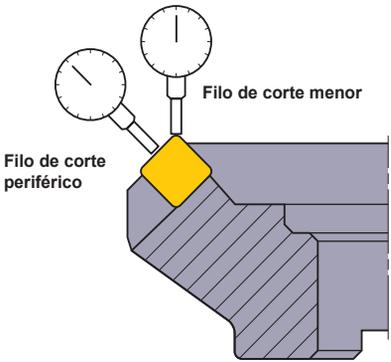
■ FRESADO CON CORTE ASCENDENTE Y DESCENDENTE

El método a usar dependerá de la máquina y el cortador que será seleccionado. Generalmente, el corte descendente ofrece mayor vida de la herramienta que el corte ascendente.



■ ACABADO SUPERFICIAL

● Precisión de run-out del filo de corte



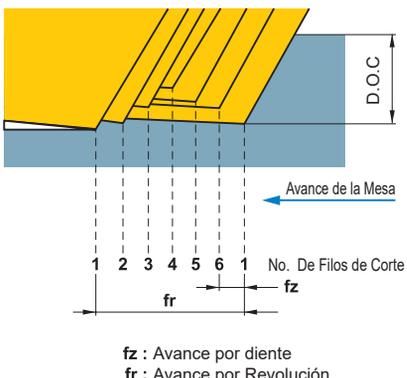
Run-out del filo de corte y precisión en el planeado

El run-out en el filo de corte, afecta tanto al acabado superficial como a la vida de la herramienta.

```

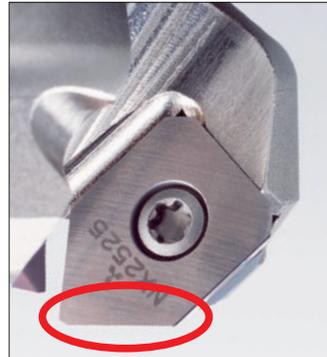
    graph LR
      RunOut[Run-out] -- Grande --> Deficiente[Deficiente Acabado Superficial]
      RunOut -- Pequeño --> Buen[Buen Acabado Superficial]
      Deficiente --> Vibraciones[Despostillamiento debido a vibraciones]
      Deficiente --> Desgaste[Incremento rápido del desgaste]
      Vibraciones --> Reduccion[Reducción del rendimiento de la herramienta]
      Desgaste --> Reduccion
      Buen --> Rendimiento[Rendimiento Estable]
  
```

● Mejora la rugosidad superficial



Debido a que el ancho del filo de corte secundario de Mitsubishi Materials es de 1.4 mm, y los filos de corte secundarios están colocados paralelos a la cara del cortador, teóricamente se mantiene la precisión de la superficie incluso si la precisión de run-out es baja.

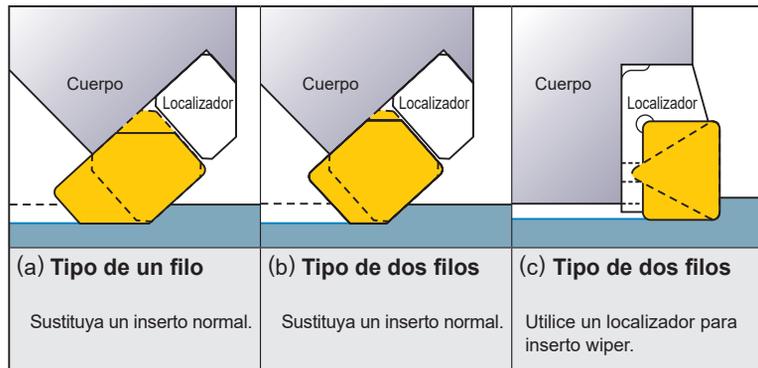
Problemas actuales	Soluciones
<ul style="list-style-type: none"> Run-out del filo Inclinación del filo de corte secundario Precisión del cuerpo del Cortador. Precisión de las refacciones. Adherencia, vibración, erase this word "craterización" 	<p>Inserto Wiper</p> <p>★ Maquinar una pieza que ha sido previamente maquinada por un inserto normal, para mejorar el acabado superficial.</p>



Run-out del filo secundario y acabado superficial

- Sustituya un inserto normal por un wiper.
- Los wiper sobresalen entre .0012 — .004 plgs más que los insertos estándar. El valor depende de la combinación de filos de corte y de insertos.

● Cómo Instalar un Inserto Wiper



- La longitud del filo de corte secundario debe ser mayor que el avance por revolución.
- ★ Un filo de corte secundario demasiado largo puede provocar vibraciones.
- Cuando el diámetro del cortador es grande y el avance por revolución es más largo que el filo de corte secundario, utilice dos o tres insertos wiper.
- Cuando se utilice más de un inserto wiper, elimine el run-out de filo.
- Utilice un grado para alta dureza (alta resistencia al desgaste) para insertos wiper.

(a) Tipo de un filo	(b) Tipo de dos filos	(c) Tipo de dos filos
Sustituya un inserto normal.	Sustituya un inserto normal.	Utilice un localizador para inserto wiper.

FORMULAS PARA FRESADO

■ VELOCIDAD DE CORTE (vc)

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

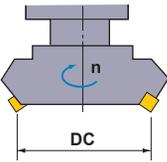
vc (SFM) : Velocidad de Corte
 π (3.14) : Pi
DC (plgs) : Diámetro del Cortador
n (min⁻¹) : Revoluciones máximas del husillo

(Problema) ¿Cuál es la velocidad de corte cuando las revoluciones del husillo son 350 min⁻¹ y el diámetro del cortador es $\phi 5$?

(Respuesta) Sustituir $\pi=3.14$, DC=5", n=350 en la fórmula.

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

La respuesta es 457.9 SFM.



■ AVANCE POR DIENTE (fz)

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

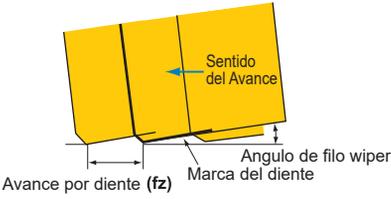
fz (IPT) : Avance por diente
vf (IPM) : Avance de mesa por min.
n (min⁻¹) : Revoluciones máximas del husillo (Avance por Revolución fr=z×fz)
z : Número de insertos

(Problema) ¿Cuál es el avance por diente cuando las revoluciones del husillo son 500 min⁻¹, el número de insertos es 10 y el avance de mesa es 20 IPM ?

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

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

La respuesta es .004 IPT.



■ AVANCE DE LA MESA (vf)

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

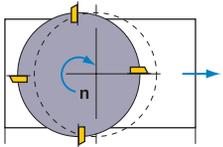
vf (IPM) : Avance de mesa por min.
fz (IPT) : Avance por diente
n (min⁻¹) : Revoluciones máximas del husillo
z : Número de insertos

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

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

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

La respuesta es 20 IPM



■ TIEMPO DE CORTE (Tc)

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

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

(Problema) Cual es el tiempo necesario para dejar un acabado de 4" de ancho y 12" de longitud en una superficie de un bloque de fundición (AISI No. 30 B), cuando el diámetro de corte es $\phi 8$ ", el número de insertos son 16, la velocidad de corte es 410 SFM, y el avance por diente es .01". (velocidad del husillo es 200 min⁻¹)

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

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

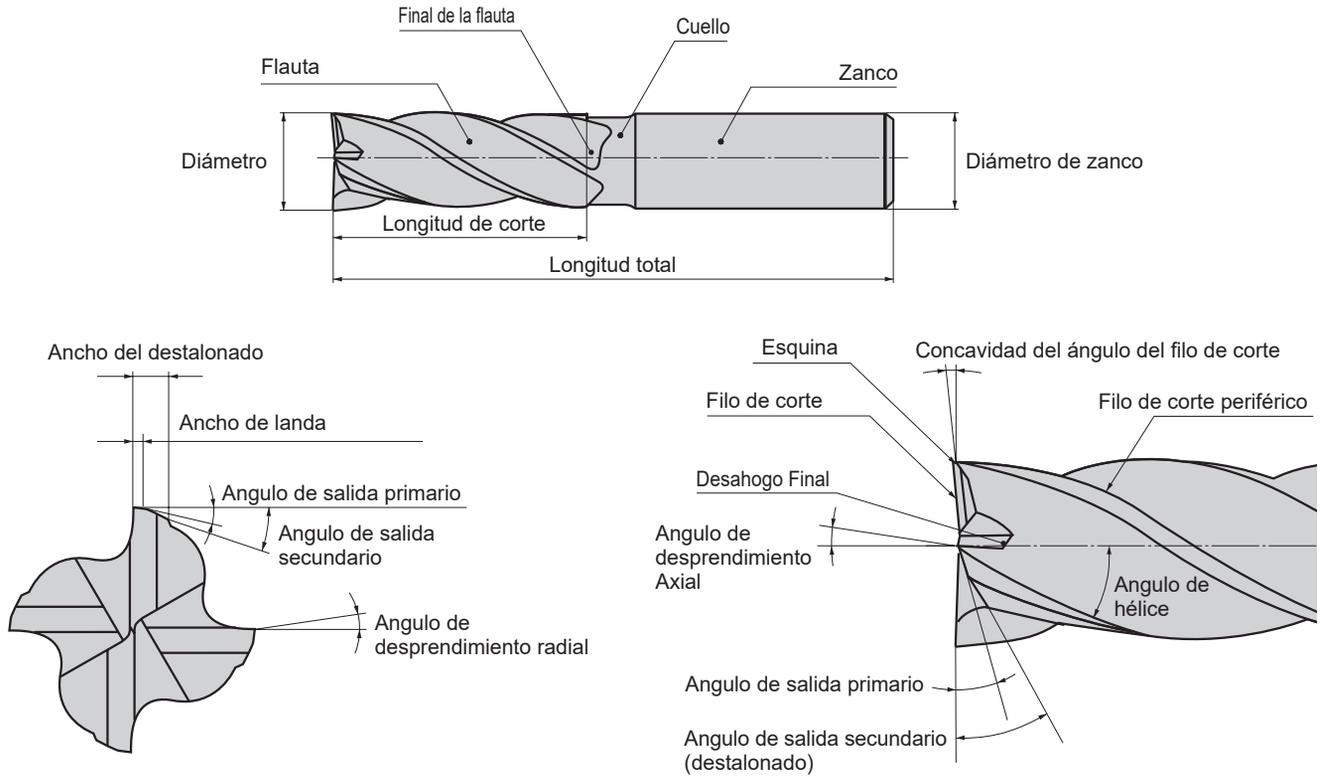
$$0.625 \times 60 = 37.5 \text{ (seg.)}$$

La respuesta 37.5 seg.

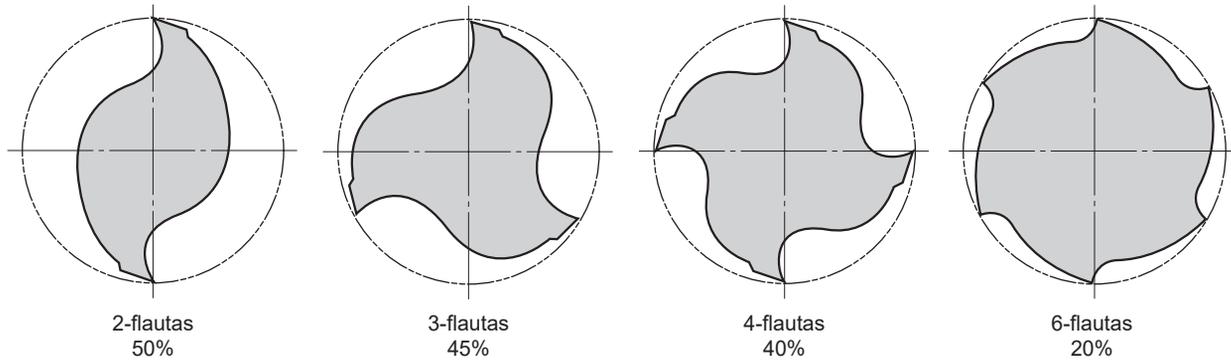


CARACTERISTICAS DEL END MILL Y ESPECIFICACIONES

■ NOMENCLATURA



■ COMPARACION DE LA FORMA DEL AREA DE DESPRENDIMIENTO DE LA VIRUTA

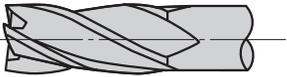
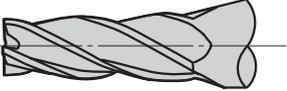
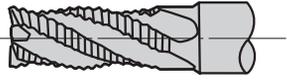
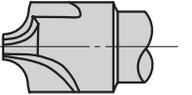


■ CARACTERISTICAS Y APLICACIONES DE CORTADORES CON DIFERENTE NUMERO DE FLAUTAS

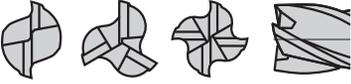
	2-flautas	3-flautas	4-flautas	6-flautas
Característica	Ventajas	Evacuación efectiva de viruta. Avance de fresado horizontal es posible.	Evacuación efectiva de viruta. Avance de fresado horizontal es posible.	Alta rigidez. Durabilidad del filo de corte superior.
	Desventajas	Baja rigidez.	No es fácil medir el diámetro.	La evacuación de viruta es deficiente.
Utilización	Varias formas de corte incluyendo ranurado, contorno y barrenado.	Ranurado, fresado de contorno. Corte pesado, acabado.	Ranurado, acabado de contorno	Maquinado de aceros endurecidos. Ranurado, contorno

TIPO Y GEOMETRIA DE END MILL

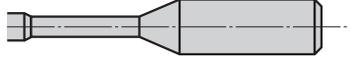
■ FILO DE CORTE PERIFERICO

Tipo	Geometría	Característica
Normal		La geometría de la flauta regular como se muestra en la figura es la más conveniente para utilizar en fresado de desbaste y acabado por interpolación, ranurado y 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		Se muestra un end mill con radio. Se pueden producir una gran cantidad de formas.

■ TIPO DE FILOS

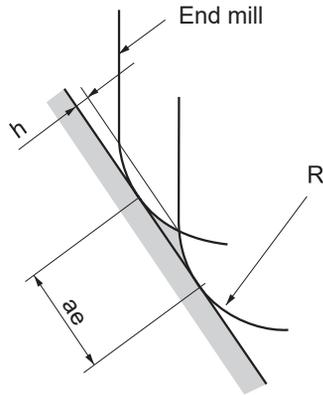
Tipo	Geometría	Característica
Filo Cuadrado (Con agujero en el centro)		Se utiliza generalmente para fresado lateral, ranurado y escuadrado. No es posible el corte vertical debido al barrenado de centro que se utiliza para asegurar la precisión de afilado y re-afilado de la herramienta.
Filo Cuadrado (Corte al centro)		Se utiliza generalmente para fresado lateral, ranurado y escuadrado. El fresado vertical es posible para obtener mayor eficiencia en el corte y utilizando pocas hélices. Puede re-afilarse.
Tipo bola		Geometría muy aconsejable para fresado de superficies curvas. En la punta de la herramienta el canal de evacuación de la viruta es muy pequeña, lo cual ocasiona una evacuación de viruta deficiente.
Con radio		Utilizado para contorno y corte con radio. Cuando el paso en fresado es con End Mills 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		Rendimiento superior en ranurado y aplicaciones de moldes.

SELECCIÓN DEL VALOR DEL PASO

■ AVANCE POR PASO (CONTORNO) CON END MILL DE BOLA Y CON RADIO



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

R : Radio del end mill de bola (RE) y end mill con radio (RE)
 ae : Paso
 h : Altura de cresta

■ ANGULO (R) DEL RADIO DEL END MILL Y ALTURA DE CRESTA POR PASO

Unidad:plgs

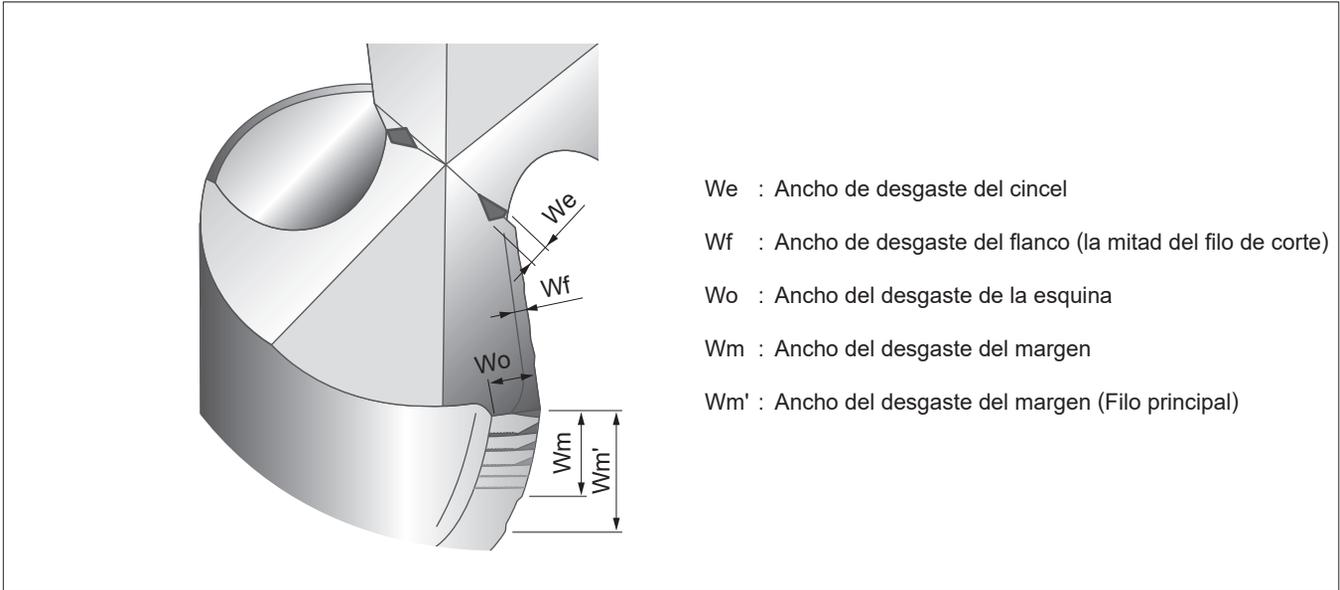
ae \ R	Paso									
	.004	.008	.012	.016	.020	.024	.028	.031	.035	.039
0.5	.0001	.0004	.0009	.0017	.0026	.0039	—	—	—	—
1	.00004	.0002	.0004	.0008	.0016	.0018	.0025	.0033	.0042	—
1.5	.00004	.0001	.0003	.0005	.0008	.0012	.0016	.0021	.0027	.0034
2	.00004	.0001	.0002	.0004	.0006	.0009	.0012	.0016	.0020	.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

ae \ R	Paso									
	.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

DESGASTE DE LA BROCA Y DAÑO DEL FILO DE CORTE

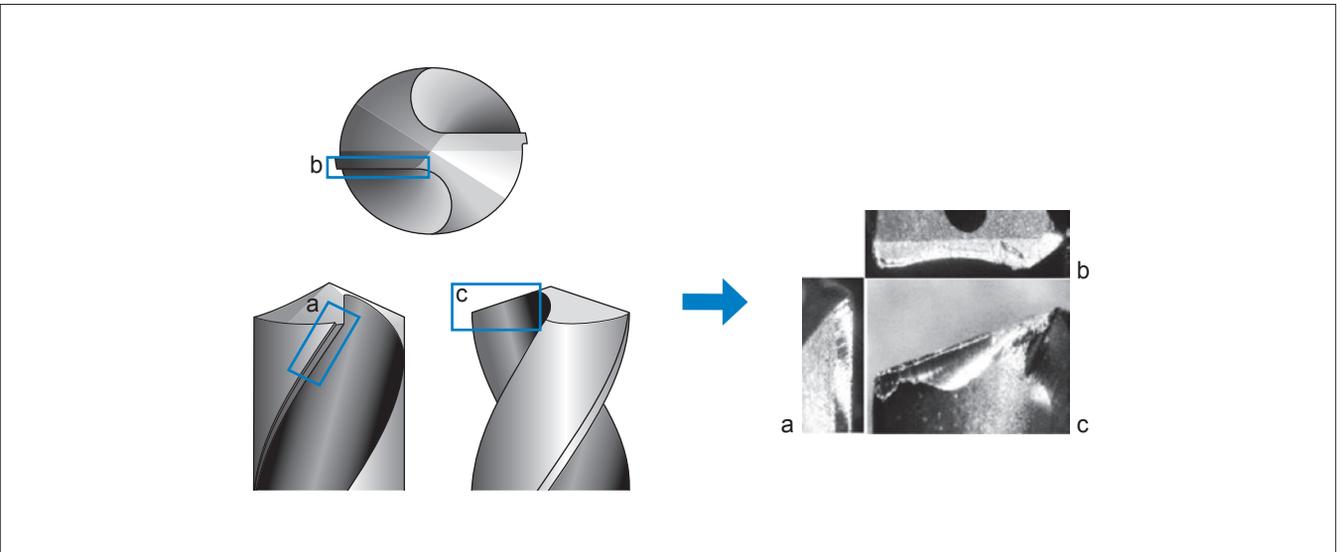
■ CONDICIONES DEL DESGASTE DE LA BROCA

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



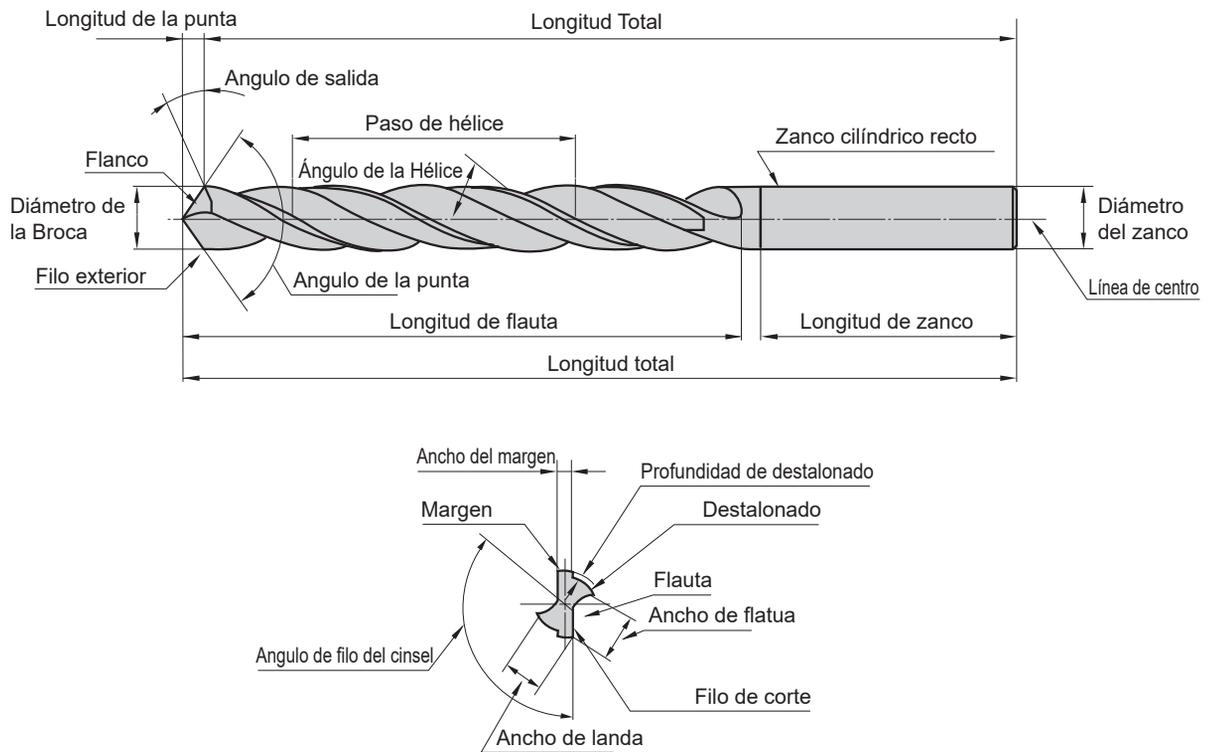
■ DAÑO DEL FILO DE CORTE

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



TERMINOLOGIA DE LA BROCA Y CARACTERÍSTICAS DE CORTE

■ NOMBRES DE CADA PARTE DE LA BROCA



■ ESPECIFICACIONES DE LAS FORMAS Y CARACTERÍSTICAS DEL CORTE

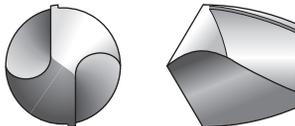
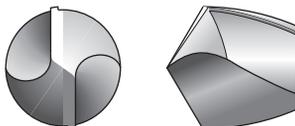
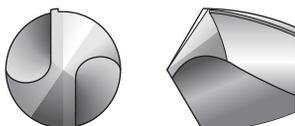
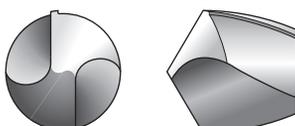
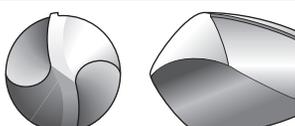
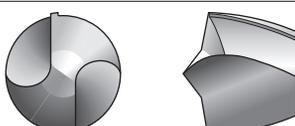
Angulo de la hélice	Es la inclinación de la flauta con respecto a la dirección axial de la broca, la cual corresponde al ángulo de desprendimiento del filo. El ángulo de desprendimiento difiere de acuerdo a su posición sobre el filo de corte. El ángulo de desprendimiento es mas grande en la periferia y mas pequeño a medida que se aproxima al centro del filo de corte. El filo del cincel tiene un ángulo de desprendimiento negativo. Materiales con altas durezas Pequeño ◀••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. Debido a que influye de gran manera en la vida de la herramienta 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 Pequeño ◀••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 de evacuación de 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 de evacuación de viruta Material maquinable </td> <td style="width: 10%; text-align: center; border: none;">} Delgado ◀•• Ancho del núcleo ••▶ Grueso</td> <td style="width: 40%; border: none;"> Alta resistencia de corte Alta rigidez Bajo rendimiento de evacuación de viruta Material de alta dureza Barrenado de barreno cruzado, etc. </td> </tr> </table>	Baja resistencia de corte Baja rigidez Buen rendimiento de evacuación de viruta Material maquinable	} Delgado ◀•• Ancho del núcleo ••▶ Grueso	Alta resistencia de corte Alta rigidez Bajo rendimiento de evacuación de viruta Material de alta dureza Barrenado de barreno cruzado, etc.
Baja resistencia de corte Baja rigidez Buen rendimiento de evacuación de viruta Material maquinable	} Delgado ◀•• Ancho del núcleo ••▶ Grueso	Alta resistencia de corte Alta rigidez Bajo rendimiento de evacuación de viruta Material de alta dureza Barrenado de barreno cruzado, etc.		
Margen	El margen de la broca determina el diámetro de la broca y hace la función de guía durante el barrenado, el ancho de margen se determina considerando la fricción durante el barrenado. Pobre rendimiento de guía Pequeño ◀••Ancho del margen••▶ Grande Buen rendimiento de la guía			
Conicidad antifricción	Para reducir la fricción con el interior del barreno, la longitud de flauta 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 LA BROCA Y CARACTERISTICAS DE CORTE

■ INFLUENCIA DE LA GEOMETRIA DEL FILO

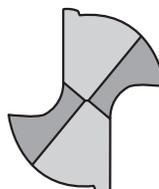
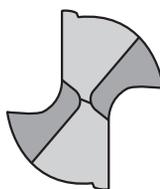
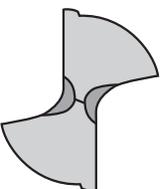
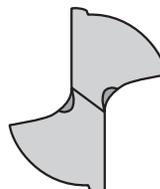
Como se muestra en la siguiente tabla, es posible seleccionar la geometría de filo más adecuada para diferentes aplicaciones. Si se selecciona una geometría del filo adecuada, se tendrá una eficiencia de maquinado mayor y se podrá tener una mayor precisión en el barrenado.

● Geometría típica del filo

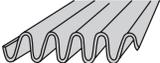
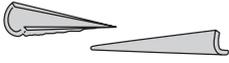
Nombre del Afilado	Geometría	Características y Efectos	Uso
Cónico		<ul style="list-style-type: none"> El flanco es cónico y el ángulo de salida incrementa a partir del centro de la broca. 	<ul style="list-style-type: none"> Para Uso General.
Plano		<ul style="list-style-type: none"> El flanco es plano y facilita el corte. 	<ul style="list-style-type: none"> Principalmente para brocas de diámetro pequeño
Tres Angulos 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 barrenado menor al especificado. Se requiere una máquina especial para el afilado. Afilado en tres fases. 	<ul style="list-style-type: none"> Para operaciones de barrenado que requieran alta precisión 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 precisión en el maquinado y en la rugosidad superficial. Para barrenos pasados, pequeñas rebabas en la base. Se requiere una máquina 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 esta sale de la pieza. 	<ul style="list-style-type: none"> Para barrenados en placas delgadas.

■ ANCHO DEL NUCLEO

El ángulo de desprendimiento del filo de corte se reduce a medida que se aproxima al centro y cambia a un ángulo negativo en el filo del cincel. Durante el barrenado, el centro de la broca esta en contacto con la pieza, generando entre 50%–70% de la resistencia de corte. 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 contacto inicial.

Geometría				
	Tipo X	Tipo XR	Tipo S	Tipo N
Característica	La carga de empuje se reduce sustancialmente, y el desempeño del corte se mejora. Esto es muy efectivo cuando el núcleo es grueso.	El desempeño inicial es ligeramente inferior a los del tipo X, pero el filo de corte es tenaz y el rango de aplicaciones es más amplio.	Diseño popular, tipo de corte fácil.	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, fundición gris y metales no ferrosos.	Barrenado profundo.

■ VIRUTAS DEL BARRENADO

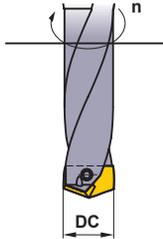
Tipo de Virutas	Geometría	Características y facilidad de control de viruta
Espiral Cónico		Las virutas con forma de hélice hechas con el filo de corte se curvan en la flauta. Las virutas de este tipo son producidas cuando el rango de avance de materiales dúctiles es pequeño. Si la viruta se rompe después de varios giros, 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 cónico que se rompe antes de que la viruta se convierta en una viruta larga por el bloqueo con la pared del barreno debido a la falta de ductilidad. Excelente descarga y evacuación de viruta.
Viruta Zigzag		Una viruta que es enrollada y doblada debido a la forma de la flauta y las características del material. Esto fácilmente causa acumulación de virutas en la flauta.
Viruta tipo Aguja		Las virutas rotas por la vibración o maquinando un material frágil con un radio pequeño. El desempeño de corte es satisfactorio, pero estas virutas se pueden ir acumulando en las flautas.

FORMULAS PARA BARRENADO

■ VELOCIDAD DE CORTE (vc)

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

vc (SFM) : Velocidad de Corte DC(plgs) : Diámetro de la Broca
 π (3.14) : Pi n (min⁻¹): Velocidad de giro del husillo principal



(Problema) ¿Cuál es la velocidad de corte cuando la velocidad del husillo principal es 1350 min⁻¹ y el diámetro de la broca es .500 plgs ?

(Respuesta) Sustituir π 3.14, DC=.500 plgs, n=1350 en la fórmula.

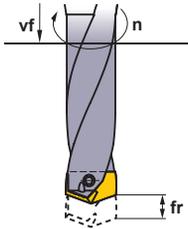
$$vc = \frac{\pi \cdot DC \cdot n}{12} = \frac{3.14 \times .500 \times 1350}{12} = 176.6 \text{ SFM}$$

La respuesta es 176.6 SFM.

■ AVANCE DEL HUSILLO PRINCIPAL (vf)

$$vf = fr \cdot n \text{ (IPM)}$$

vf (IPM) : Velocidad de avance del husillo principal (eje Z)
 fr (IPR) : Avance por Revolución
 n (min⁻¹) : Velocidad de giro del husillo principal



(Problema) ¿Cuál es el avance del husillo (vf) cuando el avance por revolución es .008 IPR y la velocidad del husillo principal es 1350 min⁻¹?

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

$$vf = fr \times n = .008 \times 1350 = 10.8 \text{ IPM}$$

La respuesta es 10.8 IPM.

■ 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 barreno
 fr (IPR) : Avance por Revolución
 i : Número de barrenos

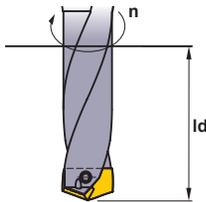
(Problem) ¿Cuál es el tiempo necesario de barrenado en un agujero de 1.2 plgs de longitud en acero aleado con una velocidad de corte de 165 SFM y avance de .006 IPR ?

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

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

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

La respuesta es 11.2 seg.



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. · Ángulo 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. · Poca rigidez del zanco. 	<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 mas grande.
Fractura	<ul style="list-style-type: none"> · Grado muy duro. · Avance demasiado alto. · Filo débil. · Poca rigidez del zanco. 	<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 mas 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.
Adherencia 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 desalajo de virutas. 	<ul style="list-style-type: none"> · Incremente el ángulo de desprendimiento para mejorar el filo. · Cavidad de viruta más grande.

CROSS REFERENCE DE MATERIALES

■ ACERO AL CARBON

USA	Japón	Alemania		Inglaterra		Francia	Italia	España	Suecia	China
AISI/SAE	JIS	W-nr.	DIN	BS	EN	AFNOR	UNI	UNE	SS	GB
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	BS	EN	AFNOR	UNI	UNE	SS	GB
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	GCr15
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
D2	SKD11	1.2601	X153CrMoV12	BD2	–	–	X160CrMoV12	–	–	Cr12MoV
A2	SKD12	1.2363	X100CrMoV5	BA2	–	Z100CDV5	X100CrMoV5	F.5227	2260	Cr5Mo1V
H13 ASTM H13	SKD61	1.2344	X40CrMoV51 X40CrMoV51	BH13	–	Z40CDV5	X35CrMoV05KU X40CrMoV51KU	X40CrMoV5	2242	40CrMoV5
–	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	–

CROSS REFERENCE DE MATERIALES

■ ACERO INOXIDABLE (FERRITICO, 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	Z6CENNb18.10	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	BS	EN	AFNOR	UNI	UNE	SS	GB
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

■ TERMORESISTENTES ALEADO

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

■ FUNDICION GRIS

USA	Japón	Alemania		Inglaterra		Francia	Italia	España	Suecia	China
AISI/SAE	JIS	W-nr.	DIN	BS	EN	AFNOR	UNI	UNE	SS	GB
–	–	–	–	–	–	–	–	–	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	–

■ FUNDICION HIERRO NODULAR

USA	Japón	Alemania		Inglaterra		Francia	Italia	España	Suecia	China
AISI/SAE	JIS	W-nr.	DIN	BS	EN	AFNOR	UNI	UNE	SS	GB
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

■ FUNDICION MALEABLE

USA	Japón	Alemania		Inglaterra		Francia	Italia	España	Suecia	China
AISI/SAE	JIS	W-nr.	DIN	BS	EN	AFNOR	UNI	UNE	SS	GB
–	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	–

RUGOSIDAD SUPERFICIAL

RUGOSIDAD SUPERFICIAL

(De JIS B 0601-1994)

Tipo	Símbolo	Determinación	Ejemplo de terminación (figura)
Media aritmética, 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 línea media. Tomando el eje X en direccion de la línea 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 máxima	Rz	<p>Rz Sea que solamente cuando se muestrea la longitud de referencia de la curva de rugosidad en a la línea media la distancia entre la línea de la cresta del perfil superior y del línea 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. $Rz = R_p + R_v (\mu m)$</p>	
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 línea media de la porcion muestreada., y la suma es expresada en micras. $Rz_{JIS} = \frac{(Y_{p1} + Y_{p2} + Y_{p3} + Y_{p4} + Y_{p5}) + (Y_{v1} + Y_{v2} + Y_{v3} + Y_{v4} + Y_{v5})}{5} (\mu m)$</p>	<p><i>Yp1, Yp2, Yp3, Yp4, Yp5</i> :Las alturas e las 5 crestas mas altas de la porcion muestreada, corresponden a la longitud de referencia. <i>Yv1, Yv2, Yv3, Yv4, Yv5</i> :Las alturas 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 aritmética Ra		Altura máxima Rz	Rugosidad Media de 10 Puntos RzJIS	Longitud de muestra Rz • RzJIS l (mm)	Símbolo convencional de acabado
Serie Estándar	Valor de atajo λc (mm)	Serie Estándar			
0.012 a	0.08	0.05s	0.05z	0.08	▽▽▽▽
0.025 a		0.1 s	0.1 z		
0.05 a		0.2 s	0.2 z		
0.1 a	0.8	0.4 s	0.4 z	0.8	▽▽▽
0.2 a		0.8 s	0.8 z		
0.4 a		1.6 s	1.6 z		
0.8 a		3.2 s	3.2 z		
1.6 a	2.5	6.3 s	6.3 z	2.5	▽▽
3.2 a		12.5 s	12.5 z		
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 correlación entre los tres es mostrada por conveniencia, no es exacta.

*Ra : La longitud de evaluación 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 10 mm, 3,000 kg de carga		Dureza Vickers (HV)	Dureza Rockwell (3)				Dureza de Capa (HS)	Fuerza de Tensión (Aproximada) MPa (2)	Dureza Brinell (HB), Bola 10mm, 3,000kg de carga		Dureza Vickers (HV)	Dureza Rockwell (3)				Dureza de Capa (HS)	Fuerza de Tensión (Aproximada) MPa (2)
Bola Estandar	Bola de Carburo de Tungsteno		Escala de Carga A 60 kgf, punta de diamante (HRA)	Escala de Carga B 100 kgf, Bola 1/16" (HRB)	Escala de Carga C 150 kgf, punta de diamante (HRC)	Escala de Carga D 100 kgf, punta de diamante (HRD)			Bola Estandar	Bola de Carburo de Tungsteno		Escala de Carga A 60 kgf, punta de diamante (HRA)	Escala de Carga B 100 kgf, Bola 1/16" (HRB)	Escala de Carga C 150 kgf, punta de diamante (HRC)	Escala de Carga D 100 kgf, 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
—	—	—	—	—	—	—	—	—	229	229	241	60.8	98.2	20.5	40.5	34	765
—	—	640	79.8	—	57.3	68.7	—	—	223	223	234	—	97.3	(18.8)	—	—	—
—	578	615	79.1	—	56.0	67.7	75	—	217	217	228	—	96.4	(17.5)	—	33	725
—	—	607	78.8	—	55.6	67.4	—	—	212	212	222	—	95.5	(16.0)	—	—	705
—	555	591	78.4	—	54.7	66.7	73	2055	207	207	218	—	94.6	(15.2)	—	32	690
—	—	—	—	—	—	—	—	—	201	201	212	—	93.8	(13.8)	—	31	675
—	—	579	78.0	—	54.0	66.1	—	2015	197	197	207	—	92.8	(12.7)	—	30	655
—	534	569	77.8	—	53.5	65.8	71	1985	192	192	202	—	91.9	(11.5)	—	29	640
—	—	533	77.1	—	52.5	65.0	—	1915	187	187	196	—	90.7	(10.0)	—	—	620
—	514	547	76.9	—	52.1	64.7	70	1890	183	183	192	—	90.0	(9.0)	—	28	615
(495)	—	539	76.7	—	51.6	64.3	—	1855	179	179	188	—	89.0	(8.0)	—	27	600
—	—	530	76.4	—	51.1	63.9	—	1825	174	174	182	—	87.8	(6.4)	—	—	585
—	495	528	76.3	—	51.0	63.8	68	1820	170	170	178	—	86.8	(5.4)	—	26	570
(477)	—	516	75.9	—	50.3	63.2	—	1780	167	167	175	—	86.0	(4.4)	—	—	560
—	—	508	75.6	—	49.6	62.7	—	1740	163	163	171	—	85.0	(3.3)	—	25	545
—	477	508	75.6	—	49.6	62.7	66	1740	156	156	163	—	82.9	(0.9)	—	—	525
(461)	—	495	75.1	—	48.8	61.9	—	1680	149	149	156	—	80.8	—	—	23	505
—	—	491	74.9	—	48.5	61.7	—	1670	143	143	150	—	78.7	—	—	22	490
—	461	491	74.9	—	48.5	61.7	65	1670	137	137	143	—	76.4	—	—	21	460
444	—	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
—	444	472	74.2	—	47.1	60.8	63	1585	121	121	127	—	69.8	—	—	19	415
—	—	—	—	—	—	—	—	—	116	116	122	—	67.6	—	—	18	400
—	—	—	—	—	—	—	—	—	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 dureza Brinell arriba del rango recomendado.

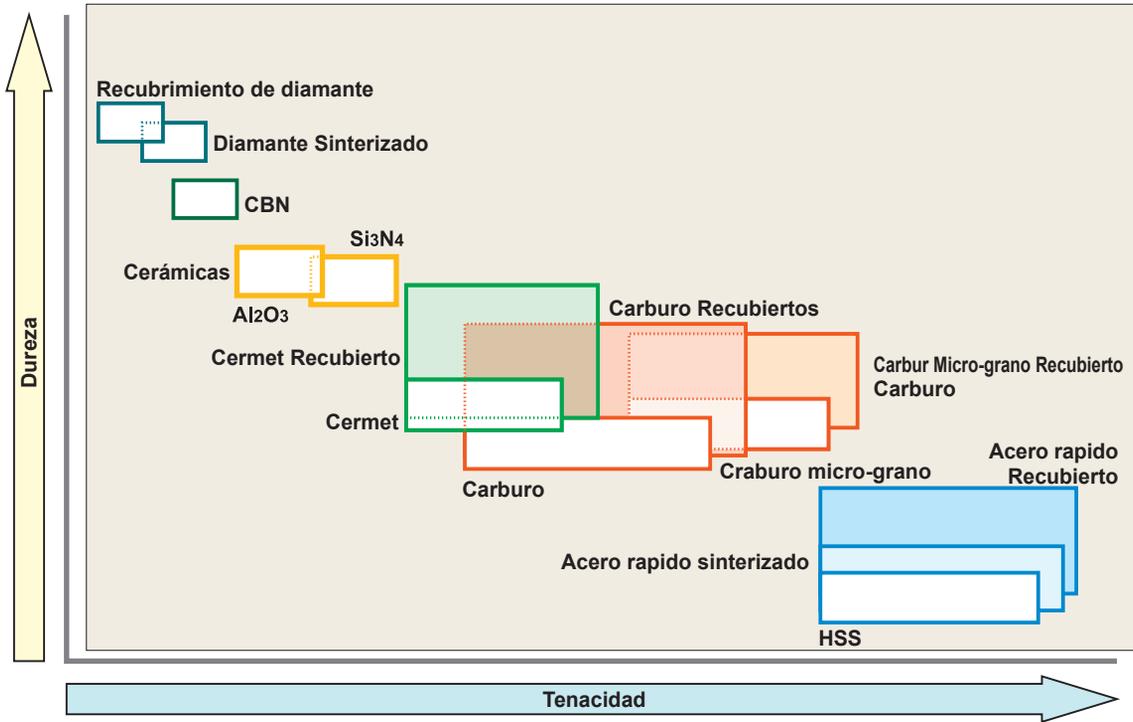
Nota 2) 1MPa=1N/mm²

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 * (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

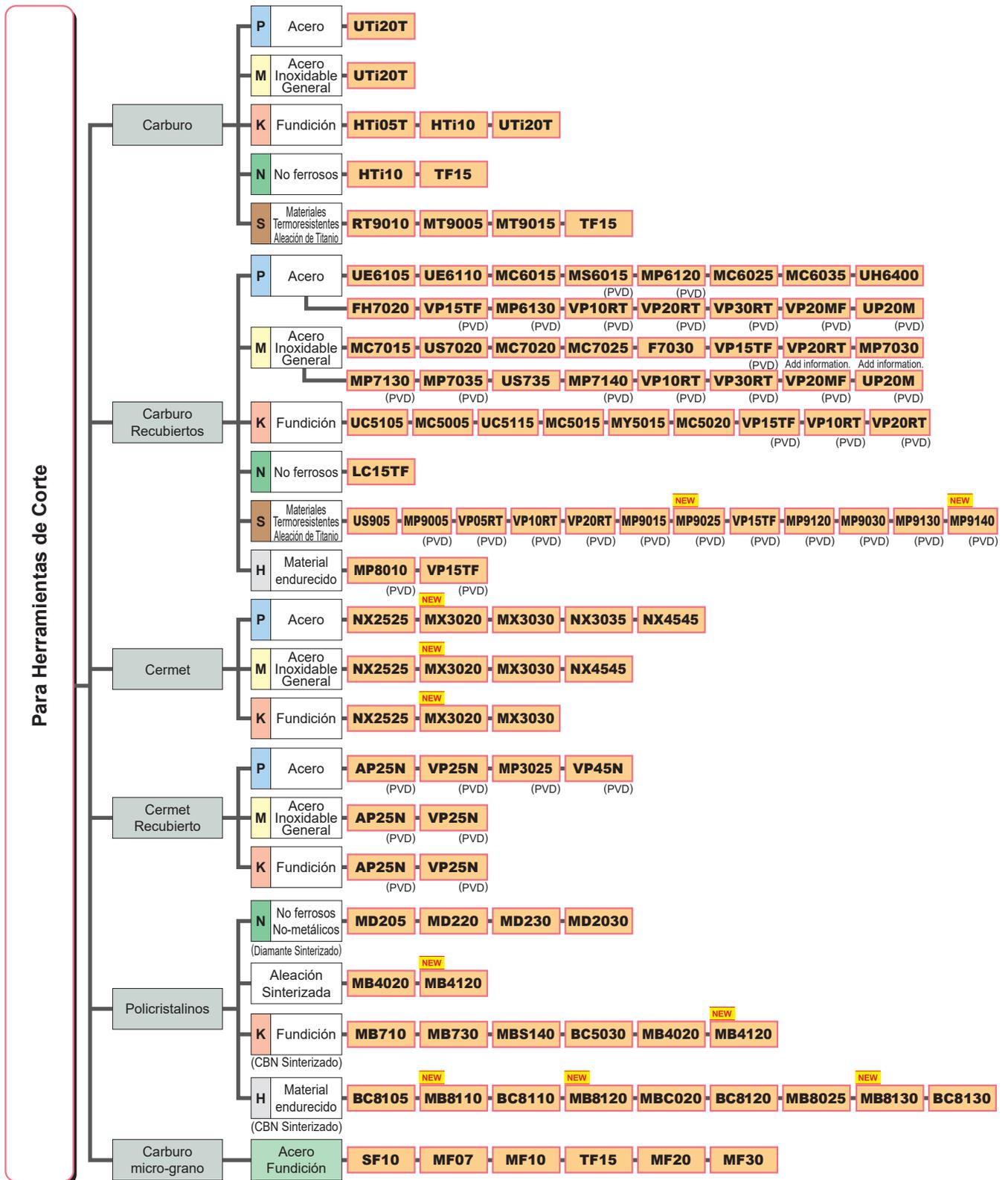


TABLA COMPARATIVA DE GRADOS

CARBURO

Clasificación	ISO	Mitsubishi Materials	Kennametal	Sandvik	Seco Tools	Iscar	Sumitomo Electric	Tungaloy	Kyocera	Walter	Ingersoll	
	Símbolo											
Torneado	P	P01										
		P10				IC70	ST10P	TX10S			P10	
		P20	UTi20T		SMA		IC70 IC50M	ST20E	UX30			P20
		P30	UTi20T		SM30		IC50M IC54	A30 A30N	UX30	PW30		P30
		P40					IC54	ST40E				P40
	M	M10		KU10 K313 K68	H10A	890	IC07	EH510 U10E				M10
		M20	UTi20T	KU10 K313 K68	H13A	HX	IC07 IC08 IC20	EH520 U2	UX30			M20
		M30	UTi20T		H10F SM30	883	IC08 IC20 IC28	A30 A30N	UX30			
		M40					IC28					M40
	K	K01	HTi05T	KU10 K313 K68				H1 H2	TH03 KS05F			UF1
		K10	HTi10	KU10 K313 K68	H10 HM	890	IC20	EH10 EH510	TH10	KW10 GW15		K10
		K20	UTi20T	KU10 K313 K68	H13A	HX	IC20	G10E EH20 EH520	KS15F KS20	GW25		K20
		K30	UTi20T			883		G10E				K30
	N	N01			H10 H13A			H1 H2	KS05F	KW10		
		N10	HTi10	KU10 K313 K68		H15	IC08 IC20	EH10 EH510	TH10	KW10 GW15	WK1	
		N20		KU10 K313 K68		HX KX	IC08 IC20	G10E EH20 EH520	KS15F			
		N30				H25						
	S	S01	MT9005							SW05		
		S10	MT9005 RT9010 MT9015	K10 K313 K68	H10 H10A H10F H13A	HX	IC07 IC08	EH10 EH510	KS05F TH10	SW10	WS10 WK1	
		S20	RT9010 TF15	K10 K313 K68		H25	IC07 IC08	EH20 EH520	KS15F KS20	SW25		
S30		TF15										
Fresado	P	P10										
		P20	UTi20T	K125M			IC50M IC28	A30N	UX30			IN40P
		P30	UTi20T	GX			IC50M IC28	A30N	UX30	PW30		IN40P
		P40					IC28			PW30		
	M	M10										
		M20	UTi20T				IC08 IC20	A30N	UX30			IM30M
		M30	UTi20T		SM30		IC08 IC28	A30N	UX30			IM30M
		M40					IC28					IM30M
	K	K01	HTi05T	K115M,K313								
		K10	HTi10	K115M K313			IC20	G10E	TH10	KW10 GW25	WK10	IN05S
		K20	UTi20T		H13A	HX	IC20	G10E	KS20	GW25	WMG40	IN05S IN30M IN10K IN15K
		K30	UTi20T								WMG40	IN10K IN15K IN30M

Nota 1) La tabla de arriba está extraída de una publicación. No tenemos confirmación de cada compañía.

MICROGRANO

Herramientas de Corte.	ISO	Mitsubishi	Kennametal	Sandvik	Seco	Sumitomo	Tungaloy	Kyocera	Walter	Ingersoll
	Clasificación Símbolo	Materials			Tools	Electric				
Z	Z01	SF10 MF07 MF10		PN90 6UF,H3F 8UF,H6F		F0	F MD05F MD1508			IN05S
	Z10	HTi10 MF20		H10F	890	XF1 F1 AFU	MD10 MD0508 MD07F	FW30		IN05S
	Z20	TF15 MF30		H15F	890 883	AF0 SF2 AF1	EM10 MD20 G1F			IN05S
	Z30				883	A1 CC				

CERMET

Herramientas de Corte.	ISO	Mitsubishi	Kennametal	Sandvik	Seco	Iscar	Sumitomo	Tungaloy	Kyocera	Walter	Ingersoll	
	Clasificación Símbolo	Materials			Tools		Electric					
Torneado	P	P01	AP25N* VP25N*				IC20N IC520N*	T110A T1000A	NS520 AT520* GT520* GT720*	TN30 TN610 PV710* PV30* TN6010 PV7010*	CT3000 PV3010* PV3030* IN0560*	
		P10	NX2525 AP25N* VP25N*	KT315 KT125	CT5015 GC1525*	TP1020 TP1030* CM CMP*	IC20N IC520N* IC530N*	T1200A T2000Z* T1500A T1500Z*	NS520 NS730 GT730* NS9530 GT9530* AT9530*	TN60 TN610 PV710* PV60* TN6010 PV7010*	WCE10 CT3000 PV3010* PV3030* IN60C	
		P20	NX2525 AP25N* VP25N* NX3035 MP3025*	KT325 KT1120 KT5020*	GC1525*	TP1020 TP1030*	IC20N IC520N* IC30N IC530N* IC75T	T1200A T2500A T2000Z* T3000Z* T1500A T1500Z*	NS530 NS730 GT730* NS9530 GT9530* AT9530*	TN60 PV60* TN620 PV720* TN6020 PV7020* PV7025*	WCE10	
		P30	MP3025* VP45N*				IC75T	T3000Z*		PV7025* PV90*		
	M	M10	NX2525 AP25N* VP25N*	KT125	GC1525*	TP1020 TP1030* CM CMP*		T110A T1000A T2000Z* T1500Z*	NS520 AT530* GT530* GT720*	TN60 PV60* TN620 PV720* TN6020 PV7020*		IN0560*
		M20	NX2525 AP25N* VP25N*					T1200A T2000Z* T1500A T1500Z*	NS530 GT730* NS730	TN90 TN6020 TN620 PV720* PV90* PV7020* PV7025*		
		M30										
	K	K01	NX2525 AP25N*					T110A T1000A T2000Z* T1500Z*	NS710 NS520 AT520* GT520* GT720*	TN30 PV30* PV7005* TN610 PV710* TN6010 PV7010*		
		K10	NX2525 AP25N*	KT325 KT125	CT5015			T1200A T2000Z* T1500A T1500Z*	NS520 GT730* NS730	TN60 PV60* TN6020 TN620 PV720* PV7020* PV7025*		
		K20	NX2525 AP25N*					T3000Z*				
	Fresado	P	P10	NX2525			C15M	IC30N			TN620M TN60	
			P20	MX3020 NX2525	KT530M HT7 KT605M	CT530	C15M MP1020	IC30N	T250A	NS530	TN100M TN620M TN60	
P30			MX3030 NX4545				IC30N	T250A T4500A	NS530 NS540 NS740		CT5000 IN2060*	
M		M10	NX2525					IC30N		TN60 TN620M		
		M20	MX3020 NX2525	KT530M HT7 KT605M	CT530	C15M	IC30N		NS530	TN100M TN620M		
		M30	MX3030 NX4545					T250A	NS540 NS740			
K		K01										
		K10	NX2525						NS530	TN60		
		K20	NX2525	KT530M HT7								

*Cermet Recubierto

Nota 1) La tabla de arriba está extraída de una publicación. No tenemos confirmación de cada compañía.

TABLA COMPARATIVA DE GRADOS

GRADOS RECUBIERTOS CVD

Clasificación	ISO	Mitsubishi Materials	Kennametal	Sandvik	Seco Tools	Iscar	Sumitomo Electric	Tungaloy	Kyocera	Walter	Ingersoll		
	Símbolo												
Torneado	P	P01	UE6105	KCP05B KCP05 KC9105	GC4305 GC4205	TP0501 TP0500 TP1501 TP1500	IC9150 IC8150 IC428	AC810P AC700G	T9105 T9005	CA510 CA5505	WPP01	TT1500	
		P10	UE6105 MC6015 UE6110 MY5015	KCP10B KCP10 KCP25 KC9110	GC4315 GC4215 GC4325	TP1501 TP1500 TP2501 TP2500	IC9150 IC8150 IC8250	AC810P AC700G AC820P AC2000 AC8015P	T9105 T9005 T9115 T9215	CA510 CA5505 CA515 CA5515	WPP01 WPP05	TT1500	
		P20	MC6015 UE6110 MC6025 UE6020 MY5015	KCP25B KCP30B KCP25 KC9125	GC4315 GC4215 GC4325 GC4225	TP2501 TP2500	IC8250 IC9250 IC8350	AC820P AC2000 AC8025P AC830P	T9115 T9125 T9215 T9225	CA025P CA515 CA5515 CA525 CA5525 CR9025	WPP10S WPP20S	TT3500	
		P30	MC6025 UE6020 MC6035 UE6035 UH6400	KCP30B KCP30	GC4325 GC4335 GC4225 GC4025 GC4235	TP3501 TP3500 TP3000	IC8350 IC9250 IC9350	AC8035P AC830P AC630M	T9125 T9135 T9035 T9225	CA025P CA525 CA5525 CA530 CA5535 CR9025	WPP30S	TT5100 KT450	
		P40	MC6035 UE6035 UH6400	KCP40 KCP40B KC9140 KC9240	GC4235 GC4335	TP3501 TP3500 TP3000	IC9350	AC8035P AC630M	T9135 T9035	CA530 CA5535		KT450	
	M	M10	MC7015 US7020	KCM15B KCM15	GC2015 GC2220	TM2000	IC6015 IC8250	AC610M AC6020M	T6120 T9215	CA6515	WAM20		
		M20	MC7015 US7020 MC7025	KCM15 KCM25B KCP40B	GC2015 GC2220	TM2000	IC6015	AC6020M AC610M AC6030M AC630M	T6120 T9215	CA6515 CA6525		TT5100	
		M30	MC7025 US735	KCM25 KCM35B KCP40	GC2025	TM4000	IC6025	AC6030M AC630M	T6130	CA6525			
		M40	US735	KCM35B KCM35	GC2025	TM4000	IC6025	AC6030M AC630M					
	K	K01	MC5005 UC5105	KCK05B KCK05	GC3205 GC3210	TK0501 TH1500	IC5005	AC405K AC410K AC4010K	T515 T5105	CA4505 CA4010 CA310	WAK10		
		K10	MC5015 UC5115 MY5015	KCK15B KCK15 KCK20 KC9315 KCK20B	GC3205 GC3210	TK0501 TK1501	IC5005 IC5010 IC428	AC405K AC4010K AC410K AC4015K AC415K	T515 T5115	CA315 CA4515 CA4010 CA4115	WAK20	TT1300 TT1500	
		K20	MC5015 UC5115 UE6110 MY5015	KCK20B KCK20 KCPK05	GC3225	TK1501	IC5010 IC8150	AC4015K AC415K AC420K AC8025P	T5115 T5125	CA320 CA4515 CA4115 CA4120	WAK30		
		K30	UE6110	KCPK05	GC3225			AC8025P	T5125				
	S	S01	US905		S05F					CA6515 CA6525 CA6535			
	Fresado	P	P10				MP1500	IC9080 IC4100 IC9015				WKP25	IN6515
			P20	F7030 MC7020		GC4220	MP1500 MP2500	IC5500 IC5100 IC520M	ACP100	T3130 T3225		WKP35	IN6530
			P30	F7030 MC7020	KCPK30 KC930M	GC4330 GC4230	MP2500	IC5500 IC4050	ACP100	T3130 T3225			
			P40		KC935M KC530M	GC4340 GC4240							
		M	M10						IC9250				
			M20	F7030 MC7020	KC925M		MP2500 MM4500	IC520M IC9350	ACP100 ACM200	T3130 T3225	CA6535		IN6530
M30			F7030 FC7020 MC7020	KC930M	GC2040	MP2500 MM4500	IC9350 IC4050	ACP100	T3130 T3225	CA6535			
M40				KC930M KC935M				IC635					
K		K01											
		K10	MC5020					ACK100	T1215 T1115 T1015	CA420M	WAK15		
		K20	MC5020	KC915M	GC3220 GC3330 K20W	MK1500 MK2000	IC5100 IC9150	ACK200	T1115 T1015		WKP25	IN6515	
		K30		KC920M KC925M KCPK30 KC930M KC935M	GC3330 GC3040	MK2000 MK3000	IC4100 IC4050 IC520M				WKP35	IN6530	

Nota 1) 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 Electric	Tungaloy	Kyocera	Walter	Ingersoll	
	Símbolo	Materials										
Torneado	P	P01							PR1005			
		P10	VP10MF MS6015	KCU10 KC5010 KC5510 KU10T	GC1125	CP200 TS2000	IC250 IC507 IC570 IC807 IC907 IC908		AH710 SH725	PR1005 PR930 PR1025 PR1115 PR1225 PR1425		
		P20	VP10RT VP20RT VP15TF VP20MF MS6015	KCU10 KC5025 KC5525 KU25T	GC1125 GC15	TS2500	IC1007 IC250 IC308 IC507 IC807 IC808 IC907 IC908 IC1008 IC1028 IC3028	AC520U	AH710 AH725 AH120 SH730 GH730 GH130 SH725	PR930 PR1025 PR1115 PR1225 PR1425 PR1535		
		P30	VP10RT VP20RT VP15TF VP20MF	KCU25 KC5525 KU25T	GC1125	CP500	IC228 IC250 IC328 IC330 IC354 IC528 IC1008 IC1028 IC3028	AC1030U AC530U	AH725 AH120 SH730 GH730 GH130 AH740 J740 SH725	PR1025 PR1225 PR1425 PR1535 PR1625		TT7220
		P40				CP500 CP600	IC228 IC328 IC528 IC928 IC1008 IC1028 IC3028		AH740 J740	PR1535		TT8020
	M	M01										
		M10	VP10MF MS6015	KCU10 KC5010 KC5510	GC1115 GC15 GC1105	CP200 TS2000	IC354 IC507 IC520 IC807 IC907 IC1007 IC5080T		AH710 SH725	PR1025 PR1225 PR1425	WSM20	
		M20	VP10RT VP20RT VP15TF VP20MF	KCU10 KC5010 KC5510	GC1115 GC15 GC1125	TS2500 CP500	IC354 IC808 IC908 IC1008 IC1028 IC3028 IC5080T	AC520U AC5015S	AH710 AH725 AH120 SH730 GH730 GH130 GH330 AH630 SH725	PR1025 PR1125 PR1225 PR1425 PR915 PR930 PR1535	WSM30	TT5030
		M30	VP10RT VP20RT VP15TF VP20MF MP7035	KCU25 KC5525	GC1125 GC2035	CP500 CP600 TTP2050	IC228 IC250 IC328 IC330 IC1008 IC1028 IC9080T	AC520U AC530U AC1030U AC6040M AC5025S	GH330 AH725 AH120 SH730 GH730 GH130 J740 AH645 SH725	PR1125 PR1425 PR1535		TT8020
		M40	MP7035		GC2035		IC328 IC928 IC1008 IC1028 IC3028 IC9080T	AC530U AC6040M	J740	PR1535		
	K	K01										
		K10		KCU10 KC5010 KC5510	GC15	CP200 TS2000	IC350 IC910 IC1008	AC510U	GH110 AH110 AH710			
		K20	VP10RT VP20RT VP15TF	KCU15 KCU25		CP200 TS2000 TS2500	IC228 IC350 IC808 IC830 IC908 IC1007 IC1008		GH110 AH110 AH710 AH725 AH120 GH730 GH130			
		K30	VP10RT VP20RT VP15TF	KCU25 KC5525		CP500	IC228 IC350 IC808 IC830 IC908 IC928 IC1007 IC1008		AH725 AH120 GH730 GH130			
	S	S01	MP9005 VP05RT			TH1000	IC507 IC804 IC807 IC907 IC5080T		AH905 AH8005	PR005S PR1305	WSM10	
		S10	MP9005 MP9015 VP10RT	KCU10 KC5010 KC5410 KC5510	GC1105 GC15	CP200 CP250 TS2000 TS2050 TS2500 TH1000	IC507 IC806 IC807 IC903 IC5080T	AC510U AC5015S	AH905 SH730 AH110 AH8005 AH120	PR005S PR015S PR1310	WSM20	
		S20	MP9015 MT9015	KCU10 KCU25 KC5025 KC5525	GC1125	TS2500 CP500	IC228 IC300 IC328 IC808 IC908 IC928 IC3028 IC806 IC9080T	AC510U AC520U AC5025S	AH120 AH725 AH8015	PR015S PR1125 PR1325	WSM30	
		S30	MP9025 VP15TF VP20RT	KC5525	GC1125	CP600	IC928 IC830	AC1030U	AH725	PR1125 PR1535		TT8020
	Fresado	P	P01				IC903					
			P10		KC505M KC715M KC510M KC515M	GC1010 GC1130		IC250 IC350 IC808 IC810 IC900 IC903 IC908 IC910 IC950	ACP200	PR830 PR1225		
P20			MP6120 VP15TF	KC522M KC525M KC527M KC610M KC620M KC635M KC715M KC720M KC730M KTPK20	GC1010 GC1030 GC1130 GC2030	F25M MP3000	IC250 IC300 IC328 IC330 IC350 IC808 IC810 IC830 IC900 IC908 IC910 IC928 IC950 IC1008	ACP200	AH725 AH120 GH330 AH330	PR830 PR1225 PR1230 PR1525		IN2004

Nota 1) La tabla de arriba está extraída de una publicación. No tenemos confirmación de cada compañía.

TABLA COMPARATIVA DE GRADOS

GRADOS RECUBIERTOS PVD

Clasificación	ISO	Mitsubishi Materials	Kennametal	Sandvik	Seco Tools	Iscar	Sumitomo Electric	Tungaloy	Kyocera	Walter	Ingersoll		
	Símbolo												
Fresado	P	P30	MP6120 VP15TF MP6130 VP30RT	KC735M KC725M KC530M KC537M KCPM40	GC1010 GC1030 GC2030 GC1130	F25M MP3000 F30M MP2050	IC250 IC300 IC328 IC330 IC350 IC830 IC845 IC900 IC928 IC950 IC1008	ACP200 ACP300	AH725 AH120 AH130 AH140 GH130 AH730 AH3035	PR1230 PR1525	WSP45	IN1040 IN1540 IN2040	
		P40	VP30RT	KC735M KC537M KCPM40	GC2030 GC1030 GC1130	F40M T60M	IC300 IC328 IC330 IC830 IC928 IC1008	ACP300	AH140 AH3035	PR1525			
	M	M01					IC907						
		M10		KC715M KC515M	GC1025 GC1030 GC1010 GC1130		IC903	ACM100		PR1225	WSM35		
		M20	VP15TF MP7130 MP7030 VP20RT	KC610M KC635M KC730M KC720M KC522M KC525M KCPM40 KTPK20	GC1025 GC1030 GC1040 GC2030 S30T	F25M MP3000	IC250 IC300 IC808 IC830 IC900 IC908 IC928 IC1008	ACP200	AH725 AH120 GH330 AH330 GH110	PR1025 PR1225	WSP45		
		M30	VP15TF MP7130 MP7030 VP20RT MP7140 VP30RT	KC537M KC725M KC735M KCPM40 KC530M	S30T GC1040 GC2030	F30M F40M MP3000 MP2050	IC250 IC300 IC328 IC330 IC380 IC830 IC882 IC928 IC1008	ACP200 ACP300 ACM300	AH120 AH725 AH130 AH140 GH130 AH730 GH340 AH3135 AH4035	PR830 PR1225 PR1525 PR1535	WXM35	IN1515 IN1530 IN2005 IN2505	
		M40	MP7140 VP30RT			F40M MP2050	IC250 IC300 IC328 IC330 IC882 IC1008	ACP300 ACM300	AH140 AH3135 AH4035	PR1525 PR1535			
	K	K01	MP8010						AH110 GH110 AH330				
		K10	MP8010	KC514M KC515M KC527M KC635M	GC1010	MK2050	IC350 IC810 IC830 IC900 IC910 IC928 IC950 IC380 IC1008		AH110 GH110 AH725 AH120 GH130 AH330	PR1210 PR1510			
		K20	VP15TF VP20RT	KTPK20 KC514M KC610M KC520M KC620M KC524M	GC1010 GC1020	MK2000 MK2050	IC350 IC808 IC810 IC830 IC900 IC908 IC910 IC928 IC950 IC1008	ACK300	GH130	PR1210 PR1510		IN1030 IN2010 IN2015	
		K30	VP15TF VP20RT	KC522M KC725M KC524M KC735M KC537M	GC1020	MK2050	IC350 IC808 IC830 IC908 IC928 IC950 IC1008	ACK300				IN1510 IN2030	
	S	S01					IC907 IC908 IC808 IC903			PR1210			
		S10	MP9120 VP15TF	KC510M	GC1130 GC1010 GC1030 GC2030	MS2050	IC903 IC907 IC908 IC840 IC910 IC808	EH520Z EH20Z ACM100		PR1210			
		S20	MP9120 VP15TF MP9130 MP9030	KC522M KC525M KCSM30 KCPM40	S30T GC2030 GC1030 GC1130	MS2050 MP2050	IC300 IC908 IC808 IC900 IC830 IC928 IC328 IC330 IC840 IC882 IC380	EH520Z EH20Z ACK300 ACP300		PR1535	WXM35 WSM35		
		S30		KC725M KCPM40	GC2030 GC1040	MS2050 F40M KCSM40	IC830 IC882 IC928	ACP300 ACM300	AH3135	PR1535			
	H	H01	MP8010 VP05HT				IC903				WXH15		
H10		VP15TF VP10H	KC505M KC510M	GC1130 GC1010 GC1030	MH1000 F15M	IC900 IC808 IC907 IC905							
H20		VP15TF		GC1030 GC1130	F15M	IC900 IC808 IC908 IC380 IC1008		AH3135					
H30					MP3000 F30M	IC380 IC900 IC1008		AH3135					

Nota 1) La tabla de arriba está extraída de una publicación. No tenemos confirmación de cada compañía.

CBN

	ISO		Mitsubishi Materials	Sandvik	Seco Tools	Sumitomo Electric	Tungaloy	Kyocera	Dijet
	Clasifi- cación	Símbolo							
Torneado	H	H01	BC8105 BC8110 MB8110		CBN060K	BNC100 BNX10 BN1000	BXM10 BX310	KBN050M KBN10M KBN510	
		H10	BC8110 MBC020 BC8120 MB8025 MB8110 MB8120	CB7015	CBN010	BNC160 BNX20 BN2000	BXM20 BX330	KBN25M KBN525	JBN300
		H20	MBC020 BC8120 MB8025 MB8120	CB7025 CB20	CBN150 CBN160C	BNC200 BNX25 BN250	BXM20 BX360	KBN30M	JBN245
		H30	BC8130 MB8130	CB7525	CBN150 CBN160C	BNC300 BN350	BXC50 BX380	KBN35M	
	S	S01	MB730		CBN170	BN700 BN7000	BX950		
		S10							
		S20							
		S30							
	K	K01	MB710 MB5015			BN500 BNC500	BX930 BX910		
		K10	MB730 MB4020 MB4120	CB7525		BN700 BN7500 BN7000	BX850	KBN60M	JBN795
		K20	MB730 MB4020 MB4120		CBN200	BN700 BN7000	BX950	KBN60M	JBN500
		K30	BC5030 MBS140	CB7925	CBN300 CBN400C CBN500	BNS800	BX90S BXC90	KBN900	
		Aleación Sinterizada	MB4020 MB4120		CBN200	BN7500 BN7000	BX450 BX470 BX480	KBN65B KBN570 KBN65M KBN70M	

PCD

	ISO		Mitsubishi Carbide	Sandvik	Seco Tools	Sumitomo Electric	Tungaloy	Kyocera	Dijet
	Clasifi- cación	Símbolo							
Torneado	N	N01	MD205	CD05	PCD05	DA90	DX180 DX160	KPD230	JDA30 JDA735
		N10	MD220	CD10	PCD10	DA150	DX140	KPD010	
		N20	MD220		PCD20	DA2200	DX120		JDA715
		N30	MD230 MD2030		PCD30 PCD30M	DA1000	DX110	KPD001	JDA10

Nota 1) La tabla de arriba está extraída de una publicación. No tenemos confirmación de cada compañía.

TABLA COMPARATIVA DE ROMPEVIRUTAS

INSERTO NEGATIVO

ISO Clasificación	Tipo de Corte	Mitsubishi Materials	Kennametal	Sandvik	Seco Tools	Walter	TaeguTec	Sumitomo Electric	Tungaloy	Kyocera
P	Acabado	PK* FH, FP FY, FS	FF	QF LC	FF1, FF2	FP5	FA FX	FA, FB FL	01* TF, 11 ZF	DP* GP, PP, VF XP, XP-T, XF
	Ligero	LP C SA, SH	LF, FN	XF PF	MF2	MP3, FV5 NF3, NF4	FM FG	SU LU, FE SX, SE	NS, 27 TSF, AS, TQ	PQ HQ, CQ
	Ligero (Acero Blando)	SY					FC		17	XQ, XS
	Ligero (Con Wiper)	SW	FW	WL, WF	W-MF2	NF	WS	LUW, SEW	FW, SW AFW, ASW	WF WP, WQ
	Medio	MP MA MH	P MN	PM QM, XM	MF3 MF5, M3 M5	MP5, MV5	PC, MP, FT MT SM	GU UG GE, UX	NM, ZM TM, AM DM, 33, 37, 38	PG, CJ, GS PS, HS PT
	Medio (Con Wiper)	MW	MW, RW	WMX, WM	W-M6, W-M3 W-MF5	NM	WT	GUW		WE
	Semi Pesado	RP GH Estándar	RN, RP	PR, HM XMR Estándar	MR6, MR7 M5	RP5, RP7 PV5 NM6, NM9	RT Estándar	MU, MX, ME UZ	TH Estándar	PH GT Estándar
	Pesado	HZ HL, HM, HX HV	MR RM RH	QR, PR HR, MR	R4, R5, R6 R57, RR6, R7 R8, RR9	NR6, NRF NRR	RX, RH HD, HY, HT HZ, EH	MP HG, HP HU, HW, HF	TRS TU TUS	PX
M	Acabado Ligero	SH, LM	FP LF*	MF	MF1	NF4, FM5	SF	SU, EF	SS	MQ, GU
	Medio	MS, GM MM, MA ES	MP	MM QM, XM K	MF4	MM5, RM5 NM4	ML EM, MM VF	EX, EG, UP GU HM	SA, SF SM S	MS, MU SU, HU, TK ST
	Pesado	GH, RM HL, HZ	UP, RP	MR MR	M5, MR7 RR6	NR4, NR5		EM, MU MP	TH, SH	
K	Acabado Ligero	LK, MA	FN	KF	MF2, MF5 M3, M4	MK5			CF	KQ
	Medio	MK, GK Estándar	RP, UN	KM	M5	RK5, NM5	MC	UZ, GZ, UX	CM Estándar	KG, Estándar, C
	Semi Pesado	RK		KR, KRR		RK7	KT			KH, GC
	Pesado	Liso	Liso		MR3, MR4, MR7 Liso	Liso		Liso	CH, Liso	ZS, Liso
S	Acabado	FJ*	FS, LF*	SF	MF1			EF		MQ
	Ligero	LS, MJ, MJ*	MS	SGF*	MF4, MF5	NF4, NFT MS3	EA	SU*	HRF	
	Medio	MS	UP, P, NGP*	NGP*, SM	M1	NMS, NMT		EG, EX, UP	HRM SA, HMM	SQ MS, MU, TK
	Pesado	RS, GJ	RP	SR, SMR	MR3 MR4	NRS, NRT	ET	MU		SG, SX

*Inserto de tipo periférico.

Nota 1) Estas tablas se basan en datos publicados y no son autorizados por cada fabricante.

INSERTO POSITIVO 7°

ISO Clasificación	Tipo de Corte	Mitsubishi Materials	Kennametal	Sandvik	Seco Tools	Walter	TaeguTec	Sumitomo Electric	Tungaloy	Kyocera
P	Acabado	SMG*	LF*	UM*			SA*	FC*, SC*	JS*, 01*	CF*, CK* GQ*, GF* SK*
	Acabado Ligero	FP, FV LP, SV	UF, 11 LF, FP	PF, UF, XF	FF1 F1	PF4, FP4	FA, FX FG	FP, LU SU	PF, PSF PS, PSS	GP, PP, VF XP
	Ligero (Con Wiper)	SW	FW	WF	W-F1	PF2*, PF PF5*		LUW, SDW		WP
	Medio	MV MP, Estándar	MF, MP	XM, PM UM PR, XR	F2, MF2, M5	FP6, PS5 PM5	PC MT	MU	23 PM, 24	HQ, MF* XQ, GK
	Medio (Con Wiper)	MW	MW	WM	W-F2 W-M3	PM	WT			
M	Acabado Ligero	FM LM	LF, UF FP	MF	F1, F2	FM4		FC*, SI* LU SU	PF, PSF PS, PSS	CF*, CK* GQ*, GF* MQ, SK
	Medio	MM Estándar	MP	MM		MM4, RM4		MU	PM	HQ, GK
K	Medio	MK, Estándar Liso	Liso	KF, KM, KR	F1, M3, M5	FK6		MU, Liso *	Liso, CM	Liso *
N	Medio	AZ*	HP*	AL*	AL*	FM2*, PM2* MN2*	FL*	AG*	AL*	AP* AH*
S	Acabado Ligero	FS*, LS* FS-P*, LS-P* FJ* LS, MS	LF* HP*					SI*	Estándar	MQ

*Inserto de tipo periférico.

Nota 1) Estas tablas se basan en datos publicados y no son autorizados por cada fabricante.

INSERTO POSITIVO 11°

ISO Clasificación	Tipo de Corte	Mitsubishi Materials	Kennametal	Sandvik	Seco Tools	Walter	TaeguTec	Sumitomo Electric	Tungaloy	Kyocera
P	Acabado Ligero	FV, SMG* SV	UF, FP FW, LF	PF			FG PC	SI, FK, FB LU, LUW, LB SU, SF	01* PF, PSF PS, PSS	PP, GP* CF XP
	Medio	MV	MF MP, MW	PM, UM		MP4		MU	PM 23 24	HQ XQ
M	Acabado Ligero	SV	HP* LF	MF		MM4		SU	SS* PF, PS	GP, CF*
	Medio	MV		MM				MU	PM	HQ

*Inserto de tipo periférico.

Nota 1) Estas tablas se basan en datos publicados y no son autorizados por cada fabricante.

Nota

A series of horizontal dotted lines for writing notes, spanning the width of the page.

Nota

A series of horizontal dotted lines for writing notes.