

DATOS TÉCNICOS

LISTA DE SÍMBOLOS DE PROPIEDADES DEL CUMPLEN CON ISO13399	Q002
SOLUCIÓN DE PROBLEMAS EN TORNEADO	Q006
CONTROL DE VIRUTA PARA TORNEADO	Q008
EFFECTOS DE LAS CONDICIONES DE CORTE PARA TORNEADO	Q009
FUNCIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DE LAS HERRAMIENTAS PARA TORNEADO	Q011
FÓRMULAS PARA CALCULAR LA POTENCIA DE CORTE	Q015
SOLUCIÓN DE PROBLEMAS EN ROSCADO	Q016
DIÁMETROS DE BROCAS PARA AGUJEROS PILOTOS	Q017
SOLUCIÓN DE PROBLEMAS EN FRESADO PLANEADO	Q018
FUNCIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DE LAS HERRAMIENTAS PARA FRESADO	Q019
FÓRMULAS PARA FRESADO PLANEADO	Q022
SOLUCIÓN DE PROBLEMAS PARA FRESAS CON MANGO	Q024
TERMINOLOGÍA DE FRESAS	Q025
TIPOS Y FORMAS DE FRESAS	Q026
SELECCIONAR EL VALOR DEL PASO	Q027
SOLUCIÓN DE PROBLEMAS EN PERFORADO	Q028
DESGASTE DE LA BROCA Y DAÑOS DEL FILO DE CORTE	Q029
TERMINOLOGÍA DE BROCAS Y CARACTERÍSTICAS DE CORTE	Q030
FÓRMULAS PARA PERFORADO	Q033
LISTA DE REFERENCIA CRUZADA DE MATERIALES METÁLICOS	Q034
MATRICES	Q038
RUGOSIDAD	Q040
TABLA DE COMPARACIÓN DE DUREZAS	Q041
TABLA TOLERANCIA DE AGUJEROS	Q042
TABLA DE TOLERANCIAS	Q044
TAMAÑO DEL ORIFICIO DEL PERNO DE CABEZA HUECA HEXAGONAL	Q046
CONOS ESTÁNDAR	Q047
UNIDADES DEL SISTEMA INTERNACIONAL	Q048
DESGASTE Y ROTURA DE LA HERRAMIENTA	Q049
MATERIALES DE CORTE	Q050
GRUPOS DE GRADOS	Q051
TABLA DE COMPARACIÓN DE GRADOS	Q052
TABLA DE COMPARACIÓN DE ROMPEVIRUTAS	Q058



LISTA DE SÍMBOLOS DE PROPIEDADES DEL CUMPLEN CON ISO13399

Alfabetico

Fuente: norma ISO13399

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

ISO13399 Símbolos de propiedad	Contenido	Nombres en inglés
ADJLX	Límite de ajuste máximo	adjustment limit maximum
ADJRG	Área de ajuste	adjustment range
ALF	Ángulo de inclinación radial	clearance angle radial
ALP	Ángulo de inclinación axial	clearance angle axial
AN	Ángulo de incidencia mayor	clearance angle major
ANN	Ángulo de incidencia del filo del wiper	clearance angle minor
APMX	Profundidad máxima de corte	depth of cut maximum
AS	Angulo de incidencia del filo del wiper	clearance angle wiper edge
ASP	Ajuste de cabeza del tornillo	adjusting screw protrusion
AZ	Profundidad máxima vertical	plunge depth maximum
B	Ancho del mango	shank width
BBD	Equilibrado por diseño	balanced by design
BCH	Longitud de chaflán de esquina	corner chamfer length
BD	Diámetro del cuerpo	body diameter
BDX	Diámetro máximo del cuerpo	body diameter maximum
BHCC	Recuento de círculos del orificio del perno	bolt hole circle count
BHTA	Ángulo cónico del cuerpo	body half taper angle
BMC	Código de material del cuerpo	body material code
BS	Longitud de wiper	wiper edge length
BSR	Radio de wiper	wiper edge radius
CASC	Código de tamaño de cartucho	cartridge size code
CB	Recuento de caras del rompevirutas	chip breaker face count
CBDP	Profundidad del agujero de conexión	connection bore depth
CBMD	Designación de fabricantes de rompevirutas	chip breaker manufacturers designation
CBP	Propiedades del rompevirutas	chip breaker property
CCMS	Código de conexión de la máquina	connection code machine side
CCWS	Código de conexión de la pieza	connection code workpiece side
CCP	Propiedades del esquina de chaflán	chamfer corner property
CDI	Diámetro de corte de insertos	insert cutting diameter
CDX	Máxima profundidad de ranura	cutting depth maximum
CEATC	Código del tipo de ángulo de filo de la herramienta	tool cutting edge angle type code
CECC	Código de forma del filo	cutting edge condition code
CEDC	Cantidad de filos	cutting edge count
CF	Biselado de puntos	spot chamfer
CHW	Ancho del chaflán de esquina	corner chamfer width
CICT	Cantidad de dientes	cutting item count
CNC	Cantidad de filos	corner count
CND	Diámetro de entrada del refrigerante	coolant entry diameter
CNSC	Código de estilo de entrada del refrigerante	coolant entry style code
CNT	Tamaño de la rosca de entrada del refrigerante	coolant entry thread size
CP	Presión del refrigerante	coolant pressure
CRE	Radio de puntos	spot radius
CRKS	Tamaño de rosca en la perilla de retención	connection retention knob thread size
CSP	Propiedades del suministro del refrigerante	coolant supply property
CTP	Propiedades del recubrimiento	coating property
CTX	Dirección X de traslación del punto de corte	cutting point translation X-direction
CTY	Dirección Y de traslación del punto de corte	cutting point translation Y-direction
CUTDIA	Diámetro máximo de corte	work piece parting diameter maximum
CUB	Base de la unidad de conexión	connection unit basis
CW	Ancho de corte	cutting width
CWX	Ancho máxima de corte	cutting width maximum
CXD	Diámetro de salida del refrigerante	coolant exit diameter

ISO13399 Símbolos de propiedad	Contenido	Nombres en inglés
CXSC	Código de estilo de salida del refrigerante	coolant exit style code
CZC	Código del 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	Ranura axial fuera del diámetro mínimo	axial groove outside diameter minimum
DAXX	Ranura axial fuera del diámetro máximo	axial groove outside diameter maximum
DBC	Diámetro efectivo del perno	diameter bolt circle
DC	Diámetro de corte	cutting diameter
DCB	Diámetro de agujero de conexión	connection bore diameter
DCBN	Diámetro mínimo de agujero de conexión	connection bore diameter minimum
DCBX	Diámetro máximo de agujero de conexión	connection bore diameter maximum
DCC	Código de estilo de configuración de diseño	design configuration style code
DCCB	Diámetro del tornillo de fijación del asiento	counterbore diameter connection bore
DCIN	Diámetro de corte interior	cutting diameter internal
DCINN	Diámetro mínimo de corte interior	cutting diameter internal minimum
DCINX	Diámetro máximo de corte interior	cutting diameter internal maximum
DCN	Diámetro mínimo de corte	cutting diameter minimum
DCON	Diámetro de conexión	connection diameter
DCONMS	Diámetro de conexión de la máquina	connection diameter machine side
DCONWS	Diámetro de conexión de la pieza	connection diameter workpiece side
DCSC	Código de tamaño de diámetro de corte	cutting diameter size code
DCSFMS	Diámetro de superficie de contacto de la máquina	contact surface diameter machine side
DCX	Diámetro máximo de corte	cutting diameter maximum
DF	Diámetro exterior de la brida	flange diameter
DHUB	Diámetro del cubo	hub diameter
DMIN	Diámetro mínimo de corte	minimum bore diameter
DMM	Diámetro de mango	shank diameter
DN	Diámetro de cuello	neck diameter
DRVA	Ángulo del accionadora	drive angle
EPSR	Inserto agudo	insert included angle
FHA	Ángulo helicoidal de labio	flute helix angle
FHCSA	Ángulo del avellanado del barreno de fijación	fixing hole countersunk angle
FHCSD	Diámetro de avellanado del barreno de fijación	fixing hole countersunk diameter
FLGT	Espesor del brida	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 radial normal	rake angle normal
GAMO	Ángulo de desprendimiento radial perpendicular	rake angle orthogonal
GAMP	Ángulo axial	rake angle axial
GAN	Ángulo de inclinación	insert rake angle
H	Altura del mango	shank height
HA	Altura del teórico de rosca	thread height theoretical
HAND	Mano	hand
HBH	Altura offset de la parte inferior de la cabeza	head bottom offset height
HBKL	Longitud de offset de la cabeza	head back offset length
HBKW	Ancho offset de la cabeza	head back offset width
HBL	Longitud de offset de la parte inferior de la cabeza	head bottom offset length
HC	Altura del actual de rosca	thread height actual
HF	Altura funcional	functional height
HHUB	Altura del cubo	hub height
HTB	Altura del cuerpo	body height
IC	Diámetro de círculo inscrito	inscribed circle diameter
IFS	Código de tipo de montaje del inserto	insert mounting style code
IIC	Código de interfaz del inserto	insert interface code
INSL	Longitud del inserto	insert length
KAPR	Ángulo de filo de la herramienta	tool cutting edge angle
KCH	Ángulo de chaflán de esquina	corner chamfer angle

LISTA DE SÍMBOLOS DE PROPIEDADES DEL CUMPLEN CON ISO13399

ISO13399 Símbolos de propiedad	Contenido	Nombres en inglés
KRINS	Angulo mayor del filo	cutting edge angle major
KWL	Longitud de asiento de la cuña	keyway length
KWW	Ancho de asiento de la cuña	keyway width
KYP	Propiedades del asiento de la cuña	keyway property
L	Longitud del filo	cutting edge length
LAMS	Ángulo de inclinación	inclination angle
LB	Longitud del cuerpo	body length
LBB	Ancho de rompevirutas	chip breaker width
LBX	Longitud máxima del cuerpo	body length maximum
LCCB	Profundidad de tornillo de fijación del asiento	counterbore depth connection bore
LCF	Longitud de labio	length chip flute
LDRED	Cuello Largo	reduced body diameter length
LE	Longitud efectiva del filo	cutting edge effective length
LF	Longitud funcional	functional length
LFA	dimensión a en lf	a dimension on lf
LH	Longitud de la cabeza	head length
LPR	Longitud de protuberancia	protruding length
LS	Longitud del mango	shank length
LSC	Longitud de sujeción	clamping length
LSCN	Longitud mínimo de sujeción	clamping length minimum
LSCX	Longitud máxima de sujeción	clamping length maximum
LTA	Longitud de LTA (longitud de la MCS al 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	Dimensión m2	distance between the nominal inscribed circle and the corner of an insert that has the secondary included angle
MHA	Ángulo del agujero de montaje	mounting hole angle
MHD	Distancia del agujero de montaje	mounting hole distance
MHH	Altura del agujero de montaje	mounting hole height
MIID	Identificación de inserto maestro	master insert identification
MTP	Código de tipo de sujeción	clamping type code
NCE	Recuento de fin de corte	cutting end count
NOF	Cantidad de labios	flute count
NOI	Recuento de índice de inserto	insert index count
NT	Recuento de dientes	tooth count
OAH	Altura total	overall height
OAL	Longitud total	overall length
OAW	Ancho total	overall width
PDPT	Profundidad de perfil del inserto	profile depth insert
PDX	Distancia perfil ex	profile distance ex
PDY	Distancia perfil ey	profile distance ey
PFS	Código de tipo de perfil	profile style code
PL	Longitud de punta	point length
PNA	Ángulo de contorno incluido	profile included angle
PSIR	Ángulo de avance de la herramienta	tool lead angle
PSIRL	Angulo mayor del filo izquierdo	cutting edge angle major left hand
PSIRR	Angulo mayor del filo derecho	cutting edge angle major right hand
RAL	Angulo de despeje izquierdo	relief angle left hand
RAR	Angulo de despeje derecho	relief angle right hand
RCP	Propiedad de esquina redondeada	rounded corner property
RE	Radio de esquina	corner radius
REL	Radio de esquina izquierdo	corner radius left hand
RER	Radio de esquina derecho	corner radius right hand
RMPX	Ángulo máximo de fresado en rampa	ramping angle maximum
RPMX	Revolución máxima aceptable	rotational speed maximum
S	Espesor del inserto	insert thickness
S1	Espesor total del inserto	insert thickness total

ISO13399 Símbolos de propiedad	Contenido	Nombres en inglés
SC	Código de forma del inserto	insert shape code
SDL	Longitud del diámetro del escalón	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 del sección transversal de mango	shank cross section shape code
TC	Clases de tolerancia del inserto	tolerance class insert
TCE	Código de filo con punta	tipped cutting edge code
TCTR	Clases de tolerancia de la rosca	thread tolerance class
TD	Diámetro de rosca	thread diameter
THFT	Tipo de forma de rosca	thread form type
THL	Longitud del roscado	threading length
THLGTH	Longitud del rosca	thread length
THSC	Código de forma del portaherramientas	tool holder shape code
THUB	Espesor del cubo	hub thickness
TP	Paso de rosca	thread pitch
TPI	Roscas por pulgadas	threads per inch
TPIN	Mínimo Roscas por pulgadas	threads per inch minimum
TPIX	Máxima roscas por pulgadas	threads per inch maximum
TPN	Paso mínimo de rosca	thread pitch minimum
TPT	Tipo de profile de rosca	thread profile type
TPX	Paso máximo de rosca	thread pitch maximum
TQ	Torsión	torque
TSYC	Código de tipo de herramientas	tool style code
TTP	Tipo de rosca	thread type
ULDR	Longitud útil / Rango de diámetro	usable length diameter ratio
UST	Sistema de la unidad	unit system
W1	Ancho del inserto	insert width
WEP	Propiedades del filo del wiper	wiper edge property
WF	Ancho funcional	functional width
WF2	Distancia entre el punto de referencia de corte y la superficie de asiento delantera 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	Contador de filos frontal efectivos	face effective cutting edge count
ZEFP	Contador de filos periféricos efectivos	peripheral effective cutting edge count
ZNC	Contador de filos central	cutting edge center count
ZNF	Contador de inserto frontal de conexión	face mounted insert count
ZNP	Contador de inserto periféricos de conexión	peripheral mounted insert count

LISTA DE SÍMBOLOS DE REFERENCIA DEL CUMPLEN CON ISO13399

ISO13399 Símbolos de referencia	Contenido	Nombres en inglés
CIP	Sistema de coordenadas en curso	Coordinate system In Process
CRP	Punto de referencia de corte	Cutting Reference Point
CSW	Lado de la pieza del sistema de coordenadas	Coordinate System Workpiece side
MCS	Sistema de coordenadas de montaje	Mounting Coordinate System
PCS	Sistema de coordenadas primario	Primary Coordinate System

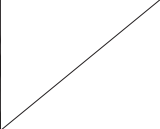
Q

Q006

Problema			Solución		Selección de grado				Condiciones de corte				Estilo y diseño de la herramienta							Máquina, Instalación de la 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 de material	Velocidad de corte	Avance	Profundidad de corte	Refrigeración		Seleccione tipo de rompevirutas	Desprendimiento	Radio de la punta	Ángulo de corte	El honing refuerza el filo de corte	Tipo de inserto			Mejora de la rigidez de la herramienta				
			No utilice como refrigerante soluble	Determinar corte seco o refrigerado								Subir ↗	Bajar ↘							Subir ↗	Bajar ↘					
Factores																										
Rebabas, Roturas, etc.	Rebabas (acero, aluminio)	Desgaste de la muesca	●																							
		Condiciones de corte inapropiadas					↙●	●↗			● Refrigerado															
		Geometría del filo de corte inapropiada										●	↗●	●↙	●↙	●↙										
	Roturas en la pieza (fundición)	Condiciones de corte inapropiadas						↙●	●↙				●	↗●	●↗	●↗	●↙									
		Geometría del filo de corte inapropiada											●	↗●	●↗	●↗	●↙									
		Se producen vibraciones																	●	●	●	●				
	Rebabas (acero medio)	Calidad de la herramienta inapropiada				●																				
		Condiciones de corte inapropiadas					↗●				●	● Refrigerado														
		Geometría del filo de corte inapropiada										●	↗●			●↙			●							
		Se producen vibraciones																		●	●	●	●			
	Deficiente evacuación de virutas	Virutas largas	Condiciones de corte inapropiadas					↙●	●↗	●↗		● Refrigerado														
			Buen control de la viruta										●													
Geometría del filo de corte inapropiada														●↙	●↙											
Las virutas son cortas y dispersas		Condiciones de corte inapropiadas						↙●	●↙		● Seco															
		Poco control de viruta										●														
		Geometría del filo de corte inapropiada													●↗	●↗										

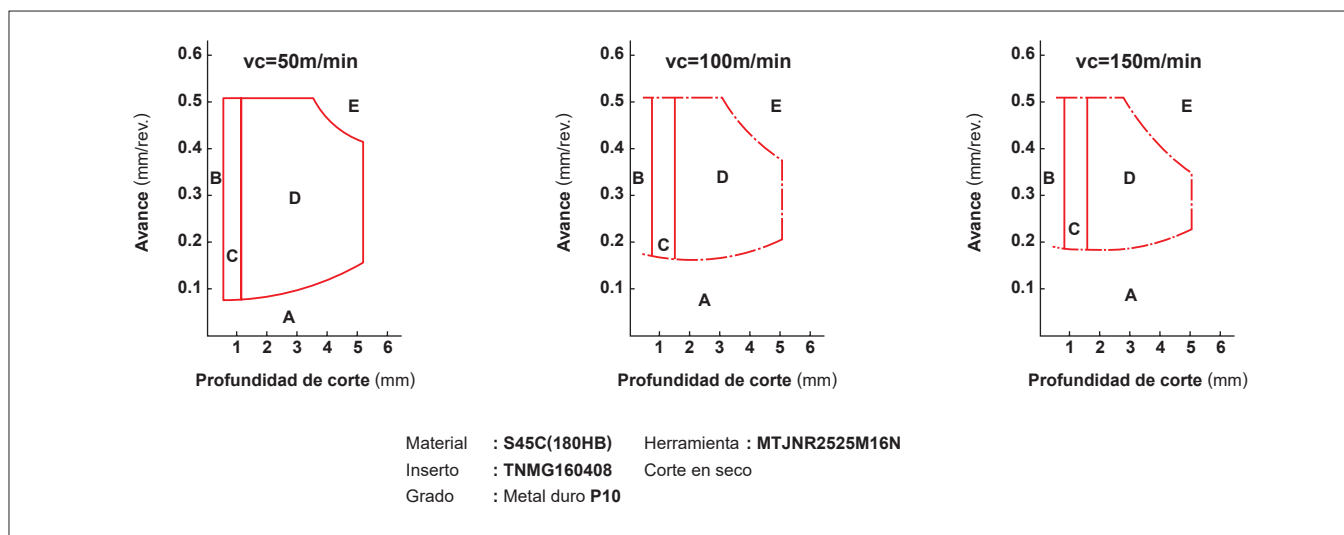
CONTROL DE VIRUTA PARA TORNEADO

■ ROTURA DE VIRUTAS EN EL TORNEADO DE ACERO

Tipo	Tipo A	Tipo B	Tipo C	Tipo D	Tipo E
Pequeña profundidad de corte $d < 7\text{mm}$					
Profundidad de corte elevada $d = 7 - 15\text{mm}$					
Longitud del rizo l	Sin rizo	$l \geq 50\text{mm}$	$l \leq 50\text{mm}$ 1-5 Rizo	≈ 1 Rizo	Menos que un Rizo y medio
Nota	● Forma irregular continua ● Enredo entre la herramienta y la pieza	● Forma continua y regular ● Virutas largas	Bueno	Bueno	● Dispersión de las virutas ● Vibración ● Terminación superficial pobre ● Máximo

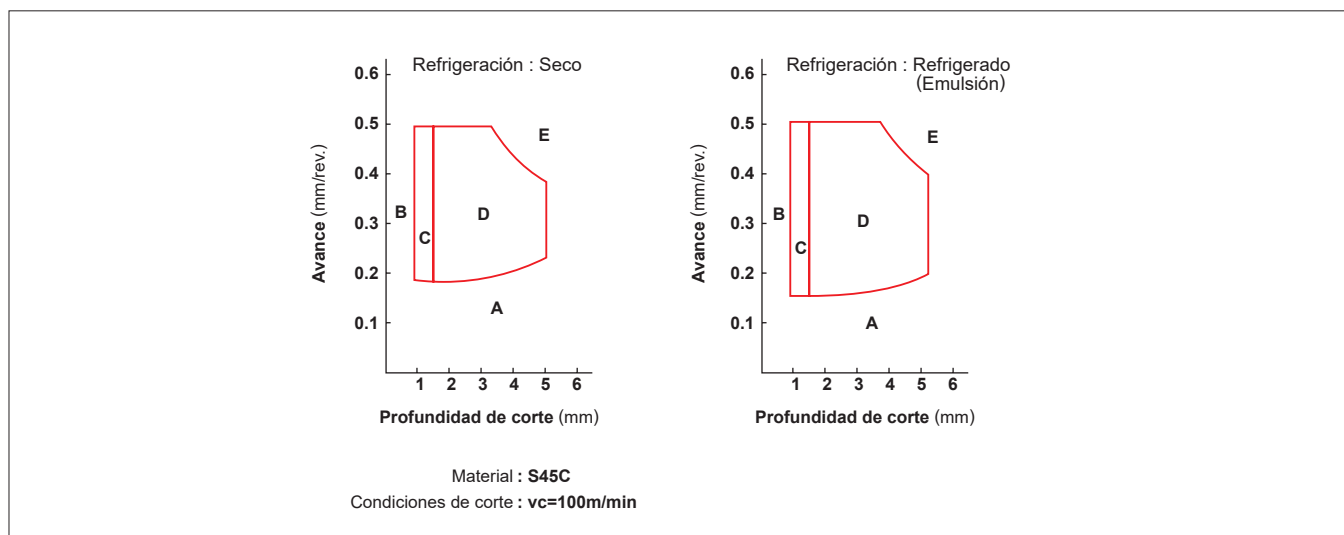
● Área de control de la viruta y la velocidad de corte

En general, cuando aumenta la velocidad de corte, el intervalo de control de virutas tiende a ser más pequeño.



● Efecto de la refrigeración sobre el área de control de virutas de un rompevirutas

Si la velocidad de corte es la misma, el área de control de virutas difiere dependiendo de si se usa refrigerante o no.



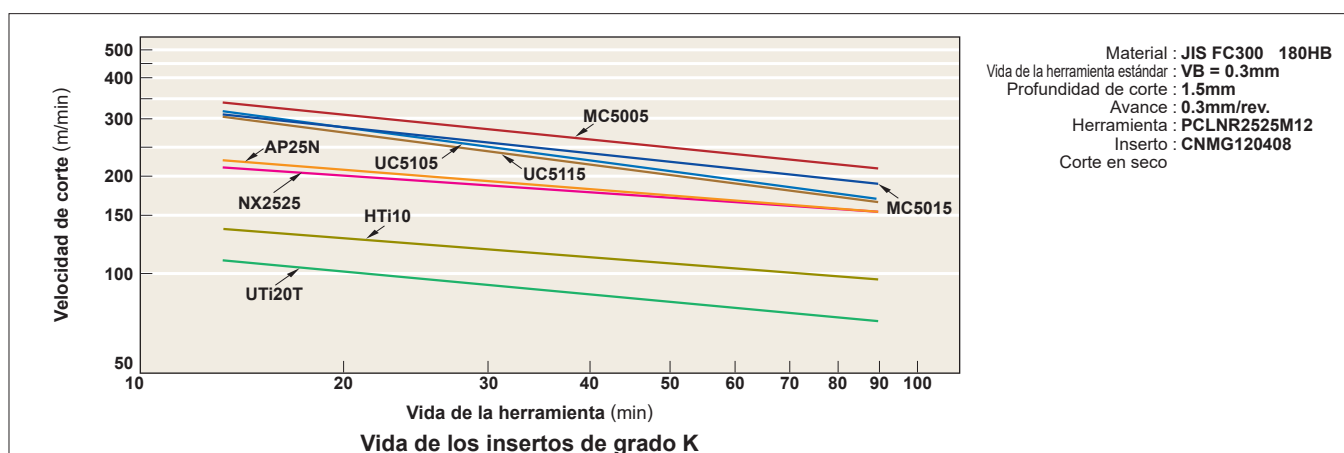
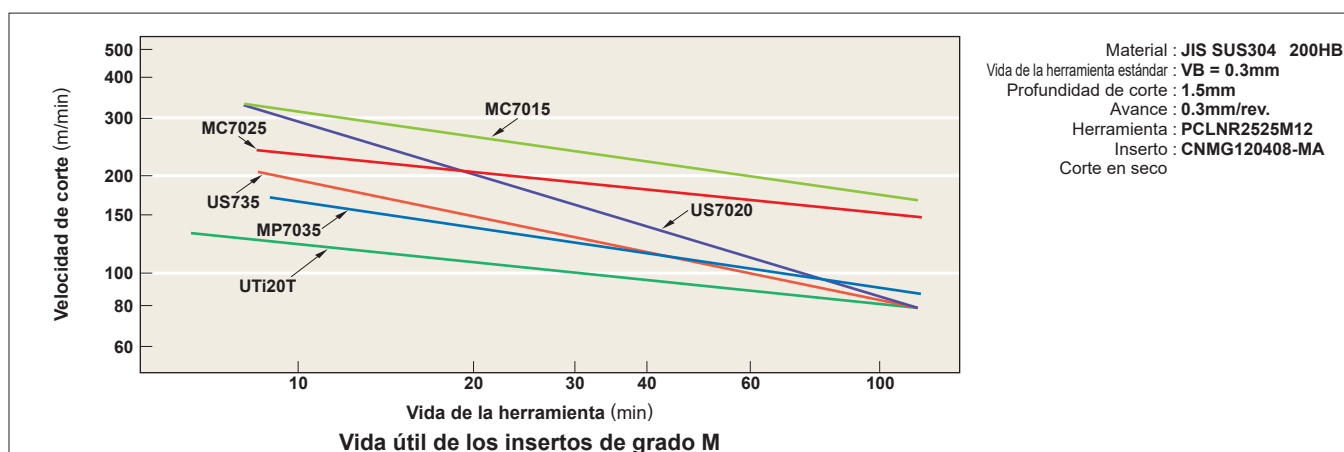
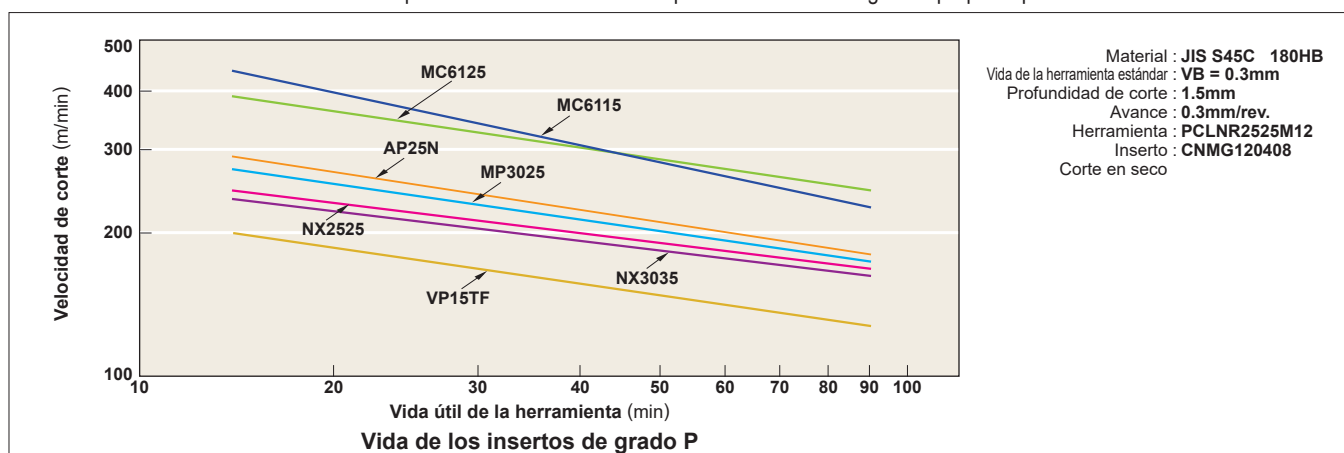
EFFECTOS DE LAS CONDICIONES DE CORTE PARA TORNEADO

■EFECTOS DE LAS CONDICIONES DE CORTE

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

■VELOCIDAD DE CORTE

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



●Efectos de la velocidad de corte

1. Aumentando la velocidad de corte un 20%, se reduce la vida útil de la herramienta a la mitad. Aumentándola un 50%, se reduce la vida a 80%.
2. El mecanizando a baja velocidad (20–40m/min), tiende a causar vibraciones. Por ello, se acorta la vida útil de la herramienta.

EFFECTOS DE LAS CONDICIONES DE CORTE EN TORNEADO

■ AVANCE

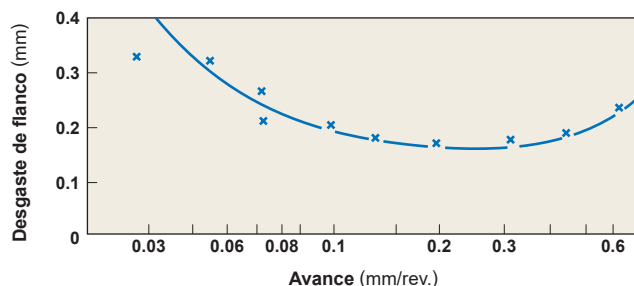
En torneado, el avance es la distancia que la herramienta se mueve por la pieza por revolución.

En fresado, el avance es la distancia recorrida por la mesa por cada revolución de la fresa dividida por el número de dientes.

De este modo, se indica como avance por diente. Área de avance relacionada con la aspereza superficial.

● Efectos del avance

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



Condiciones de corte Material : **JIS SNCM431** Grado : **P10**
 Inserto : **0-0-5-5-35-35-0.3mm**
 Profundidad de corte **ap=1.0mm** Velocidad de corte **vc=200m/min**
 Tiempo de corte **Tc=10min**

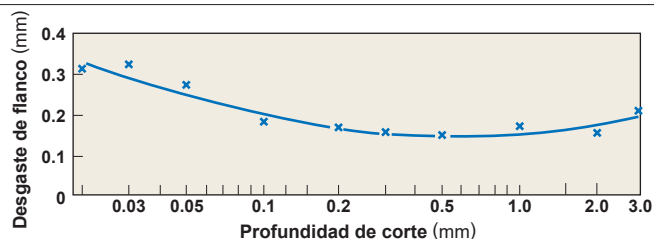
Relación entre el avance y el desgaste del flanco en el torneado del acero

■ PROFUNDIDAD DE CORTE

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

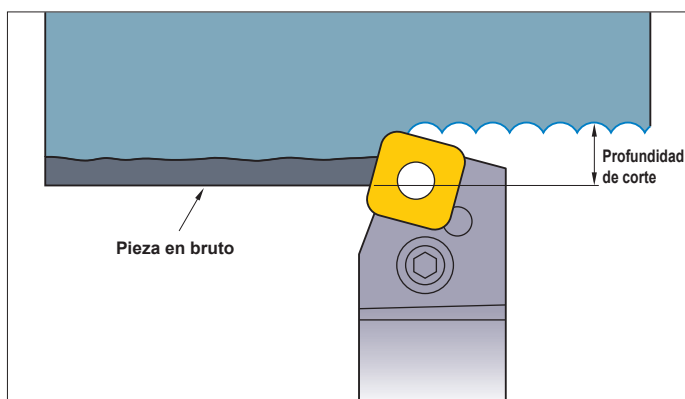
● Efectos de la profundidad de corte

1. El cambio de la profundidad de corte, no afecta en gran medida a la vida útil de la herramienta.
2. Una pequeña profundidad de corte, endurece la capa superficial del material, debido a la fricción entre ellas. Por ello, se reduce la vida útil de la herramienta.
3. Cuando mecanizamos piezas en bruto de fundición, la profundidad de corte se tiene que aumentar tanto como permita la potencia de la máquina, para prevenir el contacto de las impurezas de la superficie con el inserto e impedir las micro-roturas y el desgaste anormal.



Condiciones de corte Material : **JIS SNCM431** Grado : **P10**
 Inserto : **0-0-5-5-35-35-0.3mm**
 Avance **f=0.20mm/rev.** Velocidad de corte **vc=200m/min**
 Tiempo de corte **Tc=10min**

Relación entre la profundidad de corte y el desgaste en el torneado del acero

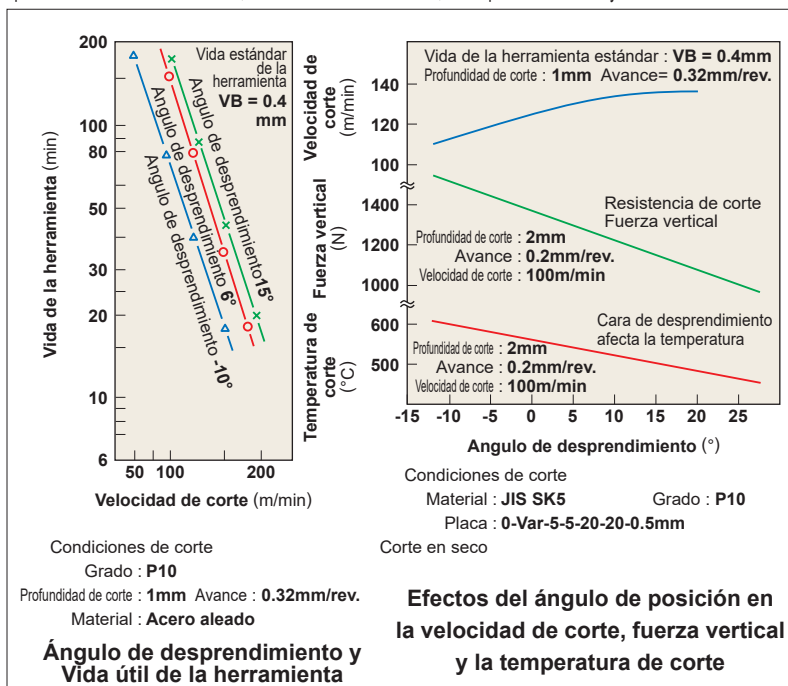
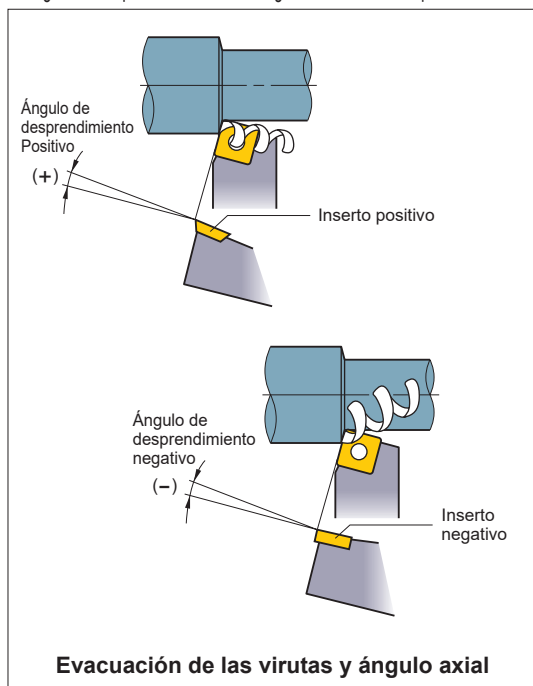


Rugosidad de la capa superficial, que incluye la superficie en bruto

FUNCIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DE LAS HERRAMIENTAS PARA TORNEADO

■ ÁNGULO 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 las virutas, la temperatura de corte y la vida de la herramienta.



● Efectos del ángulo de desprendimiento

1. Aumentando el ángulo de desprendimiento en dirección positiva, se mejora la suavidad del corte.
2. Aumentando el ángulo de desprendimiento 1° en dirección positiva, decrece el esfuerzo de corte un 1%.
3. Aumentando el ángulo de desprendimiento en dirección positiva, se debilita el corte; y en la dirección negativa, se aumenta la resistencia al corte.

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

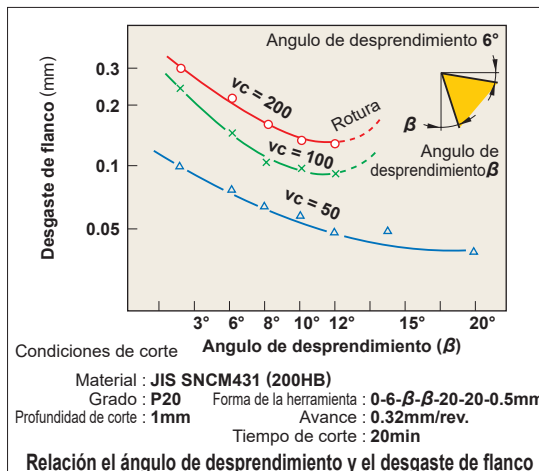
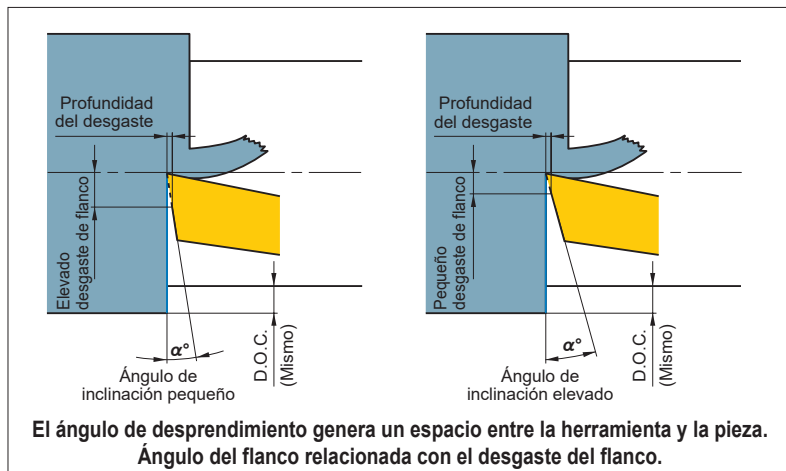
- Pieza endurecida.
- Cuando se requiere un filo robusto para mecanizar piezas en bruto y con corte interrumpido.

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

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

■ ÁNGULO DE INCLINACIÓN

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



● Efectos del ángulo de inclinación

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

Cuándo reducir el ángulo de inclinación

- Piezas endurecidas.
- Cuando se necesita un filo robusto.

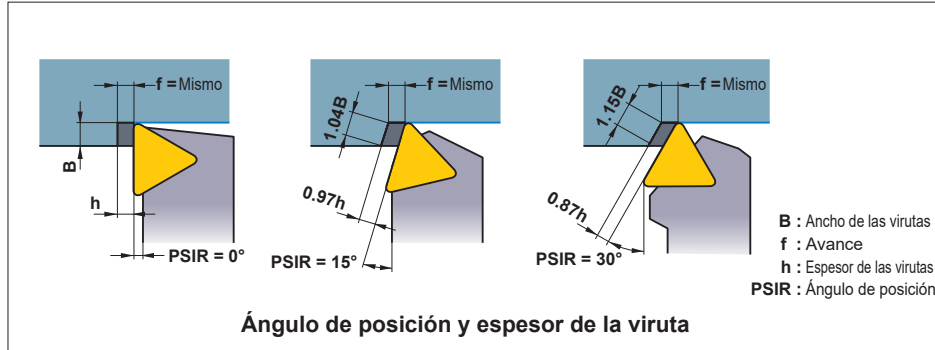
Cuándo aumentar el ángulo de inclinación

- Materiales blandos.
- Materiales que se endurecen durante el mecanizado.

FUNCIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DE LAS HERRAMIENTAS PARA TORNEADO

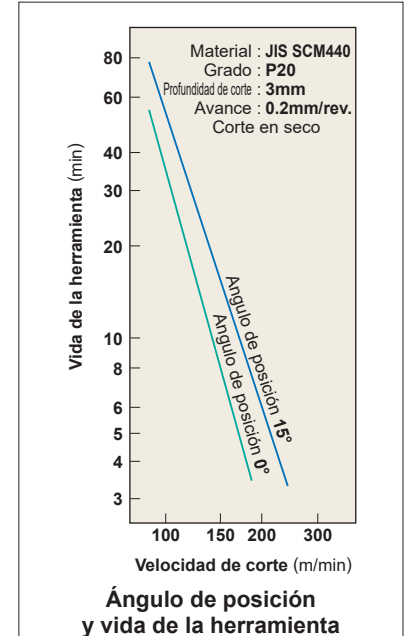
■ ÁNGULO DE POSICIÓN (ÁNGULO DE ATAQUE)

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



● EFECTOS DEL ÁNGULO DE POSICIÓN (ÁNGULO DE ATAQUE)

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

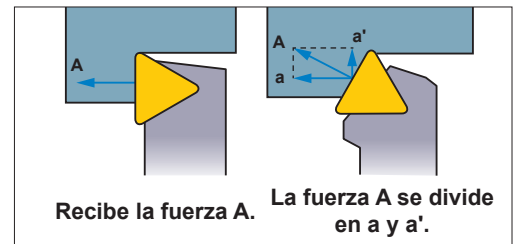


Cuándo reducir el ángulo de ataque

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

Cuándo aumentar el ángulo de ataque

- Piezas endurecidas producidas por una alta temperatura de corte.
- Cuando mecanizamos piezas de diámetros grandes.
- Cuando la máquina tiene poca rigidez.

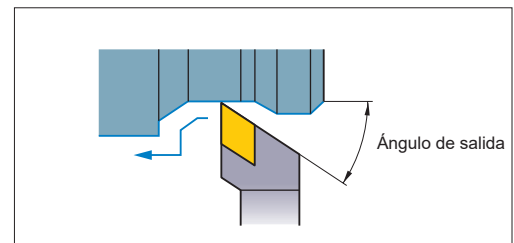


■ ÁNGULO DE SALIDA

El ángulo del filo de corte evita interferencias entre la superficie mecanizada y la herramienta. Generalmente $5^\circ - 15^\circ$.

● 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 de retroceso se incrementa y pueden aparecer vibraciones durante el mecanizado.
3. Se recomienda un pequeño ángulo de salida en desbaste y un gran ángulo en terminación.

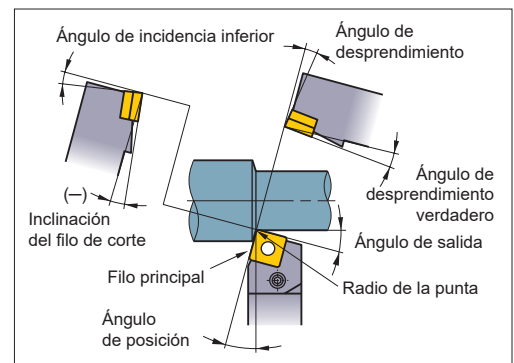


■ INCLINACIÓN DEL FILO DE CORTE

La inclinación de la arista de corte es la inclinación de la cara de desprendimiento. En el corte pesado, el filo recibe muchos golpes al comienzo del mecanizado. La inclinación del filo le protege de estos golpes y previene su fractura. Se recomiendan en torneado y en fresado.

● EFECTOS DE LA INCLINACIÓN DEL FILO DE CORTE

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



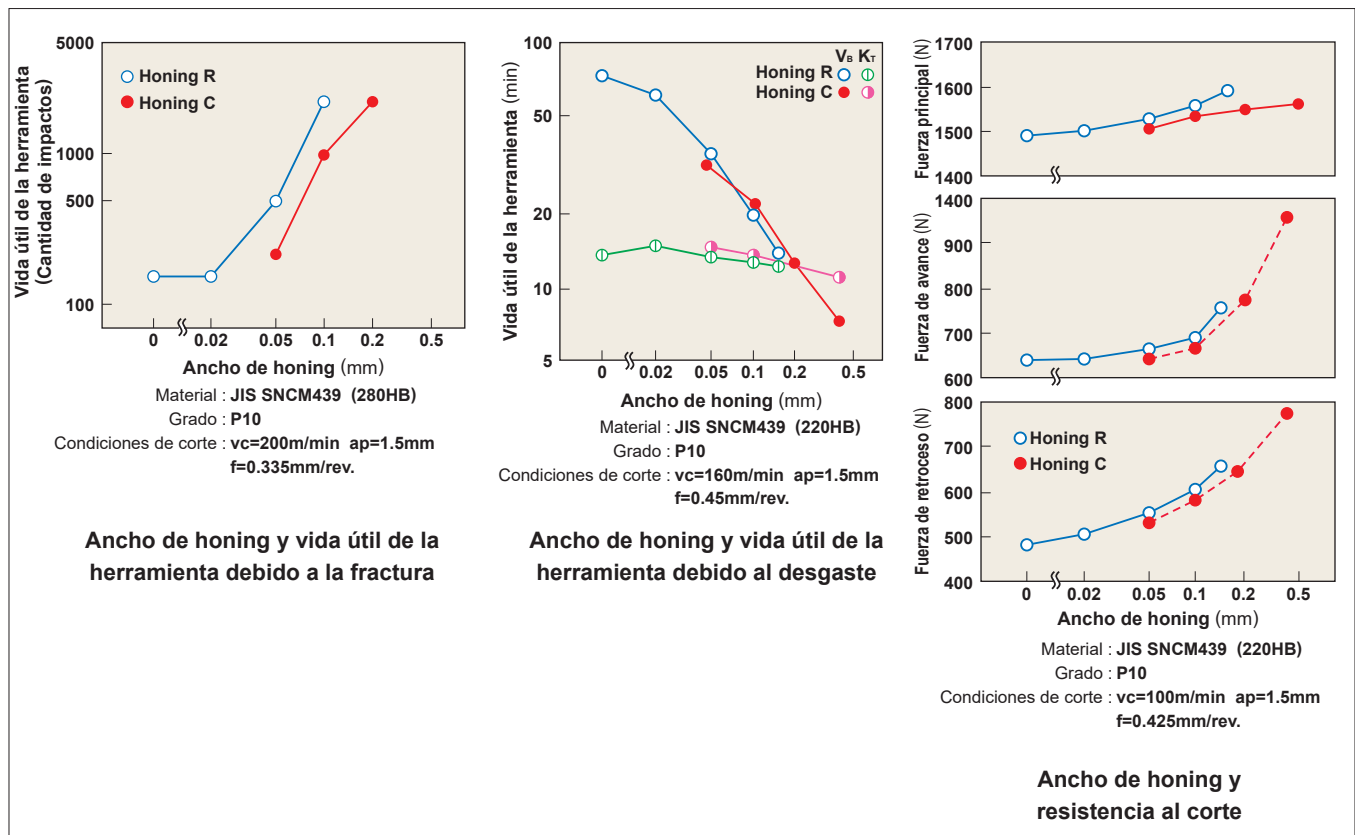
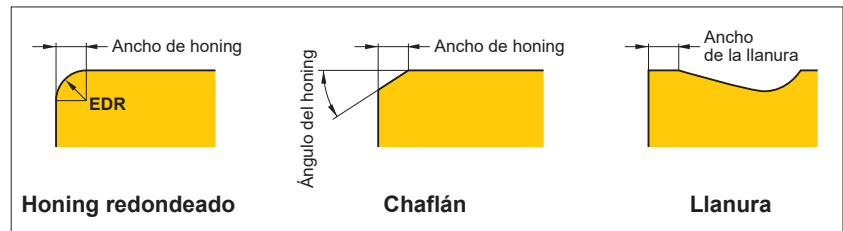
■ HONING Y LLANURA

El honing y la llanura son formas del filo de corte y sirven para dar robustez a éste.

El honing puede ser redondeado tipo chaflán.

El espesor óptimo del honing es aproximadamente 1/2 del avance.

La llanura es la parte plana y estrecha sobre la cara de incidencia o desprendimiento.



● Efectos del honing

1. Aumentar el honing incrementa el esfuerzo de corte, la vida útil de la herramienta y reduce las roturas.
2. Aumentando el honing se incrementa el desgaste del flanco y se reduce la vida útil de la herramienta. El tipo de honing no afecta al desgaste en la cara de desprendimiento.
3. Aumentar el honing incrementa el esfuerzo de corte y la vibración.

Cuándo reducir el tipo de honing
○ Al realizar terminación con escasa profundidad de corte y poco avance. ○ Materiales blandos. ○ Cuando la pieza y la máquina tienen poca rigidez.

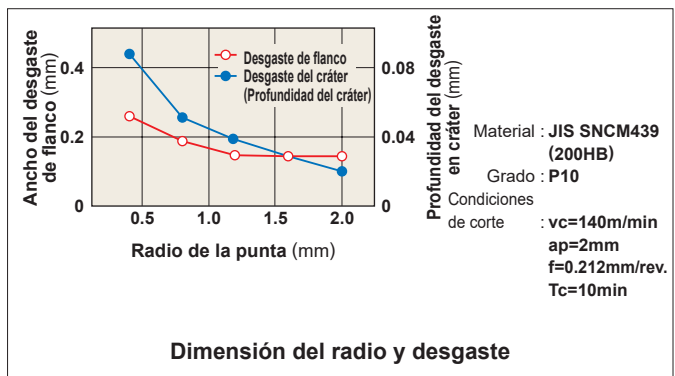
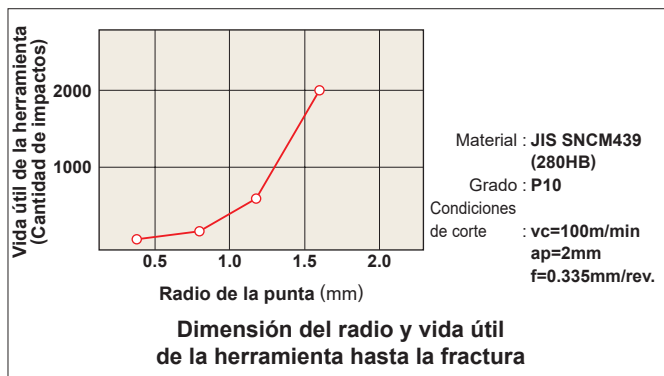
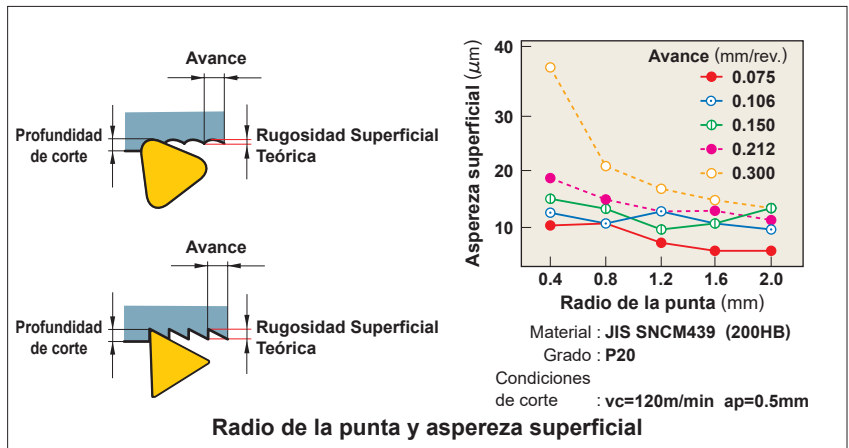
Cuándo aumentar el tipo de honing
○ Piezas endurecidas. ○ Cuando se requiere un filo robusto para mecanizar piezas y para corte interrumpido. ○ Cuando la máquina tiene poca rigidez.

Nota 1) El metal duro, como los recubrimientos de diamante y los insertos de cermet, tienen un honing redondeado estándar.

FUNCIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DE LAS HERRAMIENTAS PARA TORNEADO

■ RADIOS

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



● Efectos del radio de punta

1. Aumentando el radio de punta, se mejora la aspereza superficial.
2. Aumentando el radio de punta, se refuerza el filo.
3. Aumentando el radio de punta demasiado, aumenta la resistencia al corte y se generan vibraciones.
4. Aumentando el radio de punta, se reduce el desgaste de flanco y de desprendimiento.
5. Aumentando el radio de punta demasiado, decrece el control de viruta.

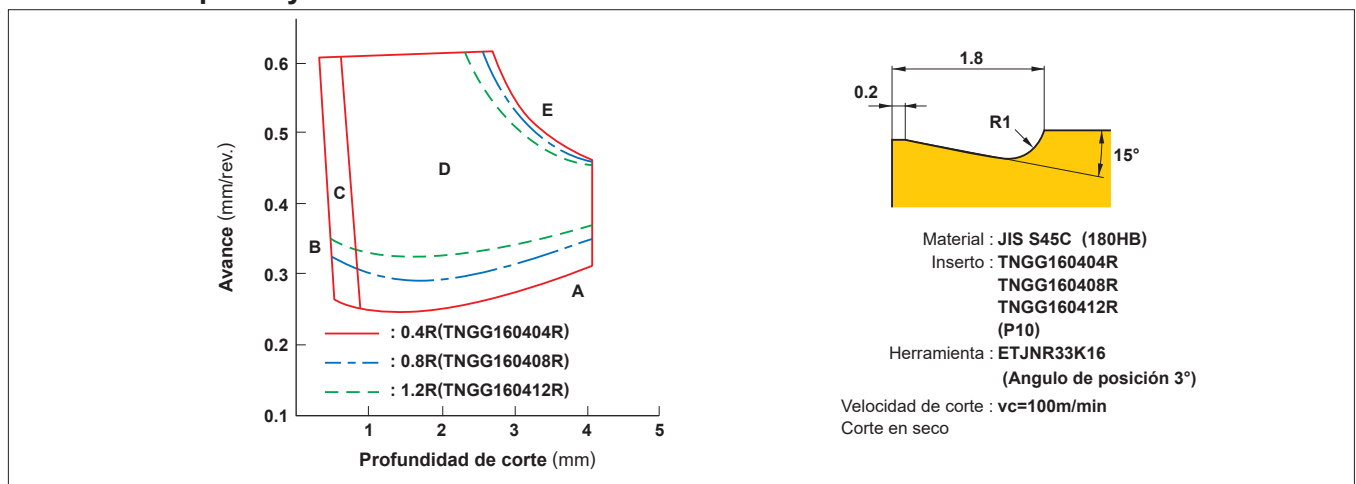
Cuándo reducir el radio de la punta

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

Cuándo aumentar el radio de la punta

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

● Radio de la punta y área de control de viruta



*Consulte en Q008 la "Forma de las Virutas en el Torneado de Acero" para A, B, C, D, E en el gráfico anterior.

FÓRMULAS PARA CALCULAR LA POTENCIA DE CORTE

■ FUERZA DE CORTE (Pc)

$$P_c = \frac{a_p \cdot f \cdot v_c \cdot K_c}{60 \times 10^3 \cdot \eta} \quad (\text{kW})$$

P_c (kW) : Potencia actual
f (mm/rev) : Avance por vuelta
K_c (MPa) : Fuerza de corte específica
a_p (mm) : Profundidad de corte
v_c (m/min) : Velocidad de corte
η : (Coeficiente de máquina)

(Problema) ¿Cuál es la potencia necesaria para mecanizar acero medio a una velocidad de 120m/min con una profundidad de 3mm y un avance de 0.2mm/rev. (Coeficiente de máquina 80%) ?

(Respuesta) Sustituir la fuerza de corte K_c=3100MPa dentro de la fórmula.

$$P_c = \frac{3 \times 0.2 \times 120 \times 3100}{60 \times 10^3 \times 0.8} = 4.65 (\text{kW})$$

● K_c

Material	Resistencia a la tracción (MPa) y dureza	Fuerza de corte específica K _c (MPa)				
		0.1 (mm/rev)	0.2 (mm/rev)	0.3 (mm/rev)	0.4 (mm/rev)	0.6 (mm/rev)
Acero dulce	520	3610	3100	2720	2500	2280
Acero medio	620	3080	2700	2570	2450	2300
Acero duro	720	4050	3600	3250	2950	2640
Acero para herramientas	670	3040	2800	2630	2500	2400
Acero para herramientas	770	3150	2850	2620	2450	2340
Acero al cromo-manganeso	770	3830	3250	2900	2650	2400
Acero al cromo-manganeso	630	4510	3900	3240	2900	2630
Acero al cromo-molibdeno	730	4500	3900	3400	3150	2850
Acero al cromo-molibdeno	600	3610	3200	2880	2700	2500
Acero al cromo-niquel-molibdeno	900	3070	2650	2350	2200	1980
Acero al cromo-niquel-molibdeno	352HB	3310	2900	2580	2400	2200
Fundición dura	46HRC	3190	2800	2600	2450	2270
Fundición meehanita	360	2300	1930	1730	1600	1450
Fundición gris	200HB	2110	1800	1600	1400	1330

■ VELOCIDAD DE CORTE (v_c)

$$v_c = \frac{\pi \cdot D_m \cdot n}{1000} \quad (\text{m/min})$$

v_c (m/min) : Velocidad de corte
D_m (mm) : Diámetro de la pieza
π (3.14) : Pi
n (min⁻¹) : Revoluciones máximas del eje

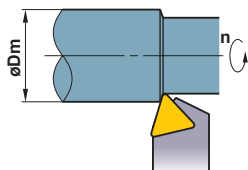
*Dividir por 1000 para cambiar m a mm.

(Problema) ¿Cuál es la velocidad de corte cuando la del eje son 700min⁻¹ y el diámetro exterior es Ø50 ?

(Respuesta) Sustituir π=3.14, D_m=50, n=700 in en la fórmula.

$$v_c = \frac{\pi \cdot D_m \cdot n}{1000} = \frac{3.14 \times 50 \times 700}{1000} = 110 \text{m/min}$$

La velocidad de corte son 110m/min.



■ AVANCE (f)

$$f = \frac{l}{n} \quad (\text{mm/rev})$$

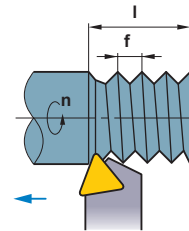
f (mm/rev.) : Avance por vuelta
l (mm/min) : Longitud de corte por min.
n (min⁻¹) : Revoluciones máximas del eje

(Problema) ¿Cuál es el avance por vuelta cuando las revoluciones son 500min⁻¹ y la longitud de corte por minuto son 120mm/min ?

(Respuesta) Sustituir n=500, l=120 en la fórmula.

$$f = \frac{l}{n} = \frac{120}{500} = 0.24 \text{mm/rev}$$

La respuesta es 0.24mm/rev.



■ TIEMPO DE CORTE (T_c)

$$T_c = \frac{l_m}{f} \quad (\text{min})$$

T_c (min) : Tiempo de corte
l_m (mm) : Longitud de la pieza a mecanizar
f (mm/min) : Longitud de corte por min.

(Problema) ¿Cuál es el tiempo de corte cuando mecanizamos una pieza de 100mm a 1000min⁻¹ con un avance de 0.2mm/rev. ?

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

$$l = f \cdot n = 0.2 \times 1000 = 200 \text{mm/min}$$

Sustituir la respuesta de arriba en la fórmula.

$$T_c = \frac{l_m}{f} = \frac{100}{200} = 0.5 \text{min}$$

0.5 x 60=30 (seg.) La respuesta es 30 seg.

■ RUGOSIDAD SUPERFICIAL TEÓRICA (h)

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

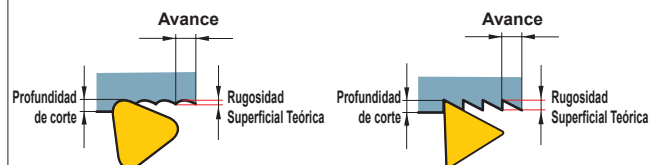
h (μm) : Rugosidad de la superficie terminada
f (mm/rev.) : Avance por vuelta
RE (mm) : Radio de punta

(Problema) ¿Cuál es la superficie de terminación teórica cuando el radio del inserto es 0.8mm y el avance es 0.2mm/rev. ?

(Respuesta) Sustituir f=0.2mm/rev. RE=0.8 en la fórmula.

$$h = \frac{0.2^2}{8 \times 0.8} \times 1000 = 6.25 \mu\text{m}$$

La rugosidad teórica es de 6μm.



SOLUCIÓN DE PROBLEMAS EN ROSCADO

Problemas	Observación	Causas	Soluciones
Baja precisión de rosca.	Las roscas no se enlazan entre ellas.	Instalación incorrecta de la herramienta.	Poner el inserto centrado a 0mm.
			Comprobar la inclinación de la herramienta.
	Rosca poco profunda.	Incorrecta profundidad de corte.	Modificar la profundidad de corte.
		Excesivo desgaste del inserto por deformación plástica.	Ver página : "desgaste del flanco muy rápido" y "Gran deformación plastica". Debajo.
Terminación superficial pobre.	Daños en la superficie.	El exceso de volumen de la viruta impide el trabajo en la pieza.	Cambiar el avance del flanco y el control de la dirección de la viruta.
			Cambio a inserto clase M con rompevirutas tipo 3-D.
		El flanco del filo del inserto interfiere con el material.	Comprobar la dirección del ángulo y selección apropiada del inserto.
	Superficie con rayaduras.	Adhesión de material en el filo de corte.	Aumento de la velocidad de corte.
			Aumento de la presión del refrigerante y el volumen.
	Superficie con vibraciones.	Demasiada resistencia al corte.	Disminución de la profundidad de corte por pasada.
		Demasiada velocidad de corte.	Disminución de la velocidad de corte.
		Insuficiente material o fijación pobre de la herramienta.	Comprobar la pieza a trabajar y la sujeción de la herramienta.
		Incorrecta instalación de la herramienta.	Poner el inserto centrado a 0mm.
Corta vida útil de la herramienta.	Se genera un desgaste muy rápido.	Demasiada velocidad de corte.	Disminución de la velocidad de corte.
		Velocidad de corte demasiado alta.	Reducir el número de pasadas.
		Escasa profundidad de corte para terminación.	No mecanizar a 0mm de profundidad de corte, más de 0.05mm es lo recomendable.
	Desgaste del filo de corte de derecha a izquierda no uniforme.	La dirección del ángulo de la pieza a trabajar y de la herramienta no coinciden.	Comprobar el ángulo de dirección de la pieza a trabajar y la placa de apoyo más apropiada.
	Rotura y fractura.	Velocidad de corte demasiado alta.	Aumento de la velocidad de corte.
		Demasiada resistencia al corte.	Aumento del número de pasada y reducción de la resistencia por pasada.
		Sujeción inestable.	Comprobar la deformación del material.
			Reducir el voladizo.
			Comprobar la pieza a trabajar y la sujeción de la herramienta.
		Viruta compacta.	Incrementar la presión del refrigerante.
			Cambiar el paso para controlar las virutas para que cada paso permita el desalojo de las mismas.
			Cambiar al mecanizado interior en retroceso para prevenir el atasco de la viruta.
		No puede mecanizar las piezas a causa de la alta resistencia al empezar en cada paso.	Hacer chaflán en la entrada y en las caras al salir.
	Gran deformación plástica.	Alta velocidad de corte y gran generación de calor.	Disminución de la velocidad de corte.
		Refrigerante inadecuado.	Comprobar que el refrigerante sea suficiente.
			Aumento de la presión del refrigerante y el volumen.
		Demasiada resistencia al corte.	Aumento del número de pasada y reducción de la resistencia por pasada.

DIÁMETROS DE BROCAS PARA AGUJEROS PILOTOS

● Métrica y paso de rosca

Nominal	Diámetro de broca	
	HSS	Convencional
M1 ×0.25	0.75	0.75
M1.1×0.25	0.85	0.85
M1.2×0.25	0.95	0.95
M1.4×0.3	1.10	1.10
M1.6×0.35	1.25	1.30
M1.7×0.35	1.35	1.40
M1.8×0.35	1.45	1.50
M2 ×0.4	1.60	1.65
M2.2×0.45	1.75	1.80
M2.3×0.4	1.90	1.95
M2.5×0.45	2.10	2.15
M2.6×0.45	2.15	2.20
M3 ×0.5	2.50	2.55
M3.5×0.6	2.90	2.95
M4 ×0.7	3.3	3.4
M4.5×0.75	3.8	3.9
M5 ×0.8	4.2	4.3
M6 ×1.0	5.0	5.1
M7 ×1.0	6.0	6.1
M8 ×1.25	6.8	6.9
M9 ×1.25	7.8	7.9
M10 ×1.5	8.5	8.6
M11 ×1.5	9.5	9.7
M12 ×1.75	10.3	10.5
M14 ×2.0	12.0	12.2
M16 ×2.0	14.0	14.2
M18 ×2.5	15.5	15.7
M20 ×2.5	17.5	17.7
M22 ×2.5	19.5	19.7
M24 ×3.0	21.0	—
M27 ×3.0	24.0	—
M30 ×3.5	26.5	—
M33 ×3.5	29.5	—
M36 ×4.0	32.0	—
M39 ×4.0	35.0	—
M42 ×4.5	37.5	—
M45 ×4.5	40.5	—
M48 ×5.0	43.0	—

● Rosca métrica Paso Fino

Nominal	Diámetro de broca	
	HSS	Convencional
M1 ×0.2	0.80	0.80
M1.1×0.2	0.90	0.90
M1.2×0.2	1.00	1.00
M1.4×0.2	1.20	1.20
M1.6×0.2	1.40	1.40
M1.8×0.2	1.60	1.60
M2 ×0.25	1.75	1.75
M2.2×0.25	1.95	2.00
M2.5×0.35	2.20	2.20
M3 ×0.35	2.70	2.70
M3.5×0.35	3.20	3.20
M4 ×0.5	3.50	3.55
M4.5×0.5	4.00	4.05
M5 ×0.5	4.50	4.55
M5.5×0.5	5.00	5.05
M6 ×0.75	5.30	5.35
M7 ×0.75	6.30	6.35
M8 ×1.0	7.00	7.10
M8 ×0.75	7.30	7.35
M9 ×1.0	8.00	8.10
M9 ×0.75	8.30	8.35
M10 ×1.25	8.80	8.90
M10 ×1.0	9.00	9.10
M10 ×0.75	9.30	9.35
M11 ×1.0	10.0	10.1
M11 ×0.75	10.3	10.3
M12 ×1.5	10.5	10.7
M12 ×1.25	10.8	10.9
M12 ×1.0	11.0	11.1
M14 ×1.5	12.5	12.7
M14 ×1.0	13.0	13.1
M15 ×1.5	13.5	13.7
M15 ×1.0	14.0	14.1
M16 ×1.5	14.5	14.7
M16 ×1.0	15.0	15.1
M17 ×1.5	15.5	15.7
M17 ×1.0	16.0	16.1
M18 ×2.0	16.0	16.3
M18 ×1.5	16.5	16.7
M18 ×1.0	17.0	17.1

Nominal	Diámetro de broca	
	HSS	Convencional
M20 ×2.0	18.0	18.3
M20 ×1.5	18.5	18.7
M20 ×1.0	19.0	19.1
M22 ×2.0	20.0	—
M22 ×1.5	20.5	—
M22 ×1.0	21.0	—
M24 ×2.0	22.0	—
M24 ×1.5	22.5	—
M24 ×1.0	23.0	—
M25 ×2.0	23.0	—
M25 ×1.5	23.5	—
M25 ×1.0	24.0	—
M26 ×1.5	24.5	—
M27 ×2.0	25.0	—
M27 ×1.5	25.5	—
M27 ×1.0	26.0	—
M28 ×2.0	26.0	—
M28 ×1.5	26.5	—
M28 ×1.0	27.0	—
M30 ×3.0	27.0	—
M30 ×2.0	28.0	—
M30 ×1.5	28.5	—
M30 ×1.0	29.0	—
M32 ×2.0	30.0	—
M32 ×1.5	30.5	—
M33 ×3.0	30.0	—
M33 ×2.0	31.0	—
M33 ×1.5	31.5	—
M35 ×1.5	33.5	—
M36 ×3.0	33.0	—
M36 ×2.0	34.0	—
M36 ×1.5	34.5	—
M38 ×1.5	36.5	—
M39 ×3.0	36.0	—
M39 ×2.0	37.0	—
M39 ×1.5	37.5	—
M40 ×3.0	37.0	—
M40 ×2.0	38.0	—
M40 ×1.5	38.5	—
M42 ×4.0	38.0	—

Nominal	Diámetro de broca	
	HSS	Convencional
M42 ×3.0	39.0	—
M42 ×2.0	40.0	—
M42 ×1.5	40.5	—
M45 ×4.0	41.0	—
M45 ×3.0	42.0	—
M45 ×2.0	43.0	—
M45 ×1.5	43.5	—
M48 ×4.0	44.0	—
M48 ×3.0	45.0	—
M48 ×2.0	46.0	—
M48 ×1.5	46.5	—
M50 ×3.0	47.0	—
M50 ×2.0	48.0	—
M50 ×1.5	48.5	—

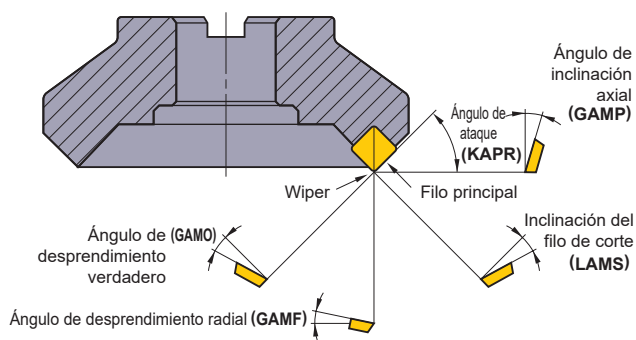
Note 1) Cuando utilice los diámetros de broca de esta tabla, el agujero mecanizado debe ser medido ya que la exactitud de un agujero perforado puede cambiar de acuerdo a las condiciones de perforado, y si sus dimensiones no son las apropiadas, el diámetro de la broca debe ser corregido.

SOLUCIÓN DE PROBLEMAS EN FRESADO PLANEADO

Problema			Solución		Factores		Selección de grado				Condiciones de corte						Estilo y diseño de la herramienta										Máquina, Instalación de la herramienta																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
							Seleccione un grado más dura	Seleccione un grado más tenaz	Seleccione un grado con mejor resistencia al choque térmico	Seleccione un grado con mejor resistencia a la adhesión de material	Velocidad de corte	Avance	Profundidad de corte	Ángulo de contacto	Refrigeración		Desprendimiento	Ángulo de posición	El honing refuerza el filo	Diámetro de la fresa	Cantidad de dientes	Mayor salida de virutas	Usar un wiper	Mejora la precisión del "runout"	Rigidez de la fresa	Aumento de la rigidez de sujeción de la herramienta y de la pieza de trabajo	Disminuir el voladizo	Disminución de potencia y fijación posterior																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
															Subir ↗	Bajar ↘													Subir ↗	Bajar ↘	Menor ↙	Mayor ↗																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
																																	No utilice como refrigerante soluble	Determinar corte seco o refrigerado																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
Deterioro de la vida útil de la herramienta	Rápido desgaste del inserto	Calidad de la herramienta inapropiada	●																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										

FUNCIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DE LAS HERRAMIENTAS PARA FRESADO

■ FUNCIÓN DE CADA UNO DE LOS ÁNGULOS DEL FILO EN FRESADO

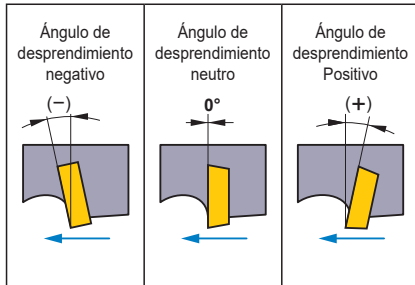


Ángulos de corte en fresado

Tipo de ángulo	Símbolo	Función	Efecto
Ángulo axial	GAMP	Determina la dirección de evacuación de la viruta.	Positivo : Excelente maquinabilidad.
Ángulo de desprendimiento radial	GAMF	Determina la agudeza de la herramienta.	Negativo : Excelente evacuación de virutas.
Ángulo de ataque	KAPR	Determina el espesor de la viruta.	Pequeño : Virutas delgadas y pequeño impacto de corte. Gran fuerza de retroceso.
Ángulo de desprendimiento verdadero	GAMO	Determina la agudeza actual de la herramienta.	Positivo (grande) : Excelente maquinabilidad. Mínima adhesión de material. Negativo (grande) : Deficiente maquinabilidad. Filo de corte fuerte.
Inclinación del filo	LAMS	Determina la dirección de evacuación de la viruta.	Positivo (grande) : Excelente evacuación de virutas. Baja robustez en la arista de corte.

■ INSERTOS ESTÁNDAR

● Ángulo de desprendimiento Positivo y Negativo

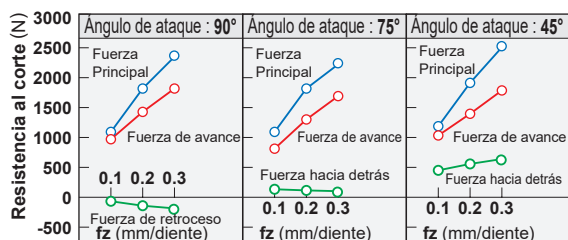


- Inserto en el cual el filo de corte va precedido de un ángulo de desprendimiento positivo.
- Inserto en el cual el filo de corte va precedido de un ángulo de desprendimiento negativo.

● Forma estándar del tipo de corte

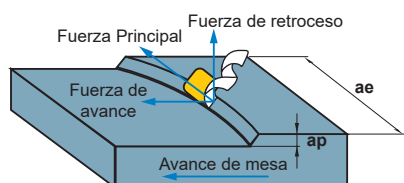
Combinaciones del filo de corte estándar	(+) Ángulo axial	(-) Ángulo axial	(+) Ángulo axial
Ángulo axial (GAMP)	Positivo (+)	Negativo (-)	Positivo (+)
Ángulo de desprendimiento radial (GAMF)	Positivo (+)	Negativo (-)	Negativo (-)
Inserto utilizado	Inserto positivo (una cara)	Inserto negativo (doble cara)	Inserto positivo (una cara)
Material	Acero	●	●
	Fundición	—	●
	Aleaciones de aluminio	●	—
	Materiales de difícil corte	●	●

■ ÁNGULO DE ATAQUE (KAPR) Y CARACTERÍSTICAS DE CORTE



Material : JIS SCM440 (281HB)
Herramienta : Ø125mm Un inserto
Condiciones de corte : vc=125.6m/min ap=4mm ae=110mm

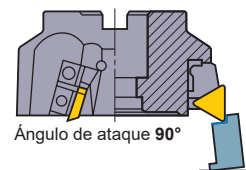
Comparación de la resistencia al corte entre diferentes formas de insertos



Tres fuerzas de resistencia al corte, en fresado

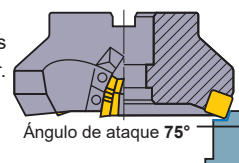
Ángulo de ataque 90°

La fuerza de retroceso está en dirección negativa. Levante la pieza, cuando la sujeción de ésta no sea buena.



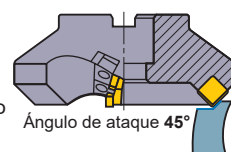
Ángulo de ataque 75°

El ángulo principal de 75° se recomienda para planeado de piezas de escasa rigidez o de poco espesor.



Ángulo de ataque 45°

Gran fuerza de retroceso. Curvado de piezas delgadas y poca precisión de mecanizado.
*Previene las micro-roturas en el filo en el mecanizado de fundición.



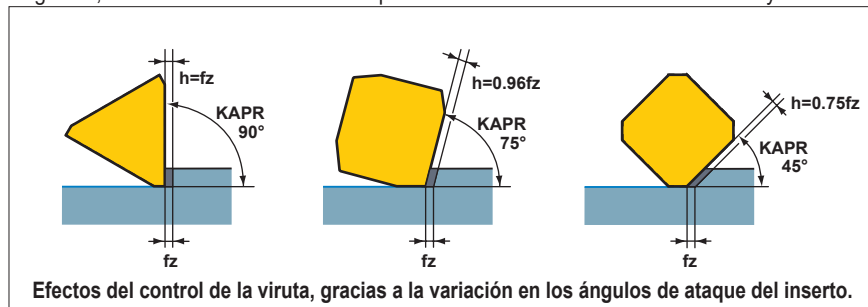
- * Fuerza principal : Fuerza opuesta a la dirección de rotación de la fresa.
- * Fuerza de retroceso : Fuerza que empuja en la dirección axial.
- * Fuerza de avance : Fuerza en la dirección del avance producida por el avance de mesa.

FUNCIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DE LAS HERRAMIENTAS PARA FRESADO

■ ÁNGULO DE ATAQUE Y DURABILIDAD

● Ángulo de ataque y espesor de la viruta

Cuando la profundidad de corte y el avance por diente, f_z , son fijos, el ángulo de esquina es más pequeño (KAPR), entonces se generan virutas más delgadas. (h) se vuelve (para un 45° KAPR, es aproximadamente 75% de ese ángulo de 90° KAPR). Esto puede verse abajo. Por ello, a medida que el ángulo KAPR se incrementa, la resistencia al corte decrece resultando en una mayor vida útil. Sin embargo tenga en cuenta, que si el espesor de la viruta es grande, entonces la resistencia al corte puede incrementarse llevando a vibraciones y una vida útil más corta.



● Ángulo de ataque y desgaste

Abajo puede ver patrones de desgaste para diferentes ángulos principales. Al comparar el desgaste en cráter en los ángulos de 90° y 45° , se puede observar claramente que el desgaste con el ángulo de 90° es superior.

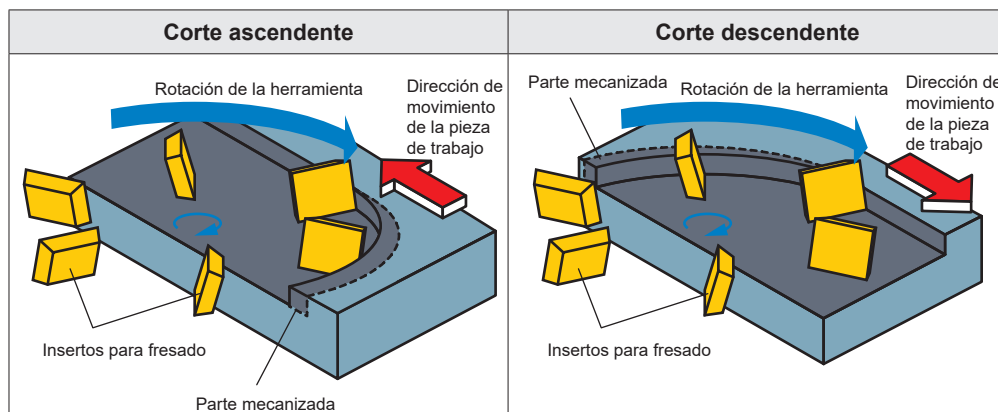
	Ángulo de ataque 90°	Ángulo de ataque 75°	Ángulo de ataque 45°
vc=100m/min Tc=69min			
vc=125m/min Tc=55min			
vc=160m/min Tc=31min			

Material : **SNCM439 287HB**
 Herramienta : **DC=125mm**
 Inserto : **Metal duro M20**
 Condiciones de corte : **ap=3.0mm**
ae=110mm
fz=0.2mm/diente

Corte en seco

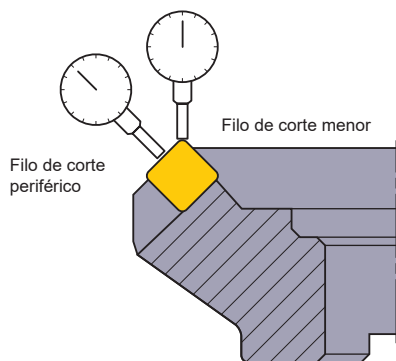
■ FRESADO DE CORTE ASCENDENTE Y DESCENDENTE

Al elegir un método de mecanizado, el fresado de corte ascendente o descendente viene decidido por las condiciones de la máquina-herramienta, el fresado y la aplicación. Sin embargo, se dice que en términos de duración de la herramienta el fresado de corte descendente es más ventajoso.



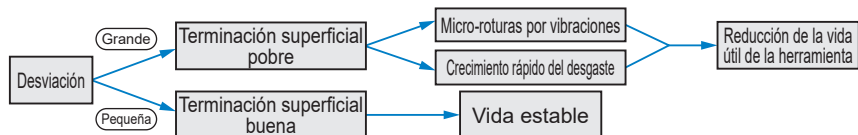
■ TERMINACIÓN SUPERFICIAL

● Precisión del filo de corte

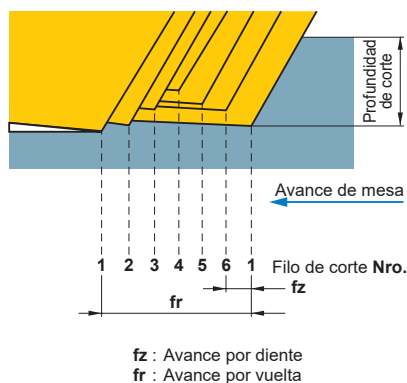


Salto entre dientes y precisión en planeado

El salto entre los insertos en el planeado, afecta tanto a la superficie de terminación como a la vida útil de la herramienta.



● Mejora de la rugosidad



Desviación del filo secundario y terminación superficial

Desde que Mitsubishi fabrica los insertos con ancho de cara de 1.4mm y éstas se sitúan paralelas al cuerpo de la fresa; teóricamente, la precisión de la superficie de terminación debe mantenerse aún con una desviación mínima.

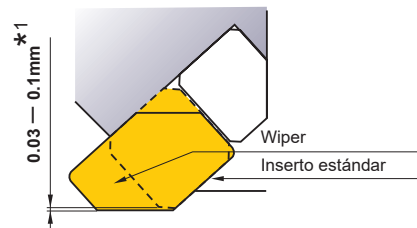
Problemas actuales

- Salto del filo de corte.
- Inclinación del filo secundario.
- Precisión del cuerpo de la fresa.
- Precisión de los repuestos.
- Recrecimiento del filo, vibraciones.

Solución

Wiper

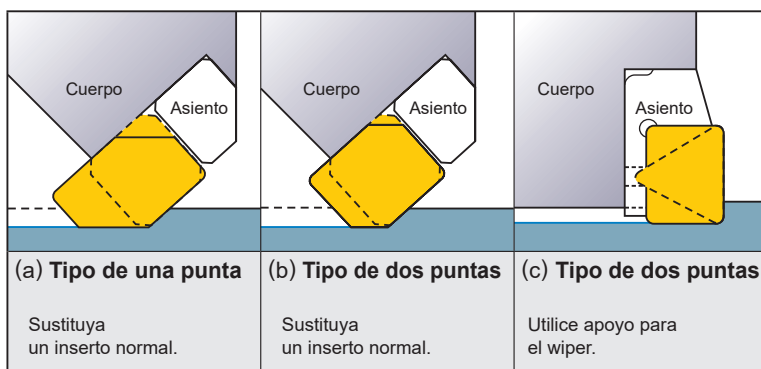
- * Mecanizar una pieza que ha sido previamente mecanizada por un inserto normal, para mejorar la terminación superficial.



- Sustituya uno o dos insertos normales por insertos wiper.
- Los wiper sobresalen entre 0.03—0.1mm más que los insertos.

*1. El valor depende del filo y la combinación del inserto.

● Cómo instalar un inserto Wiper



- La longitud del sub-filo de corte, tiene que ser mayor que el avance por vuelta.
- * Un sub filo demasiado largo provocará astillamiento.
- Cuando el diámetro de la fresa sea grande y el avance por vuelta sea mayor que el filo secundario del wiper, utilice dos o tres de éstos.
- Cuando utilizamos más de un wiper, tendremos la necesidad de eliminarlos.
- Utilice un grado más duro para mayor resistencia al desgaste en los wipers.

FÓRMULAS PARA FRESADO PLANEADO

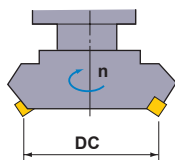
■ VELOCIDAD DE CORTE (vc)

$$vc = \frac{\pi \cdot DC \cdot n}{1000} \text{ (m/min)}$$

vc (m/min) : Velocidad de corte
 π (3.14) : Pi

DC (mm) : Diámetro de corte
 n (min⁻¹) : Revolución máxima del eje

*Dividir por 1000 para cambiar m a mm.



(Problema) ¿Cuál es la velocidad de corte cuando la del eje son 350min⁻¹ y el diámetro de la fresa es ?

(Respuesta) Sustituir $\pi=3.14$, DC=125, n=350 en la fórmula.

$$vc = \frac{\pi \cdot DC \cdot n}{1000} = \frac{3.14 \times 125 \times 350}{1000} = 137.4 \text{ m/min}$$

La velocidad es 137.4m/min.

■ AVANCE POR DIENTE (fz)

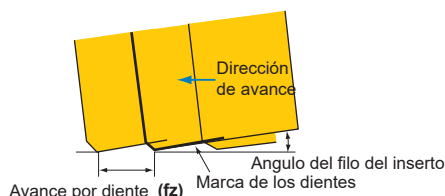
$$fz = \frac{vf}{z \cdot n} \text{ (mm/diente)}$$

fz (mm/diente) : Avance por diente

z : Número de insertos

vf (mm/min) : Avance de mesa por minuto

n (min⁻¹) : Revolución máxima del eje (Avance por vuelta $fr = z \times fz$)



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

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

$$fz = \frac{vf}{z \cdot n} = \frac{500}{10 \times 500} = 0.1 \text{ mm/diente}$$

La respuesta es 0.1mm/diente.

■ AVANCE DE MESA (vf)

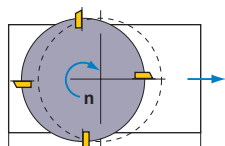
$$vf = fz \cdot z \cdot n \text{ (mm/min)}$$

vf (mm/min) : Avance de mesa por minuto

z : Número de insertos

fz (mm/diente) : Avance por diente

n (min⁻¹) : Revoluciones máximas del eje



(Problema) ¿Cuál es el avance de mesa cuando el avance por diente es

0.1mm/diente, el número de insertos 10 y la velocidad de 500min⁻¹ ?

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

$$vf = fz \cdot z \cdot n = 0.1 \times 10 \times 500 = 500 \text{ mm/min}$$

El avance de mesa es 500mm/min.

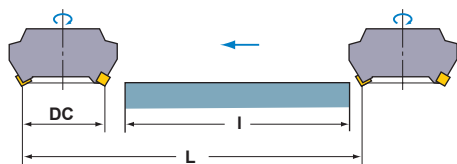
■ TIEMPO DE CORTE (Tc)

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

Tc (min) : Tiempo de corte

vf (mm/min) : Avance de mesa por minuto

L (mm) : Longitud total del avance de mesa (Longitud de la pieza: (l)+Diámetro de la fresa : (DC))



(Problema) ¿Cuál es el tiempo necesario de terminación para mecanizar 100mm de ancho y 300mm longitud de superficie de una fundición (JIS FC200) en un bloque, cuando el diámetro de corte es Ø200, el número de insertos es 16, la velocidad de corte es 125m/min, y el avance por diente es 0.25mm. (velocidad de husillo es 200min⁻¹) ?

(Respuesta) Calcular el avance de mesa por min. $vf=0.25 \times 16 \times 200=800 \text{ mm/min}$
 Calcular la longitud total avance de mesa. $L=300+200=500 \text{ mm}$
 Sustituir las respuestas de arriba en la fórmula.

$$Tc = \frac{500}{800} = 0.625 \text{ (min)}$$

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

■ FUERZA DE CORTE (Pc)

$$P_c = \frac{a_p \cdot a_e \cdot v_f \cdot K_c}{60 \times 10^6 \times \eta}$$

P_c (kW) : Potencia actual
a_e (mm) : Ancho de corte
K_c (MPa) : Fuerza de corte específica

a_p (mm) : Profundidad de corte
v_f (mm/min) : Avance de mesa por min.
η : (Coeficiente de máquina)

(Problema) ¿Cuál es la potencia requerida para el fresado en acero para herramientas a una velocidad de 80m/min.?

Cuando la profundidad de corte es 2mm, ancho de corte 80mm y el avance de mesa 280mm/min en una fresa de con 12 insertos.

Coeficiente de máquina 80%.

(Respuesta) Primero, calcule las revoluciones para obtener el avance por diente.

$$n = \frac{1000 v_c}{\pi D C} = \frac{1000 \times 80}{3.14 \times 250} = 101.91 \text{ min}^{-1}$$

$$\text{Avance por diente } f_z = \frac{v_f}{z \times n} = \frac{280}{12 \times 101.9} = 0.228 \text{ mm/diente}$$

Sustituir la fuerza de corte específica en la fórmula.

$$P_c = \frac{2 \times 80 \times 280 \times 1800}{60 \times 10^6 \times 0.8} = 1.68 \text{ kW}$$

● K_c

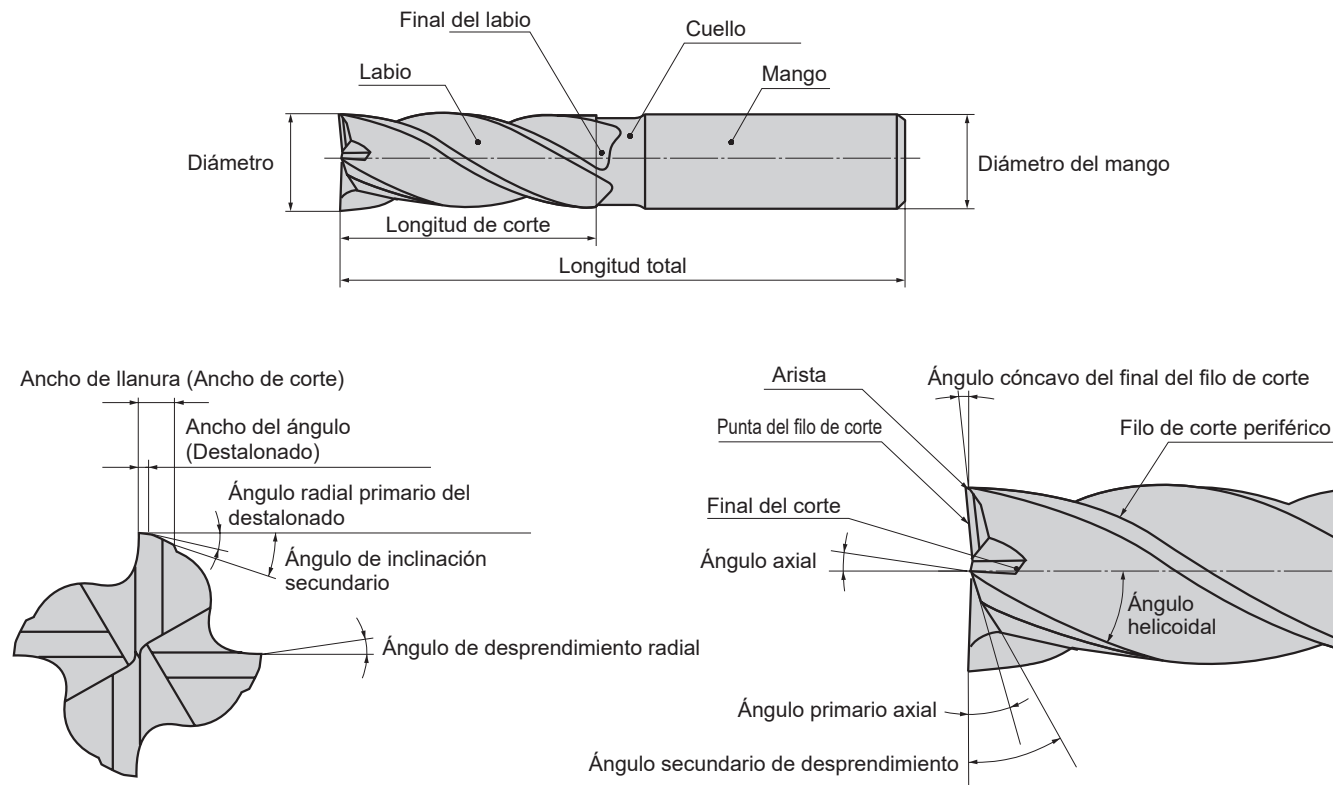
Material	Resistencia a la tracción (MPa) y dureza	Fuerza de corte específica K _c (MPa)				
		0.1mm/diente	0.2mm/diente	0.3mm/diente	0.4mm/diente	0.6mm/diente
Acero dulce	520	2200	1950	1820	1700	1580
Acero medio	620	1980	1800	1730	1600	1570
Acero duro	720	2520	2200	2040	1850	1740
Acero para herramientas	670	1980	1800	1730	1700	1600
Acero para herramientas	770	2030	1800	1750	1700	1580
Acero al cromo-manganeso	770	2300	2000	1880	1750	1660
Acero al cromo-molibdeno	630	2750	2300	2060	1800	1780
Acero al cromo-molibdeno	730	2540	2250	2140	2000	1800
Acero al cromo-molibdeno	600	2180	2000	1860	1800	1670
Acero al cromo-niquel-molibdeno	940	2000	1800	1680	1600	1500
Acero al cromo-niquel-molibdeno	352HB	2100	1900	1760	1700	1530
Acero inoxidable austenítico	155HB	2030	1970	1900	1770	1710
Fundición	520	2800	2500	2320	2200	2040
Fundición dura	46HRC	3000	2700	2500	2400	2200
Fundición meehanita	360	2180	2000	1750	1600	1470
Fundición gris	200HB	1750	1400	1240	1050	970
Latón	500	1150	950	800	700	630
Aleación ligera (Al-Mg)	160	580	480	400	350	320
Aleación ligera (Al-Si)	200	700	600	490	450	390
Aleación ligera (Al-Zn-Mg-Cu)	570	880	840	840	810	720

SOLUCIÓN DE PROBLEMAS PARA FRESAS CON MANGO

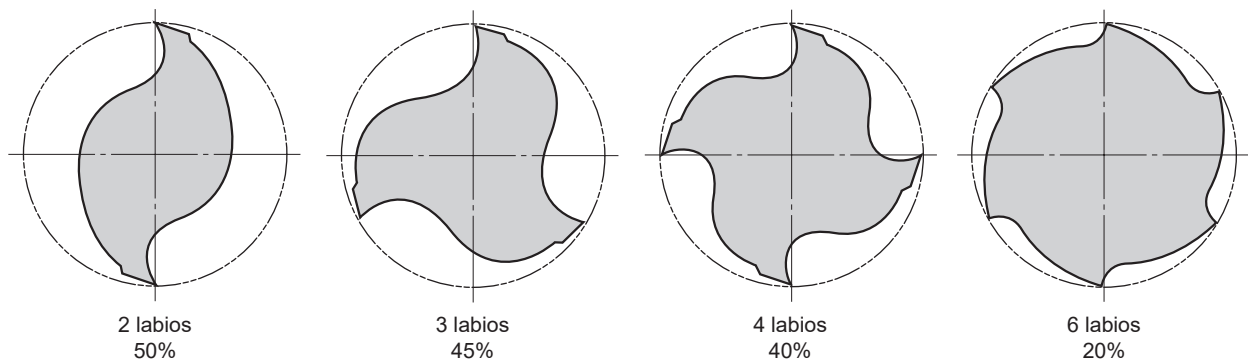
Solución			Selección del grado	Condiciones de corte										Estilo y diseño de la herramienta						Máquina, Instalación de la herramienta						
				Herramienta recubierta	Velocidad de corte		Avance	Profundidad de corte	Avance de punta	Corte descendente	Usar aire a presión	Refrigeración			Angulo helicoidal	Cantidad de insertos	Angulo cóncavo del final del filo de corte	Diámetro de herramienta	Rigidez de la fresa	Mayor salida de virutas	Reducción del voladizo	Aumentar la precisión de instalación de la herramienta	Aumentar la precisión de desviación del amarre	Revisión de pinzas o cambio	Aumento de la fuerza de fijación del cono	Aumentar la rigidez de sujeción
					Subir ↗ Bajar ↘	↙ Bajar						Corte descendente	Usar aire a presión	Aumento de la cantidad de refrigerante												
Problema	Factores																									
Deterioro de la vida útil de la herramienta	Desgaste del filo de corte periférico	Se usa fresa sin recubrimiento	●																							
		Un número pequeño de filos de corte																								
		Condiciones de corte inapropiadas		↙								●														
		Se usa un corte de fresado ascendente								Corte descendente																
	Formación severa de rebabas	Condiciones de corte inapropiadas																								
		Filo de corte frágil																●								
		Fuerza de sujeción insuficiente																					●	●		
		Baja rigidez de sujeción																		●	●	●	●	●	●	
	Rotura durante el corte	Condiciones de corte inapropiadas					↙																			
		Baja rigidez de la fresa																	↗	●						
		El voladizo es más largo que lo necesario					↙														●					
		Obstrucción de las virutas									●									●						
Deterioro de la terminación superficial	Vibración durante el corte	Condiciones de corte inapropiadas		↙	↙																					
		Baja rigidez de la fresa																								
		Baja rigidez de sujeción																			●	●	●	●	●	●
	Terminación superficial de paredes pobre	Desgaste del filo de corte	●																							
		Condiciones de corte inapropiadas		↙			↙																			
		Viruta compacta								●	●	Refrigerado														
	Terminación superficial pobre	El filo de corte final no tiene ángulo cóncavo			↙	↙													↗	●						
		Gran avance						↙																		
	Sin verticalidad	Desgaste del filo de corte	●																							
		Condiciones de corte inapropiadas				↙	↙																			
		Falta de rigidez de la fresa																		↗	●					
Mala precisión dimensional	Condiciones de corte inapropiadas		↙	↙	↙																					
	Baja rigidez de sujeción																				●	●	●	●	●	●
Rebabas, Roturas, etc.	Se producen rebabas				↙	↙																				
	Formación rápida de rebabas	Desgaste en muescas	●																							
		Condiciones de corte inapropiadas		↙	↗																					
Deficiente evacuación de virutas	Viruta compacta	Eliminación de metal demasiado grande			↙	↙																				
		Ausencia de control de viruta																		●						

TERMINOLOGÍA DE FRESAS

■ TERMINOLOGÍA PARA FRESAS INTEGRALES



■ COMPARACIÓN DE LA FORMA DEL ÁREA DE DESPRENDIMIENTO DE LA VIRUTA

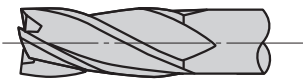
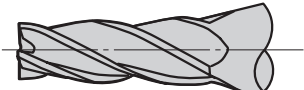
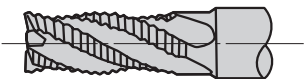
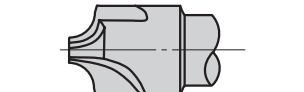


■ CARACTERÍSTICAS Y APLICACIONES DE LOS DIFERENTES NÚMEROS DE LABIOS DE LAS FRESAS

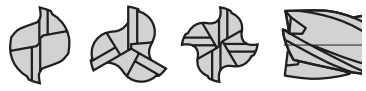
		2 labios	3 labios	4 labios	6 labios
Características	Ventajas	Excelente desprendimiento de la viruta. Aconsejable para trabajar en plunge. Baja resistencia de corte	Excelente desprendimiento de la viruta. Aconsejable para trabajar en plunge.	Alta rigidez	Alta rigidez Mayor duración del filo de corte
	Fallos	Baja rigidez	No es fácil medir el diámetro.	Mal desprendimiento de la viruta.	Mala evacuación de virutas
Utilización		Ranurar, Fresado lateral, Plunging. Se utiliza todo el ancho.	Ranurado, Fresado Lateral Corte pesado, Terminación	Ranurado superficial, fresado lateral, Terminación	Para material a mecanizar de gran dureza. Principalmente fresado lateral.

TIPOS Y FORMAS DE FRESAS

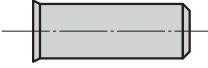
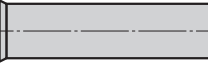
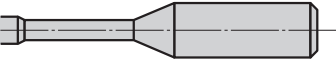
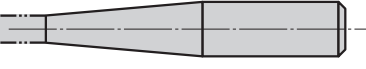
■ Filo de corte periférico

Tipo	Figura	Características
Labio normal		Este tipo de labios es utilizado generalmente para ranurado, fresado lateral y contorneado, etc. Puede ser aplicado en desbaste, semi-terminación y terminación.
Labio con conicidad		Los labios cónicos son aplicados para el fresado de moldes y caras con ángulo.
Labio de desbaste		Para el desbaste los labios tienen dientes en forma de ondas para producir virutas pequeñas. La resistencia al corte es baja lo que la hace ideal para este tipo de corte. No es aconsejable para terminación. Estas fresas pueden ser reafiladas.
Labio con forma		Se puede observar la presencia de un radio de esquina. Se pueden producir un rango infinito de geometrías para estas fresas.

■ Punta de la fresa

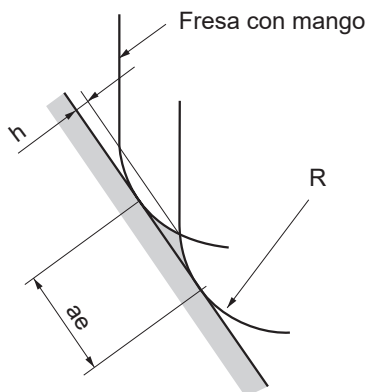
Tipo	Figura	Características
Punta plana (Con agujero en el centro)		Este es utilizada generalmente en ranurado, fresado lateral y contorneado. Se puede reafilar, siempre y cuando se realice con exactitud.
Punta plana (Corte al centro)		Es aplicada generalmente en ranurado, fresado lateral y contorneado. Se puede realizar mecanizado vertical. Se puede reafilar.
Punta esférica		Ideal para el mecanizado de perfiles y el avance con picoteo.
Con radio de esquina		Para mecanizar esquinas con radio y contornos. Fresado eficiente de esquinas gracias a su gran diámetro y pequeño radio de esquina.

■ Partes del mango y cuello

Tipo	Figura	Características
Estándar (Mango recto)		Para uso general.
Mango largo		Para ranurado profundo, tiene un mango largo, posibilitando el ajuste del voladizo.
Cuello largo		Para ranurado profundo y fresas de diámetro pequeño, aplicable también en mandrinado.
Cuello cónico		Para un mejor desempeño en ranurado profundo y mecanizado de moldes.

SELECCIONAR EL VALOR DEL PASO

■ AVANCE (CONTORNEADO) FRESA CON MANGO CON RADIO



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

R : Radio de la punta (RE), Ángulo del radio (RE)

ae : Avance de punta

h : Altura de cresta

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

Unidad : mm

R \ ae	Avance de punta									
	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
0.5	0.003	0.010	0.023	0.042	0.067	0.100	—	—	—	—
1	0.001	0.005	0.011	0.020	0.032	0.046	0.063	0.083	0.107	—
1.5	0.001	0.003	0.008	0.013	0.021	0.030	0.041	0.054	0.069	0.086
2	0.001	0.003	0.006	0.010	0.016	0.023	0.031	0.040	0.051	0.064
2.5	0.001	0.002	0.005	0.008	0.013	0.018	0.025	0.032	0.041	0.051
3		0.002	0.004	0.007	0.010	0.015	0.020	0.027	0.034	0.042
4		0.001	0.003	0.005	0.008	0.011	0.015	0.020	0.025	0.031
5		0.001	0.002	0.004	0.006	0.009	0.012	0.016	0.020	0.025
6		0.001	0.002	0.003	0.005	0.008	0.010	0.013	0.017	0.021
8			0.001	0.003	0.004	0.006	0.008	0.010	0.013	0.016
10			0.001	0.002	0.003	0.005	0.006	0.008	0.010	0.013
12.5			0.001	0.002	0.003	0.004	0.005	0.006	0.008	0.010

R \ ae	Avance de punta									
	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2.0
0.5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1.5	0.104	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2	0.077	0.092	0.109	—	—	—	—	—	—	—
2.5	0.061	0.073	0.086	0.100	—	—	—	—	—	—
3	0.051	0.061	0.071	0.083	0.095	0.109	—	—	—	—
4	0.038	0.045	0.053	0.062	0.071	0.081	0.091	0.103	—	—
5	0.030	0.036	0.042	0.049	0.057	0.064	0.073	0.082	0.091	0.101
6	0.025	0.030	0.035	0.041	0.047	0.054	0.061	0.068	0.076	0.084
8	0.019	0.023	0.026	0.031	0.035	0.040	0.045	0.051	0.057	0.063
10	0.015	0.018	0.021	0.025	0.028	0.032	0.036	0.041	0.045	0.050
12.5	0.012	0.014	0.017	0.020	0.023	0.026	0.029	0.032	0.036	0.040

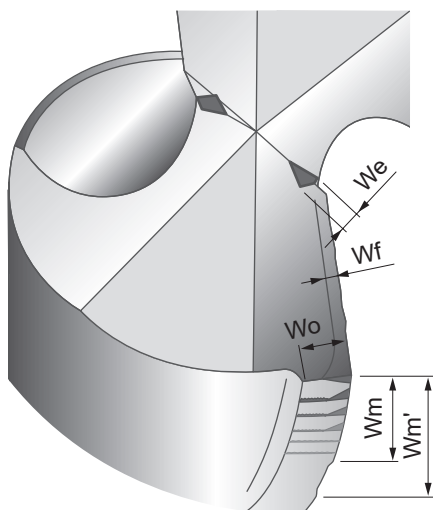
SOLUCIÓN DE PROBLEMAS EN PERFORADO

Solución			Condiciones de corte									Estilo y diseño de la herramienta							Máquina, Instalación de la herramienta				
			Velocidad de corte	Avance	Reducir avance al inicio del corte	Reducir avance al atravesar la pieza	Paso	Aumentar precisión del agujero previo y la profundidad	Refrigeración			Ancho de bisel	Ancho de honing	Espesor del núcleo	Acortar la longitud de los labios	Disminuir la altura del labio	Usar una broca con refrigeración interna	Cambiar a una broca con adelgazamiento X en la punta	Aumentar la precisión de instalación de la herramienta	Reducción del voladizo	Cara plana de la pieza	Aumentar la rigidez de sujeción	Reducir retroceso de mecanizado y aumentar rigidez
									Aumentar porcentaje de refrigerante	Aumento del volumen	Aumento de la presión del refrigerante												
Problema	Factores	Subir ↗	Bajar ↘								Subir ↗	Bajar ↘											
Deterioro de la vida útil de la herramienta	Rotura de la broca	Falta de rigidez de la broca											↗	●	●								
		Condiciones de corte inapropiadas		↘																			
		Gran desviación del soporte de la herramienta																●					●
		La cara de la pieza de trabajo está inclinada																		●			
	Gran desgaste del filo de corte periférico	Condiciones de corte inapropiadas	↘							●	●						●						
Deterioro de la precisión del agujero	Microroturas del filo de corte periférico	Condiciones de corte inapropiadas		↘			●																
		Gran desviación del soporte de la herramienta																●					●
		Castañeo, vibración										↘							●		●	●	
		El filo de ataque es demasiado ancho										↘											
	Microroturas del filo de ataque	Mala entrada			●																		
Deterioro de la vida útil de la herramienta	Aumenta el diámetro del agujero	Falta de rigidez de la broca											↗	●	●								
		Geometría de la broca inapropiada														●							
		Aumento de la temperatura en el punto de corte							●	●							●						
		Condiciones de corte inapropiadas	↘																				
	Mal enderezamiento	Geometría de la broca inapropiada														●							
Deterioro de la precisión del agujero	Mala precisión de posicionamiento del agujero, redondez y aspereza superficial	Falta de rigidez de la broca											↗	●	●								
		Gran desviación del soporte de la herramienta																	●				●
		Malas propiedades de la guía						●															
		Falta de rigidez de la broca												↗	●	●							
	Rebabas en la salida del agujero	Mala entrada															●						
Evacuación deficiente de virutas	Virutas Largas	Condiciones de corte inapropiadas		↗				●															
		Evacuación deficiente de virutas							●	●				↘			●						
		Condiciones de corte inapropiadas	↘	↘				●															
		Evacuación deficiente de virutas							●	●				↘			●						
	Obstrucción de las virutas																						

DESGASTE DE LA BROCA Y DAÑOS DEL FILO DE CORTE

■ CONDICIÓN DE DESGASTE DE LA BROCA

La tabla de abajo muestra un dibujo sencillo que describe el desgaste de un filo de la broca. La generación y la cantidad de desgaste varían según los materiales de la pieza de trabajo y el estado de los cortes. Pero en general, el desgaste periférico es mayor y determina la vida útil de la herramienta. Al volver a rectificar, el flanco se desgasta en el punto que tiene que ser rectificado por completo. Por lo tanto, si hay un desgaste mayor hay que eliminar más material para renovar el filo de corte.



W_e : Espesor de desgaste del filo de ataque

W_f : Desgaste del flanco
(El centro del filo de corte)

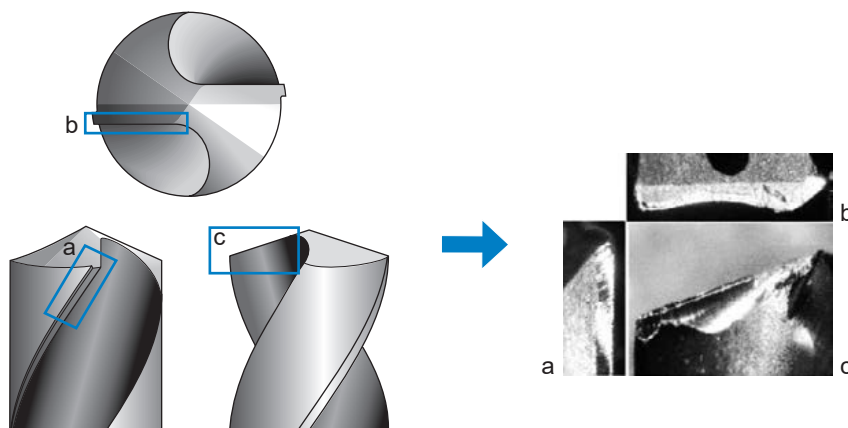
W_o : Espesor de desgaste de la punta exterior

W_m : Espesor de desgaste del margen

$W_{m'}$: Espesor de desgaste del margen
(Borde conductor)

■ DAÑO EN EL FILO

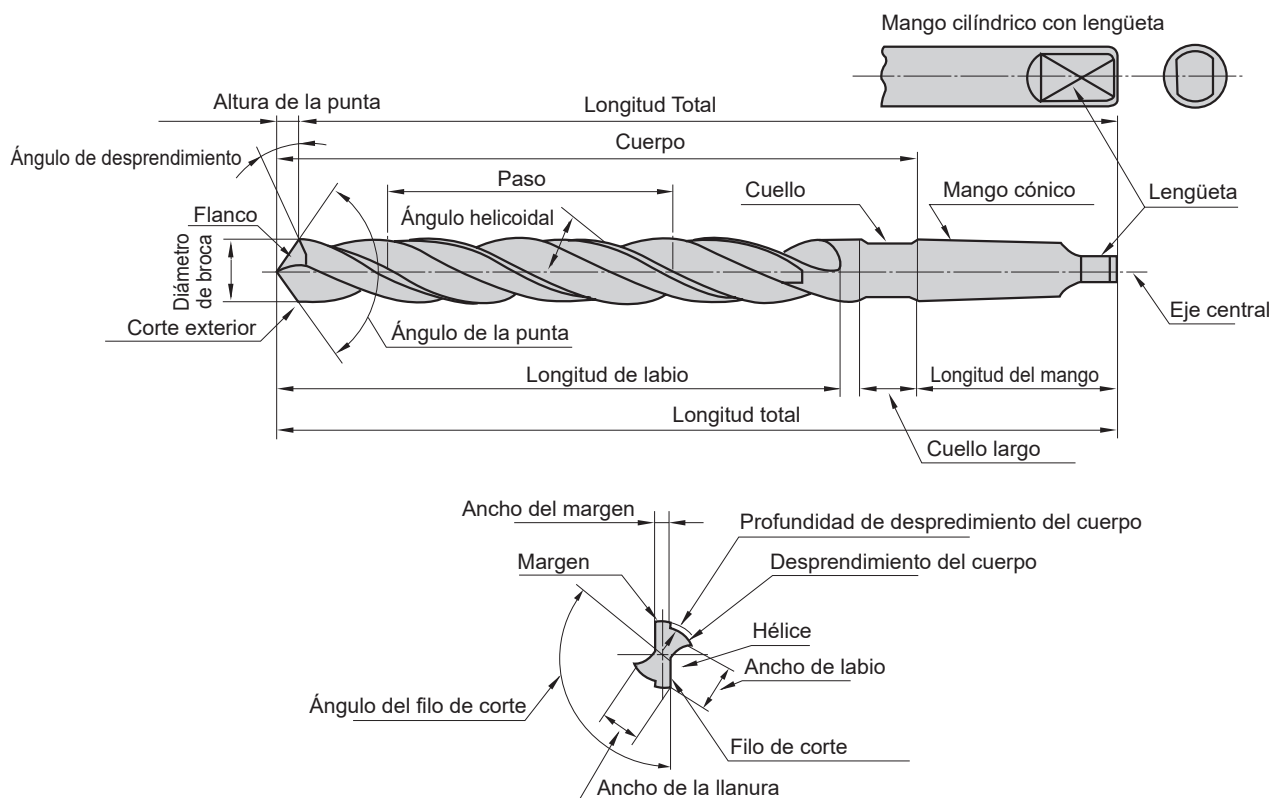
Al perforar, el filo de la broca puede sufrir astillamiento, roturas y daños anormales. En tales casos, es importante mirar con detalle los daños, investigar la causa y tomar contramedidas.



Daño del filo

TERMINOLOGÍA DE BROCAS Y CARACTERÍSTICAS DE CORTE

■ PARTES DE LA BROCA



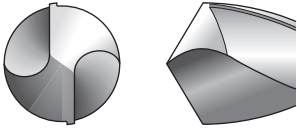
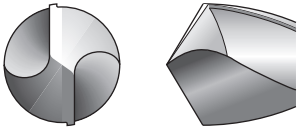
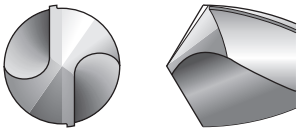
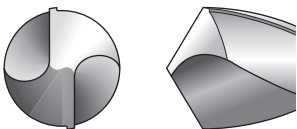
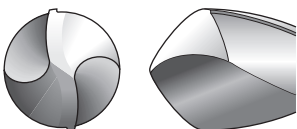
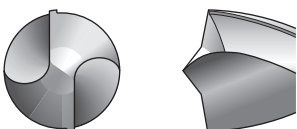
■ ESPECIFICACIONES DE LA FIGURA Y CARACTERÍSTICAS DE CORTE

Ángulo helicoidal	Es la inclinación del labio respecto a la dirección axial de una broca; lo que corresponde al ángulo de desprendimiento de un inserto. El ángulo de desprendimiento de una broca, varía de acuerdo con la posición del filo de corte, y disminuye en cuanto la circunferencia se aproxima al centro. El filo del cincel tiene un rango negativo de ángulo. Material de gran dureza Pequeña ◀◀ Ángulo de desprendimiento ▶▶ Grande Material blando (Aluminio, etc.)
Longitud de labio	Está determinada por la profundidad del agujero, longitud del casquillo y límite del reafilado. Ya que tiene una gran influencia en la vida útil de la broca; es necesario minimizarla tanto como sea posible.
Ángulo de la punta	En general, el ángulo es de 118°, pero varía según las aplicaciones. Material blando, con buena maquinabilidad. Pequeña ◀◀ Ángulo de la punta ▶▶ Grande Para material duro y mecanizado de alta eficiencia
Espesor de red	Es un elemento importante, que determina la rigidez y la formación de las virutas en la broca. El espesor de la red se ajusta de acuerdo con la aplicación. Baja resistencia al corte Baja rigidez Buena formación de viruta Material con buena maquinabilidad } Delgado ◀◀ Espesor de la red ▶▶ Grueso { Gran resistencia al corte Alta rigidez Mala formación de viruta Material de gran dureza, perforado de agujeros cruzados, etc.
Margen	La punta determina el diámetro de la broca y tiene la función de guía durante el perforado. El ancho del margen determina el rozamiento en el perforado de un agujero. Mala guía Pequeña ◀◀ Ancho de margen ▶▶ Grande Buena guía
Conicidad del diámetro	Para reducir la fricción con el interior del agujero, la parte desde la punta al mango es ligeramente cónica. El ángulo generalmente se representa por la cantidad de reducción del diámetro con respecto a la longitud del labio, que es aproximadamente de 0.04—0.1mm. Se fija a un valor superior para brocas de alta eficiencia.

■ GEOMETRÍA DEL FILO Y SU INFLUENCIA

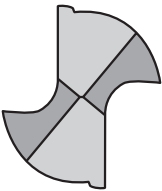
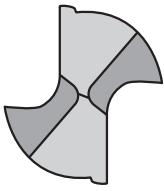
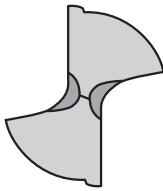
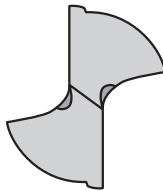
Tal como se muestra en la tabla de abajo, es posible seleccionar la geometría del filo más adecuada para las diferentes aplicaciones. Si se selecciona la geometría de filo de corte más adecuada puede obtenerse la mayor eficacia de mecanizado y la mayor precisión de agujero.

● Formas de los filos de corte

Nombre del afilado	Figura	Características y efecto	Aplicación
Cónica		El flanco es cónico y el ángulo de desprendimiento, aumenta hacia el centro de la broca.	Uso general
Plana		- El flanco es liso. - Afilado rápido.	Principalmente para brocas de diámetro pequeño
Tres ángulos de graduación		- Al no haber filo de corte, los resultados son una fuerza centrípeta muy elevada y un agujero con sobretamaño - Requiere una afiladora especial. - Afilado superficial de tres lados.	Para operaciones de perforado que requieren alta precisión del agujero y precisión de posicionamiento.
Punto de la hélice		- Para aumentar el ángulo de ataque cerca del centro de la broca, se recomienda un afilado cónico combinado con un labio irregular. - Borde de corte tipo S con gran fuerza centrípeta y precisión de mecanizado.	Para perforado de alta precisión.
Labio radial		- El borde de corte está afilado centrípetamente para dispersar la carga. - Gran precisión de mecanizado y aspereza superficial. - Para agujeros pasantes, rebabas pequeñas en la base. - Requiere una afiladora especial.	- Fundición, Aleaciones de aluminio - Para placas de fundición. - Acero
Broca de punto central		Esta geometría tiene ángulo de punto de dos etapas para mejor concentricidad y una reducción del choque al sacar la pieza de trabajo.	Para perforado de chapas delgadas.

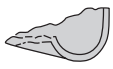
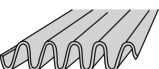
■ ESPESOR DEL NÚCLEO

El rango del ángulo del filo de corte de una broca se reduce en el centro y este pasa a ser un ángulo negativo en el filo del cincel. Durante el perforado, el centro de la broca realiza el trabajo, generando una resistencia del 50—70%. El adelgazamiento del núcleo es muy efectivo para la reducción de la resistencia de corte de una broca, la remoción rápida de las virutas en el filo del cincel y un mejor centrado inicial.

Figura				
	TIPO X	TIPO XR	TIPO S	TIPO N
Características	La carga de empuje se reduce sustancialmente, y el desempeño del corte se mejora. Esto es muy efectivo cuando el núcleo es delgado.	El mecanizado es un poco peor que con el tipo X, pero el filo de corte está más reforzado y se puede aplicar en un mayor tipo de operaciones.	Diseño mas popular, fácil forma de filo.	Es efectivo cuando el núcleo es comparativamente ancho.
Aplicaciones principales	Perforado en general y de agujeros profundos.	Mayor vida útil. Perforado en general y acero inoxidable.	Perforado en general, en acero, fundición y metales no ferrosos.	Perforado profundo.

TERMINOLOGÍA DE BROCAS Y CARACTERÍSTICAS DE CORTE

■ VIRUTAS DE PERFORADO

Tipos de virutas	Figura	Características y fácil clasificación
Espiral cónica		Las virutas con forma helicoidal hechas con el filo de corte se curvan en los labios. Las virutas de este tipo son producidas cuando el avance de materiales nodulares es pequeño. Si la viruta se rompe después de giros bruscos, el desempeño de control de viruta es satisfactorio.
Paso largo		La viruta generada sale sin formar bucles. Puede enroscarse fácilmente alrededor de la broca.
Abanico		Esta es una viruta rota por el alojamiento causado en el labio de la broca y la pared de un agujero hecho. Esto es generado cuando el avance es alto.
Segmento		Una viruta con forma de espiral cónica que se rompe antes que la viruta se convierta en forma de picos largos por la resistencia causada por la pared del agujero de la broca debido a la insuficiencia de ductilidad. Excelente descarga y desalojamiento de rebaba.
Zig-zag		Una viruta que es enrollada y doblada debido a la forma del labio y las características del material. Esto fácilmente causa atascamiento de virutas en los labios.
En aguja		Las virutas rotas por la vibración o rotas cuando los materiales frágiles se curvan con un radio pequeño. El desempeño de corte es satisfactorio, pero estas virutas se pueden ir acumulando y crear atascamientos.

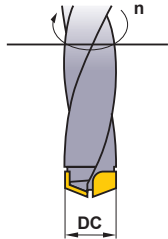
FÓRMULAS PARA PERFORADO

■ VELOCIDAD DE CORTE (vc)

$$vc = \frac{\pi \cdot DC \cdot n}{1000} \text{ (m/min)}$$

vc (m/min) : Velocidad de corte
 π (3.14) : Pi
DC (mm) : Diámetro de broca
n (min⁻¹) : Velocidad del husillo principal

*Dividir por 1,000 para pasar de m a mm.



(Problema) ¿Cuál es la velocidad de corte cuando la velocidad del eje principal es 1350min⁻¹ y el diámetro de la broca es 12mm ?

(Respuesta) Sustituir $\pi=3.14$, DC=12, n=1350 en la fórmula.

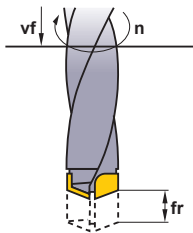
$$vc = \frac{\pi \cdot DC \cdot n}{1000} = \frac{3.14 \times 12 \times 1350}{1000} = 50.9 \text{ m/min}$$

La velocidad es 50.9m/min.

■ AVANCE DEL EJE PRINCIPAL (vf)

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

vf (mm/min) : Velocidad de avance del eje principal (eje Z)
fr (mm/rev) : Avance por vuelta
n (min⁻¹) : Velocidad del husillo principal



(Problema) ¿Cuál es el avance del eje (vf) cuando el avance por revolución es 0.2mm/rev. y la velocidad del eje principal es 1350min⁻¹ ?

(Respuesta) Sustituir fr=0.2, n=1350 en la fórmula.

$$vf = fr \times n = 0.2 \times 1350 = 270 \text{ mm/min}$$

El avance del eje es 270mm/min.

■ TIEMPO DE PERFORADO (Tc)

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

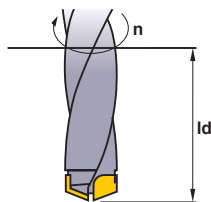
Tc (min) : Tiempo de perforado
n (min⁻¹) : Velocidad del husillo
ld (mm) : Profundidad del agujero
fr (mm/rev) : Avance por vuelta
i : Cantidad de agujeros

(Problema) ¿Cuál es el tiempo necesario para perforar un agujero de 30mm de longitud en acero aleado con una velocidad de corte de 50m/min y avance de 0.15mm/rev. ?

(Respuesta) Velocidad del husillo $n = \frac{50 \times 1000}{15 \times 3.14} = 1061.57 \text{ min}^{-1}$

$$Tc = \frac{30 \times 1}{1061.57 \times 0.15} = 0.188$$

$$= 0.188 \times 60 \approx 11.3 \text{ sec}$$



LISTA DE REFERENCIA CRUZADA DE MATERIALES METÁLICOS

■ ACERO AL CARBONO

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

■ ACERO ALEADO

Japón	Alemania		Reino Unido		Francia	Italia	España	Suecia	E.E.U.U.	China
JIS	W-nr.	DIN	BS	EN	AFNOR	UNI	UNE	SS	AISI/SAE	GB
SM400A, SM400B SM400C	1.0144	St.44.2	4360 43 C	—	E28-3	—	—	1412	A573-81	—
SM490A, SM490B SM490C	1.0570	St52-3	4360 50 B	—	E36-3	Fe52BFN Fe52CFN	—	2132	—	—
—	1.0841	St52-3	150M19	—	20MC5	Fe52	F.431	2172	5120	—
—	1.0904	55Si7	250A53	45	55S7	55Si8	56Si7	2085	9255	55Si2Mn
—	1.0961	60SiCr7	—	—	60SC7	60SiCr8	60SiCr8	—	9262	—
SUJ2	1.3505	100Cr6	534A99	31	100C6	100Cr6	F.131	2258	ASTM 52100	GCr15
—	1.5415	15Mo3	1501-240	—	15D3	16Mo3KW	16Mo3	2912	ASTM A204Gr.A	—
—	1.5423	16Mo5	1503-245-420	—	—	16Mo5	16Mo5	—	4520	—
—	1.5622	14Ni6	—	—	16N6	14Ni6	15Ni6	—	ASTM A350LF5	—
—	1.5662	X8Ni9	1501-509-510	—	—	X10Ni9	XBNI09	—	ASTM A353	—
SNC236	1.5710	36NiCr6	640A35	111A	35NC6	—	—	—	3135	—
SNC415(H)	1.5732	14NiCr10	—	—	14NC11	16NiCr11	15NiCr11	—	3415	—
SNC815(H)	1.5752	14NiCr14	655M13	36A	12NC15	—	—	—	3415, 3310	—
SNCM220(H)	1.6523	21NiCrMo2	805M20	362	20NCD2	20NiCrMo2	20NiCrMo2	2506	8620	—
SNCM240	1.6546	40NiCrMo22	311-Type 7	—	—	40NiCrMo2(KB)	40NiCrMo2	—	8740	—
—	1.6587	17CrNiMo6	820A16	—	18NCD6	—	14NiCrMo13	—	—	—
SCr415(H)	1.7015	15Cr3	523M15	—	12C3	—	—	—	5015	15Cr

Japón	Alemania		Reino Unido		Francia	Italia	España	Suecia	E.E.U.U.	China
JIS	W-nr.	DIN	BS	EN	AFNOR	UNI	UNE	SS	AISI/SAE	GB
SCr440	1.7045	42Cr4	—	—	—	—	42Cr4	2245	5140	40Cr
SUP9(A)	1.7176	55Cr3	527A60	48	55C3	—	—	—	5155	20CrMn
SCM415(H)	1.7262	15CrMo5	—	—	12CD4	—	12CrMo4	2216	—	—
—	1.7335	13CrMo4 4	1501-620Gr27	—	15CD3.5 15CD4.5	14CrMo45	14CrMo45	—	ASTM A182 F11, F12	—
—	1.7380	10CrMo910	1501-622 Gr31, 45	—	12CD9 12CD10	12CrMo9 12CrMo10	TU.H	2218	ASTM A182 F.22	—
—	1.7715	14MoV63	1503-660-440	—	—	—	13MoCrV6	—	—	—
—	1.8523	39CrMoV13 9	897M39	40C	—	36CrMoV12	—	—	—	—
—	1.6511	36CrNiMo4	816M40	110	40NCD3	38NiCrMo4(KB)	35NiCrMo4	—	9840	—
—	1.6582	34CrNiMo6	817M40	24	35NCD6	35NiCrMo6(KB)	—	2541	4340	40CrNiMoA
SCr430(H)	1.7033	34Cr4	530A32	18B	32C4	34Cr4(KB)	35Cr4	—	5132	35Cr
SCr440(H)	1.7035	41Cr4	530M40	18	42C4	41Cr4	42Cr4	—	5140	40Cr
—	1.7131	16MnCr5	(527M20)	—	16MC5	16MnCr5	16MnCr5	2511	5115	18CrMn
SCM420 SCM430	1.7218	25CrMo4	1717CDS110 708M20	—	25CD4	25CrMo4(KB)	55Cr3	2225	4130	30CrMn
SCM432 SCCRM3	1.7220	34CrMo4	708A37	19B	35CD4	35CrMo4	34CrMo4	2234	4137 4135	35CrMo
SCM 440	1.7223	41CrMo4	708M40	19A	42CD4TS	41CrMo4	42CrMo4	2244	4140 4142	40CrMoA
SCM440(H)	1.7225	42CrMo4	708M40	19A	42CD4	42CrMo4	42CrMo4	2244	4140	42CrMo 42CrMnMo
—	1.7361	32CrMo12	722M24	40B	30CD12	32CrMo12	F.124.A	2240	—	—
SUP10	1.8159	50CrV4	735A50	47	50CV4	50CrV4	51CrV4	2230	6150	50CrVA
—	1.8509	41CrAlMo7	905M39	41B	40CAD6 40CAD2	41CrAlMo7	41CrAlMo7	2940	—	—
—	1.2067	100Cr6	BL3	—	Y100C6	—	100Cr6	—	L3	CrV, 9SiCr
SKS31 SKS2, SKS3	1.2419	105WCr6	—	—	105WC13	100WCr6 107WCr5KU	105WCr5	2140	—	CrWMo
SKT4	1.2713	55NiCrMoV6	BH224/5	—	55NCDV7	—	F.520.S	—	L6	5CrNiMo
—	1.5662	X8Ni9	1501-509	—	—	X10Ni9	XBNI09	—	ASTM A353	—
—	1.5680	12Ni19	—	—	Z18N5	—	—	—	2515	—
—	1.6657	14NiCrMo134	832M13	36C	—	15NiCrMo13	14NiCrMo131	—	—	—
SKD1	1.2080	X210Cr12	BD3	—	Z200C12	X210Cr13KU X250Cr12KU	X210Cr12	—	D3 ASTM D3	Cr12
SKD11	1.2601	X153CrMoV12	BD2	—	—	X160CrMoV12	—	—	D2	Cr12MoV
SKD12	1.2363	X100CrMoV5	BA2	—	Z100CDV5	X100CrMoV5	F.5227	2260	A2	Cr5Mo1V
SKD61	1.2344	X40CrMoV51 X40CrMoV51	BH13	—	Z40CDV5	X35CrMoV05KU X40CrMoV51KU	X40CrMoV5	2242	H13 ASTM H13	4Cr5MoSiV1
SKD2	1.2436	X210CrW12	—	—	—	X215CrW121KU	X210CrW12	2312	—	—
—	1.2542	45WCrV7	BS1	—	—	45WCrV8KU	45WCrSi8	2710	S1	—
SKD5	1.2581	X30WCrV93	BH21	—	Z30WCV9	X28W09KU	X30WCrV9	—	H21	30WCrV9
—	1.2601	X165CrMoV12	—	—	—	X165CrMoW12KU	X160CrMoV12	2310	—	—
SKS43	1.2833	100V1	BW2	—	Y1105V	—	—	—	W210	V
SKH3	1.3255	S 18-1-2-5	BT4	—	Z80WKCV	X78WCo1805KU	HS18-1-1-5	—	T4	W18Cr4VCo5
SKH2	1.3355	S 18-0-1	BT1	—	Z80WCV	X75W18KU	HS18-0-1	—	T1	—
SCMnH/1	1.3401	G-X120Mn12	Z120M12	—	Z120M12	XG120Mn12	X120MN12	—	—	—
SUH1	1.4718	X45CrSi93	401S45	52	Z45CS9	X45CrSi8	F.322	—	HW3	X45CrSi93
SUH3	1.3343	S6-5-2	4959BA2	—	Z40CSD10	15NiCrMo13	—	2715	D3	—
SKH9, SKH51	1.3343	S6/5/2	BM2	—	Z85WDCV	HS6-5-2-2	F.5603	2722	M2	—
—	1.3348	S 2-9-2	—	—	—	HS2-9-2	HS2-9-2	2782	M7	—
SKH55	1.3243	S6/5/2/5	BM35	—	6-5-2-5	HS6-5-2-5	F.5613	2723	M35	—

LISTA DE REFERENCIA CRUZADA DE MATERIALES METÁLICOS

■ ACERO INOXIDABLE (FERRÍTICO, MARTENSÍTICO)

Japón	Alemania		Reino Unido		Francia	Italia	España	Suecia	E.E.U.U.	China
JIS	W-nr.	DIN	BS	EN	AFNOR	UNI	UNE	SS	AISI/SAE	GB
SUS403	1.4000	X7Cr13	403S17	—	Z6C13	X6Cr13	F.3110	2301	403	0Cr13 1Cr12
—	1.4001	X7Cr14	—	—	—	—	F.8401	—	—	—
SUS416	1.4005	X12CrS13	416S21	—	Z11CF13	X12CrS13	F.3411	2380	416	—
SUS410	1.4006	X10Cr13	410S21	56A	Z10C14	X12Cr13	F.3401	2302	410	1Cr13
SUS430	1.4016	X8Cr17	430S15	60	Z8C17	X8Cr17	F.3113	2320	430	1Cr17
SCS2	1.4027	G-X20Cr14	420C29	56B	Z20C13M	—	—	—	—	—
SUS420J2	1.4034	X46Cr13	420S45	56D	Z40CM Z38C13M	X40Cr14	F.3405	2304	—	4Cr13
—	1.4003	—	405S17	—	Z8CA12	X6CrAl13	—	—	405	—
—	1.4021	—	420S37	—	Z8CA12	X20Cr13	—	2303	420	—
SUS431	1.4057	X22CrNi17	431S29	57	Z15CNi6.02	X16CrNi16	F.3427	2321	431	1Cr17Ni2
SUS430F	1.4104	X12CrMoS17	—	—	Z10CF17	X10CrS17	F.3117	2383	430F	Y1Cr17
SUS434	1.4113	X6CrMo17	434S17	—	Z8CD17.01	X8CrMo17	—	2325	434	1Cr17Mo
SCS5	1.4313	X5CrNi134	425C11	—	Z4CND13.4M	(G)X6CrNi304	—	2385	CA6-NM	—
SUS405	1.4724	X10CrA113	403S17	—	Z10C13	X10CrA112	F.311	—	405	0Cr13Al
SUS430	1.4742	X10CrA118	430S15	60	Z10CAS18	X8Cr17	F.3113	—	430	Cr17
SUH4	1.4747	X80CrNiSi20	443S65	59	Z80CSN20.02	X80CrSiNi20	F.320B	—	HNv6	—
SUH446	1.4762	X10CrA124	—	—	Z10CAS24	X16Cr26	—	2322	446	2Cr25N
SUH35	1.4871	X53CrMnNiN219	349S54	—	Z52CMN21.09	X53CrMnNiN219	—	—	EV8	5Cr2Mn9Ni4N
—	1.4521	X1CrMoTi182	—	—	—	—	—	2326	S44400	—
—	1.4922	X20CrMoV12-1	—	—	—	X20CrMoNi1201	—	2317	—	—
—	1.4542	—	—	—	Z7CNU17-04	—	—	—	630	—

■ ACERO INOXIDABLE (AUSTENÍTICO)

Japón	Alemania		Reino Unido		Francia	Italia	España	Suecia	E.E.U.U.	China
JIS	W-nr.	DIN	BS	EN	AFNOR	UNI	UNE	SS	AISI/SAE	GB
SUS304L	1.4306	X2CrNi1911	304S11	—	Z2CN18.10	X2CrNi18.11	—	2352	304L	0Cr19Ni10
SUS304	1.4350	X5CrNi189	304S11	58E	Z6CN18.09	X5CrNi1810	F.3551 F.3541 F.3504	2332	304	0Cr18Ni9
SUS303	1.4305	X12CrNiS188	303S21	58M	Z10CNF18.09	X10CrNiS18.09	F.3508	2346	303	1Cr18Ni9MoZr
SUS304L	—	—	304C12	—	Z3CN19.10	—	—	2333	—	—
SCS19	1.4306	X2CrNi189	304S12	—	Z2CrNi1810	X2CrNi18.11	F.3503	2352	304L	—
SUS301	1.4310	X12CrNi177	—	—	Z12CN17.07	X12CrNi1707	F.3517	2331	301	Cr17Ni7
SUS304LN	1.4311	X2CrNiN1810	304S62	—	Z2CN18.10	—	—	2371	304LN	—
SUS316	1.4401	X5CrNiMo1810	316S16	58J	Z6CND17.11	X5CrNiMo1712	F.3543	2347	316	0Cr17Ni11Mo2
SCS13	1.4308	G-X6CrNi189	304C15	—	Z6CN18.10M	—	—	—	—	—
SCS14	1.4408	G-X6CrNiMo1810	316C16	—	—	—	F.8414	—	—	—
SCS22	1.4581	G-X5CrNiMoNb1810	318C17	—	Z4CNDNb1812M	XG8CrNiMo1811	—	—	—	—
SUS316LN	1.4429	X2CrNiMoN1813	—	—	Z2CND17.13	—	—	2375	316LN	0Cr17Ni13Mo
—	1.4404	—	316S13	—	Z2CND17.12	X2CrNiMo1712	—	2348	316L	—
SCS16	1.4435	X2CrNiMo1812	316S13	—	Z2CND17.12	X2CrNiMo1712	—	2353	316L	0Cr27Ni12Mo3
SUS316L	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	1.4436	—	316S13	—	Z6CND18-12-03	X8CrNiMo1713	—	2343, 2347	316	—
SUS317L	1.4438	X2CrNiMo1816	317S12	—	Z2CND19.15	X2CrNiMo1816	—	2367	317L	00Cr19Ni13Mo
—	1.4539	X1NiCrMo	—	—	Z6CNT18.10	—	—	2562	UNS V 0890A	—
SUS321	1.4541	X10CrNiTi189	321S12	58B	Z6CNT18.10	X6CrNiTi1811	F.3553 F.3523	2337	321	1Cr18Ni9Ti
SUS347	1.4550	X10CrNiNb189	347S17	58F	Z6CNNb18.10	X6CrNiNb1811	F.3552 F.3524	2338	347	1Cr18Ni11Nb
—	1.4571	X10CrNiMoTi1810	320S17	58J	Z6CNDT17.12	X6CrNiMoTi1712	F.3535	2350	316Ti	Cr18Ni12Mo2T
—	1.4583	X10CrNiMoNb1812	—	—	Z6CNDNb1713B	X6CrNiMoNb1713	—	—	318	Cr17Ni12Mo3Mb

Japón	Alemania		Reino Unido		Francia	Italia	España	Suecia	E.E.U.U.	China
JIS	W-nr.	DIN	BS	EN	AFNOR	UNI	UNE	SS	AISI/SAE	GB
SUH309	1.4828	X15CrNiSi2012	309S24	—	Z15CNS20.12	X6CrNi2520	—	—	309	1Cr23Ni13
SUH310	1.4845	X12CrNi2521	310S24	—	Z12CN2520	X6CrNi2520	F.331	2361	310S	OCr25Ni20
SCS17	1.4406	X10CrNi18.08	—	58C	Z1NCUDU25.20	—	F.8414	2370	308	—
—	1.4418	X4CrNiMo165	—	—	Z6CND16-04-01	—	—	—	—	—
—	1.4568 1.4504	—	316S111	—	Z8CNA17-07	X2CrNiMo1712	—	—	17-7PH	—
—	1.4563	—	—	—	Z1NCUDU31-27-03 Z1CNDU20-18-06AZ	—	—	2584 2378	NO8028 S31254	—
SUS321	1.4878	X12CrNiTi189	321S32	58B, 58C	Z6CNT18.12B	X6CrNiTi18 11	F.3523	—	321	1Cr18Ni9Ti

■ ACEROS RESISTENTES AL CALOR

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

■ FUNDICIÓN GRIS

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

■ FUNDICIÓN NODULAR

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

■ FUNDICIÓN MALEABLE

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

ACERO DE MATRIZ

Clasificación	JIS (Otros)	Aichi Steel Works	Uddeholm	Kobe Steel	Sumitomo Metal Industries	Daido Steel	Nippon Koshuha	Hitachi Metals	Mitsubishi Steel Manufacturing
Acero al carbono para estructuras	S50C	AUK1		KTSM2A	SD10	PDS1	KPM1		MT50C
	I			KTSM21	SD17	PXZ			
	S55C			KTSM22	SD21				
Acero aleado para estructuras	SCM440	AUK11		KTSM3A	SD61	PDS3			
	I			KTSM31					
	SCM445		HOLDAX						
Acero al C para herramientas	SK3	SK3				YK3	K3	YC3	
Acero aleado para herramientas (Trabajo en frío)	SKS3	SKS3				GOA	KS3	SGT	
	SKS31					GO31	K31		
	SKS93	SK301				YK30	K3M	YCS3	
	SKD1						KD1	CRD	
	SKD11	SKD11		KAD181		DC11	KD11	SLD	
	SKD11	AUD11				DC3	KD11V	SLD2	
	SKD11						KDQ		
	SKD12		RIGOR			DC12	KD12	SCD	
		SX4							
		SX44							
		SX105V					FH5		
		TCD							
						DC53	KD21	SLD8	
						PD613			
						GO4		ACD37	
						GO5		HMD5	
						GO40F		HPM2T	
								YSM	
								HPM31	
								HMD1	
							KDM5	HMD5	
Acero aleado para herramientas (Trabajo en frío y otros)	(P20)		IMPAX	KTSM3M		PX5	KPM30	HPM2	MT24M
	(P20)							HPM7	
	(P21)			KTSM40EF		NAK55	KAP	HPM1	
				KTSM40E		NAK80	KAP2	HPM50	
Acero aleado para herramientas (Trabajo en caliente)						GLD2		CENA1	
	SKD4					DH4	KD4	YDC	
	SKD5					DH5	KD5	HDC	
	SKD6					DH6	KD6		
	SKD61	SKD61	Over M Suprem			DHA1	KDA	DAC	
	SKD61						MFA		
	SKD62	SKD62				DH62	KDB	DBC	
	SKT4					GFA	KTV	DM	
	SKD7					DH72	KDH1	YEM	
	(H10)					DH73			
	SKD8					DH41	KDF	MDC	
			QRO80M						
								YHD40	
						DH71			
						DH42			
						DH21			
							KDW		
							KDHM		
							AE31		
								YEM4	
	SKT4	SKT4A						YHD50	
	6F4	MPH						YHD26	
	SKT4								
						DH31	KDA1	DAC3	
							KDA5	DAC10	
								DAC40	
						GF78		DAC45	
						DH76		DAC55	
							TD3	FDAC	
						DH2F	KDAS	YHD3	
								MDC-K	
								YEM-K	

Clasificación	JIS (Otros)	Aichi Steel Works	Uddeholm	Kobe Steel	Sumitomo Metal Industries	Daido Steel	Nippon Koshuha	Hitachi Metals	Mitsubishi Steel Manufacturing
Acero rápido para herramientas	SKH51					MH51	H51	YXM1	
	SKH55					MH55	HM35	YXM4	
	SKH57					MH57	MV10	XVC5	
						MH8	NK4	YXM60	
						MH24			
						MH7V1			
						MH64			
						VH54	HV2	XVC11	
							HM3	YXM7	
						MH85	KDMV	YXR3	
						MH88	HM9TL	YXR4	
								YXR7	
								YXR35	
Acero rápido sinterizado para herramientas			ASP23	KHA32		DEX20		HAP10	
			ASP30	KHA30		DEX40		HAP40	
				KHA3VN		DEX60		HAP50	
				KHA30N		DEX70		HAP63	
				KHA33N		DEX80		HAP72	
				KHA50					
				KHA77					
Acero inoxidable			ASP60	KHA60					
	SUS403					GLD1			
	SUS420		STAVAX			S—STAR	KSP1	HPM38	
	SUS440C		ELMAX (Polvo)	KAS440 (Polvo)		SUS440C	KSP3		
	SUS420							SUS420	
	SUS630 (414)					NAK101	U630	PSL	
Acero martensítico envejecido						MAS1C	KMS18—20	YAG	DMG300
Aleaciones termo-resistentes								HRNC	

RUGOSIDAD

RUGOSIDAD

(Del JIS B 601-1994)

Tipo	Código	Descripción	Ejemplo de medida (Figura)
Rugosidad teórica	Ra	Ra es el valor obtenido en la fórmula siguiente y expresado en micrones. Medida aritmética de los valores absolutos de las desviaciones del perfil, en los límites de la longitud básica. Se expresa y=f (x): $Ra = \frac{1}{l} \int_0^l f(x) dx$	
Altura máxima	Rz	Rz es la distancia máxima entre la línea de cresta mayor y el valle más profundo, tomados en la dirección de la línea principal de la muestra, y expresada en micrones (μm). Nota) Al calcular Rz, es posible encontrar una porción sin ningún valle o cresta excepcionalmente altos o profundos; lo cual puede ser tomado como un defecto. $Rz = Rp + Rv$	
Valor de la rugosidad en los diez puntos	RzJIS	RzJIS es la suma de los valores absolutos de las alturas de las cinco crestas (Yp) y de la profundidad de los cinco valles (Yv) más profundos; medidos en dirección vertical de la muestra y expresada en micrones (μm). $RzJIS = \frac{(Yp1 + Yp2 + Yp3 + Yp4 + Yp5) + (Yv1 + Yv2 + Yv3 + Yv4 + Yv5)}{5}$	Yp1, Yp2, Yp3, Yp4, Yp5 : alturas de las cinco cresta más altas de la porción correspondiente a la longitud de referencia l. Yv1, Yv2, Yv3, Yv4, Yv5 : alturas de los cinco valles más profundos de la porción correspondiente a la longitud de referencia l.

RELACIÓN ENTRE RUGOSIDAD TEÓRICA (Ra) Y DESIGNACIÓN CONVENCIONAL (DATO DE REFERENCIA)

Rugosidad teórica Ra		Altura máxima Rz	Valor de la rugosidad en los diez puntos RzJIS	Longitud de muestreo para Rz • RzJIS l (mm)	Marca de terminación convencional
Series estándar	Valor del corte λc (mm)	Series estándar			
0.012 a	0.08	0.05s	0.05z	0.08	▽▽▽▽
0.025 a	0.25	0.1 s	0.1 z	0.25	
0.05 a		0.2 s	0.2 z		
0.1 a		0.4 s	0.4 z		
0.2 a	0.8	0.8 s	0.8 z	0.8	▽▽▽
0.4 a		1.6 s	1.6 z		
0.8 a		3.2 s	3.2 z		
1.6 a		6.3 s	6.3 z		
3.2 a	2.5	12.5 s	12.5 z	2.5	▽▽
6.3 a		25 s	25 z		
12.5 a	8	50 s	50 z	8	▽
25 a		100 s	100 z		
50 a		200 s	200 z		
100 a	—	400 s	400 z	—	—

*La correlación entre los tres, es sólo por conveniencia y no es exacta.

*Ra: La longitud evaluada de Rz y RzJIS, es el valor límite y la longitud del muestreo multiplicadas por 5, respectivamente.

TABLA DE COMPARACIÓN DE DUREZAS

VALORES DE LAS DUREZAS DEL ACERO

Dureza Brinell (HB)		Dureza Vickers	Dureza Rockwell				Dureza Shore	Resistencia a la tracción (Aprox.)	Dureza Brinell (HB)		Dureza Vickers	Dureza Rockwell				Dureza Shore	Resistencia a la tracción (Aprox.)
Bola de 10mm, Carga: 3000kgf			Escala A, Carga: 60kgf, Punta de diamante	Escala B, Carga: 100kgf, Bola de 1/16"	Escala C, Carga: 150kgf, Punta de diamante	Escala D, Carga: 100kgf, Punta de diamante			Bola de 10mm, Carga: 3000kgf	Bola de metal duro		Escala A, Carga: 60kgf, Punta de diamante	Escala B, Carga: 100kgf, Bola de 1/16"	Escala C, Carga: 150kgf, Punta de diamante	Escala D, Carga: 100kgf, Punta de diamante		
Bola estándar	Bola de metal duro		(HRA)	(HRB)	(HRC)	(HRD)			(HS)	Mpa		Bola estándar	Bola de metal duro	(HRA)	(HRB)		
—	—	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
—	—	—	—	—	—	—	—	—	241	241	253	61.8	100	22.8	42.0	36	800
—	—	677	80.7	—	59.1	70.0	—	—	235	235	247	61.4	99.0	21.7	41.4	35	785
—	601	640	79.8	—	57.3	68.7	77	—	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
—	—	579	78.0	—	54.0	66.1	—	2015	201	201	212	—	93.8	(13.8)	—	31	675
—	534	569	77.8	—	53.5	65.8	71	1985	197	197	207	—	92.8	(12.7)	—	30	655
—	—	533	77.1	—	52.5	65.0	—	1915	192	192	202	—	91.9	(11.5)	—	29	640
—	514	547	76.9	—	52.1	64.7	70	1890	187	187	196	—	90.7	(10.0)	—	—	620
(495)	—	539	76.7	—	51.6	64.3	—	1855	183	183	192	—	90.0	(9.0)	—	28	615
—	—	530	76.4	—	51.1	63.9	—	1825	179	179	188	—	89.0	(8.0)	—	27	600
—	495	528	76.3	—	51.0	63.8	68	1820	174	174	182	—	87.8	(6.4)	—	—	585
(477)	—	516	75.9	—	50.3	63.2	—	1780	170	170	178	—	86.8	(5.4)	—	26	570
—	—	508	75.6	—	49.6	62.7	—	1740	167	167	175	—	86.0	(4.4)	—	—	560
—	477	508	75.6	—	49.6	62.7	66	1740	149	149	156	—	80.8	—	—	23	505
(461)	—	495	75.1	—	48.8	61.9	—	1680	143	143	150	—	78.7	—	—	22	490
—	—	491	74.9	—	48.5	61.7	—	1670	137	137	143	—	76.4	—	—	21	460
—	461	491	74.9	—	48.5	61.7	65	1670	131	131	137	—	74.0	—	—	—	450
444	—	474	74.3	—	47.2	61.0	—	1595	126	126	132	—	72.0	—	—	20	435
—	—	472	74.2	—	47.1	60.8	—	1585	121	121	127	—	69.8	—	—	19	415
—	444	472	74.2	—	47.1	60.8	63	1585	116	116	122	—	67.6	—	—	18	400
—	—	—	—	—	—	—	—	—	111	111	117	—	65.7	—	—	15	385

Nota 1) La lista de arriba es la editada en el Libro de los Metales AMS; con la resistencia a la tracción aproximada en valores métricos y la dureza Brinell por encima del valor recomendado.

Nota 2) 1MPa=1N/mm²

Nota 3) Valores entre son raramente utilizados como referencia. Esta lista ha sido elaborada a partir de las normas JIS del Acero.

TABLA TOLERANCIA DE AGUJEROS

Clasificación de las dimensiones estándar (mm)		Tipos de tolerancias geométricas de agujeros															
>	≤	B10	C9	C10	D8	D9	D10	E7	E8	E9	F6	F7	F8	G6	G7	H6	H7
—	3	+180 +140	+85 +60	+100 +60	+34 +20	+45 +20	+60 +20	+24 +14	+28 +14	+39 +14	+12 +6	+16 +6	+20 +6	+8 +2	+12 +2	+6 0	+10 0
3	6	+188 +140	+100 +70	+118 +70	+48 +30	+60 +30	+78 +30	+32 +20	+38 +20	+50 +20	+18 +10	+22 +10	+28 +10	+12 +4	+16 +4	+8 0	+12 0
6	10	+208 +150	+116 +80	+138 +80	+62 +40	+76 +40	+98 +40	+40 +25	+47 +25	+61 +25	+22 +13	+28 +13	+35 +13	+14 +5	+20 +5	+9 0	+15 0
10	14	+220 +150	+138 +95	+165 +95	+77 +50	+93 +50	+120 +50	+50 +32	+59 +32	+75 +32	+27 +16	+34 +16	+43 +16	+17 +6	+24 +6	+11 0	+18 0
14	18																
18	24	+244 +160	+162 +110	+194 +110	+98 +65	+117 +65	+149 +65	+61 +40	+73 +40	+92 +40	+33 +20	+41 +20	+53 +20	+20 +7	+28 +7	+13 0	+21 0
24	30																
30	40	+270 +170	+182 +120	+220 +120	+119 +80	+142 +80	+180 +80	+75 +50	+89 +50	+112 +50	+41 +25	+50 +25	+64 +25	+25 +9	+34 +9	+16 0	+25 0
40	50	+280 +180	+192 +130	+230 +130													
50	65	+310 +190	+214 +140	+260 +140	+146 +100	+174 +100	+220 +100	+90 +60	+106 +60	+134 +60	+49 +30	+60 +30	+76 +30	+29 +10	+40 +10	+19 0	+30 0
65	80	+320 +200	+224 +150	+270 +150													
80	100	+360 +220	+257 +170	+310 +170	+174 +120	+207 +120	+260 +120	+107 +72	+126 +72	+159 +72	+58 +36	+71 +36	+90 +36	+34 +12	+47 +12	+22 0	+35 0
100	120	+380 +240	+267 +180	+320 +180													
120	140	+420 +260	+300 +200	+360 +200													
140	160	+440 +280	+310 +210	+370 +210	+208 +145	+245 +145	+305 +145	+125 +85	+148 +85	+185 +85	+68 +43	+83 +43	+106 +43	+39 +14	+54 +14	+25 0	+40 0
160	180	+470 +310	+330 +230	+390 +230													
180	200	+525 +340	+355 +240	+425 +240													
200	225	+565 +380	+375 +260	+445 +260	+242 +170	+285 +170	+355 +170	+146 +100	+172 +100	+215 +100	+79 +50	+96 +50	+122 +50	+44 +15	+61 +15	+29 0	+46 0
225	250	+605 +420	+395 +280	+465 +280													
250	280	+690 +480	+430 +300	+510 +300	+271 +190	+320 +190	+400 +190	+162 +110	+191 +110	+240 +110	+88 +56	+108 +56	+137 +56	+49 +17	+69 +17	+32 0	+52 0
280	315	+750 +540	+460 +330	+540 +330													
315	355	+830 +600	+500 +360	+590 +360	+299 +210	+350 +210	+440 +210	+182 +125	+214 +125	+265 +125	+98 +62	+119 +62	+151 +62	+54 +18	+75 +18	+36 0	+57 0
355	400	+910 +680	+540 +400	+630 +400													
400	450	+1010 +760	+595 +440	+690 +440	+327 +230	+385 +230	+480 +230	+198 +135	+232 +135	+290 +135	+108 +68	+131 +68	+165 +68	+60 +20	+83 +20	+40 0	+63 0
450	500	+1090 +840	+635 +480	+730 +480													

Nota) Los valores mostrados en la parte superior de las respectivas líneas, corresponden al valor máximo; mientras que los valores mostrados en la parte inferior de las respectivas líneas, corresponden al valor mínimo.

Unidades : μm

Tipos de tolerancias geométricas de agujeros

H8	H9	H10	JS6	JS7	K6	K7	M6	M7	N6	N7	P6	P7	R7	S7	T7	U7	X7
+14 0	+25 0	+40 0	± 3	± 5	0 -6	0 -10	-2 -8	-2 -12	-4 -10	-4 -14	-6 -12	-6 -16	-10 -20	-14 -24	—	-18 -28	-20 -30
+18 0	+30 0	+48 0	± 4	± 6	+2 -6	+3 -9	-1 -9	0 -12	-5 -13	-4 -16	-9 -17	-8 -20	-11 -23	-15 -27	—	-19 -31	-24 -36
+22 0	+36 0	+58 0	± 4.5	± 7	+2 -7	+5 -10	-3 -12	0 -15	-7 -16	-4 -19	-12 -21	-9 -24	-13 -28	-17 -32	—	-22 -37	-28 -43
+27 0	+43 0	+70 0	± 5.5	± 9	+2 -9	+6 -12	-4 -15	0 -18	-9 -20	-5 -23	-15 -26	-11 -29	-16 -34	-21 -39	—	-26 -44	-33 -51 -38 -56
+33 0	+52 0	+84 0	± 6.5	± 10	+2 -11	+6 -15	-4 -17	0 -21	-11 -24	-7 -28	-18 -31	-14 -35	-20 -41	-27 -48	—	-33 -54	-46 -67 -56 -77
+39 0	+62 0	+100 0	± 8	± 12	+3 -13	+7 -18	-4 -20	0 -25	-12 -28	-8 -33	-21 -37	-17 -42	-25 -50	-34 -59	-39 -64 -45 -70	-51 -76 -61 -86	—
+46 0	+74 0	+120 0	± 9.5	± 15	+4 -15	+9 -21	-5 -24	0 -30	-14 -33	-9 -39	-26 -45	-21 -51	-30 -60 -32 -62	-42 -72 -48 -78	-55 -85 -64 -94	-76 -106 -91 -121	—
+54 0	+87 0	+140 0	± 11	± 17	+4 -18	+10 -25	-6 -28	0 -35	-16 -38	-10 -45	-30 -52	-24 -59	-38 -73 -41 -76	-58 -93 -66 -101	-78 -113 -91 -126	-111 -146 -131 -166	—
+63 0	+100 0	+160 0	± 12.5	± 20	+4 -21	+12 -28	-8 -33	0 -40	-20 -45	-12 -52	-36 -61	-28 -68	-48 -88 -50 -90 -53 -93	-77 -117 -85 -125 -93 -133	-107 -147 -119 -159 -131 -171	—	—
+72 0	+115 0	+185 0	± 14.5	± 23	+5 -24	+13 -33	-8 -37	0 -46	-22 -51	-14 -60	-41 -70	-33 -79	-60 -106 -63 -109 -67 -113	-105 -151 -113 -159 -123 -169	—	—	—
+81 0	+130 0	+210 0	± 16	± 26	+5 -27	+16 -36	-9 -41	0 -52	-25 -57	-14 -66	-47 -79	-36 -88	-74 -126 -78 -130	—	—	—	—
+89 0	+140 0	+230 0	± 18	± 28	+7 -29	+17 -40	-10 -46	0 -57	-26 -62	-16 -73	-51 -87	-41 -98	-87 -144 -93 -150	—	—	—	—
+97 0	+155 0	+250 0	± 20	± 31	+8 -32	+18 -45	-10 -50	0 -63	-27 -67	-17 -80	-55 -95	-45 -108	-103 -166 -109 -172	—	—	—	—

TABLA DE TOLERANCIAS

Clasificación de las dimensiones estándar (mm)		Tipos de tolerancias geométricas de ejes														
>	≤	b9	c9	d8	d9	e7	e8	e9	f6	f7	f8	g5	g6	h5	h6	h7
—	3	−140 −165	−60 −85	−20 −34	−20 −45	−14 −24	−14 −28	−14 −39	−6 −12	−6 −16	−6 −20	−2 −6	−2 −8	0 −4	0 −6	0 −10
3	6	−140 −170	−70 −100	−30 −48	−30 −60	−20 −32	−20 −38	−20 −50	−10 −18	−10 −22	−10 −28	−4 −9	−4 −12	0 −5	0 −8	0 −12
6	10	−150 −186	−80 −116	−40 −62	−40 −76	−25 −40	−25 −47	−25 −61	−13 −22	−13 −28	−13 −35	−5 −11	−5 −14	0 −6	0 −9	0 −15
10	14	−150 −193	−95 −138	−50 −77	−50 −93	−32 −50	−32 −59	−32 −75	−16 −27	−16 −34	−16 −43	−6 −14	−6 −17	0 −8	0 −11	0 −18
14	18															
18	24	−160 −212	−110 −162	−65 −98	−65 −117	−40 −61	−40 −73	−40 −92	−20 −33	−20 −41	−20 −53	−7 −16	−7 −20	0 −9	0 −13	0 −21
24	30															
30	40	−170 −232	−120 −182	−80 −119	−80 −142	−50 −75	−50 −89	−50 −112	−25 −41	−25 −50	−25 −64	−9 −20	−9 −25	0 −11	0 −16	0 −25
40	50	−180 −242	−130 −192													
50	65	−190 −264	−140 −214	−100 −146	−100 −174	−60 −90	−60 −106	−60 −134	−30 −49	−30 −60	−30 −76	−10 −23	−10 −29	0 −13	0 −19	0 −30
65	80	−200 −274	−150 −224													
80	100	−220 −307	−170 −257	−120 −174	−120 −207	−72 −107	−72 −126	−72 −159	−36 −58	−36 −71	−36 −90	−12 −27	−12 −34	0 −15	0 −22	0 −35
100	120	−240 −327	−180 −267													
120	140	−260 −360	−200 −300													
140	160	−280 −380	−210 −310	−145 −208	−145 −245	−85 −125	−85 −148	−85 −185	−43 −68	−43 −83	−43 −106	−14 −32	−14 −39	0 −18	0 −25	0 −40
160	180	−310 −410	−230 −330													
180	200	−340 −455	−240 −355													
200	225	−380 −495	−260 −375	−170 −242	−170 −285	−100 −146	−100 −172	−100 −215	−50 −79	−50 −96	−50 −122	−15 −35	−15 −44	0 −20	0 −29	0 −46
225	250	−420 −535	−280 −395													
250	280	−480 −610	−300 −430	−190 −271	−190 −320	−110 −162	−110 −191	−110 −240	−56 −88	−56 −108	−56 −137	−17 −40	−17 −49	0 −23	0 −32	0 −52
280	315	−540 −670	−330 −460													
315	355	−600 −740	−360 −500	−210 −299	−210 −350	−125 −182	−125 −214	−125 −265	−62 −98	−62 −119	−62 −151	−18 −43	−18 −54	0 −25	0 −36	0 −57
355	400	−680 −820	−400 −540													
400	450	−760 −915	−440 −595	−230 −327	−230 −385	−135 −198	−135 −232	−135 −290	−68 −108	−68 −131	−68 −165	−20 −47	−20 −60	0 −27	0 −40	0 −63
450	500	−840 −995	−480 −635													

Nota) Los valores mostrados en la parte superior de las respectivas líneas, corresponden al valor máximo; mientras que los valores mostrados en la parte inferior de las respectivas líneas, corresponden al valor mínimo.

Unidades : μm

Tipos de tolerancias geométricas de ejes

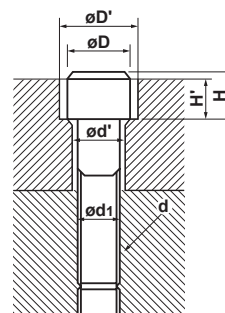
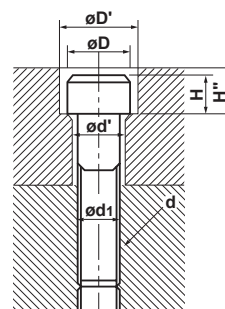
h8	h9	js5	js6	js7	k5	k6	m5	m6	n6	p6	r6	s6	t6	u6	x6
0 -14	0 -25	± 2	± 3	± 5	+4 0	+6 0	+6 +2	+8 +2	+10 +4	+12 +6	+16 +10	+20 +14	—	+24 +18	+26 +20
0 -18	0 -30	± 2.5	± 4	± 6	+6 +1	+9 +1	+9 +4	+12 +4	+16 +8	+20 +12	+23 +15	+27 +19	—	+31 +23	+36 +28
0 -22	0 -36	± 3	± 4.5	± 7	+7 +1	+10 +1	+12 +6	+15 +6	+19 +10	+24 +15	+28 +19	+32 +23	—	+37 +28	+43 +34
0 -27	0 -43	± 4	± 5.5	± 9	+9 +1	+12 +1	+15 +7	+18 +7	+23 +12	+29 +18	+34 +23	+39 +28	—	+44 +33	+51 +40 +56 +45
0 -33	0 -52	± 4.5	± 6.5	± 10	+11 +2	+15 +2	+17 +8	+21 +8	+28 +15	+35 +22	+41 +28	+48 +35	— +54 +41	+54 +41 +61 +48	+67 +54 +77 +64
0 -39	0 -62	± 5.5	± 8	± 12	+13 +2	+18 +2	+20 +9	+25 +9	+33 +17	+42 +26	+50 +34	+59 +43	+64 +48 +70 +54	+76 +60 +86 +70	—
0 -46	0 -74	± 6.5	± 9.5	± 15	+15 +2	+21 +2	+24 +11	+30 +11	+39 +20	+51 +32	+60 +41 +62 +43	+72 +53 +78 +59	+85 +66 +94 +75	+106 +87 +121 +102	—
0 -54	0 -87	± 7.5	± 11	± 17	+18 +3	+25 +3	+28 +13	+35 +13	+45 +23	+59 +37	+73 +51 +76 +54	+93 +71 +101 +79	+113 +91 +126 +104	+146 +124 +166 +144	—
0 -63	0 -100	± 9	± 12.5	± 20	+21 +3	+28 +3	+33 +15	+40 +15	+52 +27	+68 +43	+88 +63 +90 +65 +93 +68	+117 +92 +125 +100 +133 +108	+147 +122 +159 +134 +171 +146	—	—
0 -72	0 -115	± 10	± 14.5	± 23	+24 +4	+33 +4	+37 +17	+46 +17	+60 +31	+79 +50	+106 +77 +109 +80 +113 +84	+151 +122 +159 +130 +169 +140	—	—	—
0 -81	0 -130	± 11.5	± 16	± 26	+27 +4	+36 +4	+43 +20	+52 +20	+66 +34	+88 +56	+126 +94 +130 +98	—	—	—	—
0 -89	0 -140	± 12.5	± 18	± 28	+29 +4	+40 +4	+46 +21	+57 +21	+73 +37	+98 +62	+144 +108 +150 +114	—	—	—	—
0 -97	0 -155	± 13.5	± 20	± 31	+32 +5	+45 +5	+50 +23	+63 +23	+80 +40	+108 +68	+166 +126 +172 +132	—	—	—	—

TAMAÑO DEL ORIFICIO DEL PERNO DE CABEZA HUECA HEXAGONAL

DIMENSIONES DEL ALOJAMIENTO PARA LAS CABEZAS HEXAGONALES DE LOS TORNILLOS

Unidad : mm

Dimensiones nominales de la rosca d	M3	M4	M5	M6	M8	M10	M12	M14	M16	M18	M20	M22	M24	M27	M30
d1	3	4	5	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	27	30
d'	3.4	4.5	5.5	6.6	9	11	14	16	18	20	22	24	26	30	33
D	5.5	7	8.5	10	13	16	18	21	24	27	30	33	36	40	45
D'	6.5	8	9.5	11	14	17.5	20	23	26	29	32	35	39	43	48
H	3	4	5	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	27	30
H'	2.7	3.6	4.6	5.5	7.4	9.2	11	12.8	14.5	16.5	18.5	20.5	22.5	25	28
H''	3.3	4.4	5.4	6.5	8.6	10.8	13	15.2	17.5	19.5	21.5	23.5	25.5	29	32



CONOS ESTÁNDAR

Fig.1
Cono BT

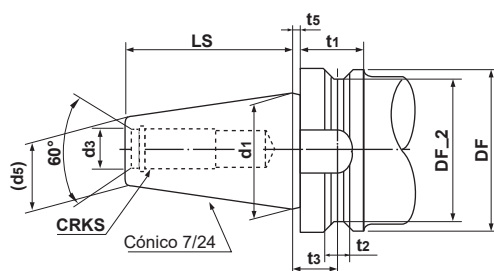
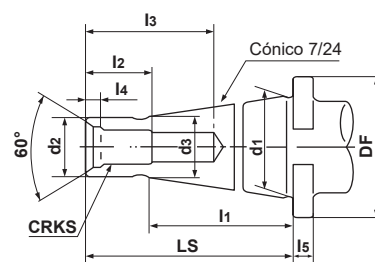


Fig.2
Cono NT



●Tabla 1 Cono BT (Fig.1)

Código	DF	DF_2	t1	t2	t3	t5	d1	d3	LS	CRKS	d5
BT35	53	43	20	10	13.0	2	38.1	13	56.5	M12×1.75	21.62
BT40	63	53	25	10	16.6	2	44.45	17	65.4	M16×2	25.3
BT45	85	73	30	12	21.2	3	57.15	21	82.8	M20×25	33.1
BT50	100	85	35	15	23.2	3	69.85	25	101.8	M24×3	40.1
BT60	155	135	45	20	28.2	3	107.95	31	161.8	M30×3.5	60.7

●Tabla 2 Cono NT (Fig.2)

Código	d1	d2	LS	l1	CRKS		l2	l3	d3	l4	DF	l5
					Rosca Métrica	Rosca en pulgadas						
NT30	31.75	17.4	70	50	M12	W 1/2	24	50	16.5	6	50	8
NT40	44.45	25.3	95	67	M16	W 5/8	30	70	24	7	63	10
NT50	69.85	39.6	130	105	M24	W 1	45	90	38	11	100	13
NT60	107.95	60.2	210	165	M30	W 1 1/4	56	110	58	12	170	15

Fig.3
Cono Morse
(Mango con lengüeta)

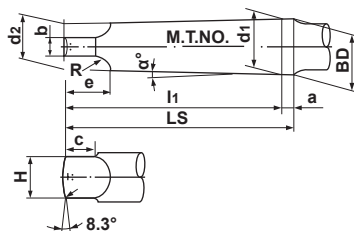
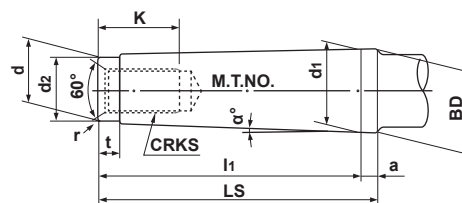


Fig.4
Cono Morse
(Mango con rosca)



●Tabla 3 Mango con lengüeta (Fig.3)

Código de cono morse	α°	d1	a	BD	d2	H	l1	LS	b	c	e	R	r
0	1°29'27"	9.045	3	9.201	6.104	6	56.5	59.5	3.9	6.5	10.5	4	1
1	1°25'43"	12.065	3.5	12.240	8.972	8.7	62.0	65.5	5.2	8.5	13.5	5	1.2
2	1°25'50"	17.780	5	18.030	14.034	13.5	75.0	80.0	6.3	10	16	6	1.6
3	1°26'16"	23.825	5	24.076	19.107	18.5	94.0	99	7.9	13	20	7	2
4	1°29'15"	31.267	6.5	31.605	25.164	24.5	117.5	124	11.9	16	24	8	2.5
5	1°30'26"	44.399	6.5	44.741	36.531	35.7	149.5	156	15.9	19	29	10	3
6	1°29'36"	63.348	8	63.765	52.399	51.0	210.0	218	19	27	40	13	4
7	1°29'22"	83.058	10	83.578	68.185	66.8	286.0	296	28.6	35	54	19	5

●Tabla 4 Mango con rosca (Fig.4)

Código de cono morse	α°	d1	a	BD	d	d2	l1	LS	t	r	CRKS	K
0	1°29'27"	9.045	3	9.201	6.442	6	50	53	4	0.2	—	—
1	1°25'43"	12.065	3.5	12.240	9.396	9	53.5	57	5	0.2	M6	16
2	1°25'50"	17.780	5	18.030	14.583	14	64	69	5	0.2	M10	24
3	1°26'16"	23.825	5	24.076	19.759	19	81	86	7	0.6	M12	28
4	1°29'15"	31.267	6.5	31.605	25.943	25	102.5	109	9	1.0	M16	32
5	1°30'26"	44.399	6.5	44.741	37.584	35.7	129.5	136	9	2.5	M20	40
6	1°29'36"	63.348	8	63.765	53.859	51	182	190	12	4.0	M24	50
7	1°29'22"	83.058	10	83.578	70.052	65	250	260	18.5	5.0	M33	80

UNIDADES DEL SISTEMA INTERNACIONAL

■ TABLA DE CONVERSIÓN para CAMBIO FÁCIL entre UNIDADES DEL SI (El tipo negrita indica la unidad SI)

● Presión

Pa	kPa	MPa	bar	kgf/cm ²	atm	mmH ₂ O	mmHg o Torr
1	1×10 ⁻³	1×10 ⁻⁶	1×10 ⁻⁵	1.01972×10 ⁻⁵	9.86923×10 ⁻⁶	1.01972×10 ⁻¹	7.50062×10 ⁻³
1×10 ³	1	1×10 ⁻³	1×10 ⁻²	1.01972×10 ⁻²	9.86923×10 ⁻³	1.01972×10 ²	7.50062
1×10 ⁶	1×10 ³	1	1×10	1.01972×10	9.86923	1.01972×10 ⁵	7.50062×10 ³
1×10 ⁵	1×10 ²	1×10 ⁻¹	1	1.01972	9.86923×10 ⁻¹	1.01972×10 ⁴	7.50062×10 ²
9.80665×10 ⁴	9.80665×10	9.80665×10 ⁻²	9.80665×10 ⁻¹	1	9.67841×10 ⁻¹	1×10 ⁴	7.35559×10 ²
1.01325×10 ⁵	1.01325×10 ²	1.01325×10 ⁻¹	1.01325	1.03323	1	1.03323×10 ⁴	7.60000×10 ²
9.80665	9.80665×10 ⁻³	9.80665×10 ⁻⁶	9.80665×10 ⁻⁵	1×10 ⁻⁴	9.67841×10 ⁻⁵	1	7.35559×10 ⁻²
1.33322×10 ²	1.33322×10 ⁻¹	1.33322×10 ⁻⁴	1.33322×10 ⁻³	1.35951×10 ⁻³	1.31579×10 ⁻³	1.35951×10	1

Nota 1) 1Pa=1N/m²

● Fuerza

N	dyn	kgf
1	1×10 ⁵	1.01972×10 ⁻¹
1×10 ⁻⁵	1	1.01972×10 ⁻⁶
9.80665	9.80665×10 ⁵	1

● Tensión

Pa	MPa o N/mm ²	kgf/mm ²	kgf/cm ²
1	1×10 ⁻⁶	1.01972×10 ⁻⁷	1.01972×10 ⁻⁵
1×10 ⁶	1	1.01972×10 ⁻¹	1.01972×10
9.80665×10 ⁶	9.80665	1	1×10 ²
9.80665×10 ⁴	9.80665×10 ⁻²	1×10 ⁻²	1

Nota 1) 1Pa=1N/m²

● Trabajo / Energía / Cantidad de calor

J	kW•h	kgf•m	kcal
1	2.77778×10 ⁻⁷	1.01972×10 ⁻¹	2.38889×10 ⁻⁴
3.600 ×10 ⁶	1	3.67098×10 ⁵	8.6000 ×10 ²
9.80665	2.72407×10 ⁻⁶	1	2.34270×10 ⁻³
4.18605×10 ³	1.16279×10 ⁻³	4.26858×10 ²	1

Nota 1) 1J=1W•s, 1J=1N•m

1cal=4.18605J

(Del sistema de pesos y medidas)

● Potencia (Porcentaje de Producción / Potencia motriz) / Porcentaje de flujo de calor

W	kgf•m/s	PS	kcal/h
1	1.01972×10 ⁻¹	1.35962×10 ⁻³	8.6000 ×10 ⁻¹
9.80665	1	1.33333×10 ⁻²	8.43371
7.355 ×10 ²	7.5 ×10	1	6.32529×10 ²
1.16279	1.18572×10 ⁻¹	1.58095×10 ⁻³	1

Nota 1) 1W=1J/s, PS: Caballos de potencia en Francia

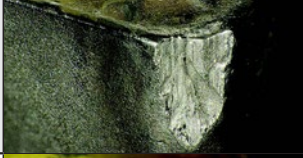
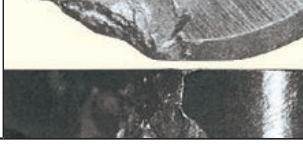
1PS=0.7355kW

(Según ley de pesos y medidas)

1cal=4.18605J

DESGASTE Y ROTURA DE LA HERRAMIENTA

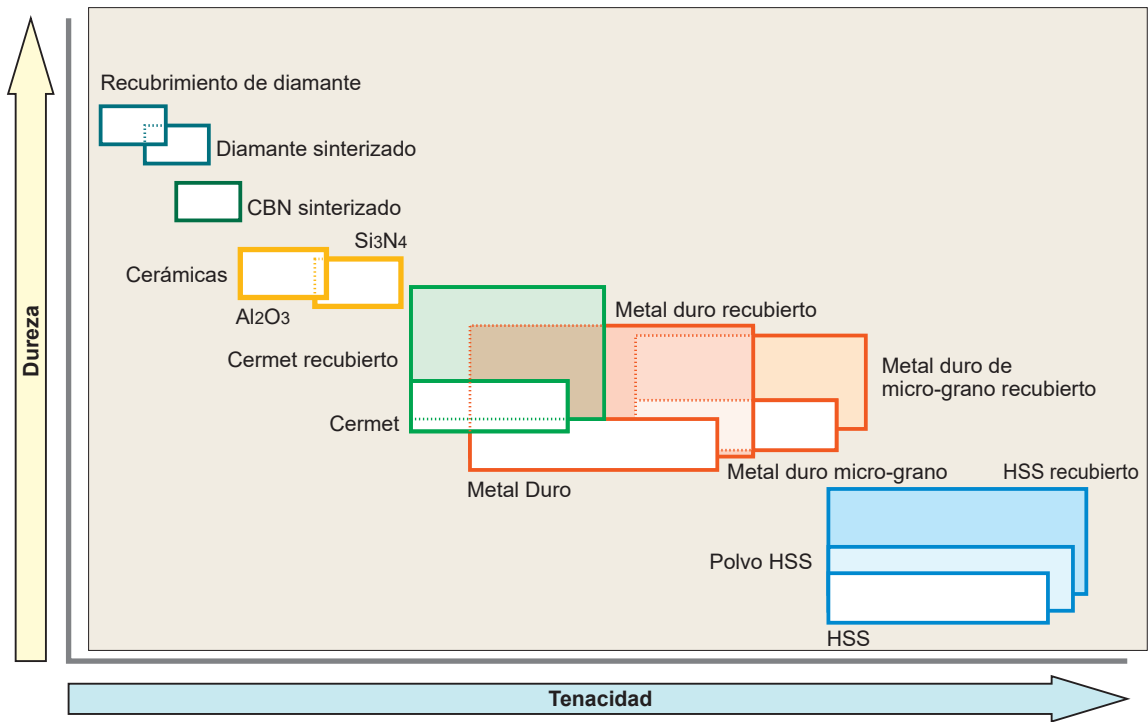
CAUSAS Y CONTRAMEDIDAS

Tipos de daño en los insertos		Causa	Contramedida
Desgaste del flanco		• Grado del inserto demasiado blando. • Velocidad de corte demasiado alta. • Ángulo de desprendimiento demasiado pequeño. • Avance extremadamente bajo.	• Grado de inserto con alta resistencia al desgaste. • Reducir velocidad de corte. • Aumento del ángulo de desprendimiento. • Aumento del avance.
Desgaste en cráter		• Grado del inserto demasiado blando. • Velocidad de corte demasiado alta. • Avance demasiado alto.	• Grado de inserto con alta resistencia al desgaste. • Reducir velocidad de corte. • Reducir avance.
Micro-roturas		• Grado del inserto demasiado duro. • Avance demasiado alto. • Pérdida de la robustez del filo. • Pérdida de la rigidez de la herramienta.	• Grado de inserto de alta tenacidad. • Reducir avance. • Aumento del honing. (Cambio de honing redondeado a honing con chafán.) • Utilizar herramienta de mayor diámetro.
Rotura		• Grado del inserto demasiado dura. • Avance demasiado alto. • Pérdida de la robustez del filo. • Pérdida de la rigidez de la herramienta.	• Grado de inserto de alta tenacidad. • Reducir avance. • Aumento del honing. (Cambio de honing redondeado a honing con chafán.) • Utilizar herramienta de mayor diámetro.
Deformación plástica		• Grado del inserto demasiado blando. • Velocidad de corte demasiado alta. • Profundidad de corte y avance excesivos. • Alta temperatura de corte.	• Grado de inserto con alta resistencia al desgaste. • Reducir velocidad de corte. • Reduzca la profundidad y el avance. • Grado de inserto de alta conductibilidad del calor.
Rotura térmica		• Expansión y contracción debido al calor en el corte. • Grado del inserto demasiado duro. *Especialmente en fresado.	• Corte en seco. (Para corte refrigerado, la pieza debe de estar sumergida en fluido.) • Grado de inserto de alta tenacidad.
Muestras		• Superficies duras, piezas enfriadas rápidamente y capas endurecidas por el mecanizado. • Fricción causada por virutas dentadas. (Causado por una pequeña vibración)	• Grado de inserto de alta resistencia al desgaste. • Aumento del ángulo de desprendimiento para un corte más suave.
Adhesión de material		• Velocidad de corte baja. • Filo de corte poco agudo. • Grado inapropiado.	• Aumento de la velocidad de corte. (Para JIS S45C, velocidad de corte 80m/min.) • Aumento del ángulo de desprendimiento. • Grado de inserto de baja afinidad. (Grado recubierto, grado cermet)
Rotura por escamas		• Adhesión de material en el filo de corte. • Deficiente evacuación de virutas.	• Aumento del ángulo de desprendimiento para un corte más suave. • Agrandar la salida de viruta.
Desgaste de flanco Rotura *Roturas típicas de policristalinos		• Daño debido a la falta de resistencia de un filo redondeado.	• Aumento del honing. • Grado de inserto de alta tenacidad.
Desgaste en cráter Rotura *Roturas típicas de policristalinos		• Grado del inserto demasiado blando. • La resistencia de corte es muy alta y genera mucho calor.	• Reduzca el honing. • Grado de inserto de alta resistencia al desgaste.

MATERIALES DE CORTE

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.

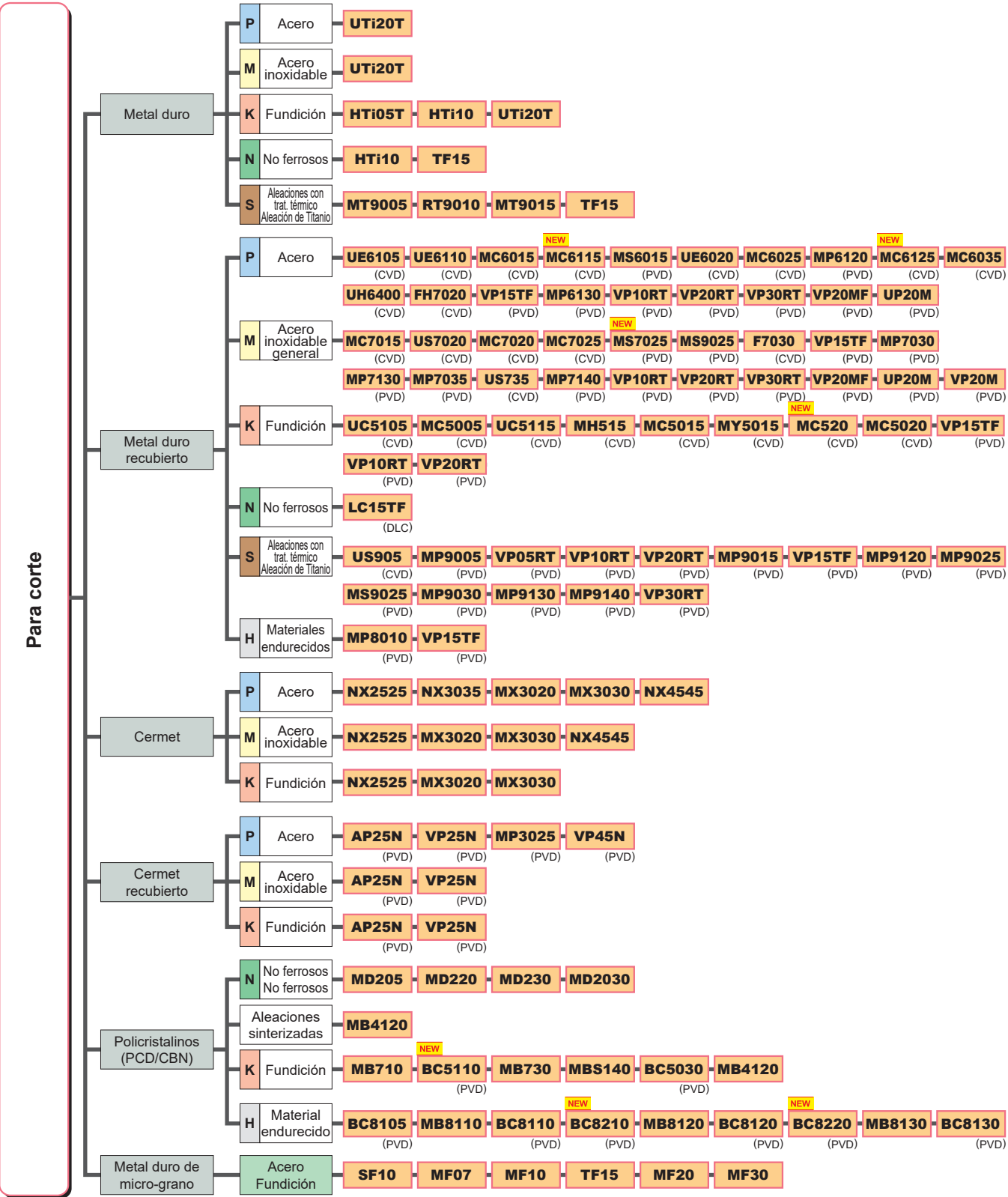


CARACTERÍSTICAS DE LOS GRADOS

Materiales duros	Dureza (HV)	Formación de energía (kcal/g·atom)	Solubilidad en hierro (%.1250°C)	Conductividad térmica (W/m·k)	Expansión térmica (x 10 ⁻⁶ /k)*	Material
Diamond	>9000	—	Altamente soluble	2100	3.1	Diamante sinterizado
CBN	>4500	—	—	1300	4.7	CBN sinterizado
Si3N4	1600	—	—	100	3.4	Cerámicas
Al2O3	2100	-100	≠0	29	7.8	Cerámicas Metal duro
TiC	3200	-35	< 0.5	21	7.4	Cermet Metal duro recubierto
TiN	2500	-50	—	29	9.4	Cermet Metal duro recubierto
TaC	1800	-40	0.5	21	6.3	Metal duro
WC	2100	-10	7	121	5.2	Metal duro

*1W/m·K=2.39×10⁻³cal/cm·sec·°C

GRUPOS DE GRADOS



DATOS TÉCNICOS

Q

TABLA DE COMPARACIÓN DE GRADOS

METAL DURO

	ISO	MITSUBISHI	Sumitomo	Tungaloy	Kyocera	Dijet	MOLDINO	Sandvik	Kennametal	Seco Tools	Iscar
	Clasificación	Símbolo	MATERIALS	Electric							
Torneado	P	P01									
		P10		ST10P	TH10		WS10				IC70
		P20	UTi20T	ST20E	KS20		EX35				IC70 IC50M
		P30	UTi20T	A30 A30N	UX30 KS15F		EX35				IC50M IC54
		P40		ST40E	TX40		EX35				IC54
	M	M10		EH510	TH10		WA10B		KU10 K313 K68	890	IC07
		M20	UTi20T	EH520	KS20		EX35		KU10 K313 K68	HX 883	IC07 IC08 IC20
		M30	UTi20T	A30 A30N	UX30		EX35				IC08 IC20 IC28
		M40			TU40						IC28
	K	K01	HTi05T	H1 H2	KS05F		WH01 WH05		KU10 K313 K68		
		K10	HTi10	EH510	TH10	KW10 GW15	KT9	WH10	KU10 K313 K68	890	IC20
		K20	UTi20T	G10E H10E EH520	KS15F KS20	GW25	KT9	WH20	H13A	HX	IC20
		K30	UTi20T	G10E H10E						883	
	N	N01		H1 H2	KS05F	GW05 KW10		H10			
		N10	HTi10	EH510	TH10	KW10 GW15	KT9	WH10	H10 HBA	KU10 K313 K68	890 IC08 IC20
		N20		G10E EH520	KS15F		KT9	WH20	H10 HBA	KU10 K313 K68	HX KX IC08 IC20
		N30								883	
	S	S01	MT9005			SW05					
		S10	MT9005 RT9010 MT9015	EH510	KS05F TH10	SW10		WH13S	H10A H10F H13A	KU10 K313 K68	HX 883 IC07 IC08
		S20	RT9010 TF15	EH520	KS15F KS20	SW25				KU10 K313 K68	883 IC07 IC08
		S30	TF15								
Fresado	P	P10									
		P20	UTi20T	A30N			EX35		K125M		IC50M IC28
		P30	UTi20T	A30N	UX30		EX35	SM30	GX		IC50M IC28
		P40					EX35				IC28
	M	M10									
		M20	UTi20T	A30N			EX35				IC08 IC20
		M30	UTi20T	A30N			EX35	SM30			IC08 IC28
		M40									IC28
	K	K01	HTi05T						K115M,K313		
		K10	HTi10	G10E	TH10	KW10 GW25	KT9	WH10	K115M K313		IC20
		K20	UTi20T	G10E		GW25	FZ15	WH20	H13A	HX	IC20
		K30	UTi20T								

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

MICRO-GRANO

	ISO Clasificación	ISO Símbolo	MITSUBISHI MATERIALS	Sumitomo Electric	Tungaloy	Kyocera	Dijet	MOLDINO	Sandvik	Kennametal	Seco Tools
Herramientas de corte	Z	Z01	SF10 MF07 MF10	F0	F MD05F MD1508		FZ05 FB05 FB10		NM08	PN90 6UF,H3F 8UF,H6F	
		Z10	HTi10 MF20	XF1 F1 AFU	MD10 MD0508 MD07F	FW30	FZ10 FZ15 FB15	NM10 NM12 NM15	H10F		890
		Z20	TF15 MF30	AF0 SF2 AF1	EM10 MD20 G1F		FZ15 FB15 FB20	BRM20 EF20N	H15F		890 883
		Z30		A1 CC			FZ20 FB20	NM25 NM40			883

CERMET

	ISO Clasificación	ISO Símbolo	MITSUBISHI MATERIALS	Sumitomo Electric	Tungaloy	Kyocera	Dijet	MOLDINO	Sandvik	Kennametal	Seco Tools	Iscar
Torneado	P	P01	AP25N* VP25N*	T1000A	NS520 GT720*	CCX* TN610 PV710* PV30*						IC20N IC520N*
		P10	NX2525 AP25N* VP25N*	T1500A T1500Z*	NS520 NS9530 GT9530* AT9530*	CCX* TN60 TN610 PV710* TN620 PV720*	CX75	CZ25*	CT5015 GC1525*	KT315 KT125	TP1020 TP1030* CM CMP*	IC20N IC520N* IC530N*
		P20	NX2525 AP25N* VP25N* NX3035 MP3025*	T1500A T1500Z* T2500A T2500Z* T3000Z*	NS9530 GT9530* AT9530*	TN60 TN620 PV720* TN6020	CX75 PX90*	CH550	GC1525*	KT325 KT1120 KT5020*	TP1020 TP1030*	IC20N IC520N* IC30N IC530N* IC75T
		P30	MP3025* VP45N*	T3000Z*		PV730* PV90*	PX90*					IC75T
	M	M10	NX2525 AP25N* VP25N*	T1000A T1500Z*		TN60 TN620 PV720* TN6020		CZ25*	GC1525*	KT125	TP1020 TP1030* CM CMP*	
		M20	NX2525 AP25N* VP25N*	T1500A T1500Z*		TN90 TN6020 TN620 PV720* PV90*		CH550				
		M30				PV730*						
	K	K01	NX2525 AP25N*	T1000A	NS520 GT720*	CCX* PV7005*						
		K10	NX2525 AP25N*		NS520 NS9530 GT9530*	CCX* PV7005* TN60		CZ25*	CT5015	KT325 KT125		
		K20	NX2525 AP25N*					CH550				
Fresado	P	P10	NX2525			TN620M TN60	CX75	MZ1000*			C15M	IC30N
		P20	MX3020 NX2525	T250A T2500A		TN100M TN620M TN60	CX75 CX90	CH550 CH7030 MZ1000*	CT530	KT530M HT7 KT605M	C15M MP1020	IC30N
		P30	MX3030 NX4545	T4500A	NS740		CX90	CH7035				IC30N
	M	M10	NX2525			TN60						IC30N
		M20	MX3020 NX2525	T250A T2500A		TN100M	CX75		CT530	KT530M HT7 KT605M	C15M	IC30N
		M30	MX3030 NX4545	T4500A								
	K	K01										
		K10	NX2525			TN60	CX75					
		K20	NX2525				CX75			KT530M HT7		

*Cermet recubierto

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

TABLA DE COMPARACIÓN DE GRADOS

GRADO CVD RECUBIERTO

	Clasificación	ISO	MITSUBISHI	Sumitomo	Tungaloy	Kyocera	Dijet	MOLDINO	Sandvik	Kennametal	Seco Tools	Iscar
		Símbolo	MATERIALS	Electric								
Torneado	P	P01	MC6115 UE6105	AC810P AC8015P	T9105 T9205	CA510 CA5505	JC110V	HG8010	GC4305 GC4415	KCP05B KCP05	TP0501 TP1501	IC9150 IC8150 IC428
		P10	MC6115 UE6105 MC6015 UE6110 MY5015 MC6125	AC810P AC8020P	T9205 T9105 T9115 T9215	CA510 CA5505 CA515 CA5515	JC110V JC215V	HG8010 HG8025 GM8020	GC4315 GC4325 GC4415	KCP10B KCP10 KCP25	TP1501 TP2501	IC9150 IC8150 IC8250
		P20	MC6115 UE6105 MC6015 MC6125 MC6025 UE6020 MY5015	AC8020P AC820P AC2000 AC8025P	T9115 T9125 T9215 T9225	CA025P CA515 CA5515 CA525 CA5525 CR9025	JC110V JC215V	HG8025 GM8020 GM25	GC4315 GC4325 GC4425	KCP25B KCP30B KCP25	TP2501	IC8250 IC9250 IC8350
		P30	MC6125 MC6025 UE6020 MC6035 UH6400	AC6030M AC8035P AC830P AC630M	T9125 T9135 T9225 T9235	CA025P CA525 CA5525 CA530 CA5535 CR9025	JC215V JC325V	GM25 GM8035	GC4325 GC4335 GC4425	KCP30B KCP30	TP3501	IC8350 IC9250 IC9350
		P40	MC6035 UH6400	AC6030M AC8035P AC630M AC830P	T9135 T9235	CA530 CA5535	JC325V	GM8035 GX30	GC4335	KCP40 KCP40B	TP3501 TP40	IC9350
	M	M10	MC7015 US7020	AC610M AC6020M	T6120 T6215	CA6515			GC2015 GC2220	KCM15B KCM15	TM1501 TM2000	IC6015 IC8250
		M20	MC7015 US7020 MC7025	AC6020M AC610M AC6030M AC630M	T6120 T6215	CA6515 CA6525		HG8025 GM25	GC2015 GC2220	KCM15 KCM25B KCP40B	TM2000 TM2501	IC8150 IC6015
		M30	MC7025 US735	AC6030M AC630M	T6130	CA6525		GM8035 GX30	GC2025	KCM35B KCP40	TM4000 TM3501	IC8250 IC6025
		M40	US735	AC6030M AC630M				GX30	GC2025	KCM35B	TM4000 TM3501	IC6025
	K	K01	MC5005 UC5105	AC405K AC410K AC4010K	T505 T515 T5105	CA4505 CA4010 CA310	JC050W JC105V	HX3505	GC3205 GC3210	KCK05B KCK05	TK0501 TH1500	IC5005
		K10	MC5015 MH515 UC5115 MY5015	AC405K AC4010K AC410K AC4015K AC415K	T515 T5115	CA315 CA4515 CA4010 CA4115		HX3515 HG8010	GC3205 GC3210	KCK15B KCK15 KCK20 KC9315 KCK20B	TK0501 TK1501	IC5005 IC5010 IC428
		K20	MC5015 MH515 UC5115 UE6110 MY5015	AC4015K AC415K AC420K AC8025P	T5115 T5125	CA320 CA4515 CA4115 CA4120		HG8025 GM8020	GC3225	KCK20B KCK20 KCPK05	TK1501	IC5010 IC8150
		K30	UE6110	AC8025P	T5125			HG8025 GM8020	GC3225	KCPK05		
	S	S01	MV9005 US905			CA6515 CA6525		HS9105 HS9115	S05F S205			
Fresado	P	P10	MV1020	ACP2000 XCU2500 ACP100							MP1501	IC5400
		P20	MV1020 MC7020 F7030	ACP2000 ACP3000 XCU2500 ACP100	T3130 T3225			GX2140 GF30	GC4220		MP1501 MP2501 T25M	IC5500
		P30	MV1020 MC7020 F7030	ACP3000 XCU2500 ACP100	T3130 T3225			GX2140 GX2160 GF30	GC4330 GC4230	KCPK30 KC930M	MP1501 MP2501 TM25 T350	IC5500
		P40						GX2030 GX2160	GC4340 GC4240	KC935M KC530M	MM4500 T350M	
	M	M10		XCU2500								
		M20	MC7020 F7030	ACP100 ACM200 XCU2500	T3130 T3225	CA6535		AX2040 GX2140		KC925M	MP2501 MS2500 T25M T350M	
		M30	MV1020 MC7020 F7030	ACP100 XCU2500 ACM200	T3130 T3225	CA6535		AX2040 GX2140 GX2160 GX30	GC2040	KC930M	MP2501 T25M T350M	IC5820
		M40						GX2160		KC930M KC935M	MM4500 T350M	
	K	K01										
		K10	MV1020 MC520 MC5020	XCK2000 ACK200	T1215 T1115	CA420M	JC605W	GX2120				
		K20	MV1020 MC520 MC5020	ACK200 XCK2500 XCK2000 ACK200	T1115		JC605W	GX2120	GC3220 GC3330 K20W	KC915M	MP1501	IC5100
		K30							GC3330 GC3040	KC920M KC925M KCPK30 KC930M KC935M	MP1501	IC5100 DT7150

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

GRADO PVD RECUBIERTO

	Clasi- ficación	ISO	MITSUBISHI	Sumitomo	Tungaloy	Kyocera	Dijet	MOLDINO	Sandvik	Kennametal	Seco	Iscar	
		Símbolo	MATERIALS	Electric							Tools		
Torneado	P	P01											
		P10	VP10MF MS6015		AH710	PR1705 PR930 PR1025 PR1115 PR1225 PR1725			GC1125	KCU10 KT315 KC5010 KC5510 KU10T KTP10	CP200 TS2000	IC250 IC507 IC570 IC807 IC907 IC908	
		P20	VP10RT VP20RT VP15TF VP20MF MS6015		AH725 AH120 J740 SH730 SH725	PR930 PR1025 PR1725 PR1115 PR1225 PR1425 PR1535		IP2000	GC1525 GC1125 GC15	KT315 KCS10 KCU10 KC5025 KC5525 KU25T KTP10	TS2500	IC1007 IC250 IC308 IC507 IC807 IC808 IC907 IC908 IC1008 IC1028 IC3028	
		P30	VP10RT VP20RT VP15TF VP20MF MS7025	AC1030U AC530U	AH725 AH120 SH730 GH730 GH130 AH740 J740 SH725 AH7025	PR1025 PR1725 PR1225 PR1425 PR1535 PR1625		IP3000	GC1125	KCU25 KC5525 KU25T	CP500	IC228 IC250 IC328 IC330 IC354 IC528 IC1008 IC1028 IC3028	
		P40			AH740	PR1535					CP500 CP600	IC228 IC328 IC528 IC928 IC1008 IC1028 IC3028	
	M	M01				PR1725	JC5003				CP200 TS2000		
		M10	VP10MF		AH8005 AH630	PR1025 PR1225 PR930 PR1725	JC5003 JC8015 JC5015	IP050S	GC1525 GC1115 GC15 GC1125 GC1105	KCS10 KCU10 KC5010	CP200 TS2000 TS2500	IC354 IC507 IC520 IC807 IC907 IC1007 IC5080T	
		M20	VP10RT VP20RT VP15TF VP20MF MS7025 MS9025	AC1030U AC530U AC6040M	AH725 AH120 SH730 AH630 SH725 AH8015 AH7025	PR1025 PR1225 PR930 PR1535 PR1725	JC5015 JC8015 JC5118	IP100S	GC1525 GC1115 GC15 GC1125	KCU25 KC5025 KCU10 KC5010 KCS10	TS2500 CP500 CP600	IC354 IC808 IC908 IC1008 IC1028 IC3028 IC5080T	
		M30	VP10RT VP20RT VP15TF VP20M VP20MF MS7025 MP7035	AC530U AC1030U AC6040M	AH725 AH120 SH730 J740 AH645 SH725	PR1025 PR1725 PR1535 PR1225	JC5118		GC1125 GC2035	KC5025 KCU25	CP500 CP600	IC228 IC250 IC328 IC330 IC1008 IC1028 IC9080T	
		M40	MP7035	AC530U AC6040M AC1030U	AH645	PR1535 PR1225			GC2035		CP600	IC328 IC928 IC1008 IC1028 IC3028 IC9080T	
	K	K01											
		K10		AC510U	GH110 AH110				GC15	KCU10 KCS10 KC5010 KC5510	CP200 TS2000	IC350 IC910 IC1008	
		K20	VP10RT VP20RT VP15TF	AC1030U AC530U	AH7025 AH120					KCU15 KCU25	CP200 TS2000 TS2500	IC228 IC350 IC808 IC830 IC908 IC1007 IC1008	
		K30	VP10RT VP20RT VP15TF		AH120 GH130					KCU25 KC5525	CP500	IC228 IC350 IC808 IC830 IC908 IC928 IC1007 IC1008	
	S	S01	MP9005 VP05RT	AC510U AC5005S AC5015S	AH8005	PR005S PR015S	JC5003 JC8015 JC5015	JP9105			TH1000	IC507 IC804 IC807 IC907 IC5080T	
		S10	MP9005 MP9015 VP10RT	AC5005S AC510U AC520U AC5015S AC5025S	AH8005 AH8015	PR005S PR015S	JC5003 JC5015 JC8015	JP9115	GC1105	KCU10 KC5010 KCS10	CP200 TS2000 TS2050 TS2500 TH1000	IC507 IC806 IC807 IC903 IC5080T	
		S20	MP9015 MT9015	AC520U AC5015S AC5025S	AH7025 AH8015	PR015S PR1535	JC5015 JC5118		GC1105 GC1115 GC1125 GC15	KCU10 KCU25 KC5025 KCS10 KC5010	TS2000 TS2500 CP200	IC228 IC300 IC328 IC808 IC908 IC928 IC3028 IC806 IC9080T	
		S30	MS9025 MP9025 VP15TF VP20RT	AC1030U	AH630 AH7025	PR015S PR1535	JC5118		GC1125	KCU25 KC5025	CP600	IC928 IC830	
	Fresado	P	P01			AH710 AH110		JC8003	ATH80D JP4105				IC903
			P10		ACU2500	AH120 AH725	PR830 PR1225	JC8003 JC8015 JC5015 JC5118	PN15M PN215 PCA12M JP4115	GC1010 GC1130	KC505M KC715M KC510M KC515M		IC808 IC810 IC900 IC903 IC908 IC910 IC950 IC380

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

Q

Q

Q

Q

CBN

	ISO	MITSUBISHI MATERIALS	Sumitomo Electric	Tungaloy	Kyocera	Dijet	Sandvik	Seco Tools
	Clasificación	Símbolo						
Torneado	H	H01	BC8105 BC8110 MB8110	BNC100 BNX10 BN1000 BNC2010	BXM10 BX310	KBN05M KBN10M KBN510	CB7105	CBN060K
		H10	BC8110 BC8210 BC8120 BC8220 MB8110 MB8120	BNC160 BNX20 BN2000 BNC2020	BXM10 BX330 BX530	KBN05M KBN25M KBN525	JBN300 CB7115 CB7015	CBN010
		H20	BC8210 BC8120 BC8220 MB8120	BNC200 BNX25 BN250 BNC2020	BXM20 BXA20 BX360	KBN525 KBN05M KBN25M	JBN245 CB7125 CB7025 CB20	CBN150 CBN160C
		H30	BC8130 MB8130	BNC300 BN350	BXC50 BX380	KBN35M	CB7135 CB7525	CBN150 CBN160C
	S	S01	MB730	BN700 BN7000	M714B			CBN170
		S10		BNS8125	BX470, BX480			
		S20						
		S30						
	K	K01	MB710 BC5110 MB5015	BN500 BNC500	BX870 BX930 BX910			
		K10	MB730 MB4120	BN700 BN7500 BN7000	BX470 BX480	KBN60M	JBN795 CB7525	
		K20	MB730 MB4120	BN700 BN7000	BX480	KBN60M	JBN500	CBN200
		K30	BC5030 MBS140	BNS800 BNC8115, BNC8125	BX90S BXC90	KBN900	CB7925	CBN300 CBN400C CBN500
	Aleaciones sinterizadas		MB4120	BN7500 BN7000 BNC7115	BX470 BX480	KBN570 KBN70M		CBN200

PCD

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

* A pedido únicamente.

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

Q

Q058

*Inserto con forma redonda.
Nota 1) El cuadro anterior esta basado en información publicada por cada fabricante.

INSERTO POSITIVO DE 7°

Clasificación ISO	Tipo de mecanizado	MITSUBISHI MATERIALS	Sumitomo Electric	Tungaloy	Kyocera	Dijet	MOLDINO	Sandvik	Kennametal	Seco Tools	Walter	TaeguTec
P	Terminación	SMG*	FC*, SC*	JS*, 01*	CF*, CK* GQ*, GF* SKS*, SK*			UM*	LF*		FP2*	SA*
	Terminación Ligero	FP, FV LP, SV	FB, FP, LU LB, SU	PF, PSF PS, PSS, TSF	GP, PP, VF XP		JQ	PF, UF	UF, 11 LF, FP	FF1 F1, MF2	PF4, FP4	FA, FX FG
	Ligero (Con Wiper)	SW	LUW, SDW		WP			WF	FW	W-F1	PF	
	Medio	MV MP, Estándar	GU MU	TM, 23 PM, 24	HQ, MF* XQ, GK	FT	JE	PM, UM PR, UR	MF, MP	M3 F2, M5	FP6, MP4 RP4	PC MT
	Medio (Con Wiper)	MW		SW				WM	MW	W-MF2 W-M3	PM	WT
M	Terminación Ligero	FM LM	FC*, SI* LU LB, SU	PF, PSF PS, PSS	CF*, CK* GQ*, GF* MQ*, SK*		MP	MF, UF	LF, UF FP	F1, F2 MF2	FM2* FM4	FA FG
	Medio	MM Estándar	GU, MU	PM	HQ, GK			MM, UM MR, UR	MP	M3 M5	FM6 MM4, RM4	PC MT
K	Medio	MK, Estándar Sin rompevirutas	MU, Sin rompevirutas*	Sin rompevirutas, CM	Sin rompevirutas*			KF, KM, UM, KR	Sin rompevirutas	F1, M3, M5	FK6, MK4 RK4, RK6	MT
N	Medio	AZ*	AG* AW*	AL*	AP* AH*	ASF*, ALU* ACB*		AL*	HP*	AL*	FN2*, PM2* MN2*	FL*
S	Terminación Ligero	FS*, LS* FS-P*, LS-P* FJ* LS, MS	SI* GU	Estándar	CF*, CK* GQ*, GF* SK*, MQ			UM* UF, MF UM, MM	LF* HP*		FM2* FM4, FM6 MM4, RM4	SA*, FA, FG PC, MT

*Inserto con forma redonda.

Nota 1) El cuadro anterior esta basado en información publicada por cada fabricante.

INSERTO POSITIVO DE 11°

Clasificación ISO	Tipo de mecanizado	MITSUBISHI MATERIALS	Sumitomo Electric	Tungaloy	Kyocera	Dijet	MOLDINO	Sandvik	Kennametal	Seco Tools	Walter	TaeguTec
P	Terminación Ligero	FV, SMG* SV	SI, FK, FB LU, LUW, LB SU, SF	01* PF, PSF PS, PSS, TSF	PP, GP, GF* SKS*, CF*, CK* PF*, XP		JQ	PF	UF, FP FW, LF		FP4	FG PC
	Medio	MV	GU, MU, US	PM TM, 23 24	HQ XQ	BM	JE	PM, UM	MF MP, MW		MP4	
M	Terminación Ligero	SMG* SV	SU	SS* PF, PS	GF*, CK* PF*, GP, CF* SKS*		MP	MF	HP* LF		FM4	PC
	Medio	MV	GU, MU, US	PM, Estándar	HQ			MM			MM4	

*Inserto con forma redonda.

Nota 1) El cuadro anterior esta basado en información publicada por cada fabricante.

