

Manual de Torneamento

Torneamento geral - Cortes e canais - Rosqueamento

Suas condições

Há vários aspectos a considerar antes de iniciar a usinagem.

Peça

- Operação
- Desenho da peça (ex.: grande, delgado)
- Perfil da rosca
- Tamanho do lote
- Exigência de qualidade.

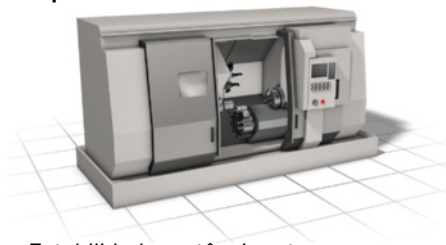


Material

- Usinabilidade (ex.: cavacos fáceis ou difíceis de quebrar)
- Estrutura superficial (ex.: usinada, forjada)
- Dureza.



Máquina



- Estabilidade, potência e torque
- Fixação da peça
- Refrigeração de alta pressão ou normal
- Com ou sem refrigeração.

Índice

1 Torneamento geral	2
Pastilha Wiper (alisadora)	6
Classes e geometrias	7
Impulsionador de produtividade	9
Dicas de aplicação	11
2 Cortes e canais	16
Cortes – Dicas de aplicação	18
Usinagem de canais externos – Dicas de aplicação	22
Usinagem de canais internos – Dicas de aplicação	26
Usinagem de canais frontais – Dicas de aplicação	28
3 Rosqueamento	30
Penetração e tipos de pastilha	33
Classes e geometrias	35
Folga do flanco	36
Dicas de aplicação	38
4 Materiais avançados	39
Dicas de aplicação	40
5 Informações adicionais	42
Vencendo a corrida da produtividade	42
Troca rápida	44
CoroTurn® SL	45
CoroTurn® HP	46
Silent Tools™	48

Torneamento geral

Sistema de ferramentas de primeira escolha

Externo

Interno

Longitudinal e faceamento

Acabamento



T-Max® P com HP*



CoroTurn® 107 com HP*

Desbaste



T-Max® P RC*



T-Max® P com HP*

Perfilamento

Acabamento



CoroTurn® TR



CoroTurn® 107 com HP*

Desbaste



T-Max® P RC*



T-Max® P com HP*

Peças com paredes finas/delgadas

Acabamento



CoroTurn® 107 com HP*

Desbaste



T-Max® P RC*

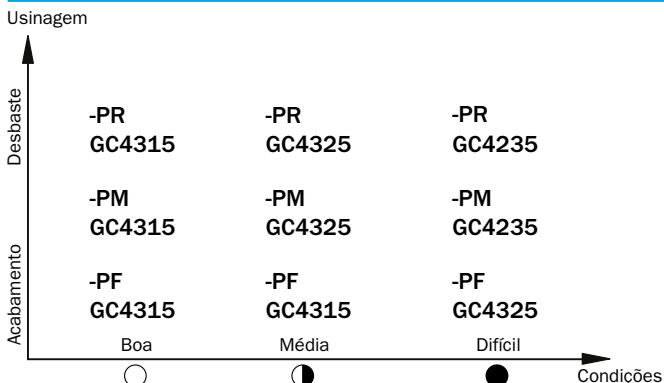
*HP = Refrigeração de alta precisão

*RC = Solução de fixação rígida

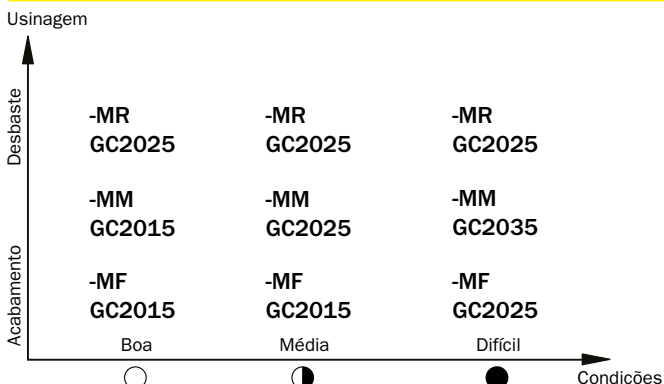
Geometria e classe

Primeira escolha para T-Max P® e CoroTurn® 107

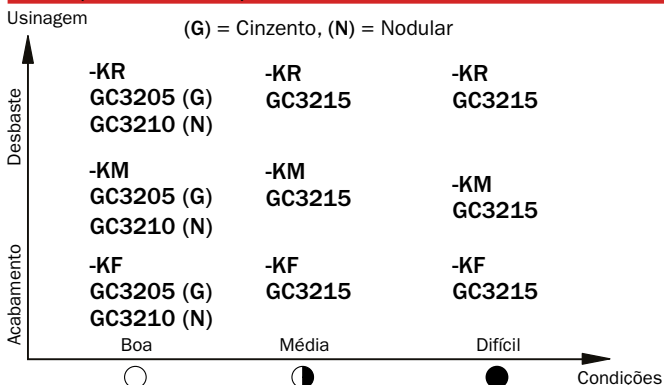
ISO P (aços)



ISO M (aços inoxidáveis)



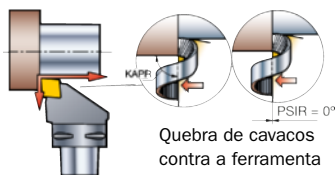
ISO K (ferros fundidos)



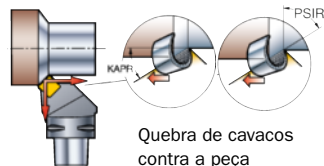
Ângulo de posição KAPR (ataque PSIR)

O ângulo de posição KAPR é o ângulo entre a aresta de corte e a direção de avanço.

Ângulo maior:



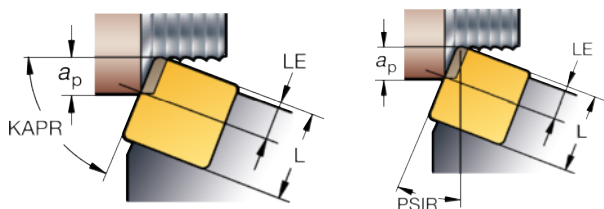
Ângulo menor:



- Ângulo de posição (KAPR) próximo de 90° (PSIR 0°) direcionará as forças na direção do mandril
- Menor tendência à vibração
- Forças de corte mais altas, especialmente na entrada e saída do corte.
- As forças são direcionadas axial e radialmente
- Maior tendência à vibração
- Reduz o desgaste tipo entalhe da pastilha
- Carga reduzida na aresta de corte na entrada/saída

Tamanho da pastilha

- Determine a maior profundidade de corte, a_p
- Determine o comprimento de corte necessário, LE, e considere o ângulo de posição KAPR (ataque PSIR) do porta-ferramenta e a profundidade de corte, a_p .



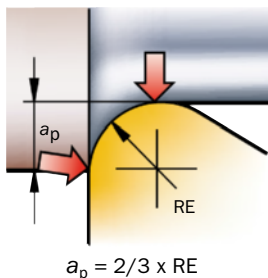
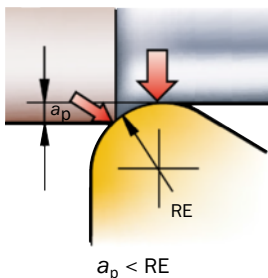
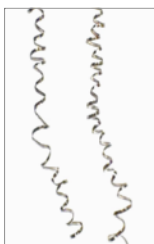
Exemplo para alcançar a_p 5,0 mm (0,197 pol.):

KAPR (PSIR)	LE mm (pol.)	Pastilha:
75° (15°)	5.2 (0.205)	SNMG 1204 / SNMG 43
45° (45°)	7.1 (0.280)	SNMG 1506 / SNMG 54 (menos sensível à quebra da pastilha)

Raio de ponta

- Selecione o maior raio de ponta possível, RE, para obter uma aresta de corte robusta
- Um raio de ponta grande, RE, permite avanços maiores e segurança da aresta
- Selecione o menor raio de ponta, RE, se houver tendência à vibração.

	Raio de ponta, RE, mm (pol.):				
	0,4 (1/64)	0,8 (1/32)	1,2 (3/64)	1,6 (1/16)	2,4 (3/32)
Avanço máx., f_n	0,25–0,35	0,4–0,7	0,5–1,0	0,7–1,3	1,0–1,8
mm/r	0,009–	0,016–	0,020–	0,028–	0,039–
pol./r	0,014	0,028	0,039	0,051	0,071



A profundidade de corte, a_p , deve ser menor que 2/3 do raio de ponta, RE, para evitar vibração e cavacos ruins.

Nota: Para mais informações, consulte adiante o tópico "Impulsor de Produtividade".

Pastilhas Wiper

As pastilhas Wiper são capazes de tornear com altas faixas de avanço sem perder a habilidade de gerar bom acabamento superficial ou quebra de cavacos.

Use a pastilha Wiper como primeira escolha para:

- Aplicações longitudinais e de faceamento
- Set-ups estáveis das peças
- Peças com formato uniforme.

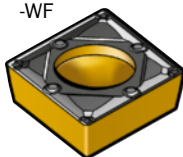
Nota. A pastilha Wiper não é recomendada para usinagem interna com longo balanço, devido à vibração.

-WMX



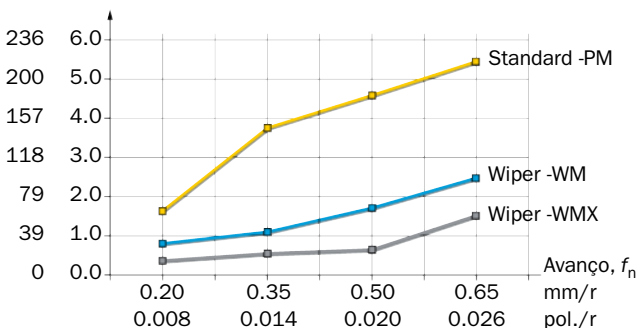
Pastilha -WMX é a primeira escolha dentro da família Wiper negativa.

-WF



Pastilha -WF é a primeira escolha dentro da família Wiper positiva.

Acabamento superficial, R_a



Wiper TECHNOLOGY

Duas vezes o avanço com a wiper irá gerar acabamento superficial igual ou superior às geometrias convencionais com avanço normal.

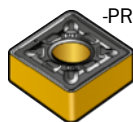
O mesmo avanço com a wiper irá gerar acabamento superficial duas vezes melhor que as geometrias convencionais.

Geometria

Todas as pastilhas têm uma área de trabalho com controle de cavacos otimizado:

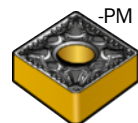
Desbaste

Combinações de profundidade de corte e faixa de avanço maiores. Operações que requerem maior segurança da aresta.



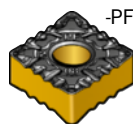
Médio

Operações médias ao desbaste leve. Ampla gama de combinações de profundidade de corte e faixa de avanço.



Acabamento

Operações em pequenas profundidades de corte e baixas faixas de avanço. Operações que requerem baixas forças de corte.



O diagrama abaixo mostra a área de trabalho para uma pastilha CNMG 120408, com base na quebra de cavacos aceitável em relação ao avanço e à profundidade de corte.

A ilustração de cavacos é um exemplo de diagrama e dados de corte:

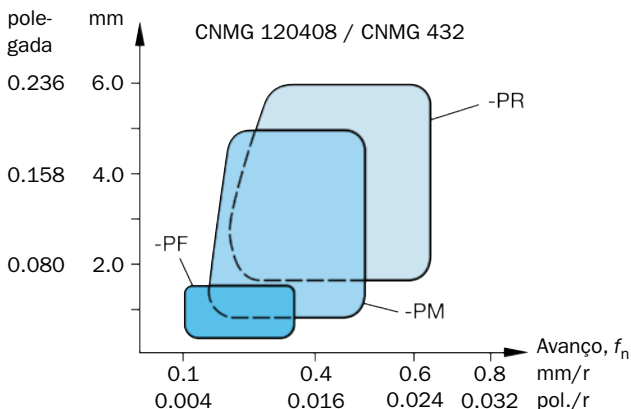


Geometria: -PM

a_p : 3,0 mm (0,118 pol.)

f_n : 0,3 mm/r (0,012 pol./r)

Profundidade de corte, a_p ,



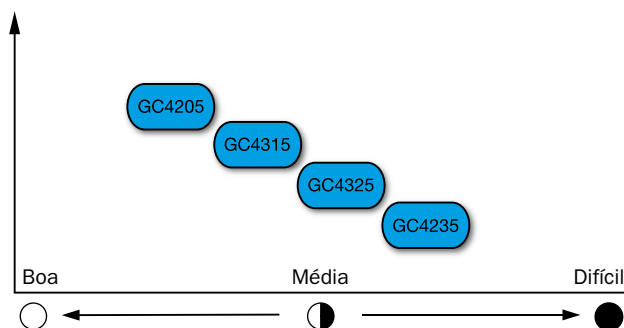
- A primeira escolha é a geometria -PM
- Use a geometria -PR para f_n/a_p altos ou cortes interrompidos
- Use a geometria -PF para f_n/a_p baixos.

Classe

A classe da pastilha é selecionada principalmente de acordo com:

- Peça (material e desenho, ex.: tempos de corte curtos ou longos)
- Aplicação (ex.: desbaste, usinagem média ou acabamento)
- Máquina (estabilidade, ex.: boa, média ou difícil).

Resistência ao calor (desgaste)



Exemplo

- Peça em aço, MC P2.3.Z.AN (CMC 02.12)
- Usinagem média, f_n 0,2–0,4 mm/r (0,008–0,016 pol./r), profundidade de corte, a_p , 2 mm (0,079 pol.)
- Boa estabilidade (fixação, tamanho da peça).

Primeira escolha: Use a classe GC4325 para usinagem segura.

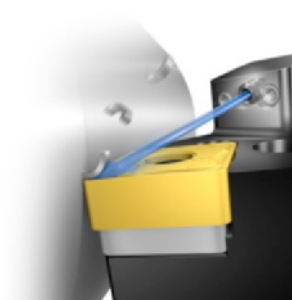
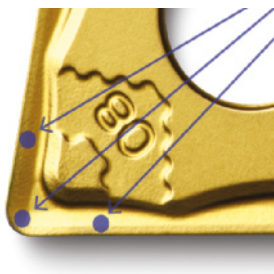
Use a classe GC4315 se houver grande necessidade de resistência ao calor devido ao longo tempo de contato ou velocidade de corte mais alta.

Impulsionador de produtividade

Efeitos de HP (refrigeração de alta pressão/precisão)

Controle de cavacos e vida útil da ferramenta:

- Efeitos positivos vistos com 10 bars (145 psi)
- Ainda mais óbvios com 70 bars (1015 psi)
- Em pressões mais altas, geometrias de pastilha dedicadas para HP aumentam a vida útil da ferramenta.



Segurança do processo

Usar um porta-ferramentas com refrigeração de alta precisão (HP) melhora o controle de cavacos e propicia vida útil previsível da ferramenta. Isso pode ser visto ao trocar de um suporte convencional para um suporte CoroTurn® HP sem alterar nenhum parâmetro de corte.

HP também propicia espaço para velocidade de corte mais alta.

Considere os seguintes fatores para usinagem previsível e produtiva em aços inoxidáveis com quebra de cavacos ruim:

- Aplique alta pressão de refrigeração de 70 bars (1015 psi). As melhorias já são perceptíveis com 35 bars (507 psi).
- Use CoroTurn® HP em combinação com a geometria -MMC.

Aumento da vida útil da ferramenta

Para melhor vida útil da ferramenta:

1. Maximize a_p (para reduzir o número de cortes)
2. Maximize f_n (para tempo de corte mais curto)
3. Reduza v_c (para reduzir o calor)

Profundidade de corte a_p

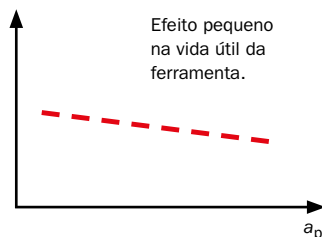
Muito pequena:

- Perda do controle de cavacos
- Vibração
- Calor excessivo
- Não é econômico.

Muito profunda:

- Alto consumo de potência
- Quebra da pastilha
- Maiores forças de corte.

Vida útil da ferramenta



Faixa de avanço f_n

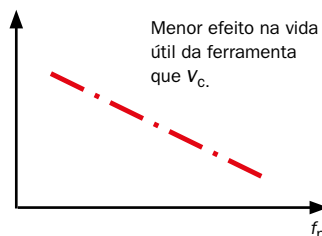
Muito leve:

- Cavacos em forma de fita
- Rápido desgaste de flanco
- Aresta postiça
- Não é econômico.

Muito pesada:

- Perda do controle de cavacos
- Acabamento superficial de má qualidade
- Craterização/deformação plástica
- Alto consumo de potência
- Solda de cavacos
- Martelamento de cavacos.

Vida útil da ferramenta



Velocidade de corte v_c

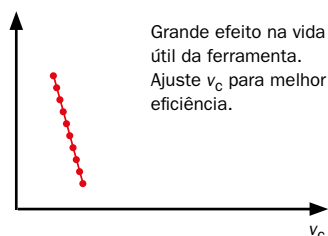
Muito baixa:

- Aresta postiça
- A aresta fica cega
- Não é econômico
- Acabamento superficial insatisfatório.

Muito alta:

- Rápido desgaste de flanco
- Acabamento insatisfatório
- Craterização rápida
- Deformação plástica.

Vida útil da ferramenta



Dicas de aplicação

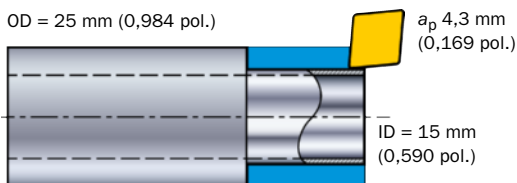
Peças com tendência à vibração

Corte em um passe (por exemplo, um tubo)

A recomendação é usinar tudo em um passe para direcionar a força para o mandril/fuso.

Exemplo:

- Diâmetro externo (OD) de 25 mm (0,984 pol.)
 - Diâmetro interno (ID) de 15 mm (0,590 pol.)
 - Profundidade de corte, a_p , é 4,3 mm (0,169 pol.).
- Espessura resultante do tubo = 0,7 mm (0,028 pol.).

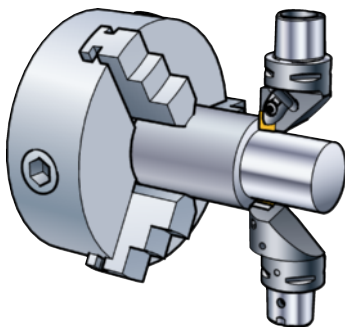


Um ângulo de posição próximo a 90° (ângulo de ataque 0°) pode ser usado para direcionar as forças de corte em direção axial. Reduz a força de deflexão na peça.

Corte em dois passes

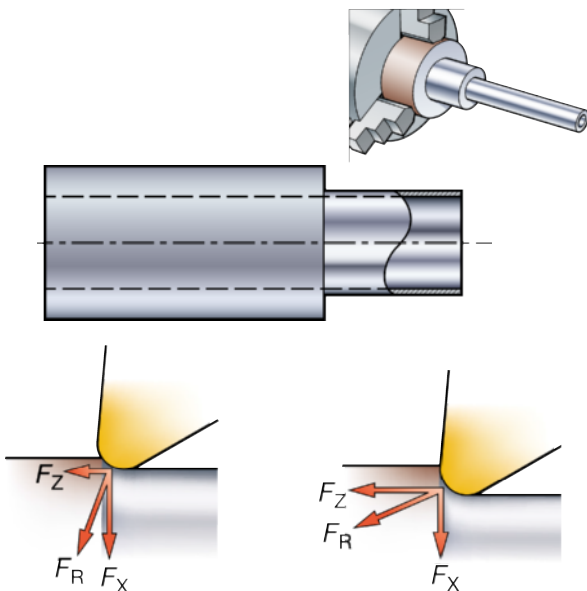
A usinagem com as torres superior e inferior sincronizadas nivelará as forças de corte radiais:

- Evita a vibração e a deflexão da peça.



Peças com paredes finas/delgadas

- Ângulo de posição próximo de 90° (ângulo de ataque 0°)
- Profundidade de corte, a_p , maior que o raio de ponta, RE
- Aresta viva e raio de ponta pequeno, RE
- Considere classe PVD ou Cermet, ex.: CT5015 ou GC1125.



Ângulo de posição (ângulo de ataque):

- Mesmo uma pequena alteração (de um ângulo de $91/-1$ graus para um de $95/-5$ graus) afetará a direção da força de corte durante a usinagem.

Profundidade de corte, a_p , maior que o raio de ponta, RE:

- O a_p maior aumenta a força axial, F_z , e diminui a força de corte radial, F_x , que causa vibração.

Aresta viva e raio de ponta pequeno, RE:

- Gera baixas forças de cortes.

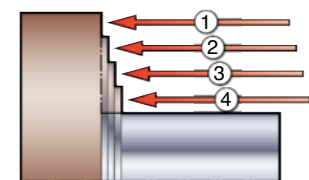
Classe PVD ou Cermet;

- Para propiciar resistência ao desgaste e uma aresta de pastilha viva que é recomendada nesse tipo de operação.

Usinagem/torneamento de cantos a 90 graus

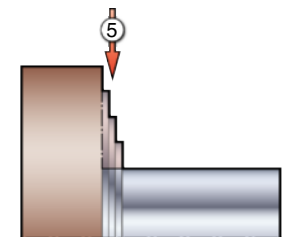
Passo 1-4:

- A distância de cada passo (1-4) deve ser a mesma que a da faixa de avanço para evitar o entupimento de cavacos.



Passo 5:

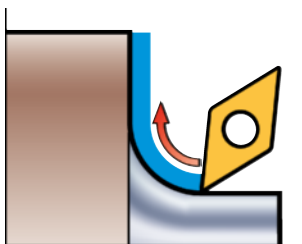
- O corte final deve ser feito na vertical começando do diâmetro externo para o interno.



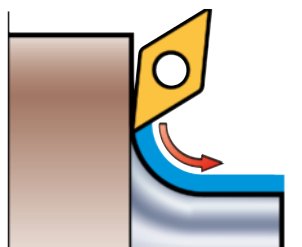
Isso:

- Evita danos na aresta da pastilha
- É muito favorável para pastilhas com cobertura CVD e pode reduzir as quebras consideravelmente!

Problemas também podem ocorrer com cavacos acumulados ao redor do raio, se a usinagem for do diâmetro interno ao externo, no faceamento de cantos a 90 graus.



Alterar o percurso da ferramenta pode reverter a direção dos cavacos e resolver o problema.



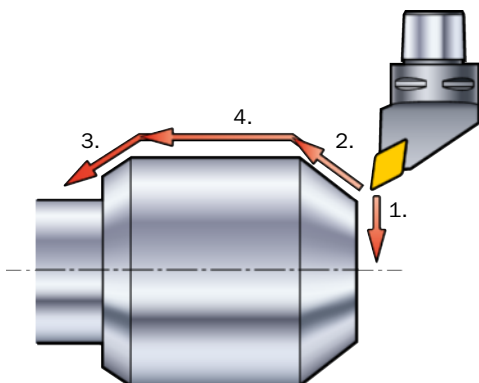
Faceamento

Considerações sobre o processo:

- Inicie com faceamento (1) e o chanfro (2), se possível.

Condições geométricas da peça:

- Inicie com o chanfro (3).



O faceamento deve ser a primeira operação para definir o ponto de referência na peça para o próximo passe.

A formação de rebarbas é frequentemente um problema na extremidade do corte (ao sair da peça). Deixar um chanfro ou um raio (rolagem em um canto) pode minimizar ou evitar a formação de rebarbas.

Um chanfro na peça levará a uma entrada mais suave da aresta da pastilha (tanto em faceamento quanto em torneamento longitudinal).

Cortes interrompidos

- Use uma classe PVD para proporcionar tenacidade à aresta de corte, ex.: GC1125
- Use uma classe CVD fina se o material da peça for muito abrasivo, ex.: GC1515
- Considere um quebra-cavacos robusto, ex.: -QM ou -PR para adicionar resistência suficiente ao lascamento
- Uma recomendação é desativar a refrigeração para evitar trincas térmicas.

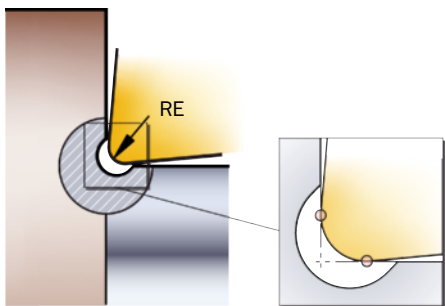


Acabamento de peças com alívio para retificação

Use o maior raio de ponta possível, RE, para torneamento longitudinal e frontal.

- Aresta robusta
- Bom acabamento superficial
- Possibilidade de usar altos avanços.

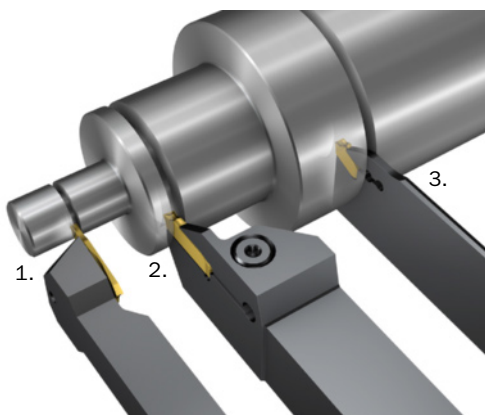
O alívio deve ser feito como a última operação para remover as rebarbas.



Cortes e canais

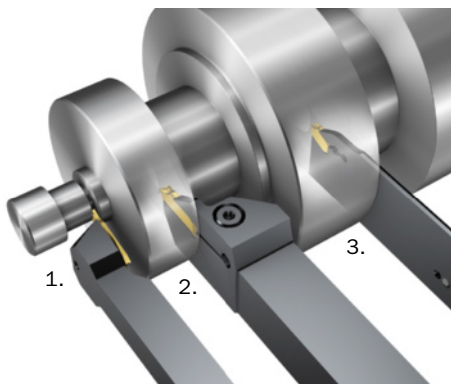
Sistema de primeira escolha

Cortes



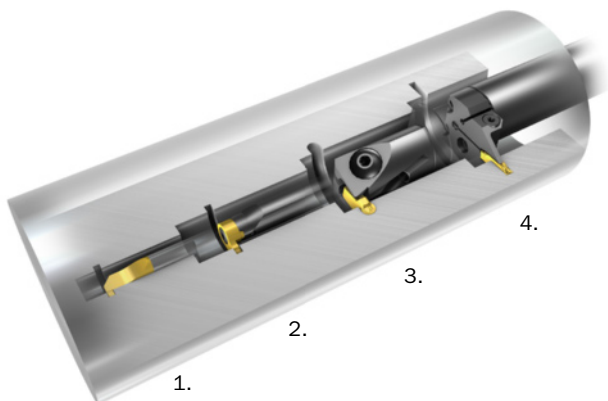
- | | |
|----------------|-------------------------------|
| 1. CoroCut® 3 | DCX Ø ≤12 mm (0,5 pol.) |
| 2. CoroCut® 2 | DCX Ø12-38 mm (0,5–1,5 pol.) |
| 3. CoroCut® QD | DCX Ø38-160 mm (1,5–6,3 pol.) |

Usinagem de canais externos



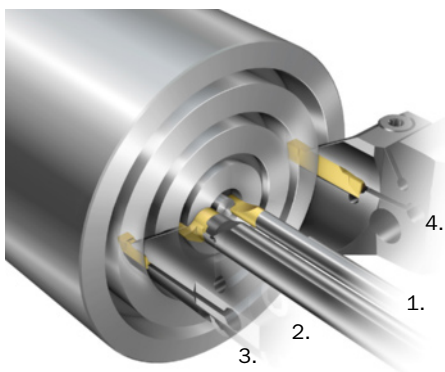
- | | |
|----------------|-------------------------------|
| 1. CoroCut® 3 | CDX 1,5–6 mm (0,06–0,24 pol.) |
| 2. CoroCut® 2 | CDX 13-28 mm (0,5-1,1 pol.) |
| 3. CoroCut® QD | CDX 15–80 mm (0,6–3,15 pol.) |

Usinagem de canais internos



- | | |
|-----------------|---------------------------|
| 1. CoroTurn® XS | DMIN Ø4,2 mm (0,165 pol.) |
| 2. CoroCut® MB | DMIN Ø10 mm (0,394 pol.) |
| 3. T-Max Q-Cut® | DMIN Ø12 mm (0,472 pol.) |
| 4. CoroCut® 2 | DMIN Ø26 mm (1,024 pol.) |

Usinagem de canais frontais



- | | |
|-----------------|---------------------------------|
| 1. CoroTurn® XS | DAXIN Ø1-8 mm (0,04–0,315 pol.) |
| 2. CoroCut® MB | DAXIN Ø8 mm (0,31 pol.) |
| 3. T-Max Q-Cut® | DAXIN Ø16 mm (0,63 pol.) |
| 4. CoroCut® 2 | DAXIN Ø34 mm (1,34 pol.) |

Dicas de aplicação para cortes

Minimize o balanço, OH

Com OH longo:

- Use uma geometria de corte leve, ex.: -CM.

OH inferior a 1,5 x H:

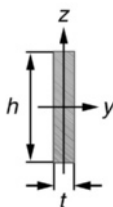
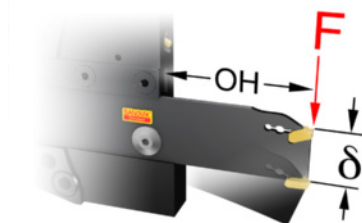
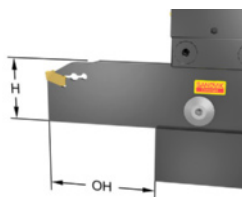
- Use o avanço recomendado para a geometria.

OH maior que 1,5 x H:

- Reduza a faixa de avanço ao mínimo recomendado para a geometria.

O balanço mais curto diminui a deflexão em cúbicos:

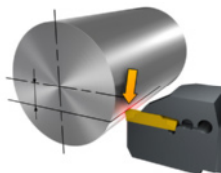
$$\delta = \frac{4 \times F \times OH^3}{t \times h^3}$$



Altura de centro

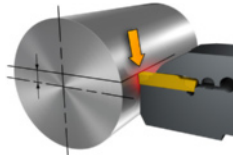
- Altura de centro $\pm 0,1$ mm ($\pm 0,004$ pol.)
- Em longos balanços, ajuste a aresta de corte 0,1 mm (0,004 pol.) acima do centro para compensar a deflexão.

Abaixo do centro causa:



- Aumento de saliências (pip)
- Quebra (forças de corte desfavoráveis).

Acima do centro causa:



- Quebra (em direção ao centro)
- Desgaste rápido do flanco (pouca folga).

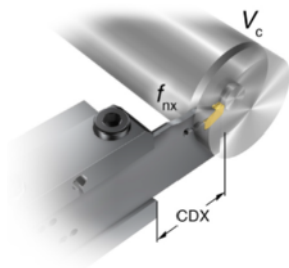
Sempre reduza o avanço antes do centro

Durante o corte das barras, as quebras geralmente ocorrem no centro. Sempre reduza o avanço em 75% cerca de 2 mm (0,08 pol.) antes do centro:

- Avanços mais baixos no centro reduzem as forças e aumentam a vida útil da ferramenta
- Avanços mais altos na periferia melhoram a produtividade e a vida útil da ferramenta
- A redução do avanço aumenta drasticamente a vida útil da ferramenta.

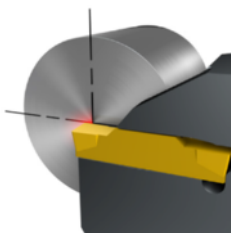
Cálculo da velocidade:

$$v_c = \frac{\pi \times D_m \times n}{1000}$$

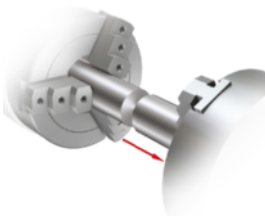


Sempre pare o avanço antes de chegar no centro

- Pare o avanço 0,5 mm (0,02 pol.) antes do centro
- A peça cairá devido à força centrífuga.

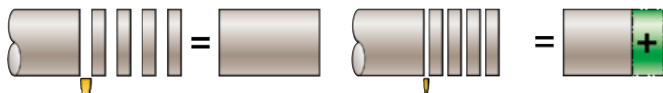


O avanço pelo centro causa a quebra.



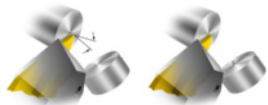
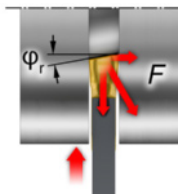
Um subspindle pode ser usado para puxar a peça. Deixe uma saliência (pip) com $\varnothing 1$ mm (0,04 pol.) para ser removido.

Reduza a largura da pastilha para economizar material.



Corte sem saliência (pip)

- O ângulo frontal reduz as saliências (pip) e as rebarbas em um lado
- Use as pastilhas de ângulo frontal somente em balanços curtos
- O ângulo frontal reduz a vida útil da ferramenta e aumenta a deflexão
- Para balanços mais longos, use pastilhas neutras.

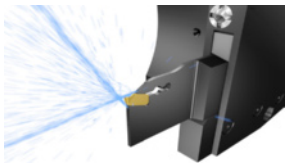


	Ângulo frontal	Neutro
Estabilidade e vida útil da ferramenta	ruim	boa
Forças de corte radiais	baixa	alta
Forças de corte axiais	alta	baixa
Saliência (pip) / rebarbas	pequena	grande
Risco de vibração	alto	baixo
Acabamento superficial e planicidade	ruim	bom
Fluxo de cavacos	ruim	bom

Refrigeração de alta precisão (HP)

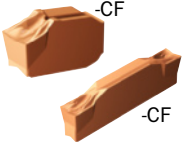
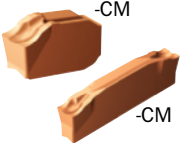
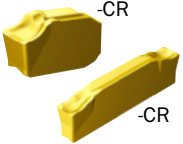
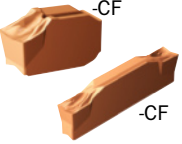
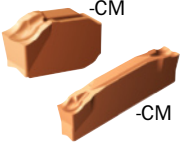
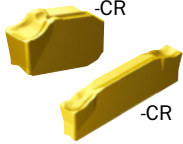
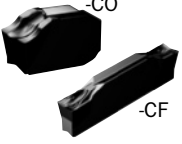
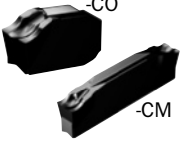
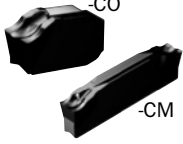
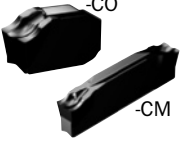
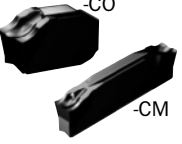
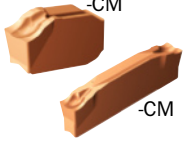
- Acesso à aresta de corte mesmo em canais profundos
- Ferramentas com HP são a primeira escolha para cortes e canais
- Melhora o acabamento superficial e o controle de cavacos
- A refrigeração interna diminui a temperatura
- Ganhos maiores em longo tempo em corte e materiais com baixa condutividade (HRSA, aços inoxidáveis)
- A refrigeração eficiente permite o uso de classes mais tenazes e mantém ou aumenta a vida útil da ferramenta
- A velocidade de corte pode ser 30-50% mais alta ao usar HP
- Desativar a refrigeração no diâmetro quando a máquina alcança sua rpm máxima evita a formação de arestas postiças.

A refrigeração de alta precisão tem um bom efeito também em pressões mais baixas, mas esse efeito é ainda melhor com 20 bars (290 PSI) ou mais.

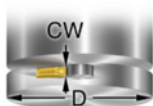


Classes e geometrias

Primeira escolha para cortes

ISO	 Tubos - boas condições			 Barras - boas condições (submandril)			 Barras - condições difíceis		
P Aços	 GC1125			 GC1125			 GC1135/2135		
M Aços inoxidáveis	 GC1125			 GC1125			 GC1135/2135		
N Metais não ferrosos	 GC1105			 GC1105			 GC1105		
S HRSA	 GC1105			 GC1105			 GC1145		

Use a tabela para escolher a largura da pastilha, CW, de acordo com o diâmetro D da peça:



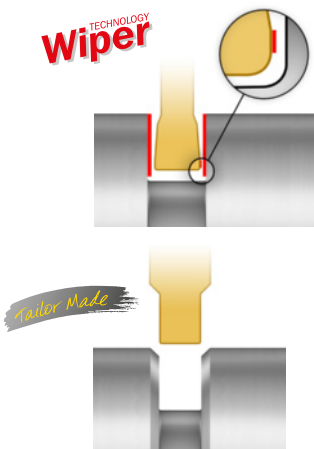
D mm (pol.)	CW mm
–10 (–0.4)	1.0
10–25 (0.4–1.0)	1.5
25–40 (1.0–1.6)	2.0
40–50 (1.6–2.0)	2.5
50–65 (2.0–2.6)	3.0

Economize material ao reduzir a largura da pastilha!

Dicas de aplicação para usinagem de canais externos

Canais simples

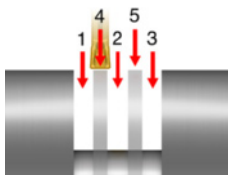
- Use a pastilha Wiper para acabamento superficial, ex.: -TF
- Ampla gama de raios e larguras de cantos diferentes com tolerâncias estreitas com CoroCut 2 -GF
- Tailor Made com opção de perfis específicos e chanfros no perfil da pastilha para produção em massa.



Desbaste de canais largos

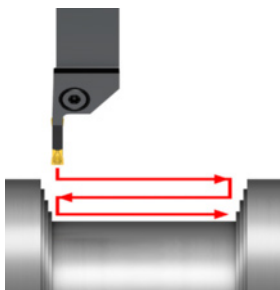
Usinagem de canais múltiplos

- Para canais largos e profundos (profundidade maior que a largura)
- Flanges deixadas para os cortes finais (4 e 5) devem ser mais finas que a largura da pastilha (CW -2 x o raio do canto)
- Aumente o avanço em 30-50% na usinagem de flanges
- Geometria de primeira escolha -GM



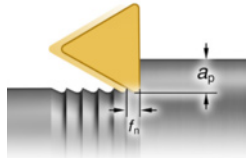
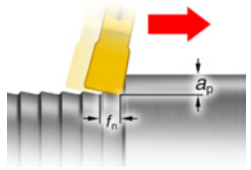
Torneamento em mergulho

- Para canais mais largos e rasos (largura maior que a profundidade)
- Não avance contra os cantos a 90 graus
- Geometrias de primeira escolha -TF e -TM.



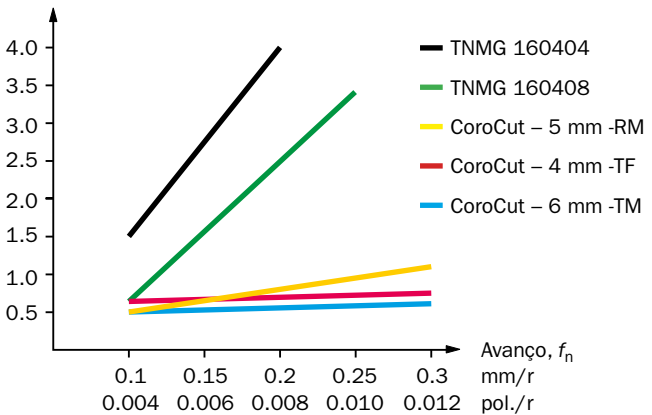
Torneamento com pastilhas para cortes e canais

- Durante o torneamento lateral, use a_p maior que o raio de canto da pastilha
- Efeito Wiper – f_n/a_p deve ser alto o suficiente para gerar deflexão pequena da ferramenta e da pastilha
- f_n/a_p muito baixo causa atrito da ferramenta, vibração e acabamento superficial insatisfatório
- Máx. a_p é 75% da largura da pastilha.



Acabamento superficial

$R_a \mu m$

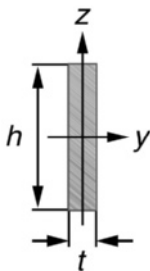


O diagrama mostra o acabamento superficial para pastilhas CoroCut em comparação a uma pastilha TNMG com raio de canto 04 ou 08.

Torneamento de um canal

No torneamento lateral a ferramenta e a pastilha devem defle-tir. Porém, uma deflexão muito grande pode causar vibrações e quebras:

- Lâminas mais grossas diminuem a deflexão
- Balanços mais curtos diminuem a deflexão
- Evite as operações de torneamento com ferramentas longas e/ou finas.



O balanço mais curto diminui a deflexão nas laterais:

$$\delta = \frac{4 \times F \times OH^3}{t^3 \times h}$$

Torneamento de acabamento de um canal

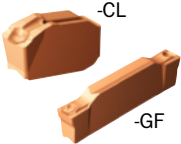
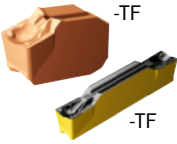
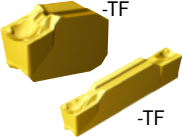
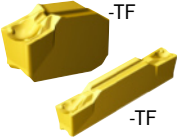
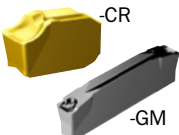
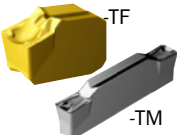
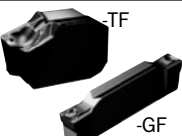
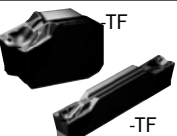
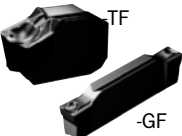
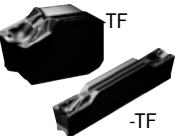
Para evitar a deflexão use uma profundidade de corte maior que o raio de canto da pastilha.

- Opção 1: Use uma geometria para torneamento, ex.: -TF
- Opção 2: Use uma geometria para perfilamento, ex.: -RM para canais com raios grandes
- Profundidade de corte axial e radial recomendada é de 0,5 -1,0 mm (0,02 -0,04 pol.).



Classes e geometrias

Primeira escolha para usinagem de canais

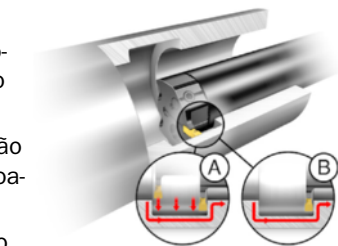
ISO	 Usinagem de canais		 Torneamento de canais mais largos	
P Aços	 GC1125		 GC1125/4225	
M Aços inoxidáveis	 GC1135/2135		 GC1135/2135	
K Ferros fundidos	 GC1135/3115		 GC1135/3115	
N Metais não ferrosos	 GC1105		 GC1105	
S HRSA	 GC1105		 GC1105	
H Aços endurecidos	 CB7015		 CB7015	

Para usinar canais externos, ferramentas com refrigeração de alta precisão são a primeira escolha.

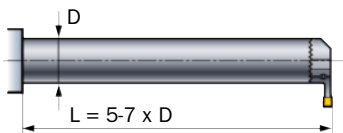
Dicas de aplicação para usinagem de canais internos

Escoamento de cavacos

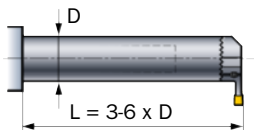
- Inicie pelo fundo do furo, usine para fora para direcionar os cavacos para fora do furo
- A refrigeração com alta vazão melhora o controle e o escoamento de cavacos
- Uma barra menor melhora o escoamento de cavacos, mas reduz a estabilidade
- Use o torneamento em mergulho (B) para melhorar o controle de cavacos e a estabilidade
- Use geometrias de corte leve como -GF ou -TF
- Use pastilhas mais estreitas e raio de canto menor para reduzir as forças de corte.



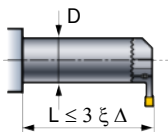
Para balanço $5-7 \times D$, use barras antivibratórias reforçadas com metal duro.



Para balanço $3-6 \times D$, use barras antivibratórias ou de metal duro.

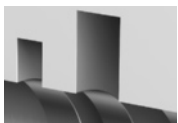
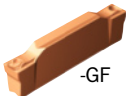
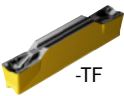
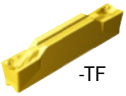
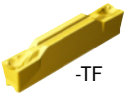
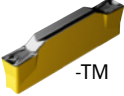
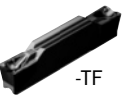
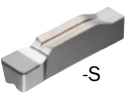


Para balanço abaixo de $3 \times D$, use barras de aço.



Classes e geometrias

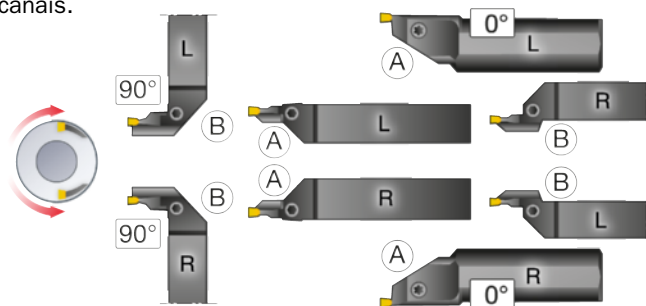
Primeira escolha para usinagem de canais internos

ISO		
	Usinagem de canais	Torneamento de canais mais largos
P Aços	 -GF GC1125	 -TF GC4225
M Aços inoxidáveis	 -TF GC2135	 -TF GC2135
K Ferros fundidos	 -GM GC4225	 -TM GC4225
N Metais não ferrosos	 -GF GC1105	 -TF GC1105
S HRSA	 -GF GC1105	 -TF GC1105
H Aços endurecidos	 -S CB7015	 -S CB7015

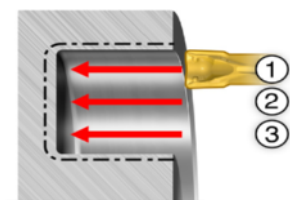
Dicas de aplicação para usinagem de canais frontais

Escolha da ferramenta

As ferramentas são curvas para se ajustarem a uma gama de canais.



Inicie por fora, trabalhe para dentro.

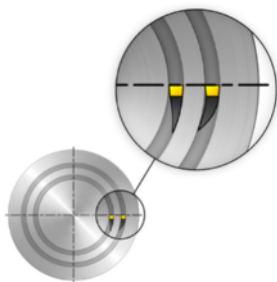


O canal sempre pode ser alargado através da sobreposição de cortes (ou torneamento lateral) desde que o primeiro corte esteja dentro da faixa de diâmetro da ferramenta.

Use a ferramenta com o maior diâmetro possível que se adeque ao seu canal.

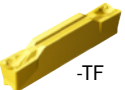
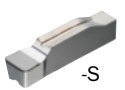
Uma ferramenta para um diâmetro maior é menos curva e mais estável.

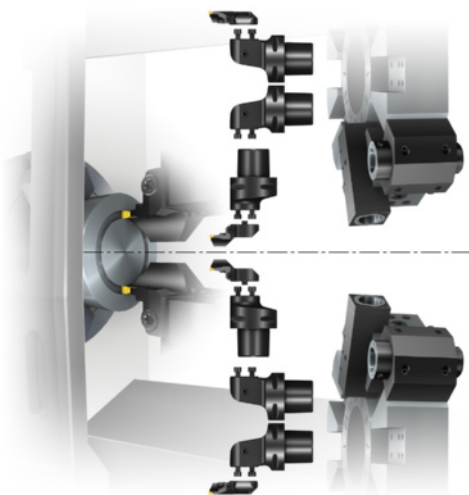
- Diâmetros maiores propiciam melhor controle de cavacos e melhor estabilidade. Para canais mais largos, use o torneamento lateral para melhorar o controle de cavacos
- Sempre use uma ferramenta com a menor profundidade de corte possível.



Classes e geometrias

Primeira escolha para usinagem de canais frontais

ISO	 Usinagem de canais frontais	ISO	 Usinagem de canais frontais
P Aços	 -TF GC1125	N Metais não ferrosos	 -TF H13A
M Aços inoxidáveis	 -TF GC2135	S HRSA	 -TF GC1105
K Ferros fundidos	 -TF GC4225	H Aços endurecidos	 -S CB7015

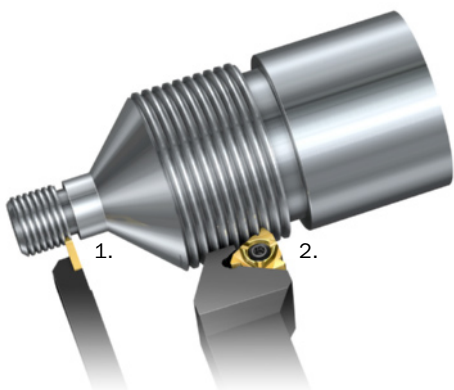


Monte sua ferramenta modular para usinagem de canais em
www.tool-builder.com

Rosqueamento

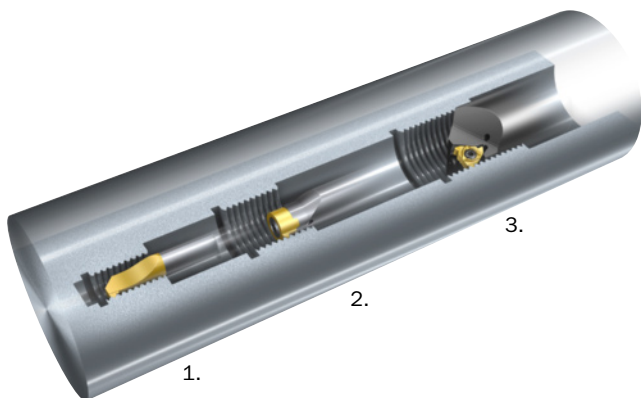
Externo, sistema diferente

1. CoroCut® XS
Área de passo 0,2–2 mm
2. CoroThread® 266
Área de passo 0,5–8 mm, 32–3 t.p.i



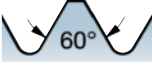
Interno, sistema diferente

1. CoroTurn® XS
Área de passo 0,5–3 mm, 32-16 t.p.i.
DMIN Ø4 mm (0,157 pol.)
2. CoroCut® MB
Área de passo 0,5–3 mm, 32-8 t.p.i.
DMIN Ø10 mm (0,393 pol.)
3. CoroThread® 266
Área de passo 0,5–8 mm, 32-3 t.p.i.
DMIN Ø12 mm (0,472 pol.)



Formatos de rosca

Programa standard Sandvik Coromant

Aplicação	Formatos de rosca	Tipo de rosca
Conexão Uso geral		ISO métrica, American UN
Roscas de tubos	 	Whitworth, British Standard (BSPT), American National, Pipe Threads, NPT, NPTF
Indústria de alimentação e combate ao fogo		DIN 405 redonda
Aeroespacial		MJ, UNJ
Petróleo e gás		API arredondada, API Buttress, VAM
Movimento Uso geral		Trapezoidal, ACME, Stub ACME

CoroThread® 266

- Sistema de ferramentas de primeira escolha para torneamento de roscas
- A interface do trilho-guia entre a pastilha e tip-seat elimina o movimento da pastilha causado pela variação da força de corte
- CoroThread® 266 proporciona perfis de rosca precisos e repetíveis como consequência da estabilidade rígida da pastilha.



iLock™
ingenious locking interface



Direção de avanço da ferramenta

Uma rosca pode ser produzida de diferentes maneiras. O fuso pode girar no sentido horário ou anti-horário, com o avanço da ferramenta na direção do mandril ou se afastando deste. A ferramenta para torneamento de roscas também pode ser usada na posição normal ou na posição invertida (ajuda a remover os cavacos posteriormente).

- O set-up mais comum está marcado em verde (abaixo).

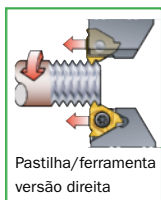
Trabalho na direção contrária do mandril (rosqueamento reverso)

Usar ferramentas versão direita para roscas versão esquerda (e vice-versa) gera economia devido à redução de estoques de ferramenta.

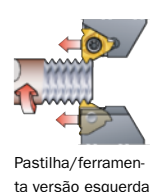
- O calço negativo deve ser usado no set-up marcado em vermelho (abaixo).

Externo

Roscas versão direita

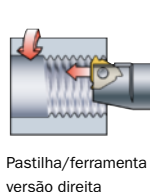


Roscas versão esquerda

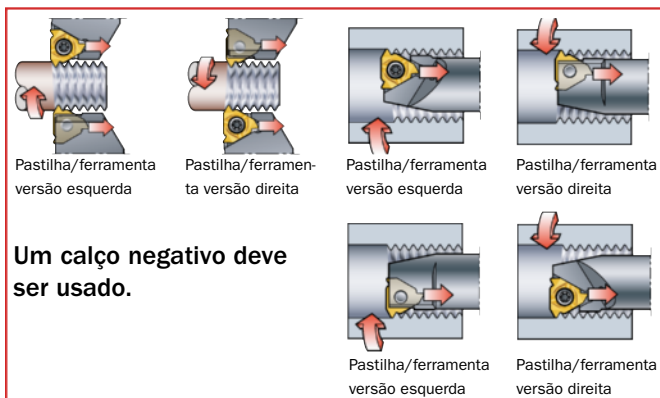
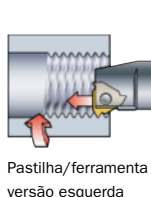
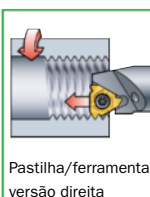
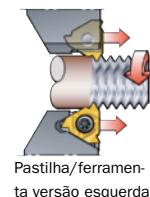
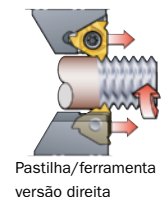
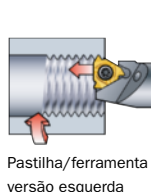


Interno

Roscas versão direita



Roscas versão esquerda



Métodos de penetração

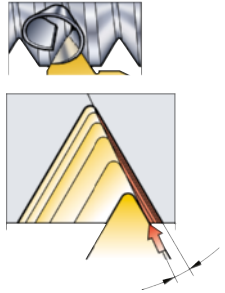
Penetração de flanco modificado

A penetração de flanco modificado é o método de primeira escolha que propicia vida útil da ferramenta mais longa e melhor controle de cavacos.

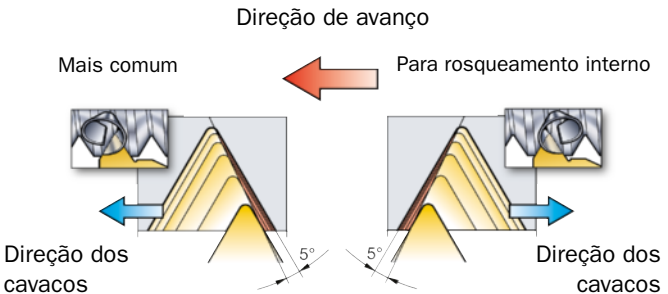
Muitas máquinas CNC têm ciclos de rosqueamento dedicados.

Exemplo:

- G92, G76, G71, G33 e G32
- Para a penetração de flanco, pode ser G76, X48.0, Z-30.0, **B57** (ângulo de penetração), D05 etc.
- Os cavacos são gerados somente em um lado da pastilha propiciando excelente controle de cavacos
- São necessários menos passes porque menos calor é transferido para a pastilha
- Use um ângulo de penetração de 1-5°.



Penetração de flanco oposto



- A pastilha pode cortar usando ambos os flancos – os cavacos podem ser direcionados em ambas as direções dependendo de qual flanco é usado
- Controle de cavacos aprimorado
- Ajuda a assegurar uma usinagem contínua, sem problemas e sem paradas não planejadas.

Radial e incremental são outros métodos usados com frequência.

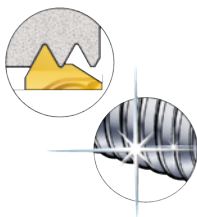
Tipos de pastilha

Pastilha de perfil completo

Primeira escolha

Vantagens:

- A rosca de perfil completo é usinada pela pastilha
- A raiz e a crista são controladas pela pastilha
- A rebarbação não é necessária
- Use 0,05–0,07 mm (0,002–0,003 pol.) para sobremetal.



Desvantagens:

- Cada pastilha pode usinar apenas um passo.

Pastilha com perfil em V

Flexível

Vantagens:

- Flexibilidade, uma pastilha para vários passos
- Estoque mínimo de ferramentas.



Desvantagens:

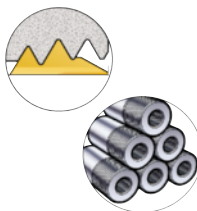
- O diâmetro externo/interno deve ser torneado para o diâmetro certo antes do rosqueamento
- Formação de rebarbas
- O raio de ponta da pastilha é menor para abranger a gama de passos, o que reduz a vida útil da ferramenta.

Pastilha multidentes

Produtivo

Vantagens:

- Semelhante à pastilha de perfil completo, dois dentes dobram a produtividade etc.
- Taxa de produtividade muito alta
- Vida útil da ferramenta duplicada.



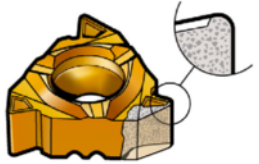
Desvantagens:

- Precisa de condições estáveis devido ao aumento das forças de corte
- Precisa de espaço suficiente atrás da última rosca para liberar o último dente da pastilha, gerando uma rosca completa.

Geometrias

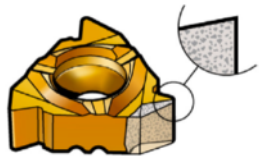
Geometria A

- Aresta de corte redonda para vida útil da ferramenta segura e consistente
- Perfil completo e perfil em V
- Bom controle de cavacos e segurança da aresta.



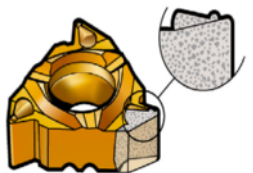
Geometria F

- Aresta de corte viva
- Cortes limpos em materiais endurecidos ou pastosos
- Baixas forças de corte e bom acabamento superficial
- Aresta postiça reduzida.



Geometria C

- Quebra de cavacos
- Otimizada para aços baixa-liga e aços com baixo teor de carbono
- Controle máximo de cavacos, necessidade mínima de monitoramento
- Alta segurança para todos os tipos de rosqueamento, especialmente o interno
- Altas forças de corte
- Deve ser usado somente com 1º de penetração de flanco modificado.

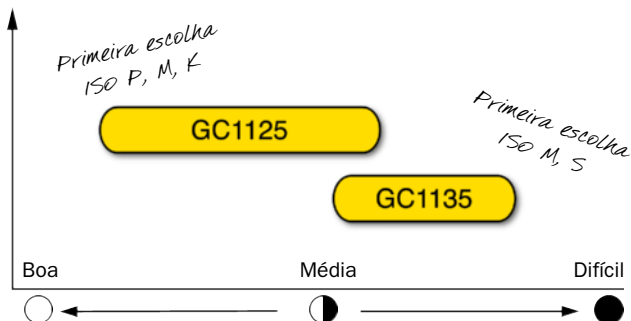


Classes

A classe da pastilha é selecionada principalmente de acordo com:

- Material da peça
- Máquina (estabilidade, ex.: boa, média ou difícil).

Resistência ao calor (desgaste)



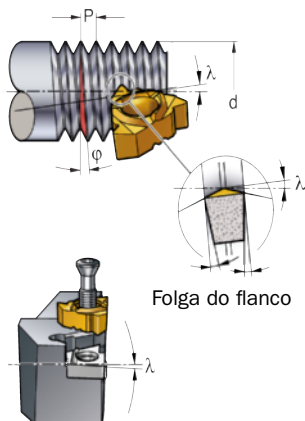
Use a classe GC1125 se houver grande necessidade de resistência ao calor devido ao tempo de contato mais longo e velocidade de corte mais alta.

Use a classe GC1135 para usinagem segura.

H13A e CB7015 para materiais ISO N e H.

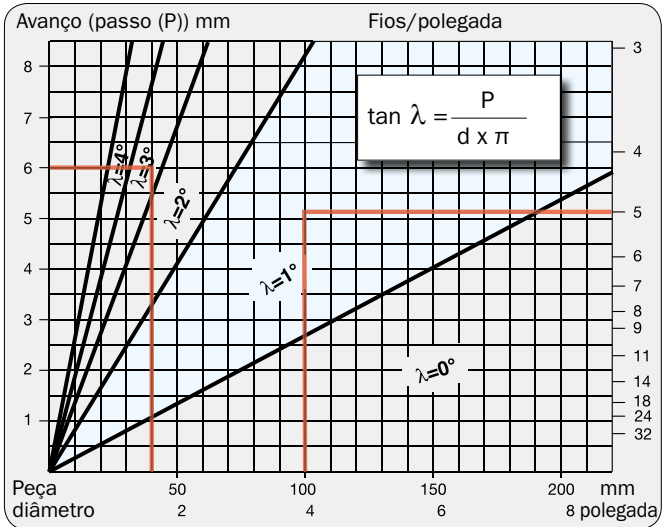
Folga do flanco

- O ângulo de hélice, φ , depende e está relacionado ao diâmetro (d) e ao passo (P)
- Ao trocar o calço, a folga do flanco da pastilha é ajustada.
- O ângulo de inclinação é λ . O ângulo mais comum é 1° , que é o calço standard no porta-ferramenta.



Calço

- Precisa ser ajustado para o passo e diâmetro reais da rosca
- Calços disponíveis de -2° a 4° (passos de 1°)
- Os calços de inclinação negativa estão disponíveis no torneamento de roscas versão esquerda com ferramentas versão direita e vice-versa (rosqueamento reverso).



Exemplo para um passo de:

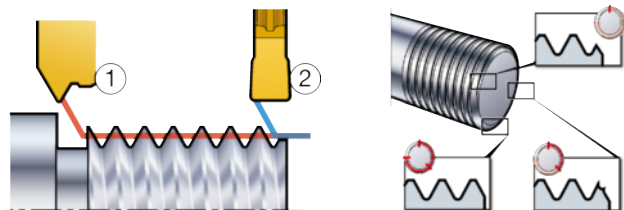
- 6 mm e peça de $\varnothing 40$ mm, um calço de 3° é necessário
- 5 fios por polegada e peça de $\varnothing 4$ polegadas, um calço de 1° é necessário.

Dicas de aplicação

Rebarbação da rosca

As rebarbas tendem a se formar na entrada de uma rosca antes que a pastilha crie o perfil completo

- Realize o rosqueamento da maneira normal (1)
- A rebarbação (2) é obtida com ferramentas para torneamento standard. Use o ciclo de rosca para os primeiros 2/3 de rotação
- O posicionamento correto da pastilha para rebarbação é importante.

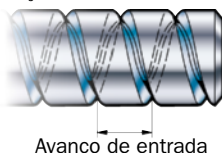


Roscas com múltiplas entradas

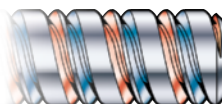
Roscas com duas ou mais entradas requerem duas operações de rosqueamento. O avanço de entrada nesse tipo de rosca será então o dobro daquele usado em uma rosca com entrada única.

É importante usar o calço certo.

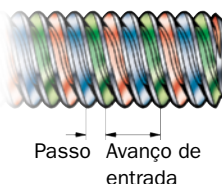
Rosqueamento do primeiro canal



Rosqueamento do segundo canal



Rosqueamento do terceiro canal



Uma rosca multi-entradas com 3 entradas.

Materiais avançados

Torneamento de peças duras com pastilhas de CBN

Usando uma definição abrangente, torneamento de peças duras (HPT) refere-se a aços endurecidos em 55 HRC e acima. Muitos tipos diferentes de aços (aços carbono, aços-liga, aços-ferramenta, aços de rolamento etc.) podem atingir tal dureza. O torneamento de peças duras (HPT), geralmente, é um processo de acabamento ou de semiacabamento com alta exigência de precisão dimensional e acabamento superficial.

Uma pastilha de CBN pode resistir a altas forças e temperaturas de corte e ainda manter sua aresta de corte. Isso porque o CBN propicia vida útil da ferramenta longa e consistente e produz peças com excelente acabamento superficial.

A Sandvik Coromant oferece um programa abrangente de produtos de CBN exclusivos para torneamento de acabamento, usinagem de canais e rosqueamento em aços endurecidos.

				
Seleção da classe		CB7015	CB7025	CB7525
Velocidade de corte				
Exigência de tenacidade				
Pastilha negativa				
Primeira escolha	Preparação da aresta			
	Pastilha positiva			
				
		S01030 S0330	S01030 S0330	T01020 T0320
		S01020 S0320	S01020 S0320	T01020 T0320

Por que o torneamento de peças duras?

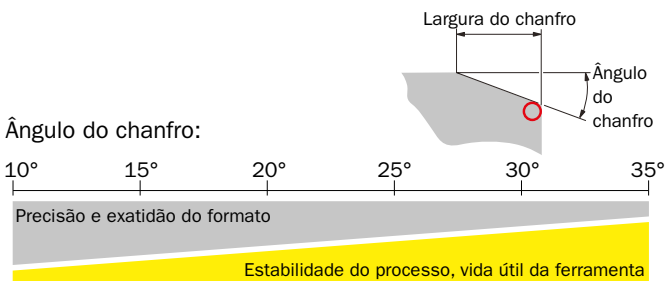
- Alta qualidade
- Tempo de produção reduzido por peça
- Flexibilidade de processo
- Menor investimento em máquinas
- Consumo de energia reduzido
- Possibilidade de eliminar a refrigeração
- Manuseio mais fácil de cavacos
- Possibilidade de reciclar os cavacos.

Dicas de aplicação

Tamanho do chanfro

Um chanfro largo espalha as forças de corte por uma área mais ampla, proporcionando uma aresta de corte mais robusta e permitindo faixas de avanço mais altas. Use um chanfro maior quando a estabilidade do processo e a vida útil da ferramenta consistente forem os fatores mais importantes.

Se o acabamento superficial e a precisão dimensional forem as principais exigências, um chanfro pequeno fornecerá os melhores resultados. As forças de corte e a temperatura serão reduzidas e haverá menos vibração.



A aresta de corte

Use o maior raio de ponta possível, com base nas especificações de seu processo:

- Raio de ponta pequeno, ex.: 0,2, 0,4 mm (1/128, 1/64 pol.), propicia boa quebra de cavacos
- Um raio de ponta grande gera melhor acabamento superficial, maior resistência da aresta e, portanto, vida útil mais longa da ferramenta.

As pastilhas Wiper apresentam duas possibilidades para a melhoria do processo:

- O melhor acabamento superficial em condições de corte convencionais
- Acabamento superficial mantido em taxas de avanço mais altas.

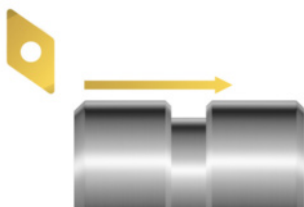


As pastilhas Xcel permitem faixas de avanço mais altas, 0,3–0,5 mm/r (0,012–0,020 pol./r), enquanto ainda produzem acabamento superficial de alta qualidade.



Prepare a peça no estado macio

- Evite rebarbas
- Mantenha tolerâncias dimensionais estreitas
- Use chanfro e faça raios no estado macio



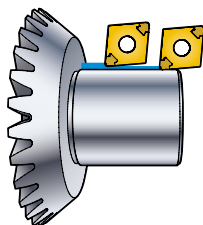
Mantenha um set-up rígido da máquina

- Use garras de fixação largas (sem garras endurecidas)
- Use Coromant Capto®
- Os porta-ferramentas devem estar em excelentes condições.

Estratégia de dois cortes

Uma estratégia de dois cortes, provavelmente, é a melhor opção:

- Quando o set-up da máquina for instável
- Se houver alguma inconsistência na peça
- Se uma tolerância final muito alta ou bom acabamento superficial forem necessários.



Uso de refrigeração

O corte sem refrigeração é uma das vantagens mais significativas de HPT. Porém, há algumas situações em que a refrigeração é necessária, por exemplo:

- Para facilitar a quebra de cavacos
- Para controlar a estabilidade térmica da peça
- Ao usinar peças grandes (para remover o calor).

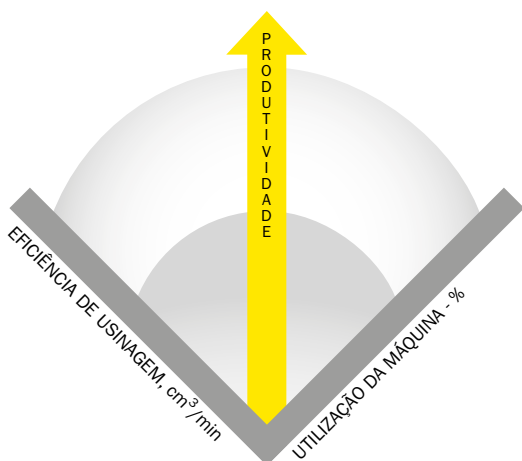
A refrigeração sempre deve ser aplicada como um fluxo uniforme em todo o comprimento de corte.

Informações adicionais

Vencendo a corrida da produtividade

Com produtividade, assim como em uma corrida de carros, é importante manter a alta velocidade e fazer poucas e rápidas paradas. Compreender sua situação e oferecer soluções que melhorem a produtividade com base em seus desafios são a excelência da Sandvik Coromant.

A produtividade total pode ser aprimorada ao aumentar a eficiência de usinagem ou a utilização da máquina. Ou, em algumas situações, fazendo as duas coisas.



Eficiência de usinagem – acelere!

A eficiência de usinagem está intimamente relacionada à velocidade e à taxa de remoção de cavacos. Porém, aumentar a velocidade com frequentes paradas da máquina não é suficiente.



Para aumentar a produtividade, você precisa de classes de alto desempenho, métodos rápidos e não deixar a vibração reduzir o seu ritmo.

Para alta velocidade: GC4325, GC4315 e Silent Tools™.



Utilização da máquina – mais tempo de usinagem!

Manter paradas curtas e planejadas é um verdadeiro impulsionador de produtividade. A troca manual da ferramenta demora e muitas vezes é difícil, especialmente quando usar máquinas com espaço limitado, ou quando a posição da ferramenta não for repetível. No pior caso, pode levar até 10 minutos para colocar a ferramenta no lugar e na posição certa.

Para um pit-stop: Sistema de fixação Troca rápida com Coromant Capto® e sistema de fixação QS™.

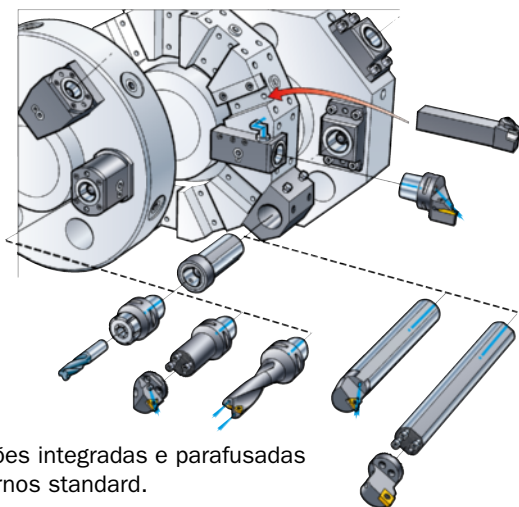


As paradas não planejadas são verdadeiros inimigos da produtividade. Um pneu furado destrói suas chances de vencer uma corrida de carros. Da mesma forma, problemas com cavacos e quebra da ferramenta podem realmente prejudicar a eficiência de uma fábrica.

Para manter você no seu caminho: GC4325, GC4315, CoroTurn® HP e Silent Tools™.

Troca rápida

As unidades de fixação de troca rápida otimizarão a utilização de sua máquina ao reduzir significativamente o tempo de set-up e o tempo de troca da ferramenta.



Soluções integradas e parafusadas em tornos standard.

Coromant Capto® diretamente integrado ao fuso aumenta a estabilidade e a versatilidade. As mesmas ferramentas podem ser usadas em toda a fábrica, proporcionando flexibilidade, rigidez otimizada e estoque de ferramentas reduzido.

A função da modularidade significa menor necessidade de ferramentas especiais caras, cujos prazos de entrega são normalmente mais longos:

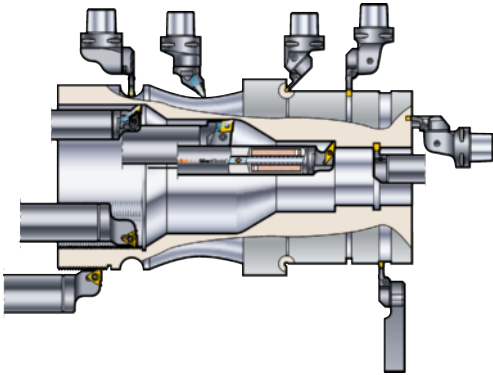
- Disponível em seis tamanhos: C3-C10, diâmetro 32, 40, 50, 63, 80 e 100 mm.

Refrigeração interna de alta pressão, da máquina para a aresta de corte:

- Até 400 bars (5802 psi) junto com as unidades de fixação Coromant Capto® HP

CoroTurn® SL

O CoroTurn SL é um sistema modular de barras de mandrilar, adaptadores Coromant Capto® e cabeças de corte intercambiáveis desenvolvidos para criar ferramentas próprias para diferentes tipos de aplicações de usinagem.



- Para torneamento geral, cortes e canais e rosqueamento
- A interface serrilhada e robusta entre o adaptador e a cabeça de corte é comparável com uma ferramenta sólida em termos de desempenho, considerando vibração e deflexão
- Cabeças de corte com CoroTurn® HP
- Adaptadores sólidos de aço, Silent Tools™ antivibratórios e reforçados com metal duro antivibratórios
- Troca rápida combinada com Coromant Capto®
- As cabeças de corte SL combinadas com os adaptadores CoroTurn® SL possibilitam construir uma grande variedade de combinações de ferramentas
- Monte sua ferramenta modular em www.tool-builder.com.

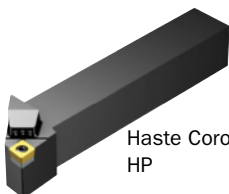
CoroTurn® HP

CoroTurn HP é um programa de porta-ferramentas com refrigeração de alta precisão.

O porta-ferramenta tem olhais fixos para melhor controle de cavacos, segurança do processo e alta produtividade prolongando a vida útil da ferramenta.



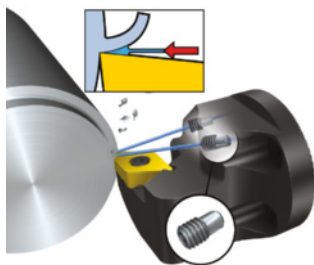
Barra de mandrilar
CoroTurn® HP



Haste CoroTurn®
HP

- Barras de mandrilar para torneamento interno
- Hastes para torneamento médio ao acabamento
- Troca rápida combinada com Coromant Capto®
- Vida útil da ferramenta mais longa devido a pastilhas dedicadas para T-Max® P e CoroTurn® 107.

- Olhais integrados para jatos de refrigeração precisos
- Faixa de pressão de refrigeração: 5-275 bars (75-3990 psi)
- Número de olhais: 1-3.

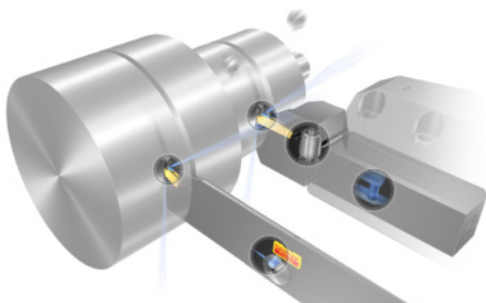


Olhais de alta precisão direcionam a refrigeração exatamente para a zona de corte.

Cortes e canais – refrigeração *plug-and-play*

CoroCut® QD e CoroCut® 1-2, lâminas de corte e ferramentas convencionais estão disponíveis com adaptadores plug-and-play para fácil conexão de refrigeração.

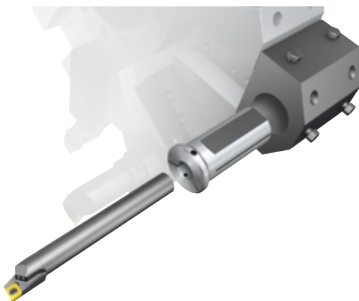
- Refrigeração de alta precisão por cima e por baixo, para melhorar o controle de cavacos, o acabamento superficial e a vida útil da ferramenta
- Não são necessários tubos ou mangueiras de conexão
- Adaptadores disponíveis para a maioria dos tipos de máquinas.



EasyFix™

As buchas EasyFix reduzem o tempo de set-up ao usar barras de mandrilar cilíndricas. Um mecanismo tipo mola assegura a altura de centro correta.

- É possível usar o sistema de refrigeração existente
- A vedação metálica oferece bom desempenho para refrigeração de alta pressão
- As buchas EasyFix adequam-se a todas as barras de mandrilar cilíndricas.



Silent Tools™

Os adaptadores Silent Tools minimizam a vibração por meio de um amortecedor dentro da ferramenta que mantém a boa produtividade e tolerâncias estreitas mesmo em longos balanços.



O adaptador pode ser combinado com diferentes cabeças de corte CoroTurn® SL.

Balanço máximo recomendado:

Tipo de barra	Torneamento	Usinagem de canais	Rosqueamento
Aço	4 x DMM	3 x DMM	3 x DMM
Metal duro	6 x DMM	6 x DMM	6 x DMM
Aço antivibratória	10 x DMM	5 x DMM*	5 x DMM*
Reforçada com metal duro antivibratória	14 x DMM	7 x DMM	7 x DMM

* Barras 570-4C

Os balanços até 10 x DMM geralmente são eliminados ao aplicar uma barra de mandrilar antivibratória de aço para alcançar um processo satisfatório.

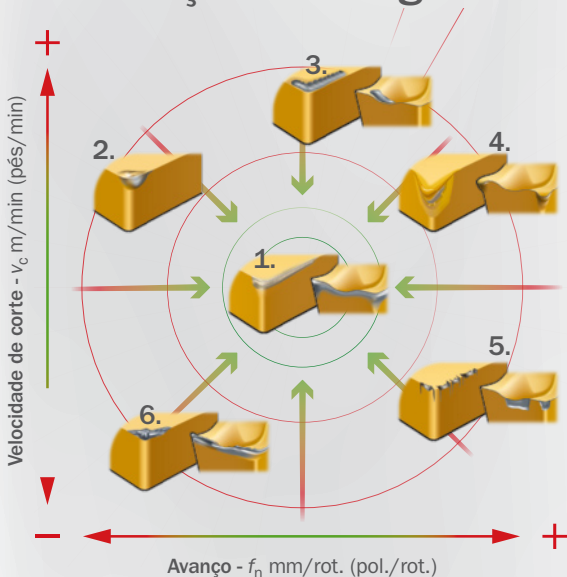
Os balanços acima de 10 x DMM requerem uma barra de mandrilar antivibratória reforçada com metal duro para reduzir a deflexão radial e a vibração.

O torneamento interno é muito sensível à vibração. Minimizar o balanço da ferramenta e selecione a maior barra possível para obter a melhor estabilidade e precisão.

Para torneamento interno com barras de mandrilar antivibratórias de aço, a primeira escolha é a barra do tipo 570-3C.

Para usinagem de canais e rosqueamento em que as forças radiais são mais altas que no torneamento, o tipo de barra recomendado é o 570-4C.

Otimização do desgaste



1. **Desgaste do flanco (abrasivo)**

Desgaste recomendado para vida útil previsível

2. **Deformação plástica (impressão)**

3. **Craterização**

4. **Deformação plástica (depressão)**

5. **Lascamento**

6. **Aresta postiça**

Tipos de desgaste

1. Desgaste excessivo do flanco



Causa

- Velocidade de corte muito alta
- Resistência ao desgaste insuficiente
- Classe muito tenaz
- Falta de refrigeração



Solução

- Reduza a velocidade de corte
- Selecione uma classe mais resistente ao desgaste
- Melhore a refrigeração

2. Deformação plástica (impressão)



Causa

- Temperatura de corte muito alta
- Falta de refrigeração

Solução

- Reduza a velocidade de corte (ou o avanço)
- Selecione uma classe mais resistente ao desgaste
- Melhore a refrigeração

3. Craterização



Causa

- Velocidade de corte e/ou avanço muito alto
- Classe muito tenaz



Solução

- Reduza a velocidade de corte ou o avanço
- Selecione uma pastilha de geometria positiva
- Selecione uma classe mais resistente ao desgaste

4. Deformação plástica (depressão)



Causa

- Temperatura de corte muito alta
- Falta de refrigeração



Solução

- Reduza o avanço (ou a velocidade de corte)
- Selecione uma classe mais resistente ao desgaste
- Melhore a refrigeração

5. Lascamento



Causa

- Condições instáveis
- Classe muito dura
- Geometria muito fraca



Solução

- Selecione uma classe mais tenaz
- Escolha uma geometria para áreas com avanço maior
- Reduza o balanço
- Verifique a altura de centro

6. Aresta postiça



Causa

- Temperatura de corte muito baixa
- Material da peça pastoso



Solução

- Aumente a velocidade de corte ou o avanço
- Selecione uma geometria de aresta mais viva