

## Recomendaciones para el Mecanizado de los Bronces AMPCO® y las aleaciones AMPCOLOY®

### Pautas generales

Estas recomendaciones para el mecanizado de los materiales AMPCO® y AMPCOLOY® se basan en pruebas exhaustivas realizadas en los talleres de AMPCO METAL, y a su vez coinciden con los valores registrados por un gran número de clientes.

En general, los materiales AMPCO® y AMPCOLOY® son fáciles de mecanizar. Para el mecanizado de AMPCO® 21, AMPCO® 22, AMPCO® 25 y AMPCO® 26 se requiere un cuidado especial, ya que estas aleaciones presentan una elongación y una ductilidad menor, comparadas con el acero para herramientas de la misma dureza. Un tratamiento inadecuado de esas piezas puede resultar en fracturas

Ya que la velocidad de corte depende en gran parte de las maquinas de corte empleadas, de la rigidez y la estabilidad de las herramientas de mecanizado y del tipo de líquidos refrigerantes y lubricantes utilizados, las velocidades de mecanizado recomendadas para AMPCO® y AMPCOLOY® se indican como un valor relativo comparado con las velocidades de mecanizado aplicadas para el acero para herramientas 1.7225 (DIN 42 Cr Mo 4). Véase la siguiente tabla.

Alemania	Gran Bretaña	EE.UU.	Italia	Japón	Francia	España
<b>W-Nr DIN</b>	<b>BS970</b>	<b>AISI/SAE</b>	<b>UNI</b>	<b>JIS</b>	<b>AFNOR</b>	<b>UNE</b>
1.7225 42CrMo4	709M40 708M40	4140 4142	42CrMo4 G40CrMo4	SCM440( H) SNB7	42CD4 42CrMo40	F.8332 F.8232

Material	Dureza Brinell HB 30/10	Velocidad de corte en%
1.7225 (DIN 42 Cr Mo 4)	Max. 250	100
AMPCO® 8	109 – 124	125
AMPCO® 18	159 – 183	130
AMPCO® M4	270 – 305	120
AMPCO® 21	285 – 311	115
AMPCO® 22	321 – 352	110
AMPCO® 25	356 – 394	100
AMPCO® 26	395 – 450	75
AMPCOLOY® 940, 95, 972	180 – 255	125
AMPCOLOY® 83	340 – 390	100
AMPCOLOY® 88	260 – 280	120

Por ejemplo, 130% para AMPCO® 18 significa que se puede mecanizar esta aleación a una velocidad un 30% superior que la empleada para el acero 1.7225 (a igual avance y profundidad). Esta relación es válida para las herramientas mecánicas convencionales y también para máquinas CNC y centros de mecanizado a alta velocidad (HSC).

Otros valores, tales como la rigidez de la herramienta, la extracción óptima de calor, la configuración concreta de la herramienta cortadora, etc., también juegan un importante papel, independiente, que es incluso más acusado en los grados de AMPCO® más duros.

Es importante recordar que la duración de las herramientas de corte para los grados de más dureza será considerablemente inferior.

En general, todos los grados más duros de AMPCO®, del AMPCO® 21 en adelante, deben mecanizarse desde el borde hacia el interior del material, o alternativamente, se puede biselar el borde en un ángulo de 45°. Si no se sigue esta regla, el borde se romperá.

## Herramientas mecánicas

El ángulo de incidencia  $\alpha$  para todos los materiales AMPCO® y AMPCOLOY® debe ser de 6°. Cuando se mecaniza material AMPCO®, la refrigeración es más importante que la lubricación, sobre todo para los grados más duros M4, 21, 22, 25, 26. Se recomienda emplear agua mezclada con de 5 a 10% de refrigerante lubricante. Para piezas en las que se requiere gran precisión, se recomienda pre-mecanizar y esperar 48 horas antes de realizar el mecanizado final. En casos especiales, cuando las piezas requieren una estricta tolerancia o para piezas de paredes muy finas, se puede hacer un tratamiento de recocido previo o, mejor, posterior al pre-mecanizado.

Por favor, pregunte a su asesor local de AMPCO METAL las temperaturas y tiempo de permanencia indicados para este recocido.

## Corte con sierra

Las aleaciones AMPCO® más blandas, hasta el AMPCO® 18 pueden cortarse con una hoja de sierra bimetálica. Para las más duras, de AMPCO® 21 hasta AMPCO® 26 y M4, recomendamos cortar con hojas de sierra con dientes de carburo. Según la sección de las piezas a cortar, el número de dientes puede variar entre 2 ½ y 3 dientes por pulgada.

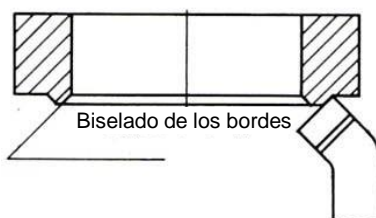
### Recomendación del fabricante:

Hojas de sierra de metal duro de WIKUS-Sägenfabrik, Wilhelm H. Kullmann GmbH & Co. KG, [www.wikus.de](http://www.wikus.de)

## Torneado

La herramienta de corte debe colocarse en el centro de la pieza o a 0,4 mm por debajo del centro.

Para desbastar o acabar, es mejor usar herramientas de corte con punta de metal duro de una calidad K10 / K20. Para un mecanizado realmente fino (encajes árbol/agujero) se puede conseguir una superficie de alta calidad (N3) con una herramienta de punta de diamante (PKD).



Para evitar que se rompa el borde al tornear anillos, cuando se trabaja con los grados más duros, del AMPCO® 21 en adelante, siempre debe tornearse desde el exterior hacia el interior del material. Como alternativa, se puede realizar primero un biselado de 45 grados en el borde donde la máquina de corte deba salir del material al acabar el torneado.

**Parámetros para el torneado de AMPCO®**

Aleaciones	AMPCO®		AMPCO® 8, 18.136, 18, 18.23, 45, M4	AMPCO® 21, 22	AMPCO® 25, 26
Desbastado	Velocidad de corte	vc (m/min)	vea tabla arriba	vea tabla arriba	vea tabla arriba
	Avance	f (mm/giro)	0,15 – 0,2	0,15 – 0,2	0,1 – 0,15
	Profundidad	a (mm)	hasta aprox. 4	hasta aprox. 3,5	hasta aprox. 3,5
	Especificación de la herramienta		K10 – K20	K10 – K20	K10 – K20
Acabado	Velocidad de corte	vc (m/min)	vea tabla arriba	vea tabla arriba	vea tabla arriba
	Avance	f (mm/giro)	0,05 – 0,1	0,05 – 0,1	0,05
	Profundidad	a (mm)	0,25 – 0,5	0,25 – 0,5	0,25 – 0,5
	Especificación de la herramienta		K10 – K20	K10 – K20	K10 – K20
Acabado con PKD	Velocidad de corte	vc (m/min)	200 – 600	180 – 400	150 – 300
	Avance	f (mm/giro)	0,05 – 0,08	0,05 – 0,08	0,05 – 0,08
	Profundidad	a (mm)	0,25 – 0,3	0,25 – 0,3	0,25 – 0,3

**Recomendación del fabricante:**

**Compañía Seco,**  
 CNMG 120408-MF1 in CP500  
 DCMT 11T304-F2 in CP200  
 VBMT 160404-F1 in CP500

**Compañía Sumitomo,**  
 DCGT 11 T3 04 N-SC in ACZ 310  
 CNMG 12 04 08 N-EX in EH 510Z  
 VBMT 16 04 08 N-SK in EH10Z

**Parámetros para el torneado de AMPCOLOY®**

Aleaciones	AMPCOLOY®		AMPCOLOY® 95, 940, 972	AMPCOLOY® 83, 88
Desbastado	Velocidad de corte	vc (m/min)	vea tabla arriba	vea tabla arriba
	Avance	f (mm/giro)	0,15 – 0,2	0,15 – 0,2
	Profundidad	a (mm)	hasta aprox. 4	hasta aprox. 3,5
	Especificación de la herramienta		P10 – P20	P10 – P20
Acabado	Velocidad de corte	vc (m/min)	vea tabla arriba	vea tabla arriba
	Avance	f (mm/giro)	0,05 – 0,1	0,05 – 0,1
	Profundidad	a (mm)	0,25 – 0,5	0,25 – 0,5
	Especificación de la herramienta		P10 – P20	P10 – P20

**Recomendación del fabricante:**

**Compañía Seco,**

CNMG 120408-MF1 in CP500

DCMT 11T304-F2 in CP200

VBMT 160404-F1 in CP500

**Compañía Sumitomo**

tipo DCMT 11 T3 04 N-SU en AC700G

**Compañía WNT** [www.wnt.de](http://www.wnt.de)

DCGT 11 T3 02 – Al in CWK15

CCGT 12 04 04 FN – Al in CWK15

**Recomendaciones Importantes**

- Para aleaciones AMPCO® 21 y superiores, tornear desde el borde hacia el interior
- Se recomienda un lubricante refrigerante

**Fresado**

Para el fresado de AMPCO®, lo más adecuado son herramientas de metal duro tipo K10 – K20. Para realizar curvas y cavidades, lo recomendado es de usar las herramientas estándar de metal duro con radio del tipo K10 – K20.

Cuando se empleen fresas para ejes, fresas para interiores o fresas de labio doble con puntas de metal duro, trabajar desde el exterior hacia el interior de la pieza o si no los bordes de la pieza deben biselarse en un ángulo de 45° para evitar su rotura.

**Parámetros de fresado para AMPCO®**

Aleaciones	AMPCO®		AMPCO® 8, 18.136, 18, 18.23, 45, M4	AMPCO® 21, 22	AMPCO® 25, 26
Desbastado	Velocidad de corte	vc (m/min)	vea tabla arriba	vea tabla arriba	vea tabla arriba
	Avance	f (mm/giro)	0,1 – 0,25	0,1 – 0,25	0,1 – 0,2
	Profundidad	a (mm)	hasta aprox. 5	hasta aprox. 5	hasta aprox. 4
	Especificación de la herramienta		K10 – K20	K10 – K20	K10 – K20
Acabado	Velocidad de corte	vc (m/min)	vea tabla arriba	vea tabla arriba	vea tabla arriba
	Avance	f (mm/giro)	0,05 – 0,1	0,05 – 0,1	0,05
	Profundidad	a (mm)	0,1 – 0,5	0,2 – 0,5	0,2 – 0,8
	Especificación de la herramienta		K10 – K20	K10 – K20	K10 – K20
Acabado con PKD	Velocidad de corte	vc (m/min)	600 – 800	500 – 550	465 – 500
	Avance	f (mm/giro)	0,03 – 0,08	0,03 – 0,08	0,03 – 0,08
	Profundidad	a (mm)	0,05 – 0,3	0,05 – 0,3	0,05 – 0,3

**Recomendación del fabricante:**
Fresado plano
**Compañía Ingersoll**

PNCU 0805 GNTRJ in IN1030

**Compañía Jongen,** [www.jongen.de](http://www.jongen.de)

FP 528 HT35



Fresado cilíndrico

**Compañía Gühring**, [www.guehring.de](http://www.guehring.de) (las herramientas de fresado tipo N pos.)

Índice fresador RF 100 art. nº. 3732 y nº. 3627 para desbastado / Acabado

Índice fresador RF 100 Art. nº. 3631 para un Acabado fino

**Compañía Ingersoll**

Multicorte SDMT 080305 N en IN1030 y SDCT 080305 FN-P en IN1030

**Parámetros de fresado para AMPCOLOY®**

Aleaciones	AMPCOLOY®		AMPCOLOY® 95, 940, 972	AMPCOLOY® 83, 88
Desbastado	Velocidad de corte	vc (m/min)	vea tabla arriba	vea tabla arriba
	Avance	f (mm/giro)	0,1 – 0,25	0,1 – 0,25
	Profundidad	a (mm)	hasta aprox. 5	hasta aprox. 4
	Especificación de la herramienta		P10 – K20	P10 – K20
Acabado	Velocidad de corte	vc (m/min)	vea tabla arriba	vea tabla arriba
	Avance	f (mm/giro)	0,05 – 0,1	0,05 – 0,1
	Profundidad	a (mm)	0,1 – 0,5	0,25 – 0,8
	Especificación de la herramienta		P10 – K20	P10 – K20

**Recomendación del fabricante:**
Fresado plano
**Compañía Ingersoll**

PNCU 0805 GNTRJ en IN1030

**Compañía Widia**

SEKR 1203 AFN – MS THR

**Compañía Hoffmann** [www.hoffmann-group.com](http://www.hoffmann-group.com)

MPHX 11 K10/20

Fresado cilíndrico
**Compañía Ingersoll**

Multi corte SDMT 080305 N en IN1030 y SDCT 080305 FN-P en IN1030

**Compañía Gühring** [www.guehring.de](http://www.guehring.de)

Nº 3310, 3126 y 3286

**Recomendaciones importantes:**

- Para aleaciones AMPCO® 21 y superiores, fresar desde el exterior hacia el interior de la pieza
- Se recomiendan herramientas de metal duro con ángulos positivos de corte
- Se recomienda un lubricante refrigerante

**Perforado, profundizado y escariado**

Para el AMPCO® – grados 18 hasta 26, se debe emplear taladros de brocas de metal duro o taladros hechos totalmente de metal duro. Ya que las aleaciones AMPCO® no hacen saltar virutas, es importante asegurarse de sacarlas bien. Para agujeros profundos, se recomienda retirar la herramienta y limpiar la viruta. Para agujeros que atraviesan (AMPCO® 21 hasta 26) es necesario colocar una placa de acero bajo la pieza a taladrar o

taladrar por ambos lados, para evitar que se rompa la pieza alrededor de la salida del agujero. Es absolutamente necesario refrigerar bien el taladro al trabajar con el AMPCO® y los AMPCOLOY®.

Material	Dureza Brinell – HB 30/10	Velocidad de corte
1.7225 (DIN 42 Cr Mo 4)	Max. 250	100%
AMPCO® 8	109 – 124	125%
AMPCO® 18	159 – 183	130%
AMPCO® M4	270 – 305	120%
AMPCO® 21	285 – 311	115%
AMPCO® 22	321 – 352	110%
AMPCO® 25	356 – 394	100%
AMPCO® 26	395 – 450	75%
AMPCOLOY® 940, 95, 97	180 – 255	125%
AMPCOLOY® 83	340 – 390	100%
AMPCOLOY® 88	260 – 280	120%

#### Recomendación del fabricante:

**Fa. Gühring** [www.guehring.de](http://www.guehring.de)

Para AMPCO®: RT 100 U art. nº 2471, 1243, 730, 732 y 305

Para AMPCOLOY®: RT 100 F art. nº 1660, 1662 y 620

#### Recomendaciones importantes:

- Para agujeros que atraviesan en AMPCO® 21, 22, 25 y 26, taladrar ambos lados
- La limpieza de las virutas debe garantizarse
- Emplear un lubricante refrigerante
- Si el grosor de la viruta es demasiado pequeño, la maquina de escariado se encallará
- Herramientas de escariado con cuchillas de metal duro con división desigual
- Al perforar con herramientas de refrigerado interno, hay que emplear las indicaciones del fabricante de la herramienta.

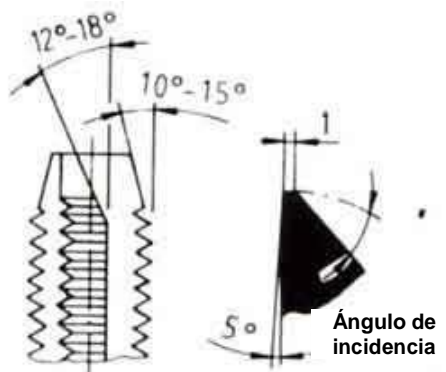
#### Mecanizado de filetes

Para los grados de dureza media y alta, AMPCO® 18 hasta 26, se recomienda el uso de maquinas de fileteado con ángulo de incidencia rectificadas. Las herramientas de fileteado de metal duro son mejores que las de fileteado HSS, ya que permiten una mayor velocidad de corte y duran más.

#### Recomendación del fabricante:

**Fa. Gühring** [www.guehring.de](http://www.guehring.de)

Art. nr. 969, 2506, 809 y 821



**Recomendaciones importantes:**

- Para AMPCO® 25 y 26, el diámetro de un agujero en el cual se prevé hacer una roscadura debe ser 0,15 - 0,25mm superior al valor del diámetro del agujero que indican las normas.
- Cuando el agujero atraviesa las piezas, debe biselarse por ambos lados antes de proceder a la roscadura.

**Rectificado**

Cuando se rectifica una pieza hecha de una aleación AMPCO®, se puede conseguir una precisión geométrica de la pieza de entre 0.0005 y 0.015 mm con una rugosidad de superficie de entre 0,5  $\mu\text{m}$  y 1,5  $\mu\text{m}$ , dependiendo del tamaño y el tipo de pieza a mecanizar. Al rectificar piezas con un diámetro de entre 25 y 130 mm, se debe partir de un diámetro inferior de entre 0.01 y 0.038 mm, y de entre 0.038 mm y 0.063 mm para piezas con un diámetro superior a 130 mm hasta 280 mm.

**Pulimentado**

Las aleaciones AMPCO® pueden ser pulimentadas de una forma excelente. Se puede alcanzar una precisión de entre 0,1  $\mu\text{m}$  y 2  $\mu\text{m}$ . La pasta lapeante es el corindón.

**Esmerilado y bruñido**

Una de las ventajas de las aleaciones AMPCO® es que se puede conseguir una superficie de excelente calidad con un mecanizado fino. Todos los grados de AMPCO® pueden esmerilarse con los radios de avance que se suelen emplear con el acero. La velocidad de esmerilado al desbarbado varía entre los 30 y los 45 m/s, y en esmerilado plano o circular entre los 24 y los 25 m/s. Para el esmerilado plano o circular, se emplean muelas de carburo de silicona. Los resultados óptimos se obtienen a velocidades de rotación de las muelas de entre 5000 y 6000 rpm y, en el caso del esmerilado circular, a una velocidad de rotación de la pieza de entre 25 y 150 rpm. Se recomienda esmerilar en húmedo.

El **pulimentado** de las aleaciones AMPCO® es parecido al del acero. Las piezas a pulir deben prepararse primero con un mecanizado fino, por ejemplo, un esmerilado plano, o a mano con papel de lija, de un grano entre 320 y 500 o con un esmerilado fino a máquina, para que los surcos no puedan verse a simple vista. Luego se pulirán las piezas con una muela de pulir de fieltro (colocada en un taladro o en una máquina especial) y con pasta de esmerilar o pulir, hasta alcanzar un alto grado de lustre.

**Electroerosión**

El grupo de aleaciones AMPCO® se puede electroerosionar fácilmente a unos valores de máquina, unas tasas de extracción de material y unos tiempos de mecanizado comparables a los valores empleados para los tipos de acero generalmente utilizados para la fabricación de herramientas y moldes.



La electroerosión por alambre de las aleaciones AMPCO® y AMPCOLOY® es la habitual, excepto por un tiempo de trabajo ligeramente superior. Se emplean los alambres de cobre comunes, por ejemplo de un diámetro de 0,2 mm.

Por tanto, nos concentraremos en la **erosión por penetración** del AMPCOLOY® 940 y del AMPCOLOY® 944, ambos de conductividad muy alta (estas recomendaciones también son válidas para las otras aleaciones del grupo de los AMPCOLOY®).

AMPCOLOY® 940 y AMPCOLOY® 944 poseen una conductividad térmica y eléctrica muy buena. Esta propiedad aporta importantes ventajas prácticas cuando estas aleaciones se emplean para moldes de inyección de plástico, al permitir tiempos de ciclo más reducidos, gracias a un enfriamiento más rápido del plástico. Sin embargo, durante la electroerosión, esta propiedad no es tan ventajosa. Por tanto, debido a la buena conductividad del AMPCOLOY® 940 y del AMPCOLOY® 944, el tiempo de mecanizado se ampliará, lo que resultará en un mayor desgaste de los electrodos. La diferencia entre electroerosionar AMPCOLOY® en comparación con los materiales de acero depende sobre todo de:

- a) Los valores de regulación, dependiendo del tipo de máquina, sobre todo del tipo de generador.
- b) El tipo de electrodos usados para la electroerosión.

#### **a) Valores de regulación**

Según la información que tenemos disponible, los valores básicos que indica el fabricante de la máquina pueden ser los siguientes, dependiendo de la calidad requerida para la superficie, al desbastar o acabar.

#### **Intensidad de la corriente:**

De acuerdo con los requisitos mencionados anteriormente, se necesitará corriente de alta intensidad para desbastar y corrientes de baja intensidad para el mecanizado fino de la superficie. Los electrodos de gran superficie requieren intensidades altas, los electrodos más pequeños requieren menos intensidad de corriente.

Debido a la buena conductividad eléctrica del AMPCOLOY® 940 y del AMPCOLOY® 944, en general se pueden emplear intensidades de corriente más altas que con el acero.

#### **Polaridad:**

Con las modernas máquinas de electroerosión, se puede emplear la polaridad normal: positiva (+) en el electrodo y negativa (-) en la pieza a mecanizar. Con ciertas máquinas de electroerosión, puede ser necesario invertir esa polaridad, es decir: negativa (-) en el electrodo y positiva (+) en la pieza, incluso cuando se emplean electrodos de grafito.

#### **Valores de tiempo de encendido (on time) para los diferentes niveles de potencia:**

Los valores de "on-time" dependen del tipo de material del electrodo; electrodos de cobre-tungsteno y electrodos de grafito "premium" permiten periodos superiores de "on-time" que los electrodos de cobre. Si se emplean electrodos de cobre, los periodos "on-time" deben acortarse para evitar un gran desgaste del electrodo.

#### **b) Material del electrodo**

La opción preferida para la erosión por penetración del AMPCOLOY® 940 y del AMPCOLOY® 944 son los electrodos de cobre-tungsteno, por lo que existen algunas



limitaciones, debido a la disponibilidad de ese material y a su difícil maquinabilidad: los costes más altos de material y maquinabilidad pueden amortizarse cuando se presenta la geometría adecuada (por ejemplo, formas simples, como piezas redondas o cuadradas) gracias a la superior velocidad con la que la electroerosión elimina el material.

Electrodos de grafito de alta calidad y de cobre-grafito son menos apreciados debido a sus características de mecanizado “sucias”. De todas formas, pueden emplearse como electrodos para la electroerosión del AMPCOLOY® 940 y del AMPCOLOY® 944, y la tasa de desgaste es inferior que la de los electrodos de cobre.

Sin duda, el cobre electrolítico es el material más empleado para electrodos en la erosión por penetración, y también es la aleación más parecida a AMPCOLOY® 940 y AMPCOLOY® 944 en cuanto a conductividad eléctrica. Los resultados ante las dificultades mencionadas, en especial el desgaste de los electrodos, son muy similares. En el desgaste del electrodo de cobre puede influir la regulación óptima de la máquina de electroerosión, por ejemplo, cortos impulsos “on-time”, alargarán un poco el tiempo de mecanizado pero reducirán, el desgaste. También es importante un eficaz enjuague de la superficie mecanizada al electroerosionar para reducir el desgaste del electrodo.

El AMPCOLOY® 972 como electrodo para la electroerosión es muy apreciado por nuestros clientes, porque es más fácil de mecanizar que el cobre electrolítico, y unido a los programas de “tecnología cobre-cobre” o “tecnología cobre-AMPCOLOY®” de los fabricantes de la máquina de electroerosión, se consiguen excelentes resultados.

AMPCOLOY® 972 está disponible en nuestros almacenes en muchas dimensiones.

