

E.1. Generalidades de los procesos de mecanizado de las aleaciones de aluminio 3

E.1.1. Mecanizado	3
E.1.1.1. Herramientas	3
E.1.1.2. Materiales de las herramientas	3
E.1.1.2.1 Reafilado de herramientas	4
E.1.1.3. Fluidos de corte	4
E.1.1.4. Maquinaria	5
E.1.1.5. La forma de la viruta	5
E.1.1.6. Embotamiento del filo	6
E.1.2. Parámetro recomendados para diversos procedimientos de mecanizado.	6
E.1.2.1. Nota preliminar	6
E.1.2.2. Torneado	7
E.1.2.2.1 Herramientas	7
E.1.2.2.2 Fluidos refrigerantes.....	7
E.1.2.2.3 Parámetros típicos para el torneado.....	7
E.1.2.3. Fresado	8
E.1.2.3.1 Herramientas	8
E.1.2.3.2 Fluidos refrigerantes.....	9
E.1.2.3.3 Parámetros típicos para el fresado.....	10
E.1.2.4. Taladrado con brocas	11
E.1.2.4.1 Herramientas	11
E.1.2.4.2 Tamaño del agujero	11
E.1.2.4.3 Parámetros típicos para el taladrado.....	12
E.1.2.5. Corte con sierra	12
E.1.2.5.1 Sierra circular / parámetros típicos.....	12
E.1.2.5.2 Sierra de banda /parámetros típicos.....	13





E.1. GENERALIDADES DE LOS PROCESOS DE MECANIZADO DE LAS ALEACIONES DE ALUMINIO

Las aleaciones de aluminio son, en general, fáciles de mecanizar. Durante el arranque de viruta, las fuerzas de corte que tienen lugar son considerablemente menores que en el caso de las generadas con el acero (la fuerza necesaria para el mecanizado del aluminio es aproximadamente un 30% de la necesaria para mecanizar acero). Por consiguiente, los esfuerzos sobre los útiles y herramientas así como la energía consumida en el proceso es menor para el arranque de un volumen igual de viruta.

El aluminio tiene unas excelentes características de conductividad térmica, lo cual es una importante ventaja, dado que permite que el calor generado en el mecanizado se disipe con rapidez. Su baja densidad hace que las fuerzas de inercia en las piezas de aluminio giratorio (torneados) sean asimismo mucho menores que en otros materiales.

Todos estos factores contribuyen a hacer posible elevadas velocidades de corte (si los requisitos de calidad superficial son elevados, estas elevadas velocidades de corte no sólo son posibles sino necesarias) y una tasa de arranque de material mayor cuando se mecaniza aluminio.

Sin embargo, el coeficiente de fricción entre el aluminio y los metales de corte es, comparativamente con otros metales, elevado. Este hecho puede causar el embotamiento de los filos de corte, deteriorando la calidad de la superficie mecanizada a bajas velocidades de corte e incluso a elevadas velocidades con refrigeración insuficiente. Siempre que la refrigeración en el corte sea suficiente, hay una menor tendencia al embotamiento con aleaciones más duras, con velocidades de corte mayores y con ángulos de desprendimiento mayores.

E.1.1. MECANIZADO

E.1.1.1. HERRAMIENTAS

La mayoría de los procedimientos de arranque de viruta necesitan herramientas especiales para el mecanizado del aluminio. Se distinguen de las empleadas en el mecanizado del acero en que tienen unos mayores ángulos de desprendimiento y un mayor espacio para la salida de la viruta, así como unos filetes para que ésta fluya mejor. La mayoría de las herramientas de filo múltiple como por ejemplo las fresas, tienen sólo unos pocos dientes.

E.1.1.2. MATERIALES DE LAS HERRAMIENTAS

Para obtener buenos resultados en el mecanizado del aluminio, las herramientas que se empleen deben tener unos filos de corte principal y secundario perfectamente afilados, unas superficies de desprendimiento sin rugosidades, perfectamente pulidas y una geometría tal que permita la correcta evacuación de la viruta. Hay tres grandes familias de herramientas de corte para el mecanizado del aluminio: Acero rápido, Metal duro (carburos metálicos) o diamante.



HERRAMIENTAS	PROPIEDADES Y RECOMENDACIONES
Acero rápido	<p>El acero rápido es apropiado para el mecanizado de aleaciones de aluminio con bajo contenido en silicio. Permite el uso de grandes ángulos de desprendimiento para obtener unas mejores condiciones de corte. Las temperaturas máximas de trabajo para este tipo de herramientas se sitúan en los 500°C. Los elementos de aleación más característicos de este tipo de metales son el carbono, el tungsteno, el cromo el molibdeno y el vanadio. Éste último es el que, en proporciones adecuadas (entre un 2 y un 4%) garantiza una adecuada resistencia a la abrasión y al desgaste.</p> <p>El acero rápido es más económico que el metal duro cuando la maquinaria de que se dispone no permite el uso de las velocidades de corte alcanzables con el carburo metálico. En el mecanizado de aluminios con elevado contenido de silicio (grupo 111) el desgaste de este tipo de herramientas se acelera.</p>
Metal duro	<p>Las herramientas de carburo metálico, también denominadas metal duro, ofrecen la ventaja de una mayor duración de la herramienta. Se emplean en el mecanizado de aluminios con elevado contenido en silicio así como para los mecanizados a altas velocidades de corte. Las fundiciones de aluminio, con la presencia de cristales de silicio de elevada dureza requieren obligatoriamente el uso de herramientas de carburo metálico. Dentro de los carburos metálicos los distintos fabricantes tienen distintas gamas y calidades, en función de las condiciones de corte requeridas.</p>
Diamante	<p>Las herramientas de diamante se caracterizan por su elevada duración, incluso si se emplean en el mecanizado de aleaciones con un elevado contenido en silicio. Suelen emplearse para trabajos de acabado en aleaciones de aluminio que generan largas astillas, o para máquinas automáticas trabajando con aluminios que generan una viruta corta.</p>

E.1.1.2.1 REAFILADO DE HERRAMIENTAS

En el mantenimiento de las herramientas se deben seguir los mismos criterios que se emplean en el trabajo con otros materiales. Sin embargo, el deterioro de las herramientas puede tener consecuencias mucho más indeseables en el mecanizado del aluminio que otros materiales. Por ello, el reafilado de las herramientas, siempre que sea económicamente viable (es decir, si el coste del afilado es menor que el de reemplazar la herramienta), no debe hacerse nunca a mano, sino mediante una amoladora, intentando siempre reducir al mínimo la cantidad de calor producida y dejando el filo de la herramienta recto con las caras muy finas.

E.1.1.3. FLUIDOS DE CORTE

Muchas operaciones de mecanizado, particularmente las fases de desbaste se efectúan en seco. El uso de fluidos de corte se recomienda en operaciones de acabado (con velocidades de corte elevadas) o aquéllas en las que la evacuación de la viruta presenta dificultades, como sucede en el taladrado, el roscado, etc.

Las principales funciones de un fluido de corte son

- Refrigerar la pieza y la herramienta de corte.
- Reducir la tendencia al embotamiento de la herramienta (lubricación).
- Producir un acabado mejor de la superficie.
- Evacuar las astillas y la viruta de forma complicada.



Existen en el mercado aceites de corte, emulsiones o productos sintéticos hidrosolubles que son apropiados para ser empleados como líquidos de corte. En general, los aceites tienen mejores propiedades como lubricantes mientras que las emulsiones tienen mejores propiedades como refrigerantes.

Debe tenerse en cuenta que sin refrigerante, la pieza mecanizada puede calentarse cuando se trabaja a elevadas velocidades, causando una expansión de la pieza dado el elevado coeficiente de expansión térmica del aluminio. Del mismo modo, con elevadas velocidades de corte, gran parte del calor generado se evacua con la viruta, que a su vez transmite ese calor a la herramienta. Ambas circunstancias pueden acarrear una distorsión en las dimensiones deseadas del mecanizado.

La mayoría de las emulsiones y los fluidos de corte hidrosolubles son ligeramente alcalinos. En ese caso, y para evitar el ataque al aluminio, se deberán emplear los inhibidores adecuados. En cualquier caso, deberán probarse antes todos aquellos fluidos en los que se tenga alguna duda de si son apropiados o no, y, en cualquier caso, se deberán rechazar todos aquellos fluidos que contengan cloruros.

E.1.1.4. MAQUINARIA

En principio las aleaciones de aluminio deben procesarse en cualquier máquina que permita alcanzar como mínimo las velocidades de corte mínimas recomendadas para una aleación dada, y que no genere vibraciones al mecanizar a elevadas velocidades de corte. Sin embargo, con el objeto de aprovechar al máximo las características de la máquina al trabajar con aluminio, es recomendable buscar máquinas de tipo rígido, con cojinetes firmes y elevadas velocidades en el eje de giro y, por consiguiente, motores potentes, además de ser capaces de evacuar de modo efectivo la viruta. Existen en el mercado máquinas que cumplen estos requisitos, y que están específicamente orientadas para trabajar con aluminio, especialmente en los que se refiere a tornos y a fresadoras.

E.1.1.5. LA FORMA DE LA VIRUTA

El aluminio, en general da lugar a viruta continua, pero, en algunas circunstancias, en función de la aleación que se mecanice el proceso de mecanizado que se esté efectuando, y las condiciones de corte, pueden aparecer virutas astilladas o de otras formas irregulares no deseadas. Cuando se mecaniza aluminio puro o aleaciones forjadas blandas, se genera una viruta voluminosa (debido al gran ángulo de desprendimiento) e irregular, mientras que las aleaciones forjadas duras producen una viruta rizada y discontinua. Los aluminios de fundición, sin embargo, suelen producir virutas astillosas, rotas e incluso en forma de aguja (ver figura 1).



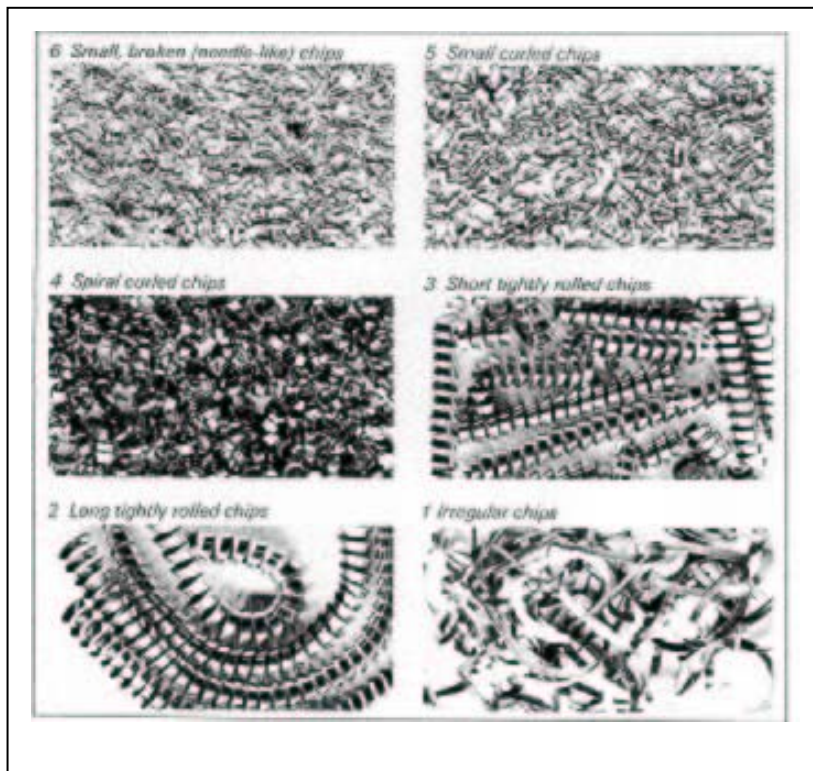


Figura 1

E.1.1.6. EMBOTAMIENTO DEL FILO

La superficie de la pieza de trabajo se deteriora considerablemente cuando se mecaniza aluminio a bajas velocidades de corte e incluso a elevadas velocidades de corte sin la refrigeración adecuada. Este hecho se debe al embotamiento del filo de corte. Consiste en una acumulación de material en forma de cuña que se produce en la superficie de corte de la herramienta, por encima del filo de corte, y que consiste en partículas duras de la propia pieza de trabajo. Éstas se adhieren con mayor o menor fuerza a la herramienta, cuya forma cambia continuamente durante el mecanizado. De vez en cuando, esta acumulación se rompe total o parcialmente produciendo una discontinuidad en el mecanizado. Dado que esta acumulación asume la función de filo de corte,, además de las discontinuidades en el mecanizado, produce otros problemas como formas no deseadas de la viruta, acabados de superficies no conformes o dimensiones inadecuadas.

Todos estos problemas se solventan mejorando las condiciones de refrigeración, incrementando la dureza del metal, y, hasta ciertos límites, incrementando la velocidad de corte.

E.1.2. PARÁMETRO RECOMENDADOS PARA DIVEROS PROCEDIMIENTOS DE MECANIZADO.

E.1.2.1. NOTA PRELIMINAR

En principio el aluminio admite todos los procedimientos típicos de mecanizado. Sin embargo, dado un procedimiento en particular, hay unos parámetros típicos que deben respetarse al trabajar con este material. Las condiciones más económicas de trabajo se suelen determinar en base a pruebas y a la experiencia previa que se ha ido acumulando, especialmente si se trata de series largas.



En el aluminio, los mecanizados en los que se parte de un bloque, debido a la elevada producción de viruta, con todos los problemas adicionales que ello conlleva, es mucho más económico el mecanizado de pre-formas obtenidas por extrusión o forja.

E.1.2.2. TORNEADO

E.1.2.2.1 HERRAMIENTAS

Las herramientas estándar de torneado (ver figura 2) para otros metales suelen emplearse para el mecanizado del aluminio (siempre respetando las prescripciones respecto al ángulo de desprendimiento y a las superficies características de dichas herramientas dadas en el apartado E.1.1.1.) Lo más habitual es trabajar con herramientas en forma de plaquita fijadas mediante grapas o soldadura a un soporte.



Figura 2

E.1.2.2.2 FLUIDOS REFRIGERANTES

En general el trabajo de desbaste puede efectuarse sin líquidos de corte. Para el acabado, pueden emplearse emulsiones o aceites de corte para retardar el embotamiento del filo y para refrigerar herramienta y pieza.

E.1.2.2.3 PARÁMETROS TÍPICOS PARA EL TORNEADO.



A) DESBASTE / HERRAMIENTA DE ACERO RÁPIDO

ALEACIÓN	TRATAM. TERMICO	V CORTE M / MIN	Ángulo de incidencia	Ángulo de desprendt	avance mm / rev	prof. mm	Fluido
5754	O/H111	250-400	10-12	33-40	--> 1.0	3-15	none
5083	O/H111	200-350	9-11	30-37	--> 1.0	3-15	none
----	0	200-350	9-11	30-37	--> 1.0	3-15	none
6082	T651	150-250	8-10	23-30	0.2-0.6	3-15	none
2017	T451	150-250	8-10	23-30	0.2-0.6	3-15	none
7020	T651	150-250	8-10	23-30	0.2-0.6	3-15	none
7022	T651/T73	100-200	7-9	20-27	0.2-0.5	3-15	none
7075	T651/T73	100-200	7-9	20-27	0.2-0.5	3-15	none
7010	T651/T73	100-200	7-9	20-27	0.2-0.4	3-15	none

B) DESBASTE / HERRAMIENTA DE METAL DURO

ALEACIÓN	TRATAM. TERMICO	V CORTE M / MIN	Ángulo de incidencia	Ángulo de desprendt	avance mm / rev	prof. mm	Fluido
5754	O/H111	800-1200	7-10	25-30	0.4-0.6	3-15	none
5083	O/H111	600-1000	7-10	25-30	0.4-0.6	3-15	none
----	0	600-1000	7-10	25-30	0.4-0.6	3-15	none
6082	T651	250-400	7-10	15-25	0.3-0.5	3-15	none
2017	T451	250-400	7-10	15-25	0.3-0.5	3-15	none
7020	T651	250-400	7-10	15-25	0.3-0.5	3-15	none
7022	T651/T73	200-350	7-10	10-20	0.25-0.5	3-15	none
7075	T651/T73	200-350	7-10	10-20	0.25-0.5	3-15	none
7010	T651/T73	200-350	7-10	10-20	0.25-0.5	3-15	none

C) ACABADO / HERRAMIENTA ACERO RÁPIDO

ALEACIÓN	TRATAM. TERMICO	V CORTE M / MIN	Ángulo de incidencia	Ángulo de desprendt	avance mm / rev	prof. mm	Fluido
5754	O/H111	500-900	8-10	40-50	0.10-0.30	0.3-2.5	emulsion
5083	O/H111	400-800	8-10	40-50	0.05-0.30	0.3-2.5	emulsion
----	0	400-800	8-10	40-50	0.05-0.30	0.3-2.5	emulsion
6082	T651	300-500	7-9	35-45	0.03-0.25	0.3-2.5	emulsion or oil
2017	T451	300-500	7-9	35-45	0.03-0.25	0.3-2.5	"
7020	T651	300-500	7-9	35-45	0.03-0.25	0.3-2.5	"
7022	T651/T73	200-400	7-9	30-40	0.03-0.20	0.3-2.5	"
7075	T651/T73	200-400	7-9	30-40	0.03-0.20	0.3-2.5	"
7010	T651/T73	200-400	7-9	30-40	0.03-0.20	0.3-2.5	"

D) ACABADO / HERRAMIENTA METAL DURO

ALEACIÓN	TRATAM. TERMICO	V CORTE M / MIN	Ángulo de incidencia	Ángulo de desprendto.	avance mm / rev	prof. mm	Fluido
5754	O/H111	-->2400	8-10	25-30	-->0.15	0.3-2.5	emulsion or oil
5083	O/H111	-->2400	8-10	25-30	-->0.15	0.3-2.5	"
----	0	-->2400	8-10	25-30	-->0.15	0.3-2.5	"
6082	T651	350-700	7-9	15-25	0.05-0.1	0.3-2.5	"
2017	T451	350-700	7-9	15-25	0.05-0.1	0.3-2.5	"
7020	T651	350-700	7-9	15-25	0.05-0.1	0.3-2.5	"
7022	T651/T73	250-500	7-9	10-20	0.03-0.1	0.3-2.5	"
7075	T651/T73	250-500	7-9	10-20	0.03-0.1	0.3-2.5	"
7010	T651/T73	250-500	7-9	10-20	0.03-0.1	0.3-2.5	"

E.1.2.3. FRESADO

E.1.2.3.1 HERRAMIENTAS



El fresado es un procedimiento al que se adapta especialmente bien el aluminio. Debido a la acción cortante intermitente produce pequeños intervalos de viruta y una menor tendencia al embotamiento del filo. El empleo de fresas (ver figura 3) de un diámetro mayor permite trabajar a una velocidad de corte mayor dado un valor de vueltas por minuto, que puede ser el mismo que el empleado en acero. Sin embargo, las máquinas empleadas deben tener una rigidez y una potencia adecuada.



Figura 3

Las fresas empleadas pueden ser de cualquier tipo: cilíndricas, frontales, de disco de tres cortes, frontales de dos labios, bicónicas, fresas para ranuras en t, etc. Suelen emplearse fresas con insertos reemplazables. Las que están especialmente diseñadas para mecanizar aluminio se caracterizan por un amplio espacio de evacuación de viruta y una gran separación entre dientes. En función de las posiciones relativas de fresa y pieza de trabajo el corte lo producirá la parte frontal de la fresa o los extremos de su circunferencia.

E.1.2.3.2 FLUIDOS REFRIGERANTES

Las indicaciones son las mismas que las mencionadas anteriormente para el torneado en el apartado E.1.2.2.2.



E.1.2.3.3 PARÁMETROS TÍPICOS PARA EL FRESADO

A) DESBASTE / HERRAMIENTA DE ACERO RÁPIDO

ALEACIÓN	TRATAM. TERMICO	V CORTE M / MIN	Ángulo de incidencia	Ángulo de desprendt	Feed per tooth [mm]	prof. mm	Fluido
5754	0/H111	400-600	8	25	0.1-0.5	2-20	none
5083	0/H111	300-500	8	25	0.1-0.5	2-20	none
----	0	300-500	8	25	0.1-0.5	2-20	none
6082	T651	200-400	6	20	0.1-0.5	2-20	emulsion
2017	T451	200-400	6	20	0.1-0.5	2-20	"
7020	T651	200-400	6	20	0.1-0.5	2-20	"
7022	T651/T73	150-350	6	20	0.1-0.5	2-20	"
7075	T651/T73	150-350	6	20	0.1-0.5	2-20	"
7010	T651/T73	150-350	6	20	0.1-0.5	2-20	"

B) DESBASTE / HERRAMIENTA DE METAL DURO

ALEACIÓN	TRATAM. TERMICO	V CORTE M / MIN	Ángulo de incidencia	Ángulo de desprendt	Feed per tooth [mm]	prof. mm	Fluido
5754	0/H111	-->2500	8	20	0.1-0.6	2-20	none
5083	0/H111	-->2500	8	20	0.1-0.6	2-20	"
----	0	-->2500	8	20	0.1-0.6	2-20	"
6082	T651	400-800	6	15	0.1-0.6	2-20	"
2017	T451	400-800	6	15	0.1-0.6	2-20	"
7020	T651	400-800	6	15	0.1-0.6	2-20	"
7022	T651/T73	300-700	6	15	0.1-0.6	2-20	"
7075	T651/T73	300-700	6	15	0.1-0.6	2-20	"
7010	T651/T73	300-700	6	15	0.1-0.6	2-20	"

C) ACABADO / HERRAMIENTA DE ACERO RÁPIDO

ALEACIÓN	TRATAM. TERMICO	V CORTE M / MIN	Ángulo de incidencia	Ángulo de desprendt	Feed per tooth [mm]	prof. mm	Fluido
5754	0/H111	-->1500	12	30	0.03-0.1	-->0.5	emulsion
5083	0/H111	-->1500	12	30	0.03-0.1	-->0.5	emulsion
----	0	-->1500	12	30	0.03-0.1	-->0.5	emulsion
6082	T651	350-800	10	25	0.03-0.1	-->0.5	emulsion or oil
2017	T451	350-800	10	25	0.03-0.1	-->0.5	"
7020	T651	350-800	10	25	0.03-0.1	-->0.5	"
7022	T651/T73	250-600	10	25	0.03-0.1	-->0.5	"
7075	T651/T73	250-600	10	25	0.03-0.1	-->0.5	"
7010	T651/T73	250-600	10	25	0.03-0.1	-->0.5	"

D) ACABADO / HERRAMIENTA DE ACERO RÁPIDO

ALEACIÓN	TRATAM. TERMICO	V CORTE M / MIN	Ángulo de incidencia	Ángulo de desprendt	Feed per tooth [mm]	prof. mm	Fluido
5754	0/H111	-->3000	12	25	0.03-0.1	-->0.5	emulsion
5083	0/H111	-->3000	12	25	0.03-0.1	-->0.5	emulsion
----	0	-->3000	12	25	0.03-0.1	-->0.5	emulsion
6082	T651	800-1500	10	20	0.03-0.1	-->0.5	emulsion or oil
2017	T451	800-1500	10	20	0.03-0.1	-->0.5	"
7020	T651	800-1500	10	20	0.03-0.1	-->0.5	"
7022	T651/T73	500-1000	10	20	0.03-0.1	-->0.5	"
7075	T651/T73	500-1000	10	20	0.03-0.1	-->0.5	"
7010	T651/T73	500-1000	10	20	0.03-0.1	-->0.5	"



E.1.2.4. TALADRADO CON BROCAS

E.1.2.4.1 HERRAMIENTAS

Las brocas apropiadas para el taladrado del aluminio (ver figura 4) deben estar dotadas de grandes ángulos de hélice y acanaladuras profundas. Para agujeros poco profundos (de hasta una profundidad de dos veces el diámetro del taladro), pueden servir las mismas brocas que para el acero. Para el taladrado siempre se debe puntear previamente.



Figura 4

E.1.2.4.2 TAMAÑO DEL AGUJERO

Los taladros efectuados en el aluminio suelen ser mayores que el tamaño de la broca con que se ha efectuado, en una medida que depende de la aleación con que se trabaje, el diámetro del taladro, etc. Y que puede oscilar entre 0.1 y 0.5 mm. El exceso de tamaño de un taladro se puede acotar experimentalmente en una serie de taladros de prueba antes de la producción. Para obtener taladros de dimensiones correctas debe efectuarse un taladrado inicial unas décimas menor en diámetro, para finalmente terminar de ajustar las dimensiones en una pasada posterior.



E.1.2.4.3 PARÁMETROS TÍPICOS PARA EL TALADRADO

A) BROCAS DE ACERO RÁPIDO

ALEACIÓN	TRATAM. TERMICO	V CORTE M / MIN	Ángulo de la broca	Ángulo de hélice	Ángulo de labio	Avance mm / rev	FLUIDO
5754	0/H111	100-120	140	45-35	17-15	0.02-0.5	emulsion
5083	0/H111	100-120	140	45-30	17-15	0.02-0.5	"
----	0	100-120	140	45-30	17-15	0.02-0.5	"
6082	T651	80-100	120	40-25	15	0.02-0.5	"
2017	T451	80-100	120	40-25	15	0.02-0.5	"
7020	T651	80-100	120	40-25	15	0.02-0.5	"
7022	T651/T73	80-100	120	35-20	15	0.02-0.5	"
7075	T651/T73	80-100	120	35-20	15	0.02-0.5	"
7010	T651/T73	80-100	120	35-20	15	0.02-0.5	"

B) BROCAS CON INSERTOS DE METAL DURO

ALEACIÓN	TRATAM. TERMICO	V CORTE M / MIN	Ángulo de la broca	Ángulo de hélice	Ángulo de labio	Avance mm / rev	FLUIDO
5754	0/H111	200-300	130	25-15	12	0.06-0.3	none
5083	0/H111	200-300	130	25-15	12	0.06-0.3	emulsion or dry
----	0	200-300	130	25-15	12	0.06-0.3	"
6082	T651	100-200	120	15-10	12	0.06-0.3	"
2017	T451	100-200	120	15-10	12	0.06-0.3	"
7020	T651	100-200	120	15-10	12	0.06-0.3	"
7022	T651/T73	100-200	120	15-10	12	0.06-0.3	"
7075	T651/T73	100-200	120	15-10	12	0.06-0.3	"
7010	T651/T73	100-200	120	15-10	12	0.06-0.3	"

E.1.2.5. CORTE CON SIERRA

E.1.2.5.1 SIERRA CIRCULAR / PARÁMETROS TÍPICOS

Las sierras circulares proporcionan un corte recto y limpio. Se emplean para cortar secciones de perfiles largos o para efectuar muescas. Con diámetros de hasta 250 mm pueden ser enteramente de acero rápido o, las de mayor diámetro, discos con plaquitas de acero rápido o metal duro como filos de corte.

El paso entre dientes depende del diámetro de la sierra así como del material a cortar. Por lo menos 3 o 4 dientes deberán estar simultáneamente en contacto con la pieza. Además, los dientes de la sierra deberán estar dotados de filos de corte en sus partes laterales, para prevenir interferencias debido a la acumulación de viruta, lo cual redundará en una vida más larga de la herramienta y reducirá los requerimientos de potencia.

Paso entre dientes	t mm	H mm	S mm
Medio	5 – 10	4 – 5	1 – 3
Grande	9 – 20	5 – 8	1 - 3
Muy grande	Hasta 60	Hasta 25	Hasta 6



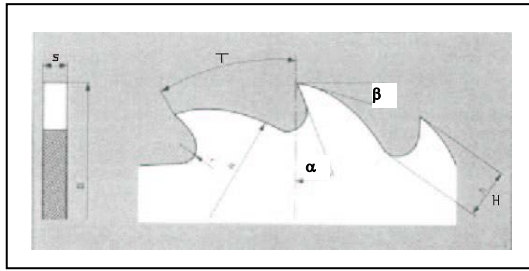


Figura 5

A) FILOS DE ACERO RÁPIDO

ALEACIÓN	TT	V_c		α	β	FLUIDO
		Paso medio	Paso grande			
5754	0/H111	800-2000	---> 0.02	400-600	---> 0.03	emulsion or spirit or tallow or cutting oil
5083	0/H111	800-2000	---> 0.02	400-600	---> 0.03	
-----	0	800-2000	---> 0.02	400-600	---> 0.03	
6082	T651	500-1500	---> 0.02	300-1000	---> 0.03	
2017	T451	500-1500	---> 0.02	300-1000	---> 0.03	
7020	T651	500-1500	---> 0.02	300-1000	---> 0.03	
7022	T651/T73	300-1200	---> 0.02	200-800	---> 0.03	
7075	T651/T73	300-1200	---> 0.02	200-800	---> 0.03	
7010	T651/T73	300-1200	---> 0.02	200-800	---> 0.03	

B) FILOS DE METAL DURO

ALEACIÓN	TT	V_c		α	β	FLUIDO
		Paso medio	Paso grande			
5754	0/H111	--	--	---> 2500	---> 0.03	emulsion or alcohol or tallow or cutting oil
5083	0/H111	--	--	---> 2500	---> 0.03	
-----	0	--	--	---> 2500	---> 0.03	
6082	T651	--	--	---> 1500	---> 0.03	
2017	T451	--	--	---> 1500	---> 0.03	
7020	T651	--	--	---> 1500	---> 0.03	
7022	T651/T73	--	--	---> 1500	---> 0.03	
7075	T651/T73	--	--	---> 1500	---> 0.03	
7010	T651/T73	--	--	---> 1500	---> 0.03	

Se emplean para el corte de material de poco espesor así como contornos, etc. Los folos de las sierras de banda tienen particularidades propias. Los dientes de estas sierras se disponen de forma alterna. Su espaciado puede seleccionarse en función del espesor de material a cortar, de tal modo que siempre haya dos dientes trabajando como mínimo.



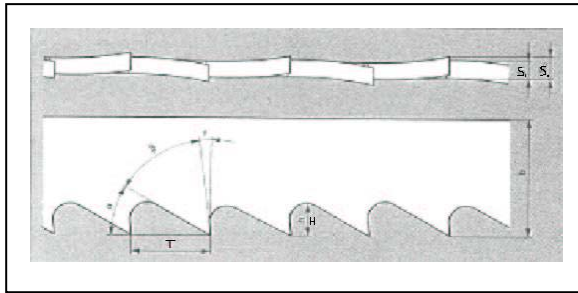


Figura 6

Espesor pieza de trabajo	V corte (m/min)	Avance por diente	Fluidos de corte para todas las velocidades: emulsión, o aceite
Pequeño (hasta 10 mm)	Hasta 2500	Hasta 0.01	
Grande (a partir de 10 mm)	Hasta 1500	Hasta 0.03	

