

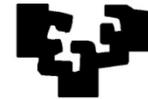
MÓDULO III: MECANIZADO POR ARRANQUE DE VIRUTA

TEMA 12: Herramientas de corte

TECNOLOGÍA MECÁNICA

DPTO. DE INGENIERÍA MECÁNICA

Universidad del País Vasco – Euskal Herriko Unibertsitatea



1. Introducción

- Requisitos de una herramienta de corte
- Propiedades de los materiales de herramientas
- Influencia de la geometría de la herramienta en los parámetros de corte

2. Materiales

- Acero rápido
- Metal duro
- Cerámicas
- Materiales compactos

3. Recubrimientos

4. Desgaste

- Mecanismos de desgaste
- Desgaste de flanco
- Desgaste de cráter
- Desgaste de adhesión
- Otros tipos de desgaste
- Influencia de los parámetros de corte en el desgaste

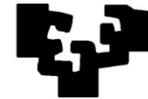
5. Cálculo de parámetros de corte

6. Cuestionario tutorizado

7. Oportunidades laborales: empresas y productos



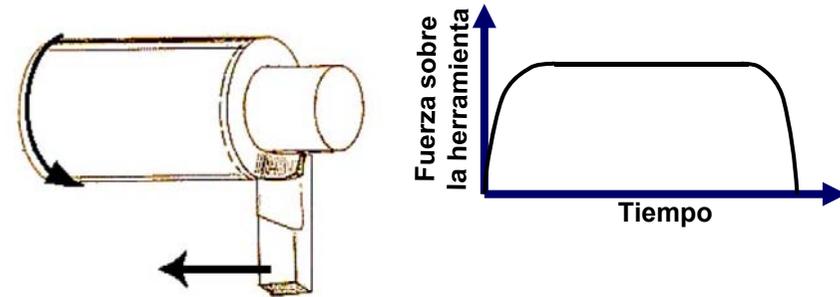
1. Introducción



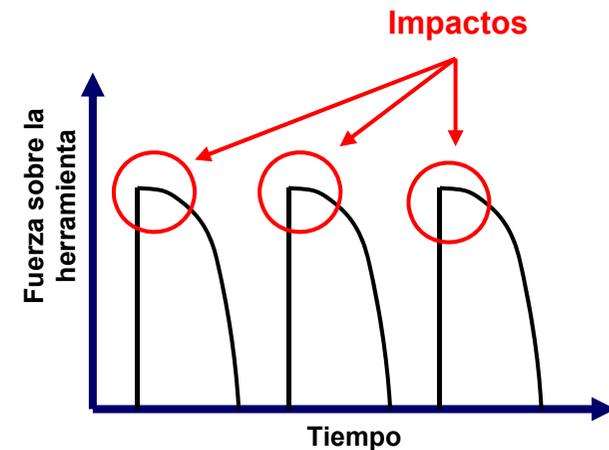
REQUISITOS DE LAS HERRAMIENTAS DE CORTE:

- Las herramientas de corte sufren altas temperaturas y grandes esfuerzos mecánicos.
- LOS PRINCIPALES REQUISITOS DE LAS HERRAMIENTAS DE CORTE SON:
 - Alta resistencia al desgaste.
 - Alta estabilidad física y química a alta temperatura.
 - Alta resistencia a la fractura frágil.
- No es posible conseguir todas las cualidades a la vez y es necesario llegar a soluciones de compromiso.
- INFLUENCIA DEL TIPO DE PROCESO:
 - Tipo de fuerzas que sufre la herramienta: impactos o fuerzas de módulo constante.
 - Temperatura que alcanza el filo de la herramienta.

Fuerzas de corte en:



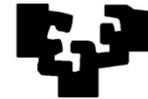
TORNEADO



FRESADO

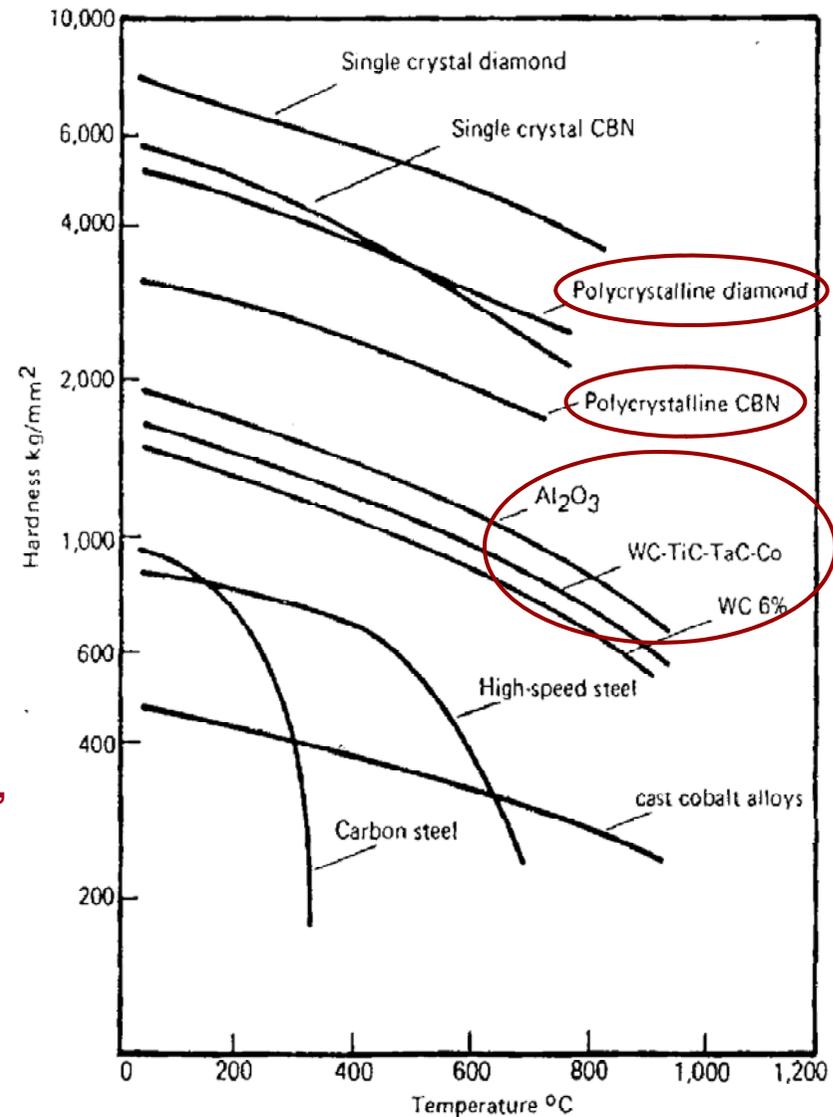


1. Introducción



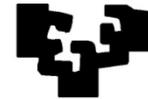
PROPIEDADES DE LOS MATERIALES DE LAS HERRAMIENTAS DE CORTE:

- Los materiales utilizados en las herramientas de corte son muy duros si se comparan con los materiales mecanizados.
- LOS MATERIALES MÁS UTILIZADOS EN LAS HERRAMIENTAS DE CORTE SON:
 - Acero rápido
 - Metal duro
 - Otros materiales cerámicos
 - Nitruro de boro cúbico
 - Diamante policristalino
- A medida que se utilizan materiales de mayor dureza, se pierde tenacidad → Menor resistencia a los impactos.
- Existe también una relación entre la dureza de los materiales con la temperatura. A medida que se aumenta la temperatura se pierde dureza.





1. Introducción

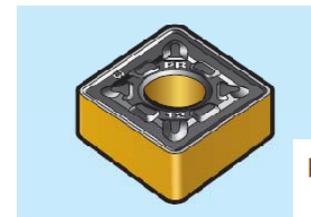
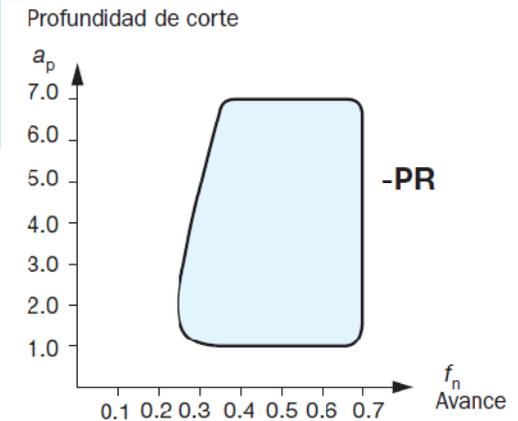


INFLUENCIA DEL TIPO DE ROMPEVIRUTAS EN LOS PARÁMETROS DE CORTE

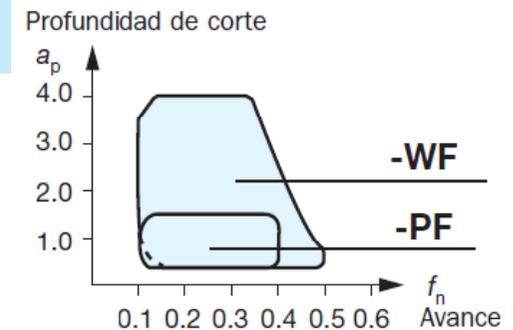
- En términos generales:
 - El material de la herramienta influye en la V_c .
 - El tipo de rompevirutas influye en:
 - Avance
 - Profundidad de pasada
- Las herramientas disponen de un rompevirutas en la cara de desprendimiento.
- El diseño del rompevirutas marca la zona óptima de trabajo.
- Se debe buscar una combinación óptima de geometría y material de la herramienta de corte.



Geometría de herramienta para desbaste

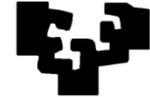


Geometría de herramienta para acabado





2. Materiales de herramientas de corte



ACERO RÁPIDO (HSS)

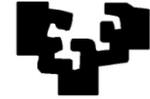
- **Muy utilizado en la actualidad.**
- **Son aceros con alto contenido en carbono con adiciones considerables de elementos de aleación tales como W, Mo, Cr, V y Co.**
- **Existe una gran cantidad de aceros rápidos, según sus elementos de aleación y los tratamientos térmicos que sufren.**
- **Dado que es un material de relativo bajo coste, se emplea para herramientas enterizas.**
- **También se utilizan herramientas de acero rápido recubiertas.**

Herramientas de Acero Rápido





2. Materiales de herramientas de corte



METAL DURO (HM, *Hard Metal*)

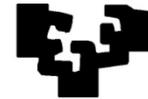
- Uno de los materiales que más se utiliza junto con el HSS. Cada año crece su utilización.
- El metal duro es una mezcla de carburo de tungsteno y cobalto (CW+Co).
- A medida que crece su contenido en cobalto, más tenaz es la herramienta.
- Muchas herramientas de metal duro están recubiertas por otros materiales para dar unas propiedades añadidas.
- Casi todas las herramientas de plaquitas son de metal duro.

METAL DURO





2. Materiales de herramientas de corte



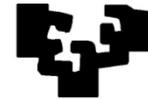
CLASIFICACIÓN ISO DE METAL DURO

- Existen diferentes tipos de metal duro en función de la composición, tamaño de grano de los polvos de partida, etc.
- Para clasificar los diferentes tipos de metal duro se usa la norma ISO: ISO 513:2004.
- La norma clasifica los diferentes tipos de metal duro en 6 grupos, según el material que pueda mecanizar la herramienta. Cada grupo se designa con una letra: P, M, K, S, N y H.
- Dentro de cada grupo, se diferencian unos grados o escalas que determinan la relación entre dureza-tenacidad del metal duro. Estos grados se determinan con un número.





2. Materiales de herramientas de corte



CERÁMICAS, NITRURO DE BORO CÚBICO Y DIAMANTE

- Las cerámicas son materiales muy duros, pero que mantienen cierta tenacidad. Se suelen utilizar para mecanizado de alta producción en condiciones de corte muy estables. Un ejemplo es el torneado de discos de freno de automóvil.
- Se utilizan varios tipos de cerámicas. Las más comunes son la alúmina (Al_2O_3), el SIALON y el nitruro de silicio (NSi).
- Si se requieren durezas todavía más altas, a costa de perder tenacidad, se emplean los materiales compactos: Diamante policristalino (PCD) y el nitruro de boro cúbico policristalino (PCBN).
- Dado el elevado coste de estos materiales, siempre se utilizan plaquitas o insertos.

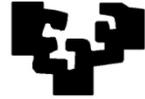
Fresa de plaquitas de diamante policristalino



Placa de PCD
soldada a una
plaquita



3. Recubrimientos para herramientas de corte

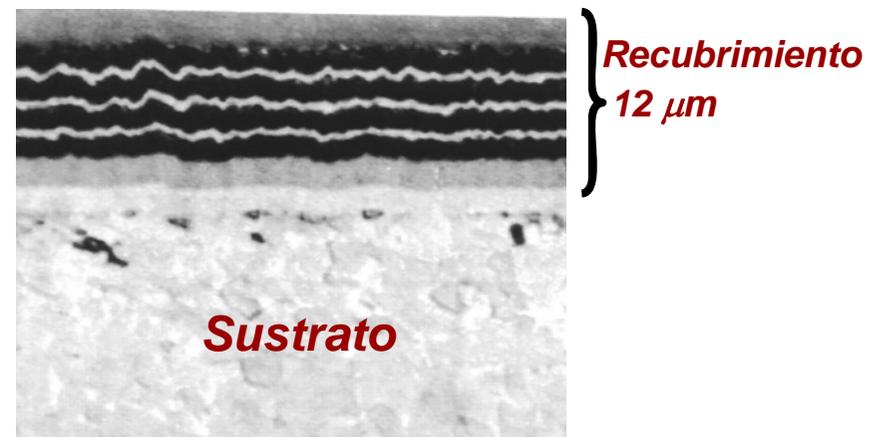


FUNCIONES DEL RECUBRIMIENTO DE LAS HERRAMIENTAS DE CORTE:

- Los requisitos que debe cumplir una herramienta de corte son muchas veces imposibles de conseguir con un único material de corte.
- En la práctica se utiliza una combinación de materiales. Un material base que aporte la tenacidad, recubierto superficialmente con otro material muy duro.
- Las funciones de un recubrimiento son:
 - Aumentar la dureza de la superficie.
 - Reducir el rozamiento entre herramienta y viruta.
 - Proteger la herramienta de las altas temperaturas.

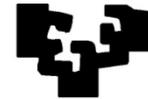
Herramienta recubierta

- Zona de contacto entre herramienta viruta.
- Máximo rozamiento y temperatura.



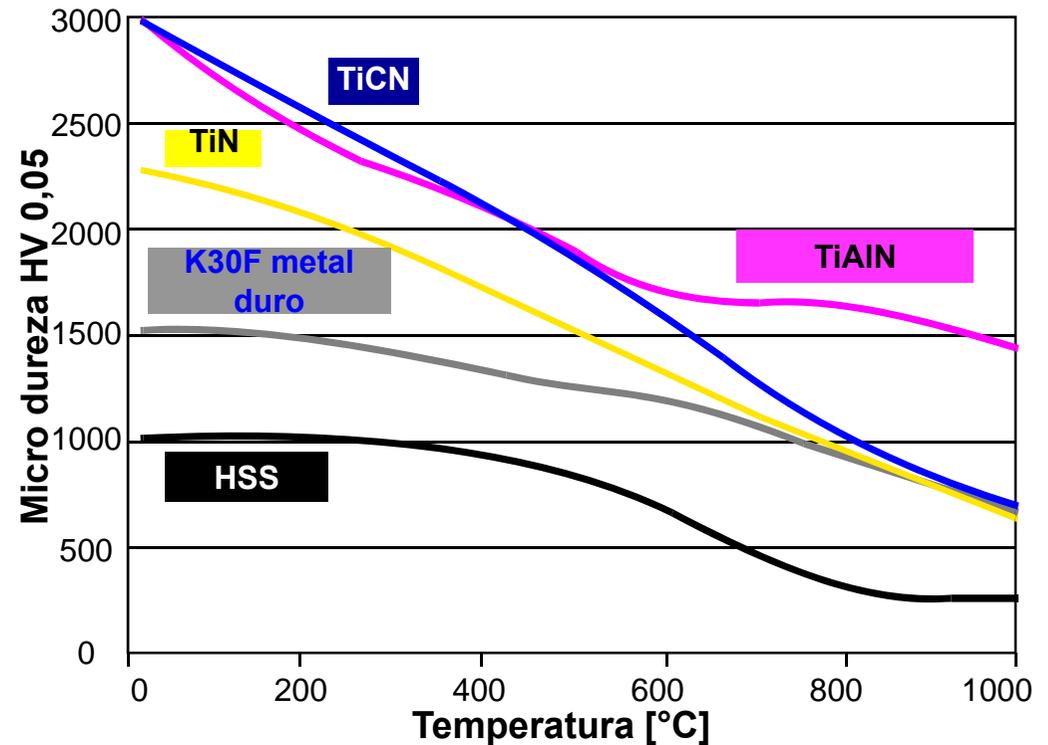


3. Recubrimientos para herramientas de corte



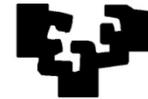
TIPOS DE RECUBRIMIENTO UTILIZADO EN HERRAMIENTAS DE CORTE:

- Existe gran variedad de materiales utilizados en recubrimiento, y continuamente aparecen nuevos compuestos y otros quedan obsoletos.
- Prácticamente la mayoría de los recubrimientos se basan en el Nitruro de Titanio (TiN).
- En función de la propiedad que se busca, se han desarrollado:
 - TiCN: Más dureza que TiN.
 - TiAlN: Recubrimientos más duros a mayores temperaturas que TiN.
 - TiAlCN: Mejora de la fricción.
 - ...





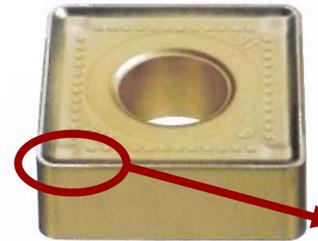
4. Desgaste de las herramientas de corte



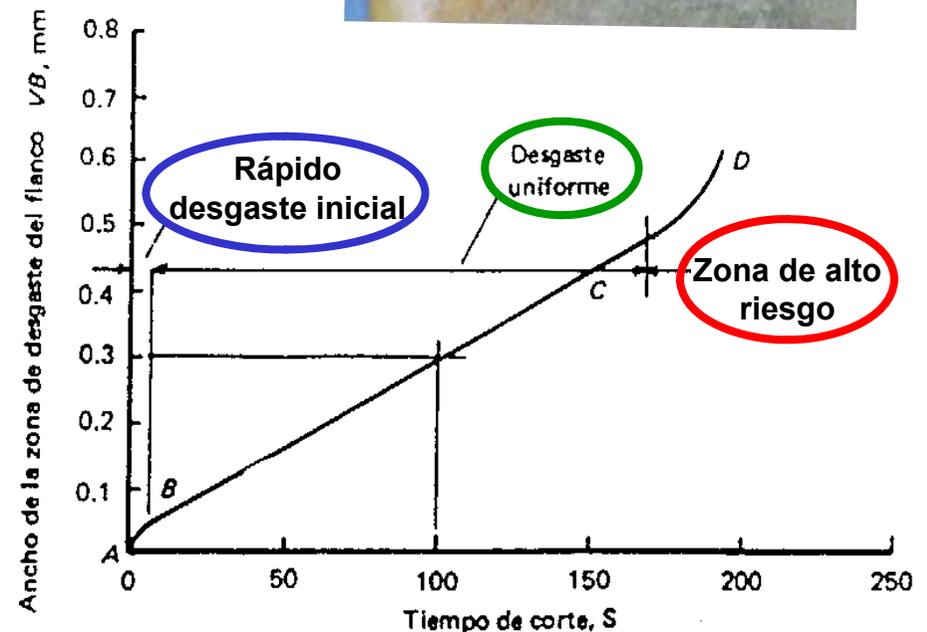
DESGASTE DE LAS HERRAMIENTAS DE CORTE:

- El desgaste progresivo de la herramienta, es un fenómeno inevitable.
- La selección de una herramienta de corte óptima ayuda a retrasar su aparición y ralentizar el desgaste en la medida de lo posible, pero con el uso continuado se desgasta.
- Una vez que se llega a un desgaste elevado, se alcanza el fin de vida de la herramienta.
- El desgaste en las herramientas se da por la combinación de rozamiento, alta temperatura y afinidad química entre el material de la herramienta y el material de la pieza.

Herramienta nueva

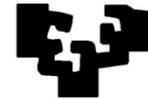


Herramienta desgastada





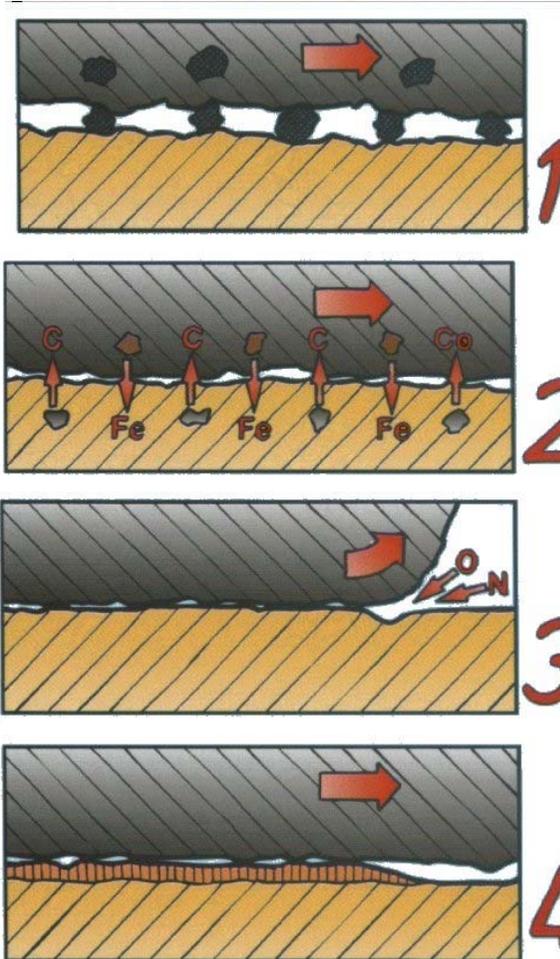
4. Desgaste de las herramientas de corte



MECANISMOS DE DESGASTE DE LAS HERRAMIENTAS DE CORTE:

Existen una serie de fenómenos que provocan el desgaste de la herramienta.

- Abrasión con la pieza y viruta → pérdida de material de la herramienta.
- Difusión, favorecida por las altas temperaturas.
- Oxidación: se da en la superficie de la herramienta y también es favorecida por las altas temperaturas.
- Adhesión debida a la alta presión de contacto entre viruta y herramienta.



Abrasión

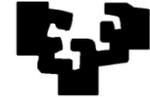
Difusión

Oxidación

Adhesión

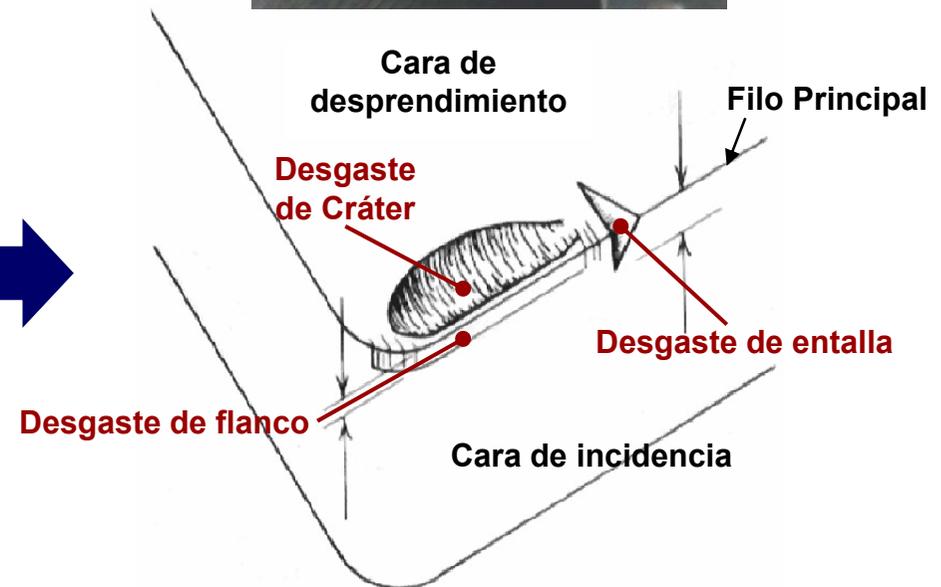
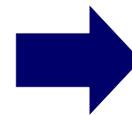
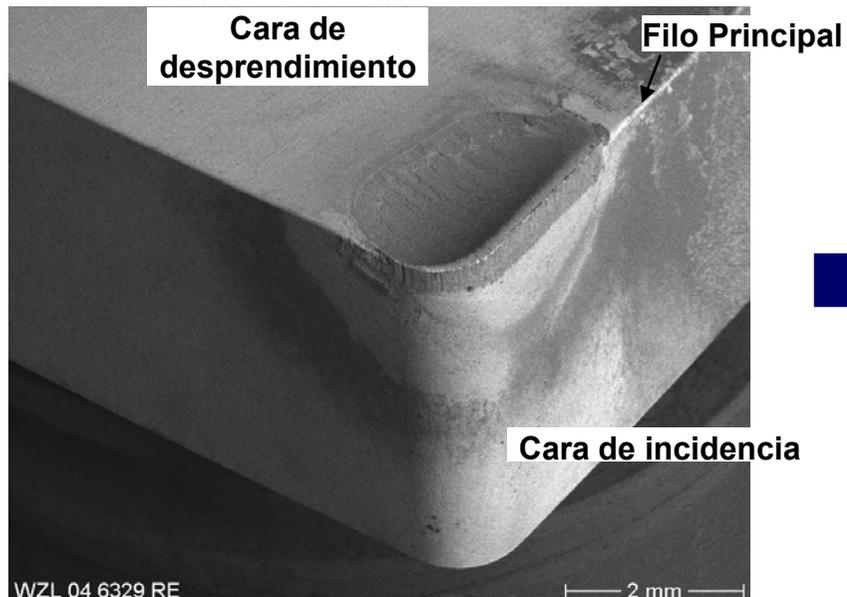


4. Desgaste de las herramientas de corte



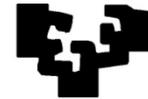
LOCALIZACIÓN DEL DESGASTE DE HERRAMIENTA:

- El desgaste de herramienta se concentra fundamentalmente en:
 - Sup. de incidencia: Desgaste de flanco.
 - Sup. de desprendimiento: Desgaste de cráter
 - Filo principal: Entalla



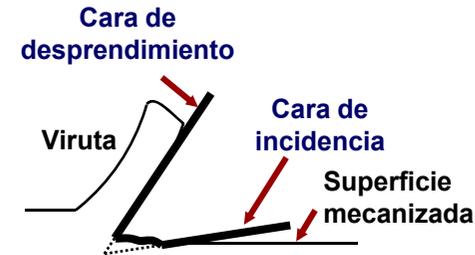


4. Desgaste de las herramientas de corte



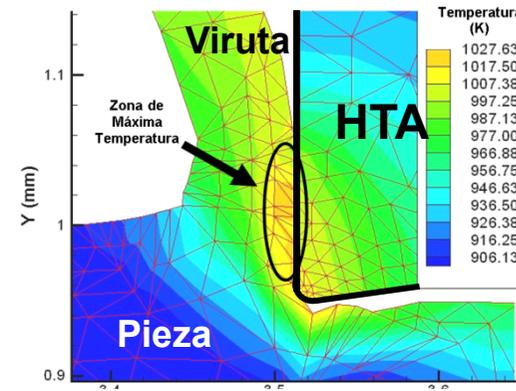
DESGASTE DE FLANCO

- Abrasión entre la superficie de incidencia y la superficie mecanizada.

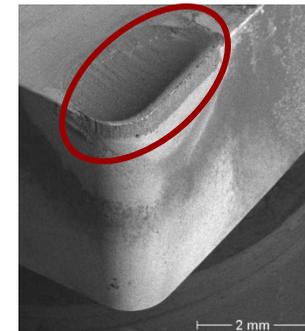


DESGASTE DE CRÁTER

- Afinidad química entre pieza y herramienta.
Se ve favorecida por altas temperaturas.

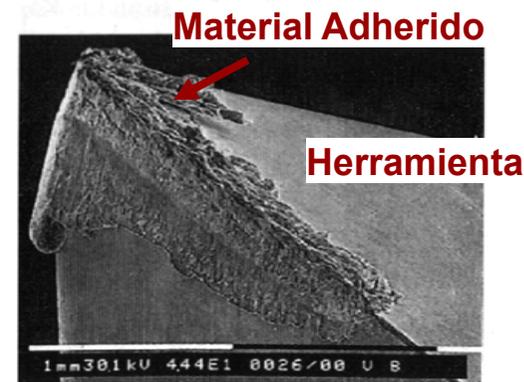


Cráter en la zona de máxima T^a



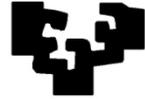
FILO RECRECIDO

- Adhesión de material en la superficie de desprendimiento y la punta de la herramienta.
- Se da con materiales dúctiles (Aluminio o aceros de bajo contenido en C) a bajas velocidades de corte.



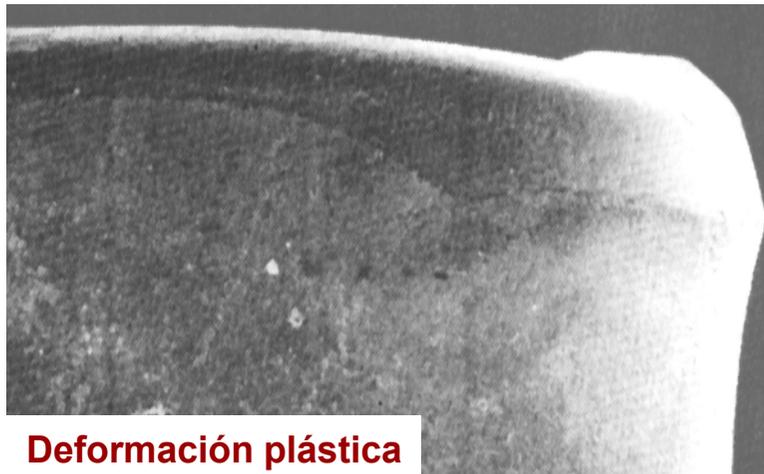


4. Desgaste de las herramientas de corte

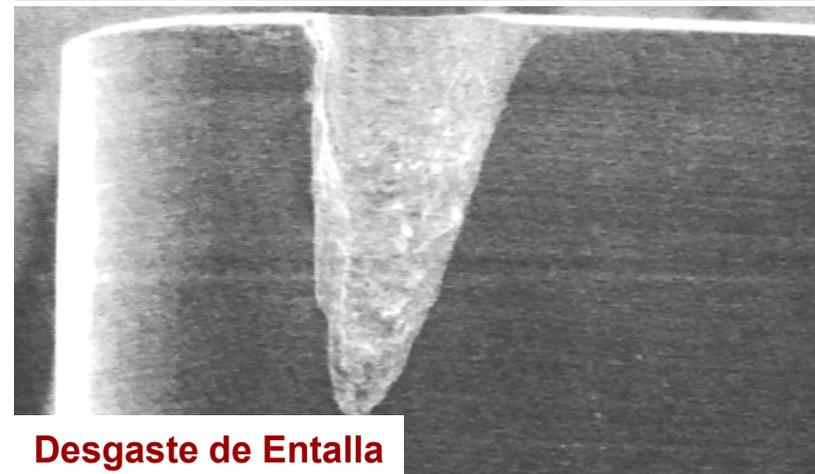
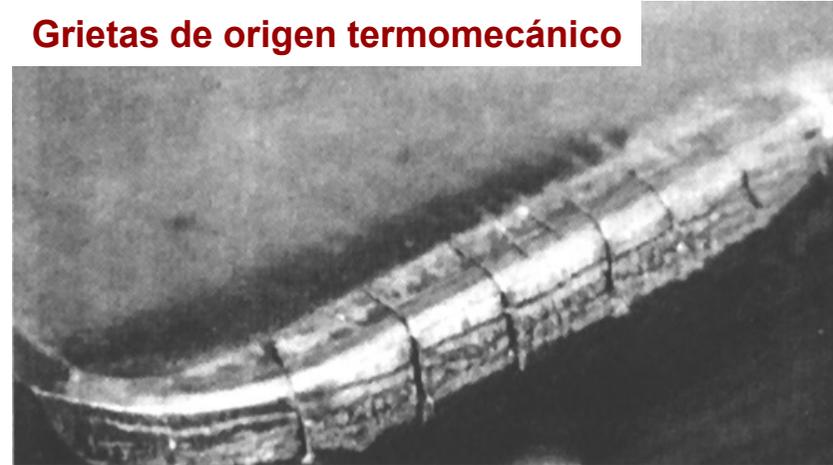


OTROS TIPOS DE DESGASTE

- Deformación plástica.
- Grietas de origen termomecánico.
- Desgaste de entalla.



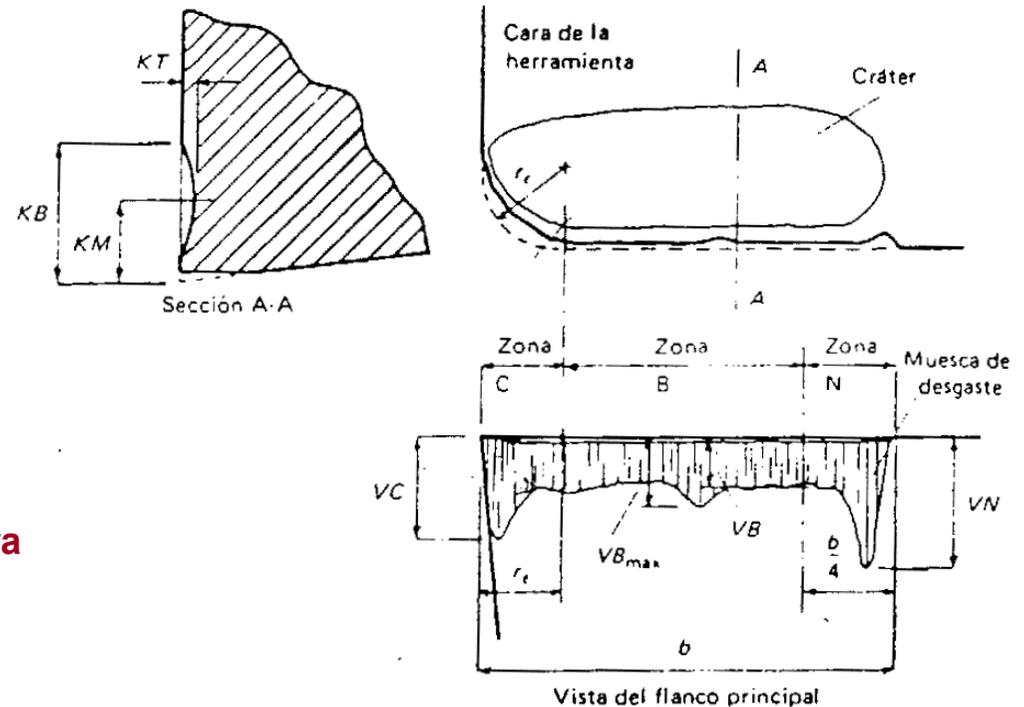
Grietas de origen termomecánico



INFLUENCIA DE LOS PARÁMETROS DE CORTE EN EL DESGASTE

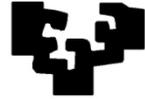
- El criterio más extendido para valorar si una herramienta está desgastada o no es la norma ISO TC29/WG22.
- La evolución del desgaste a lo largo del tiempo se mide utilizando el desgaste de flanco promedio (V_b) y se mide en mm.
- También se dan valores para la profundidad del cráter (K_T).
- Para dar una idea de los valores admisibles, una herramienta se considera desgastada si:
 - $V_{b_{medio}} = 0,3 \text{ mm}$
 - $V_{b_{max}} = 0,6 \text{ mm}$
 - Rotura de la herramienta

Parámetros para medir el desgaste designados por la norma ISO





4. Desgaste de las herramientas de corte



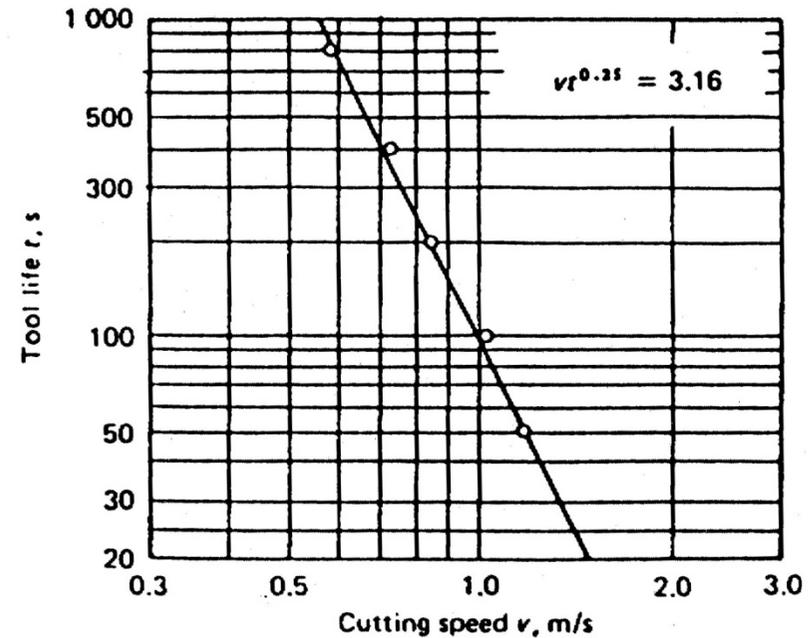
ECUACIÓN DE TAYLOR

- La vida de la herramienta está directamente relacionada con los parámetros de corte. La primera relación entre vida de herramienta y parámetros de corte fue la ecuación de Taylor:

$$V_c \cdot T^n = K$$

- Para cada combinación material - herramienta hay unos valores de K y n.

Representación gráfica de la ecuación de Taylor





5. Cálculo de los parámetros de corte



EJEMPLO DE CÁLCULO DE PARÁMETROS DE CORTE A PARTIR DE UN CASO PRÁCTICO DE MECANIZADO

- El siguiente caso práctico presenta un ejemplo de cálculo de condiciones de corte utilizando un catálogo comercial de la marca Sandvik (www.coromant.sandvik.com).
- El mismo ejemplo se podía haber realizado con otros catálogos llegando a resultados similares.

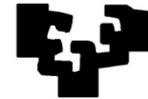
Se desea cilindrar una pieza de acero de baja aleación DIN36CrNiMo4 de 40HRC de dureza. La operación es de acabado, con el objetivo de obtener una rugosidad media de $0,6\mu\text{m Ra}$ con una profundidad de pasada de 0,5mm.

Se pide:

- Obtener la geometría de la plaquita y el material óptimo para esta operación.
- Obtener las condiciones de corte óptimas para la plaquita seleccionada.



5. Cálculo de los parámetros de corte

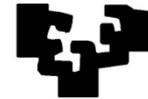


En primer lugar, se localiza el material. Se trata de un acero de bajo contenido en aleación (Grupo P).

CMC ¹⁾	Gran Bretaña		Suecia	EE UU	Alemania		Francia	Italia	España	Japón
	Estándar									
	BS	EN	SS	AISI/SAE	W.-nr.	DIN	AFNOR	UNI	UNE	JIS
ISO	4360 43C		1412	A573-81	1.0144	S275J2G3	E 28-3	-	-	SM 400A;B;C
	4360 50B		2132	-	1.0570	S355J2G3-CR	E36-3	Fes2BFN/Fes2CFN	-	SM490A;B;C;YA;YB
P	150 M 19		2172	5120	1.0841	S355J2G3	20 MC 5	Fes2	F-431	-
	250A53	45	2085	9255	1.5026	55Si7	55S7	55Si8	56Si7	-
02.1	-	-	9262	1.0961	60SiCr7	60SC7	60SiCr8	60SiCr8	60SiCr8	-
	534A99	31	2258	52100	1.3505	100Cr6	100C6	100Cr6	F.131	SUJ2
	1501-240	-	2912	ASTM A204GrA	1.5415	16Mo3	16D3	16Mo3KW	16Mo3	-
	1503-245-420	-	-	4520	1.5423	16Mo5	-	16Mo5	16Mo5	-
	-	-	-	ASTM A350LF5	1.5622	14Ni6	16N6	14Ni6	15Ni6	-
	805-420	362	2506	9620	1.6523	21NiCrMo2	20NCD2	20NiCrMo2	20NiCrMo2	SNCM220(H)
	311-1719-7	-	-	8740	1.6546	40NiCrMo22	-	40NiCrMo2(KB)	40NiCrMo2	SNCM240
	820A16	-	-	-	1.6587	17CrNiMo6	18NCD6	-	14NiCrMo13	-
	523M15	-	-	5015	1.7015	15Cr3	12C3	-	-	SCR415(H)
	-	-	2245	5140	1.7045	42Cr4	-	-	42Cr4	SCR440
	527A60	45	-	5155	1.7176	55Cr3	55C3	-	-	SUP9(A)
	-	-	2216	-	1.7262	15CrMo5	12CD4	-	12CrMo4	SCM415(H)
	1501-620Gr27	-	-	ASTM A182	1.7335	13CrMo4-5	15CD3.5	14CrMo4 5	14CrMo45	-
	1501-622	-	2216	F11;F12	-	-	15CD4.5	-	-	-
	Gr31;45	-	-	ASTM A182	1.7380	10CrMo9 10	12CD9, 10	12CrMo9, 10	TU.H	-
	1503-660-440	-	-	F22	-	-	-	-	-	-
	722 M 24	-	2240	-	1.7715	14MoV6 3	-	-	13MoCrV6	-
	897M39	40C	-	-	1.8515	31CrMo12	30 CD 12	30CrMo12	F-1712	-
	524A14	-	2092	L1	1.8523	39CrMoV13 9	-	36CrMoV12	-	-
	605A32	-	2108	8620	1.7039	41CrS4	-	105WCR 5	-	-
	-	-	-	-	1.5419	22Mo4	-	-	Fs20.S	-
	823M30	33	2512	-	1.7323	20MoCrMo16	-	653M31	-	-
	-	-	2127	-	1.7228	50CrMo4	-	-	-	-
	-	-	-	-	1.2713	55NiCrMo16	-	-	-	-
	830 M 31	-	2534	-	1.7139	16MnCrS5	-	-	-	-
	-	-	2550	-	1.7555	31NiCr14	-	-	-	F-1270
	816M40	110	-	L6	1.2721	30NiCr13	55NCV6	-	F-528	-
	817M40	24	2541	9840	1.6511	36CrNiMo4	40NCD3	38NiCrMo4(KB)	35NiCrMo4	-
	530A32	18B	-	4340	1.6582	35NiCrMo6	35NCD6	35NiCrMo6(KB)	-	-
	530A40	18	-	5132	1.7033	34Cr4	32C4	34Cr4(KB)	35Cr4	SCR430(H)
	(527M20)	-	2511	5140	1.7035	41Cr4	42C4	41Cr4	42Cr4	SCR440(H)
	1717CDS110	-	2225	5115	1.7131	16MnCr5	16MC5	16MnCr5	16MnCr5	-
	708A37	19B	2234	4137;4135	1.7220	34CrMo4	35CD4	35CrMo4	34CrMo4	SCM420;SCM430
	708M40	19A	2244	4140;4142	1.7223	41CrMo4	42CD4TS	41CrMo4	42CrMo4	AM28CrMo4
	708M40	19A	2244	4140	1.7225	42CrMo4	42CD4	42CrMo4	42CrMo4	SCM432;SCCM3
	722M24	40B	2240	-	1.7361	32CrMo12	30CD12	32CrMo12	F.124.A	SCM 440
	735A50	47	2230	6150	1.8159	51CrV4	50CV4	50CrV4	51CrV4	SCM440(H)
	905M39	41B	2940	-	1.8509	41CrAlMo7	40CAD6, 12	41CrAlMo7	41CrAlMo7	SUP10
	BL3	-	-	L3	1.2067	100Cr6	Y100C6	-	100Cr6	-
	-	-	2140	-	1.2419	105WCr6	105WC13	10WCr6	105WCr5	SKS31
	-	-	-	-	-	-	-	107WCr5KU	-	SKS2, SKS3



5. Cálculo de los parámetros de corte



PASO 1: Obtener la geometría óptima de la plaquita

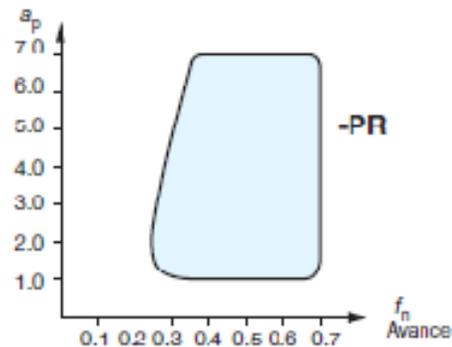
Existen 3 geometrías diferentes para mecanizar aceros (Grupo P)

T-MAX P

Doble cara

CNMG 12 04 12-PR
 $a_p = 1,0 - 7,0$ mm
 $f_n = 0,25 - 0,7$ mm/r

Profundidad de corte



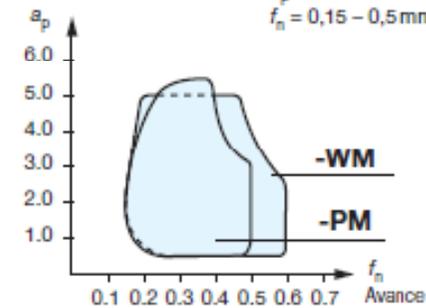
T-MAX P

Doble cara

CNMG 12 04 08-WM
 $a_p = 0,5 - 5,0$ mm
 $f_n = 0,15 - 0,6$ mm/r

CNMG 12 04 08-PM
 $a_p = 0,5 - 5,5$ mm
 $f_n = 0,15 - 0,5$ mm/r

Profundidad de corte



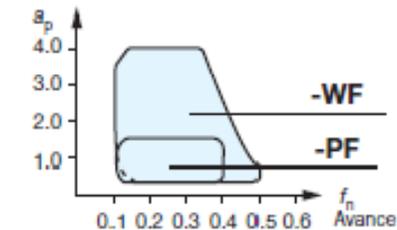
T-MAX P

Doble cara

CNMG 12 04 08-WF
 $a_p = 0,25 - 4,0$ mm
 $f_n = 0,1 - 0,5$ mm/r

CNMG 12 04 08-PF
 $a_p = 0,3 - 1,5$ mm
 $f_n = 0,1 - 0,4$ mm/r

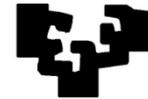
Profundidad de corte



Dentro del rango de condiciones (acabado con $a_p=0,5$ mm) las geometrías que se adaptan son T-MAX P -WF y T-MAX P -PF. Seleccionamos la T-MAX P -PF.



5. Cálculo de los parámetros de corte



PASO 2: Seleccionar el radio de punta y el avance

El fabricante facilita la combinación de avances para cada radio de punta, para obtener una rugosidad determinada

Plaquitas negativas T-MAX P

Acabado		Radio de punta de la plaquita		
R_a	R_t	0.4	0.8	1.2 ¹⁾
0.6	1.6	0.07	0.10	0.12
1.6	4.0	0.11	0.15	0.19
3.2	10.0	0.17	0.24	0.29
6.3	16.0	0.22	0.30	0.37

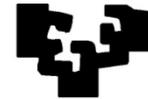
$r_\epsilon=0,8\text{mm}$

$f=0,1\text{mm/rev}$

Posible combinación válida. También se podría usar $r_\epsilon=1,2\text{mm}$ y $f=0,12\text{mm/rev}$



5. Cálculo de los parámetros de corte



PASO 3: Seleccionar el material de la plaquita

ISO	CMC No.	Material	Specific cutting force k_c 0.4 N/mm ²	Hardness Brinell HB	<<<< WEAR RESISTANCE		
					CT5005	CT5015	GC1525
					h_{max} , mm	feed f_n , mm/r	Cutting speed (v_c), m/min
P	01.1	Unalloyed steel C = 0.1-0.25%	2000	125	730-500-485	650-500-440	560-465-380
	01.2	C = 0.25-0.55%	2100	150	650-530-420	570-480-385	495-415-335
	01.3	C = 0.55-0.80%	2200	170	-	510-425-340	430-365-295
Steel	Low-alloy steel (alloying elements ≤5%)	02.1 Non-hardened	2150	180	530-450-360	480-400-320	375-320-255
		02.12 Ball bearing steel	2300	210	-	-	-
		02.2 Hardened and tempered	2550	275	395-320-250	285-235-190	200-165-135
	02.2 Hardened and tempered	2850	350	320-260-200	230-190-130	160-135-110	
	High-alloy steel (alloying elements >5%)	03.11 Annealed	2500	200	-	395-330-250	260-215-175
		03.21 Hardened tool steel	3900	325	-	195-165-130	145-115-90
Steel castings	06.1 Unalloyed	2000	180	-	260-215-175	225-185-145	
	06.2 Low-alloy (alloying elements ≤5%)	2100	200	-	270-225-170	175-145-105	
	06.3 High-alloy (alloying elements >5%)	2650	225	-	200-165-125	140-115-85	

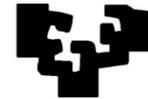
Resistencia a la tracción N/mm ²	Vickers HV	Brinell HB	Rockwell HRC
1030	320	304	32.2
1060	330	314	33.3
1095	340	323	34.4
1125	350	333	35.5
1155	360	342	36.6
1190	370	352	37.7
1220	380	361	38.8
1255	390	371	39.8
1290	400	380	40.8

Se selecciona el material CT5015 con una V_c de 190m/min

TOUGHNESS >>>>										
GC1515	GC1025	GC1125	GC3005	GC4205	GC4215	GC4225	GC2015	GC4235	GC2025	GC235
0.1-0.2-0.3	0.1-0.2-0.3	0.1-0.2-0.3	0.1-0.3-0.5	0.1-0.4-0.8	0.1-0.4-0.8	0.1-0.4-0.8	0.1-0.4-0.8	0.1-0.4-0.8	0.1-0.4-0.8	0.1-0.4-0.8
310-290-255	310-290-255	310-290-255	520-415-340	620-450-330	570-405-300	510-345-245	440-300-210	425-275-200	295-200-145	185-135-95
310-280-245	280-255-225	280-255-225	470-370-305	560-405-295	510-365-265	455-305-215	400-270-190	380-245-180	265-180-130	165-120-85
285-260-230	260-235-210	260-235-210	445-355-290	530-385-275	460-330-240	425-290-205	370-250-175	365-235-170	250-170-120	155-115-80
295-200-125	-	-	500-375-300	610-410-285	560-370-260	460-305-215	395-265-190	300-185-135	220-145-100	155-110-70
-	-	-	-	530-350-250	460-305-215	395-265-190	350-230-160	250-155-110	195-125-85	-
195-100-40	-	-	275-215-175	330-230-175	300-210-155	255-180-140	260-180-140	185-120-85	145-95-65	110-70-50
160-80-34	-	-	225-170-140	265-185-140	240-170-125	205-145-110	210-145-115	150-95-70	115-75-50	85-55-39
-	-	-	370-275-225	445-295-215	405-270-200	300-205-150	260-180-130	240-155-105	185-125-85	145-100-65
-	-	-	180-130-105	220-140-105	200-130-95	135-95-75	115-85-65	110-70-50	85-55-38	65-45-30
-	-	-	275-220-185	335-235-185	300-215-170	240-180-130	210-155-110	185-140-100	140-105-80	100-80-60
-	-	-	270-200-170	290-205-155	260-185-140	210-140-100	180-120-85	165-100-70	125-80-55	95-65-45
-	-	-	205-155-130	225-150-115	205-135-105	185-125-90	160-110-75	145-95-65	110-75-50	80-60-39



5. Cálculo de los parámetros de corte



PASO 4: Corrección de Vc con la dureza

ISO/ ANSI	CMC ¹⁾	HB ²⁾	Menor dureza				Mayor dureza				
			-60 ³⁾	-40	-20	0	+20	+40	+60	+80	+100
P	02.1	HB ²⁾ 180	1,44	1,25	1,11	1,0	0,91	0,84	0,77	0,72	0,67
M	05.21	HB ²⁾ 180	1,42	1,24	1,11	1,0	0,91	0,84	0,78	0,73	0,68
K	08.2	HB ²⁾ 220	1,21	1,13	1,06	1,0	0,95	0,90	0,86	0,82	0,79
	09.2	HB ²⁾ 250	1,33	1,21	1,09	1,0	0,91	0,84	0,75	0,70	0,65
N	30.21	HB ²⁾ 75			1,05	1,0	0,95				
S	20.22	HB ²⁾ 350			1,12	1,0	0,89				
H	04.1	HRC ³⁾ 60			1,07	1,0	0,97				

La Vc se ha calculado para 350HBN mientras que el material a mecanizar es de 380HBN (Diferencia de +30). Se debe corregir Vc con un factor de 0,875.

$$V_{c\text{ corregida}} = 190 \cdot 0,875 = 167 \text{ m/min}$$

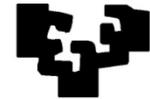
PASO 5: Corrección de Vc para una vida diferente a 15 min

Todos los datos que da el fabricante de Vc están referenciados a una vida de herramienta de 15 min. En caso de que se desee variar la vida de la herramienta se debe corregir la Vc utilizando esta tabla.

Vida de la herramienta (Min.)	10	15	20	25	30	45	60
Factor de corrección	1,11	1,0	0,93	0,88	0,84	0,75	0,70



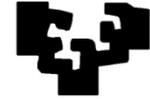
6. Cuestionario tutorizado



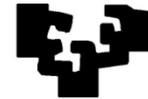
1. ¿En qué operación crees que la herramienta de corte debe soportar mayores temperaturas, en fresado o torneado? Razona la respuesta.
2. Explicar por qué el acero al carbono no se utiliza como herramienta de corte.
3. ¿Estas de acuerdo con la siguiente afirmación?: “Reducir la velocidad de corte siempre mejora la vida de la herramienta porque así lo predice la ecuación de Taylor”.
4. El desgaste de flanco se controla mediante el parámetro V_b . Suponiendo que la herramienta de corte continúa mecanizando a pesar del desgaste ¿Cómo influiría sobre el mecanizado de una pieza un desgaste excesivo de la herramienta? ¿Sería necesario controlarlo?
5. En caso de que durante el mecanizado de una pieza, se observe una rotura de la herramienta. ¿Qué parámetros de mecanizado se podrían modificar? ¿Cómo afectarían a la productividad?



6. Cuestionario tutorizado



6. En caso de que se mecanice un material con una alta afinidad química con la herramienta, ¿Qué tipo de desgaste sería el dominante? ¿Qué parámetro de desgaste crees que habría que controlar?
7. Investiga por qué no se pueden utilizar las herramientas de Diamante policristalino (PCD) en materiales férricos y por ello es necesario en estos casos utilizar herramientas de CBN.
8. Investiga cómo se fabrica una plaquita de metal duro.



KENDU

Fabricante de HERRAMIENTAS DE CORTE PARA FRESADO DE ACERO, ALUMINIO Y ALEACIONES DE TITANIO

Localización: Segura (Gipuzkoa)

www.ibarmia.com

NECO

Fabricante de FRESAS, BROCAS, MACHOS DE ROSCAR, ...

Localización: Elorrio (Bizkaia)

www.neco.es

IZAR Cutting Tools

Fabricante de BROCAS HELICOIDALES, MACHOS DE ROSCAR, ESCARIADORES,...

Localización: Amorebieta (Bizkaia)

www.izartool.com

TALLERES DE PRECISIÓN GAI

Fabricante de HERRAMIENTAS ESPECIALES, FRESAS DE PLAQUITAS, PORTAHERRAMIENTAS DE TORNEADO,...

Localización: Zaldibar (Bizkaia)

www.sikulan.com

SANDVIK Coromant

Empresa multinacional dedicada a la fabricación de HERRAMIENTAS DE CORTE

Localización: Distribuidora en Derio (Bizkaia)

www.coromant.sandvik.com/es

Además existen muchos distribuidores y oficinas de grandes empresas multinacionales dedicadas a la fabricación de herramientas de corte como Kennametal, Iscar, Mitsubishi, etc.



Minifresas de diámetro 1mm fabricadas por Kendu.



TALLERES GAI fabrica portaplaquitas para fresado y torneado, incluyendo una gama de herramientas de geometría a medida.