



## **LAVORABILITA' DEI MATERIALI**

- 2** Acciai
- 3** Acciai inossidabili
- 4** Ghisa
- 5** Alluminio e Magnesio
- 6** Rame
- 7** Leghe di Titanio e Nickel
- 8** Materiali duri > 45 HRC
- 9** Materiali non metallici
- 10** Differenze di lavorabilità tra materiali duri e teneri
- 11** Materiali e lavorabilità

## **USURA, GLOSSARIO, DUREZZA**

- 12** Tipologie di degrado dell'utensile
- 13** Tipi di usura
- 14** Tipologie di degrado e tipi di usura
- 15** Tipologie di degrado e velocità di taglio
- 16** Usura e vita dell'utensile
- 17** Glossario multilingue - lavorazione e utensili
- 18** Glossario multilingue - materiali
- 19** Glossario multilingue - simboli
- 20** Raffronti delle durezza

Utensili da taglio in  
HSS: la scelta  
più versatile  
per la lavorazione  
degli acciai!

### Acciai morbidi < 550 Mpa

Include acciai al carbonio risolfati e rifosfati contenenti meno dello 0,65% di manganese, 0,60% di silicio e 0,60% di rame. Sono inclusi anche gli acciai magnetici e gli acciai al piombo.

- Impieghi: dispositivi magnetici ed elettrici e molte altre applicazioni.
- Eccellente lavorabilità.

### Acciai da costruzione e acciai al carbonio < 850 Mpa

- Impieghi: costruzioni, ponti, alberi, assali, chiodi, bulloni, dadi, aste, ingranaggi, raccordi, componenti strutturali, parti cementate e prodotti riscalcati a freddo.
- Buona lavorabilità

### Acciai legati

Contengono delle percentuali di manganese, silicio, nickel, cromo, molibdeno.

- Impieghi: supporti di alberi, parti macchine, assali, ingranaggi, recipienti a pressione, catene, utensili a mano, carri e macchine agricole.
- Lavorabilità: generalmente buona per gli acciai legati < 850 Mpa. Più difficile quando aumenta la resistenza.

I taglienti affilati  
degli utensili  
da taglio HSS  
aiutano a prevenire  
l'incrudimento degli  
acciai inossidabili

### Acciai inossidabili ferritici

Hanno di una struttura ferritica a volte con carburi di cromo dispersi

Nessun contenuto di nickel, basso contenuto di carbonio, non temprabili.

- Impieghi: elettronici, scappamenti automobilistici, materiali per impianti di trattamento delle superfici, cisterne di acqua calda
- Lavorabilità: bassa.

### Acciai inossidabili austenitici

Forniscono una resistenza alla corrosione superiore.

Acciai inossidabili più largamente impiegati.

- Impieghi: elettronici, farmaceutici, industria chimica, industria alimentare, applicazioni architettoniche.
- Lavorabilità: difficile se confrontata agli acciai ferritici e martensitici. Mostra una buona resistenza ad elevate temperature, forte tendenza all'incrudimento e richiede una grande potenza per essere lavorato. Si raccomandano basse velocità di taglio ed elevati avanzamenti.

### Acciai inossidabili ferritici-austenitici, ferritici, martensitici e indurenti per precipitazione

- Impieghi: applicazioni marine, impianti di desalinizzazione, scambiatori di calore e stabilimenti petrolchimici, parti strutturali.
- Lavorabilità: buona per gli acciai a basso carbonio/basso cromo. Difficile per gli acciai martensitici ad alto carbonio a causa della loro abrasività.

SUGGERIMENTO  
AI PRODUTTORI  
DI UTENSILI

Utilizzare utensili  
da taglio HSS con  
rivestimento TiAIN  
per lavorare la ghisa  
e per evitare  
la scheggiatura  
dei pezzi lavorati  
quando l'utensile  
è in uscita

### Ghisa grigia (ghisa lamellare)

Ghisa base a basso costo.

- Impieghi: rotori del freno e tamburi del freno, testa di cilindri, monoblocchi, corpi di valvole, telai di macchina utensile.
- Lavorabilità: eccellente.

### Ghisa a grafite nodulare

Dimostra la migliore resistenza, compete con gli acciai strutturali nelle applicazioni per autoveicoli.

- Impieghi:albero di distribuzione a camme, alberi a gomito, etc.
- Lavorabilità: buona.

### Ghisa indurita

- Impieghi: ingranaggi.
- Lavorabilità: scarsa.

Utilizzare utensili da taglio HSS per impedire la formazione di materiale di riporto durante la lavorazione delle leghe di alluminio e per produrre trucioli di spessore elevato nel magnesio

### Alluminio non legato

L'alluminio puro ( 99%Al) mostra un'eccellente formabilità e resistenza alla corrosione.

- Impieghi: lavorazione chimica, cisterne, apparecchiature marine, utensili da cucina, intelaiature per edifici e applicazioni per stampaggio profondo.
- Lavorabilità: eccellente ma con trucioli extra lunghi continui e gommosità.

### Leghe di alluminio

Resistenza elevata e buona resistenza alla corrosione atmosferica.

- Impieghi: applicazioni strutturali per aeromobili, apparecchiature mobili, condotti e accessori, unità idrauliche ad alta pressione, biciclette e motociclette.
- Lavorabilità: da buona a eccellente, a seconda del trattamento termico. Più facile con durezza elevate.

### Leghe di alluminio 5% < Si <10%

Comprende le leghe in pressofusione più usate.

- Impieghi: blocchi cilindrici, testate, telai per l'industria automobilistica e aeronautica, montanti, intelaiature per strutture, telai ornamentali
- Lavorabilità: buona.

### Leghe di alluminio >10% Si

Si tratta di leghe per forgiare e per pressofusione.

- Impieghi: tamburi dei freni posteriori, pulegge, camicie di cilindri, pistoni forgiati.
- Lavorabilità: solo buona. Inferiore con un elevato contenuto di Si.

### Magnesio

Più leggero dell'alluminio.

- Impieghi: portastrumenti, utensili portatili e telai per automobili
- Lavorabilità: elevata ma servono trucioli grossi per evitare rischi di incendio.

SUGGERIMENTO  
AI PRODUTTORI  
DI UTENSILI

Fidatevi  
dell'affidabilità  
degli utensili  
da taglio HSS,  
per la lavorazione  
delle leghe in rame

### Rame puro

- Impieghi: Elettrodi EDM, componenti elettrici.
- Lavorabilità: buona ma gommosa.

### Leghe in rame

Ottone (5-45% Zn) e bronzo (3-20% Sn).

- Impieghi: componenti elettrici, elettronici, attrezzature per costruzioni, particolari di serrature, valvole per auto, micromeccanica.
- Lavorabilità: buona.

### Alluminio e bronzo

- Impieghi: industria chimica, sedi di pompe e valvole, applicazioni marine (eliche), impianti di desalinizzazione.
- Lavorabilità: media.



Utensili da taglio  
HSS-PM rivestiti  
TiAlN: una scelta  
efficace per la  
lavorazione delle  
leghe in titanio  
e nickel

### Titanio non legato

(o titanio puro)  
Mostra una resistenza alla  
corrosione superiore

- Impieghi: industria  
processi chimici.
- Lavorabilità: moderata  
tendenza ad indurirsi  
durante il lavoro ma  
necessita di utensili ben  
affilati, dispositivi rigidi,  
bassa velocità di taglio,  
elevati avanzamenti e  
abbondante flusso di  
refrigerante.

Rivestimenti utili anche  
contro la tendenza a  
grippaggio e usura per  
adesione.

### Leghe di titanio

(o leghe in titanio alfa-beta)

Possono essere trattate  
termicamente per ottenere  
elevatissima resistenza.

- Impieghi: palette di  
compressori, parti di  
reattori, strutture per  
aereo e componenti di  
capsule spaziali, recipienti  
a pressioni, dispositivi di  
fissaggio, pale del rotore  
per elicotteri.
- Lavorabilità: si  
raccomandano dispositivi  
rigidi, bassa velocità di  
taglio e abbondante  
flusso di refrigerante.

### Nickel non legato

(o nickel puro)

Proprietà meccaniche simili a  
quelle degli acciai al carbonio.  
Resistenza alla corrosione  
da buona a eccellente.

- Impieghi: chimici,  
catalizzatori,  
batterie, monete
  - Lavorabilità: si  
raccomandano velocità  
ridotte a causa delle  
elevate temperature  
durante la lavorazione.
- Rivestimenti utili contro  
usura e formazione di  
materiale di riporto.

### Leghe di nickel

Spesso contenenti cromo.

Mostrano notevole  
resistenza alle temperature  
elevate e resistono  
all'ossidazione e alla  
corrosione.

- Impieghi: palette di  
turbine, componenti per  
gruppi elettrici, impieghi  
marini.
- Lavorabilità: bassa.  
Necessita di dispositivi  
rigidi e utensili da taglio a  
geometria speciale, con  
rivestimenti TiAlN.

SUGGERIMENTO  
AI PRODUTTORI  
DI UTENSILI

Utensili da taglio  
rivestiti HSS-PM:  
la soluzione "quattro  
ruote motrici" per la  
lavorazione di  
materiali duri

**Acciai per utensili  
> 45 HRC**

Leghe in acciaio con elevato contenuto di carbonio.

- Impieghi: matrici a tagliare e a formare, punzoni, rulli, calibri, camme e attrezzature di fissaggio del pezzo.
- Lavorabilità: scarsa.

**Wear resistant  
steel  
600 HB**

#### STORIA DI SUCCESSO

Operazione

- Foratura di fori regolari Ø 18 mm, profondità 25 mm con 5% di emulsione su macchine trapanatrici. Radiali.

Soluzione:

- Soluzione: punta HSS-PM Co5% con rivestimento TiAlN e geometria speciale.  
Benefici paragonati con punte convenzionali HSS (le punte in Metallo Duro non possono essere usate).  
- Vita dell'utensile più lunga (30 fori)  
- Elevati parametri di taglio ( $v_c$  15 m/min,  $f$  0,14 mm/rev)

### Materie plastiche e resine termoindurenti

- Impieghi: telefoni e computer portatili, componenti per autoveicoli, elettrodomestici, costruzioni, imballaggi.
- Lavorabilità: eccellente. HSS è la scelta migliore!

### Materie plastiche rinforzate

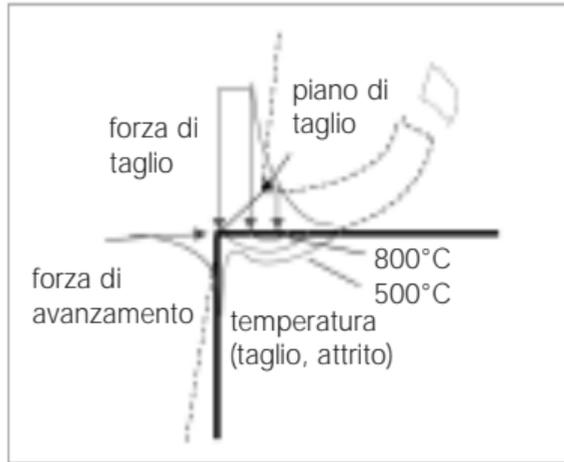
- Impieghi: motoveicoli, scafi per barche, cisterne di deposito, componenti elettrici e tubazioni, materiale sportivo, aeromobile, lavorazioni meccaniche, computers.
- Lavorabilità: buona. I taglienti ben affilati degli utensili HSS sono efficaci contro la delaminazione, in combinazione con i rivestimenti per resistere all'abrasione. Gli utensili HSS-PM sono raccomandati per la lavorazione di materiali compositi o per strutture a nido d'ape.

### Grafite

- Impieghi: crogioli, refrattari, crogioli di fornace, razzi, centrali elettriche nucleari, spazzole motore, elettrodi.
- Lavorabilità: scarsa.

### Legno

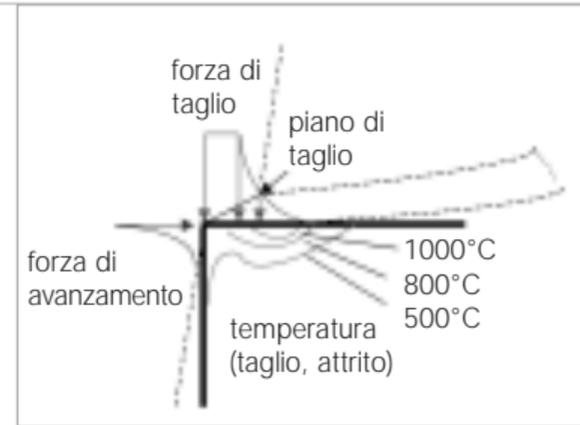
- Impieghi: arredamento, costruzioni, giocattoli, strumenti musicali, articoli da cucina.
- Lavorabilità: eccellente.



#### **Materiale duro, fragile**

- Trucioli corti, temperatura moderata
- Forze di taglio e di avanzamento da normali a elevate.

Requisiti essenziali: elevata resistenza all'usura per abrasione ed elevati stress residui di compressione nel rivestimento.

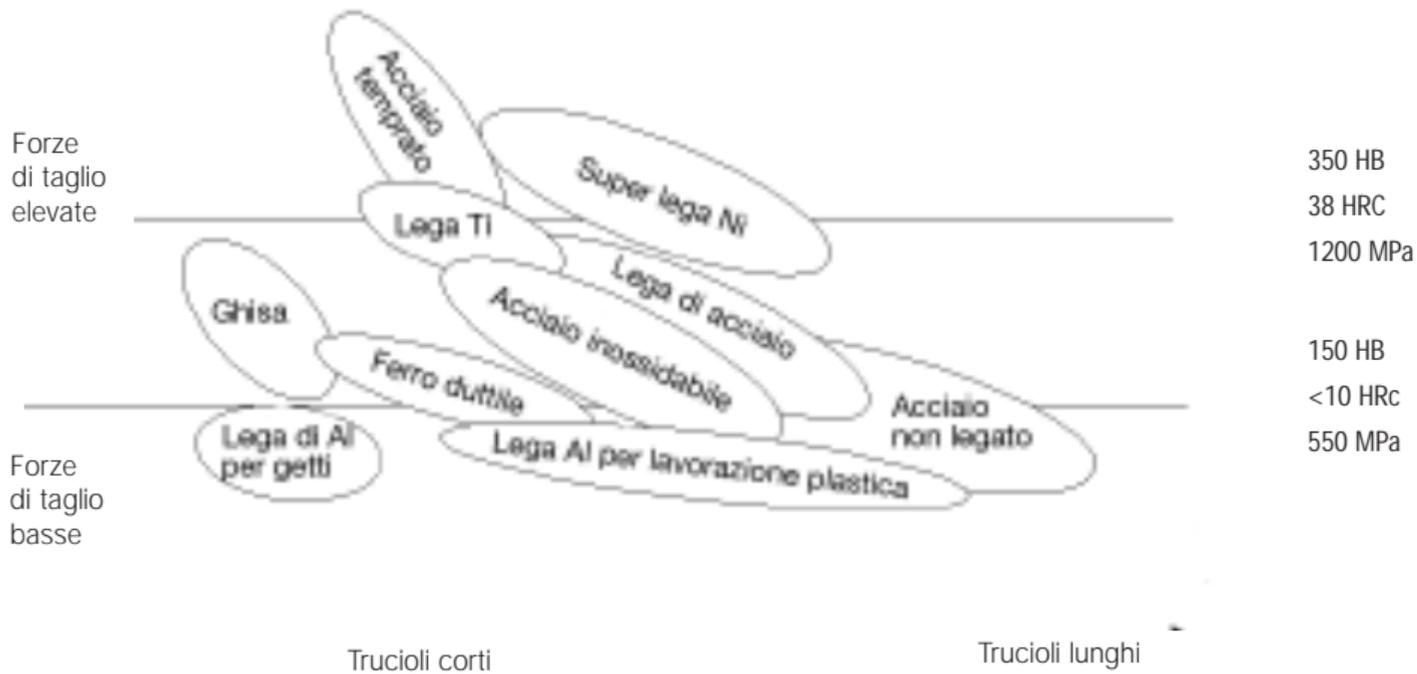


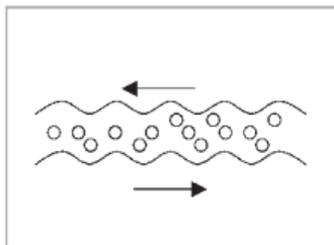
#### **Materiale tenero, duttile**

- Notevole lunghezza di contatto e alta temperatura sull'angolo di spoglia superiore.
- Elevati sforzi di taglio superficiali.
- Tendenza a formare materiale di riporto.

Requisiti essenziali:

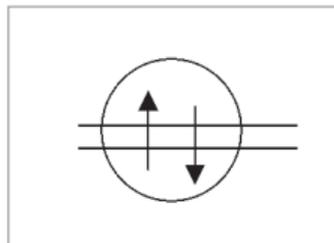
- + elevata resistenza all'usura chimica
- + migliore adesione di rivestimento
- + nessuna tendenza all'incollaggio





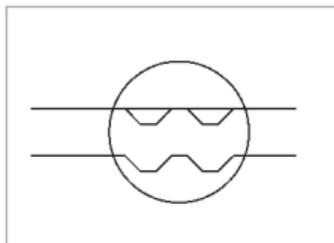
#### Usura abrasiva

Usura meccanica dovuta all'attrito tra il pezzo e l'utensile



#### Usura chimica

Migrazione di atomi tra l'utensile e il truciolo dovuta all'elevata temperatura e pressione



#### Usura adesiva

Combinazione tra usura termica e chimica provocata quando il truciolo rimuove il materiale dall'utensile tramite "aderenza"



#### Stress termico

Tensione dovuta alle temperature elevate (400-750°)



#### Stress meccanico

Tensione dovuta alle vibrazioni, urti, pressione



### Usura del fianco

Attrito tra il pezzo lavorato e il fianco dell'utensile, dovuto all'usura abrasiva



### Craterizzazione

Tipologia di usura che produce un cratere sul profilo tagliente dell'utensile, dovuto principalmente all'usura chimica e in parte all'usura abrasiva



### Materiale di riporto

Tipologia di usura dove il pezzo lavorato fa presa (incollaggio) sul bordo dell'utensile, a causa dell'usura adesiva



### Deformazione plastica

Tipologia di usura dove il tagliente dell'utensile si deforma, dovuta principalmente alle temperature elevate e in parte alle sollecitazioni meccaniche



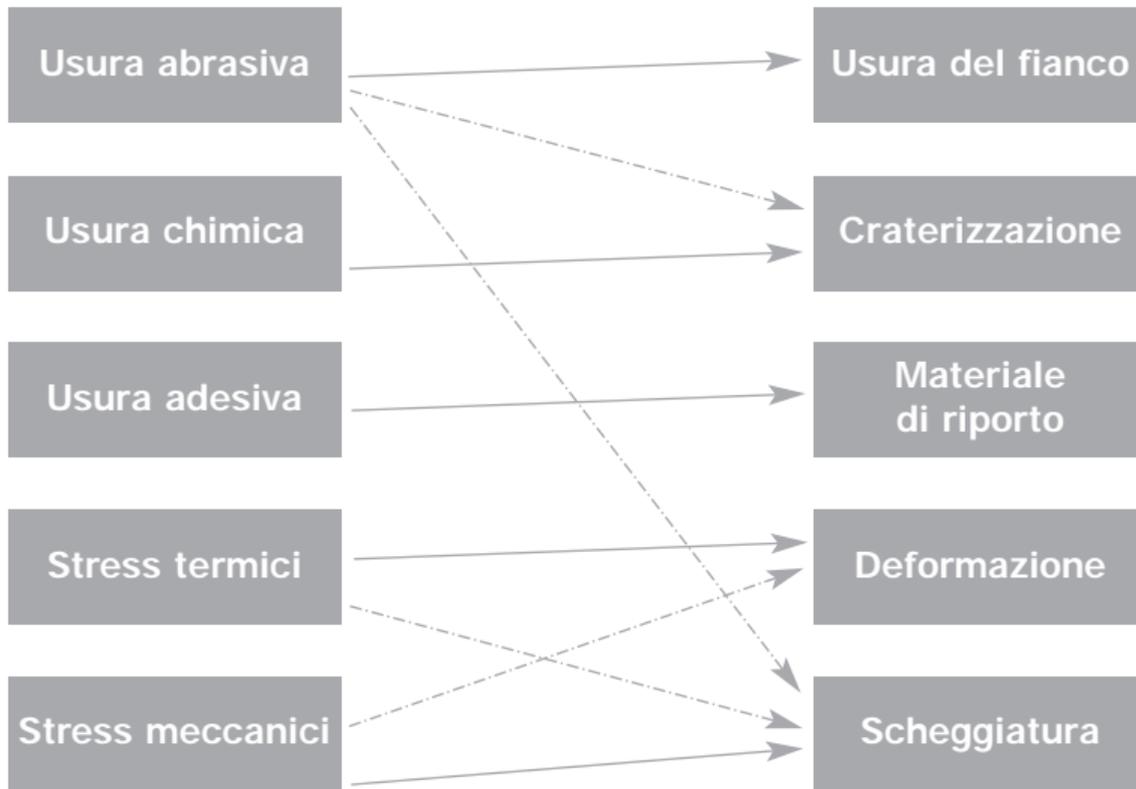
### Scheggiatura

Rottura di piccole parti del tagliente dell'utensile, dovuta principalmente alle sollecitazioni meccaniche e in parte alla sollecitazione termica

LEGENDA

→  
Influenza maggiore

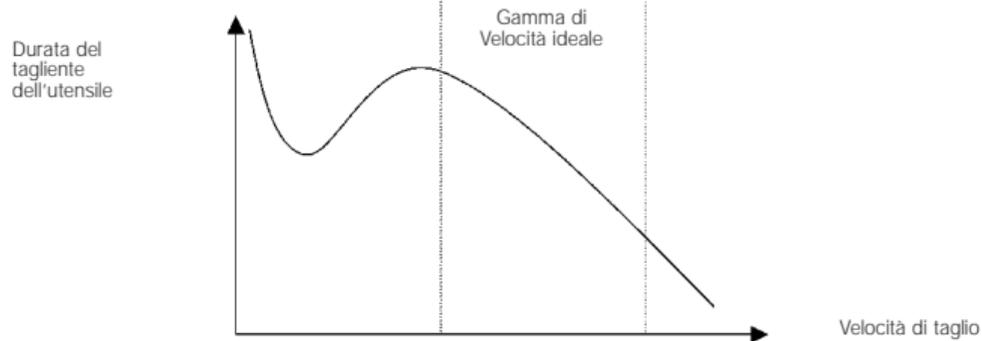
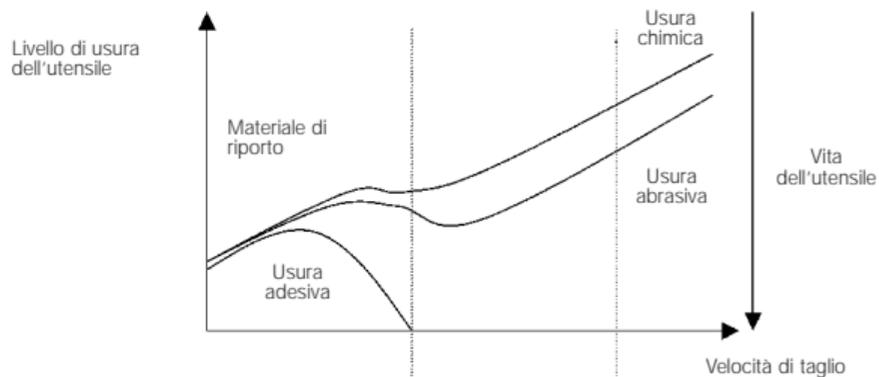
- - - →  
Influenza minore



SUGGERIMENTO  
AI PRODUTTORI  
DI UTENSILI

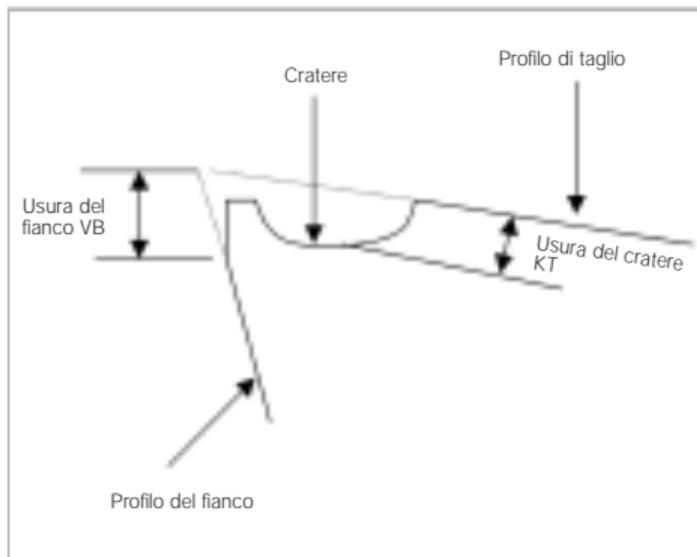
Nel campo  
di velocità di taglio  
ideale, l'usura  
abrasiva deve  
risultare  
predominante.

L'usura chimica e  
adesiva devono  
rimanere a un livello  
basso

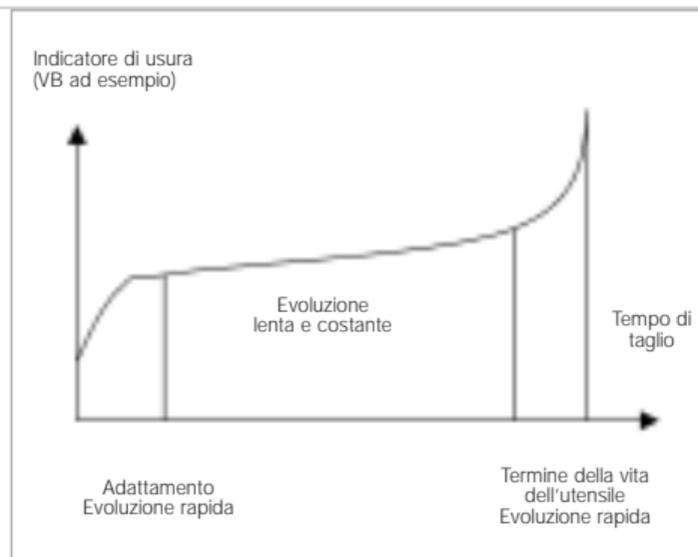


SUGGERIMENTO  
AI PRODUTTORI  
DI UTENSILI

Preferite un'usura  
abrasiva per una  
lunga e prevedibile  
durata dell'utensile



Indicatori di usura (VB, KT)



Evoluzione dell'usura

Inglese	Francese	Tedesco	Italiano	Spagnolo
<b>Machining</b>	<b>Usinage</b>	<b>Metallbearbeitung</b>	<b>Lavorazione</b>	<b>Mecanizado</b>
Machine tool	Machine-outil	Werkzeugmaschine	Macchina utensile	Máquina-herramienta
Workpiece	Pièce	Werkstück	Pezzo	Pieza
Coolant	Fluide de coupe	Kühlemittel	Lubrificante	Fluido de corte
Wear	Usure	Abnutzung	Usura	Desgaste
Toollife	Durée de vie	Werkzeug-lebensdauer	Durata di vita	Vida útil
Chip	Copeau	Span	Truciolo	Viruta
Roughing	Ebauche	Schruppen	Sgrossatura	Desbaste
Finishing	Finition	Schlichten	Finitura	Acabado

<b>Cutting tool</b>	<b>Outil de coupe</b>	<b>Werkzeug</b>	<b>Utensile</b>	<b>Herramienta de corte</b>
High speed steel	Acier rapide	Schnellstahl	Acciai rapidi	Acero rápido
Coating	Revêtement	Beschichtung	Rivestimento	Revestimiento
Shank	Queue	Schaft	Codolo	Mango
Cutting edge	Arête de coupe	Schneidkante	Spigolo di taglio	Arista de corte
Cutting tooth	Dent	Werkzeugzahn	Dente	Diente
Rake face	Face de coupe	Spanfläche	Faccia di taglio	Superficie de corte
Flank face	Face de dépouille	Freifläche	Fianco	Superficie de incidencia
Helix	Hélice	Spirale	Elica	Helice
Flute	Goujure	Spannut	Scanalatura	Ranura
Pitch	Pas	Teilung	Passo	Paso
Point	Pointe	Spitze	Punta	Punta

Inglese	Francese	Tedesco	Italiano	Spagnolo
Steel	Acier	Stahl	Acciai	Acero
Stainless steel	Acier inoxydable	Rostfreier Stahl	Acciai inossidabili	Acero inoxidable
Tool steel	Acier à outil	Werkzeugstahl	Acciai per utensili	Acero de herramientas
Cast iron	Fonte	Eisenguss	Ghise	Fundición
Aluminium	Aluminium	Aluminium	Alluminio	Aluminio
Magnesium	Magnésium	Magnesium	Magnesio	Magnesio
Copper	Cuivre	Kupfer	Rame	Cobre
Brass	Laiton	Messing	Ottone	Latón
Bronze	Bronze	Bronze	Bronzo	Bronce
Titanium	Titane	Titan	Titanio	Titanio
Nickel	Nickel	Nickel	Nichel	Niquel
Zinc	Zinc	Zink	Zinco	Zinc
Plastics	Plastiques	Kunststoffe	Plastiche	Plásticos
Fiber reinforced plastics	Plastiques renforcés	Faserverstärkte Kunststoffe	Plastiche rinforzate con fibre	Plásticos reforzados con fibras
Graphite	Graphite	Graphit	Grafite	Grafito
Wood	Bois	Holz	Legno	Madera

Simbolo	Inglese	Francese	Tedesco	Italiano	Spagnolo
$V_c$	Cutting speed	Vitesse de coupe	Schnittgeschwindigkeit	Velocità di taglio	Velocidad de corte
$n$	Revolution per minute	Vitesse de rotation	Drehzahl	Velocità di rotazione giri	Número de revoluciones por minuto
$V_f$	Feed speed	Vitesse d'avance	Vorschubgeschwindigkeit	Velocità di avanzamento	Velocidad de avance
$f$	Feed per revolution	Avance par tour	Vorschub pro Umdrehung	Avanzamento per giro	Avance per revolución
$f_z$	Feed per tooth	Avance par dent	Vorschub pro Zahn	Avanzamento per dente	Avance per diente
$d$	Diameter	Diamètre	Durchmesser	Diametro	Diametro
$z$	Number of teeth	Nombre de dents	Zahnezahl	Numero di denti	Número de dientes
$Q$	Chip removal rate	Débit de copeaux	Zeitspannungsvolumen	Volumen truciolo per unità di tempo	Caudal de viruta
$h$	Chip thickness	Epaisseur du copeau	Spandicke	Spessore truciolo	Espesor de viruta
$a_e$	Radial depth of cut	Largeur de passe radiale	Radiale Zustellung	Larghezza radiale di passata	Anchura de corte radial
$a_p$	Axial depth of cut	Profondeur de passe axiale	Axiale Zustellung	Profondità assiale di passata	Profundidad de corte axial

SUGGERIMENTO  
AI PRODUTTORI  
DI UTENSILI

Questa tabella  
di conversione  
delle durezza  
potrebbe non essere  
utilizzabile per HSS  
temprato

Brinell	Vickers	Rockwell C	Brinell	Vickers	Rockwell C	Brinell	Vickers	Rockwell C	Rockwell B
	1200	71,5	578	615	56	248	261	24.2	
	1100	70,4	565	591	54,7	241	253	22.8	100
	1050	69,8	534	569	53,5	235	247	21.7	99
	1000	69,1	514	547	52,1	229	241	20.5	98,2
	970	68,6	495	528	51	223	234		97,3
	940	68	477	508	49,6	217	228		96,4
	920	67,5	461	491	48,5	212	222		95,5
	900	67	444	472	47,1	207	218		94,6
767	880	66,4	429	455	45,7	201	212		93,8
757	860	65,9	415	440	44,5	197	207		92,8
745	840	65,3	401	425	43,1	192	202		91,9
733	820	64,7	388	410	41,8	187	196		90,7
722	800	64	375	396	40,4	183	192		90
712	782	63,5	363	383	39,1	179	188		89
710	780	63,3	352	372	37,9	174	182		87,8
698	760	62,5	341	360	36,6	170	178		86,8
684	740	61,8	331	350	35,5	167	175		86
682	737	61,7	321	339	34,3	163	171		85
670	720	61	311	328	33,1	156	163		82,9
656	700	60,1	302	319	32,1	149	156		80,8
653	697	60	293	309	30,9	143	150		78,7
647	690	59,7	285	301	29,9	137	143		76,4
638	680	59,2	277	292	28,8	131	137		74
630	670	58,8	269	284	27,6	126	132		72
627	667	58,7	262	276	26,6	121	127		69,8
601	640	57,3	255	269	25,4	116	122		67,6
						111	117		65,7