

LAVORAZIONI PER SEPARAZIONE



ASPORTAZIONE DI TRUCIOLO - 1 GLI UTENSILI



L'UTENSILE



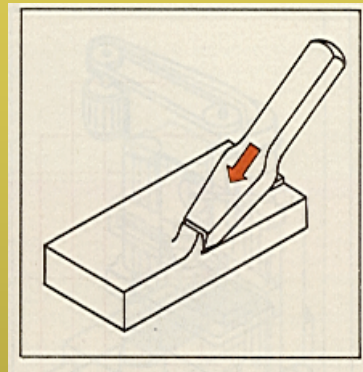
asportazione del
truciolo - 1

Vittore Carassiti - INFN FE

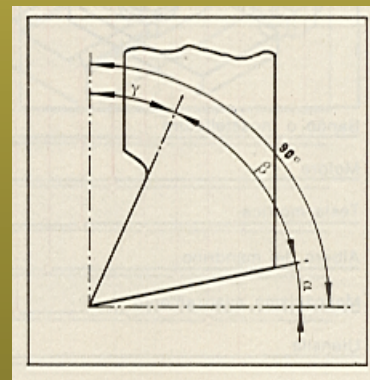
2

L'UTENSILE

- L'utensile deriva dallo scalpello. Nonostante le numerose forme e varietà, tutti gli utensili hanno in comune la presenza di almeno un tagliente per incidere il materiale.

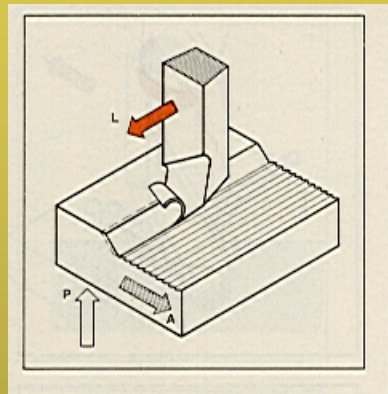


- Ogni tagliente è caratterizzato da una forma geometrica individuata da tre angoli fondamentali:
- angolo di taglio β
- angolo di spoglia inferiore α
- angolo di spoglia superiore γ

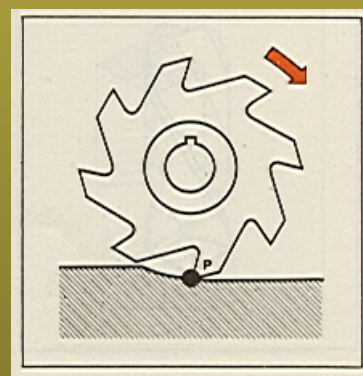


L'UTENSILE

- Il moto di asportazione del materiale può essere posseduto dall'utensile, dal pezzo o da entrambi. Il materiale asportato dal pezzo in lavorazione è chiamato truciolo.



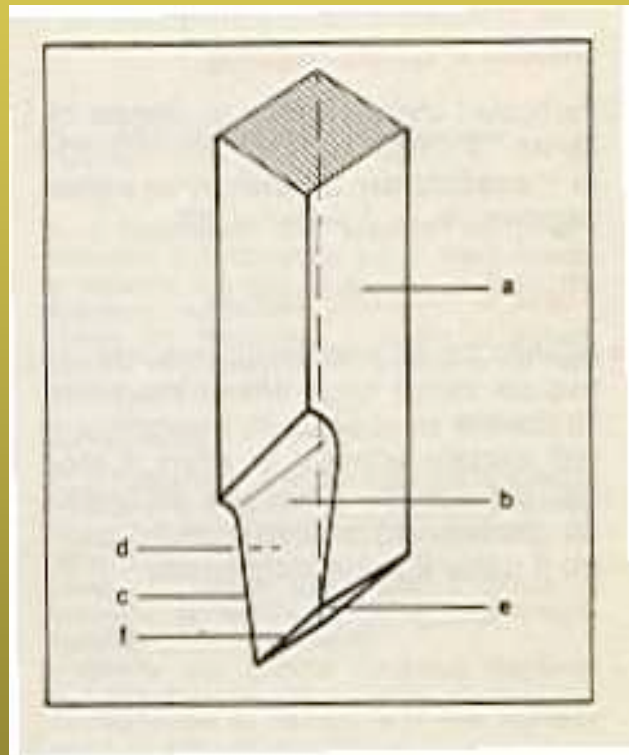
- La velocità relativa fra utensile e pezzo è denominata velocità di taglio. E' la velocità con la quale il truciolo viene asportato.



L'UTENSILE

Gli utensili possono essere a tagliente singolo o a taglienti multipli

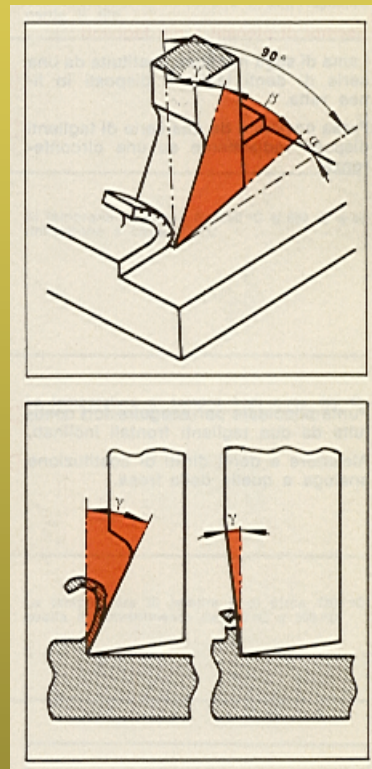
- la figura mostra le parti principali di un utensile:
- **a stelo**, che collega l'utensile agli organi di fissaggio della macchina
- **b petto**, sul quale scorre il truciolo
- **c tagliente principale**, che si incunea tra il pezzo e il truciolo
- **d fianco principale**, rivolta verso la superficie da lavorare
- **e fianco secondario**, rivolto verso la superficie già lavorata
- **f tagliente secondario**, formato da petto e fianco secondario



L'UTENSILE

ANGOLI CARATTERISTICI DEL TAGLIENTE

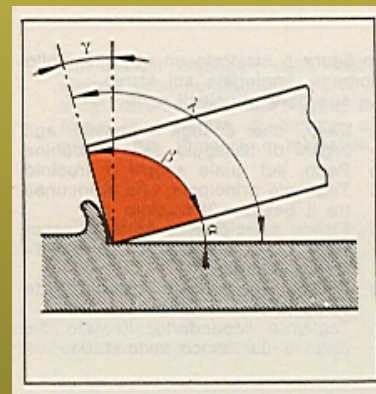
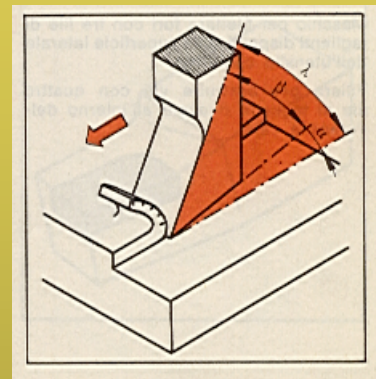
- Angolo di taglio β
Formato dalle due facce che costituiscono il tagliente. Al diminuire dell'angolo di taglio diminuisce la resistenza ed aumenta la facilità di penetrazione
- Angolo di spoglia inferiore α
E' formato dal dorso del tagliente con il piano della superficie di lavorazione. Evita lo strisciamento del dorso del tagliente sulla superficie lavorata del pezzo.
- Angolo di spoglia superiore γ
E' formato dalla faccia dell'utensile sulla quale scorre il truciolo, con la normale al piano di lavorazione. All'aumentare dell'angolo diminuisce la resistenza offerta dal truciolo al moto dell'utensile.
- $\alpha + \beta + \gamma = 90^\circ$



L'UTENSILE

ANGOLI CARATTERISTICI DEL TAGLIENTE

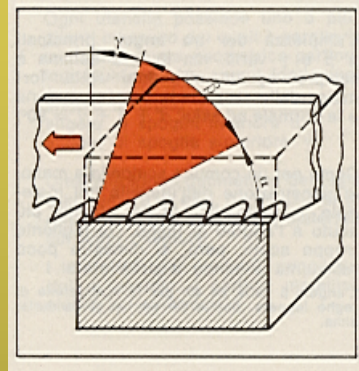
- Angolo di lavoro λ
L'angolo somma tra l'angolo α e l'angolo β è chiamato angolo di lavoro; esso indica l'inclinazione tra l'utensile e la superficie in lavorazione. Al diminuire dell'angolo di lavoro aumenta la capacità di penetrazione dell'utensile. Alcuni utensili però hanno un angolo di lavoro λ superiore a 90° ; per tali utensili l'angolo γ acquista un valore negativo



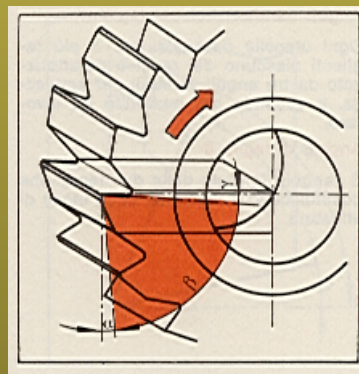
L'UTENSILE

ESEMPI DI UTENSILI A PIU' TAGLIENTI

- *Lama di sega rettilinea*



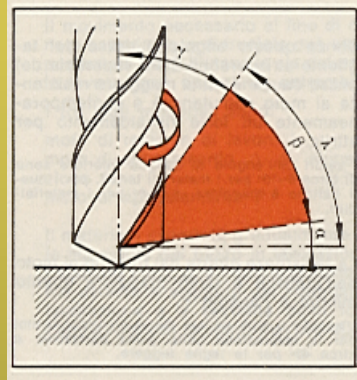
- *Fresa a denti radiali*



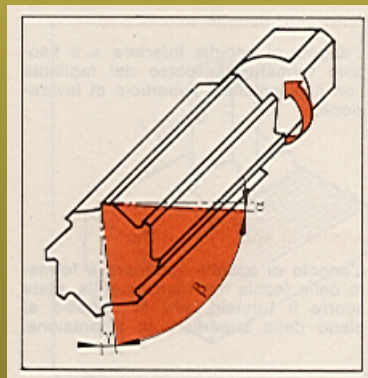
L'UTENSILE

ESEMPI DI UTENSILI A PIU' TAGLIENTI

- *Punta elicoidale*



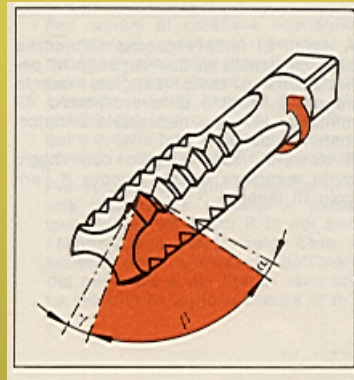
- *Alesatore*



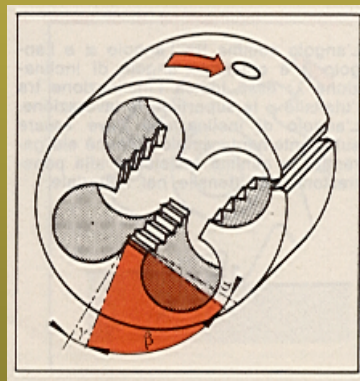
L'UTENSILE

ESEMPI DI UTENSILI A PIU' TAGLIENTI

- Maschio



- Filiera



L'UTENSILE

MATERIALI PER UTENSILI - REQUISITI

- *Durezza ad elevate temperature*
- *Resistenza all'usura*
- *Buona resilienza*
- *Basso coefficiente di attrito*
- *Bassa conducibilità termica*
- *Bassa dilatazione termica*
- *Convenienza economica a seconda del tipo di lavorazione da eseguire*



L'UTENSILE

MATERIALI PER UTENSILI

<i>epoca</i>	<i>Analisi</i> %	<i>nome</i>	<i>HRC</i>	<i>Rfless</i> Kg/mm ²	<i>Ttaglio</i> °C
Fine 1800	C = 0,5-1,2 Si = 0,4-0,8 Mn = 0,3-1,5	Acciaio al C	59-67	180-250	250-350
1910	W = 18 Cr = 4 Y = 5-12 V = 0,8-5,3	H.S H.S.S.	63-70	200-300	600-750
1918	Co=50 Cr=23 W=20	stellite	57-63	200-250	700-900
1924 1926	WC=7-90 Co=6-20 TiC+TaC+NbC+ O=50	Metallo duro	80	90-230	900-1100
1950	Al ₂ O ₃	ceramica	86-92	30-50	1300-1600
	C cristallizzato	diamante	100	30	900

L'UTENSILE

MATERIALI PER UTENSILI

ACCIAI AL CARBONIO E SPECIALI

- Utilizzati alla fine del 1800; oggi non sono quasi più usati.
- *Acciai al carbonio.*
- contengono circa l'1% di C e percentuali da 0,1% a 0,4% di Si e Mn; il carbonio influisce sulla durezza e resistenza all'usura;
- la massima temperatura di taglio è fra 200° e 250°;
- la durezza varia fra 59 e 67 HRC.
- *Acciai speciali*
- alla lega ferro-carbonio vengono aggiunti altri elementi per migliorare le caratteristiche dell'acciaio:
Cromo : migliora la resistenza all'usura;
tungsteno, cobalto, molibdeno, manganese : migliorano la resistenza a caldo;
nickel e vanadio : migliorano la tenacità;
silicio : migliora la resistenza all'abrasione.

L'UTENSILE

MATERIALI PER UTENSILI

ACCIAI RAPIDI

- Fanno la loro comparsa all'inizio del 1900;
- la massima temperatura di taglio è fra 500° e 550°;
- la durezza varia fra 63 e 70 HRC;
- come additivi base hanno in lega tungsteno, cromo, vanadio e molibdeno;
- la loro composizione può comprendere:
 - carbonio (fra 0,7% e 0,9%) : aumenta la durezza;
 - tungsteno (fra 12% e 21%) : dopo la tempra una parte forma un carburo complesso che dà luogo a soluzioni solide stabili ed una parte rimane in soluzione nella martensite conferendole durezza a caldo;
 - cromo (fra 3% e 4,5%) : favorisce la tempra dei carburi doppi di tungsteno e rimane in soluzione nella martensite, rendendola resistente al calore; in complesso aumenta la durezza del materiale;
 - vanadio (fra 0,8% e 2,5%) : manifesta grande affinità per il carbonio formando carburi stabili ed affinando la struttura; migliora la capacità di taglio e la resistenza all'abrasione;

L'UTENSILE

MATERIALI PER UTENSILI

ACCIAI RAPIDI

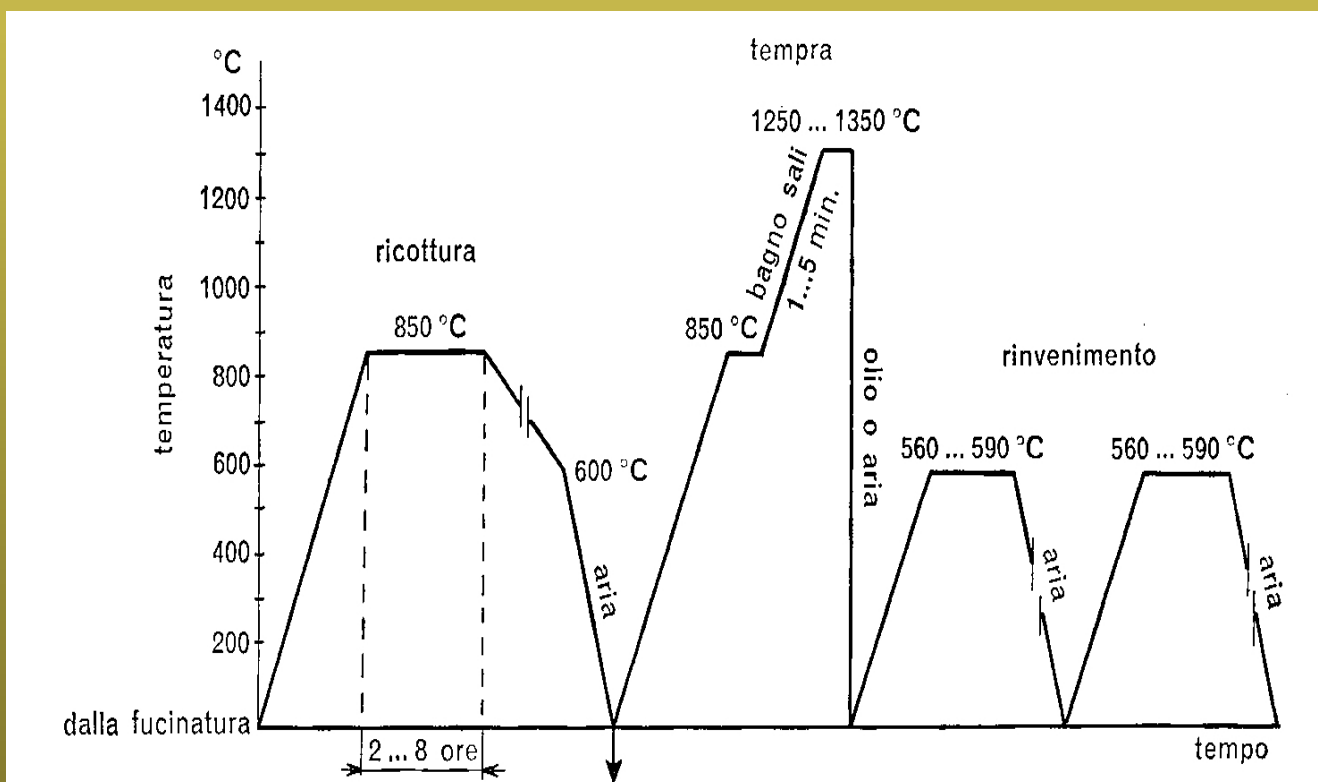
- molibdeno (fra 0,5% e 1,1%) : riduce la fragilità e migliora tutte le caratteristiche del materiale;
- silicio (fra 0,1% e 0,3%) : svolge azione disossidante; aumenta la fragilità della martensite in percentuali superiori allo 0,3%;
- manganese (fra 0,15% e 0,35%) : rende più difficili i trattamenti di tempra;
- zolfo e fosforo (fino allo 0,03%) : impurità sempre presenti nella composizione dell'acciaio;
- cobalto (fra 2,5% e 17%) : aumenta la velocità critica di tempra e la soluzione dei carburi nella austenite che viene stabilizzata;
- titanio : elimina l'ossidazione prodotta dall'ossigeno e migliora la resistenza dell'acciaio alle alte temperature;
- nickel : aumenta la tenacità e la penetrazione di tempra; entra in soluzione nella ferrite, nella martensite e nell'austenite pur non formando carburi;
- boro : accresce le caratteristiche di taglio degli acciai rapidi al molibdeno

L'UTENSILE

MATERIALI PER UTENSILI

ACCIAI RAPIDI

FASI DI PREPARAZIONE DEGLI UTENSILI



L'UTENSILE

MATERIALI PER UTENSILI

ACCIAI RAPIDI

- FASI DI PREPARAZIONE DEGLI UTENSILI
- fucinatura : la barra viene riscaldata in forni a temperature comprese fra 950°C e 1100°C; il riscaldamento è lento fino a circa 850°C poi diventa rapido fino alla temperatura finale. La percentuale di carbonio presente determina il valore della temperatura: alte percentuali di carbonio possono provocare bruciature a temperature superiori ai 1000°C; temperature troppo basse (850°C) possono provocare rotture durante la deformazione plastica provocata dalla lavorazione. Dopo la fucinatura l'utensile viene raffreddato lentamente sotto sabbia o cenere per evitare l'azione ossidante del contatto con l'aria;
- Ricottura : il trattamento elimina le tensioni interne dovute alla fucinatura e conferisce all'acciaio le caratteristiche più idonee alle successive lavorazioni. Consiste in un riscaldamento da 2 a 8 ore fuori dal contatto dell'aria (trucioli di ghisa o polvere di carbone) a circa 850°C; il raffreddamento in forno ad atmosfera controllata è lento (10°C/h fino a 600°C);

L'UTENSILE

MATERIALI PER UTENSILI

ACCIAI RAPIDI

- FASI DI PREPARAZIONE DEGLI UTENSILI
- lavorazioni meccaniche : mediante asportazione di truciolo all'utensile vengono conferite forma ed angoli caratteristici;
- tempra : allo scopo di aumentare la durezza superficiale del materiale lasciando la parte interna più duttile ed adatta a resistere agli urti, viene eseguito un lento riscaldamento in forno o in bagno di sali (carbonati, cloruri, nitriti di bario, calcio, sodio, etc.) fino a circa 1350°C (oltre il punto critico di trasformazione A_3) per permettere al carbonio di entrare in soluzione; dopo il riscaldamento, segue un brusco raffreddamento del pezzo in olio o in acqua per evitare che il carbonio entrato in soluzione abbia il tempo di precipitare;
- rinvenimento : dopo la tempra, le tensioni interne generate dal brusco raffreddamento vengono eliminate tramite un riscaldamento del pezzo in sabbia fino a circa 590°C ed un successivo lento raffreddamento.

L'UTENSILE

MATERIALI PER UTENSILI

LEGHE DURE NON FERROSE

- Fanno la loro comparsa nel 1918;
- Sono ottenute dalla fusione di cobalto, cromo e tungsteno;
- sono preparate in forma di piastrine (inserti) fissate meccanicamente sul corpo in acciaio dell'utensile;
- l'inserto resiste all'azione del riscaldamento, dell'usura ed è sollecitato a compressione;
- il corpo utensile resiste agli urti ed alle sollecitazioni di flessione e torsione;
- la temperatura di utilizzazione deve essere $> 500^{\circ}\text{C}$ (fragilità) $< 800^{\circ}\text{C}$ (durezza);
- la durezza varia fra 60 e 65 HRC ;
- Superiori agli acciai rapidi nella lavorazione delle ghise e dei metalli che esercitano forte usura verso l'utensile;
- il più noto di questi materiali è la stellite.

L'UTENSILE

MATERIALI PER UTENSILI

CARBURI METALLICI

- Fanno la loro comparsa nel 1924;
- agli stabilimenti Krupp viene scoperto il carburo di tungsteno e denominato *widia* (wie diamant);
- sono utilizzati per utensili taglienti, stampi, filiere e dove in genere sia richiesta notevole resistenza all'abrasione;
- lavorano materiali ferrosi e non ferrosi, a taglio continuo ed interrotto;
- Le caratteristiche principali sono:
 - elevatissimo grado di durezza che si mantiene fino a temperature di 900°C;
 - alta resistenza alla compressione (da 400 a 600 daN/mm²);
 - eccellente resistenza all'usura ed alla corrosione;
 - scarsa resistenza all'urto;
 - conducibilità termica uguale o superiore a quella degli acciai;
- possono essere composti da una *matrice legante di cobalto o nickel* che unisce i granuli del carburo.

L'UTENSILE

MATERIALI PER UTENSILI

CARBURI METALLICI

- **FABBRICAZIONE**

Viene utilizzato il procedimento di sinterizzazione;
i componenti principali sono:

- **carburi**, che determinano la durezza;
- **leganti**, che determinano la tenacità



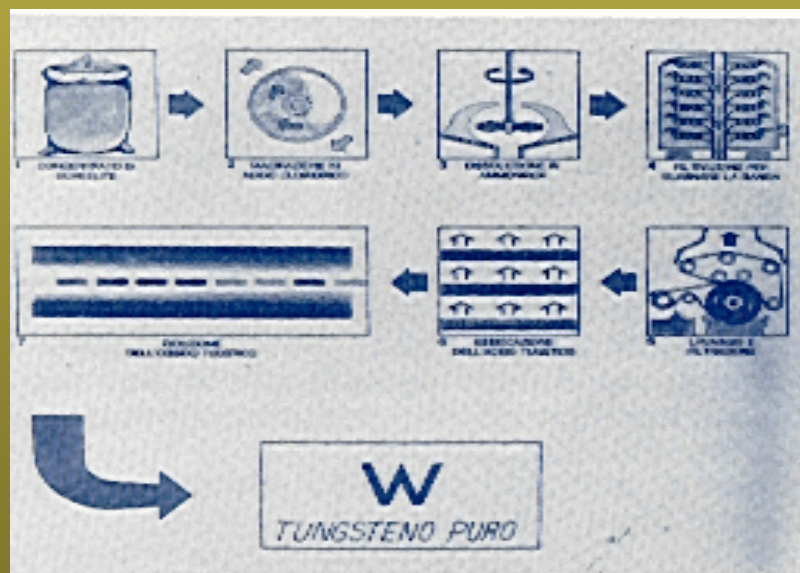
L'UTENSILE

MATERIALI PER UTENSILI

CARBURI METALLICI

- **FABBRICAZIONE**

- 1 - Ottenimento del tungsteno puro
 - minerale di scheelite (o wolframite)
 - aggiunta di HCl
 - macinazione con aggiunta di ammoniaca e nuovo HCl
 - essiccazione in forno a 800°C ed ottenimento ossido di tungsteno
 - trattamento di riduzione con idrogeno ed ottenimento tungsteno puro

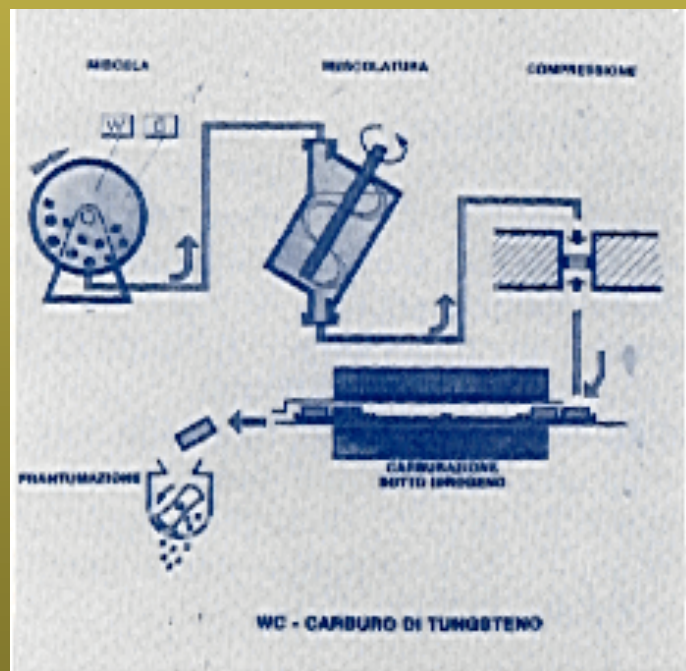


L'UTENSILE

MATERIALI PER UTENSILI

CARBURI METALLICI

- **FABBRICAZIONE**
- 2 - Ottenimento del carburo di tungsteno (WC)
 - miscelazione del W con il carbone in polvere (nerofumo)
 - compressione del composto
 - passaggio in forno ad atmosfera di idrogeno a 1500°C ed ottenimento del WC
 - frantumazione sotto forma di polvere del WC

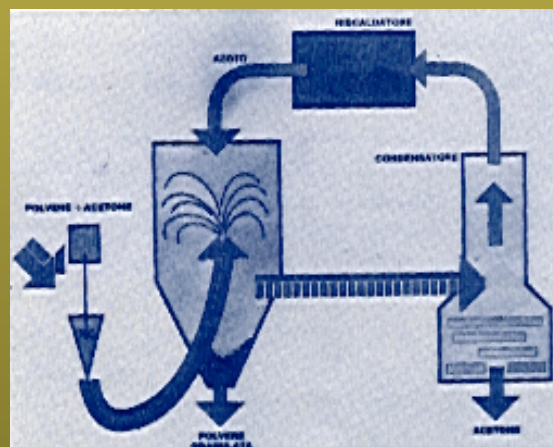
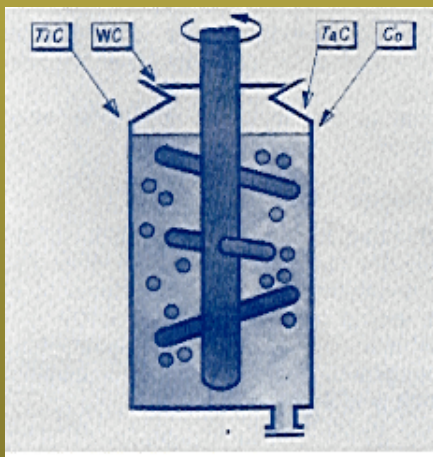


L'UTENSILE

MATERIALI PER UTENSILI

CARBURI METALLICI

- **FABBRICAZIONE**
- 3 - Miscelazione ed atomizzazione del composto
 - miscelazione del WC con il legante (Co)
 - altri carburi (TaC, TiC, NiC) aggiunti alla miscela definiscono le caratteristiche del metallo duro
 - riduzione del composto in finissime particelle (atomizzazione)

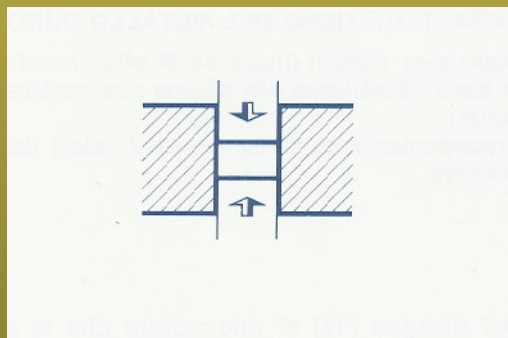


L'UTENSILE

MATERIALI PER UTENSILI

CARBURI METALLICI

- **FABBRICAZIONE**
- 4 - Compressione della polvere
 - la polvere viene depositata in una matrice e compressa da due coppie di punzoni (pressatura omogenea)
 - i pezzi ottenuti hanno la consistenza del gesso, sono estremamente friabili e facilmente ossidabili



L'UTENSILE

MATERIALI PER UTENSILI

CARBURI METALLICI

- FABBRICAZIONE

- 5 - Sinterizzazione - pezzo da conformare

- il pezzo viene sottoposto ad una presinterizzazione a 900° C e lavorato con utensili diamantati
- sinterizzazione in forni sotto vuoto se il metallo duro contiene altri carburi oltre al WC
- sinterizzazione in atmosfera di idrogeno se il metallo duro è costituito solamente da WC e Co

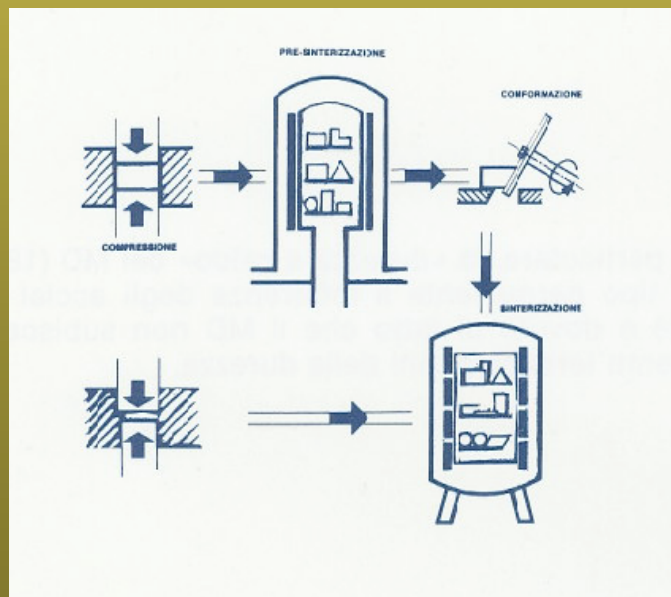
L'UTENSILE

MATERIALI PER UTENSILI

CARBURI METALLICI

- **FABBRICAZIONE**
- 6 - Sinterizzazione - pezzo conformato
- Sinterizzazione diretta a 1300°/1600° C

N.B. - I pezzi sinterizzati hanno un volume che è circa metà di quello posseduto prima della sinterizzazione e presentano la massima compattezza ed omogeneità



L'UTENSILE

MATERIALI PER UTENSILI

CARBURI METALLICI RIVESTITI

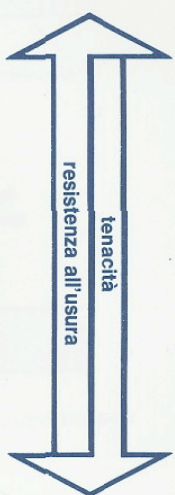
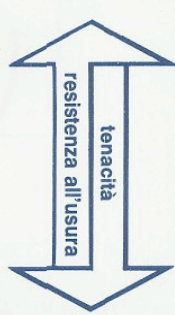
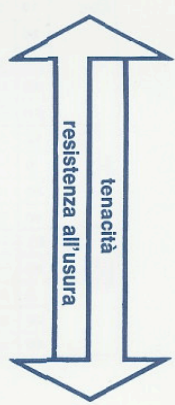
- In un metallo duro resistenza all'usura e tenacità sono inversamente proporzionali
- Depositando un rivestimento sul metallo duro, è possibile coniugare la tenacità dell'inserto con la resistenza all'usura del deposito
- Su un substrato di metallo duro sufficientemente tenace, vengono depositati carburi o nitruri resistenti all'usura
- Prima del rivestimento l'inserto viene sottoposto al trattamento di ronatura (arrotondamento degli spigoli vivi) per ridurre la fragilità degli spigoli
- Lo strato del rivestimento è di circa 5 micron

- Vantaggi del rivestimento
 - riduzione del coefficiente di attrito
 - minore temperatura del tagliente
 - maggiore velocità di taglio

L'UTENSILE

MATERIALI PER UTENSILI

IL CODICE ISO DEL METALLO DURO

<p>P</p> <p>Acciaio, getti di acciaio, ghisa malleabile a truciolo lungo</p> <p>MATERIALI A TRUCIOLO LUNGO</p>	01	Tornitura e foratura di finitura, con elevata velocità di taglio e piccola sezione di truciolo, buona finitura superficiale, tolleranze molto strette, assenza di vibrazioni.	
	10	Tornitura, copiatura, filettatura, fresatura con elevate velocità di taglio e spessore di truciolo da piccolo a medio.	
	20	Tornitura, copiatura, fresatura, con medie velocità di taglio e sezione di truciolo, piallatura con piccola sezione di truciolo.	
	30	Tornitura, fresatura, piallatura con velocità di taglio da medie a basse, sezione di truciolo da medio a grande; comprende operazioni in condizioni mediamente sfavorevoli.	
	40	Tornitura, piallatura, fresatura, troncatura, basse velocità di taglio, grandi sezioni di truciolo, possibilità di impiego con elevata spoglia superiore, condizioni di lavoro sfavorevoli, compreso il lavoro su macchine automatiche.	
	50	Tornitura, piallatura, troncatura con basse velocità di taglio. Essa consente grandi sezioni di truciolo, impiego con elevata spoglia superiore, condizioni di lavoro sfavorevoli, lavoro su macchine automatiche, ove necessari una qualità di metallo duro molto tenace.	
<p>M</p> <p>Acciaio, getti di acciaio, acciaio al manganese, ghise legate, acciai austenitici, ghisa malleabile, acciai per lavorazioni su macchine automatiche</p> <p>MATERIALI PARTICOLARI</p>	10	Tornitura con velocità di taglio da medie ad alte e sezioni di truciolo da piccole a medie.	
	20	Tornitura, fresatura con valori medi di velocità di taglio e sezione di truciolo.	
	30	Tornitura, fresatura, piallatura con velocità di taglio medie e sezioni di truciolo da medie a grandi.	
	40	Tornitura, tornitura a profilo, troncatura, specialmente su macchine automatiche.	
<p>K</p> <p>Ghise (compresa quella fusa in conchiglia), ghisa malleabile a truciolo corto, acciaio temprato, metalli non ferrosi, resine sintetiche, legno</p> <p>MATERIALI A TRUCIOLO CORTO</p>	01	Tornitura, foratura e fresatura di finitura, raschiatura.	
	10	Tornitura, fresatura, foratura, allargatura, raschiatura, alesatura.	
	20	Tornitura, fresatura, piallatura, allargatura, alesatura ed operazioni che richiedono un metallo duro molto tenace.	
	30	Tornitura, fresatura, piallatura, troncatura con condizioni di lavoro sfavorevoli ed elevati valori dell'angolo di spoglia superiore.	
	40	Tornitura, fresatura, piallatura, troncatura con condizioni di lavoro molto sfavorevoli ed angoli di spoglia superiore molto elevati.	

L'UTENSILE

MATERIALI PER UTENSILI

CERAMICHE - DIAMANTI

- Le ceramiche ed i diamanti sono estremamente fragili e duri
- Il loro impiego è limitato ad operazioni di superfinitura su macchine ad elevata rigidità
- Il diamante si usa generalmente per la costruzione di mole utilizzate per operazioni di rettifica e fresatura

