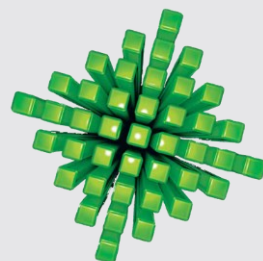


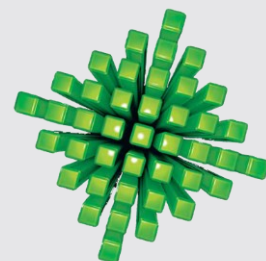
Caratteristiche delle lavorazioni per asportazione di truciolo

Processo	Caratteristiche	Tolleranze commerciali (\pm mm)
Tornitura	Tornitura esterna e sfacciatura su tutti i tipi di materiali; bassa produttività incrementabile su torni a torretta e macchine automatiche che richiedono manodopera meno specializzata	Finitura: 0.05-0.13 Sgrossatura: 0.13 Rasatura: 0.025
Barenatura	Superfici e profili interni simili a quelle prodotte mediante tornitura esterna; la rigidità del barenò deve essere elevata per evitare vibrazioni.	0.025
Foratura	Fori circolari di varie dimensioni e profondità; richiede operazioni di alesatura e barenatura per migliorare l'accuratezza; alta produttività; richiede un buon livello di specializzazione della manodopera.	0.075
Fresatura	Forme di vario tipo inclusi profili, superfici piane e scanalature; ampia varietà di utensili; versatile; produttività medio-bassa; richiede manodopera specializzata	0.13-0.25
Piallatura	Superfici piane e profili sagomati rettilinei su superfici estese; adatta per piccoli lotti produttivi; la specializzazione richiesta dalla manodopera dipende dalla forma del pezzo.	0.08-0.13
Limatura	Superfici piane e profili sagomati rettilinei su pezzi relativamente piccoli; adatta per piccoli lotti produttivi; la specializzazione richiesta dalla manodopera dipende dalla forma del pezzo.	0.05-0.13
Brocciatura	Superfici esterne ed interne piane, scanalature e profili con buona finitura superficiale; utensili costosi; alta produttività; la specializzazione richiesta dalla manodopera dipende dalla forma del pezzo.	0.025-0.15
Taglio con segatrice	Taglio rettilineo e di profili su pezzi piani o profilati; bassa produttività; non richiede manodopera specializzata.	0.8

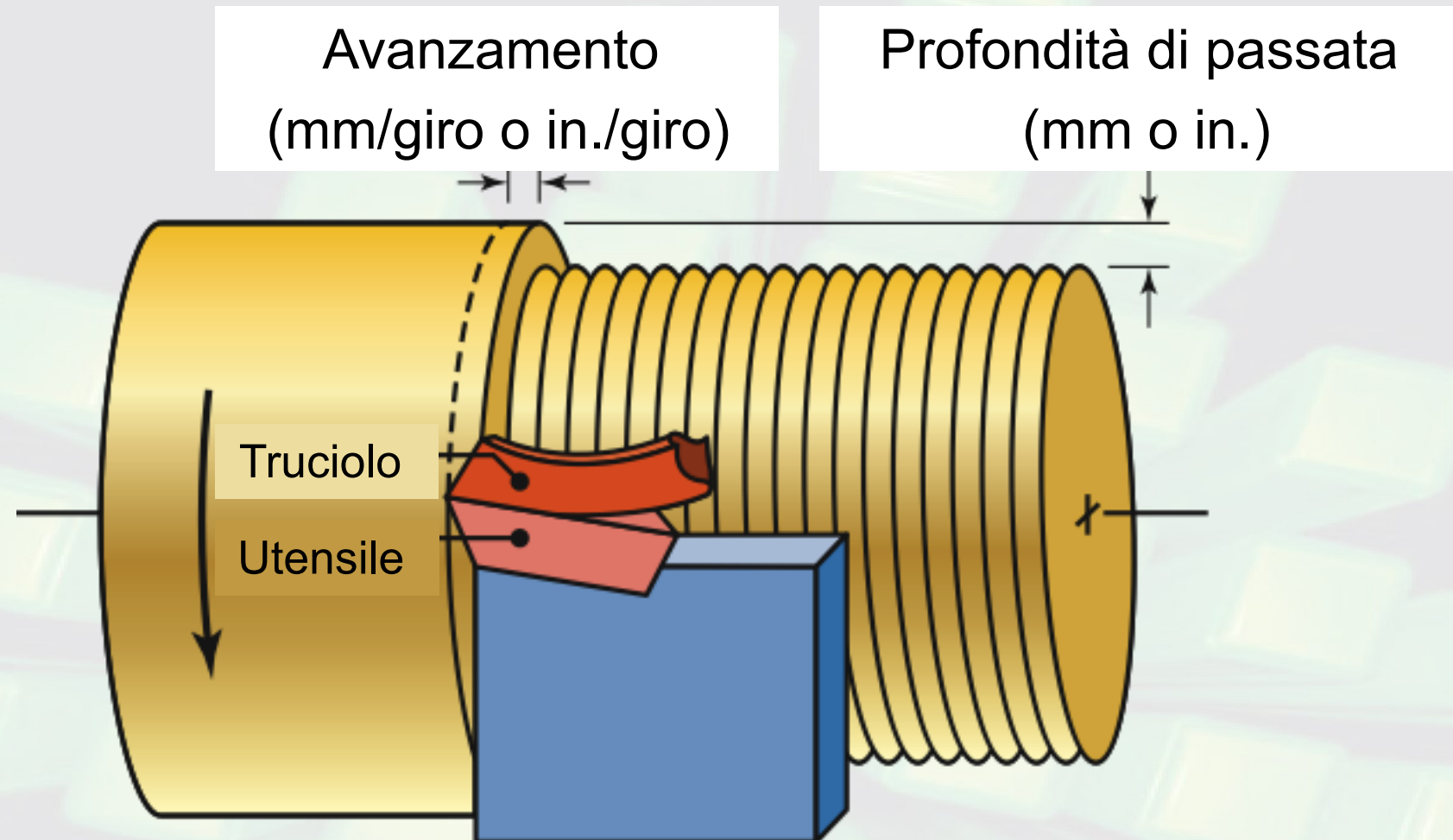
Caratteristiche generali delle lavorazioni per asportazione con utensili da taglio.



Tornitura



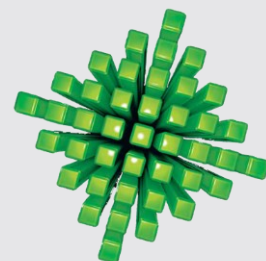
Terminologia usata nella Tornitura



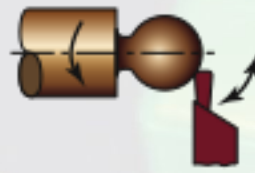
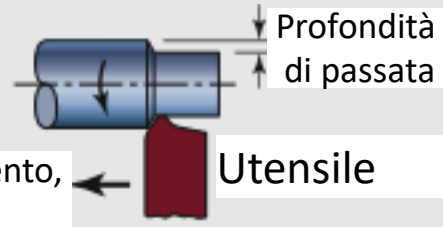
Terminologia usata in una operazione di tornitura su un Tornio, dove

- f è l'**avanzamento** (in mm/giro or in./giro) e
- d è la **profondità di passata** (in mm o in.).

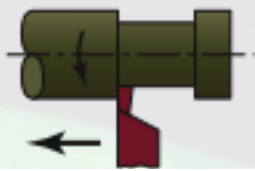
Notare che l'avanzamento nella tornitura è equivalente alla profondità di passata nel taglio ortogonale (Fig. 8.2), e la profondità di passata nella tornitura è equivalente alla larghezza nel taglio ortogonale.



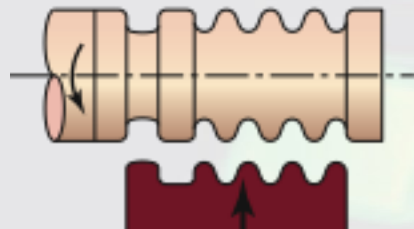
Operazioni fattibili sul Tornio



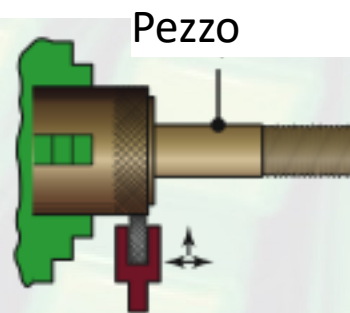
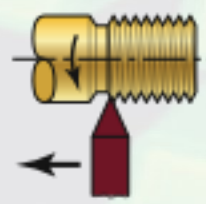
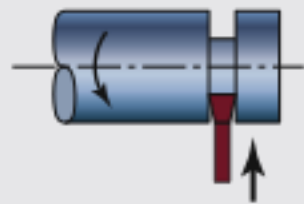
a. Tornitura cilindrica b. Tornitura conica c. Profilatura



d. Tornitura e scanalatura e. Sfacciatura f. Scanalatura frontale

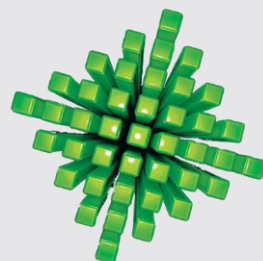


g. Tornitura con utensile sagomato h. Barenatura e scanalatura interna i. Foratura

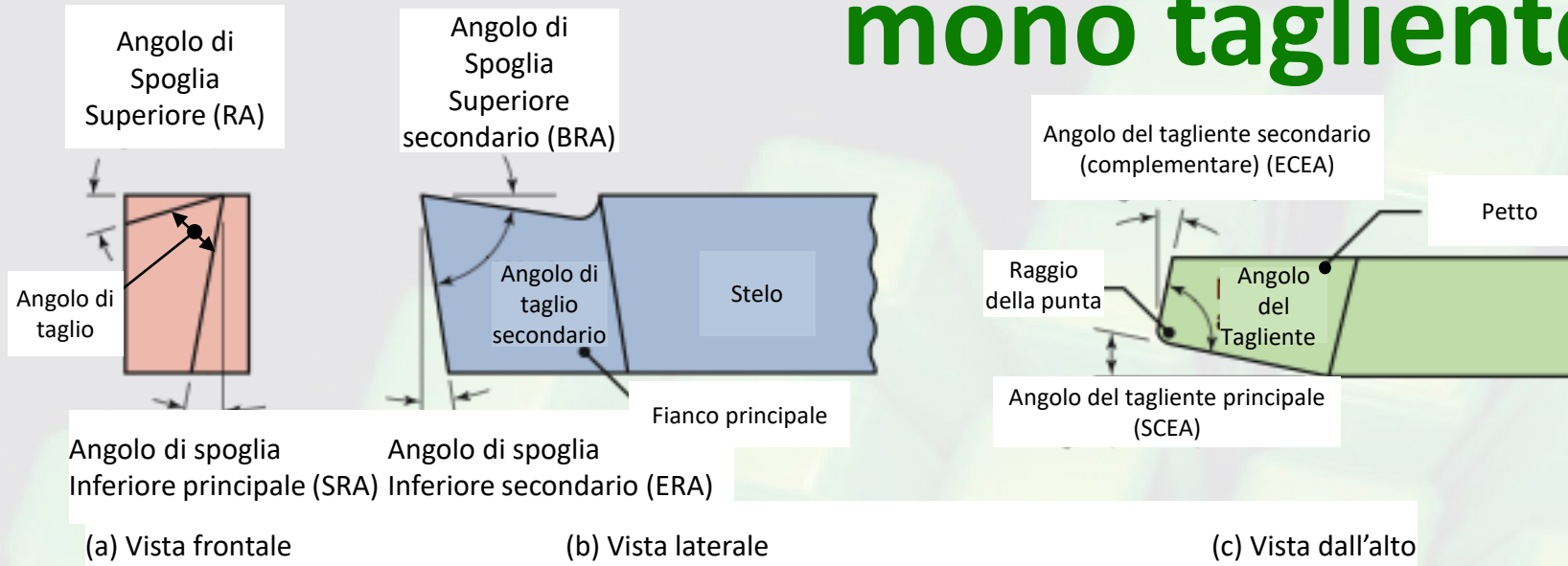


j. Troncatura k. Filettatura l. Zigrinatura

Esempi di operazioni conducibili sul tornio



Nomenclatura unificata per utensile mono tagliente

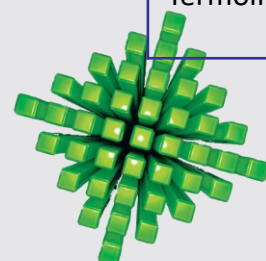


Indicazioni generali per gli angoli dell'utensile in tornitura.

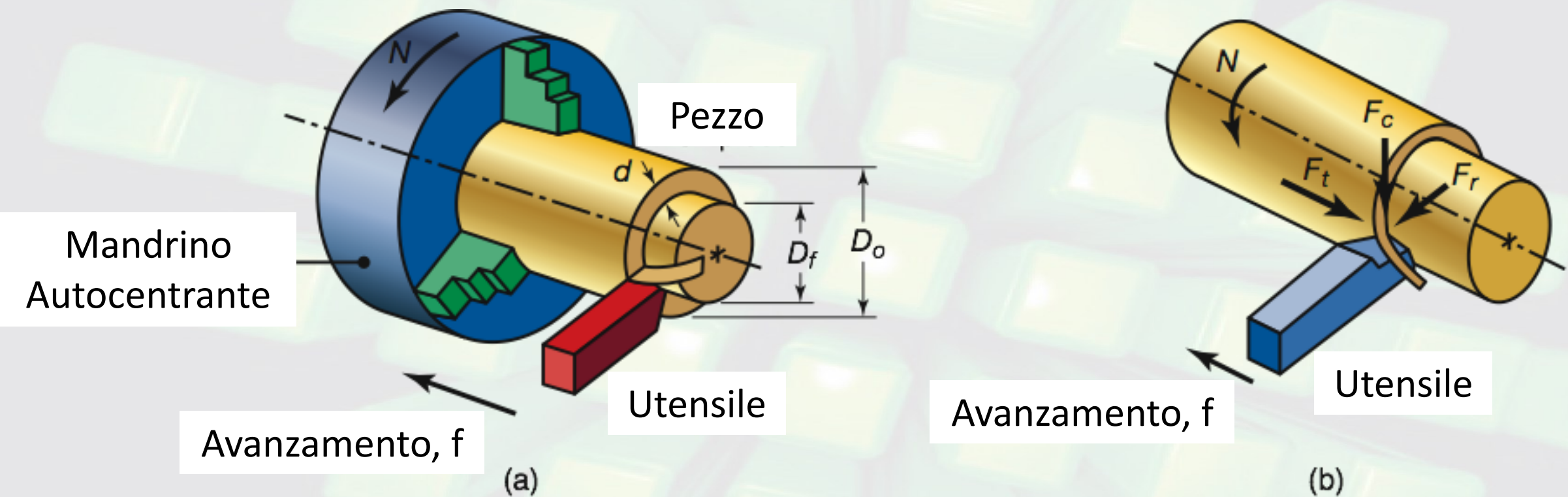
Nomenclatura e simboli per un utensile destro (cioè che si muove da destra verso sinistra)

(a) Vista frontale (b) Vista laterale (c) Vista dall'alto

Materiale	Acciai rapidi					Inserti di carburo metallici				
	Inclinaz. Tagl.Princ. c.	Spoglia Superiore	Spoglia Inf.Sec.	Spoglia Inf.Princ.	Taglienti Princ. e Sec.	Inclinaz. Tagl.Princ.	Spoglia Superiore	Spoglia Inf.Sec.	Spoglia Inf.Princ.	Taglienti Princ. e Sec.
Leghe di Al e Mg	20	15	12	10	5	0	5	5	5	15
Leghe di Cu	5	10	8	8	5	0	5	5	5	15
Acciai	10	12	5	5	15	-5	-5	5	5	15
Acciai inox	5	8 10	5	5	15	-5 0	-5 5	5	5	15
Leghe per alte temperature	0	10	5	5	15	5	0	5	5	45
Leghe refrattarie	0	20	5	5	5	0	0	5	5	15
Leghe di Ti	0	5	5	5	15	-5	-5	5	5	5
Ghise	5	10	5	5	15	-5	-5	5	5	15
Termoplastici	0	0	20 30	15 20	10	0	0	20 30	15 20	10
Termoindurenti	0	0	20 30	15 20	10	0	15	5	5	15

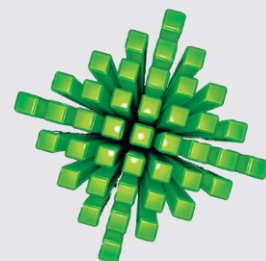


Operazione di Tornitura



(a) Schema di una operazione di tornitura: profondità di passata, d e avanzamento, f .

(b) Forze agenti sulla punta dell'utensile: F_c è la forza di taglio; F_t è la forza di avanzamento; e F_r è la forza radiale che tende ad allontanare l'utensile dal pezzo in lavorazione.



Manufacturing Processes for Engineering Materials, 5th ed.

Kalpakjian • Schmid

© 2008, Pearson Education

ISBN No. 0-13-227271-7

Tornitura cilindrica

- Posizione radiale utensile è fissa
- Posizione assiale o longitudinale è variabile

$$\text{Profondità di passata} = d = \frac{(D_0 - D_f)}{2} \quad (\text{mm})$$

$$D_{avg} = \frac{D_0 + D_f}{2} \quad (\text{mm})$$

$$MRR = \frac{\pi}{4} (D_0^2 - D_f^2) \cdot v_{avanz} = \pi \cdot D_{avg} \cdot d \cdot f \cdot N \quad (\text{mm}^3/\text{min})$$

$$v_{avanz} = f \cdot N \quad (\text{mm}/\text{min})$$

- f è l'avanzamento per giro (mm/giro)
- N è la velocità di rotazione del mandrino (giri/min)

Nota la Energia specifica di lavorazione u (Ws/mm^3)

$E = \text{Energia richiesta} = u \cdot \text{Volume asportato} \quad (\text{J})$

$P = \text{Potenza richiesta} = \frac{u}{60} \cdot MRR = T \cdot \omega = T \cdot \frac{2\pi N}{60} \quad (\text{W})$

$T = \text{Coppia richiesta} = \frac{P}{\omega} = \frac{60P}{2\pi N} = F_c \cdot \frac{D_{avg}}{2} \quad (\text{Nm})$

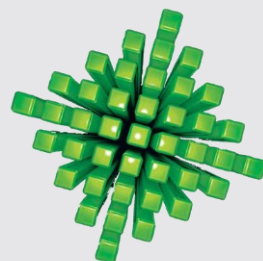
$F_c = \text{Forza di taglio} = \frac{T}{b} = \frac{2T}{D_{avg}} \cdot 1000 \quad (\text{N})$

- D_{avg} è il diametro medio del pezzo tornito (mm)

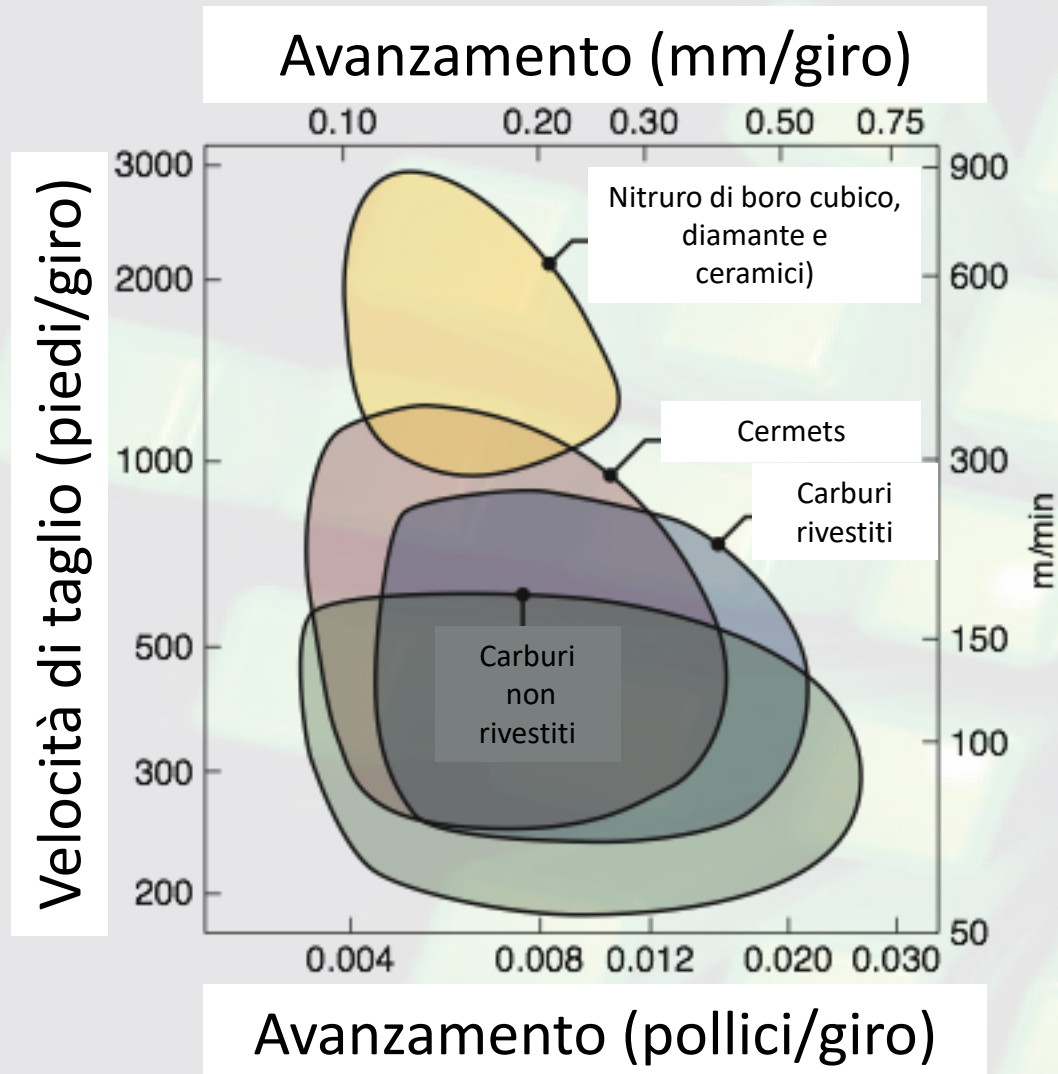
$t \text{ lavorazione} = \text{tempo di lavorazione} = \frac{\text{Lunghezza lavorata}}{v_{avanz}} = \frac{\text{Lunghezza lavorata}}{f \cdot N} \quad (\text{min})$

$v_{taglio} = \omega \cdot R = \omega \cdot \frac{D}{2} = \frac{2\pi \cdot N}{60} \cdot \frac{D}{2} = \frac{\pi \cdot N \cdot D}{60} \quad (\text{mm}/\text{s})$

$MRR_{\text{foratura su pieno}} = \frac{\pi}{4} (D_0^2) \cdot v_{avanz} = \frac{\pi}{4} \cdot D_0^2 \cdot f \cdot N \quad (\text{mm}^3/\text{min})$



Velocità di taglio nella Tornitura

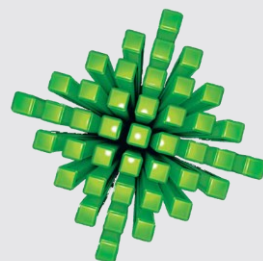


Materiale del pezzo	m/min	Velocità di taglio piedi/min
Leghe di Alluminio	200-1000	650-3300
Ghisa grigia	60-900	200-3000
Leghe di Rame	50-700	160-2300
Leghe per alte temperature	20-400	65-1300
Acciai	50-500	160-1600
Acciai inossidabili	50-300	160-1000
Termoplastici e termoindurenti	90-240	300-800
Leghe di Titanio	10-100	30-330
Leghe di Tungsteno	60-150	200-500

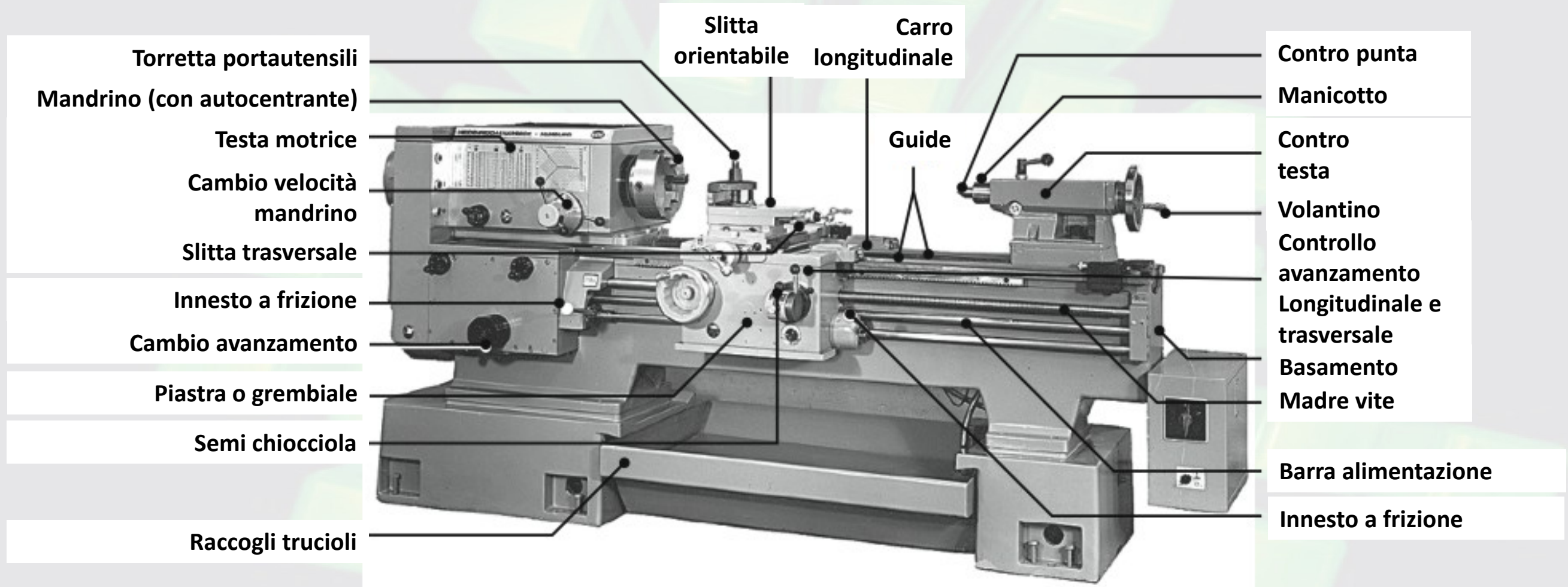
a) Queste velocità sono per utensili di carburi e ceramici. Per utensili in acciaio super rapido le velocità sono più basse. I valori più elevati sono per carburi rivestiti e cermets. Per utensili al diamante le velocità sono ancora più elevate.
 b) Profondità di passata, $d=0.5-12$ mm
 c) Avanzamento, $f=0.15-1$ mm/ giro

Campi di velocità di taglio e di avanzamento per diversi utensili.

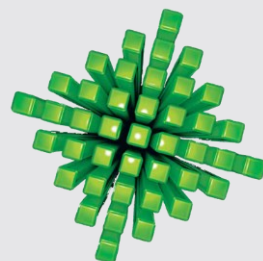
Campo approssimato delle velocità di taglio in operazioni di tornitura.



Tornio



Vista generale del Tornio parallelo e dei suoi componenti.



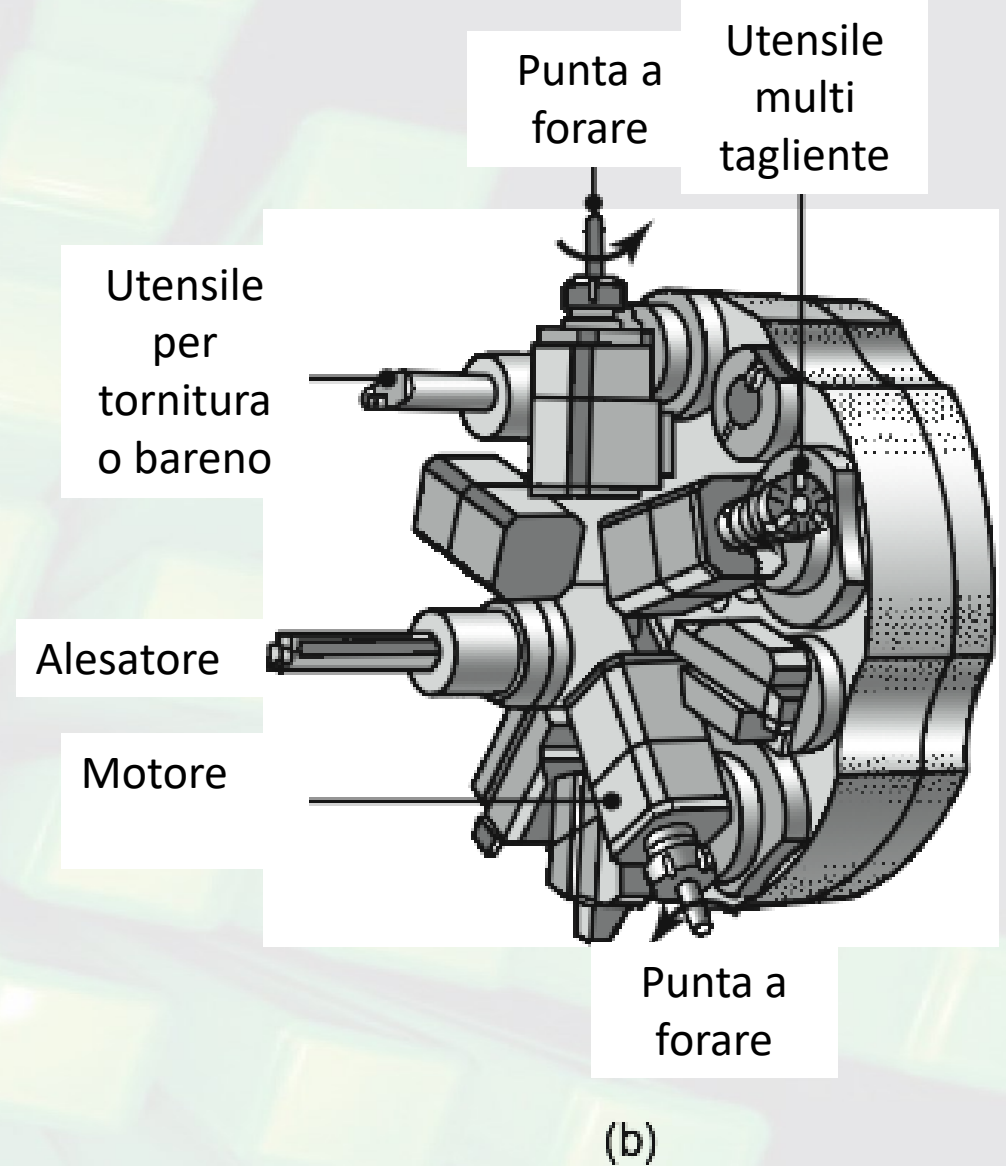
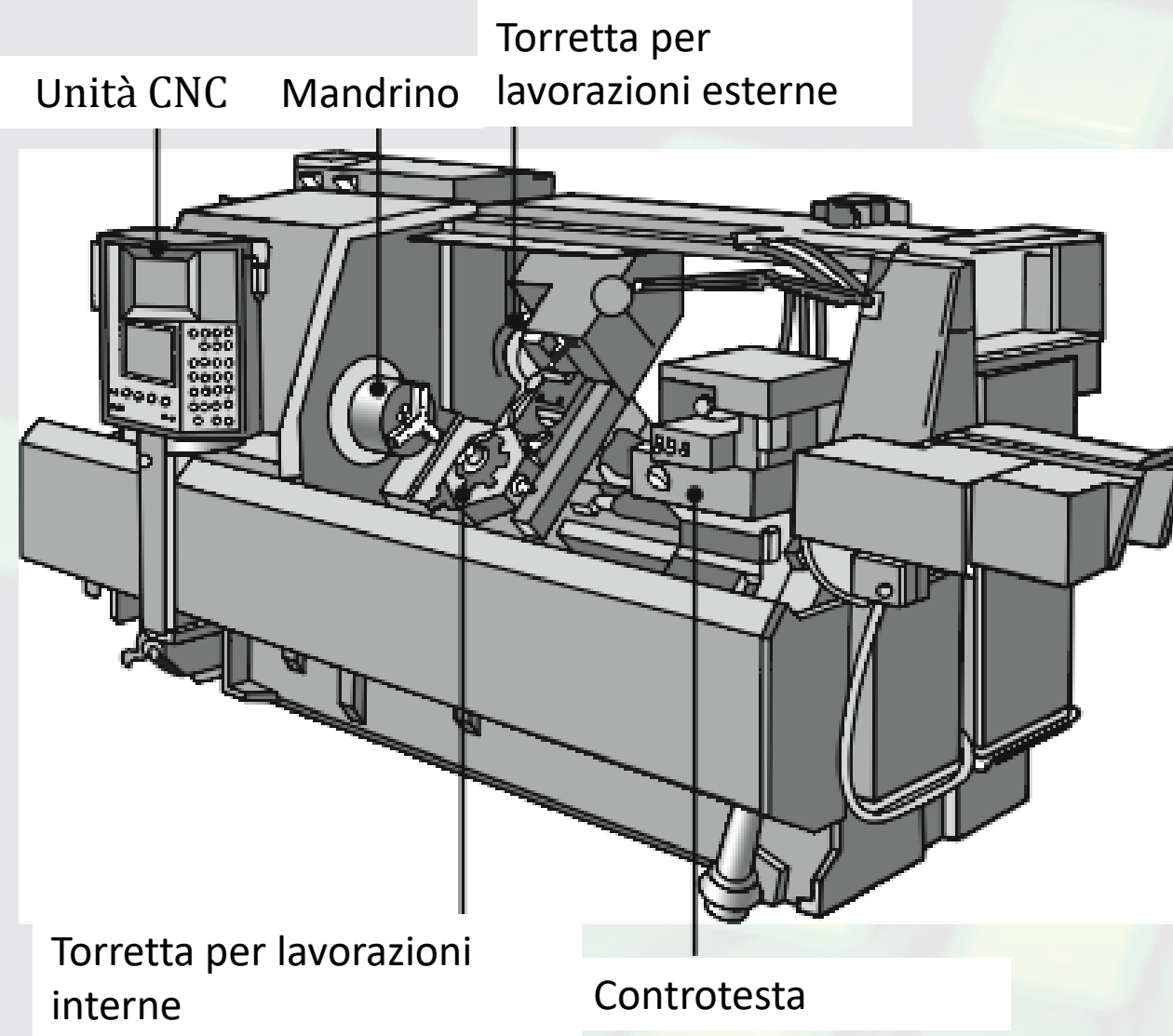
Manufacturing Processes for Engineering Materials, 5th ed.

Kalpakjian • Schmid

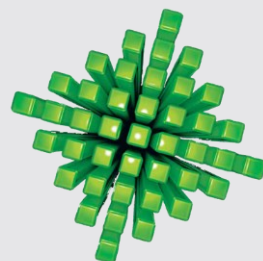
© 2008, Pearson Education

ISBN No. 0-13-227271-7

Tornio a controllo numerico



- (a) Tornio a controllo numerico con due torrette portautensili. Queste macchine possiedono più potenza e più elevate velocità del mandrino rispetto ai torni tradizionali.
- (b) Una tipica torretta portautensili con gli utensili.



Tipici pezzi prodotti con torni a controllo numerico



Materiale: lega di Titanio
Numero utensili: 7
Tempo totale di lavorazione (due operazioni):
5.25 minuti

(a) Corpo base

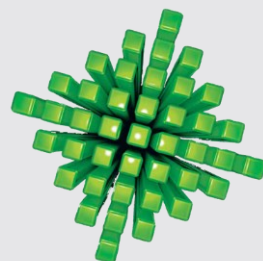
Materiale: acciaio legato 52100
Numero utensili: 4
Tempo totale di lavorazione (due operazioni):
6.32 minuti

(b) Anello interno cuscinetto

Materiale: acciaio al carbonio 1020
Numero utensili: 8
Tempo totale di lavorazione (due operazioni):
5.41 minuti

(c) Raccordo riduttore

Tipici pezzi prodotti con torni a controllo numerico.



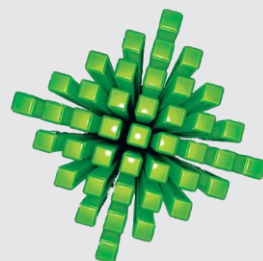
Cadenze produttive tipiche

<i>Operazione</i>	<i>Cadenza produttiva</i>
Tornitura	
• tornio parallelo	molto bassa – bassa
• tornio a copiare	bassa – media
• tornio automatico	bassa – media
• tornio a controllo numerico	bassa – media
• tornio frontale a mandrino singolo	media – alta
• tornio frontale pluri mandrino	alta – molto alta
Alesatura	molto bassa
Foratura	bassa – media
Fresatura	bassa – media
Piallatura	molto bassa
Taglio ingranaggi	bassa – media
Brocciatura	media – alta
Taglio con segatrice	molto bassa – bassa

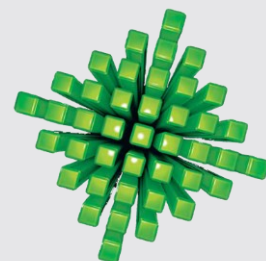
Molto bassa indica una o alcune parti per ora

Media indica 100 parti per ora

Molto alta indica 1000 o più parti per ora

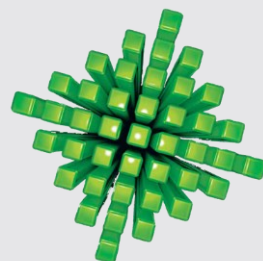
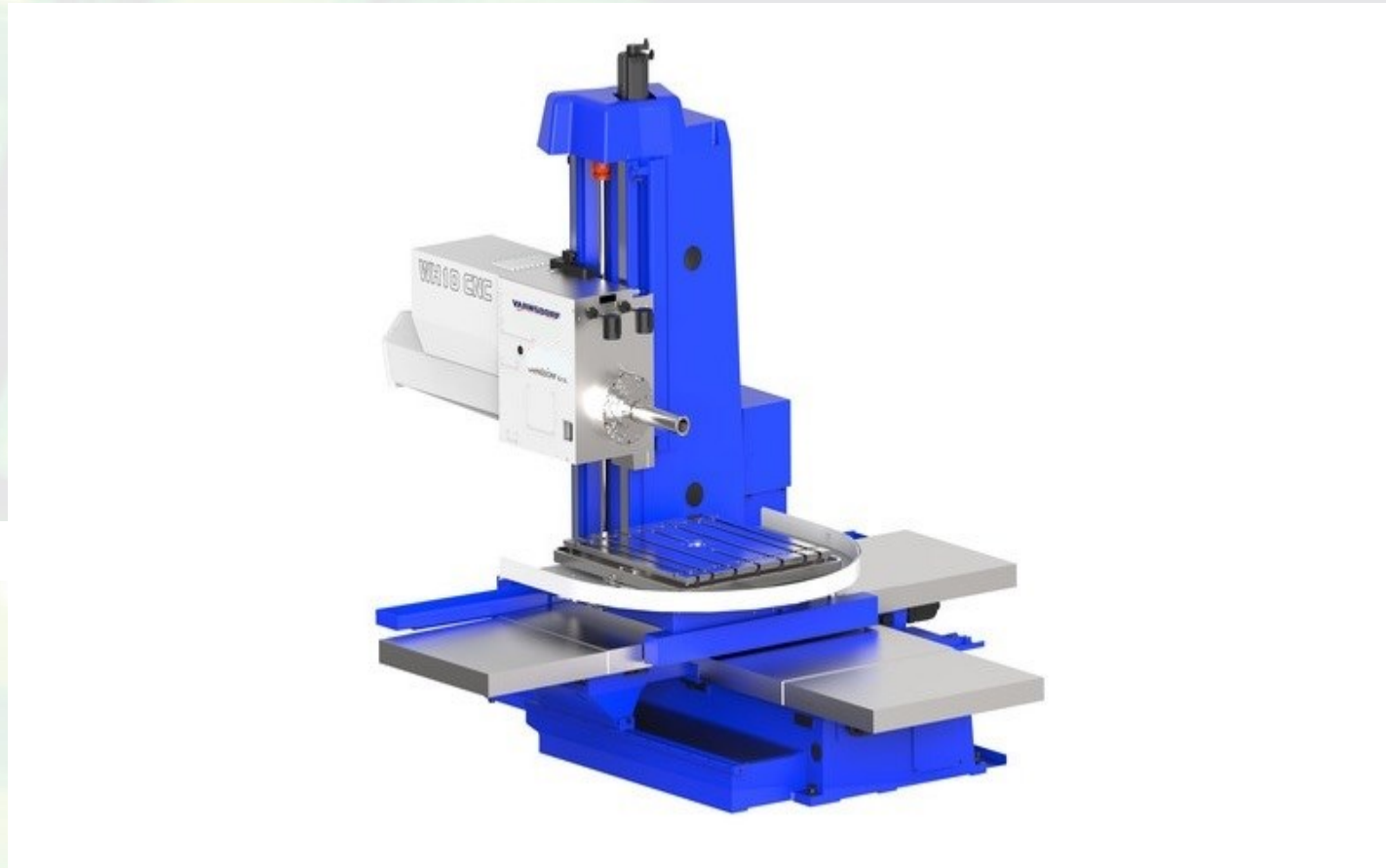
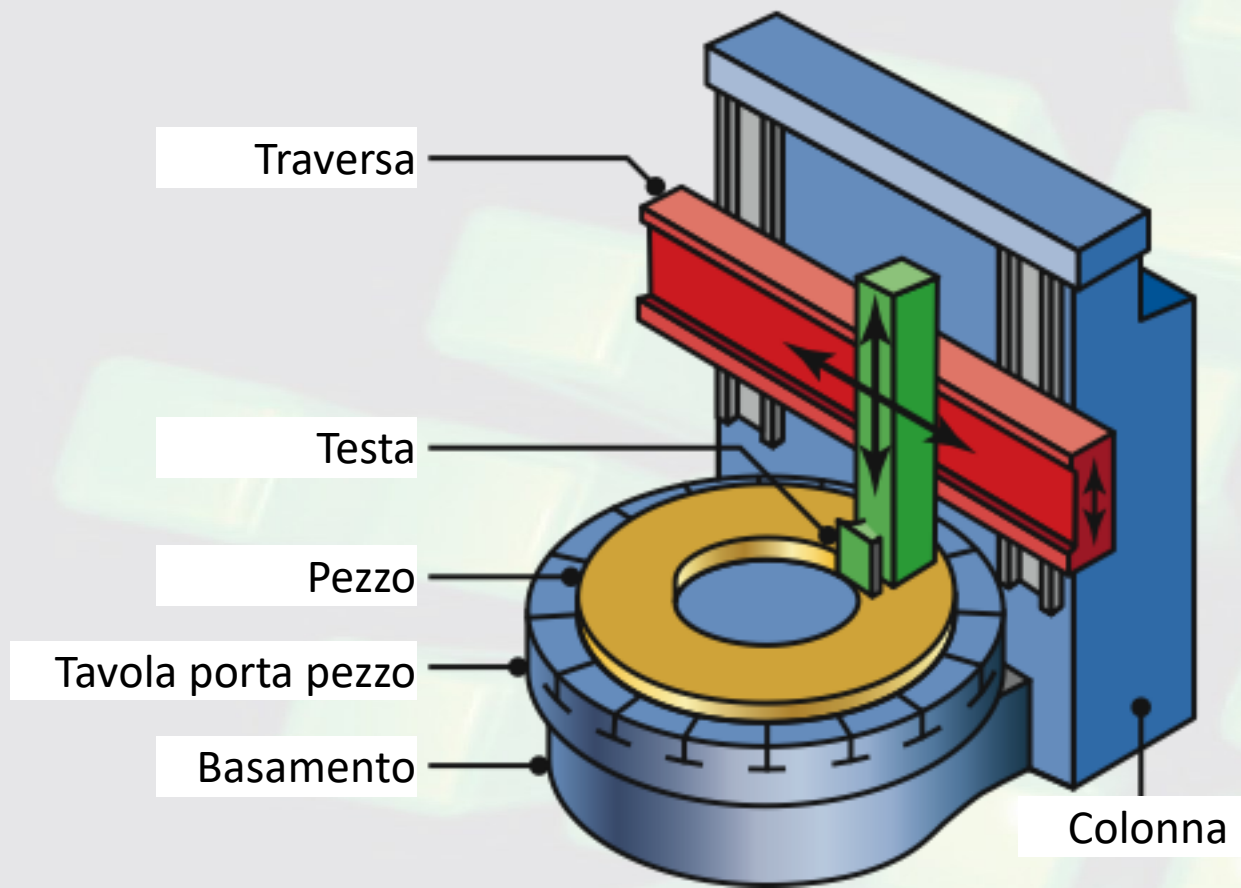


Alesatura, Foratura e Maschiatura



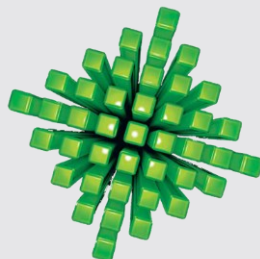
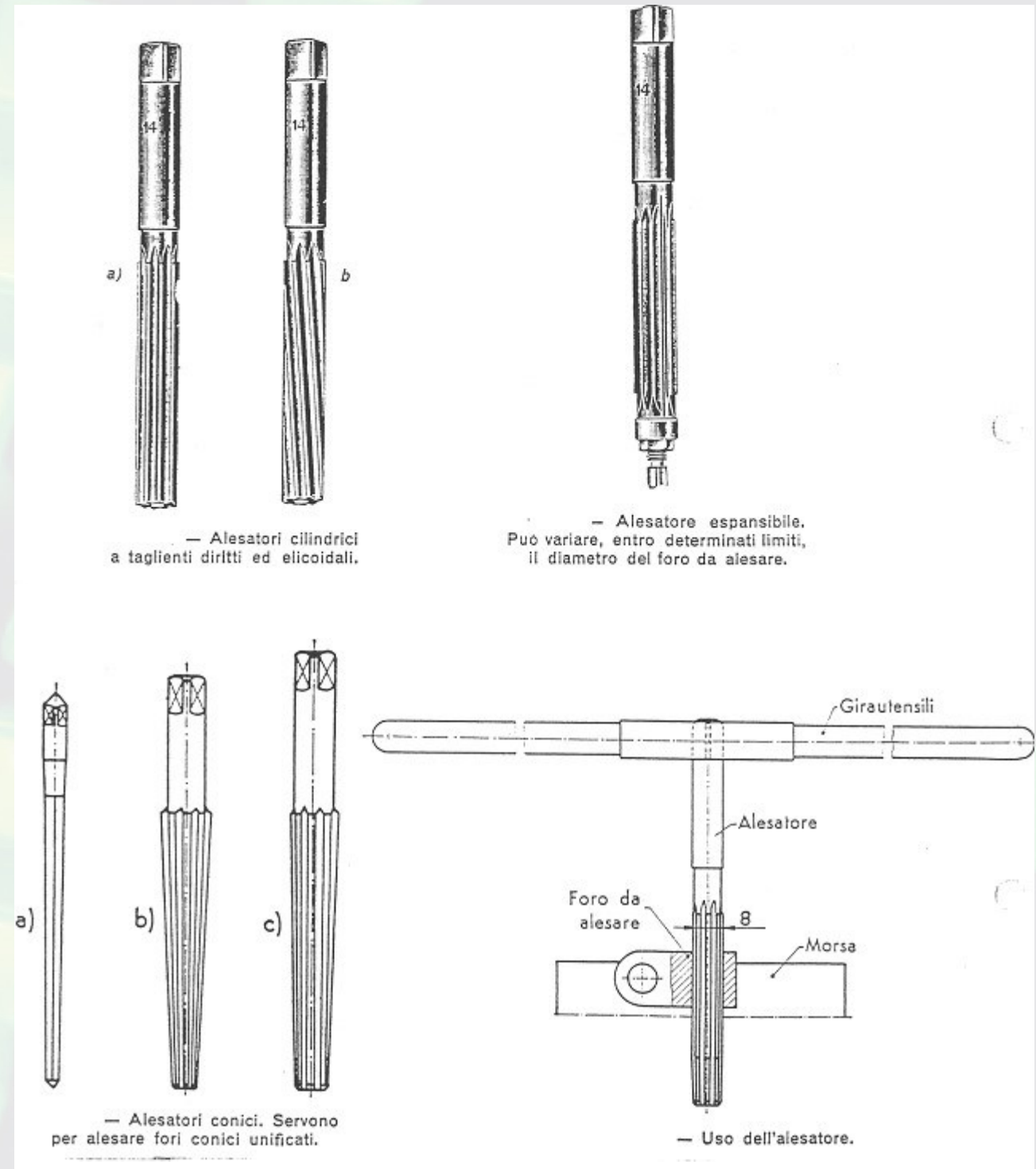
Manufacturing Processes for Engineering Materials, 5th ed.
Kalpakjian • Schmid
© 2008, Pearson Education
ISBN No. 0-13-227271-7

Alesatrice



Alesatori

- **A denti diritti**
 - Più facili da affilare
- **A denti elicoidali**
 - Più regolari
- **Mono tagliente**
 - Utensile regolabile radialmente
 - Costoso
 - Adattabile a diversi diametri

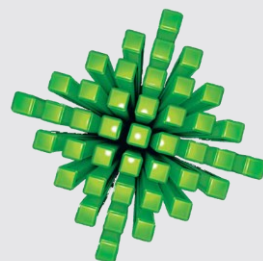


Trapani

Trapano a colonna



Trapano a bandiera



Punte

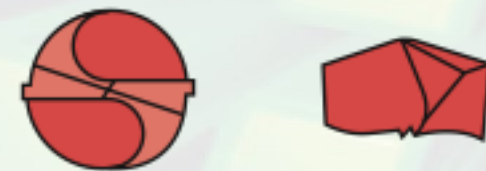
Due comuni punte:

(a) **Punta a scalpello.** I colletti dell'elica scorrono sulla superficie del foro e guidano la punta nella penetrazione all'interno del pezzo (si solito sono due ma esistono anche punte con quattro colletti per una maggiore accuratezza).

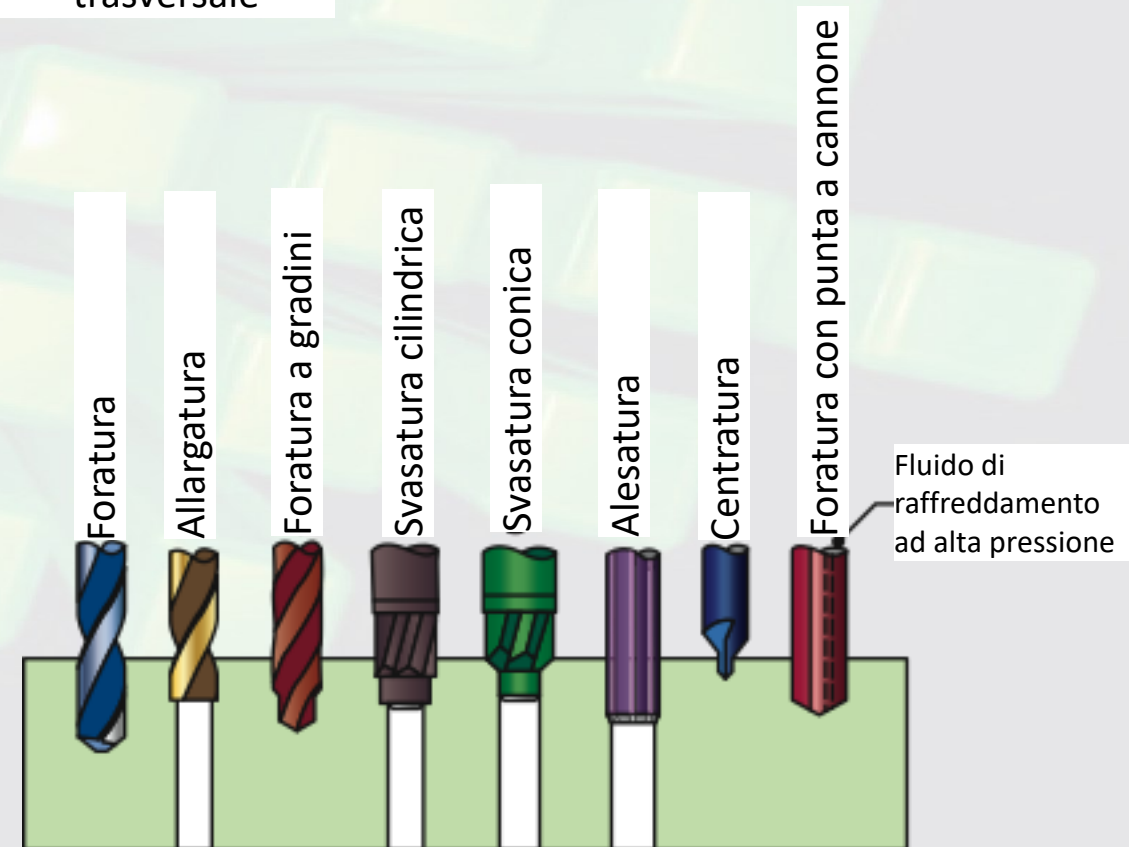
(b) **Punta elicoidale per perforazione profonda.** Queste punte presentano una buona capacità di centratura e tendono a rompere il truciolo, quindi sono adatte per lavorare fori profondi.



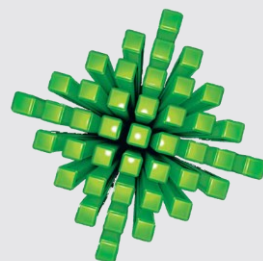
(a) Punta elicoidale a scalpello



(b) Punta elicoidale per perforazione profonda



Vari tipi di punte di operazioni di foratura.



Velocità ed avanzamento in Foratura

Materiale del pezzo	Velocità periferica (gir/min)	Avanzamento (m/min)		Velocità del mandrino (mm/giro)	
		Diametro punta		Diametro punta	
		1.5 mm	12.5 mm	1.5 mm	12.5 mm
Leghe di Alluminio	30-120	0,025	0,30	6400-25000	800-3000
Leghe di Magnesio	45-120	0,025	0,30	9600-25000	1100-3000
Leghe di Rame	15-60	0,025	0,25	3200-12000	400-1500
Acciai	20-30	0,025	0,30	4300-6400	500-800
Acciai inossidabili	10-20	0,025	0,18	2100-4300	250-500
Leghe di Titanio	6-20	0,01	0,15	1300-4300	150-500
Ghise	20-60	0,025	0,30	4300-12000	500-1500
Termoplastici	30-60	0,025	0,13	6400-12000	800-1500
Termoindurenti	20-60	0,025	0,10	4300-12000	500-1500

Nota : al crescere della profondità del foro velocità ed avanzamento devono essere ridotti..

Indicazioni generali per le velocità e l'avanzamento in foratura.

$$MRR = \frac{\pi}{4} (D_f^2 - D_0^2) \cdot v_{avanz} \quad (\text{mm}^3/\text{min})$$

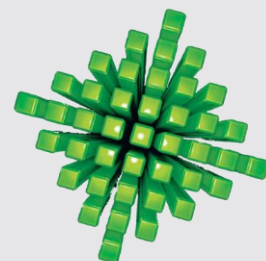
$$P = \frac{U \cdot MRR}{60} \quad (\text{W})$$

$$T = \frac{60 \cdot P}{2\pi \cdot N} \quad (\text{Nm})$$

$$F_{\text{foratura}} = \frac{2000 \cdot T}{D} \quad (\text{N})$$

$$v_t = \omega \cdot R = \omega \cdot \frac{D}{2} \quad (\text{mm/s})$$

$$t_{\text{lavorazione}} = \frac{\text{lunghezza foro}}{v_{avanz}} \quad (\text{min})$$



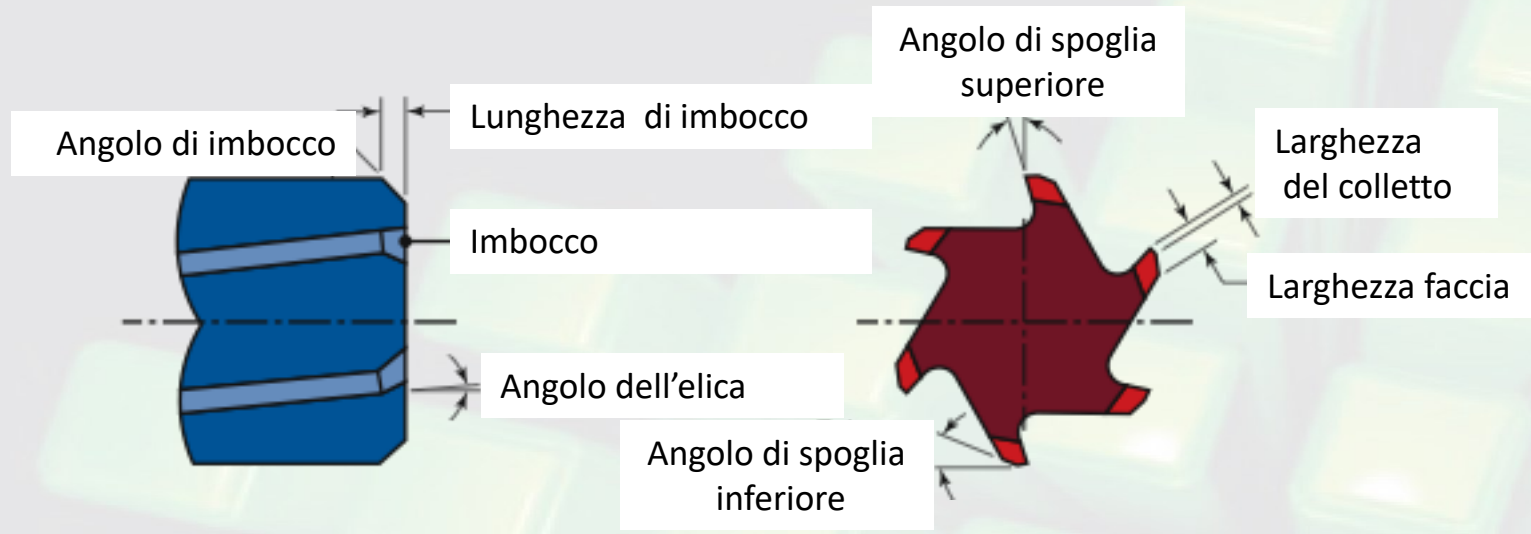
Manufacturing Processes for Engineering Materials, 5th ed.

Kalpakjian • Schmid

© 2008, Pearson Education

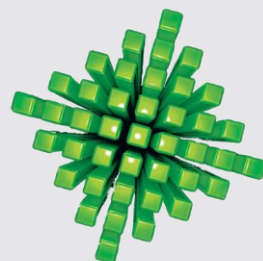
ISBN No. 0-13-227271-7

Alesatori e Maschi

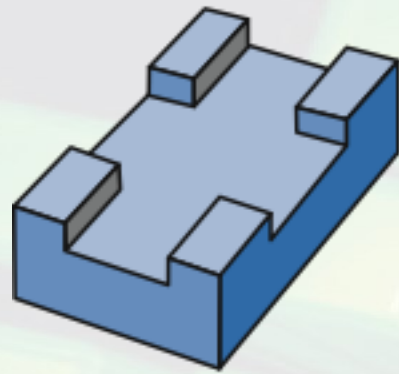


Terminologia di un alesatore elicoidale.

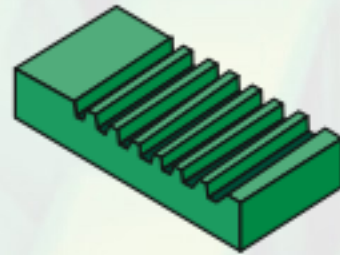
(a) Terminologia di un maschio;
(b) Maschiatura ad alta velocità di dadi in acciaio.



Tipici pezzi prodotti per asportazione di truciolo



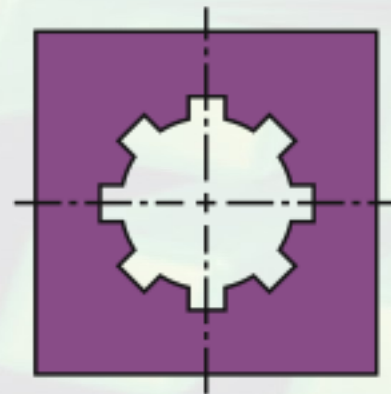
(a)



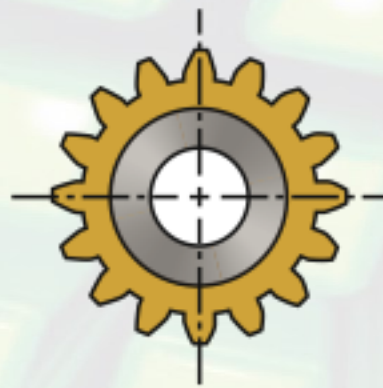
(b)



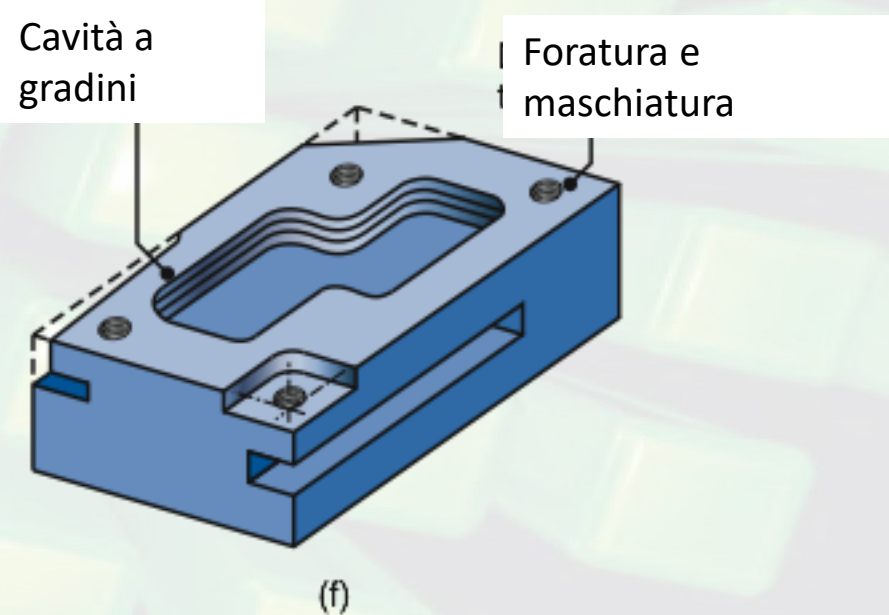
(c)



(d)



(e)



(f)

Tipici pezzi prodotti per asportazione di truciolo.

