

OFFICINA MACCHINE UTENSILI

Marino prof. Mazzoni

$$V = \frac{s}{t} ; \quad V_t = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} ;$$

$$n = \frac{V_t \cdot 1000}{\pi \cdot D} ; \quad D = \frac{V_t \cdot 1000}{\pi \cdot n} ;$$

Legenda:

v = velocità misurata in metri al minuto primo (m/1')

s = spazio misurato in metri (m)

t = tempo misurato in minuti primi (1')

V_t = velocità di taglio misurata in metri al minuto primo (m/1')

π = 3,14 (valore pratico) ; 3,1416 (valore teorico)

D = diametro del pezzo o utensile misurato in millimetri (mm)

1000 = numero intero che trasforma i millimetri in metri

n = numero di giri al minuto primo (g/1')

APPLICAZIONE

Spiegare e far eseguire il diagramma a ventaglio del tornio

GRAZIANO e S.A.I.M.P. ponendo sulle ordinate la velocità di taglio e sulle ascisse i diametri del pezzo o dell'utensile.

Una volta eseguito il diagramma a ventaglio, trasformarlo in quello a denti di sega e riprodurre il tutto su carta millimetrata.
Fare una fotocopia del grafico per tenerla a portata di mano in reparto.

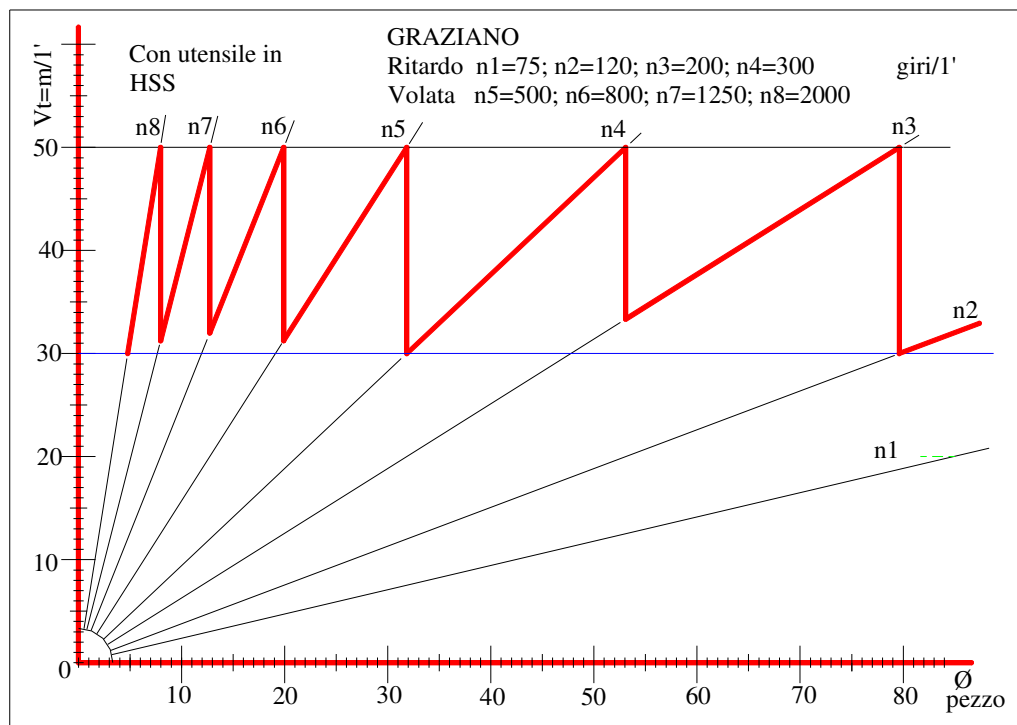
Numero di giri dei torni in reparto:

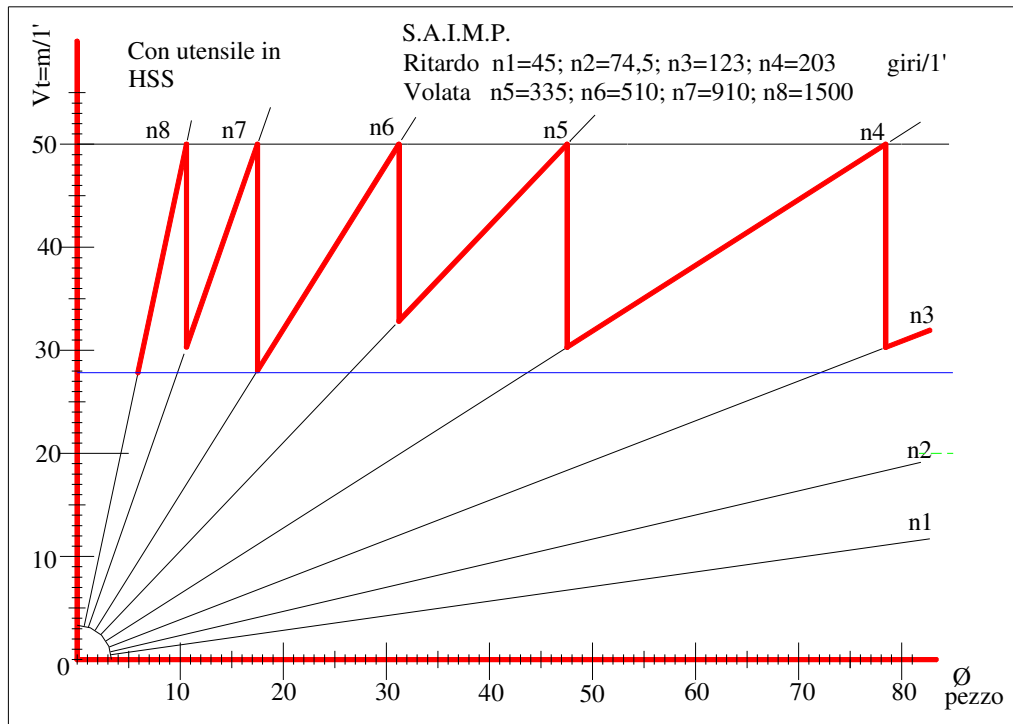
GRAZIANO :

RITARDO : I 75 ; II 120 ; III 200 ; IV 300 ;
VOLATA : I 500 ; II 800 ; III 1250 ; IV 2000 ;

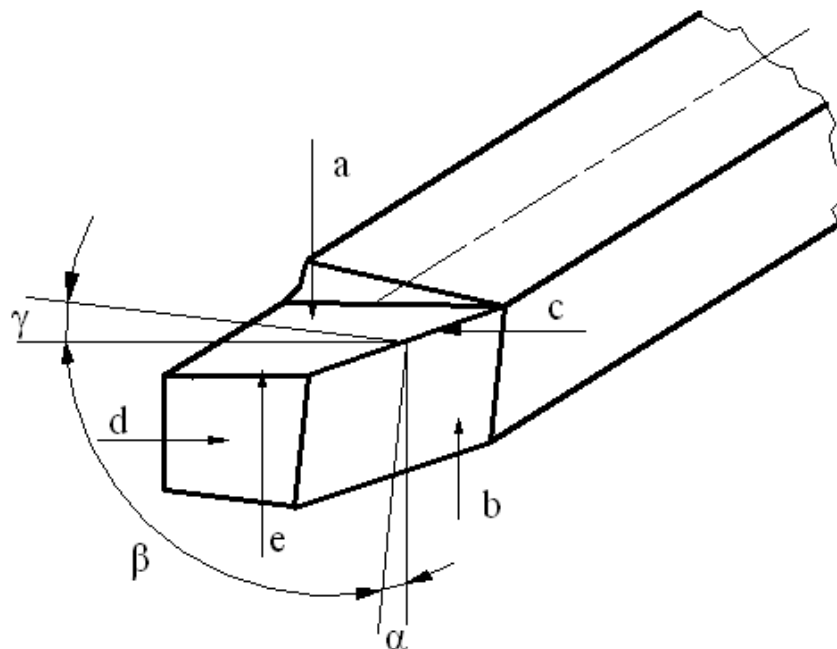
S.A.I.M.P. :

RITARDO : I 45 ; II 74,5 ; III 123 ; IV 203 ;
VOLATA : I 335 ; II 510 ; III 910 ; IV 1500 ;





UTENSILE DA TORNIO



Legenda:

- a = faccia (superiore) sulla quale si forma e scorre il truciolo**
- b = fianco principale rivolto nella direzione dell'avanzamento**

c = tagliente principale
d = fianco secondario
e = tagliente secondario
 α = angolo di spoglia inferiore
 β = angolo di taglio
 γ = angolo di spoglia superiore

Valori di α , β , γ , scelti in base alla durezza del materiale

MATERIALE	α	β	γ
Ghisa durissima Ottone e bronzi duri	6°	84°	0°
Acciaio extraduro Ghisa dura, bronzo, ottone.	6°	76°	8°
Acciaio duro, ghisa dolce, ottone dolce	8°	68°	14°
Acciaio dolce	8°	62°	20°
Acciaio dolcissimo, bronzo tenero	8°	54°	28°
Leghe leggere e materie plastiche	10°	40°	40°

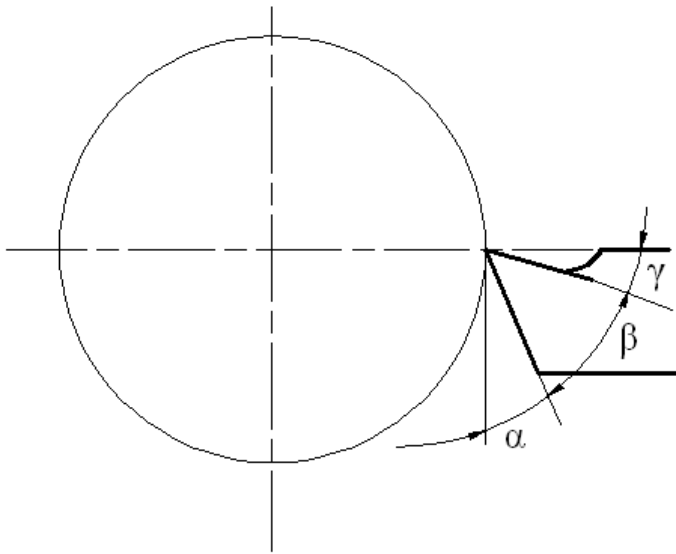
La tabella è indicativa poiché non tiene conto della omogeneità del materiale e soprattutto del materiale di cui è composto l'utensile.

Non tiene conto nemmeno della velocità di taglio scelta e delle condizioni della macchina utensile.

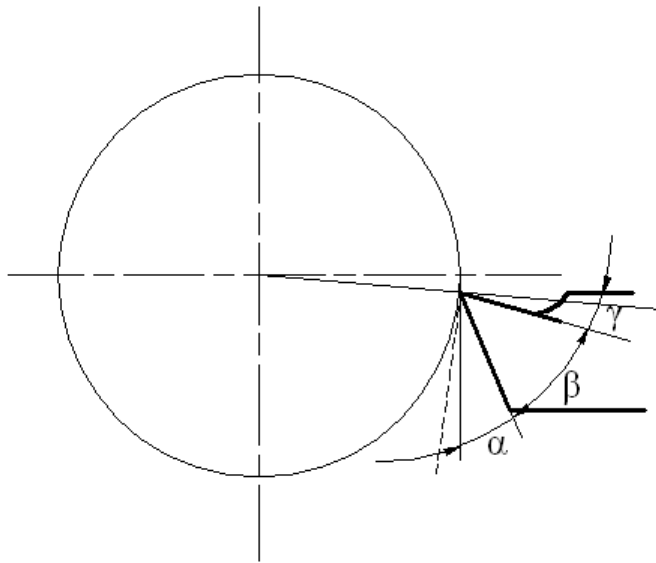
E' da notare soprattutto la grande variazione di γ al variare della durezza del materiale.

Variazione dell'angolo α e γ a seconda della posizione dell'utensile.

Tornitura esterna



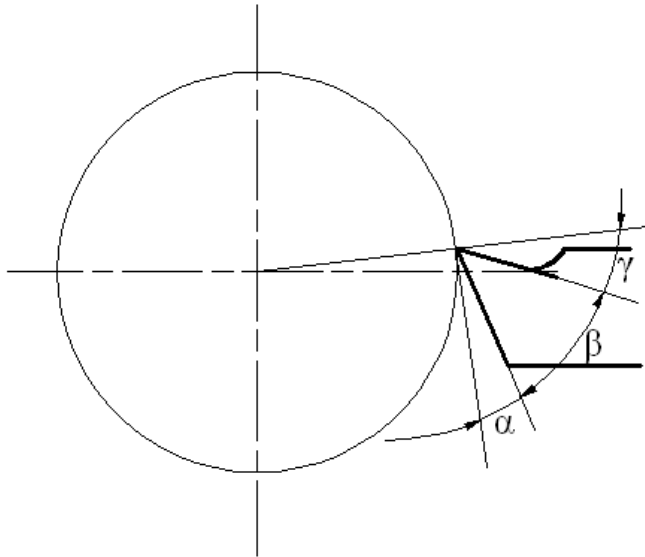
Valori reali degli angoli α e γ che coincidono con i valori propri dell'utensile.



I valori reali degli angoli α e γ sono diversi. L'angolo di spoglia superiore è minore dell'angolo proprio dell'utensile e tende ad annullarsi.

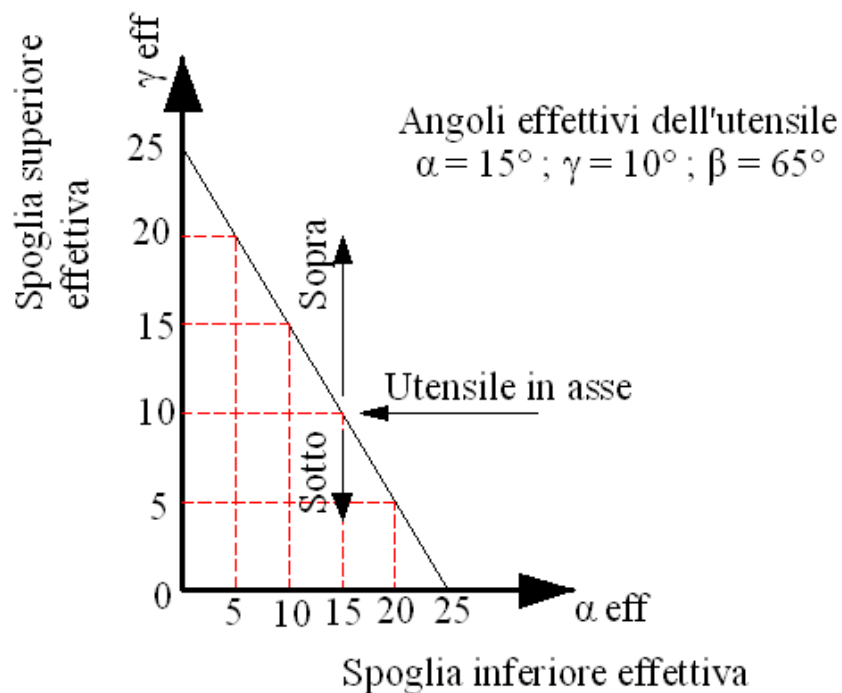
L'angolo di spoglia inferiore aumenta ed è maggiore del valore proprio dell'utensile.

Posizione talvolta usata per la finitura.



L'angolo α diminuisce e γ aumenta.

Posizione talvolta usata nella lavorazione dei metalli leggeri e plastici.



Il grafico riproduce la variazione degli angoli di spoglia superiore e inferiore in base alla posizione utensile rispetto l'asse Z.

Nelle lavorazioni interne avviene il contrario!

Avanzamento e rugosità ottenibili nell'operazione di finitura con un utensile a punta arrotondata.

Rugosità superficiale totale Rt in μm	raggio di raccordo punta r in mm				
	0.4	0.8	1.2	1.6	2.4
	avanzamento f in mm/giro				
2,5	0.07	0.10	0.12	0.14	0.17
8	0.11	0.15	0.19	0.22	0.26
16	0.17	0.24	0.29	0.34	0.42
32	0.22	0.30	0.37	0.43	0.53
63	0.27	0.38	0.47	0.54	0.66
100				1.08	1.32

Tabella che indica la rugosità totale (o profondità totale di rugosità) Rt usata in alcuni casi al posto di Ra.

Risulta comunque evidente che al variare del raccordo di punta dell'utensile, aumentando debitamente l'avanzamento, si ottiene la medesima rugosità superficiale.

Simboli di rugosità con asportazione di truciolo più usati.



Sgrossatura con utensile
a macchina o a mano

Vecchio simbolo



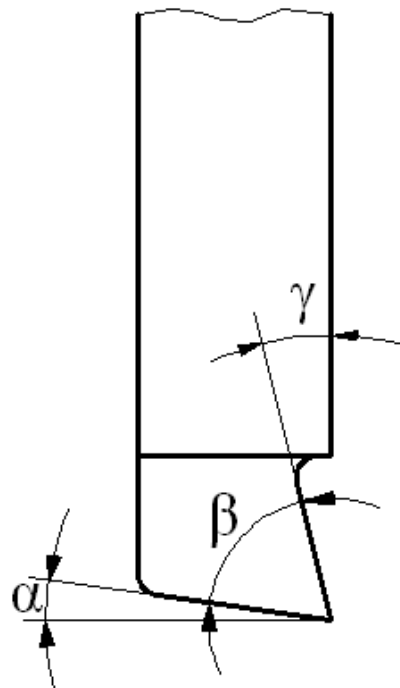
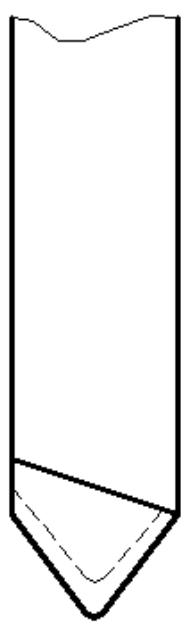
Lisciata con utensile
a macchina o a mano



Rettificata

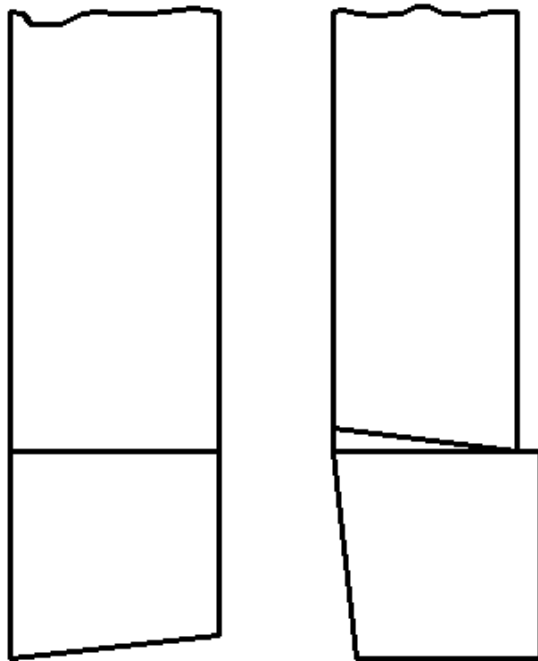


TIPI DI UTENSILI USATI IN REPARTO

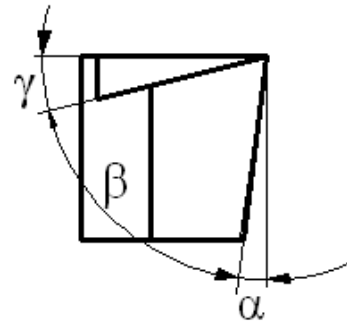


$$\alpha = 8^\circ ; \gamma = 14^\circ ; \beta = 68^\circ$$

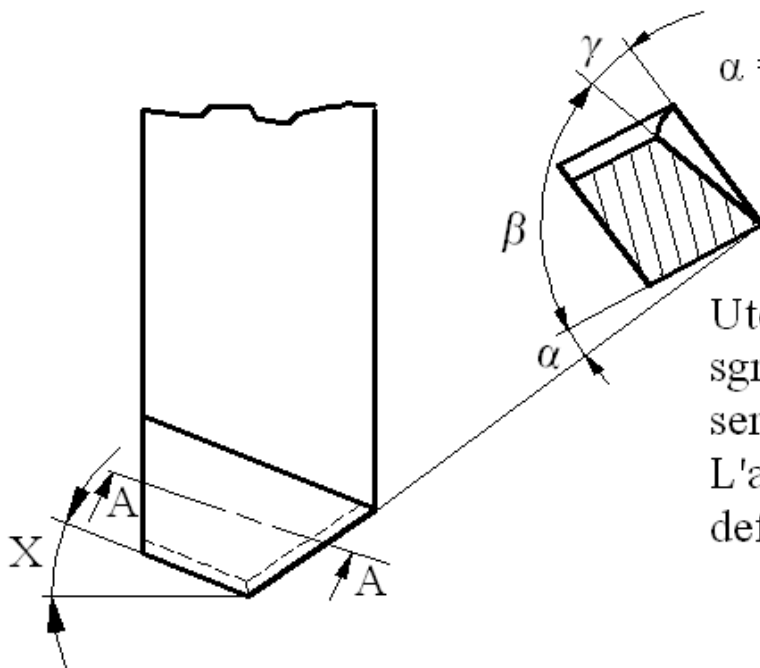
Utensile a punta
diritto per finitura
(chiamato "unghia")



$$\alpha = 8^\circ ; \gamma = 14^\circ ; \beta = 68^\circ$$

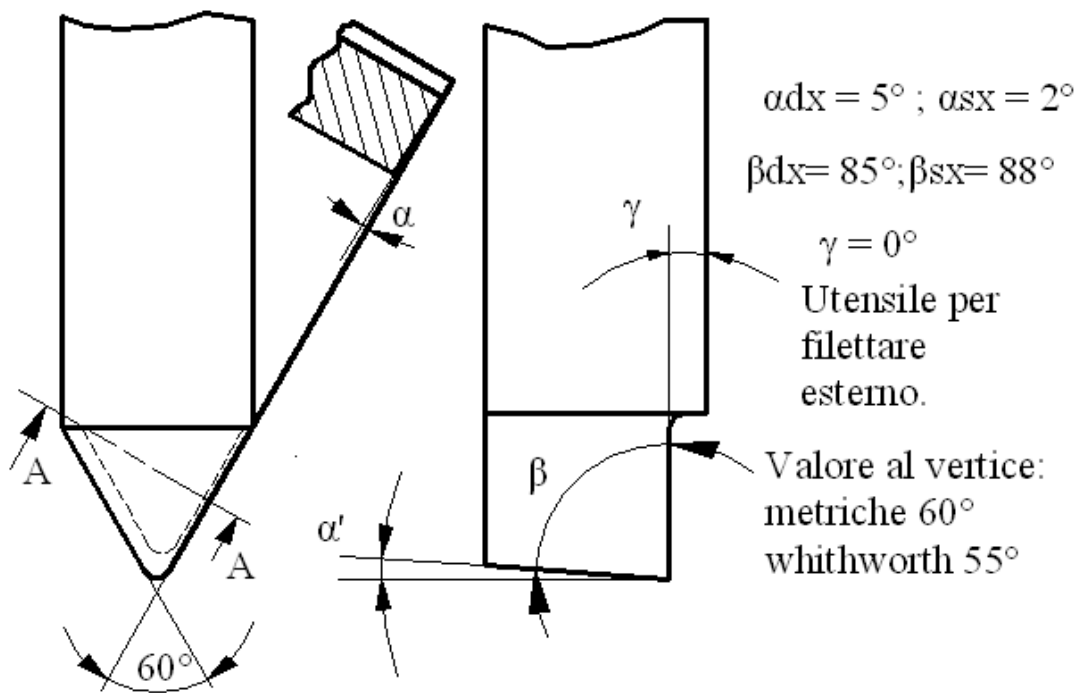
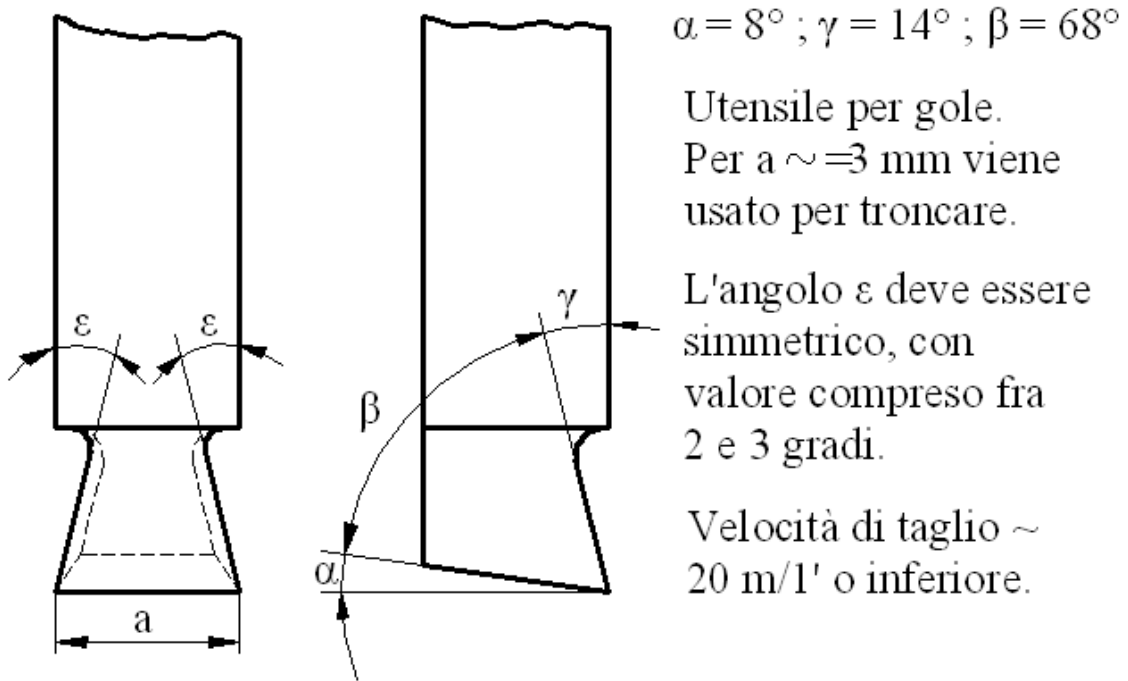


Utensile a coltello
per tornire esterni
con spallamenti
e per sfacciare



$$\alpha = 8^\circ ; \gamma = 14^\circ ; \beta = 68^\circ$$

Utensile dritto per
sgrossare,
serve per tornire esterni.
L'angolo X non ha valore
definito.



Valori correttivi di α' e γ : $\alpha' = 4^\circ ; \gamma = 5^\circ$ (provare)

Valori correttivi di α_{dx} e α_{sx} : $\alpha_{dx} = 9^\circ ; \alpha_{sx} = 5^\circ$ (provare)

TORNITURA CILINDRICA

Regolazione della contropunta per mezzo di torniture (2 o più) di prova.

Si possono verificare 3 casi:

1) Il diametro prossimo alla contropunta uguale al diametro prossimo alla testa motrice. (Nel campo di tolleranza richiesto) Non occorre eseguire alcuna regolazione.

2) Il diametro prossimo alla contropunta è maggiore e fuori tolleranza al diametro prossimo alla testa motrice. Si deve spostare la contropunta verso l'utensile. (verso l'operatore)

a) Se teniamo conto di tutta la lunghezza del pezzo sarà:

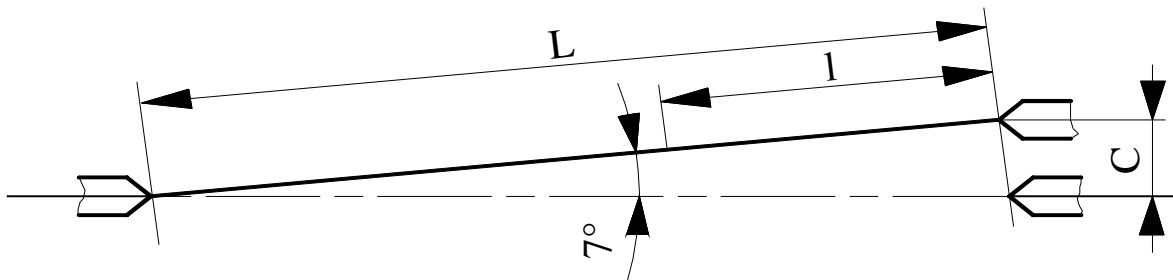
$$C = \frac{D - d}{2}$$

C = correzione
D = diametro maggiore
d = diametro minore

b) Se prendiamo in considerazione la lunghezza totale e una parte di essa sarà:

$$C = \frac{D - d}{2} \cdot \frac{L}{l}$$

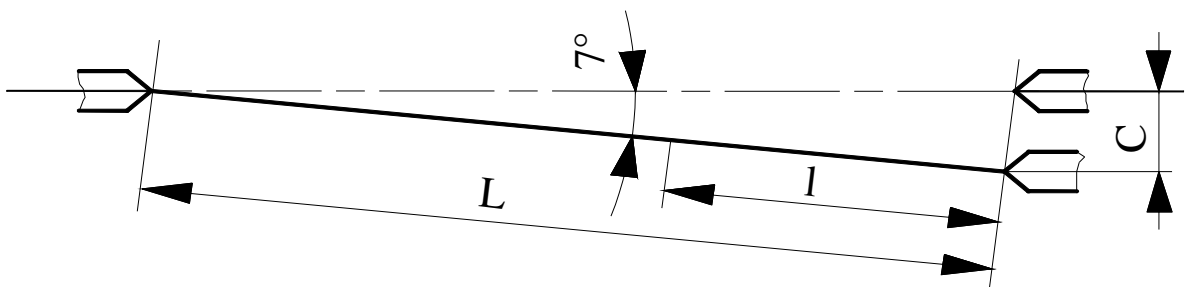
L = lunghezza totale del pezzo
l = lunghezza parziale del pezzo



Se è noto α : (che nel caso in figura è di 14°)

$$C = \frac{D - d}{2} \cdot \cos \frac{\alpha}{2} \quad \text{per una maggiore precisione!}$$

- 3) Il diametro prossimo alla contropunta è minore e fuori tolleranza al diametro prossimo alla testa motrice.
Si deve spostare la contropunta allontanandola dall'utensile. (o dall'operatore)

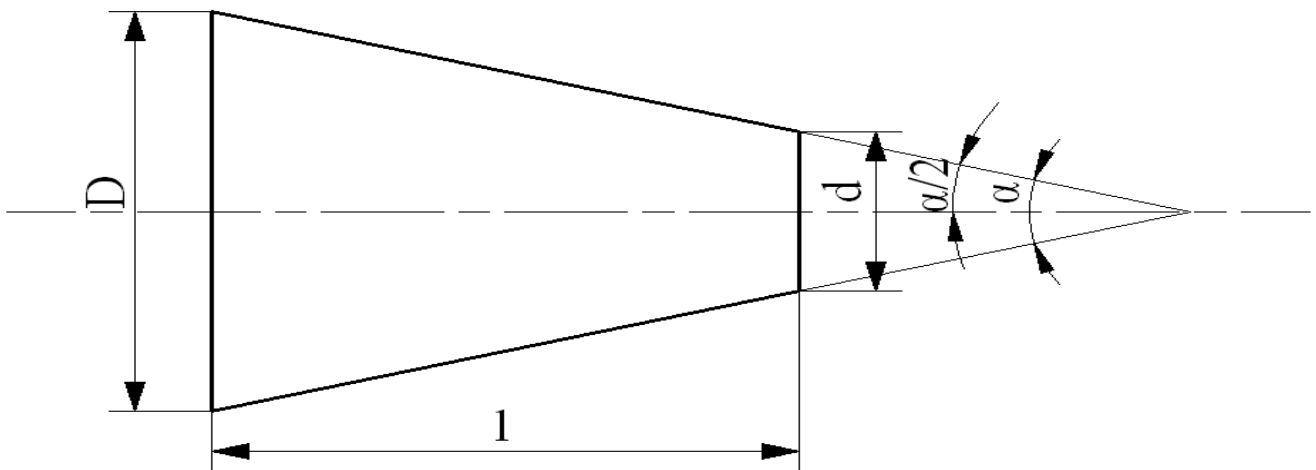


Valgono le stesse regole già esposte sopra.

TORNITURA CONICA

1) **Tornitura conica mediante spostamento della contropunta.**
Valida solo per piccole conicità. (più lungo è il pezzo e minore sarà il valore angolare)

2) **Tornitura conica mediante rotazione della slitta superiore del carrello portautensili.**
Valida per conicità di forte inclinazione. (l'avanzamento utensile possibile è solo manuale)



$$I = C = S = \frac{D - d}{2l}$$

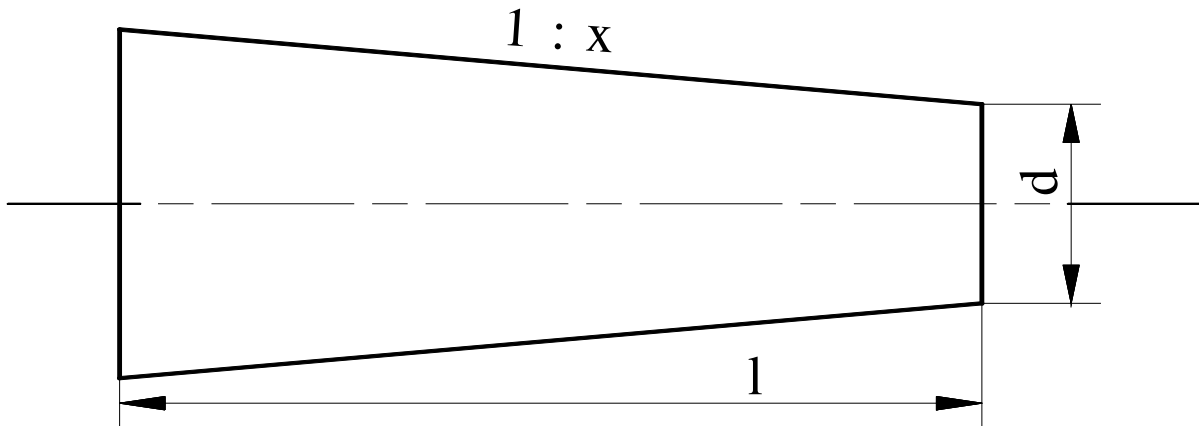
I = inclinazione
C = correzione
S = spostamento

Metodo valido per piccole conicità (1)

$$\operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} = \frac{D - d}{2d}$$

Valido per grandi o forti conicità (2)

Conicità percentuale:



Noti:

a) diametro iniziale

b) lunghezza del pezzo

c) rapporto percentuale

$$\frac{D - d}{l} = \frac{1}{x} ; D - d = l \cdot \frac{1}{x} ; D = \frac{l}{x} + d$$

Esempio pratico:

Sia $d = 15$; $x = 20$; $l = 80$

Sostituendo:

$$\frac{D - 15}{80} = \frac{1}{20}$$

$$D = \frac{80}{20} + 15 = 19 \text{ mm}$$

Conicità percentuale

$$P = 100 \cdot \operatorname{tg} \alpha \quad \text{e infine} \quad p = 100 \cdot \frac{D - d}{L}$$

Esempio:

$$D = 14 ; d = 12 ; l = 40 ; \quad \text{sar\`a:} \quad p = 100 \cdot \frac{14 - 12}{40} = 5$$

cio\`e la conicit\`a \`e del 5%

Formula pratica in uso nelle officine per il calcolo di $\frac{\alpha}{2}$

$$\frac{\alpha}{2} = 28,6 \cdot \frac{D - d}{l}$$

Fornisce buone approssimazioni per valori di α minori di 25° . I migliori risultati si hanno per angoli $< 12^\circ$.

TEMPO DI TORNITURA

E' dato dalla formula:

$$t = \frac{L}{a \cdot n}$$

L = lunghezza da tornire
 a = avanzamento per giro
 n = numero di giri al 1'

$$t = \frac{\text{mm}}{\frac{\text{mm}}{\text{g}} \cdot \frac{\text{g}}{1'}} = 1'$$

dalla : $n = \frac{Vt \cdot 1000}{\pi \cdot D}$

il tempo in minuti sar\`a: $t = \frac{L \cdot \pi \cdot D}{a \cdot Vt \cdot 1000}$ per ogni passata.

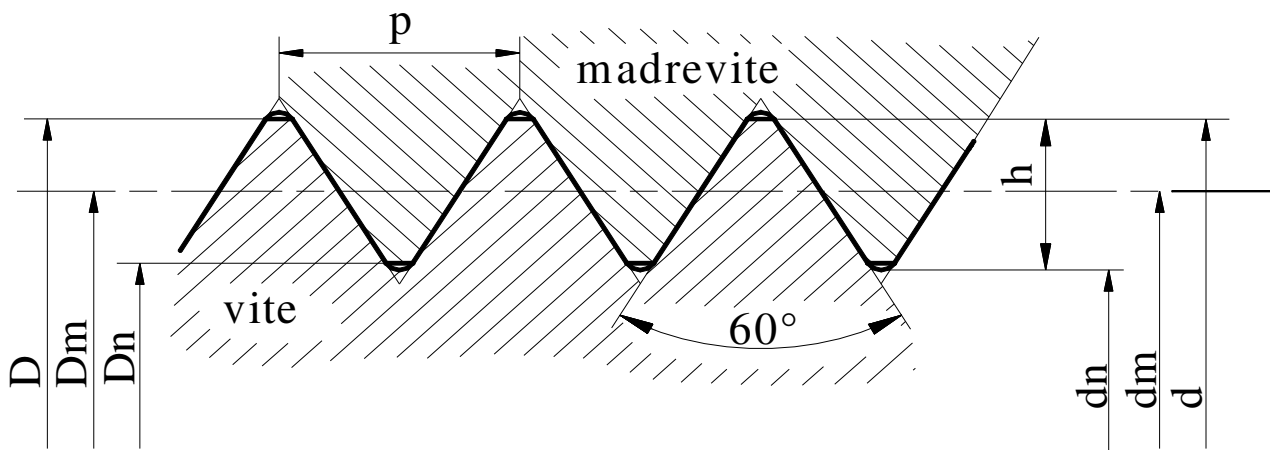
Di solito si considera il tempo occorrente per tornire 10 mm e viene indicato con t_{10} (vedi diagramma logaritmico).

Esecuzione di una passata

La riduzione di diametro si effettua in tre fasi.

Per esempio: volendo ridurre da 75 a 68 mm il diametro di un pezzo, si farà una passata di sgrossatura che raggiungerà il diametro di 69 mm circa, quindi la passata di aggiustamento per raggiungere la quota di 68,3 mm, ed infine quella di finitura tale da raggiungere quota 68 mm, cercando di stare nel campo di tolleranza indicato dal disegno.

FILETTATURA METRICA ISO



$d = D =$ diametro nominale

$dm = Dm =$ diametro medio

$dn =$ diametro del nocciolo della vite

$Dn =$ diametro interno minimo della madrevite

$p =$ passo della vite

$h =$ altezza filetto $= 0,61343 \cdot p$

Si misura:

$d =$ con il calibro 1/20 (o ventesimale) ; $dm =$ micrometro a capruggini

$p =$ contafiletti ; $dn =$ microscopio d'officina ; $Dn =$ con il calibro ;

$h =$ tamburo del nonio (tornio)

REPARTI DI LAVORAZIONE

Reparto: macchine utensili

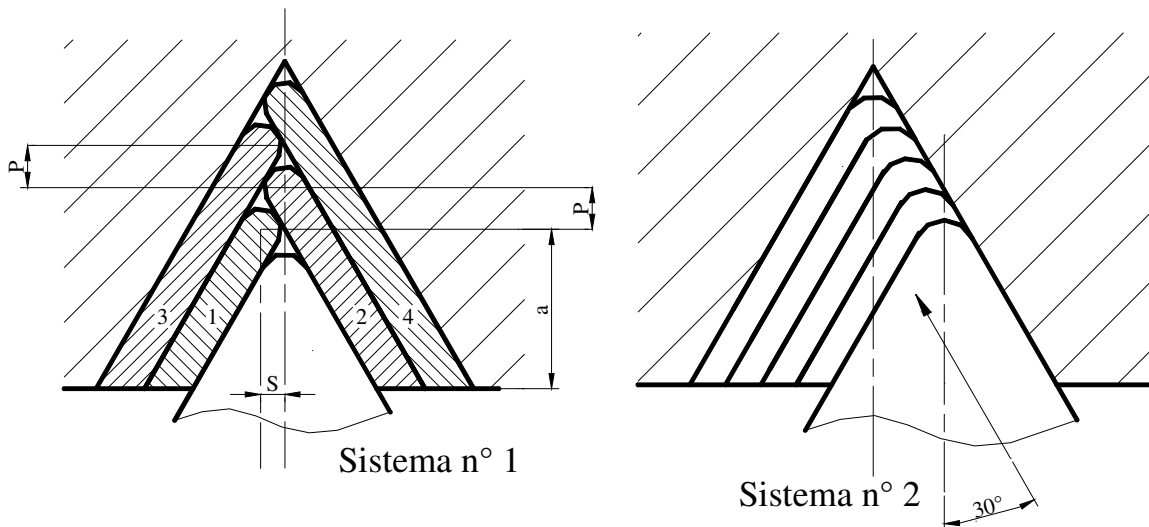
Fabiano prof. Fontana

Esecuzione di filettature al tornio: per eseguire una filettatura al tornio conviene impostare una procedura standard, che preveda una serie di operazioni elementari, che consenta l'ottenimento della lavorazione nel rispetto delle tolleranze previste dal foglio di lavoro.

Es. : eseguire una filettatura metrica esterna, M24 con tolleranza 6g.

Tale filettatura prevede le seguenti dimensioni caratteristiche:

d. esterno =	23,952	d. medio =	22,003	d. nocciolo =	20,379
	23,577		21,803		19,855

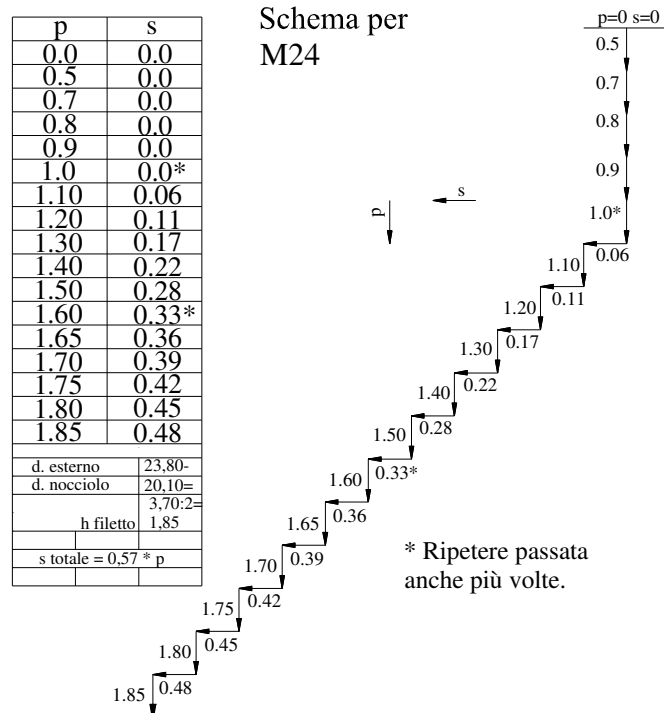


Per l'esecuzione pratica scelgo il sistema n° 2 che prevede l'avanzamento dell'utensile con penetrazione obliqua ed asportazione di truciolo con il solo tagliente sinistro dell'utensile fino al raggiungimento del diametro di nocciolo.

Operazioni preliminari

- 1) Montare l'utensile per filettare, registrarne l'altezza e la posizione sulla macchina mediante l'apposita sagoma (60°);

- 2) Selezionare le leve del cambio avanzamenti in modo da azionare la “madrevite” ed ottenere il passo desiderato (controllare le ruote dentate montate sulla “lira”);
- 3) Sfiurare il pezzo in rotazione ed azzerare i tamburi graduati dei carrelli;
- 4) Inserire la chiocciola sulla madrevite ed eseguire una passata leggera, quindi verificare che si vada formando una filettatura del passo richiesto (usare il contafiletti);
- 5) Iniziare la lavorazione del filetto, con una serie di passate aventi solo un incremento radiale progressivo della profondità di passata “p” (vedi schema) fino al raggiungimento di una profondità massima di circa 1 mm;
- 6) Eseguire la ripetizione dell’ultima passata e quindi riprendere la penetrazione con movimento obliquo dell’utensile, ottenuto dalla combinazione dei movimenti dei due carrellini (radiale + assiale), lo spostamento assiale $s = 0,57 \times p$;
- 7) Quando si raggiunge la profondità totale richiesta (diametro del nocciolo), si esegue un primo controllo del diametro medio del filetto con il micrometro a capruggini e quindi si riprende, effettuando ulteriori passate con la medesima profondità di passata totale raggiunta e piccoli spostamenti assiali dell’utensile, in modo da rifinire i fianchi del filetto ed ottenere il diametro medio in tolleranza;
- 8) Alla fine può essere opportuno effettuare una sbavatura delle creste del filetto onde consentire un più agevole e preciso controllo dell’accoppiamento, mediante un calibro ad anello filettato.



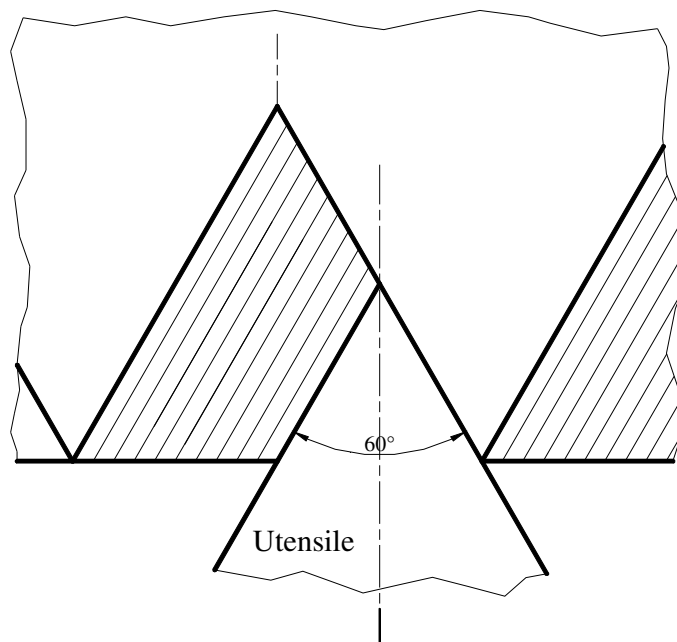
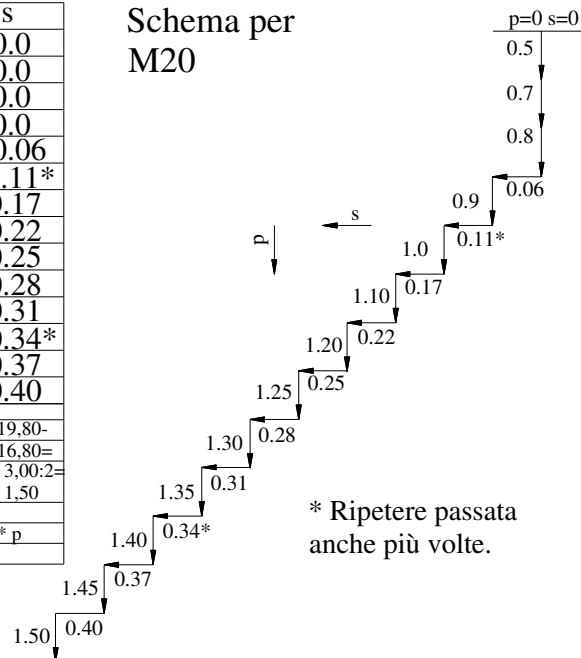
Es. : eseguire una filettatura metrica esterna, M20 con tolleranza 6g.
Tale filettatura prevede le seguenti dimensioni caratteristiche:

d. esterno =	19,958	d. medio =	18,334	d. nocciolo =	16,981
	19,623		18,164		16,541

Per l'esecuzione pratica scelgo il sistema n° 2 che prevede l'avanzamento dell'utensile con penetrazione obliqua ed asportazione di truciolo con il solo tagliente sinistro dell'utensile fino al raggiungimento del diametro di nocciolo.

p	s
0.0	0.0
0.5	0.0
0.7	0.0
0.8	0.0
0.9	0.06
1.0	0.11*
1.10	0.17
1.20	0.22
1.25	0.25
1.30	0.28
1.35	0.31
1.40	0.34*
1.45	0.37
1.50	0.40
d. esterno	19,80-
d. nocciolo	16,80=
	3,00:2=
h filetto	1,50
s totale = 0.57 * p	

Schema per
M20



REPARTI DI LAVORAZIONE

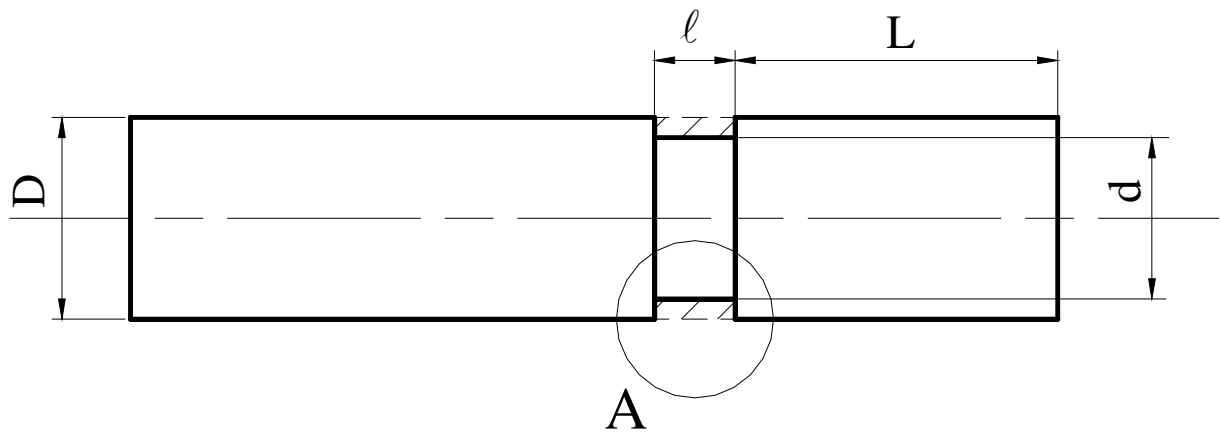
OFFICINA MACCHINA UTENSILI

Fabiano prof. Fontana

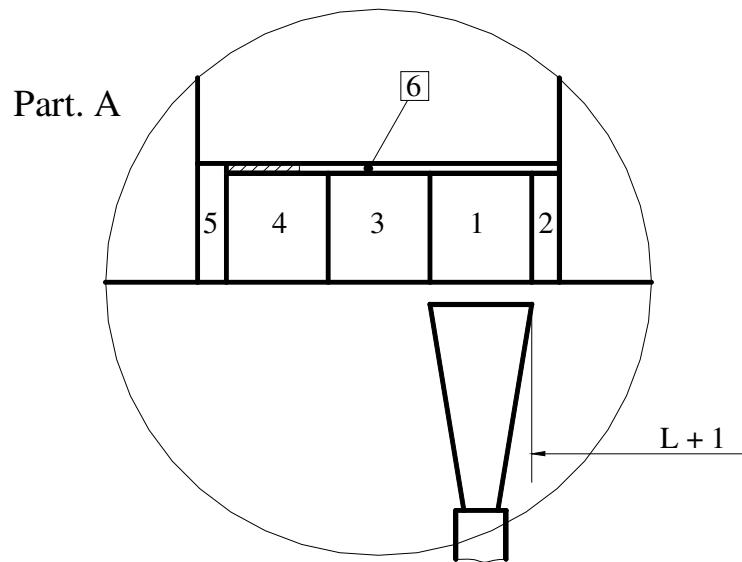
Esecuzione di gole: per eseguire una gola conviene impostare una procedura standard, che preveda una serie di operazioni elementari, che consenta l'ottenimento della lavorazione nel rispetto delle tolleranze previste dal foglio di lavoro.

Es : eseguire una gola di diametro $d=20$ mm, larga $l=10$ mm, in un pezzo cilindrico di diametro $D=25$ mm, e posizionata a distanza $L=40$ mm da una estremità.

- 1) Montare l'utensile per le gole e registrare la posizione sulla macchina;
- 2) Posizionare l'utensile con lo spigolo destro ad una distanza di circa $L + 1$ mm (41 mm) dall'estremità destra del pezzo;
- 3) Sfiurare il pezzo in rotazione ed azzerare i tamburi graduati dei carrelli;
- 4) Iniziare l'asportazione di materiale fino a raggiungere $d + 0.2$ mm;
- 5) Misurare l'effettiva distanza dello spallamento ottenuto, spostando l'utensile verso destra della quantità corrispondente al sovrametallo e ripetere l'asportazione di materiale fino alla stessa profondità ($d + 0.2$ mm);
- 6) Eseguire l'allargamento della gola verso sinistra con spostamenti laterali successivi dell'utensile e asportazioni di materiale fino al medesimo diametro di gola precedentemente raggiunto;
- 7) Nello spostamento, che consente di ottenere la larghezza finale prevista $l = 10$ mm, si continua l'asportazione di materiale fino al raggiungimento della quota finale $d = 20$ mm, quindi si fa traslare l'utensile verso destra fino all'estremità opposta della gola eseguendo la finitura del fondo della stessa.



Esecuzione di gole : visualizzazione passate



LA GODRONATURA (ZIGRINATURA)

Fabiano prof. Fontana

Per zigrinatura s'intende una particolare finitura superficiale, ottenuta mediante deformazione plastica di superfici cilindriche, da rulli zigrinatori (godroni).

Gli elementi caratteristici di una zigrinatura sono: **d_1** = diametro nominale (rilevato dal disegno), **d_2** = diametro di rullatura (diametro del pezzo prima che venga effettuata la zigrinatura), **p** = passo di zigrinatura (distanza perpendicolare tra due rigature successive).

Il diametro da preparare preliminarmente all'operazione di zigrinatura è dato dalla seguente relazione: **$d_2 = d_1 - (0,67 * p)$** .

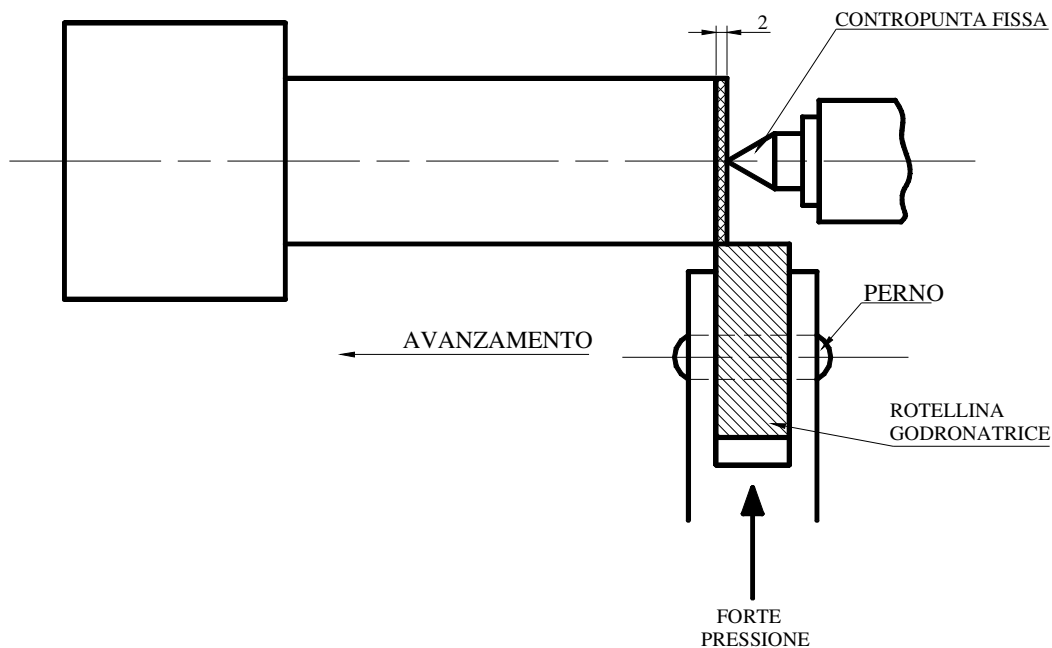
Lo scopo della zigrinatura è quello di ottenere un miglioramento dell'aderenza al movimento torsionale e/o assiale in qualsiasi direzione.

ESECUZIONE ZIGRINATURA

Velocità di taglio = 5m/min

Avanzamento = 0,4-0,8 mm/giro

Usare la contropunta fissa ed ingrassare il relativo centrino e i perni delle rotelle godronatrici.



FRESATURA

Per fresatura si intende la lavorazione di superfici di pezzi di varia forma e dimensione eseguita con un utensile chiamato fresa.

La fresa è un utensile multiplo, costituito cioè da diversi taglienti disposti radialmente su una circonferenza.

Moti relativi fra utensile e pezzo:

- a) moto di taglio; è un moto rotatorio posseduto dall'utensile; (L)
- b) moto di alimentazione: è il moto rettilineo posseduto dal pezzo ; (A)
- c) moto di appostamento o di registrazione: è il moto rettilineo che regola la profondità della penetrazione nel materiale, normalmente posseduto dal pezzo ; (P)

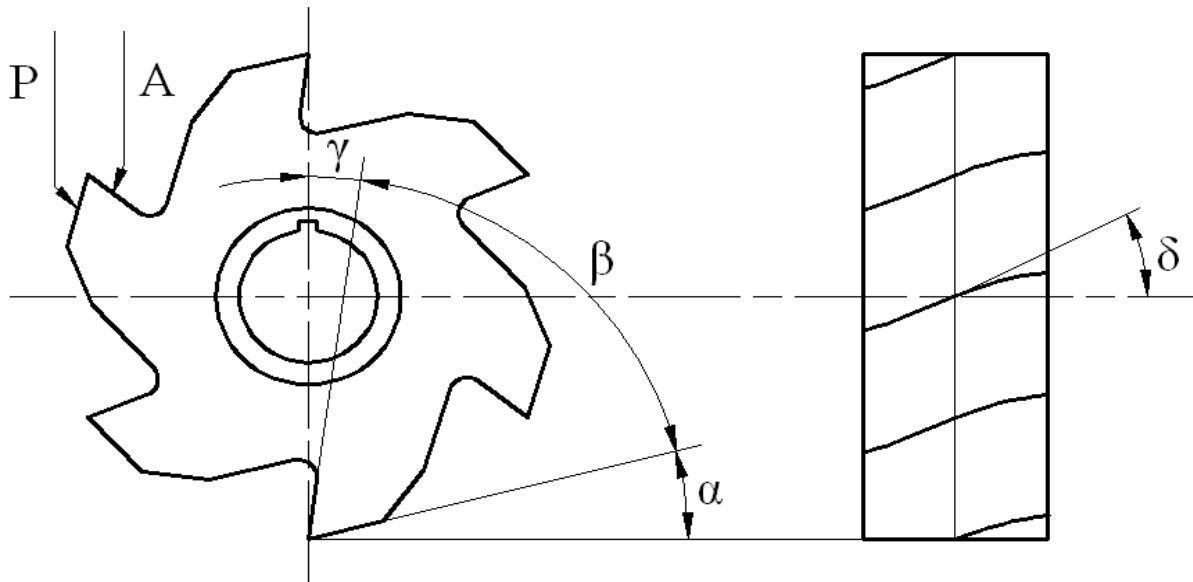
Le frese si dividono in due gruppi:

- a) frese a taglio periferico - cilindriche o a rullo
- b) frese a taglio frontale – frese frontali

Le fresatrici possono essere:

- a) orizzontali
- b) verticali
- c) universali
- d) per attrezzisti
- e) speciali

Forma geometrica delle frese:



α = angolo di spoglia inferiore

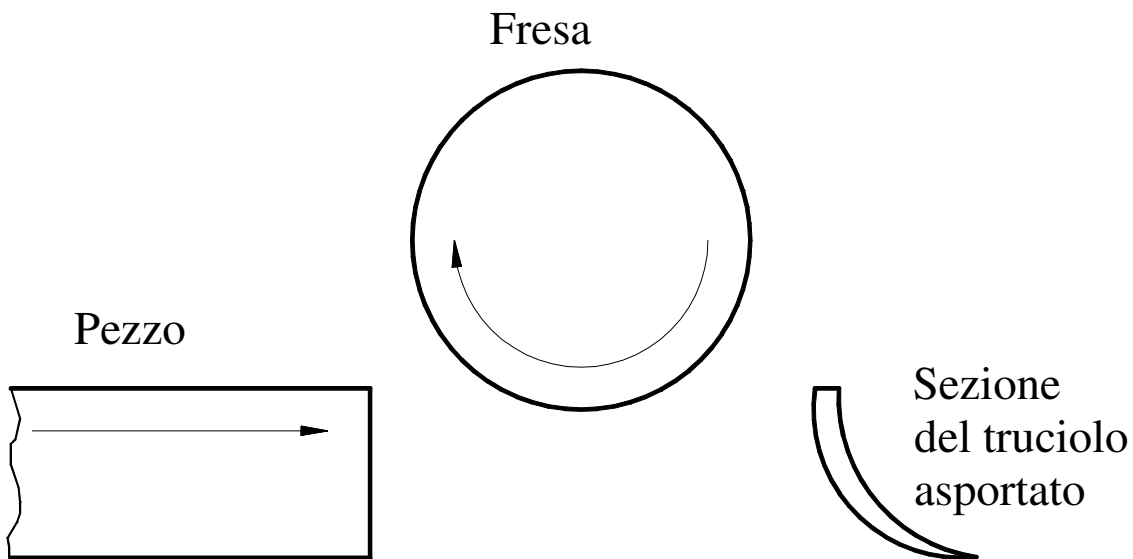
β = angolo di taglio

γ = angolo di spoglia superiore

δ = inclinazione del tagliente rispetto all'asse della fresa (quasi sempre presente)

P e A sono le facce che delimitano il tagliente

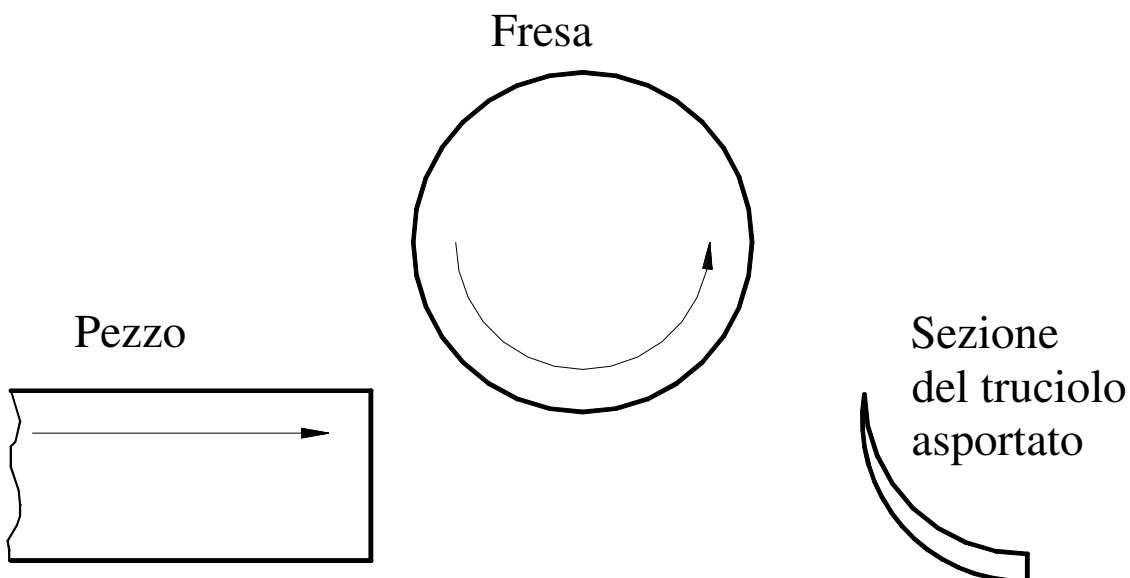
Senso di avanzamento del pezzo contro la fresa (discorde)



La forza di taglio tende a sollevare il pezzo. Finitura superficiale scarsa. Incrudimento superficiale. Piccole profondità di passata.

Senso di avanzamento contro la fresa. Non necessita che la macchina abbia un sistema di ripresa dei giochi sulla tavola portapezzo. Metodo unico possibile per le nostre fresatrici.

Senso di avanzamento secondo fresa (concorde)



La forza di taglio si scarica sulla tavola portapezzo. Finitura superficiale migliore. Niente incrudimento superficiale. Forte impatto del tagliente sul pezzo. Grandi profondità di passata.

Senso di avanzamento secondo fresa. La fresa tende a trascinare il pezzo. La fresatrice necessita di una buona ripresa dei giochi tra chiocciola e vite, pena la rottura della fresa e piegamento dell'albero portafresa. (fresatrice testa orizzontale)

Valori esemplificativi di α , β , γ , in base al tipo di fresa e al tipo di materiale del pezzo da lavorare.

Acciai normali						
Discorde			Concorde			
<u>Frese a rullo</u>	8°	72°	10°	12°	62°	16°
<u>Frese cilindrico frontali</u>	8°	72°	10°	Non possono lavorare		
<u>Frese a disco</u>	8°	70°	12°	12°	60°	18°
<u>Frese a codolo</u>	8°	74°	8°	Non possono lavorare		
	α	β	γ	α	β	γ

	Leghe leggere					
	Discorde			Concorde		
<u>Frese a rullo</u>	8°	57°	25°	15°	45°	30°
<u>Frese cilindrico frontali</u>	8°	57°	25°	Non possono lavorare		
<u>Frese a disco</u>	8°	57°	25°	15°	45°	30°
<u>Frese a codolo</u>	8°	62°	20°	Non possono lavorare		
	α	β	γ	α	β	γ

Grandezze caratteristiche della lavorazione di fresatura;

- a) diametro della fresa;
- b) velocità periferica della fresa V_t e numero di giri di essa;
- c) velocità di avanzamento della tavola a_v ;
- d) avanzamento riferito ad un giro della fresa a_g ;
- e) profondità di passata;
- f) larghezza della fresa (b);
- g) potenza disponibile della macchina;
- h) potenza effettiva utilizzata per la fresatura.

Velocità di taglio:

è la velocità periferica della fresa espressa in m/1' $V_t = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000}$

Alcuni valori indicativi della V_t per sbozzatura:

	Frese in acciaio rapido	
Acciai con $R < 60 \text{ kg/mm}^2$	12 ÷ 16	m/1'
Ottone - Bronzo tenero	20 ÷ 25	m/1'

Valori generici di V_t per fresatura

Frese in acciaio rapido
(senza specificare il tipo di fresa usata)

Acciaio con $R = 60 \text{ kg/mm}^2$ $16 \div 24$
 Acciaio con $R = 60 - 80 \text{ kg/mm}^2$ $10 \div 16$ in m/1'
 Acciaio con $R = 90 - 120 \text{ kg/mm}^2$ $12 \div 18$

Velocità di taglio per varie lavorazioni e varie frese in acciaio rapido (m/1')

	Fresatura con frese a disco o a spianare	Fresatura a contornare	Fresatura a scanalare
Acciaio duro $60 \div 90 \text{ kg/mm}^2$	$20 \div 14$	$25 \div 16$	$25 \div 16$
Acciaio durissimo $90 \div 120$ kg/mm^2	$16 \div 12$	$20 \div 14$	$20 \div 14$
Bronzo, ottone, rame $23 \div 50 \text{ kg/mm}^2$	$50 \div 20$	$60 \div 24$	$75 \div 30$

Velocità di avanzamento della tavola : (mm/1')

- a)avanzamento per dente; (ad)
 b)avanzamento per giro: (ag)
 c)avanzamento in mm/1' ; (av)

$ag = ad \cdot z$ (avanzamento per giro = avanzamento per dente ·
 numero di denti della fresa)

$av = ad \cdot z \cdot n$ (velocità di avanzamento = avanzamento per dente ·
 numero di denti · numero di giri/1')

Avanzamenti (dati indicativi per alcuni materiali)

	Velocità di taglio	Avanzamenti per dente (mm)	
Acciaio < 60 kg/mm ²	25 m/1'	min 0.04	max 0.22
Acciaio > 60 kg/mm ²	16 m/1'	min 0.04	max 0.14
Bronzo	40 m/1'	min 0.04	max 0.35
Leghe leggere	200 m/1'	min 0.04	max 0.50

Avanzamento in mm/dente (ad) per frese in acciaio rapido

	Avanzamento in mm per dente	
	Sgrossatura	Finitura
Acciaio	0.10 ÷ 0.20	0.08 ÷ 0.12
Bronzo - ottone	0.12 ÷ 0.25	0.08 ÷ 0.15
Rame	0.15 ÷ 0.30	0.10 ÷ 0.20
Alluminio	0.25 ÷ 0.50	0.18 ÷ 0.25

Profondità di passata.

La profondità di passata media è in genere di 3 mm. Se fosse troppo grossa si affatica la fresa e si possono spezzare i denti. Se troppo sottile, la fresa come si suol dire “incera” cioè rifiuta di tagliare e scivola sulla superficie senza inciderla, riscaldandosi e deteriorandosi.

Tempo impiegato per la lavorazione.

$$T_m = \frac{L}{ad \cdot z \cdot n}$$

T_m = tempo di ogni passata

L = corsa in mm

ad = avanzamento per dente in mm

z = numero denti della fresa

n = numero di giri al minuto della fresa

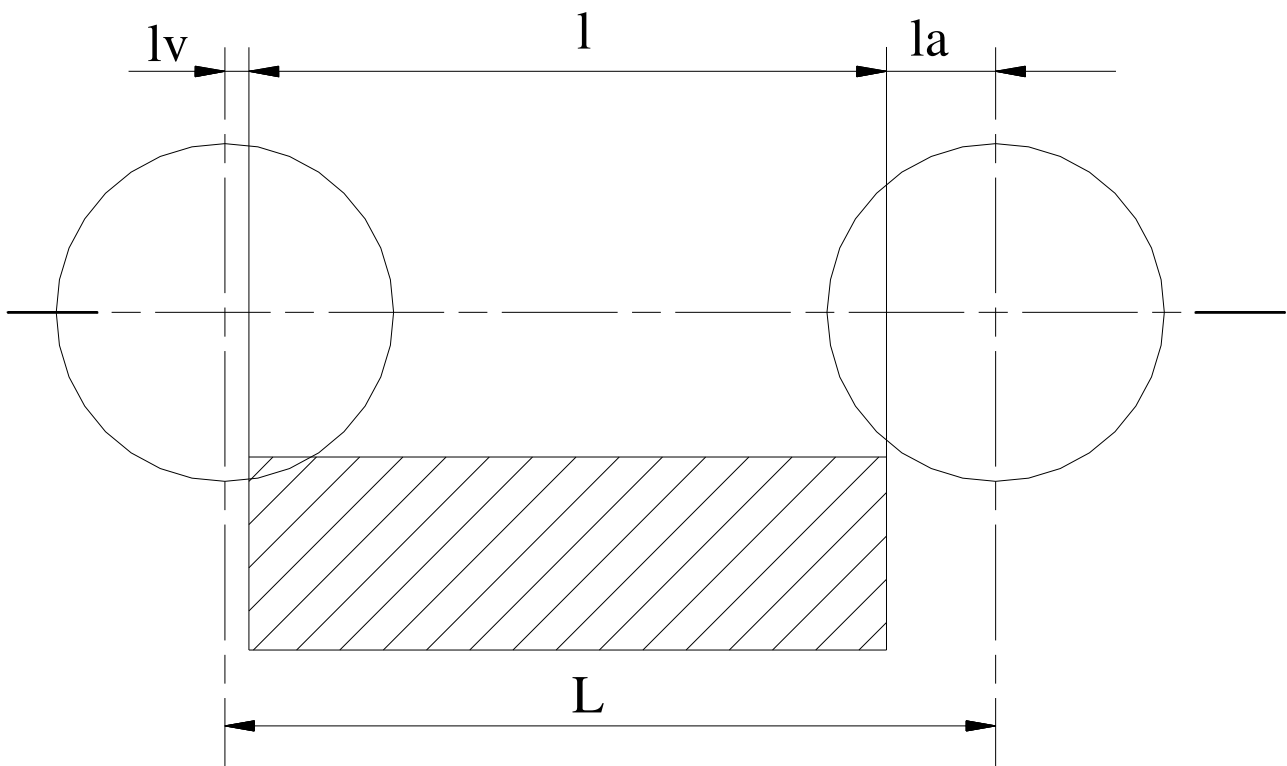
$$T_{mt} = T_m \cdot m$$

T_{mt} = tempo totale di macchina

T_m = tempo di ogni passata

m = numero passate

Corsa di entrata L



Corsa totale :

$$L = l_v + l + l_a = l + d$$

d = diametro della fresa

l = lunghezza pezzo