

Un altro fattore che deve essere preso in considerazione nel definire un ciclo di lavoro è la **potenza disponibile**. Dovrà realizzarsi la condizione:

$$\text{Potenza disponibile} \geq \text{Potenza richiesta.}$$

La **potenza richiesta** ( $N_t$ ) per il distacco del truciolo vale:

$$N_t = \frac{F_t \cdot V_t}{60.000} \quad [\text{kW}] \quad (4)$$

in cui:

- $F_t$  è la forza di taglio, espressa in N, necessaria a strappare il truciolo;
- $V_t$  è la velocità di taglio espressa in m/min.

Nel calcolo della potenza richiesta per l'esecuzione della lavorazione si dovrà, poi, *tenere conto delle maggiorazioni per i moti di alimentazione*.

Nei paragrafi successivi saranno forniti i metodi per il calcolo delle *condizioni di taglio*, delle *potenze assorbite* e dei *tempi di lavorazione*, per le più comuni lavorazioni alle macchine utensili.

## b) Tornitura

### a) Velocità di taglio

La determinazione della velocità di taglio viene effettuata, per le lavorazioni di tornitura esterna, interna e di sfacciatura, con la formula semplificata (5) che tiene conto dei principali parametri che la influenzano.

$$V_t = \frac{V_o}{q^z} \cdot \left(\frac{p}{5 \cdot a}\right)^e \cdot \left(\frac{T}{60}\right)^y \cdot L_r \cdot \chi \quad [\text{m/min}] \quad (5)$$

in cui:

- $V_o$  è la velocità di taglio, espressa in m/min, relativa ad una sezione di truciolo  $q = 1$  [mm<sup>2</sup>], con fattore di forma  $p/a = 5$ , per una durata del tagliente  $T = 60$  [min], in assenza di lubrificazione e con angolo di registrazione del tagliente  $\chi = 45^\circ$ . Essa dipende dai materiali dell'utensile e del pezzo in lavorazione (tab. 1.11);
- $p$  è la profondità di passata [mm];
- $a$  l'avanzamento [mm/giro];
- $q$  è la sezione del truciolo ( $q = p \cdot a$ ) [mm<sup>2</sup>];

**Valori raccomandati per la velocità di taglio  $V_o$  [m/min]**

Materiale da lavorare	Materiale dell'utensile					Acciaio s. rapido
	Carburi metallici					
	P01 - P10	P20	P30 - P40	M20 - K10	K20	
<b>Acciaio Rm [N/mm<sup>2</sup>]</b>						
340 ÷ 500	280	210	115	-	-	65
500 ÷ 700	180	120	75	-	-	35
700 ÷ 900	120	85	45	-	-	25
900 ÷ 1100	90	65	35	-	-	-
1100 ÷ 1250	75	50	30	-	-	-
<b>Ghise durezza HB</b>						
100 ÷ 150	-	-	-	200	-	40
150 ÷ 200	-	-	-	130	-	30
200 ÷ 250	-	-	-	80	-	18
250 ÷ 300	-	-	-	45	-	-
<b>Alluminio durezza HB</b>						
<50	-	-	-	-	650	120
50 - 80	-	-	-	500	-	100
80 ÷ 100	-	-	-	450	-	90
Rame	-	-	-	-	300	45
Ottone	-	-	-	-	400	100
Bronzo	-	-	-	-	400	60

**TABELLA 1.11**

$V_t$

- $z$  è una costante dipendente dal materiale in lavorazione (tab. 1.12);
- $p/a$  è detto fattore di forma;
- $e$  dipende dai materiali dell'utensile e da quelli da lavorare (tab. 1.13);
- $T$  è la durata di affilatura dell'utensile in [min];
- $y$  dipende dai materiali dell'utensile e da quelli da lavorare (tab. 1.14);
- $L_r$  è un fattore di correzione che dipende dalla lubrificazione (tab. 1.15);
- $X$  è il coefficiente di correzione per angoli di registrazione diversi da  $45^\circ$  (tab. 1.16).

Nella figura 1.24 sono riportate alcune caratteristiche geometriche della lavorazione di tornitura e nella tabella 1.17 i valori consigliati dell'avanzamento "a" [mm/ giro].

La velocità di taglio, oltre che dalla formula (5), può essere dedotta, per le lavorazioni meno comuni ottenute con utensili di forma, di troncatura con utensile, di alesatura, di filettatura, ecc., dalla tabella 1.18.

Nella tabella 1.11 sono riportati i valori della velocità  $V_0$  solo per gli utensili ritenuti più adatti alla

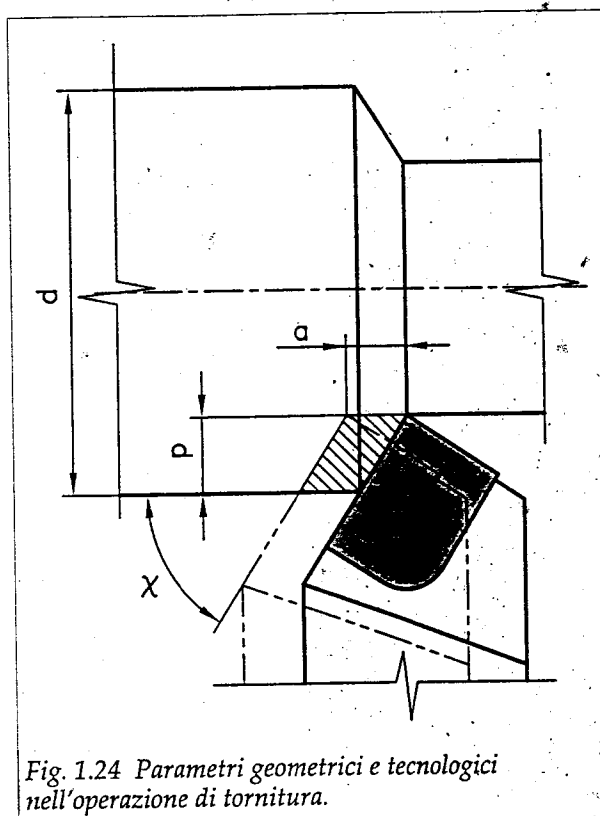


Fig. 1.24 Parametri geometrici e tecnologici nell'operazione di tornitura.

TABELLA

1.12

### Valori del coefficiente $z$

Materiale da lavorare	Acciaio	Ghisa	Mat. non ferrosi
Coefficiente $z$	0,28	0,20	0,10

TABELLA

1.13

### Valori del coefficiente $e$

Materiale dell'utensile	Materiale da lavorare				
	Acciaio	Ghisa	Rame/Bronzo	Ottone	Alluminio
Acciaio s. rapido	0,14	0,10	0,22	0,30	0,31
Carburi	0,14	0,10	0,10	0,10	0,10

TABELLA

1.14

### Valori del coefficiente $y$

Materiale dell'utensile	Materiale da lavorare					
	Acciaio	Ghisa	Rame	Alluminio	Bronzo	Ottone
P01 - P10 - P20	0,30	-	-	-	-	-
P30 - P40	0,167	-	-	-	-	-
K10 - K20	-	0,25	-	0,41	0,25	0,25
M10 - M20	-	0,25	-	0,41	0,25	0,25
Acciaio s. rapido	0,15	0,25	0,12	0,41	0,22	0,22

TABELLA

1.15

### Valori medi del coefficiente $L_r$

Materiale dell'utensile	Tipo di lubrificazione		
	A secco	Media portata	Massima portata
Acciaio s. rapido	1	1,20	1,50
Carburi	1	1,1	1,3

lavorazione dei materiali corrispondenti e devono servire solamente come orientamento di base. Poiché il settore degli utensili è in continua evoluzione, si consiglia un approfondimento dell'argomento attraverso la consultazione critica dei cataloghi forniti dai produttori.

Il numero di giri teorico del mandrino ( $n_t$ ) si calcola con la formula:

$$n_t = \frac{1000 \cdot V_t}{\pi \cdot d} \quad [\text{giri/min}] \quad (6)$$

**Valori del coefficiente  $\chi$  in funzione dell'angolo di registrazione**

Materiale da lavorare	Acciaio				Ghisa				Mat. non ferrosi			
	30°	45°	60°	90°	30°	45°	60°	90°	30°	45°	60°	90°
Angoli di registrazione	30°	45°	60°	90°	30°	45°	60°	90°	30°	45°	60°	90°
Coefficiente $\chi$	1,25	1	0,80	0,66	1,15	1	0,89	0,72	1,20	1	0,85	0,69

TABELLA  
1.16

**Valori consigliati dell'avanzamento  $a$  [mm/giro] per tornitura**

Materiale da lavorare	Tornitura esterna		Tornitura interna		Utensile di forma	Troncatura
	Sgrossat.	Finitura	Sgrossat.	Finitura		
Acciaio Rm < 600 N/mm <sup>2</sup>	0,1÷0,4	0,05÷0,2	0,05÷0,3	0,05÷0,2	0,02÷0,05	0,05÷0,1
Acciaio Rm 600÷1000 N/mm <sup>2</sup>	0,1÷0,4	0,05÷0,15	0,05÷0,3	0,05÷0,1	0,02÷0,05	0,05÷0,1
Acc. Rm 1000÷1200 N/mm <sup>2</sup>	0,1÷0,4	0,05÷0,15	0,05÷0,3	0,05÷0,1	0,02÷0,05	0,05
Ghisa HB ≤ 180	0,1÷0,8	0,05÷0,2	0,05÷0,6	0,05÷0,2	0,02÷0,05	0,05÷0,1
Ghisa HB > 180	0,1÷0,6	0,05÷0,25	0,05÷0,5	0,05÷0,2	0,02÷0,05	0,02÷0,05
Ottone/Bronzo	0,1÷0,8	0,05÷0,25	0,05÷0,6	0,05÷0,2	0,02÷0,1	0,05÷0,2
Rame	0,1÷0,6	0,05÷0,25	0,05÷0,5	0,05÷0,25	0,02÷0,05	0,05÷0,1
Alluminio	0,1÷0,8	0,05÷0,25	0,05÷0,4	0,05÷0,2	0,05÷0,2	0,05÷0,3

TABELLA  
1.17

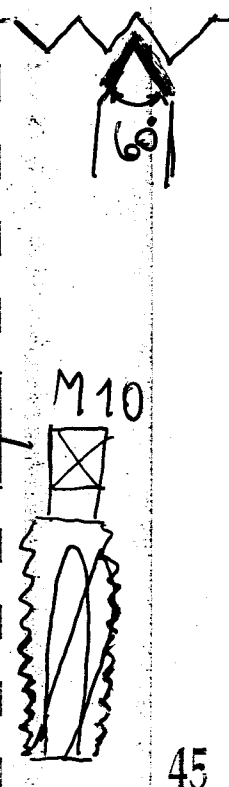
**Velocità di taglio  $V_c$  [m/min] consigliate per lavorazioni al tornio**

Materiale da lavorare	Utensile di forma		Troncatura con utensile		Filettatura con utensile	
	Acciaio s. rapido	Carburi	Acciaio s. rapido	Carburi	Acciaio s. rapido	*Carburi
Acciaio Rm < 600 N/mm <sup>2</sup>	40	80	50	85	15	25
Acciaio Rm 600÷1000 N/mm <sup>2</sup>	30	70	30	55	12	18
Acciaio Rm 1000÷1200 N/mm <sup>2</sup>	18	50	25	45	10	15
Ghisa HB ≤ 180	25	70	30	50	10	15
Ghisa HB > 180	15	45	18	40	8	12
Ottone/Bronzo	50	100	60	95	15	25
Rame	25	80	40	70	20	25
Alluminio	80	150	80	150	25	35

Materiale da lavorare	Alesatura con alesatore in acciaio s. rapido	Filettatura con filiera in acciaio s. rapido	Filettatura con maschio in acciaio s. rapido
Acciaio Rm < 600 N/mm <sup>2</sup>	15	2	6
Acciaio Rm 600÷1000 N/mm <sup>2</sup>	8	1,5	3
Acciaio Rm 1000÷1200 N/mm <sup>2</sup>	6	1,5	3
Ghisa HB ≤ 180	14	4	8
Ghisa HB > 180	8	3	4
Ottone/Bronzo	14	6	10
Rame	20	8	12
Alluminio	30	8	12

TABELLA  
1.18



in cui:

- $n_t$  è il numero di giri teorico;
- $d$  è il diametro del pezzo in lavorazione (per la sfaccatura  $d = d_{max}$ ).

Si assume quindi, consultando la scheda macchina del tornio, un numero di giri ( $n$ ) disponibile (in genere  $n < n_t$ ). La velocità di taglio effettiva ( $V_t$ ) vale:

$$V_t = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} \quad [\text{m/min}] \quad (7)$$

### b) Potenza di tornitura

Nelle lavorazioni di tornitura la forza ( $F_t$ ), necessaria per asportare il truciolo, vale:

$$F_t = K_1 \cdot q^r \cdot \left(\frac{p}{5 \cdot a}\right)^h \quad [\text{N}] \quad (8)$$

in cui:

- $K_1$  rappresenta il carico di strappamento unitario, cioè la forza necessaria a strappare un truciolo di sezione pari a 1 [mm<sup>2</sup>], con fattore forma  $p/a = 5$  (tab. 1.19);
- $r$  è un coefficiente di correzione dovuto al fatto che la forza non aumenta proporzionalmente alla sezione (tab. 1.20);
- $h$  è un fattore di correzione che dipende dal materiale lavorato (tab. 1.21).

La potenza di taglio ( $N_t$ ) vale quindi:

$$N_t = \frac{F_t \cdot V_t}{60.000} \quad [\text{kW}] \quad (9)$$

La potenza necessaria per l'avanzamento risulta trascurabile rispetto a quella occorrente per il taglio.

TABELLA

1.19

Valori del carico di strappamento unitario $K_1$ , [N/mm <sup>2</sup> ]										
Angolo di soglia sup. $\gamma$	Acciaio Rm [N/mm <sup>2</sup> ]									
	400	450	500	600	700	800	900	1000	1100	1200
0°	2400	2500	2650	2850	3100	3250	3450	3650	3800	3970
+ 5°	2280	2400	2520	2750	2950	3150	3300	3460	3630	3770
+10°	2180	2280	2420	2615	2820	3000	3160	3320	3500	3620
+15°	2080	2200	2300	2500	2690	2850	3000	3180	3340	3470
+20°	1980	2080	2200	2380	2550	2730	2870	3050	3200	3340
	Ghisa durezza HB									
	100	120	140	160	200	240	280	320	360	400
0°	1050	1140	1200	1280	1390	1500	1600	1680	1760	1840
+ 5°	1000	1080	1150	1210	1340	1420	1520	1600	1680	1750
+10°	960	1035	1100	1170	1260	1360	1450	1530	1590	1670
+15°	910	1000	1050	1110	1210	1300	1390	1470	1530	1585
+20°	880	940	990	1050	1150	1230	1320	1400	1460	1510
	Alluminio durezza HB			Bronzo e Ottone durezza HB						
	<50	50÷80	80÷100	<80	80÷100	>100				
+10°	-	-	-	640	750	1000				
+15°	-	700	800	600	700	-				
+20°	-	650	700	-	-	-				
+25	560	600	-	-	-	-				
+30	530	-	-	-	-	-				

TABELLA

1.20

Valori del coefficiente $r$				
Acciaio	Ghisa	Ottone	Bronzo	Alluminio
0,803	0,865	0,840	0,760	0,760

TABELLA

1.21

Valori del coefficiente $h$				
Acciaio	Ghisa	Bronzo	Ottone	Alluminio
0,16	0,12	0,22	0,30	0,31

to unita-  
n truccio-  
re forma

o al fatto  
ente alla

nde dal

(9)

a trasclu-  
l taglio:



1200

3970

3770

3620

3470

3340

400

1840

1750

1670

1585

1510

HB

100

000



rio



rio

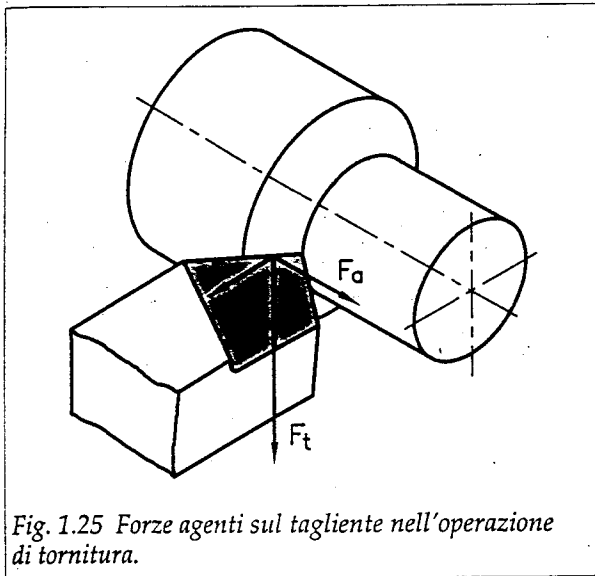


Fig. 1.25 Forze agenti sul tagliente nell'operazione di tornitura.

Infatti la forza che si oppone all'avanzamento (fig. 1.25) vale circa il 20% della forza di taglio, ma la velocità di avanzamento è molto piccola,  $V_a = (0,001 \div 0,002)V_v$  quindi la potenza di alimentazione sarebbe al massimo  $N_a = 0,0004 N_t$ .

La potenza disponibile al mandrino ( $N_d$ ) si calcola conoscendo la potenza del motore ( $N_m$ ) e il rendimento della macchina ( $\eta$ ). Il valore del rendimento dipende dallo stato d'uso della macchina utensile e si assume pari a  $0,70 \div 0,75$ :

$$N_d = N_m \cdot \eta \quad (10)$$

e la lavorazione è possibile se  $N_d \geq N_t$ . La scelta delle condizioni di taglio deve permettere la durata voluta per l'utensile e deve prevedere un

razionale sfruttamento delle risorse. Nell'ipotesi del massimo sfruttamento della potenza della macchina si pone  $N_d = N_t$  e la (9) diventa:

$$N_d = \frac{F_t \cdot V_t}{60.000} \quad [\text{kW}] \quad (9')$$

assumendo, in prima approssimazione,  $p/a = 5$ ,  $\chi = 1$  e sostituendo nella (9') le equazioni della velocità di taglio (5) e della forza necessaria per asportare il truciolo (8) si ottiene la sezione del truciolo in funzione della durata dell'utensile e della potenza disponibile:

$$q^{r-z} = 60.000 \cdot \frac{\left(\frac{T}{60}\right)^y \cdot N_d}{K_t \cdot V_o \cdot L_r} \quad [\text{mm}^2] \quad (11)$$

Determinata con la (11) la sezione del truciolo, si possono fissare i valori della profondità di passata ( $p$ ), dell'avanzamento ( $a$ ) (tab. 1.17) e procedere alla verifica dei risultati con le formule (8), (9) e (10).

### c) Tempi di lavorazione

Dedotto dalla tabella 1.17 un opportuno valore dell'avanzamento ( $a$ ) [mm/giro] e scelto, consultando la scheda macchina, un valore disponibile, il tempo macchina ( $T_m$ ) per eseguire una passata di tornitura di lunghezza "l" si calcola nel seguente modo (fig. 1.26):

$$T_m = \frac{l + e}{n \cdot a} \quad [\text{min}] \quad (12)$$

in cui "e" rappresenta l'extracorsa di sicurezza. Nel caso di esecuzione di filettatura al tornio l'avanzamento "a" è uguale al passo.

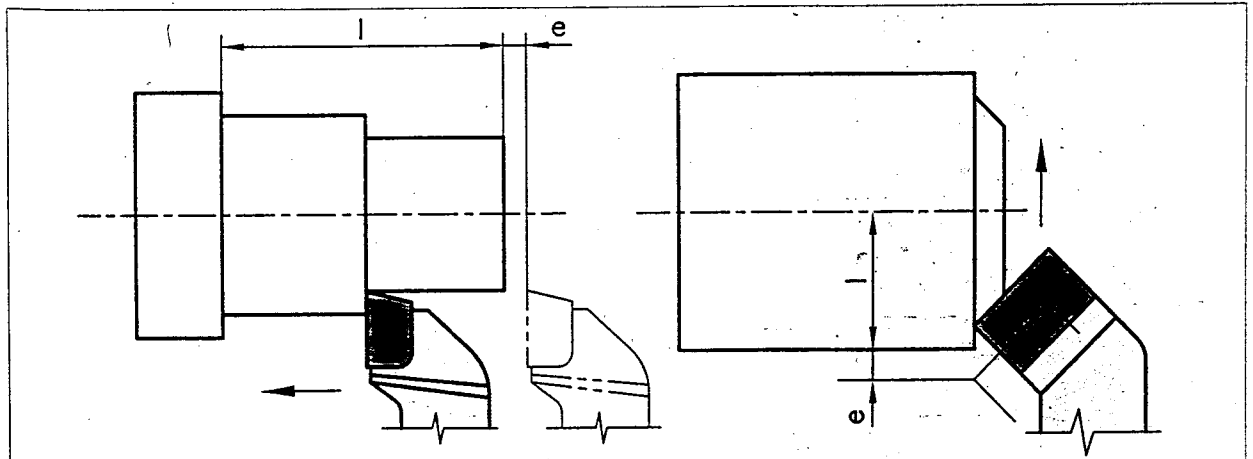


Fig. 1.26 Corsa di lavoro nella tornitura per il calcolo del tempo macchina.

TAB. 6.I - VELOCITÀ DI TAGLIO [m/min] (PER SGROSSATURA E FINITURA) AL VARIARE DEL MATERIALE DELL'UTENSILE (R: ACCIAIO RAPIDO, RR: ACCIAIO SUPERRAPIDO, W: PLACCHETTA DI METALLO DURO), DEL TIPO DI LAVORAZIONE E DEL MATERIALE DEL PEZZO; I DATI SI RIFERISCONO A LAVORI DI PRODUZIONE [2].

	Tornitura esterna						Tornitura interna			
	sgrossatura			finitura			sgr/fin		sgr/fin	
	R	RR	W	R	RR	W	R	W	R	W
Acciaio extra dolce	60	90	100	80	120	150	40	70	70	100
Acciai duri	35	50	95	45	70	120	25	40	50	95
Acciai extra duri	30	40	65	40	50	80	20	30	40	65
Acciai bonificati	20	25	60	30	35	70	15	18	35	60
Ghisa dolce	40	60	90	50	70	100	30	40	65	90
Ghisa dura	20	40	60	30	55	70	15	20	40	60
Rame - bronzo B14	45	65	165	60	90	260	35	45	80	160
Ottone	100	200	220	200	300	350	75	100	100	220
Alluminio	200	300	400	300	500	600	150	200	300	400

	Profilatura (larghezza media utensile: 15 mm)		Troncatura	Alesatura con alesatore	
	R	W		R	R
Acciaio extra dolce	45	95	50	15	
Acciai duri	50	70	30	9	
Acciai extra duri	18	55	25	8	
Acciai bonificati	15	50	20	7	
Ghisa dolce	25	80	30	14	
Ghisa dura	18	55	18	8	
Rame - bronzo B14	30	100	40	14	
Ottone	55	200	80	20	
Alluminio	150	300	150	30	

	Filettatura con filiera	Filettatura con utensile	Maschiatura	Foratura
	R	R	R	RR
Acciaio extra dolce	15	20	7	35
Acciai duri	8	18	6	31
Acciai extra duri	6	10	5	23
Acciai bonificati	5	8	4	20
Ghisa dolce	7	10	6	22
Ghisa dura	6	8	4	20
Rame - bronzo B14	11	16	9	50
Ottone	15	20	10	85
Alluminio	24	30	15	175

acciaio cilindrico extradolce del diametro di 50 mm lungo 200 mm ad un diametro di 27 mm utilizzando passate di sgrossatura di profondità di 2 mm e passate di finitura di profondità di 0.5 mm con utensili in acciaio rapido. Trascurare il tempo per il cambio utensile.

**Soluzione**  
Per portare il pezzo alla dimensione richiesta è pos-

Infatti:

$$1/2 \times (50 - 27) = 5 \times 2 + 3 \times 0.5$$

Utilizzando le Tab. 6.I e 6.II si può scegliere:

$$V_f = 60 \text{ [m/min]} \quad a = 0.3 \text{ [mm/giro]} \text{ per la sgrossatura,}$$

TAB. 6.II - VALORI MEDI DI AVANZAMENTO [mm/giro] AL VARIARE DEL TIPO DI LAVORAZIONE E DEL MATERIALE DEL PEZZO PER UTENSILI IN ACCIAIO RAPIDO [2].

MATERIALE	LAVORAZIONI					
	tornitura esterna		tornitura interna		formatura troncatura	
	sgrossatura	finitura	sgrossatura	finitura		
Acciaio dolce	0,1-0,4	0,05-0,2	0,05-0,3	0,05-0,2	0,02-0,05	0,05-0,1
Acciaio duro	0,1-0,4	0,05-0,25	0,05-0,3	0,05-0,2	0,02-0,05	0,05-0,1
Acciaio extraduro	0,1-0,4	0,05-0,2	0,05-0,3	0,05-0,2	0,02-0,05	0,05
Acciaio trattato	0,1-0,4	0,05-0,2	0,05-0,3	0,05-0,2	0,02-0,05	0,05-0,1
Ghisa dolce	0,1-0,8	0,05-0,2	0,05-0,6	0,05-0,2	0,02-0,05	0,02-0,05
Ghisa dura	0,1-0,6	0,05-0,25	0,05-0,5	0,05-0,2	0,02-0,05	0,05-0,1
Rame-bronzo	0,1-0,6	0,05-0,25	0,05-0,5	0,05-0,25	0,02-0,05	0,05-0,1
Ottone	0,1-0,8	0,05-0,25	0,05-0,6	0,05-0,2	0,02-0,1	0,05-0,2
Alluminio	0,1-0,8	0,05-0,25	0,05-0,4	0,05-0,2	0,05-0,2	0,05-0,3

Dalla relazione:

$$n = \frac{1000 \cdot V_f}{\pi \cdot D}$$

e considerando per i diametri i valori centrali tra i due valori estremi di lavorazione (40 mm in sgrossatura e 28,5 mm in finitura) si ricava:

$$n = 477 \text{ [giri/min]} \quad \text{per sgrossatura}$$

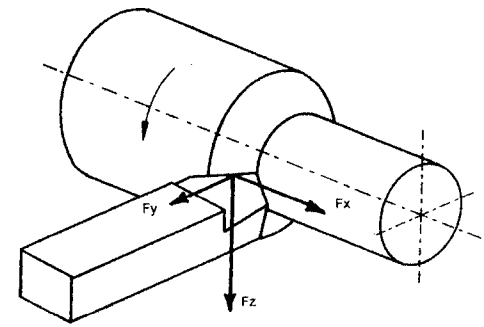
$$n = 893 \text{ [giri/min]} \quad \text{per finitura}$$

Infine:

$$t_{tot} = T_1 + T_2 = 5 \cdot \frac{200}{0,3 \cdot 477} + 3 \cdot \frac{200}{0,08 \cdot 893} = 15,4 \text{ [min]}$$

**6.7 Forze e potenze in tornitura**

La risultante delle forze di taglio in tornitura (Fig. 6.13) viene decomposta nella direzione di taglio (forza principale di taglio  $F_t$ ), nella direzione dell'avanzamento (resistenza all'avanzamento  $F_x$ ) e nella terza direzione



perpendicolare alle prime due (forze di repulsione  $F_y$ ). Alla potenza di taglio concorre praticamente solo  $F_z$  dato che  $F_y$  non compie lavoro (spostamento ortogonalmente alla sua direzione) e  $F_x$  si sposta con velocità molto minore rispetto alla velocità di taglio.

La forza  $F_z$  si calcola indicativamente con la formula:

$$F_z = K_s \cdot a^{0,8-0,9} \cdot p^{0,9-1,1}$$

con  $F_t$  [N],  $K_s$  pressione specifica di taglio [N/mm<sup>2</sup>],  $p$  profondità di passata [mm],  $a$  avanzamento [mm/giro]. Si noti che  $A = a \cdot p$  indica la sezione del truciolo, per cui  $K_s$  può essere considerato pari alla forza necessaria per staccare un truciolo dalla sezione di 1 mm<sup>2</sup> circa. In Tab. 6.III sono riportati i valori indicativi di  $K_s$  ( $K_s$  dipende dalla profondità di passata, dall'angolo di spoglia principale, dalla velocità di taglio, dall'avanzamento) per i materiali più comuni.

La potenza necessaria per il taglio è data da:

$$W_t = \frac{F_t \cdot V_f}{60 \cdot 1000} \quad [KW]$$

dove  $V_f$  [m/min] è la velocità di taglio.

Se si considera la dispersione di energia internamente alla macchina la potenza effettiva da erogare risulta:

$$W_e = \frac{W_t}{\eta} \quad [KW]$$

dove  $\eta$  (0,6-0,7) indica il rendimento della macchina (variabile con le condizioni della macchina e con la percentuale utilizzata della potenza disponibile).

**6.8 Torni**

Le configurazioni di macchine esistenti si differenziano soprattutto per:

1. forme e dimensioni dei pezzi da realizzare;
  2. scala di produzione (piccola, media, grande).
- I torni più diffusi allo stato attuale sono:
1. paralleli;
  2. a controllo numerico;

(Tornitura)

# Verifica della potenza

MAT. LAVORATO ACCIAIO  $R_m = 600$

$$F_t = \text{Forza di taglio} = K_1 \cdot q^2 \cdot \left(\frac{P}{S \cdot a}\right)^h \quad [N]$$

si abbiano i seguenti valori:

$q = 0,8 \text{ mm}^2$

$z = 0,803 \text{ (tab 1.20)}$

$p = 2 \text{ mm}$

$a = 0,4 \text{ mm/pizo}$

$h = 0,16 \rightarrow \text{tabella 1.21}$

$K_1 = 2615 \text{ N/mm}^2$

DEPENDE DAL MAT. LAVORATO

$$F_t = 2615 \cdot 0,8^2 \cdot \left(\frac{2}{5 \cdot 0,4}\right)^{0,16} =$$

$$= 2615 \cdot 0,836 \cdot 1 = \boxed{2186 \text{ N}} \quad F_t$$

- $\gamma = \text{ang. spoglie sup} = 10^\circ$

$N_t = \text{Potenza di taglio}$

$$N_t = \frac{F_t \cdot v_t}{60000} \quad [KW]$$

(NOSTRO TORNO 4 KW)

$$N_t = \frac{2186 \cdot 44,7}{60000} = 1,63 \text{ KW}$$

se  $1 \text{ CV} = 1 \text{ KW} \cdot 1,36$

$$1,63 \cdot 1,36 = 2,2 \text{ CV}$$

ovvero:

se il rendimento è di 0,5

$$\text{ovvero: } \frac{1,63}{0,5} = \boxed{3,26 \text{ KW}}$$

potenza richiesta al motore

(Verifica il rendimento della macchina e la sua potenza disponibile al motore)