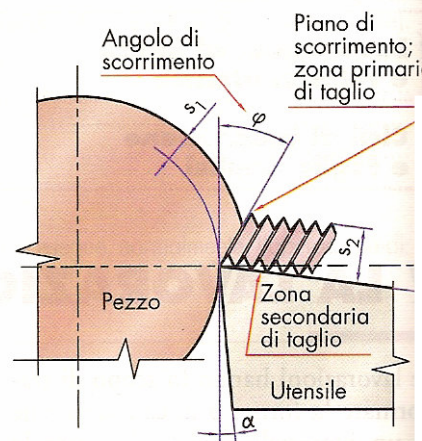


le lavorazioni ad asportazione di truciolo – la struttura delle macchine utensili

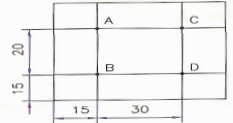
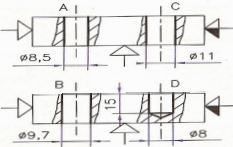
- lo studio del processo di asportazione di truciolo riveste un'importanza fondamentale.
- il meccanismo di formazione del truciolo metallico è abbastanza complesso.
 - ✓ il modello più comune si riferisce alla formazione del truciolo con **taglio ortogonale**.
 - ✓ ... dal contatto con il tagliente dell'utensile vengono generate elevate sollecitazioni che portano il materiale che diventerà truciolo al limite di snervamento e al conseguente continuo di lamine secondo una direzione detta **piano di scorrimento**.
 - ✓ fondamentale a tal proposito è l'**angolo di scorrimento** ϕ formato dalla direzione della velocità di taglio con il piano di scorrimento. Le variabili di determinazione dell'angolo di scorrimento sono l'**angolo di spoolia inferiore α** , **superiore γ** e, ovviamente, il tipo di materiale da lavorare ed i pa



D1.2 Zone di taglio e meccanismo di formazione del truciolo.

Le lavorazioni ad asportazione di truciolo – la struttura delle macchine utensili

- in particolare (ma non solo) per l'organizzazione delle lavorazioni per asportazione di truciolo sono previsti i **cicli di lavorazione**. Il ciclo di lavorazione è la successione delle operazioni da compiere per ottenere un oggetto; in questo senso il ciclo di lavorazione comprende l'indicazione delle macchine, attrezzature, utensili, strumenti di controllo ecc. da impiegare.
- Nella preparazione dei cicli di lavorazione occorre distinguere fra:
 - ✓ operazioni, ovvero gli specifici interventi eseguiti sul materiale o sul pezzo
 - ✓ fasi, ovvero le singole azioni che vengono azioni effettuate per l'esecuzione di una specifica operazione.

Scuola/Ditta	CARTELLINO DEL CICLO DI LAVORAZIONE	Foglio n.	
Caratteristiche elemento finito			
Denominazione: Piastra forata e filettata	Trattamenti termici:		
Ciclo n. D2.1	Complessivo n.	Particolare n. 1	
Quantità: 3	Data:		
Compilatore:	Visto:		
Caratteristiche materiali e semilavorato di partenza			
Materiale: Fe 430	Rm [N/mm ²]: 430+500	Durezza HB: 145	
Ricavato da: Piastra 60x50x25 fresata a dimensione.		Massa [Kg]: ~580	
N.	Descrizione operazione	Macchina	Utensili, attrezzi e calibri
10	 <p>10.1-Pulitura della piastra e colorazione della superficie con blu di prussia 10.2-Tracciatura 10.3-Bulinatura dei centri dei fori</p>	Banco da aggiustaggio	- Piano di riscontro - Dietro retto - Calibro 1/20 - Punta a tracciare - Colorante (blu) - Truschino - Bulino
20	 <p>20.1-Posizionamento e chiusura del pezzo nella morsa 20.2-Esecuzione preforo di filettatura Ø8,5 (posizione A) 20.3-Esecuzione foro passante Ø9,7 (posizione B) 20.4-Esecuzione foro passante Ø11 (posizione C) 20.5-Esecuzione foro cieco Ø8x15 (posizione D) 20.6-Controllo dimensionale profondità foro cieco</p>	Trapano a colonna sensitivo	- Morsa da trapano con ganasce piastre - Punta elicoidale N 8,5 UNI 5619 - Punta elicoidale N 9,7 UNI 5619 - Punta elicoidale N 11 UNI 5619 - Punta elicoidale N 8 UNI 5619 - Calibro 1/20

[L. Caligaris, S. Fava, C. Tomasello – TeknoMec – ed. Hoepli]

le lavorazioni ad asportazione di truciolo – la struttura delle macchine utensili

pensando alla caratteristica, implicita delle macchine utensili, di “interferenza fra il materiale e l’utensile”, la loro struttura è suddivisibile ne:

- il basamento
- le guide
- i motori
- gli organi di trasmissione

le lavorazioni ad asportazione di truciolo – la struttura delle macchine utensili

- il **basamento** → ... sopportare il peso del pezzo da lavorare ... garantire la precisione di lavorazione richiesta, quindi essere dotato di notevole rigidità ...
- le **guide** → ... garantire il movimento del pezzo o dell'utensile assicurando elevata precisione ... quindi resistenza all'usura, elevata durezza, basso coefficiente di attrito
- i **motori** → ... si tratta di motori elettrici in corrente alternata o continua ... in genere attrezzati da regolatori elettronici della velocità o da freni elettromagnetici
- gli **organi di trasmissione**
 - ✓ *innesti e frizioni* → ... utilizzati per rendere solidali (o viceversa) due alberi coassiali ... innesti meccanici a denti, a frizione, elettromagnetici ...
 - ✓ *giunti* → ... per consentire un collegamento stabile fra due alberi anche non coassiali consentendo quindi la trasmissione del momento torcente ... (giunti rigidi, elastici, idraulici) e comunque consentendo la trasmissione fra alberi di assi intersecanti (giunto di cardani), utilizzati sopportare il peso del pezzo da lavorare ... garantire la precisione di lavorazione richiesta, quindi essere

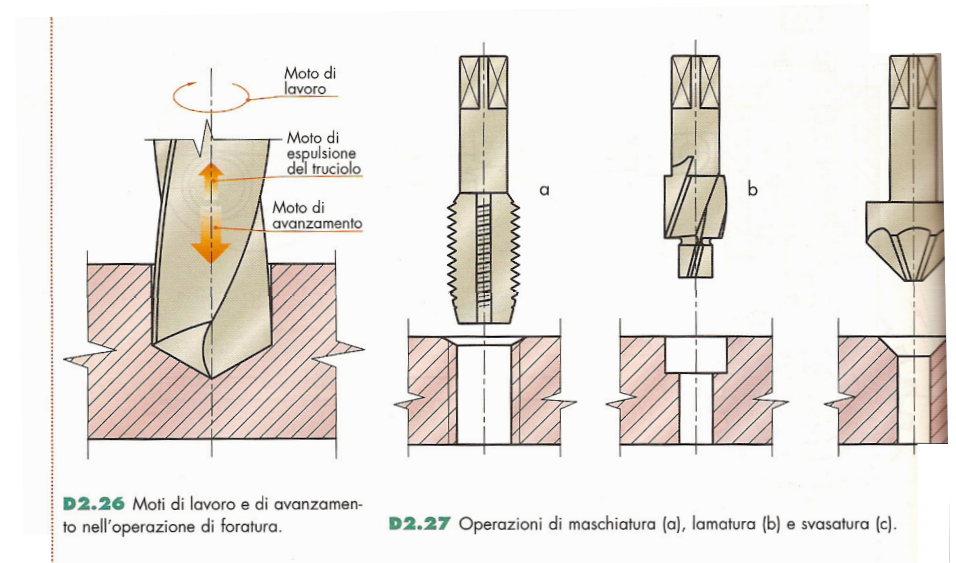
le lavorazioni ad asportazione di truciolo – la struttura delle macchine utensili

- al di là degli elementi strutturali citati alla pagina precedente, si pone comunque la problematica di adeguata trasmissione e regolazione del moto, quindi di:
 - ✓ **cambi di velocità**
 - ✓ **sistemi per la variazione continua del moto**
 - ✓ **sistemi di trasformazione del moto** (vite-madrevite. biella-manovella ecc.)

Le lavorazioni ad asportazione di truciolo – i trapani

➤ i trapani sono macchine utensili ad asportazione di truciolo utilizzate per operazioni di:

- ✓ **foratura**
- ✓ **alesatura**
- ✓ **maschiatura**
- ✓ **lamatura**
- ✓ **svasatura**



le lavorazioni ad asportazione di truciolo – i trapani

- nei trapani il pezzo in lavorazione rimane fermo, mentre l'utensile deve essere dotato dei seguenti moti::
 - ✓ moto di **taglio**, ovvero il moto di rotazione circolare uniforme della punta del trapano (funzionale all'asportazione del truciolo)
 - ✓ moto di **avanzamento**, che è il moto di penetrazione nel materiale in lavorazione.

le lavorazioni ad asportazione di truciolo – i trapani

➤ tipi di trapani:

✓a **colonna**

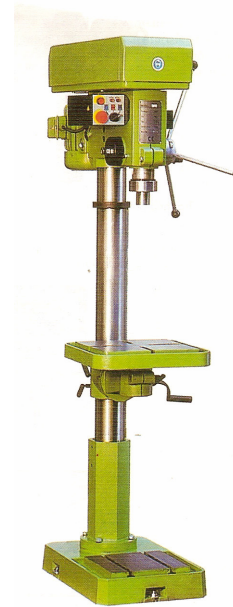
- componenti: basamento, colonna, testa portamandrino
- l'utensile avanza lungo una direzione parallela alla colonna (o al montante).

✓a **montante**

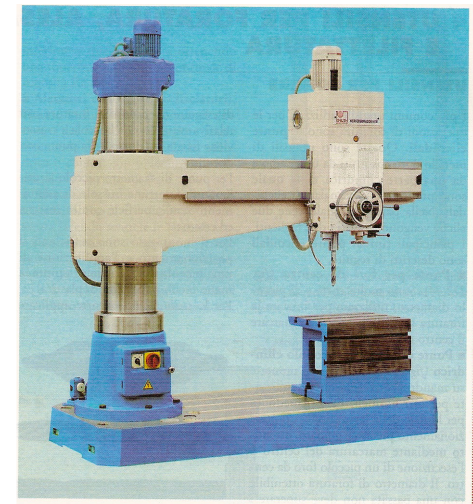
- simile a quello a colonna
- la colonna è però sostituita da un montante ovvero da una rigida dotata di guide di scorrimento.

✓ **radiale**

- componenti: basamento, colonna, braccio, testa portamandrino.
- l'utensile può essere posizionato sui tre assi. Il pezzo in lavorazione non deve essere spostato.



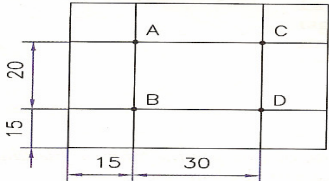
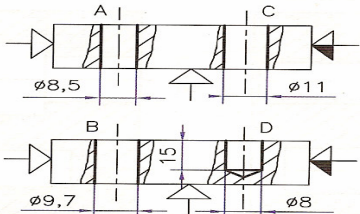
D2.30 Trapano a colonna.



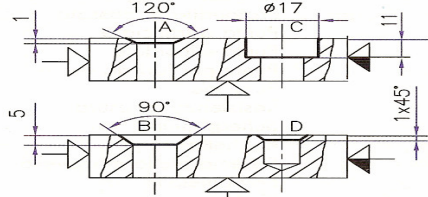
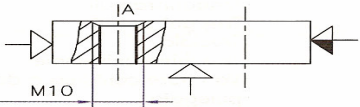
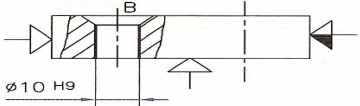
[L. Caligaris, S. Fava, C. Tomasello – TeknoMec – ed. Hoepli]

le lavorazioni ad asportazione di truciolo – i trapani

inserire cicli di lavorazione pagg. 260 e 261.

Scuola/Ditta	CARTELLINO DEL CICLO DI LAVORAZIONE	Foglio n.	
Caratteristiche elemento finito			
Denominazione: Piastra forata e filettata		Trattamenti termici:	
Ciclo n. D2.1	Complessivo n.	Particolare n. 1	Quantità: 3
Compilatore:		Visto:	Data:
Caratteristiche materiale e semilavorato di partenza			
Materiale: Fe 430		Rm [N/mm ²]: 430÷500	Durezza HB: 145
Ricavato da: Piastra 60x50x25 fresata a dimensione.		Massa [Kg]: ~580	
N.	Descrizione operazione	Macchina	Utensili, attrezzi e calibri
10	 <p>10.1–Pulitura della piastra e colorazione della superficie con blu di prussia 10.2–Tracciatura 10.3–Bulinatura dei centri dei fori</p>	Banco da aggiustaggio	<ul style="list-style-type: none"> – Piano di riscontro – Dietro retto – Calibro 1/20 – Punta a tracciare – Colorante (blu) – Truschino – Bulino
20	 <p>20.1–Posizionamento e chiusura del pezzo nella morsa 20.2–Esecuzione preforo di filettatura $\varnothing 8.5$ (posizione A) 20.3–Esecuzione foro passante $\varnothing 9.7$ (posizione B) 20.4–Esecuzione foro passante $\varnothing 11$ (posizione C) 20.5–Esecuzione foro cieco $\varnothing 8 \times 15$ (posizione D) 20.6–Controllo dimensionale profondità foro cieco</p>	Trapano a colonna sensitivo	<ul style="list-style-type: none"> – Morsa da trapano con ganasce piastre – Punta elicoidale N 8,5 UNI 5619 – Punta elicoidale N 9,7 UNI 5619 – Punta elicoidale N 11 UNI 5619 – Punta elicoidale N 8 UNI 5619 – Calibro 1/20

le lavorazioni ad asportazione di truciolo – i trapani

CICLO n. D 2.1		CARTELLINO DEL CICLO DI LAVORAZIONE		Foglio n. 2/2	
N.	Descrizione operazione	Macchina	Utensili, attrezzi e calibri	Tempi	
30	 <p>30.1–Esecuzione svasatura 1x120° (posizione A) 30.2–Esecuzione svasatura 5x90° (posizione B) 30.3–Esecuzione smusso 1,5x45° (posizione D) 30.4–Esecuzione lamatura $\varnothing 17 \times 11$ (posizione C) 30.4–Controllo profondità lamatura</p>	Trapano a colonna sensitivo	<ul style="list-style-type: none"> – Morsa da trapano con ganasce piane – Allargatore conico 120/16 UNI 6847 – Allargatore conico 90/25 UNI 6847 – Allargatore cilindrico 17x11 UNI 6841 – Calibro 1/20 		
40	 <p>40.1–Montaggio del pezzo nella morsa da banco 40.2–Esecuzione filettatura M10</p>	Banco da aggiustaggio	<ul style="list-style-type: none"> – Morsa da banco – Squadretta a 90° – Giramaschi – Serie 3 maschi a mano M10 DIN 352 		
50	 <p>50.1–Esecuzione alesatura $\varnothing 10$ H9</p>	Banco da aggiustaggio	<ul style="list-style-type: none"> – Morsa da banco – Squadretta a 90° – Giramaschi – Alesatore cilindrico $\varnothing 10$ UNI 6838 		
60	60.1–Eliminazione bave di lavorazione		<ul style="list-style-type: none"> – Lima ∇ D 6" – Lima \emptyset D 6" 		
70	70.1–Collaudo finale		<ul style="list-style-type: none"> – Calibro 1/20 – Calibro P–NP $\varnothing 10$ H9 – Tampone filettato M10x1,5 		

le lavorazioni ad asportazione di truciolo – i torni

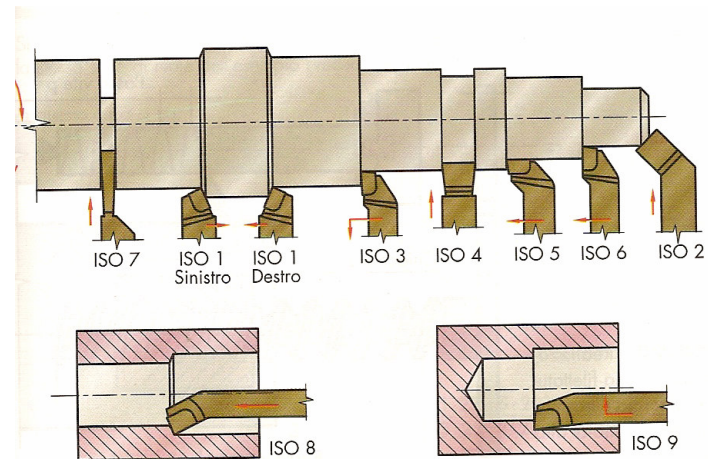
Il tornio è una macchina utensile molto diffusa nell'industria meccanica. Le lavorazioni che il tornio consente di effettuare sono indicate con il nome di tornitura. Con queste lavorazioni si producono **pezzi caratterizzati da superfici cilindriche realizzate per rivoluzione intorno a un asse.**

Nel tornio il **moto di taglio**, circolare, è affidato al pezzo, montato sul mandrino, mentre il **moto di avanzamento**, rettilineo, è affidato all'utensile montato su carrelli.

le lavorazioni ad asportazione di truciolo – i torni

➤ lavorazioni eseguibili al tornio:

- ✓ **tornitura cilindrica esterna e interna**
- ✓ **troncatura e profilatura**
- ✓ **sfacciatura**
- ✓ **foratura e alesatura**
- ✓ **tornitura conica**



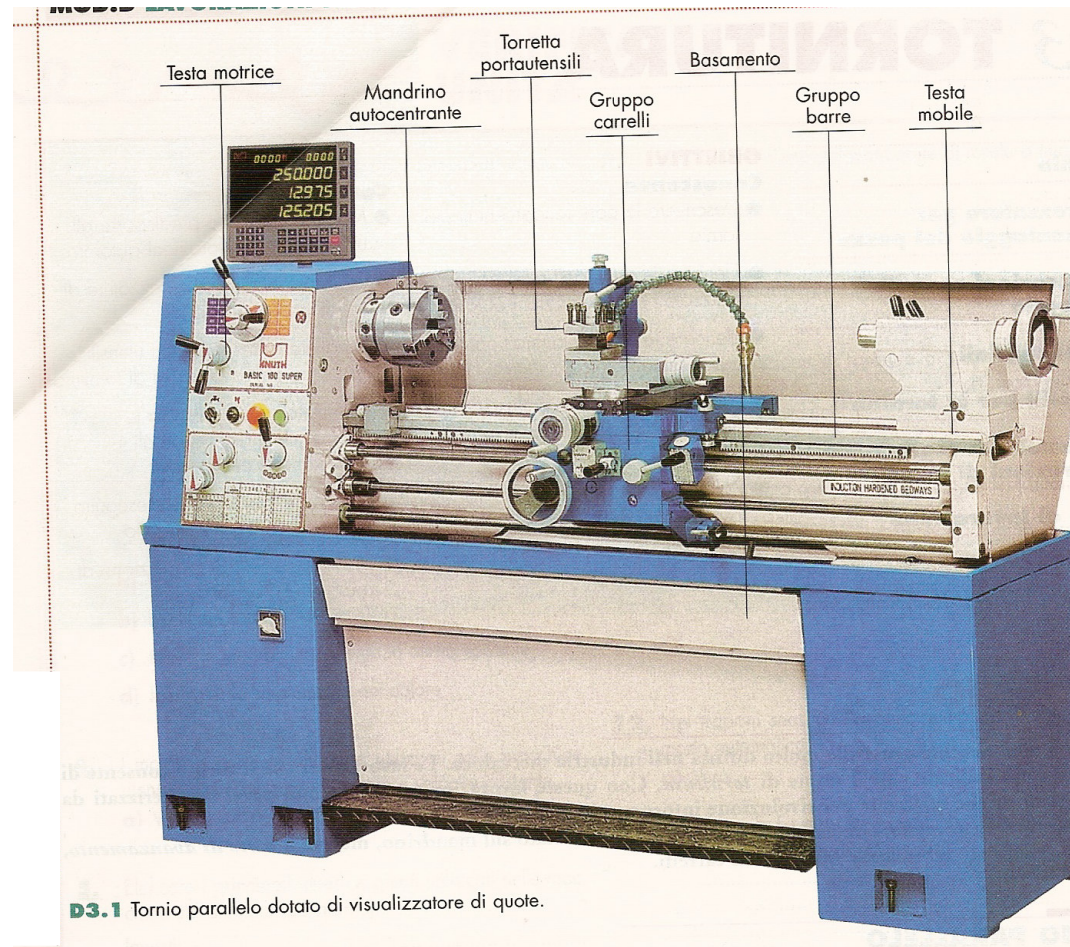
3.15 Torniture cilindriche e relativi utensili con designazione ISO.

[L. Caligaris, S. Fava, C. Tomasello – TeknoMec – ed. Hoepli]

le lavorazioni ad asportazione di truciolo – i torni

➤ componenti del tornio:

- ✓ **basamento**
- ✓ **gruppo testa motrice fissa**
- ✓ **mandrino**
- ✓ **gruppo carrelli**
- ✓ **torretta portautensili**
- ✓ **testa mobile (controtesta)**
- ✓ **gruppo barre.**



[L. Caligaris, S. Fava, C. Tomasello – TeknoMec – ed. Hoepli]

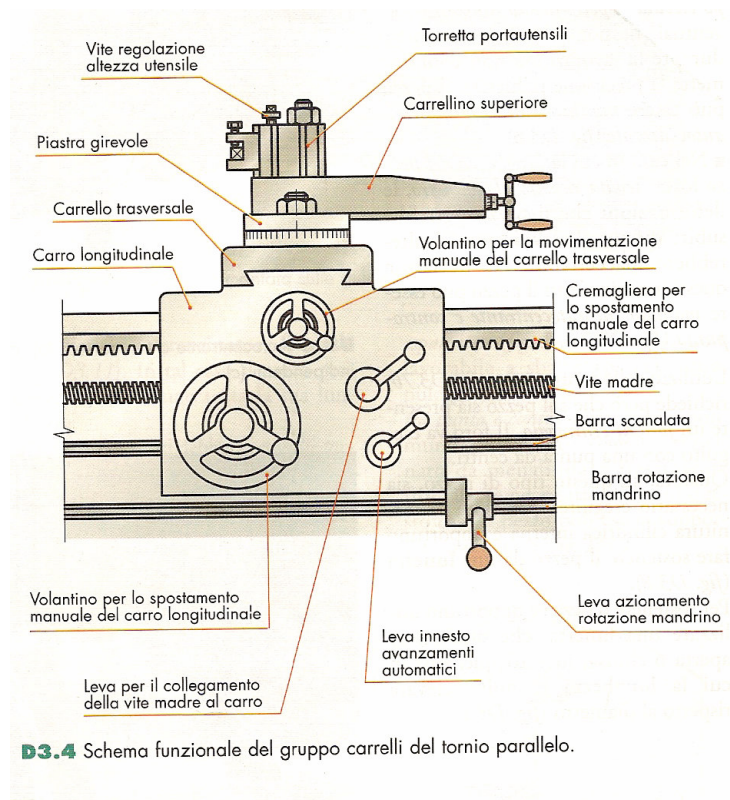
Le lavorazioni ad asportazione di truciolo – i torni

➤ gruppo carrelli

- ✓ slitta longitudinale → torniture cilindriche, filettature
- ✓ slitta trasversale → sfacciate, gole
- ✓ carrellino superiore → torniture coniche.

➤ gruppo barre

- ✓ vite madre → collega la rotazione del pezzo con la traslazione assiale dell'utensile.
- ✓ barra scanalata → per avanzamento automatico del carro longitudinale o del carrellino trasversale.
- ✓ rotazione mandrino → per avvio o arresto del mandrino.



[L. Caligaris, S. Fava, C. Tomasello – TeknoMec – ed. Hoepli]

le lavorazioni ad asportazione di truciolo – i torni

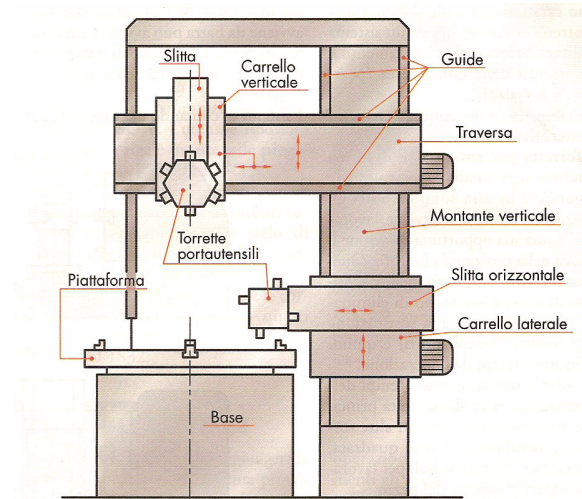
➤ tipi di torni:

✓ tornio **parallelo**

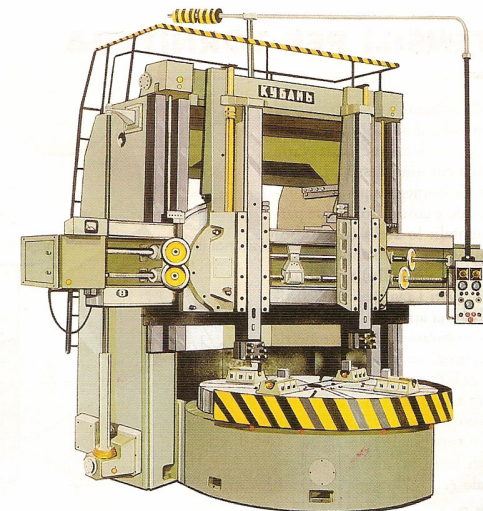
è il tornio "classico", che consente l'esecuzione di tutte le lavorazioni esposte a un buon livello di efficienza.

✓ torni **frontale** e **verticale**

- frontale: per lavorazioni di pezzi caratterizzati da grande diametro e lunghezza relativamente ridotta.
- verticale: permette di lavorare pezzi di notevole diametro (fino a 10-15 m) e significativa lunghezza (fino a 5-7 m) senza doverli montare a sbalzo.



D3.25 Schema rappresentativo di un tornio verticale a montante.



D3.26 Tornio verticale a due montanti.

le lavorazioni ad asportazione di truciolo – i torni

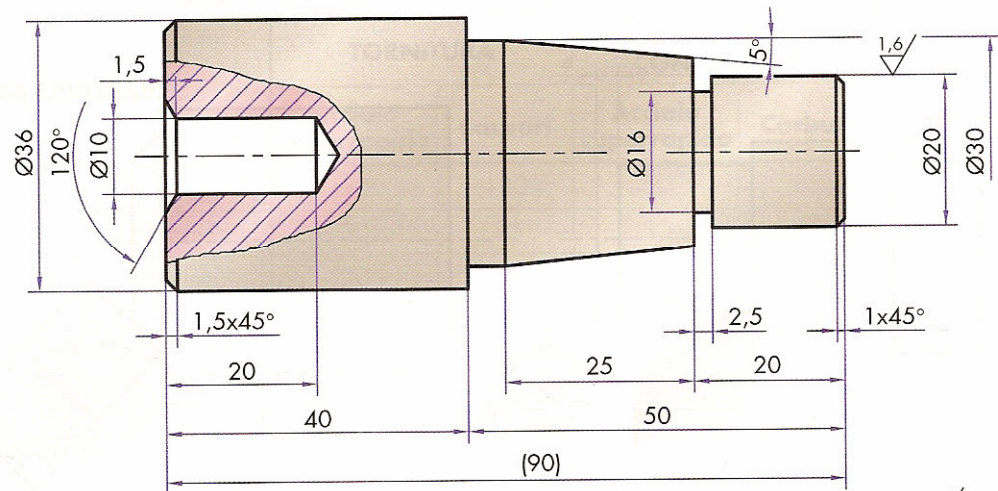
➤ parametri di taglio:

- ✓ velocità di taglio V_t : definita in funzione del materiale in lavorazione, del tipo di lavorazione e di utensile (si misura in m/min).
- ✓ numero di giri n : in funzione della V_t e del diametro d di tornitura = $1000 V_t / \pi d$ [giri/min]
- ✓ avanzamento a : è lo spazio percorso dall'utensile in funzione di ogni giro del pezzo [mm/giro]
- ✓ velocità di avanzamento $V_a = a n$ [mm/min]
- ✓ profondità di passata p : spessore di truciolo che si asporta in direzione perpendicolare alla superficie lavorata = $(D-d)/2$
- ✓ potenza di taglio P_t : è la potenza necessaria all'asportazione del truciolo del materiale in lavorazione = $F_t V_t / 60000$ [kW] dove F_t è la forza di taglio = $K_s A$:
 - K_s : coefficiente di strappamento, che è dipendente dal materiale e dall'angolo di spoglia superiore γ .
 - A : sezione del truciolo = $p a$
- ✓ potenza necessaria $P_m = P_t / \eta$ dove η è il rendimento (0,70-0,75).
- ✓ tempo di lavorazione (tempo macchina) T_{ma} : noti a e n , è il tempo necessario ad eseguire la tornitura cilindrica di lunghezza $L = (L+e)/na$, dove e è l'extracorsa ovvero la distanza dalla quale avviare l'utensile.

la potenza necessaria per l'avanzamento è trascurabile rispetto a quella di taglio.

le lavorazioni ad asportazione di truciolo – i torni

Il ciclo n. D3.1 riguarda la lavorazione al tornio di un *perno forato*. In questo caso, trattandosi di lavorazioni alle macchine utensili, sono stati previsti i valori dei parametri di taglio, velocità di rotazione del pezzo e avanzamento dell'utensile.

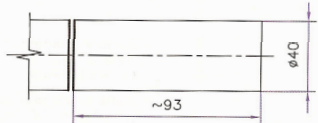
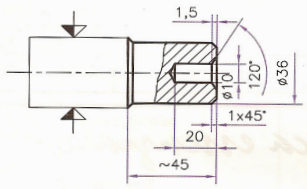


Ciclo D3.1 Perno forato di centraggio conico.

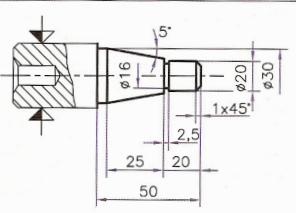
Materiale: Fe 590; Tolleranze generali UNI ISO 2768 - m;

$\sqrt[3,2]{\left(\frac{1,6}{\sqrt{\quad}}\right)}$

le lavorazioni ad asportazione di truciolo – i torni

Scuola/Ditta		CARTELLINO DEL CICLO DI LAVORAZIONE		Foglio n. 1/2	
Caratteristiche elemento finito					
Denominazione: Perno con centraggio conico			Trattamenti termici:		
Ciclo n. D 3.1	Complessivo n.	Particolare n.	Quantità: 20		
Compilatore:		Visto:	Data:		
Caratteristiche materiale e semilavorato di partenza					
Materiale: Fe 590		Rm [N/mm ²]: 590+700	Durezza HB: 185		
Ricavato da: Laminato $\phi 40$			Massa [Kg]:		
N.	Descrizione operazione	Macchina	Utensili, attrezzi e calibri	Tempi	
10	 <p>10.1–Taglio degli spezzoni da barra</p>	Seghetto alternativo	–Riga millimetrata	3	
20	 <p>20.1–Chiusura dello spezzone nell'autocentrante 20.2–Esecuzione sfacciatura (p~1,5) 20.3–Esecuzione tornitura cilindrica $\phi 36 \times 45$ 20.4–Esecuzione smusso 1,5x45° 20.5–Esecuzione foro da centro 20.6–Esecuzione foratura $\phi 10 \times 20$ 20.7–Esecuzione svasatura 1,5x120° 20.8–Controllo dimensionale</p>	Tornio parallelo	–Utensile piegato per passata 16x16 UNI 4103–P20 –Punta da centro A 2,5 UNI 3223 –Punta elicoidale N 10 UNI 5621 –Allargatore conico 120/16 UNI 6847 –Calibro 1/20	11,5	

le lavorazioni ad asportazione di truciolo – i torni

CICLO n. D 3.1		CARTELLINO DEL CICLO DI LAVORAZIONE	Foglio n. 2/2	
N.	Descrizione operazione	Macchina	Utensili, attrezzi e calibri	Ter
30	 <p>30.1–Capovolgimento del pezzo e chiusura nell'auto-centrante sul diametro $\varnothing 36$ 30.2–Sfacciatura a quota ($l_{tot} = 90$) 30.3–Esecuzione tornitura cilindrica $\varnothing 30 \times 50$ 30.4–Esecuzione tornitura cilindrica di sgrossatura $\varnothing 21 \times 20$ 30.5–Tornitura di finitura $\varnothing 20 \times 20$ 30.6–Esecuzione gola $2,5 \times \varnothing 16$ 30.7–Esecuzione tornitura conica</p>	Tornio parallelo	–Utensile piegato per passata 16x16 UNI 4103–P20 –Utensile piegato per spallamenti 16x16 UNI 4104–P20 –Utensile 10x16 UNI 4109–P30 –Utensile dritto per passata 16x16 UNI 4102–P20	1
40	40.1–Collaudo dimensionale		–Calibro 1/20	

[L. Caligaris, S. Fava, C. Tomasello – TeknoMec – ed. Hoepli]

le lavorazioni ad asportazione di truciolo – i torni

Scuola/Ditta	FOGLIO ANALISI OPERAZIONE		Foglio n. 1/2								
Compilatore:	Visto:	Data:									
Disegno n.	Ciclo n. D 3.1	Operazione n. 20									
Utensili, calibri e attrezzi:		Schizzo dell'operazione									
Utensile piegato per passata 16x16 UNI 4103-P20											
Punta da centri A 2,5 UNI 3232											
Punta elicoidale N 10 UNI 5619											
Allargatore conico 120/16 UNI 6847											
Calibro 1/20											
Descrizione delle fasi		Velocità [m/min]	Giri [g/min]	Avanz. [mm/g] [mm/min]	Passate/Corse Prof. [mm] n.	Tempi [min]					
							t_{mf}	t_{mm}	t_{ml}	t_{ma}	
1. Prendere il pezzo montato sull'autocentrante con una sporgenza di circa 50 mm							0,90				
2. Ruotare la torretta portautensili (utensile piegato per passata UNI 4103-P20)							0,20				
3. Selezionare numero di giri		~90	720				0,15				
4. Avviare rotazione mandrino							0,05				
5. Accostare l'utensile							0,20				
6. Eseguire sfacciatura con avanzamento manuale				~0,15	~1,5	1		0,20			
7. Disimpegnare l'utensile							0,10				
8. Posizionare l'utensile per tornitura cilindrica							0,20				
9. Selezionare l'avanzamento automatico				0,10			0,15				
10. Attivare refrigerante							0,05				
11. Innestare l'avanzamento automatico							0,05				
12. Eseguire tornitura cilindrica $\varnothing 36 \times 45$					2	1				0,65	
13. Disinserire l'avanzamento automatico							0,05				
14. Disimpegnare l'utensile							0,10				
15. Disattivare refrigerante							0,05				
16. Accostare l'utensile							0,20				
17. Eseguire lo smusso con avanz. manuale								0,10			
18. Disimpegnare l'utensile							0,10				
19. Arrestare rotazione mandrino							0,05				
20. Montare nella controtesta la punta da centri							0,35				
21. Accostare la controtesta							0,20				
22. Selezionare numero di giri		~7	900				0,15				
23. Avviare rotazione mandrino							0,05				
24. Eseguire la centratura con avanz. manuale								0,10			
-Totali parziali								3,35	0,60		0,65

le lavorazioni ad asportazione di truciolo – i torni

Scuola/Ditta		FOGLIO ANALISI OPERAZIONE					Foglio n. 2/2 Ciclo n. D 3.1/Oper.		
Descrizione delle fasi	Velocità [m/min]	Giri [g/min]	Avanz. [mm/g] [mm/min]	Passate/Corse		Tempi [min]			
				Prof. [mm]	n.	t _{mf}	t _{mm}	t _{ml}	
Riporto tempi						3,35	0,60		
25. Arrestare rotazione mandrino						0,05			
26. Allontanare la controtesta						0,20			
27. Smontare la punta da centri						0,35			
28. Montare nella controtesta la punta elicoidale						0,35			
29. Accostare la contropunta						0,20			
30. Selezionare numero di giri	~18	570				0,15			
31. Avviare rotazione mandrino						0,05			
32. Attivare refrigerante						0,05			
33. Eseguire foratura Ø10x20 con avanz. manuale			~0,1				0,45		
34. Disimpegnare la punta						0,10			
35. Disattivare refrigerante						0,05			
36. Arrestare rotazione mandrino						0,05			
37. Allontanare la controtesta						0,20			
38. Smontare la punta elicoidale						0,35			
39. Montare nella controtesta l'allargatore conico						0,35			
40. Accostare la controtesta						0,20			
41. Selezionare numero di giri	~6	190				0,15			
42. Avviare rotazione mandrino						0,05			
43. Eseguire la svasatura con avanz. manuale							0,10		
44. Disimpegnare l'utensile						0,10			
45. Arrestare rotazione mandrino						0,05			
46. Allontanare la controtesta						0,20			
47. Smontare l'allargatore conico						0,35			
48. Smontare il pezzo dall'autocentrante						0,15			
49. Eseguire il controllo dimensionale						0,50			
Totale tempi						7,60	1,15	—	

Determinazione del tempo assegnato all'operazione numero 20 del ciclo 7.2

t_{mf} = tempo manuale a macchina ferma
 t_{man} = tempo manuale maggiorato
 t_{ma} = tempo macchina con avanzamento automatico
 t_{mm} = tempo macchina con avanzamento manuale

Per tener conto degli effetti stancanti della lavorazione sull'addetto si maggiorano i tempi manuali del 20%

$$t_{man} = t_{mf} \times 1,20 = 7,60 \times 1,20 = 9,12 \text{ min}$$

Poichè i tempi macchina con avanzamento automatico (t_{ma}) e i tempi macchina con avanzamento manuale (t_{mm}) non sono soggetti a maggiorazioni il tempo operazione (t_{op}) diventa:

$$t_{op} = t_{man} + t_{ma} + t_{mm} = 9,12 + 0,65 + 1,15 = 10,92 \text{ min}$$

Per tener conto di eventuali intoppi durante la lavorazione e delle esigenze fisiologiche dell'addetto il tempo operazione viene ulteriormente aumentato del 5% ottenendo il tempo assegnato (t_{as}), da cui:

$$t_{as} = t_{op} \times 1,05 = 10,92 \times 1,05 = 11,5 \text{ min}$$

Il tempo 11,5 minuti potrà essere riportato come tempo di riferimento sul cartellino del ciclo di lavorazione.