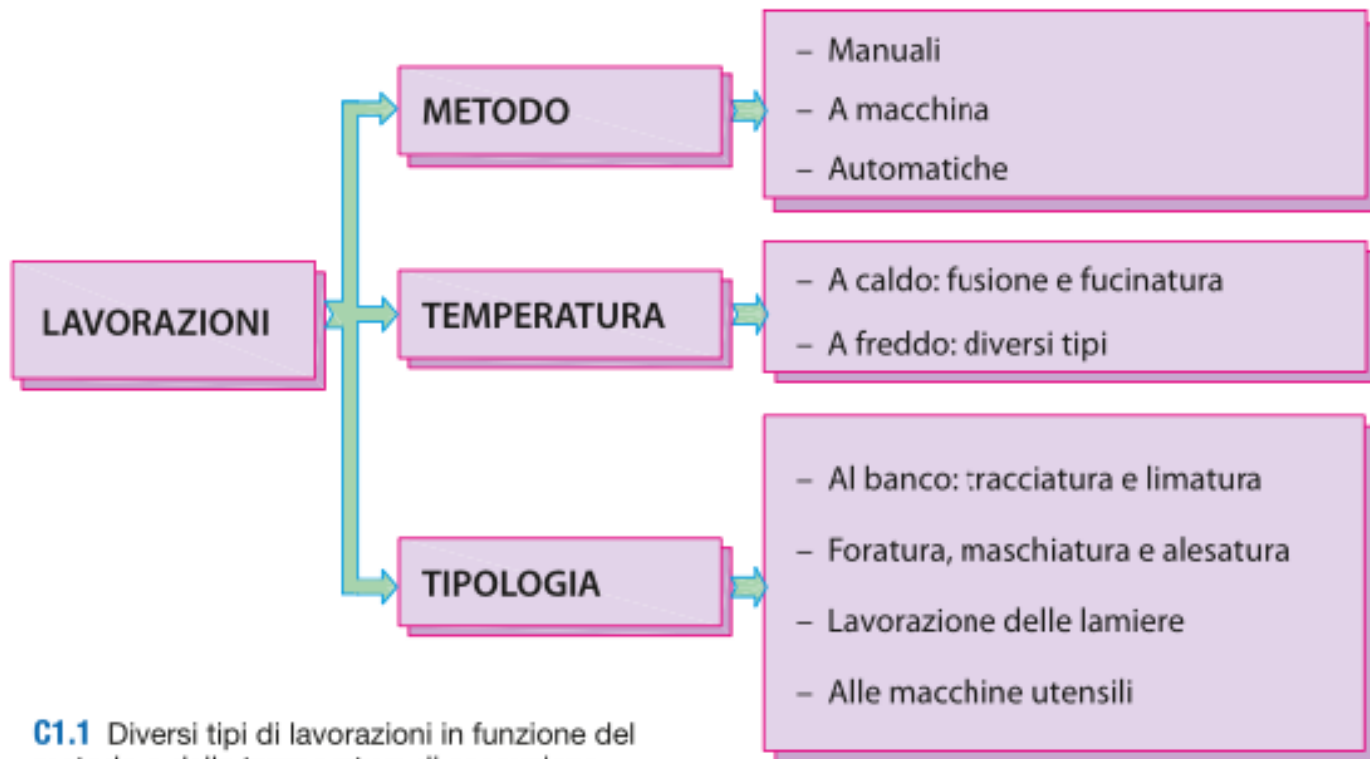


A close-up photograph of a mechanical assembly. A silver-colored threaded rod is inserted through a hole in a dark metal component. A serrated metal strip is positioned across the rod. The background shows other parts of the assembly, including a metal plate with some markings and a circular hole. The lighting is dramatic, highlighting the textures and metallic surfaces.

PROCESSI CARATTERISTICI DELLA MECCANICA: LE LAVORAZIONI

Le lavorazioni hanno lo scopo di cambiare la forma o le caratteristiche di un materiale, seguendo tutte le indicazioni prescritte da un disegno. Le lavorazioni con le quali si ottengono prodotti finiti si possono classificare secondo tre indicatori.



C1.1 Diversi tipi di lavorazioni in funzione del metodo e della temperatura di esecuzione.

•**Lavorazioni manuali:** sono effettuate dall'uomo, in modo artigianale, con l'ausilio di macchine e attrezzi che facilitano l'esecuzione di alcune fasi particolari.

•**Lavorazioni a macchina:** Sono effettuate con il fondamentale utilizzo di macchine operatrici e limitati interventi dell'uomo (montaggio dei pezzi, avvio delle macchine e controllo della lavorazione).

•**Lavorazioni automatiche:** Sono effettuate dalle macchine operatrici dotate di automatismi che provvedono al montaggio dei pezzi, al controllo della lavorazione e dell'intero processo.

•**LAVORAZIONI A CALDO**, sono quelle ottenute senza asportazione di truciolo. Il materiale viene modellato dopo aver subito un riscaldamento a una certa temperatura. Le più utilizzate sono la fucinatura e la fusione.

FUSIONE: il metallo viene portato allo stato liquido e colato in uno stampo.

FUCINATURA: il metallo viene riscaldato fino ad acquistare migliori caratteristiche di deformabilità plastica, e quindi lavorato con maglio o pressa oppure con processi di laminazione, trafilatura, ecc...

•**LAVORAZIONI A FREDDO**, sono quelle effettuate a temperatura ambiente e si dividono in lavorazioni con asportazione di truciolo e per deformazione plastica. Le principali lavorazioni con asportazione di truciolo mediante opportuni utensili, sono: - lavorazioni al banco- foratura, alesatura e filettatura a mano;- tornitura, fresatura e rettifica- lavorazione della lamiera.

Tra le lavorazioni eseguite per deformazione plastica le più significative sono lo stampaggio, la piegatura e la tranciatura delle lamiere.

LAVORAZIONI AL BANCO

Le lavorazioni al banco sono tutte quelle operazioni effettuate con l'ausilio di un banco di lavoro per il fissaggio del pezzo (morsa) e l'appoggio di attrezzi e strumenti.



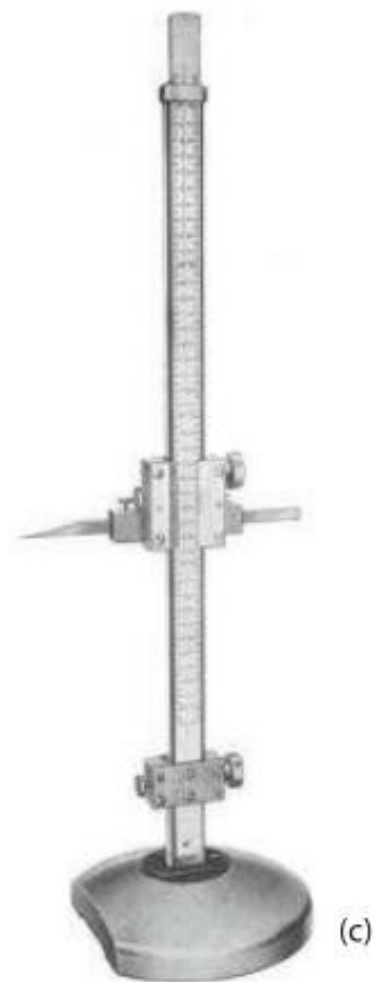
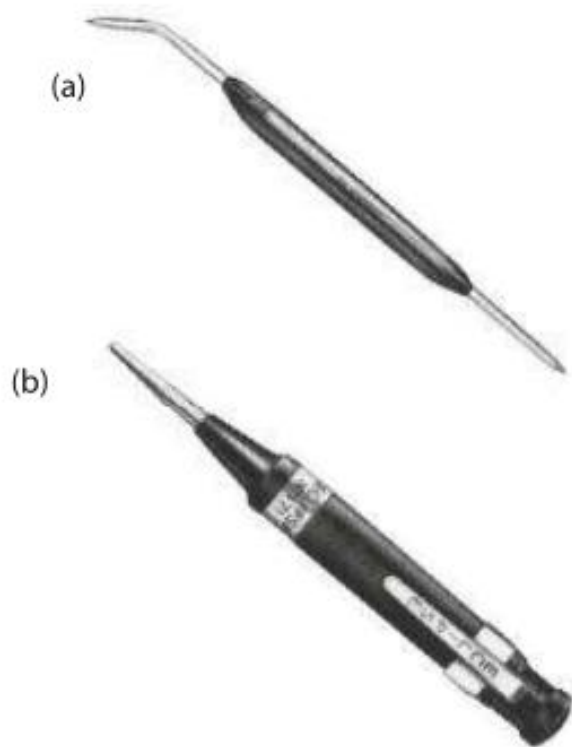
Le più importanti sono:

- tracciatura;
- limatura;
- taglio a mano col seghetto;
- alesatura;
- filettatura;
- sbavatura.

TRACCIATURA

L'operazione di tracciatura viene eseguita per piccolissime produzioni. Essa consiste nel riportare sul pezzo da lavorare le linee che delimitano generalmente il profilo del pezzo finito, gli assi dei fori da praticare con il centro evidenziato, e ogni altra indicazione che faciliti le lavorazioni da eseguire. Questa operazione si effettua utilizzando diversi attrezzi:

- punta a tracciare, diritta o piegata, per tracciare le linee;
- bulino o punzone per marcare linee, punti di riferimento e i centri dei fori;
- truschino universale o con nonio di precisione per tracciare rette orizzontali o riportare altezze;
- compasso a punte per tracciare circonferenze o riportare distanze.



C1.5 Attrezzi utilizzati per l'operazione di tracciatura: a) punta a tracciare in acciaio temprato; b) bulino o punzone; c) truschino altimetro di precisione; d) compasso con cerniera e guida.

LIMATURA

La limatura è una lavorazione al banco effettuata con un utensile, denominato lima, manovrato a mano, con il quale si asporta il sovrametallo sotto forma di piccoli trucioli.

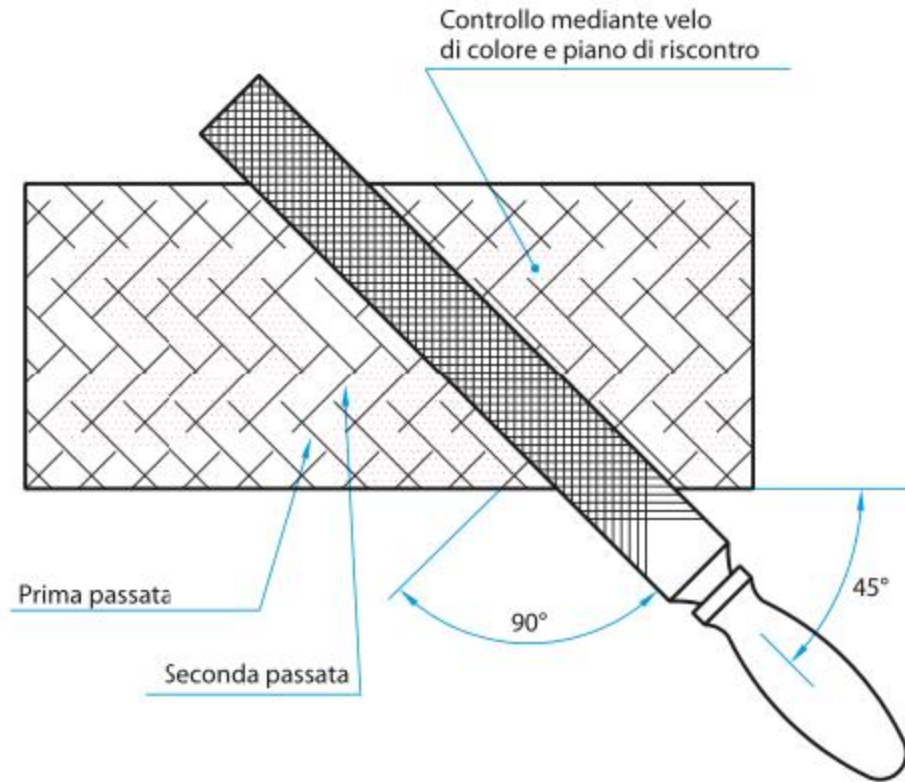
La **lima** è una barra di acciaio temprato sulla quale sono ricavati numerosi taglienti.

Essa viene classificata in funzione delle seguenti caratteristiche:

- sezione trasversale: piatta, mezza tonda, tonda, quadrata, triangolare;
- grandezza del taglio: grosso [G], bastardo [B], mezzo dolce [$\frac{1}{2}$ D], dolce [D], dolcissimo [DD];
- lunghezza: grande, media, piccola.



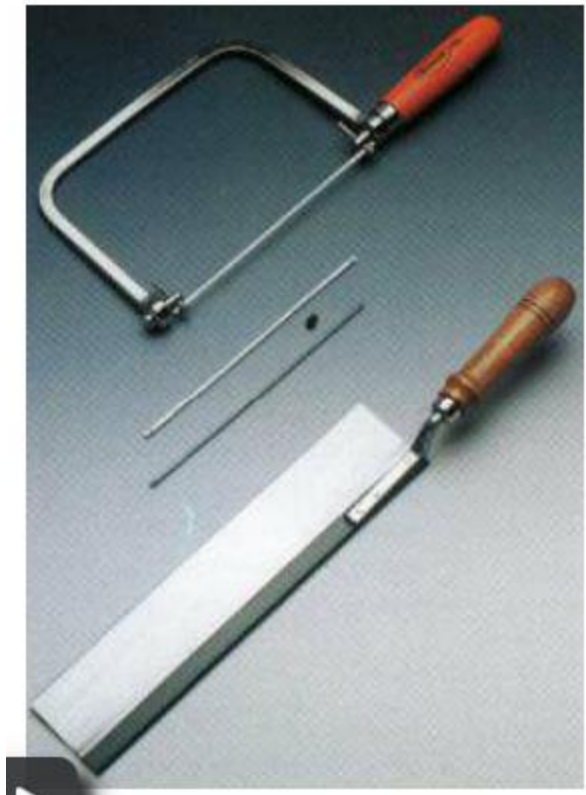
C1.7 Principali tipi di lime.



C1.8 Operazione di limatura di una superficie e di controllo della planarità.

TAGLIO

Il taglio a mano è una operazione da banco molto frequente e viene effettuata mediante seghetto. Esso è costituito da un archetto, un'impugnatura e una lama adatta per tagliare metalli. La lama, in metallo duro, è munita di piccoli denti triangolari che sporgono dallo spessore della lama alternativamente verso destra e verso sinistra. Questa disposizione dei denti ha lo scopo di fare strada, cioè di ottenere un taglio di larghezza superiore e allo spessore della lama, limitando l'attrito e, perciò, lo sforzo di taglio.



FILETTATURA

È l'operazione mediante la quale si pratica, sulla superficie cilindrica esterna di un pezzo metallico cilindrico o conico, uno solco elicoidale (filetto). Lo scopo di questa operazione è quello di ottenere viti e bulloni. Può essere effettuata a mano o a macchina, mediante filiere o utensili a taglio singolo.



MASCHIATURA



È l'operazione mediante la quale si pratica sulla superficie cilindrica interna di un pezzo metallico cilindrico o conico, un solco elicoidale. Lo scopo di questa operazione è quello di filettare la superficie interna dei fori destinati ad alloggiare viti e bulloni: gli utensili utilizzati sono i maschi che possono essere azionati a mano e a macchina.

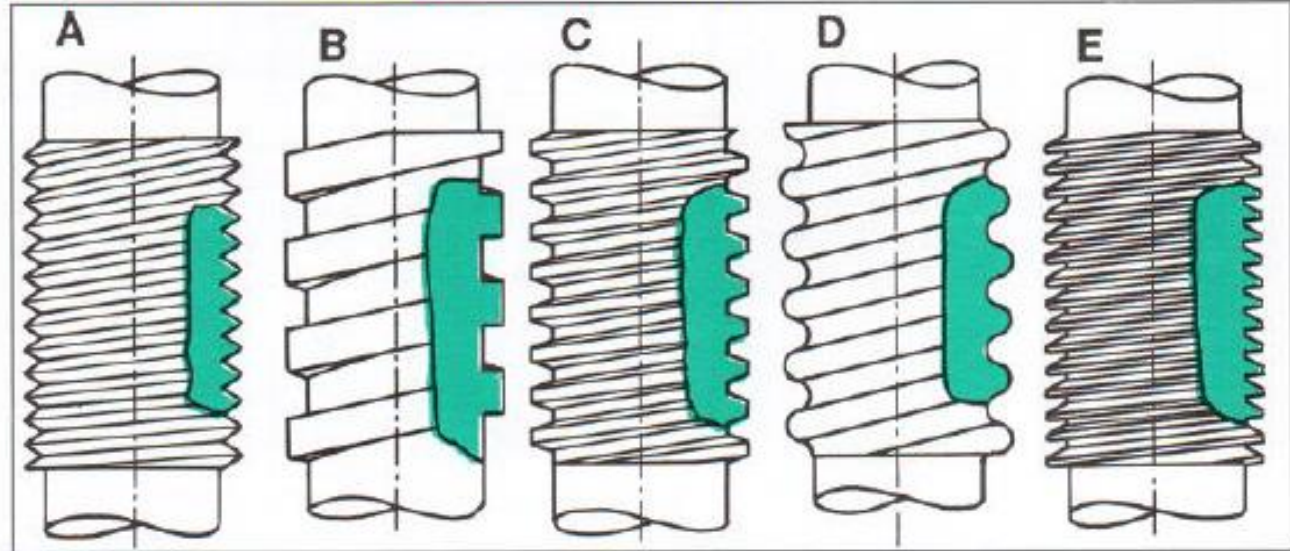


Filettature

Profilo

È la forma geometrica della sezione del filetto. Può essere:

- A Triangolare
- B Quadrata
- C Trapezia
- D Tonda
- E A dente di sega



I diversi profili assicurano alle viti proprietà e caratteristiche diverse che dipendono dalle dimensioni della vite, dalle sue funzioni, dagli sforzi in gioco, dalla precisione richiesta, ecc.

TIPI DI FILETTATURA

Tra i principali tipi usati sono da elencare:

1. filettatura metrica ISO

usata prevalentemente in meccanica

2. Filettatura Whitworth

usata prevalentemente in meccanica

3. Filettatura trapezia

usata prevalentemente in meccanica

4. Filettatura a dente di sega

“ ”

5. Filettatura di tubazioni

usata nelle giunzioni di tubi per gas o liquidi.

6. Filettature Edison

usata negli attacchi per lampadine.

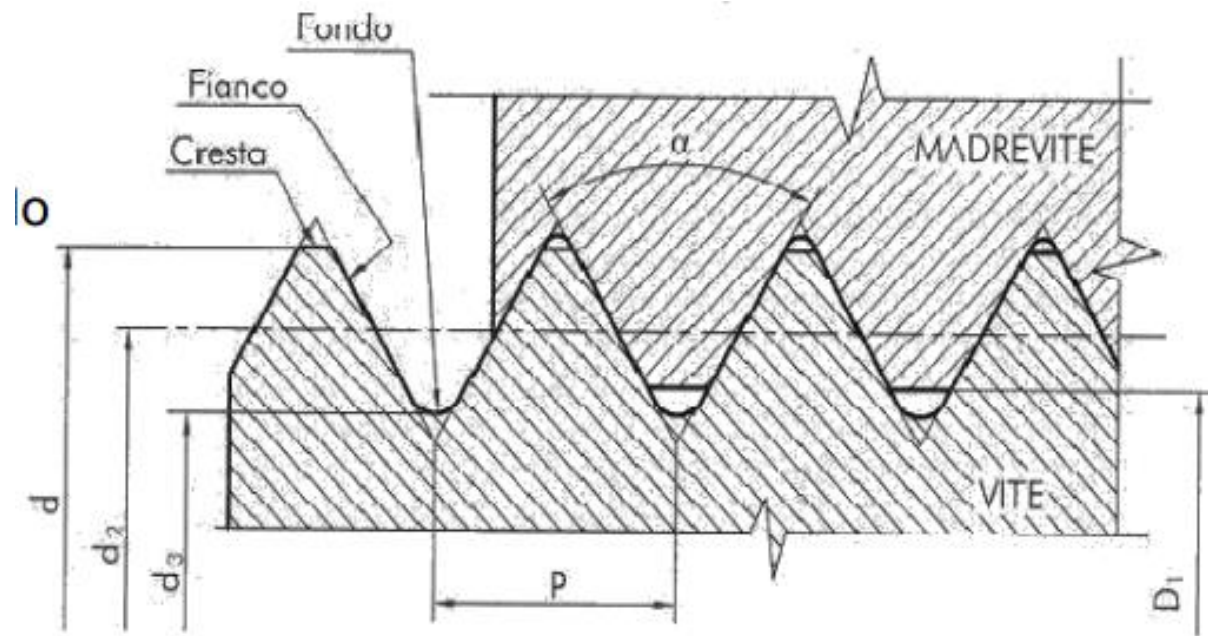
7. Filettatura di viti per legno

usata in falegnameria

FILETTATURA METRICA ISO

Le filettature sono caratterizzate dai seguenti elementi dimensionali:

- **PASSO** (p): distanza tra due filetti consecutivi
- **DIAMETRO DI NOCCIOLO** (d_3): diametro di fondo della vite
- **DIAMETRO NOMINALE** (d_n): diametro esterno della vite
- **ANGOLO AL VERTICE** (α): angolo del triangolo generatore, nel caso delle filettature metriche vale 60° .



Elementi caratteristici di una filettatura triangolare

FILETTATURA METRICA ISO

È caratterizzata da un profilo a sezione triangolare.

Questa filettatura prevede un **passo grosso** e un **passo fine**.

La **filettatura a passo grosso** è indicata dalla lettera maiuscola " **M** " seguita dal diametro espresso in millimetri.

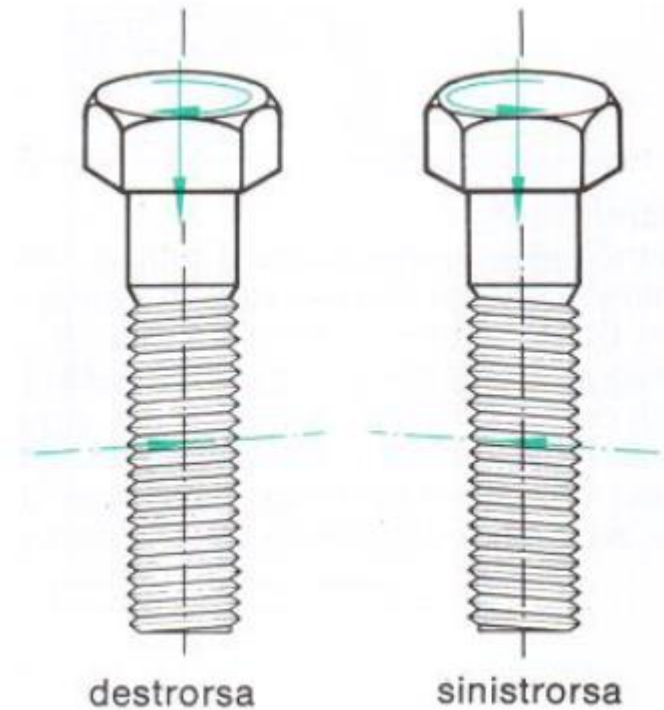
Ad esempio la sigla **M12** individua una filettatura con passo grosso di diametro 12 mm.

Nella **filettatura a passo fine** occorre invece aggiungere la lettera minuscola "x" seguita da una cifra che indica il passo espresso in millimetri.

Ad esempio la sigla **M12x1,25** indica una filettatura metrica a passo fine con diametro 12 mm e passo 1,25 mm.

FILETTATURE DESTRORE E SINISTRORE

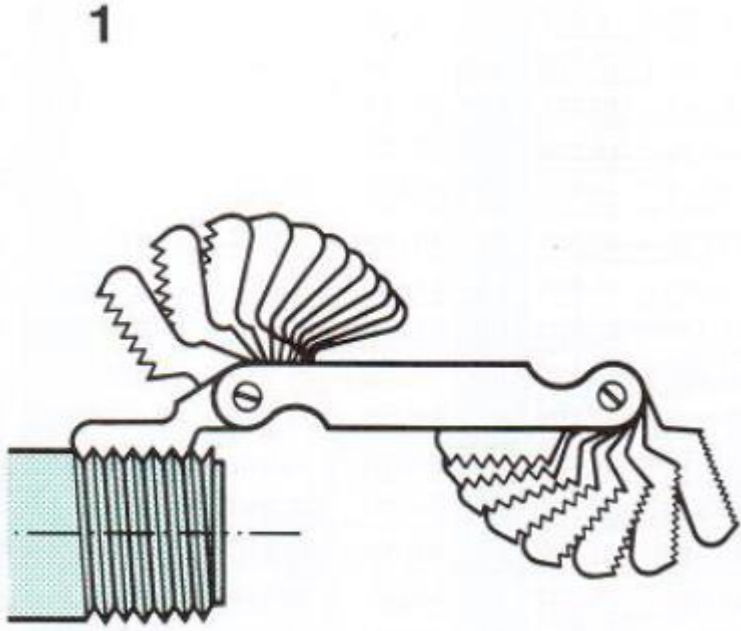
Se una filettatura, ruotando in senso orario si avvita è detta destrorsa, nel caso contrario è detta sinistrorsa.



CONTROLLO DI UNA VITE MEDIANTE CONTAFILETTI

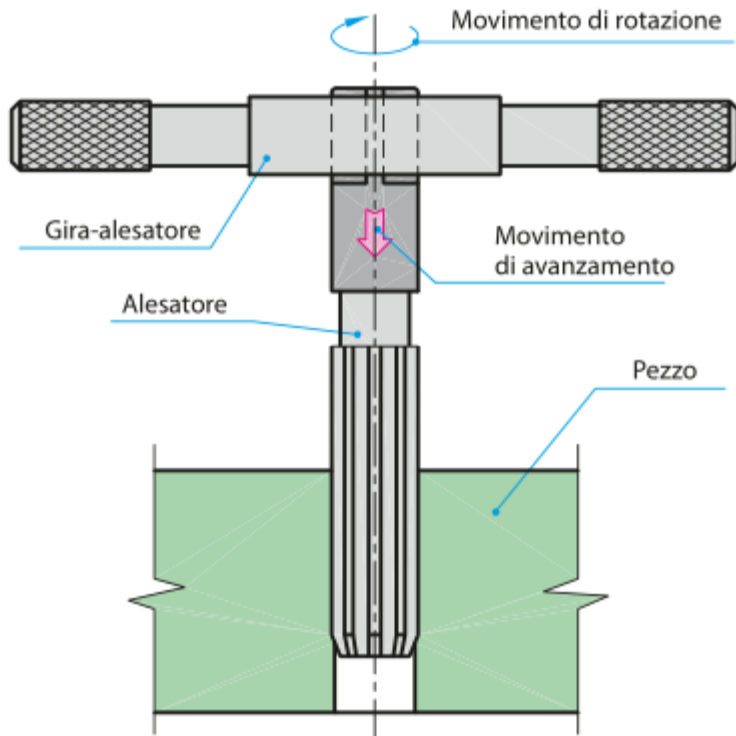
Spesso è necessario determinare rapidamente il passo di un pezzo già filettato, ad esempio per ricercare il dado adatto, per filettare la madrevite ecc.

Allo scopo esistono i contafiletti (1), raccolta di calibri sagomati a ognuno dei quali corrisponde un passo determinato.



ALESATURA

È un'operazione di finitura che si effettua successivamente alla foratura, allo scopo di perfezionarne la forma, le dimensioni. Gli utensili adoperati sono gli alesatori, azionati a mano o a macchina.



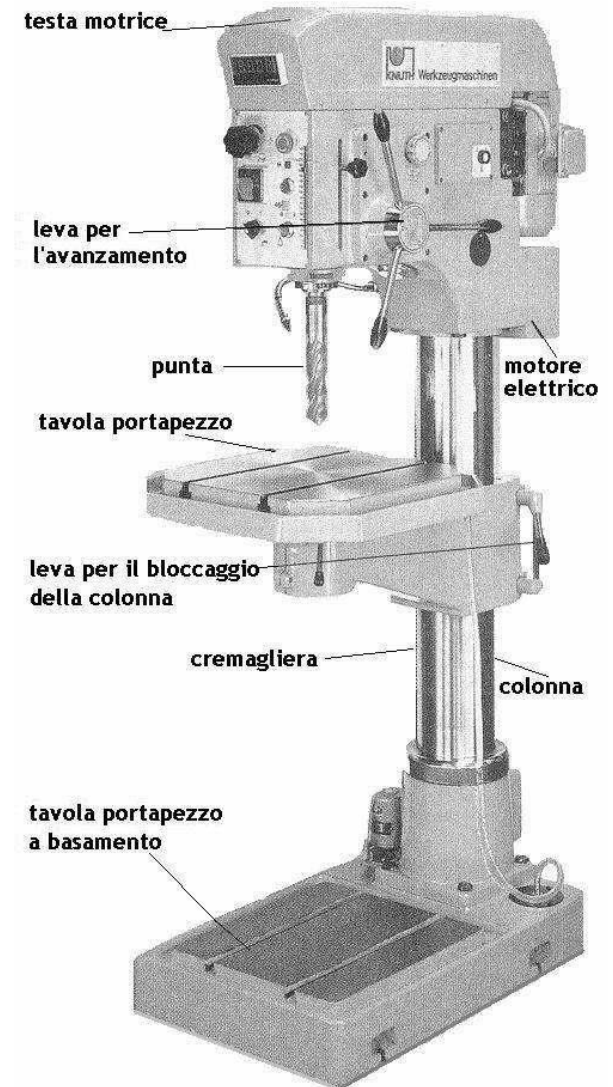
- alesatori a mano con codolo cilindrico [fig. C1.21a];
- alesatori a macchina con codolo conico Morse [fig. C1.21b].



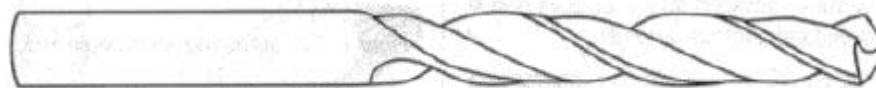
C1.21 Alesatori di tipo differente: a) con codolo cilindrico; b) con codolo conico.

FORATURA AL TRAPANO

Viene chiamata foratura la lavorazione per asportazione di truciolo mediante la quale si realizzano fori a sezione circolare. Le lavorazioni di foratura possono essere eseguite su trapani, su torni e su fresatrici.



Per lavorare al trapano si usano le punte elicoidali in acciaio temprato o in metallo duro, che possono avere il codolo cilindrico o conico.



Punta con codolo cilindrico.



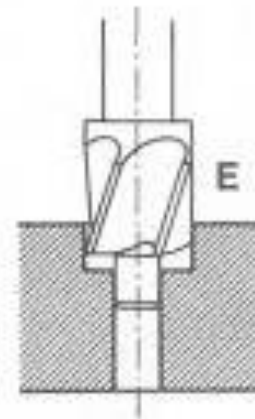
Punta con codolo conico.

Alcune punte elicoidali vengono realizzate con il codolo di attacco a forma conica (coni Morse numerate da 1 a 5 in funzione della grandezza) per consentire il loro bloccaggio rapido, mediante attrito, su una corrispondente sede conica ricavata all'interno del mandrino da trapano.



LAMATURA

La **lamatura** è una lavorazione meccanica che consiste in un foro cilindrico col fondo piatto, che allarga un altro foro coassiale. Viene creata tramite un utensile lamatore. La lamatura è usata solitamente quando la testa di un elemento di fissaggio non deve sporgere dalla superficie del pezzo.

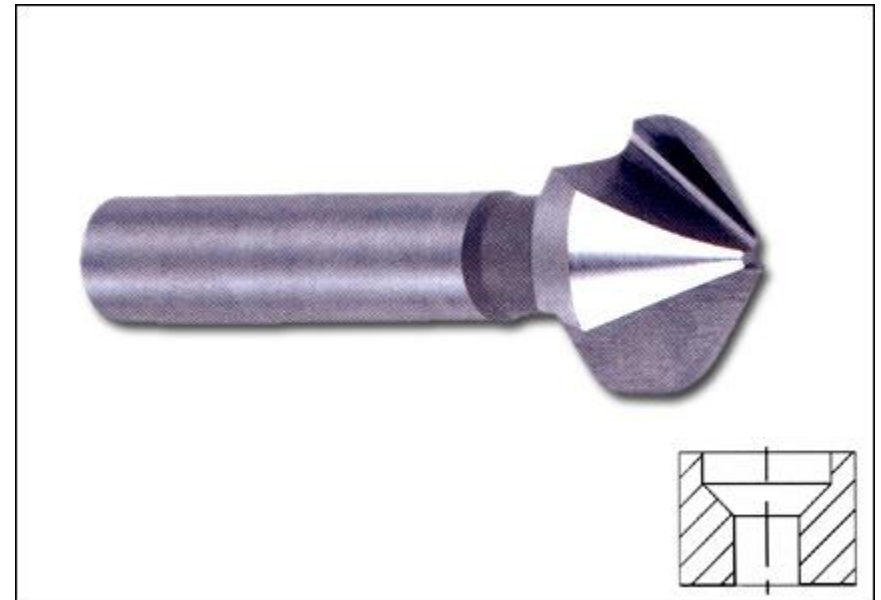


È una lavorazione eseguibile con tutte le macchine utensili (trapano, tornio, fresatrice, ecc.). Gli utensili sono detti LAMATORI



SVASATURA

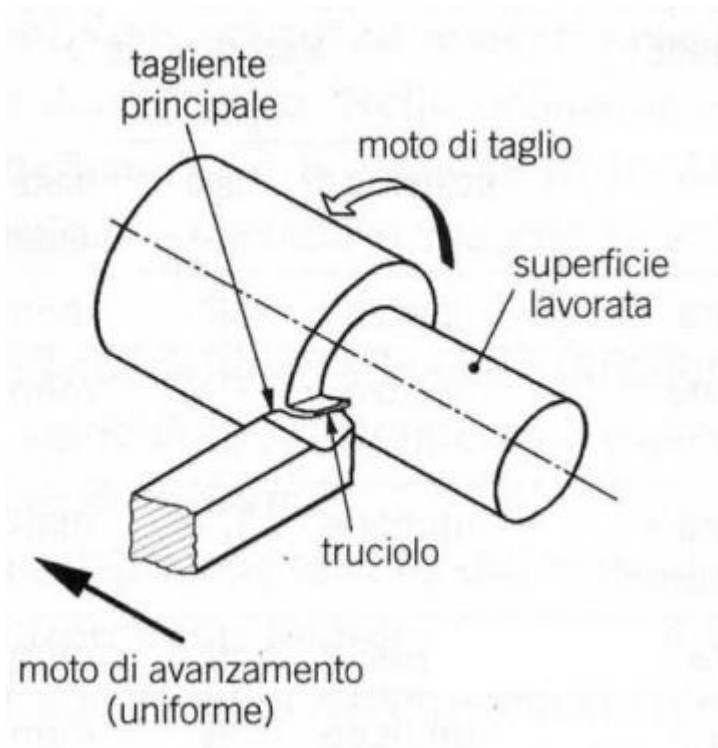
La **svasatura** è una lavorazione meccanica che consiste in un foro cilindrico con la testa conica. Viene creata tramite un utensile **svasatore**. La svasatura è usata solitamente quando la testa di un elemento di fissaggio non deve sporgere dalla superficie del pezzo.

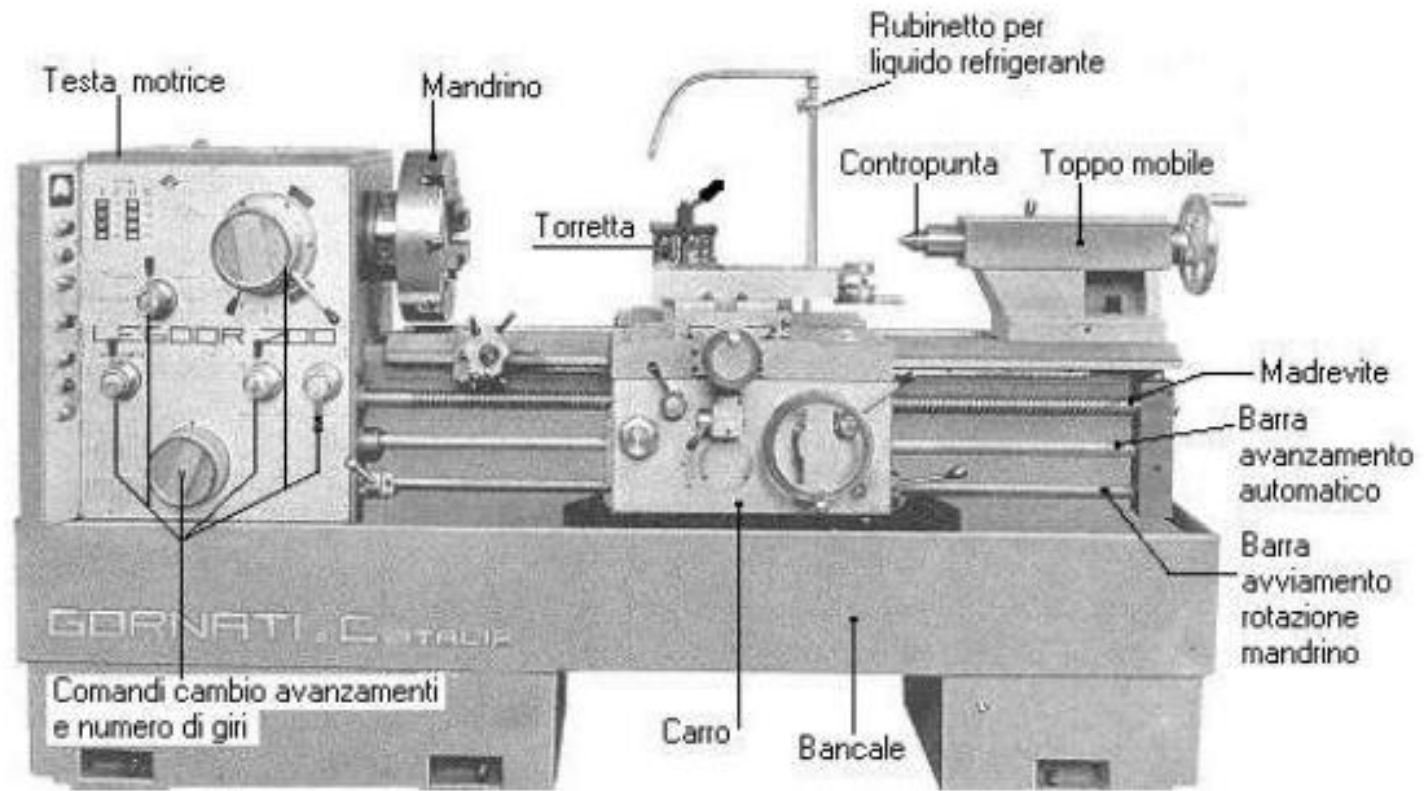


TORNIO PARALLELO

Il tornio parallelo è una macchina utensile. Funziona mettendo in rotazione il pezzo da lavorare, mentre un utensile ne asporta il materiale in eccesso rispetto alla forma voluta.

L'utensile può essere fatto avanzare parallelamente o con diverse angolazioni rispetto all'asse di rotazione, in modo da produrre superfici cilindriche o coniche.





Le lavorazioni che si possono eseguire sul tornio parallelo sono le seguenti :

- Tornitura cilindrica-conica
- Sfacciatura
- Troncatura
- Foratura-alesatura
- Filettatura

GLI UTENSILI

Gli utensili impiegati sul tornio sono numerosi, in relazione alle molteplici lavorazioni che la macchina è in grado di eseguire.



L'utensile deve avere le seguenti proprietà:

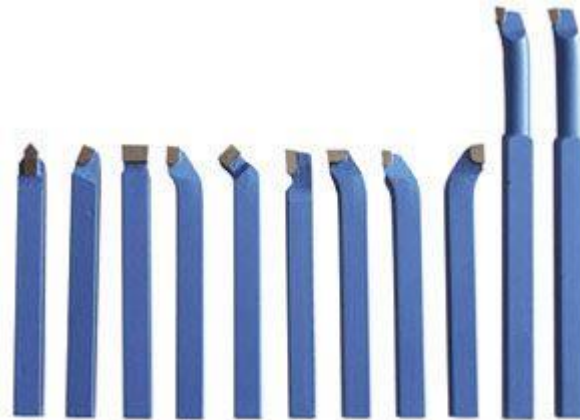
durezza a freddo per tagliare i materiali;

durezza a caldo per tagliare anche nelle condizioni severe di esercizio;

resilienza per resistere ai continui urti a cui il tagliente dell'utensile viene inevitabilmente sottoposto;

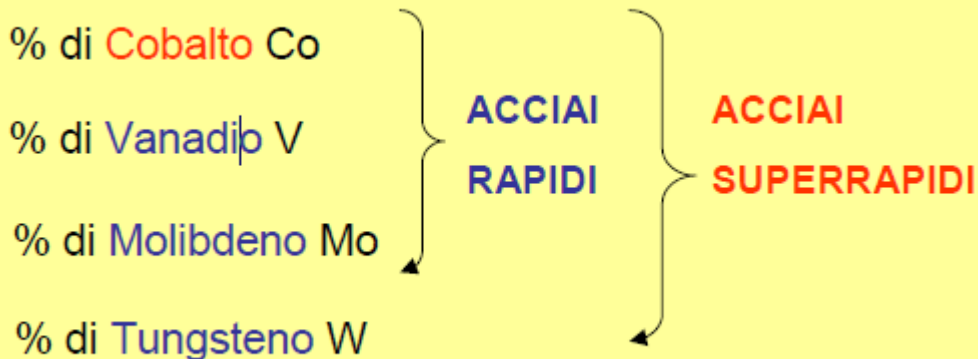
resistenza all'usura, cioè durata in esercizio senza variazioni eccessive della forma iniziale.

I materiali più impiegati per la costruzione degli utensili sono gli **acciai rapidi**, **superrapidi** e i **carburi sinterizzati**, in via eccezionale **anche materiali ceramici**.



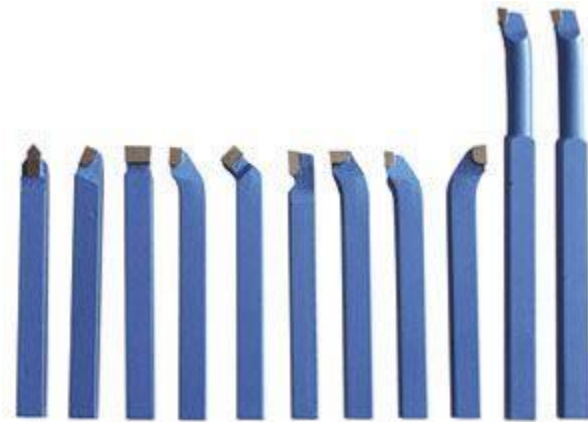
ACCIAI RAPIDI E SUPER RAPIDI











Gli acciai rapidi hanno una composizione chimica che comprende tungsteno, cromo, vanadio, molibdeno oltre al carbonio contenuto tra 0,7-1,5% . Gli acciai super rapidi hanno gli stessi elementi degli acciai rapidi e inoltre contengono l'elemento cobalto in percentuale variabile dal 4 al 12%. Il cobalto conferisce al tagliente una maggior durezza e una maggior resistenza all'usura anche a temperature intorno ai 600 °C.



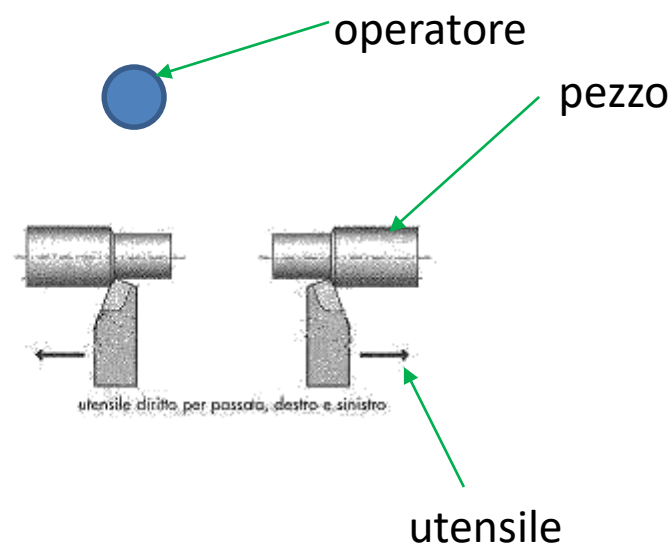
CARBURI METALLICI SINTERIZZATI

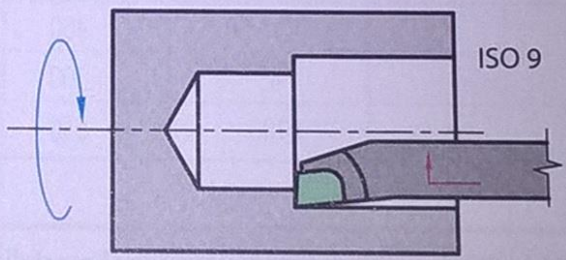
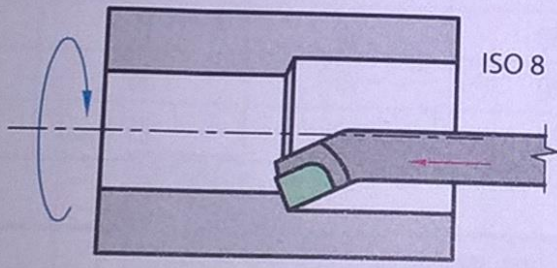
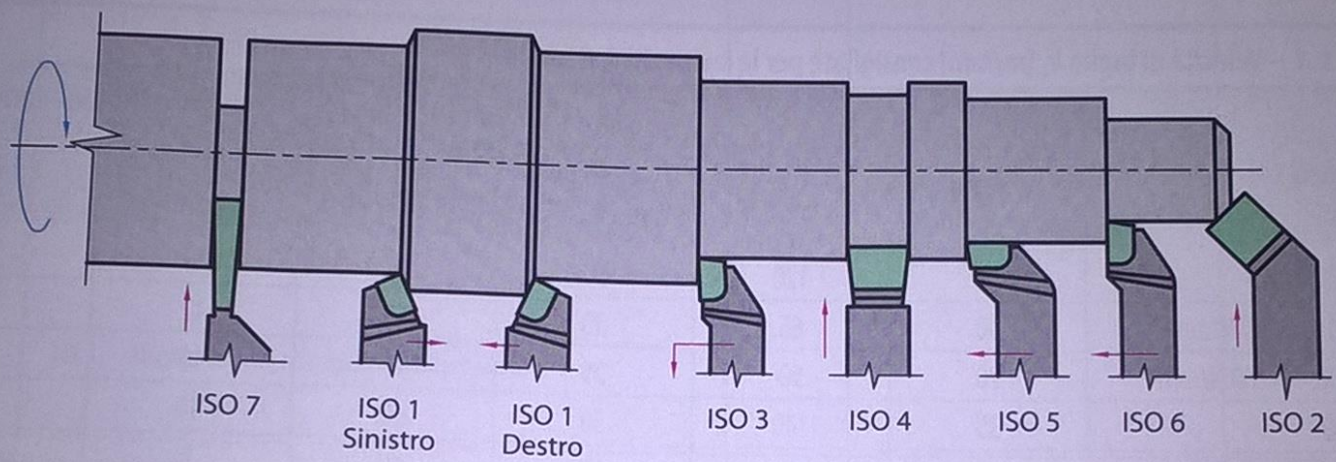
I carburi metallici sinterizzati sono noti anche come metalli duri, metalli tipo [Widia](#). Si ottengono con il processo della metallurgia delle polveri che permette di produrre delle placchette da fissare successivamente sullo stelo dell'utensile



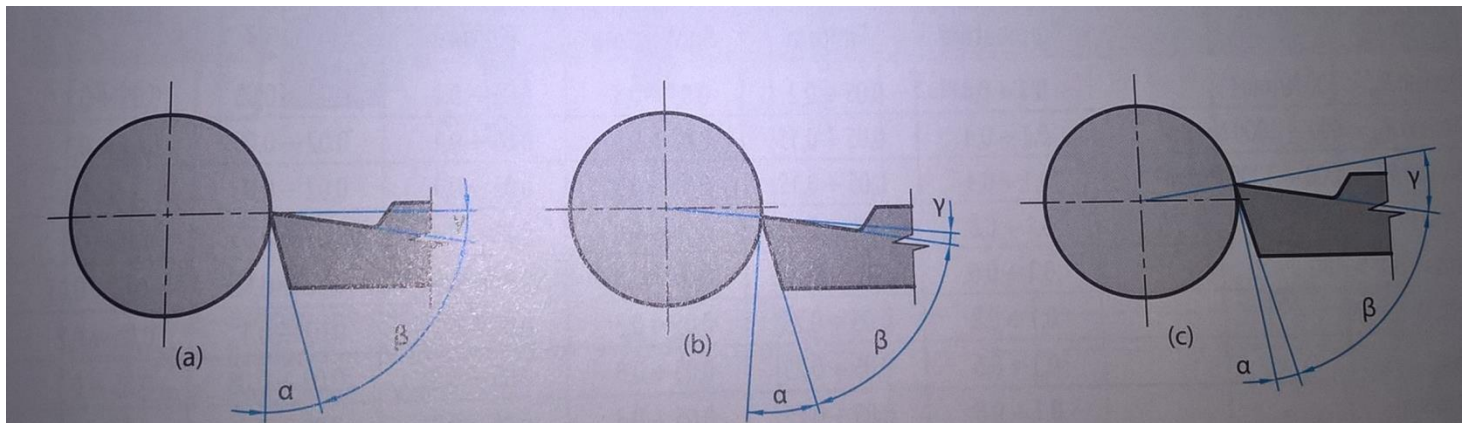
| | |
|--|---|
|  <p>ISO 1 <i>Utensili diritti per passata.</i> <i>(con senso di taglio destro e sinistro)</i></p> <p>UNI 4102</p> |  <p>ISO 4 <i>Utensili frontali a testa larga.</i></p> <p>UNI 4107</p> |
|  <p>ISO 2 <i>Utensili piegati (a destra e a sinistra) per passata.</i></p> <p>UNI 4103</p> |  <p>ISO 5 <i>Utensili piegati (a destra e a sinistra) per sfacciatura.</i></p> <p>UNI 4108</p> |
|  <p>ISO 6 <i>Utensili piegati (a destra e a sinistra) per spallamenti retti.</i></p> <p>UNI 4104</p> |  <p>ISO 7 <i>Utensili per troncatura.</i> <i>(destri e sinistri)</i></p> <p>UNI 4109</p> |
|  <p>— <i>Utensili diritti per finitura.</i></p> <p>UNI 4105</p> |  <p>ISO 8 <i>Utensili piegati per passata fori passanti.</i> <i>(con stelo a sezione quadra e tonda)</i></p> <p>UNI 4110</p> |
|  <p>ISO 3 <i>Utensili piegati (a destra e a sinistra) per finitura.</i></p> <p>UNI 4106</p> |  <p>ISO 9 <i>Utensili piegati per sfacciatura interna e per fori passanti.</i> <i>(con stelo a sezione quadra e tonda)</i></p> <p>UNI 4111</p> |

A seconda del verso di lavoro gli utensili sono definiti destri o sinistri. Il punto di vista è quello dell'operatore posto retro-pezzo





La punta dell'utensile deve essere posizionata all'altezza dell'asse del pezzo intervenendo su una vite di regolazione del portautensile. Questa operazione è necessaria, altrimenti gli angoli di spoglia superiore e inferiore risultano cambiati e l'utensile lavora male.



ALCUNE DEFINIZIONI

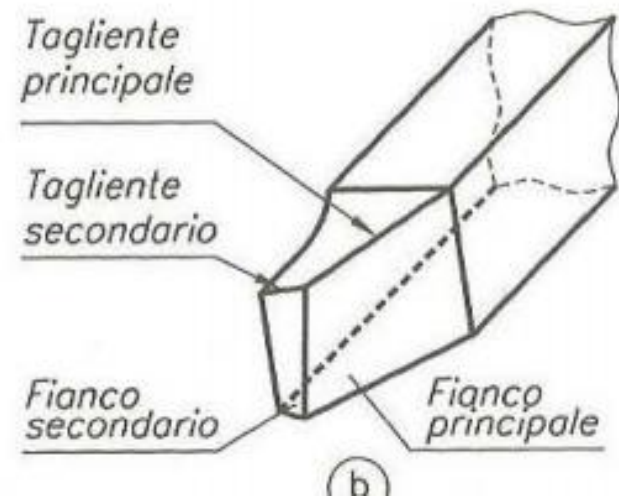
Testa: parte dell'utensile sulla quale sono ricavate le parti attive e i taglienti.

Stelo: parte dell'utensile (normalmente a sezione circolare o quadrata) adibita al bloccaggio.

Collo: eventuale parte dello stelo, a sezione ridotta, presente ad esempio in utensili da tornitura interna.

Base: parte dello stelo che appoggia sul porta-utensile.

Faccia o petto: superficie sulla quale scorre il truciolo.



Fianco principale: superficie adiacente alla faccia e alla superficie in lavorazione.

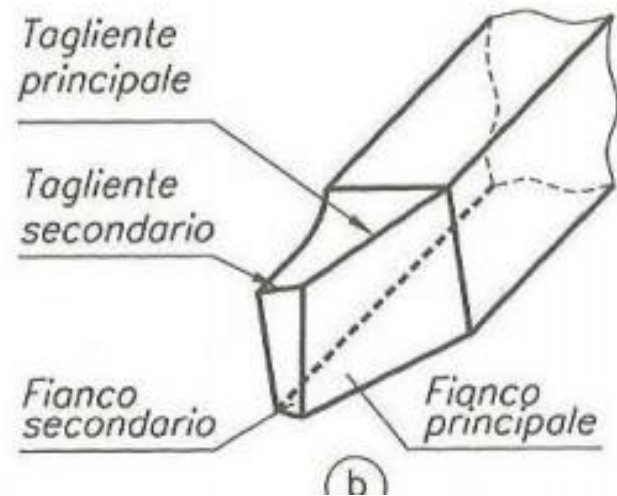
Fianco secondario: superficie adiacente alla faccia e alla superficie già lavorata.

Tagliente principale: è l'intersezione tra la faccia e il fianco principale.

Tagliente secondario: è l'intersezione tra la faccia e il fianco secondario.

Punta: è l'intersezione tra i taglienti.

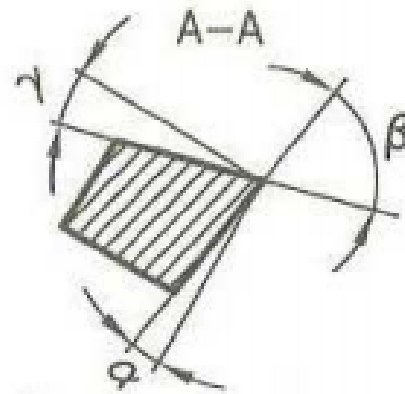
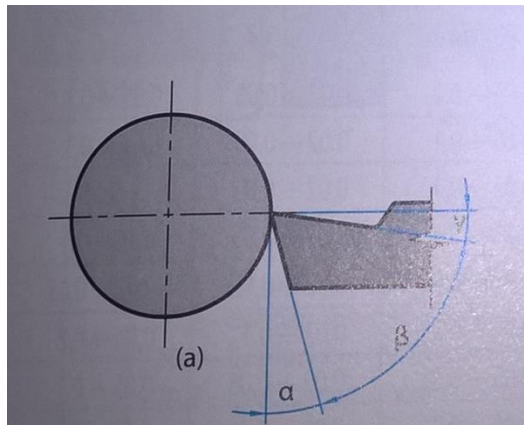
Piano di riferimento: è un piano parallelo alla base e passante per la punta dell'utensile.



ANGOLO DI SPOGLIA INFERIORE O DORSALE α

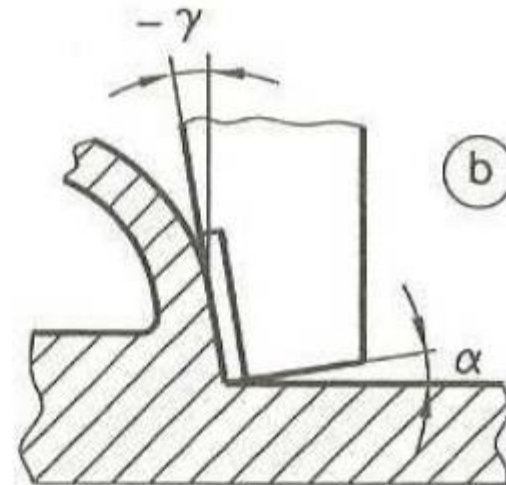
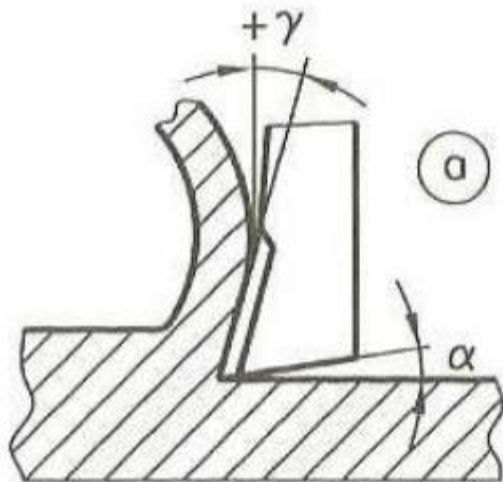
E' l'angolo tra il fianco principale e un piano perpendicolare a quello di riferimento e passante per il tagliente principale.

La funzione dell'angolo α è quella di impedire il "tallonamento", cioè lo strisciamento del fianco principale sulla superficie lavorata. L'angolo α deve essere piccolo per non indebolire l'utensile (per gli acciai l'angolo α assume valori nell'intervallo $4^\circ \div 8^\circ$).



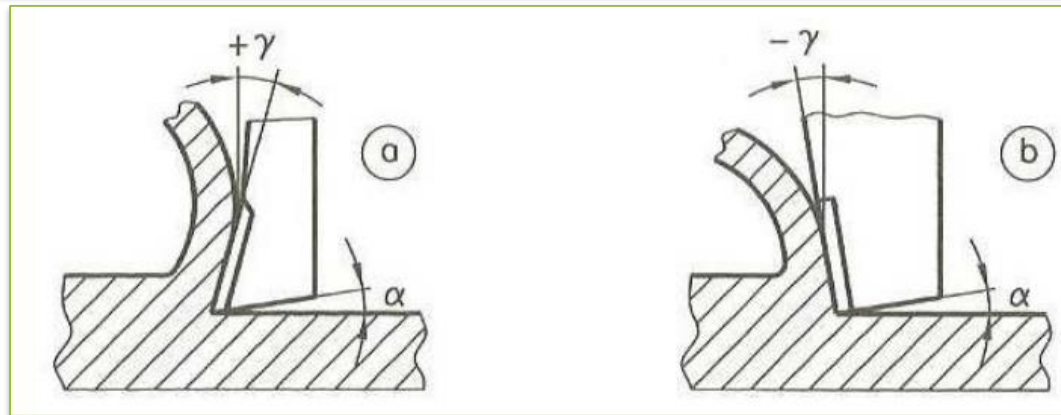
ANGOLO DI SPOGLIA SUPERIORE O FRONTALE γ

E' l'angolo formato dalla faccia e dal piano di riferimento



- L'angolo di spoglia superiore γ è positivo se il petto e la superficie lavorata formano un angolo minore di 90° .
- L'angolo di spoglia superiore γ è negativo se il petto e la superficie lavorata formano un angolo maggiore di 90° .

- Se γ è positivo il distacco del truciolo avviene per incuneamento dell'utensile nel materiale da tagliare (tipo scalpello)
- Se γ è negativo il distacco del truciolo avviene per strappamento del materiale da asportare (tipo raschietto).

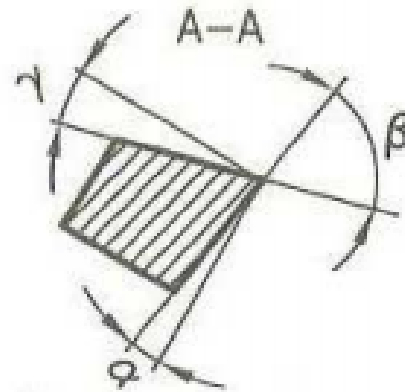
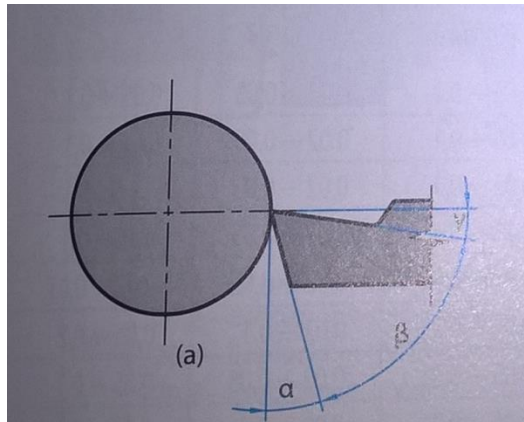


Un angolo γ positivo favorisce lo scorrimento del truciolo, determinando minore attrito e minor surriscaldamento dell'utensile, ma indebolisce l'utensile, poiché ne riduce la sezione resistente.

Un angolo γ negativo rende l'utensile più robusto e più idoneo per il taglio di materiali duri (es. ghise), per i quali è infatti necessaria una maggior forza di taglio (a parità di sezione di truciolo distaccato) e quindi una maggior resistenza dell'utensile.

ANGOLO DI TAGLIO O DI PUNTA β

E' l'angolo formato dalla faccia e dal fianco principale.
Determina la robustezza dell'utensile.



Tra gli angoli della sezione normale vale la relazione
(indipendentemente dal segno di γ):

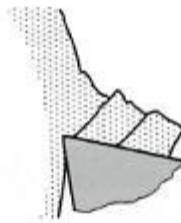
$$\alpha + \beta + \gamma = 90^\circ$$

Le variabili prima citate, la forma geometrica del tagliente e il suo posizionamento, i parametri di taglio, concorrono alla formazione di diversi tipi di **truciolo**.

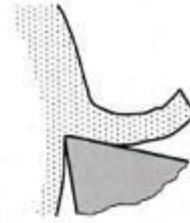
1. **Lungo continuo o fluente**, caratteristico dei *materiali duttili* lavorati con velocità di taglio relativamente alte.
2. **Lamellare segmentato**, presente negli *acciai inossidabili*
3. **Corto interrotto**, presente nei *materiali fragili* come la ghisa o nei duttili lavorati a basse velocità di taglio
4. **A spirale**, per gli *acciai dolci*
5. **Corto spaccato**, nei *materiali molto duri* come gli acciai temprati



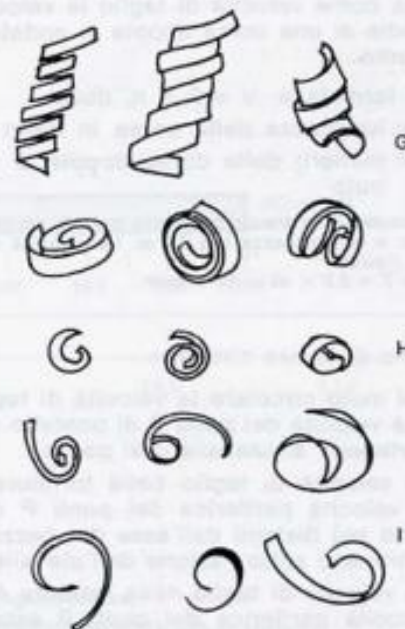
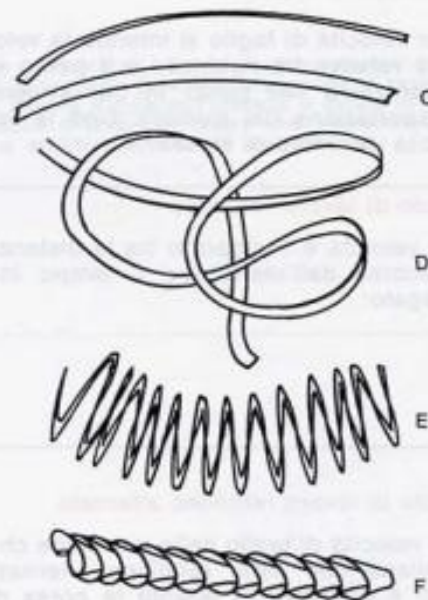
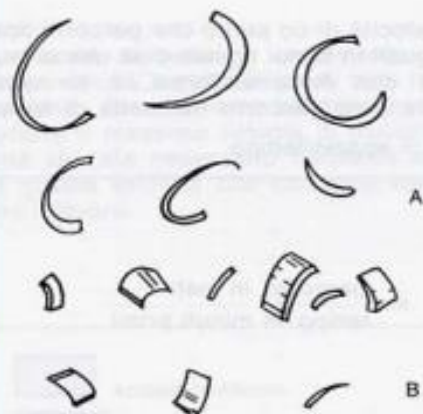
- Truciolo discontinuo.



- Truciolo segmentato.

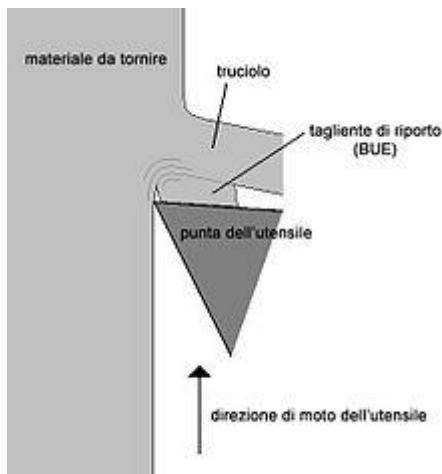


- Truciolo fluente.



- A Truciolo a C:
acciai extraduri.
- B Truciolo a schegge:
ghisa.
- C Truciolo rettilineo:
acciaio semirapido.
- D Truciolo contorto:
acciai da cementazione.
- E Truciolo attorcigliato piatto:
acciai da bonifica.
- F Truciolo elicoidale lungo:
acciaio dolce al carbonio, ottone.
- G Truciolo elicoidale corto:
leghe di alluminio.
- H Truciolo a spirale chiusa:
acciai dolci.
- I Truciolo a spirale aperta:
acciai semiduri.

Se si utilizzano velocità di taglio “medie” si ha un truciolo lungo con **tagliante di riporto** o materiale aderente. Il tagliante di riporto é una piccola porzione durissima di truciolo che aderisce al tagliante creando un deposito che si salda come un “cappuccio” al tagliante stesso. Esso é generato dal rilevante attrito tra truciolo ed utensile e peggiora la finitura della superficie lavorata. Si ha soprattutto con un truciolo lungo continuo.



USURA TAGLIENTI

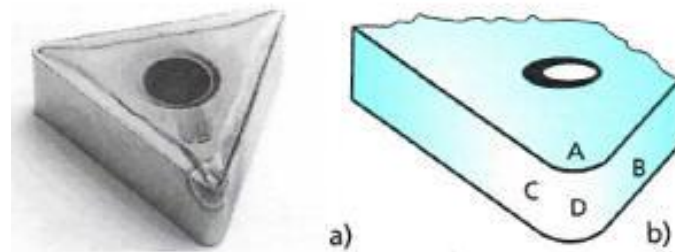
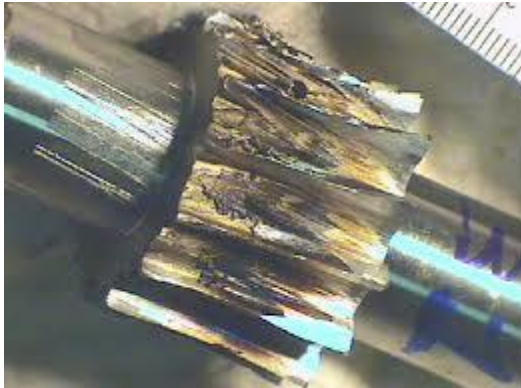
Per “**vita di un tagliente**” si intende il tempo di effettiva utilizzazione tra due affilature (nel caso di utensile in acciaio o di placchetta saldata sullo stelo) o fra due rotazioni dell’inserto (nel caso di inserto a fissaggio meccanico sullo stelo).

A causa dell’usura si verifica che:

- il tagliente si rompe a causa di un notevole aumento delle sollecitazioni a cui è sottoposto
- il tagliente modifica la propria forma o geometria di base a causa delle elevate temperature

Cause di usura sono:

- ✓ Velocità di taglio elevate
- ✓ Geometria del tagliente non corretta per il materiale in lavorazione
- ✓ Errato angolo di registrazione dell'utensile
- ✓ Qualità del metallo duro (widia) non adatta per il tipo di lavorazione



I principali tipi di usura sono quelli di seguito rappresentati:

Usura frontale



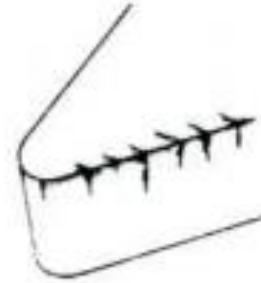
Deformazione



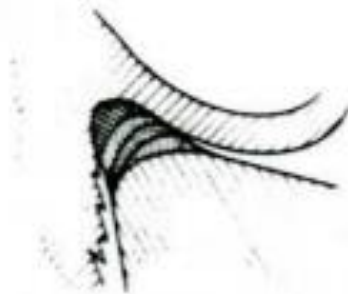
Craterizzazione



Incrinature



Tagliante di riporto



Scheggiatura



PARAMETRI DI TAGLIO

I moti di lavoro del tornio sono i seguenti:

- velocità di taglio con moto rotatorio (pezzo)

V_t [m/min]

- moto di avanzamento con moto rettilineo (utensile).

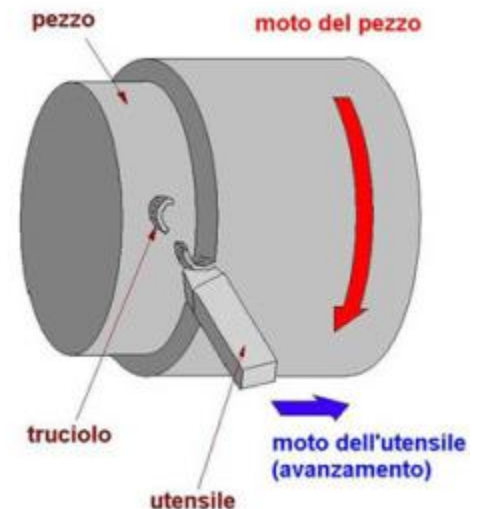
a [mm/giro]

- Numero di giri del mandrino

n [giri/min]

- Profondità di passata

p [mm]



Valori pratici dell'avanzamento al giro a

| VALORI CONSIGLIATI DELL'AVANZAMENTO a [MM/GIRO] PER TORNITURA | | | | | | |
|---|-------------------|-------------|-------------------|-------------|-------------------|-------------|
| Materiale da lavorare | Tornitura esterna | | Tornitura interna | | utensile di forma | troncatura |
| | sgrossatura | finitura | sgrossatura | finitura | | |
| Acciaio $R_m < 600 \text{ N/mm}^2$ | 0,1 - 0,4 | 0,05 - 0,2 | 0,05 - 0,3 | 0,05 - 0,2 | 0,02 - 0,05 | 0,05 - 0,1 |
| Acc. $R_m 600 - 1000 \text{ N/mm}^2$ | 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. $R_m 1000 - 1200 \text{ N/mm}^2$ | 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 | 0,02 - 0,2 | 0,05 - 0,3 |

Valori pratici della velocità di taglio V_t

| Velocità di taglio V_t [m/min] consigliate per lavorazioni al tornio | | | | | | |
|--|--|---------|---|---------|--|---------|
| Materiale da lavorare | Utensile di forma | | troncatura con utensile | | filettatura con utensile | |
| | HSS | Carburi | HSS | Carburi | HSS | Carburi |
| Acciaio $R_m < 600$ N/mm ² | 40 | 80 | 50 | 85 | 15 | 25 |
| Acc. $R_m 600 - 1000$ N/mm ² | 30 | 70 | 30 | 55 | 12 | 18 |
| Acc. $R_m 1000 - 1200$ N/mm ² | 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 filettiera in acciaio s. rapido | | filettatura con maschio in acciaio s. rapido | |
| Acciaio $R_m < 600$ N/mm ² | 15 | | 2 | | 6 | |
| Acc. $R_m 600 - 1000$ N/mm ² | 8 | | 1,5 | | 3 | |
| Acc. $R_m 1000 - 1200$ N/mm ² | 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 | |

Calcolo del numero di giri

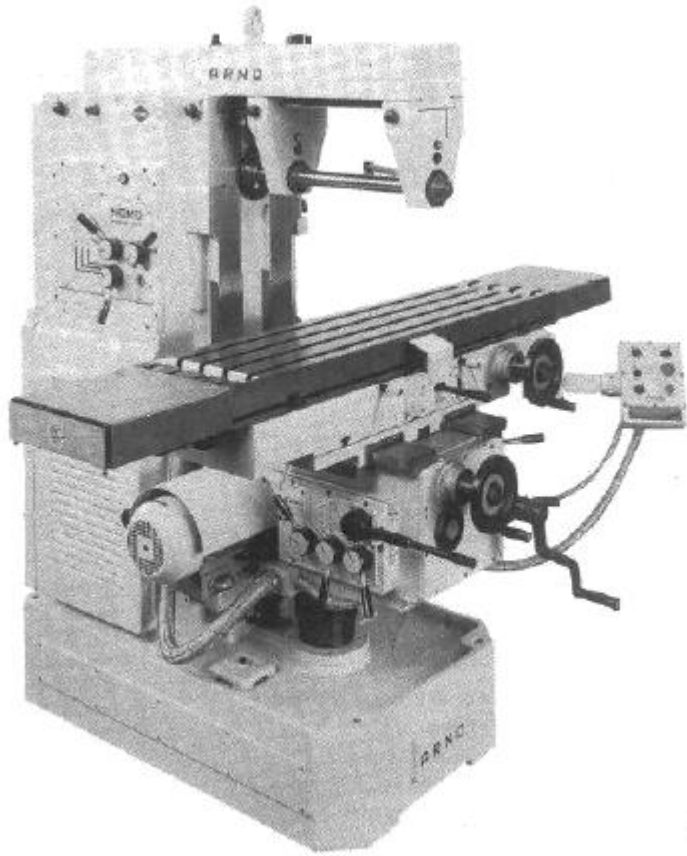
$$n_t = \frac{V_t \cdot 1000}{\pi \cdot d}$$

N_t numero di giri teorico del mandrino in [giri/min]

D diametro del pezzo in lavorazione (per la sfacciatura $d = d_{max}$) in [mm]

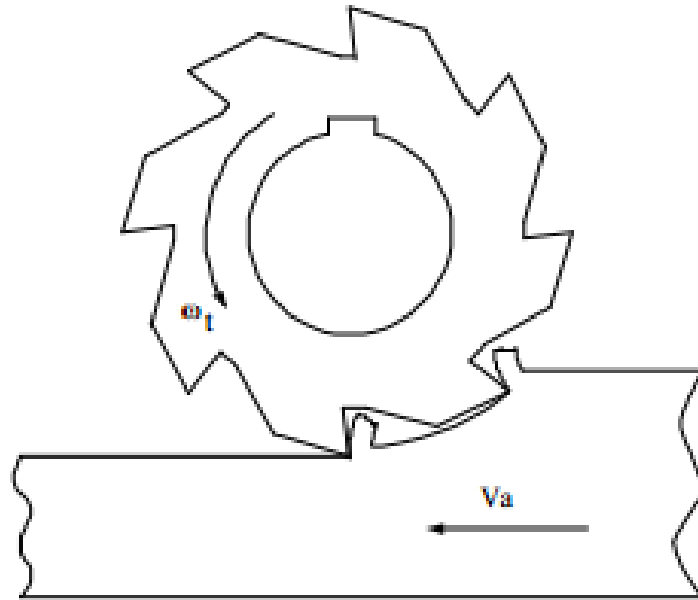
In genere si sceglie un numero di giri effettivo minore di quello teorico, in base a quelli disponibili sul tornio.

FRESATRICE



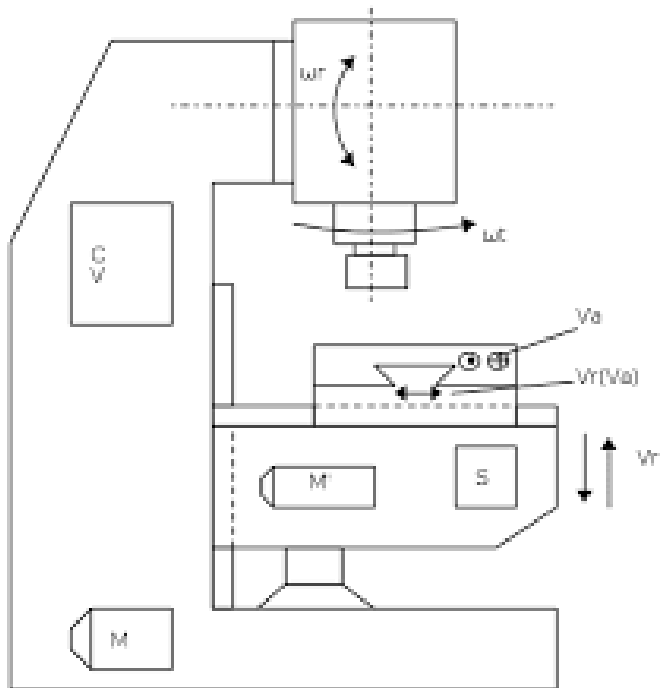
La fresatrice è una macchina impiegata per lavori di spianatura di superfici, esecuzioni di scanalature, cave ecc.

Nelle lavorazioni di fresatura, il moto di taglio è rotatorio ed è posseduto dall'utensile, detto fresa; il moto di alimentazione è rettilineo ed è generalmente posseduto dal pezzo.

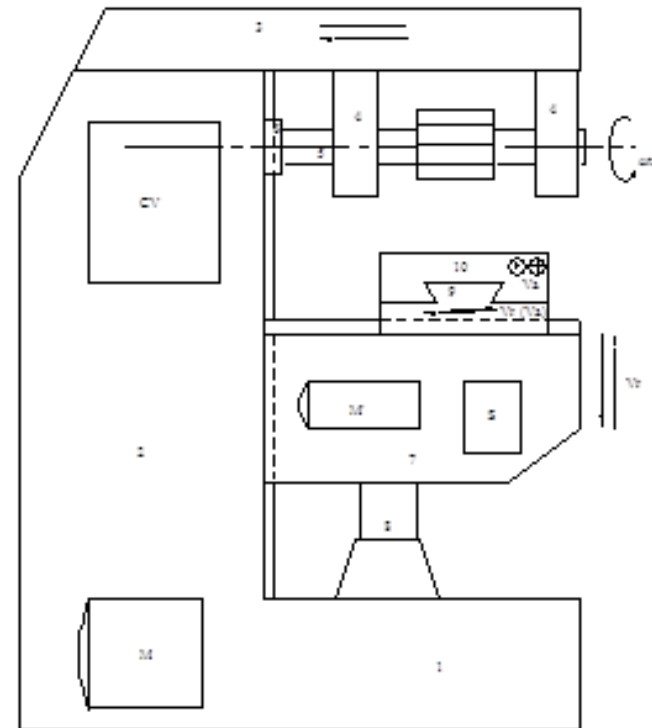


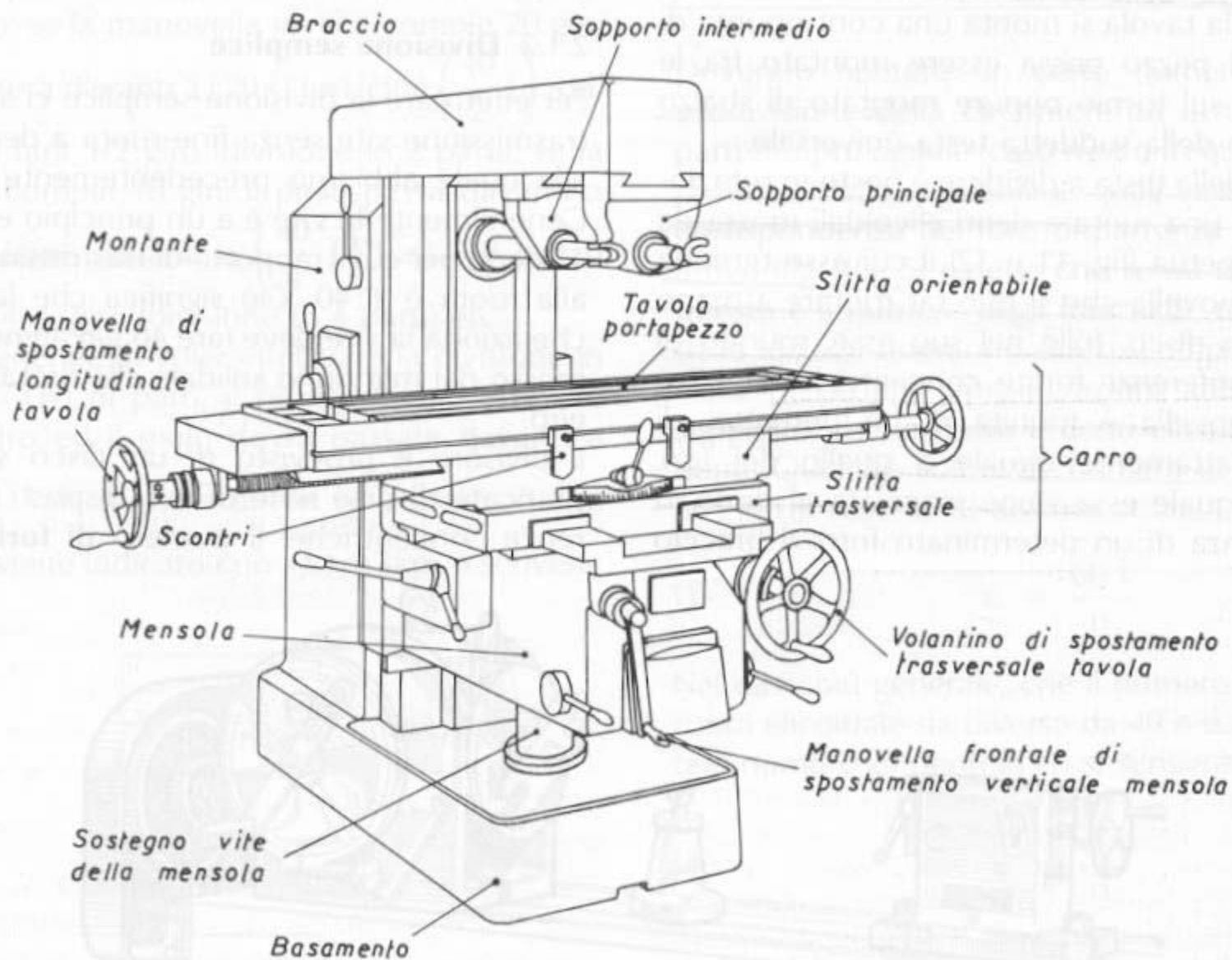
A seconda dell'asse dell'utensile (fresa), ci sono due tipi principali di fresatrice:

VERTICALE

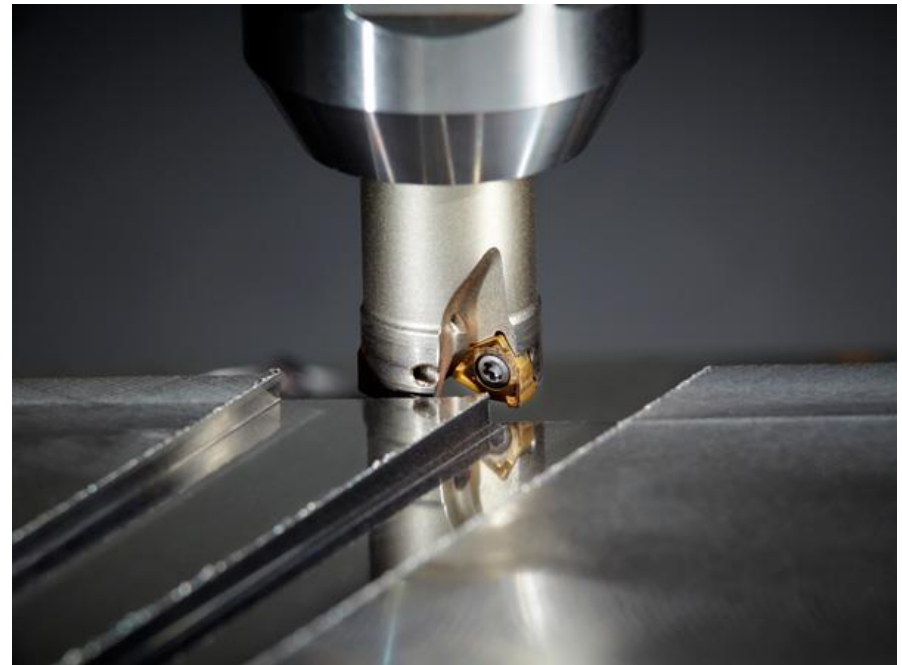
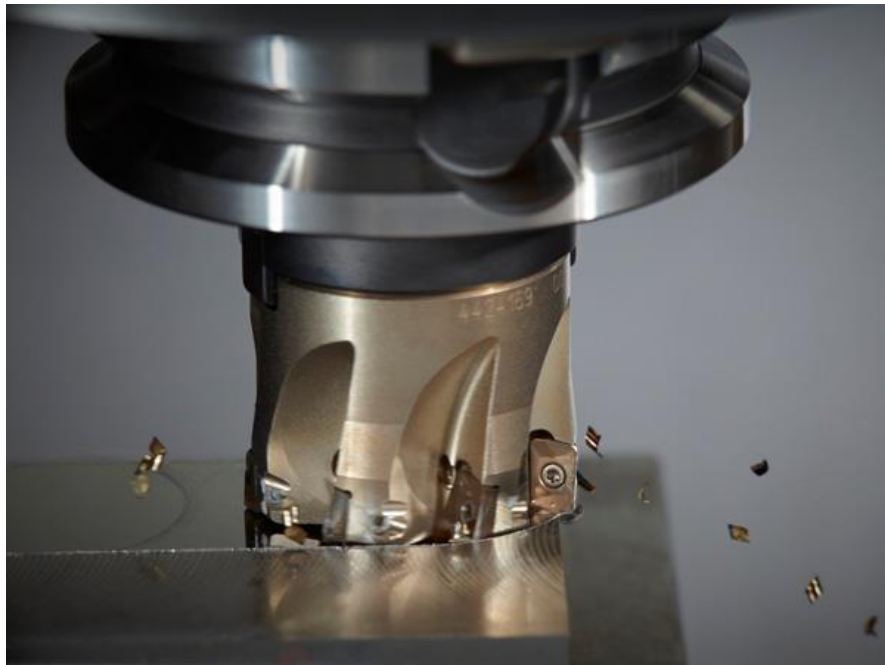


ORIZZONTALE



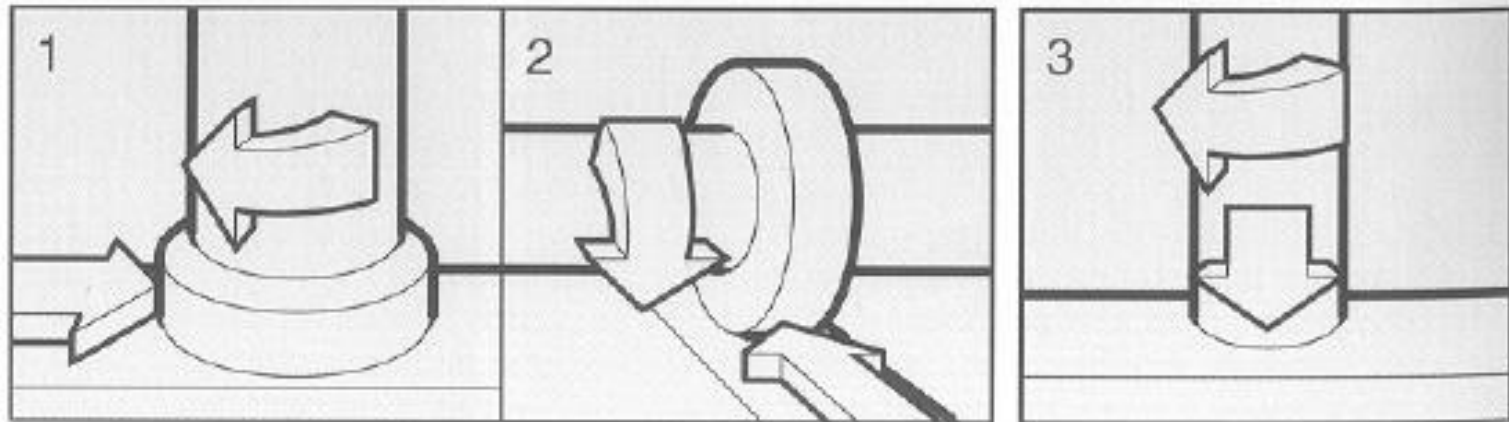


L'utensile adoperato è chiamato **fresa** ed è dotato di più taglienti chiamati denti.



Le frese possono essere interamente costituite di materiale da utensile oppure possono avere i taglienti riportati. Queste ultime sono ormai gli utensili più diffusamente impiegati perché consentono una elevata produzione, conducono a superfici lavorate ottimamente rifinite, permettono di lavorare materiali ad elevata resistenza.

MOTI RELATIVI

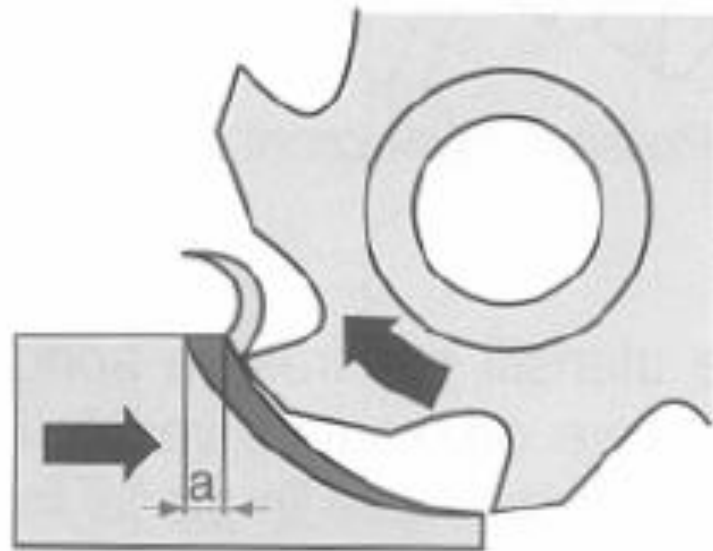


FRESATURA
FRONTALE

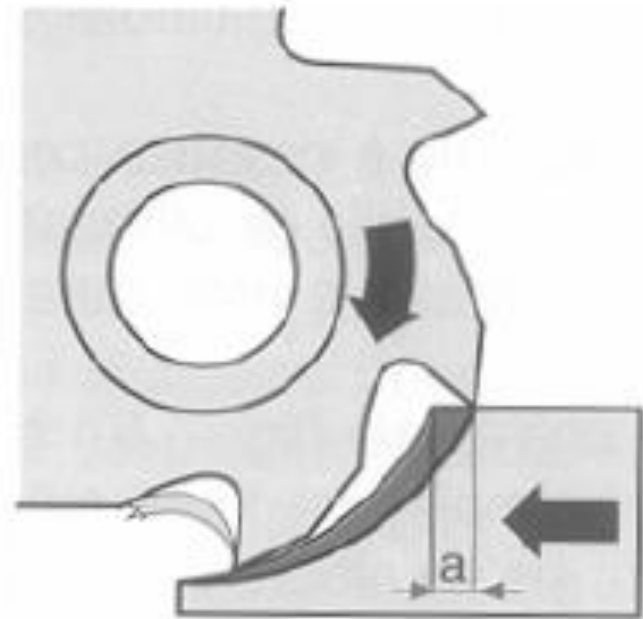
FRESATURA
PERIFERICA

FRESATURA
ASSIALE

Modalità di Avanzamento



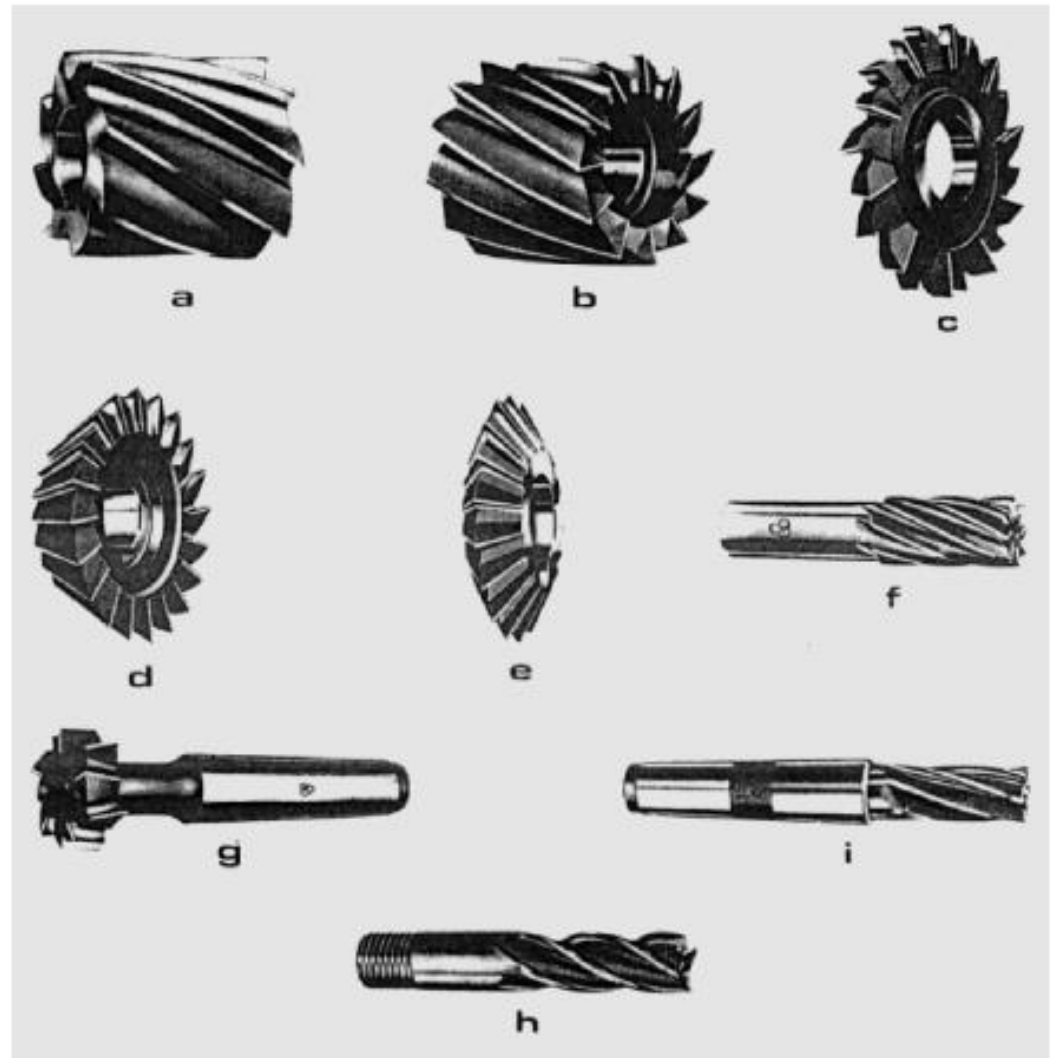
IN OPPOSIZIONE



IN CONCORDANZA

La figura riassume i tipi di frese di più comune impiego. Da “a” ad “e” vengono dette frese **con foro**; da “f” ad “i”, frese con **codolo**.

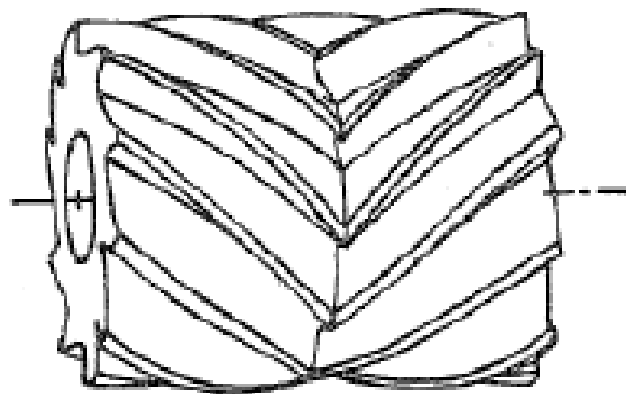
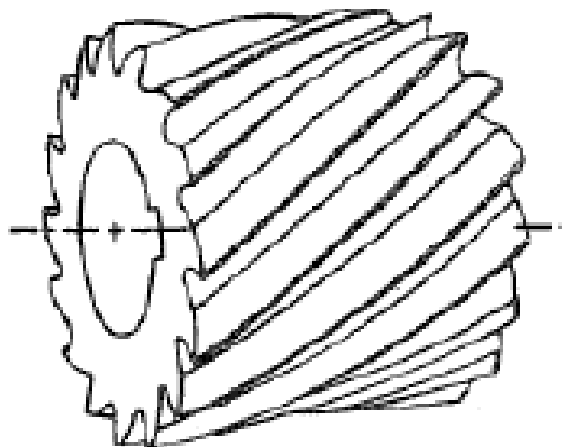
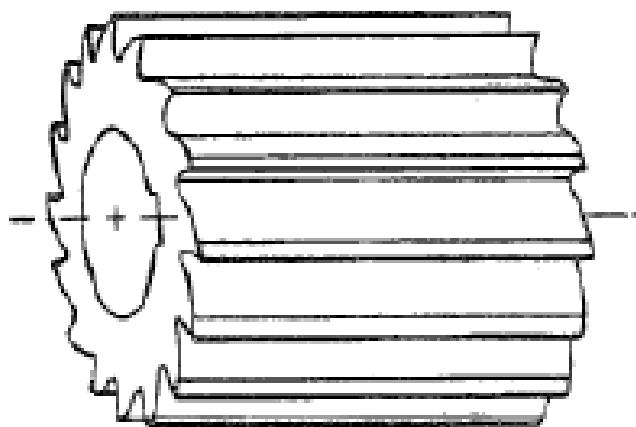
Tranne alcuni casi particolari, quasi tutte le frese sono a denti elicoidali e non dritti, per conferire continuità di azione all'utensile.



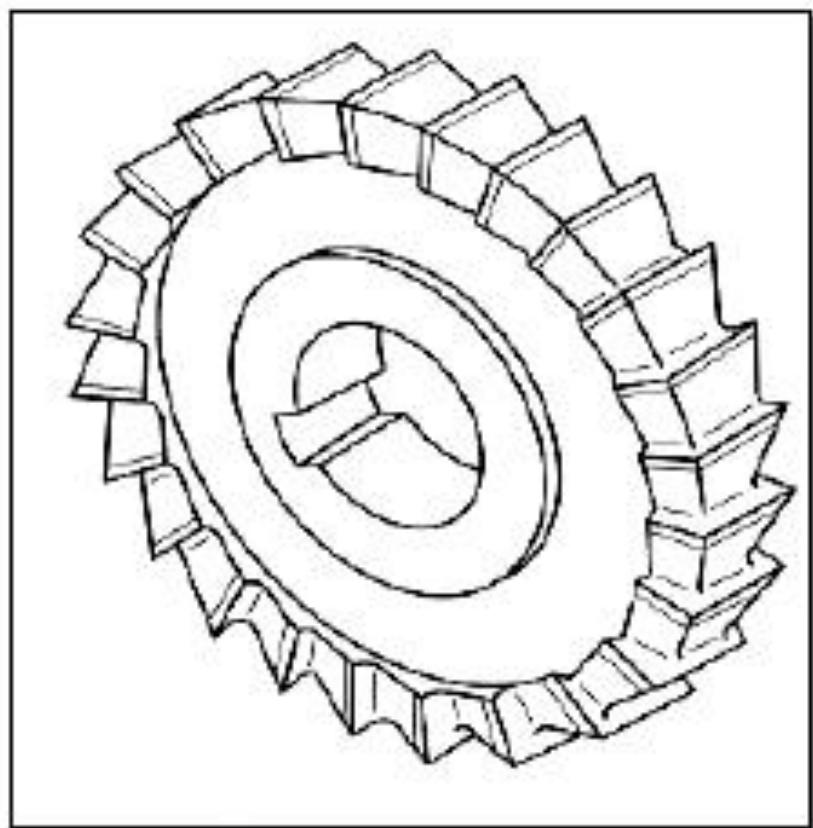
Uno dei modi per classificare le frese:

- Frese a un taglio
- Frese a due o tre tagli
- Frese frontali
- Frese a codolo o a candela
- Frese speciali o a profilo

Frese ad un taglio

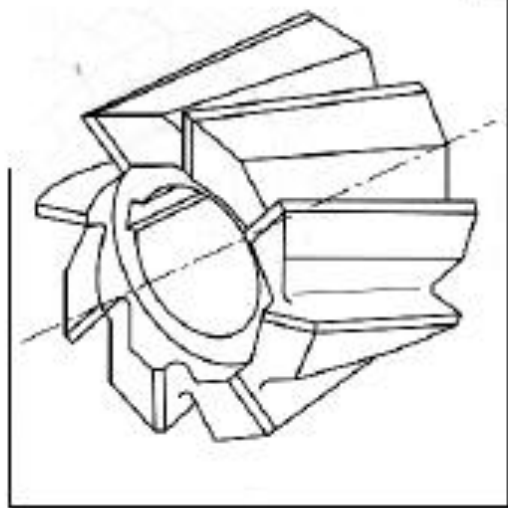
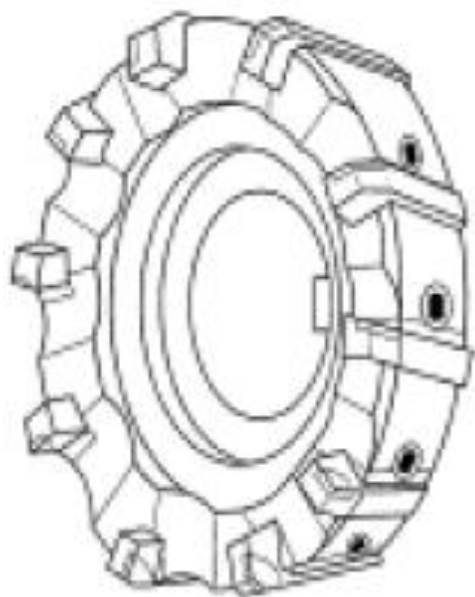


Frese a 2 o 3 tagli – Frese a disco

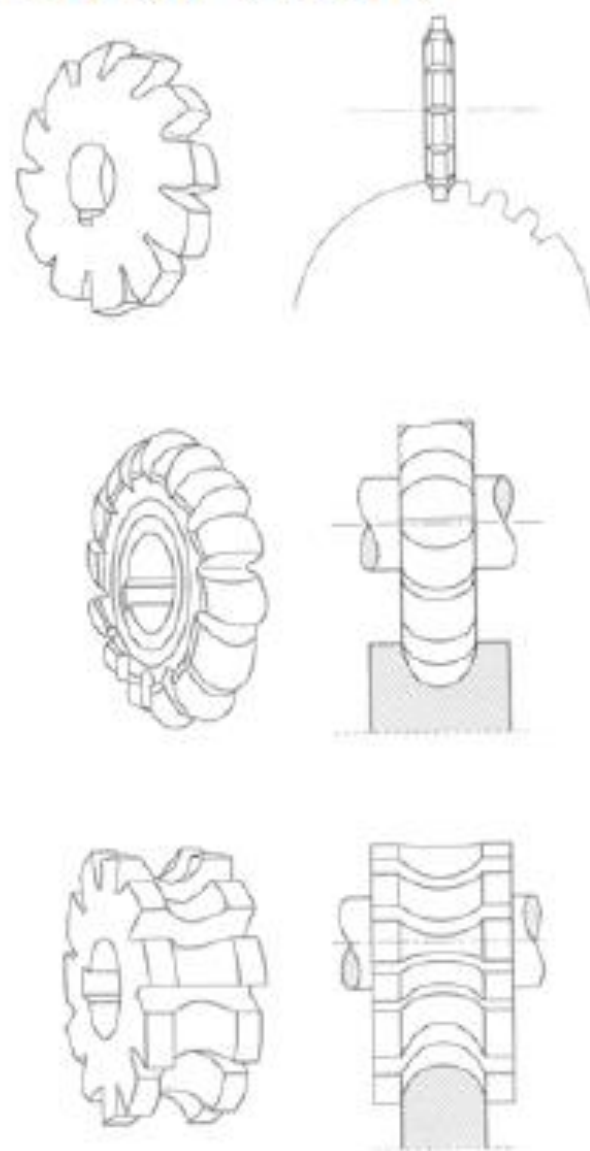
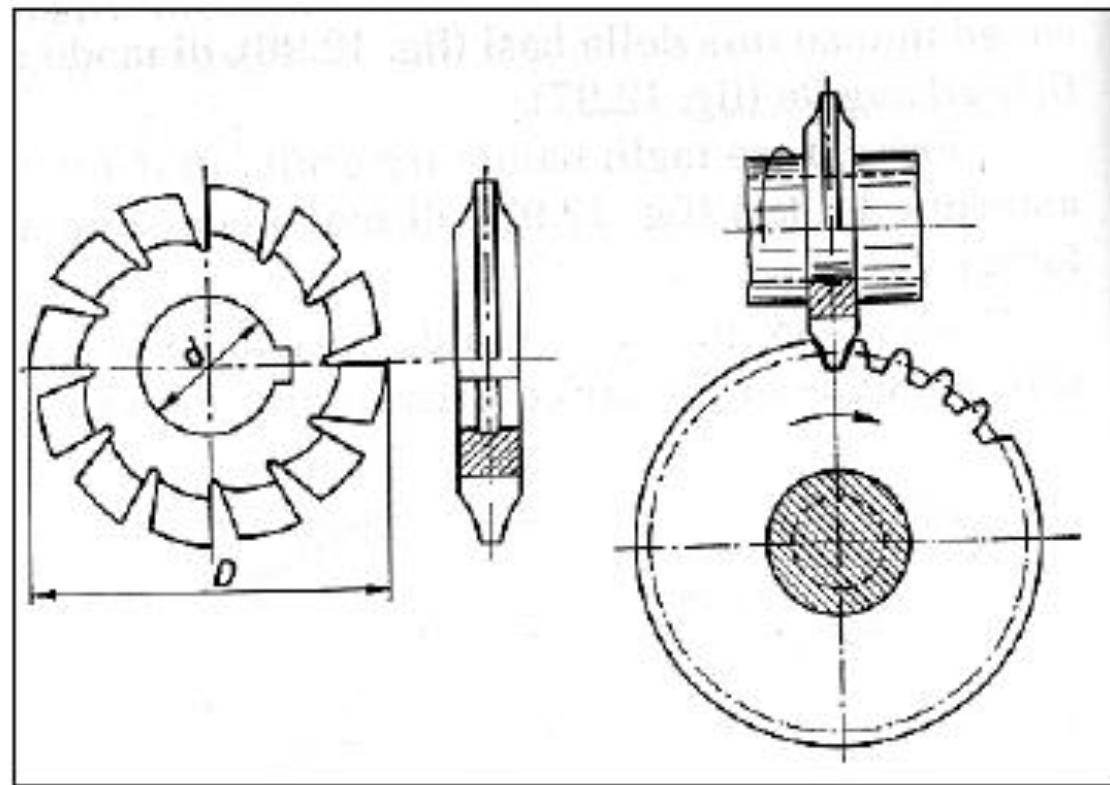


b)

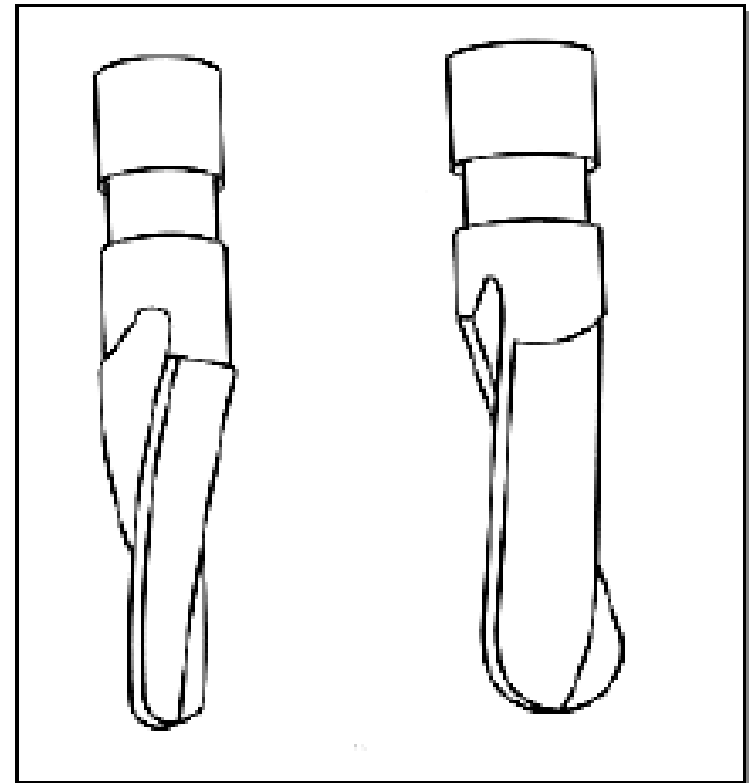
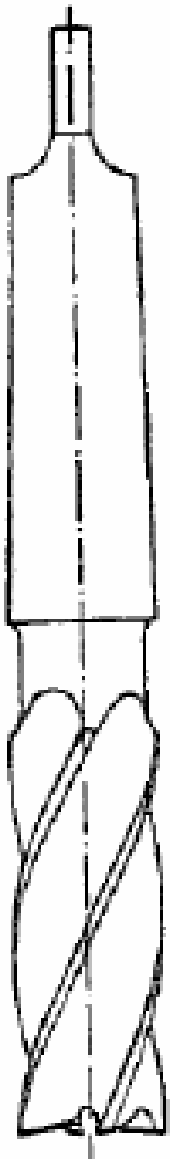
Frese frontali



Frese a sagoma – solchi con profili vari

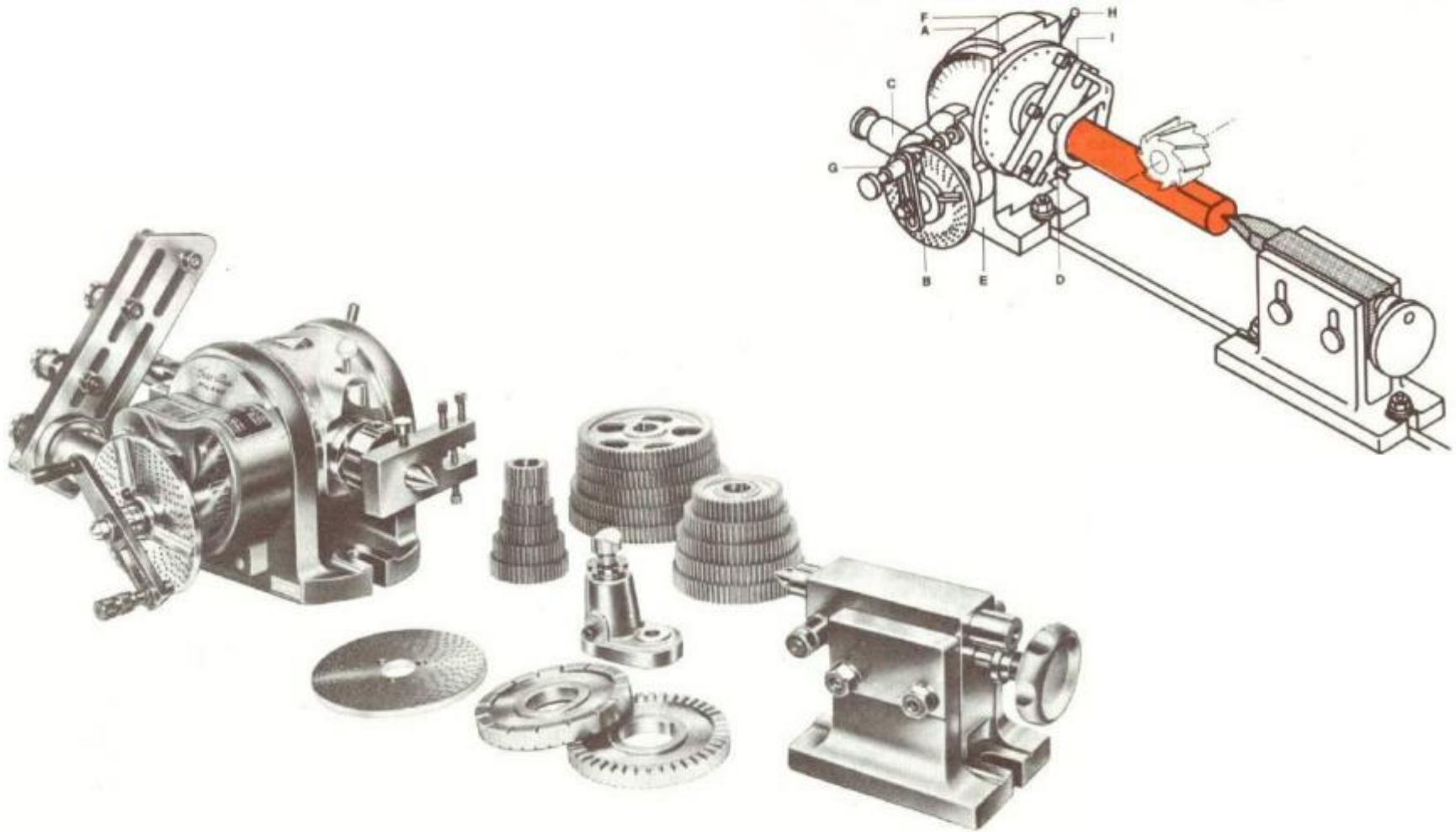


Frese a codolo o a candela



Frese a codolo semisferiche

DIVISORE: è impiegato per eseguire spostamenti angolari precisi. È uno degli accessori più importanti per le fresatrici e può essere impiegato anche su alesatrici o trapani.



PARAMETRI DI TAGLIO

I principali parametri di lavoro della fresatura sono la velocità di taglio (V_t), da cui si ricava la velocità di rotazione della fresa (n), e l'avanzamento del pezzo (V_a).

D = diametro fresa in mm

V_t = velocità di taglio

$$V_t = \frac{\pi \cdot D \cdot n_t}{1000} \quad \left(\frac{m}{min} \right)$$

n_t = numero di giri del mandrino

$$n_t = \frac{1000 \cdot V_t}{\pi D} \quad \left(\frac{giri}{min} \right)$$

a_z = avanzamento per dente in $\frac{mm}{dente \cdot giro}$

z = numero di denti fresa

a = avanzamento per giro

$$a = z \cdot a_z \quad \left(\frac{mm}{giro} \right)$$

V_a = velocità di avanzamento

$$V_a = n \cdot z \cdot a_z \quad \left(\frac{mm}{min} \right)$$

La velocità di taglio dipende dal materiale di cui è composta la fresa (o gli inserti che ne costituiscono i taglienti) e dalla durezza del materiale da lavorare.

La formula per ricavare la V_t :

Da cui si ricava il numero di giri teorico n :

$$V_t = \frac{\pi \cdot D \cdot n_t}{1000} \quad \left(\frac{m}{min} \right)$$
$$n_t = \frac{1000 \cdot V_t}{\pi D} \quad \left(\frac{giri}{min} \right)$$

D = diametro fresa in mm

La velocità di avanzamento (V_a) si calcola moltiplicando il numero di taglienti o denti (z) per l'avanzamento per singolo tagliente (a_z), per velocità di rotazione effettiva (numero di giri) della fresa (n):

$$V_a = a_z * n * z \text{ [mm/min]}$$

| Velocità di taglio V_t e di avanzamento a_z per frese in acciaio rapido | | | | | | | | |
|---|--|--------------------------|-------------------------|--------------------------|--------------------------------------|--------------------------|-----------------------------|--------------------------|
| Materiali da lavorare | frese cilindriche e cilindriche frontali | | frese a codoli frontali | | frese di forma a profilo invariabile | | frese a disco (a tre tagli) | |
| | V_t m/min | a_z mm/(dente giro) | V_t m/min | a_z mm/(dente giro) | V_t m/min | a_z mm/(dente giro) | V_t m/min | a_z mm/(dente giro) |
| Acciai non legati $R_m \leq 600 \text{ N/mm}^2$ | 16 - 25 | 0,08-0,2 | 18 - 25 | 0,04-0,08 | 14 - 25 | 0,02-0,08 | 18 - 25 | 0,03-0,07 |
| Acciai legati $R_m \leq 1100 \text{ N/mm}^2$ | 10 - 16 | 0,05-0,15 | 12 - 16 | 0,02-0,06 | 10 - 14 | 0,01-0,06 | 12 - 16 | 0,02-0,06 |
| Acciai legati $R_m 1100 \div 1300 \text{ N/mm}^2$ | 8 - 10 | 0,04-0,1 | 9 - 12 | 0,02-0,06 | 6 - 10 | 0,01-0,06 | 8 - 12 | 0,02-0,06 |
| Ghisa malleabile | 12 - 16 | | 14 - 18 | | 10 - 14 | | 12 - 18 | |
| Ghisa grigia $\leq 180 \text{ HBW}$ | 13 - 20 | 0,08-0,2 | 14 - 20 | 0,03-0,06 | 13 - 18 | 0,01-0,04 | 16 - 22 | 0,03-0,08 |
| Ghisa grigia $> 180 \text{ HBW}$ | 6 - 13 | 0,04-0,11 | 8 - 14 | 0,03-0,05 | 6 - 13 | 0,01-0,04 | 8 - 14 | 0,03-0,08 |
| Ottone duro – Bronzo fragile | 35 - 45 | 0,08-0,15 | 28 - 56 | 0,06-0,1 | 25 - 40 | 0,02-0,06 | 32 - 50 | 0,03-0,06 |
| Ottone speciale, Bronzo tenace | 14 - 20 | | 16 - 22 | | 12 - 16 | | 14 - 25 | |
| leghe di alluminio normali | 200 - 320 | 0,1-0,25 | 100 - 250 | 0,08-0,15 | 80 - 200 | 0,08-0,1 | 200 - 320 | 0,06-0,12 |
| Leghe di zinco | 62 - 120 | | 50 - 100 | | 40 - 80 | | 63 - 120 | |
| Valori da adottare | <i>sgrossatura:</i> minimi valori di V_t | | | | massimi valori di a_z | | | |
| | <i>finitura:</i> massimi valori di V_t | | | | minimi valori di a_z | | | |
| Per utensili di acciaio super rapido la V_t deve essere moltiplicata per 1,3 e a_z moltiplicata per 1,2 | | | | | | | | |

| Materiale del pezzo | Materiale dell'inserto | Velocità di taglio (m/min) | Avanzamento per dente (mm) |
|--------------------------------|-------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|
| Acciaio $R_m = 600 + 850$ MPa | P25-P40 | 120 | 0,3 |
| Acciaio $R_m = 850 + 1200$ MPa | P20-P30 | 80 | 0,2 |
| Ghisa grigia HB < 1800 MPa | K10-K20 | 100 | 0,3 |
| Ghisa grigia HB > 1800 MPa | K10-K20 | 80 | 0,2 |
| Ottone-bronzo | K10-K30 | 180 | 0,5 |
| Leghe leggere | K10-K20 | 500 | 0,3 |

Valori indicativi per operazioni di sgrossatura con frese cilindrico frontali ad inserti (carburi sinterizzati)

FRESATURA FRONTALE

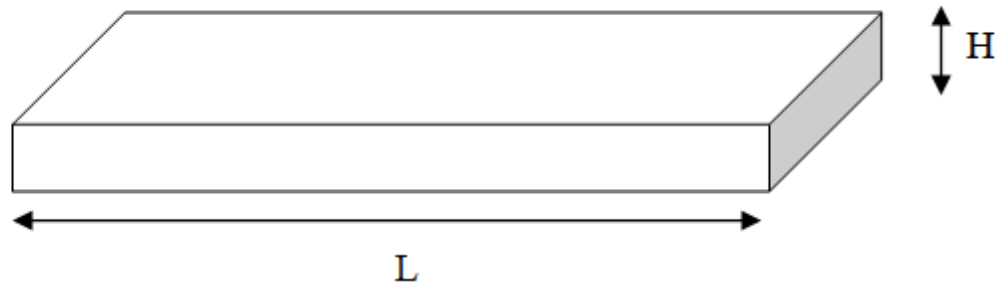
Esercizio 1

Data una piastra in Acciaio basso legato con $R_m=600 \text{ N/mm}^2$, di dimensioni:

$L= 300 \text{ mm}$

$B= 80 \text{ mm}$

$H= 47 \text{ mm}$



Si vuole progettare una lavorazione di spianatura tramite fresatura frontale, al fine di raggiungere uno spessore pari a $H= 40 \text{ mm}$. Il grado di rugosità della superficie finale deve essere equivalente a quello derivante da una semplice sgrossatura. I parametri di taglio, per una fresa frontale, in acciaio super-rapido di diametro pari a 80 mm sono:

$Z=5$

$V_t=16\div 25 \text{ m/min}$

$a_z= 0.08\div 0,2 \text{ mm/dente}$