

Estrusione

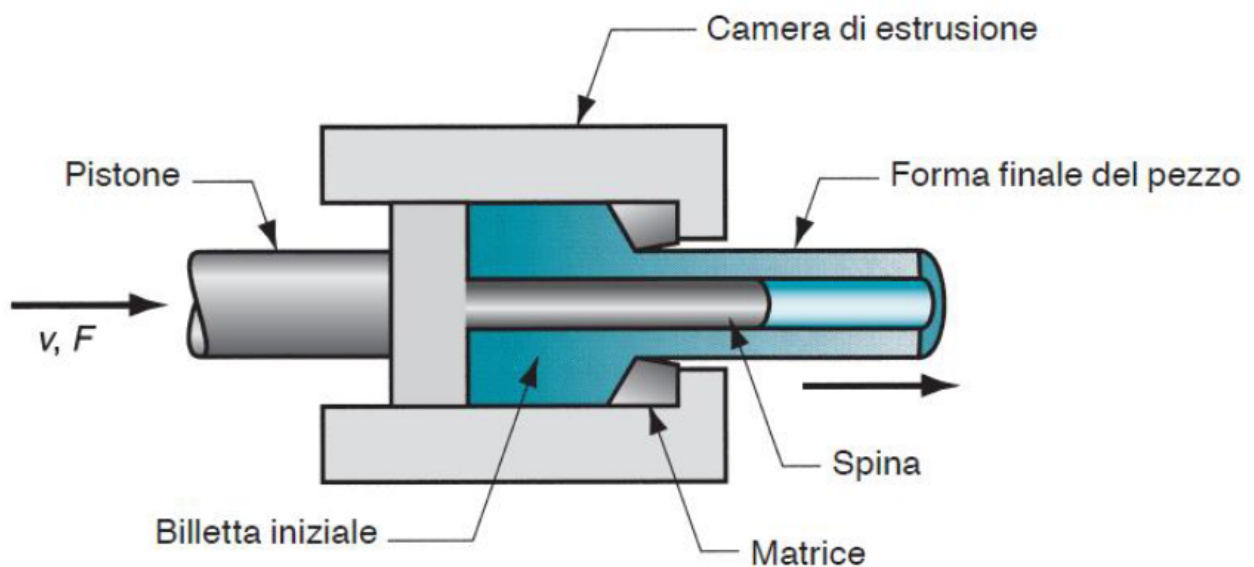
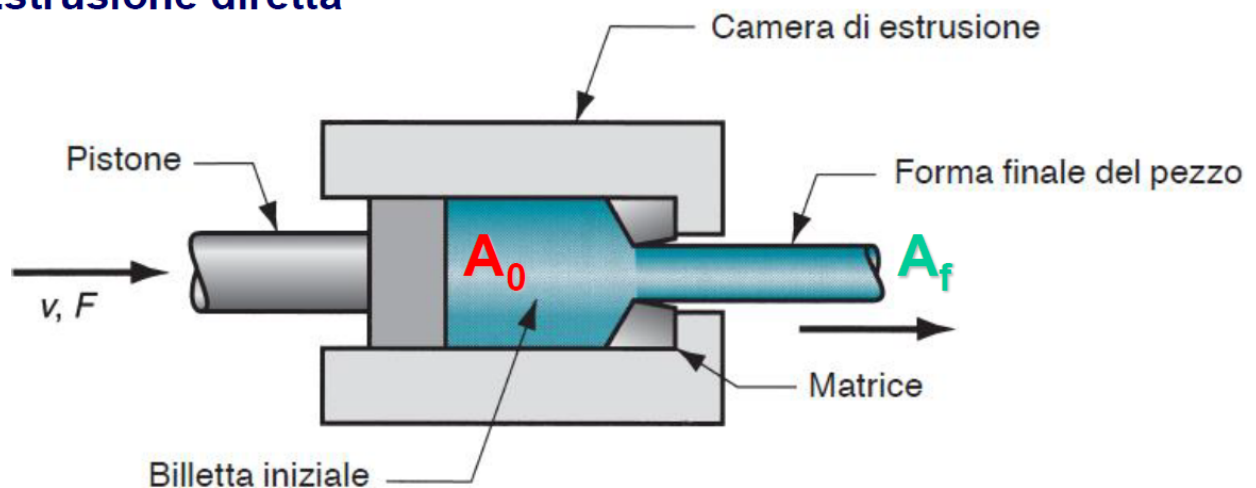
[G sites.google.com/view/tecnologiameccanica/deformazione-massiva/dpm_estrusione](https://sites.google.com/view/tecnologiameccanica/deformazione-massiva/dpm_estrusione)

E' una lavorazione a caldo, qualche volta a freddo o a tiepido

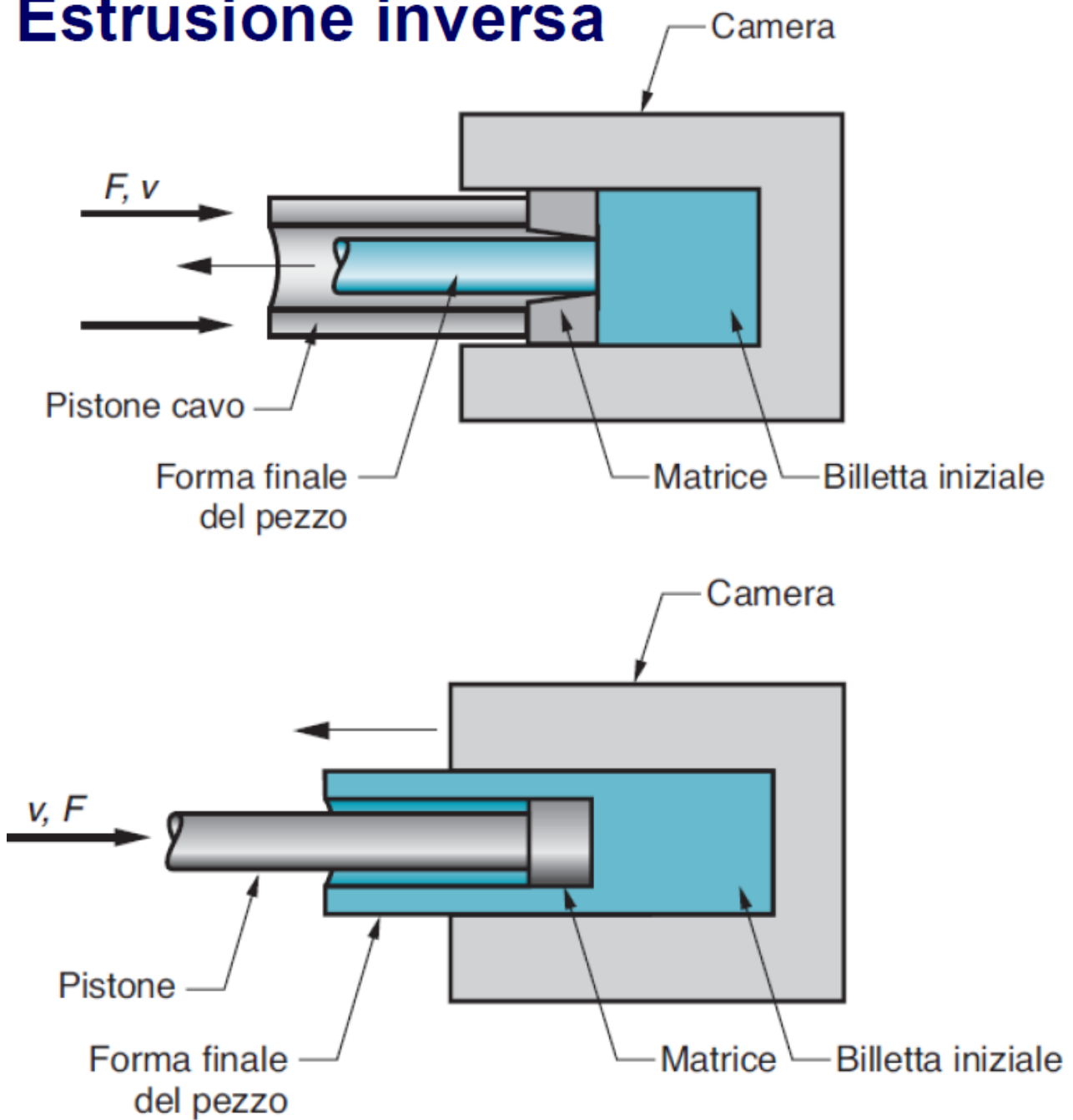
Schemi tipici di processo:

- Estrusione diretta.
- Estrusione inversa.

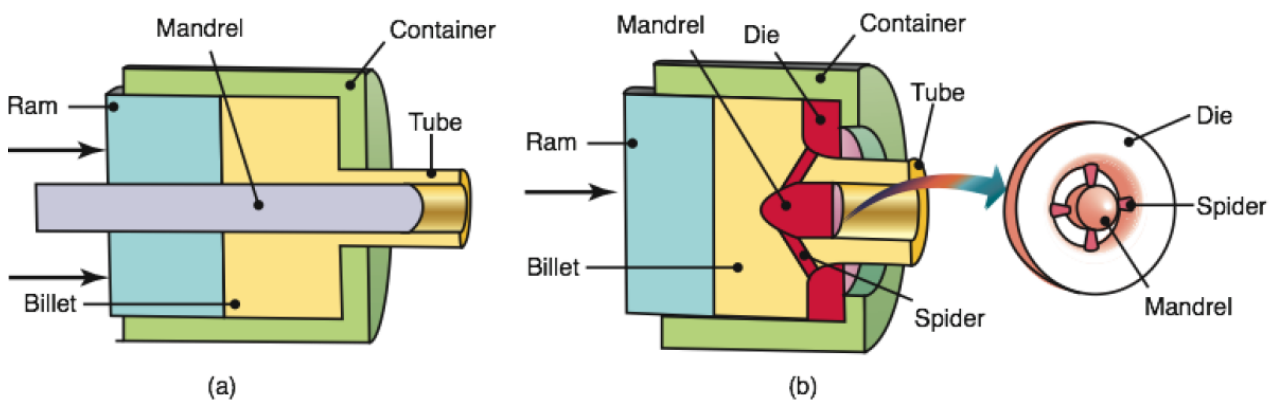
Estrusione diretta



Estrusione inversa



Matrici per l'estrusione di tubi



Nel caso (b) che deve ovviamente essere effettuato a caldo, il materiale deve dividersi per oltrepassare i supporti del mandrino di estrusione, per poi risaldarsi a valle. Questo passaggio causa una discontinuità strutturale.

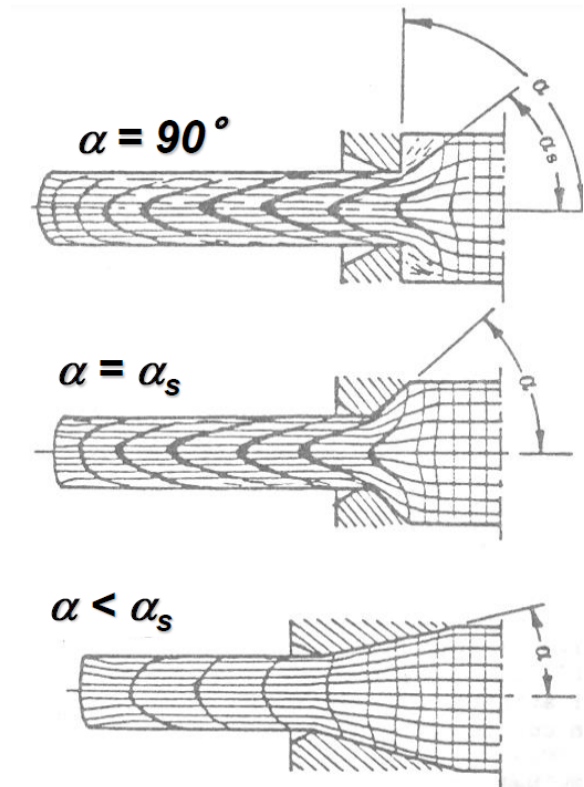


Influenza dell'angolo α della matrice

Caratteristiche:

- Zona morta.
- Velocità diverse dalla periferia al centro.
- Attrito.

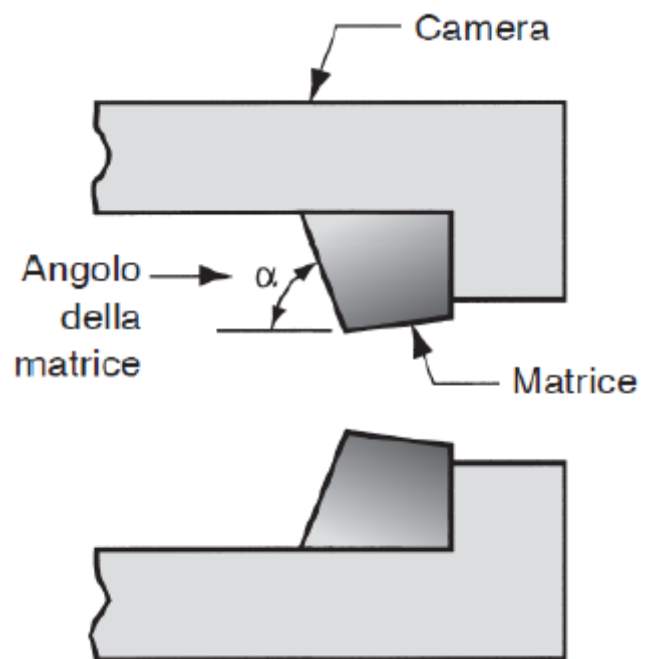
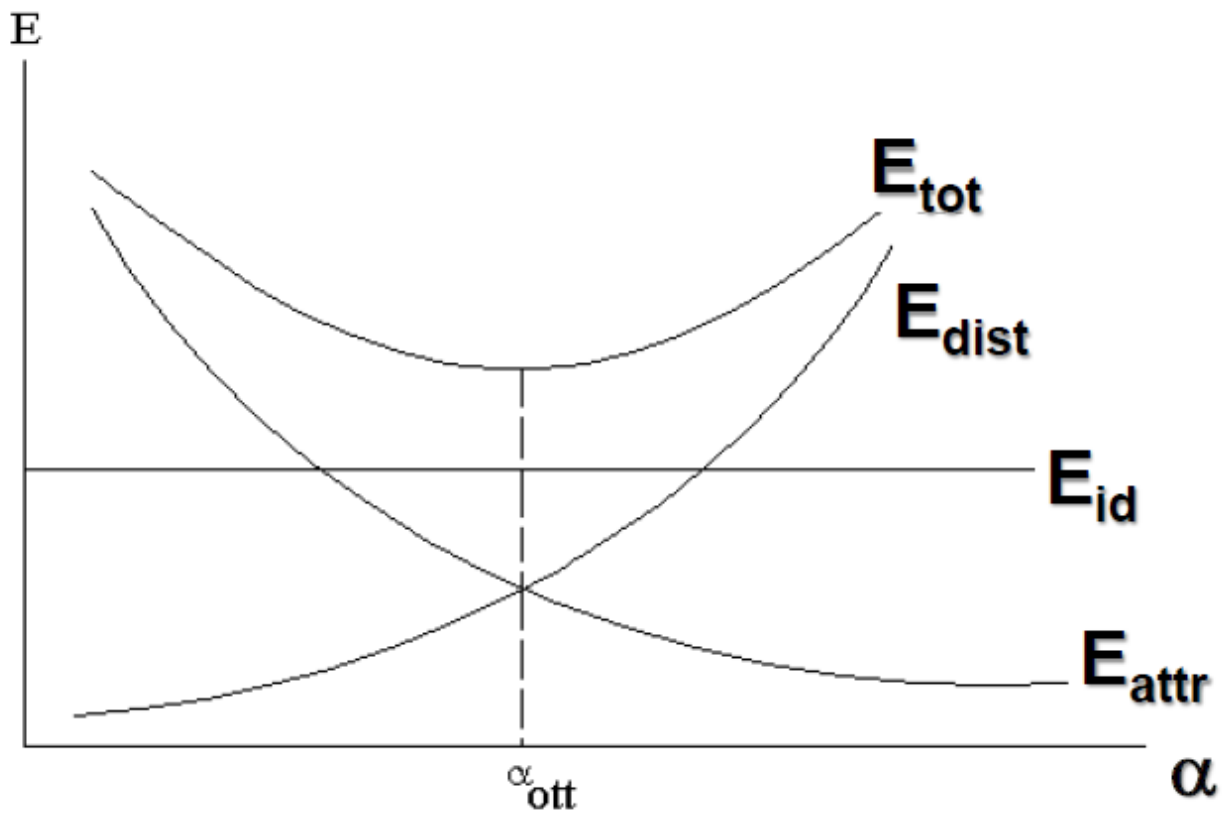
Dall'osservazione della distorsione della griglia si ricava che le sezioni trasversali originariamente piane vengono profondamente deformate durante l'estrusione. Ciò è dovuto al fatto che il materiale più esterno subisce l'azione dell'attrito, mentre il materiale nella zona centrale è libero di fluire.



La zona morta è la zona (presente solamente per matrici con angolo $\alpha > \alpha_s$) in cui si accumula materiale che non scorre. Alla fine di ogni estrusione il materiale della zona morta dovrà essere rimosso.

L'angolo α influenza anche il lavoro necessario per effettuare l'operazione di estrusione. Per trovare l'angolo di conicità ottimo, si fa riferimento alle 3 aliquote energetiche:

- L'energia di deformazione ideale, necessaria per portare il diametro dal valore D_o fino a D_f con una sollecitazione monoassiale (E_{id})
- L'energia di distorsione, necessaria per causare la deviazione di flusso del materiale (E_{dist})
- L'energia necessaria per vincere le resistenze d'attrito (E_{attr})



Analisi delle deformazioni e delle pressioni

$$A_0 L_0 = A_f L_f$$

Rapporto di estrusione $r_x = \frac{A_0}{A_f} = \frac{L_f}{L_0}$

Lavoro esterno Lavoro interno ideale

Deformazione ideale $\varepsilon_x = \ln r_x$

$$FL_0 = (A_0 L_0) Y_f \ln r_x$$

$$p A_0 L_0 = (A_0 L_0) Y_f \ln r_x$$

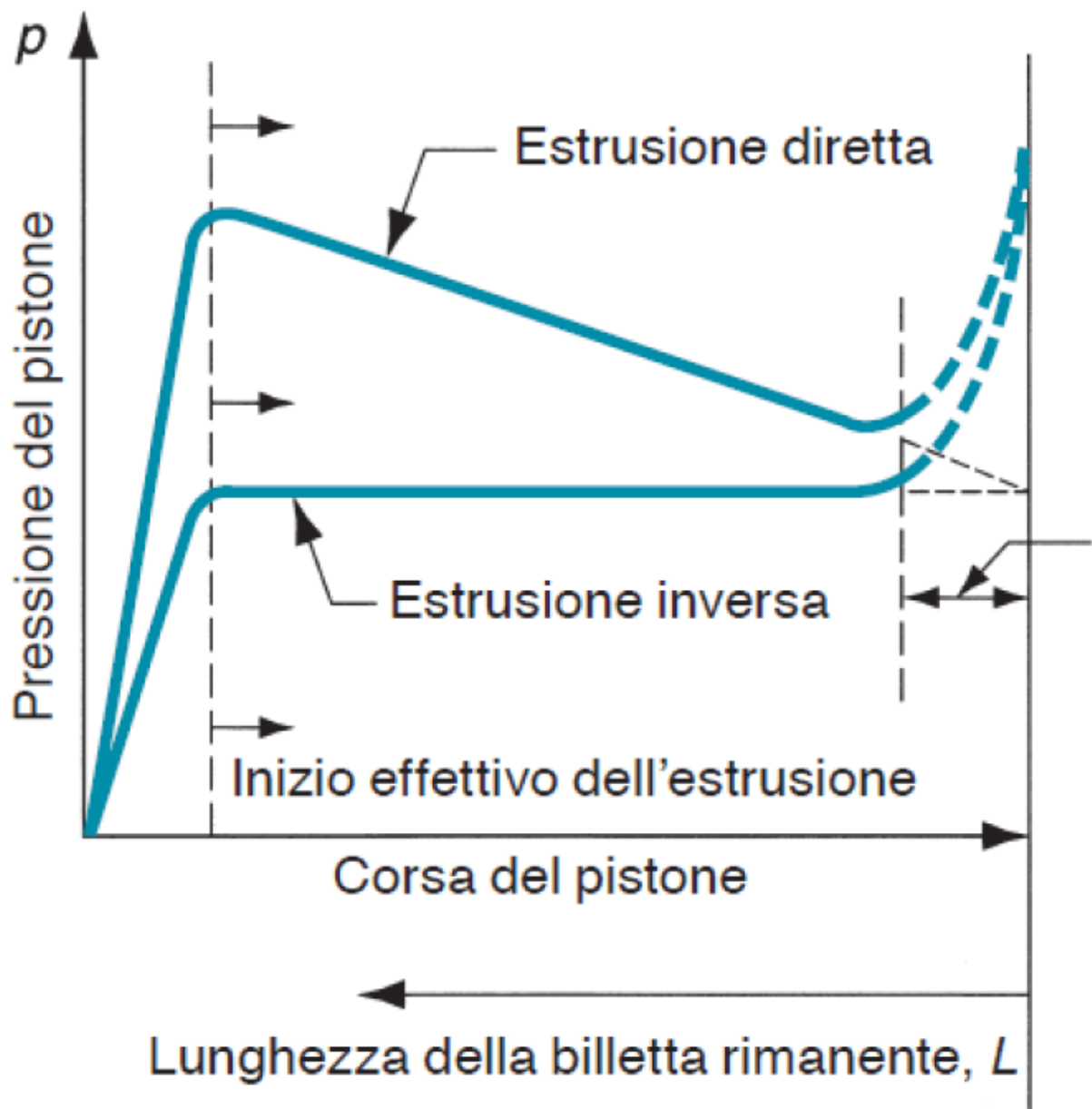
Pressione ideale del pistone $p = Y_f \ln r_x$

Deformazione reale: relazione di Johnson $\varepsilon_x = a + b \ln r_x \left\{ \begin{array}{l} a = 0.8 \\ b \in [1.2; 1.5] \end{array} \right.$

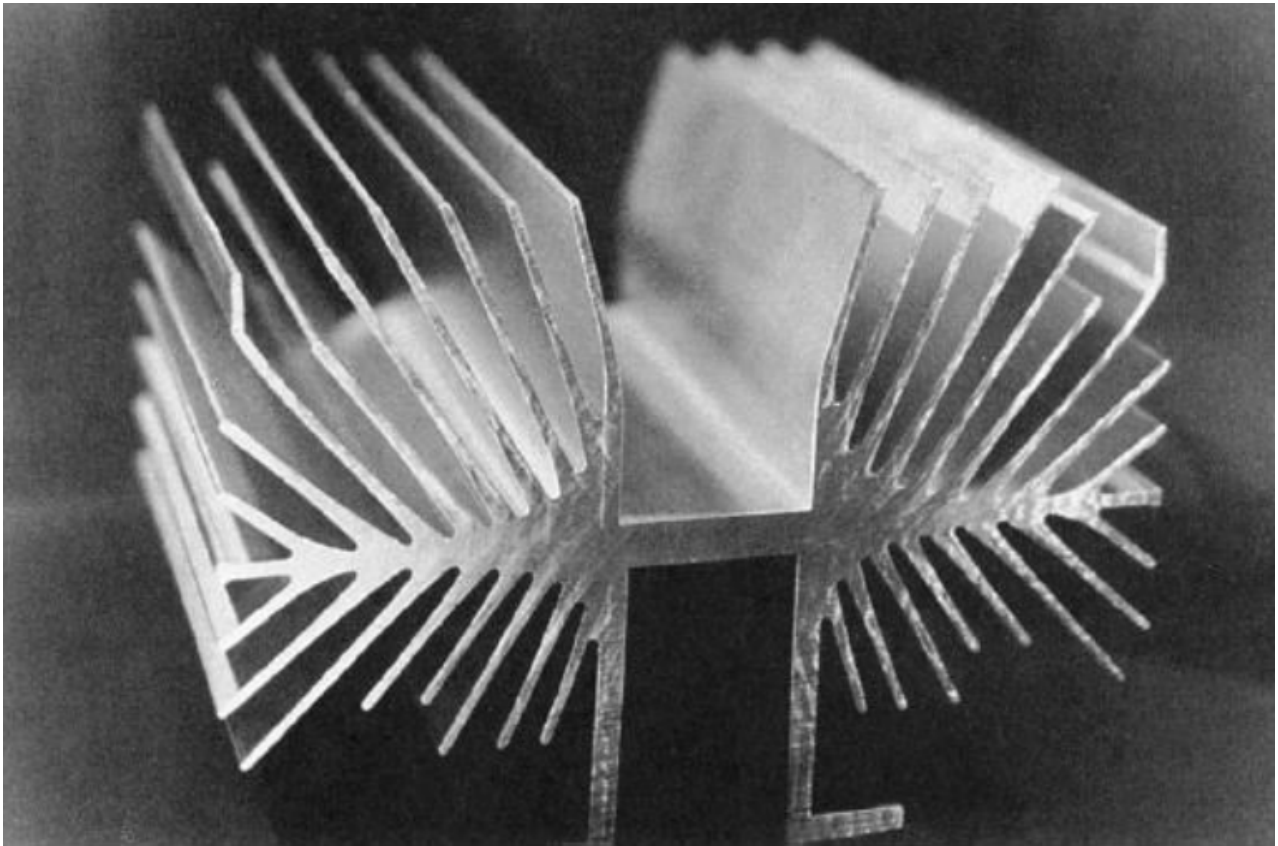
Pressione reale $p = \begin{cases} Y_f \left(\varepsilon_x + 2 \frac{L}{D_0} \right) \rightarrow \text{Estrusione diretta} \\ Y_f \varepsilon_x \rightarrow \text{Estrusione inversa} \end{cases}$



Curva Pressione-Corsa per estrusione diretta e inversa



Pressioni di estrusione per matrici complesse



$$K_x = 0.98 + 0.02 \left(\frac{C_x}{C_c} \right)^{2.25}$$

$$\frac{C_x}{C_c} \in [1.0; 6.0] \quad F = K_x p A_0$$

K_x rapporto fra pressione per estrudere una sezione complessa e quella per estrudere una sezione circolare con la stessa area.

C_c Circonferenza di un cerchio con la stessa area della sezione

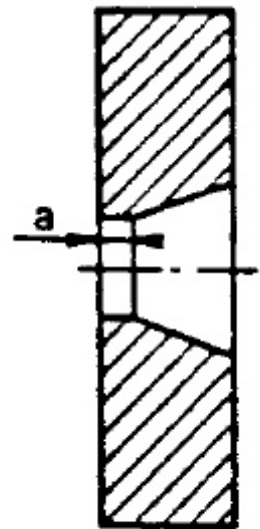
C_x perimetro della sezione effettiva

Matrici di estrusione

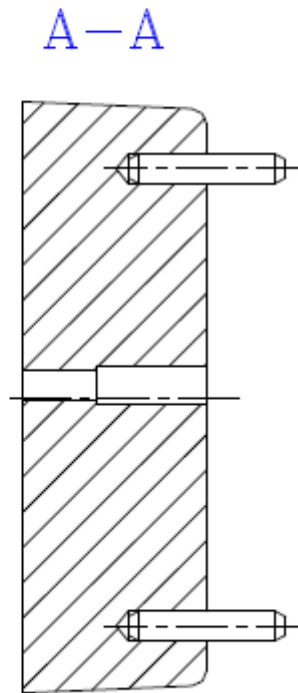
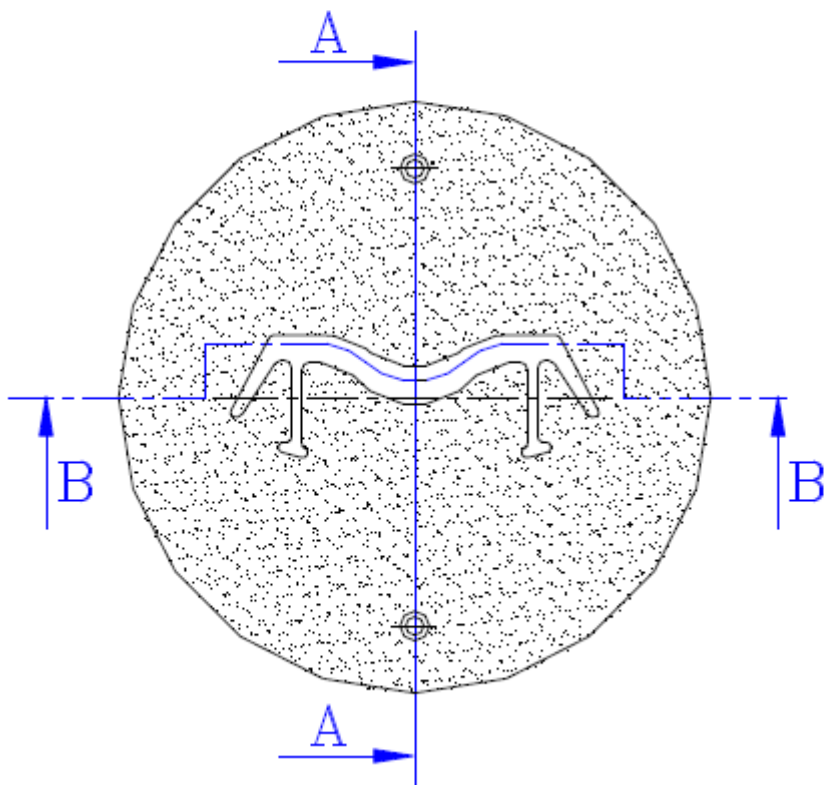
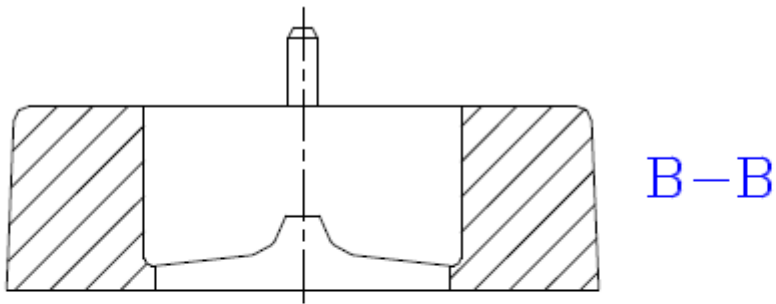


Vi è un tratto calibrato di lunghezza a che conferisce le dimensioni finali e le caratteristiche di finitura superficiale al prodotto estruso.

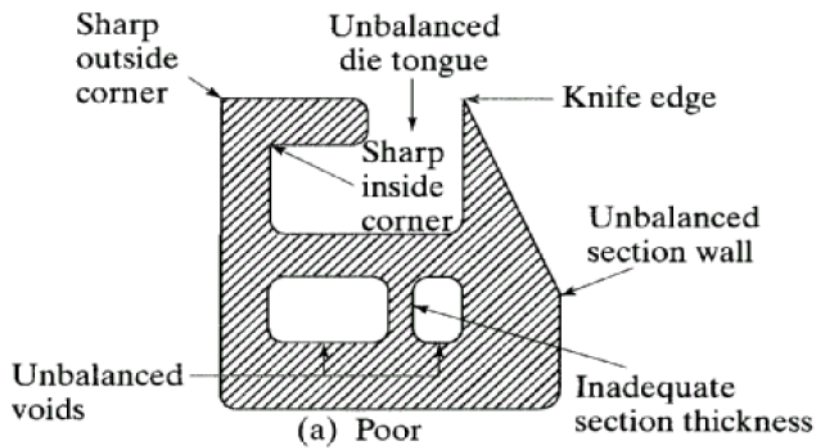
Le matrici sono spesso a faccia piana verso il massello (la zona morta realizza l'imbocco).



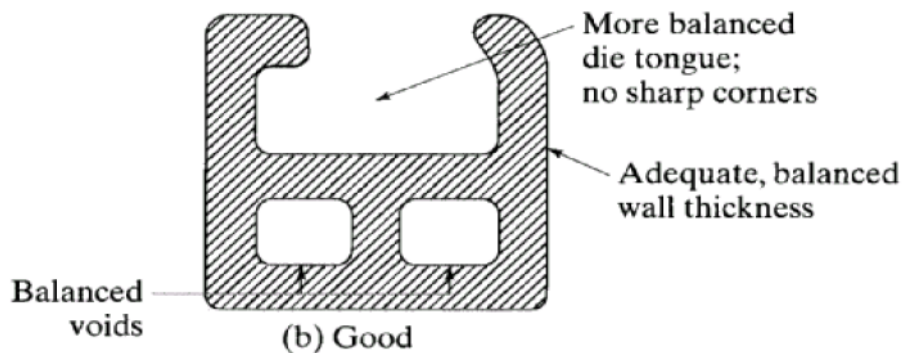
Matrice.



Bad



Good

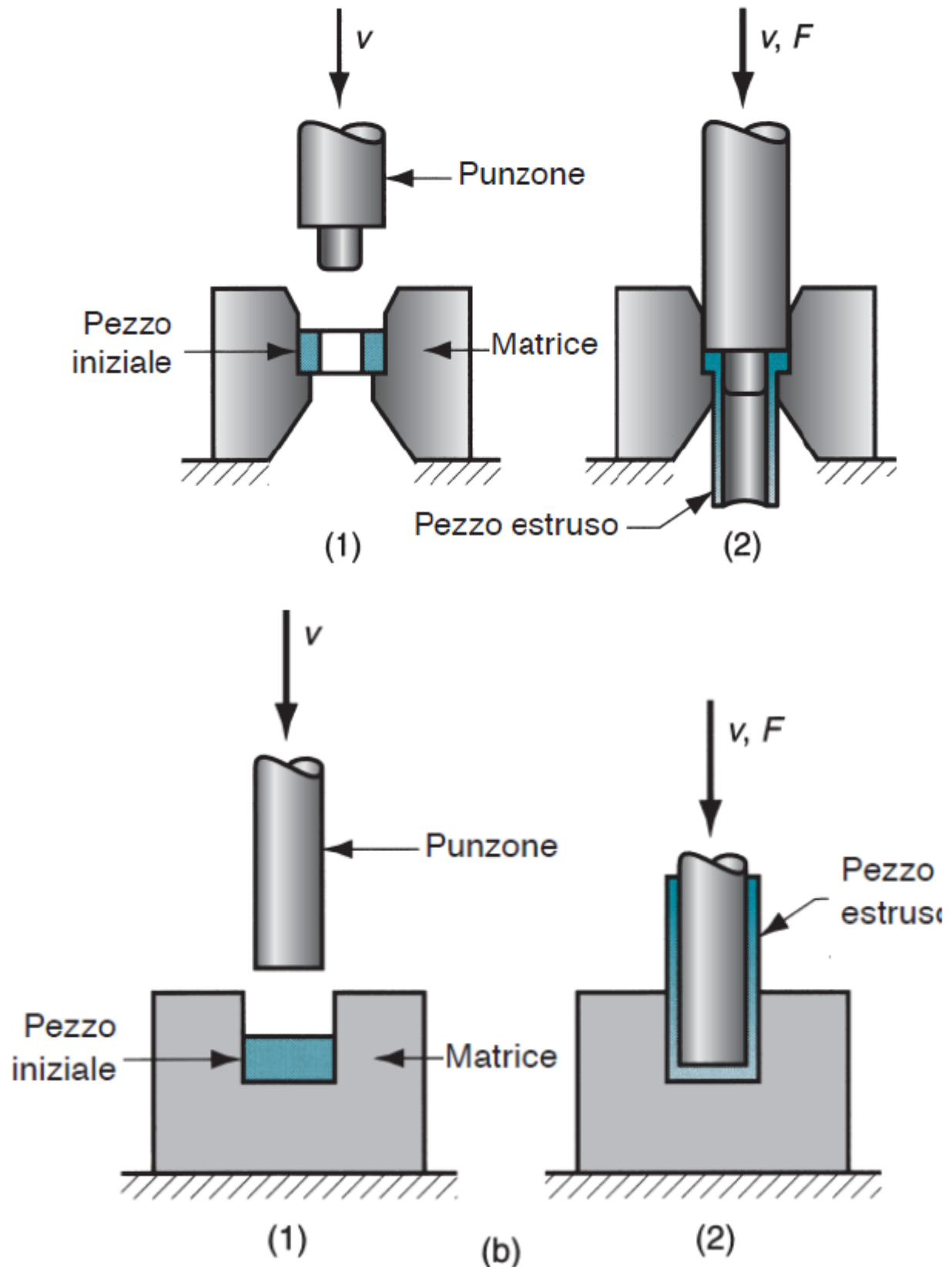


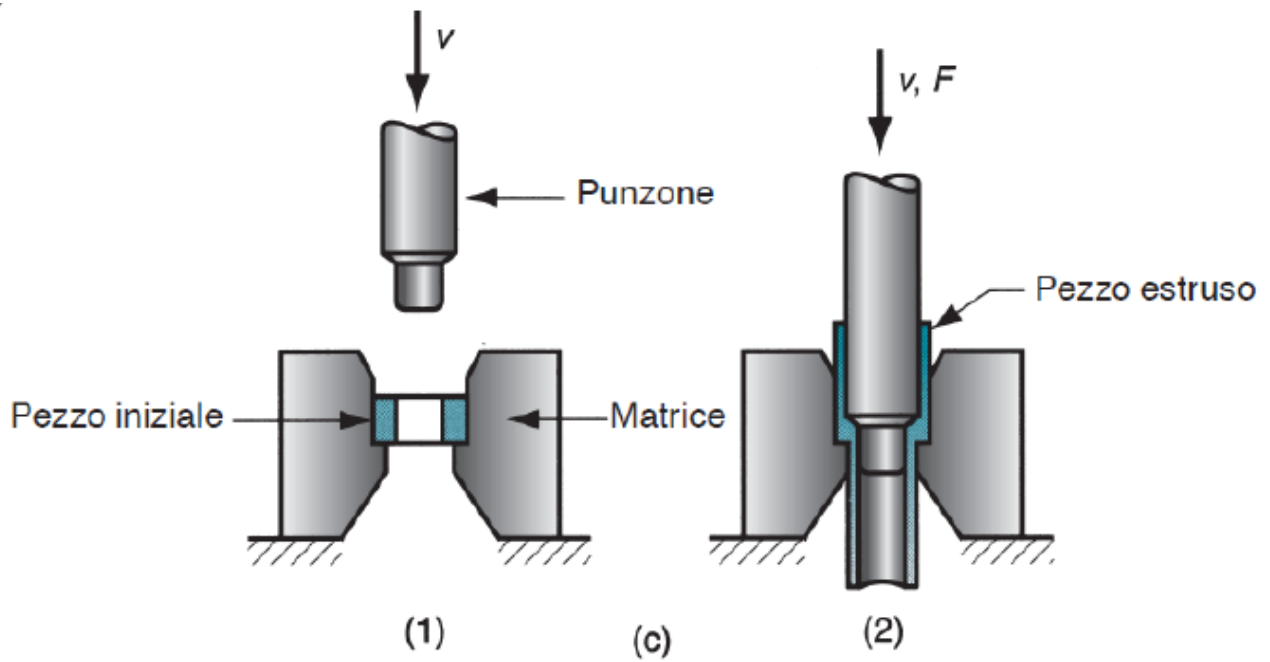
Il profilo con spessore omogeneo permette di:

- evitare problemi di distorsione
- uniformare le portate di materiale

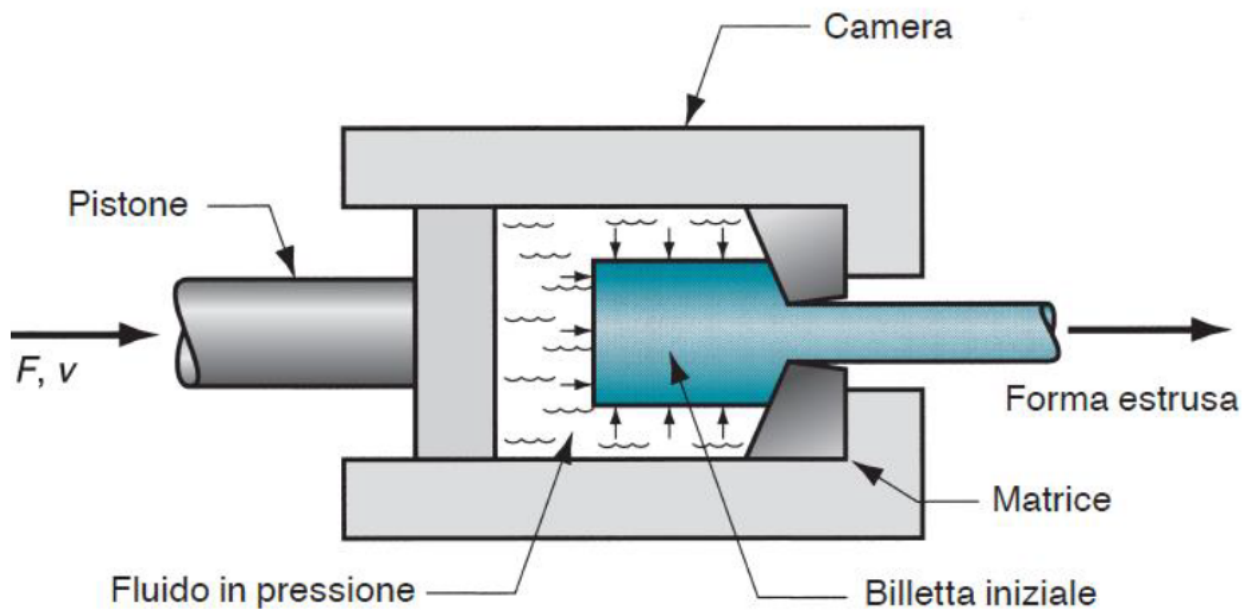


Estrusione ad Impatto





Estrusione Idrostatica



- Processo costoso
- Adatto a metalli fragili



Difetti dei prodotti estrusi

Cricche Interne:

- Pericolose poichè il pezzo sembra integro

- Sono causate dalla maggiore velocità con cui viene estrusa la parte centrale della sezione, si genera una cavità nella zona posteriore del massello che può raggiungere l'estruso.

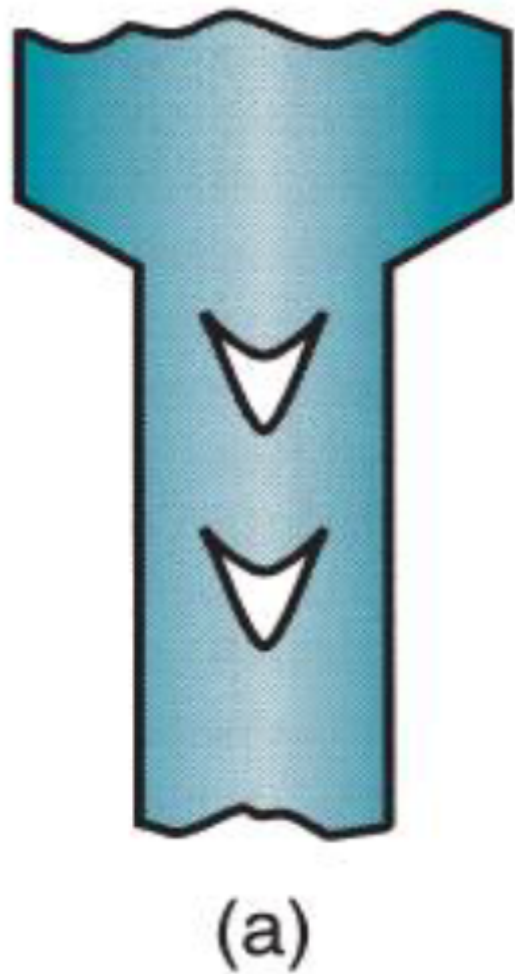
Esterni:

Cricche superficiali causate da:

- Elevata temperatura di estrusione
- Elevata velocità
- Elevato attrito

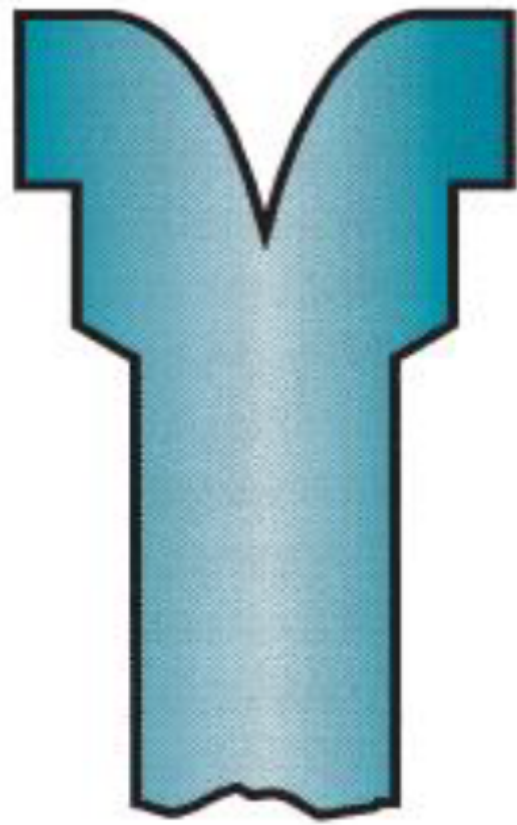
Cavità centrale posteriore

Per ovviare al problema della cavità centrale il disco premi massello (dummy block) viene sagomato in maniera tale da “rifornire” di materiale la zona centrale del massello:

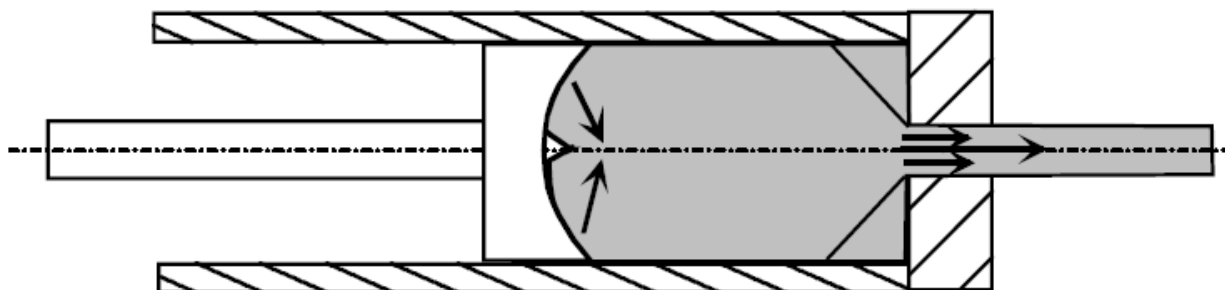
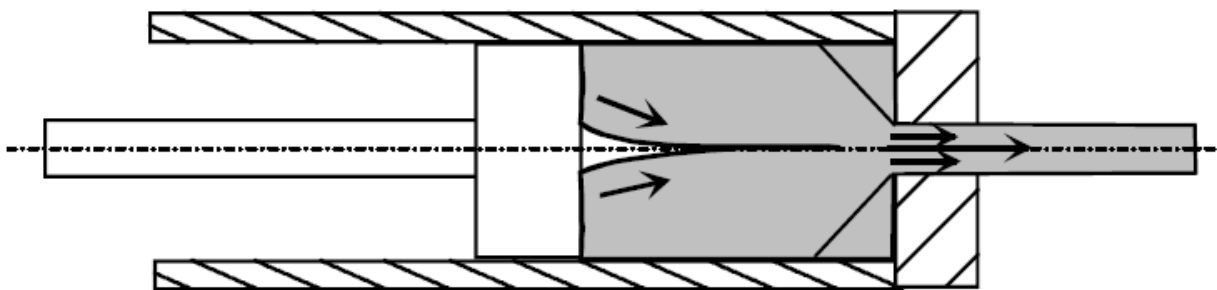




(c)

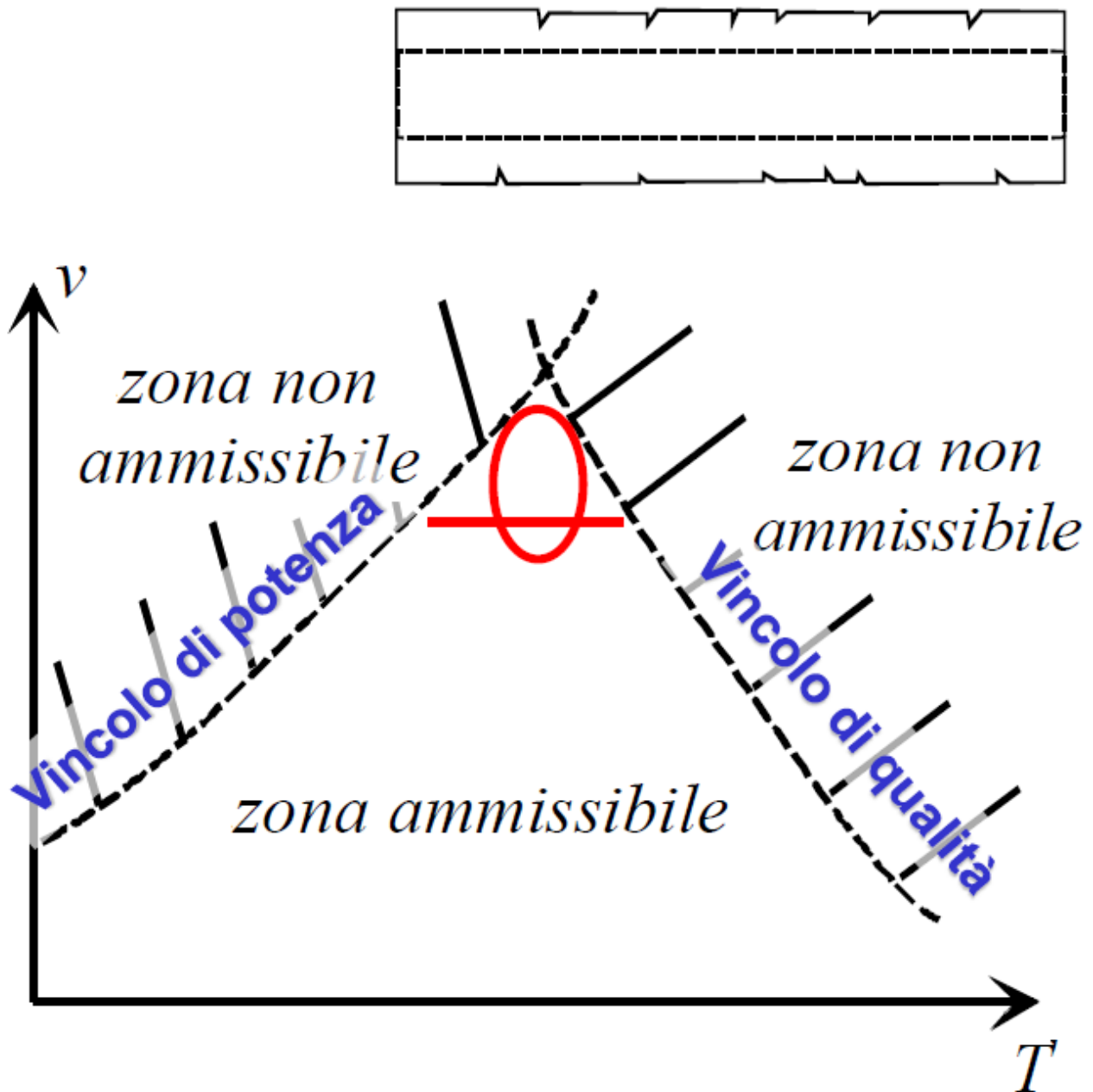


(b)



↻
Cricche superficiali

Dato che la resistenza del materiale dipende dalla temperatura è possibile tracciare anche una curva limite al di sopra della quale non è possibile estrudere per non compromettere la qualità superficiale del prodotto da estrudere



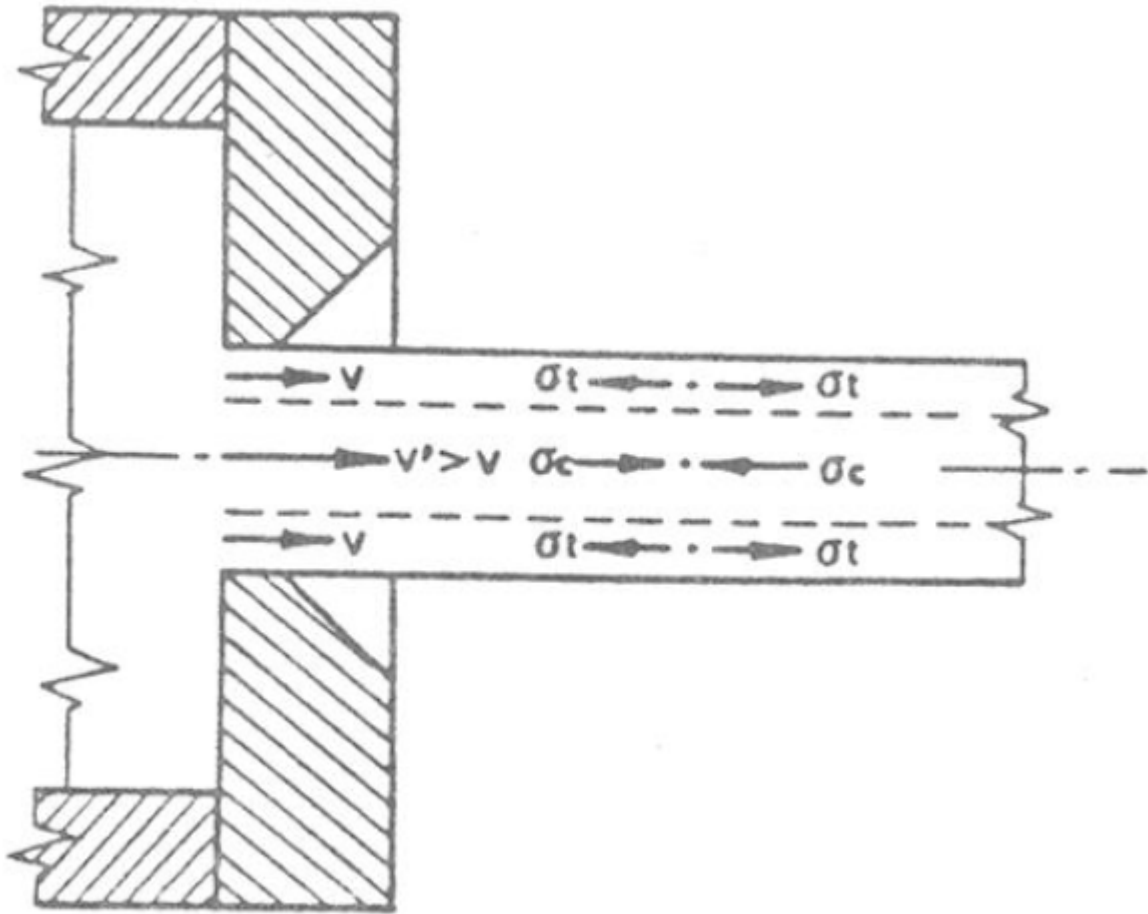
In generale per massimizzare la produzione si cerca di estrudere il più velocemente possibile, il che significa che le condizioni operative vengono ricercate in prossimità del punto di cuspide.

- Maggiore è la temperatura -> minore è la tensione di flusso Y_f -> minore è la pressione di estrusione -> minore è la forza e quindi la potenza necessarie
- Maggiore è la temperatura minore è la qualità del pezzo estruso (soprattutto superficiale)



Distorsioni delle sezioni estruse

La minore velocità del materiale più frenato dall'attrito rischia di generare tensioni (e/o distorsioni) anche a valle della matrice, cioè nel materiale già estruso



Google Sites

Segnala una violazione