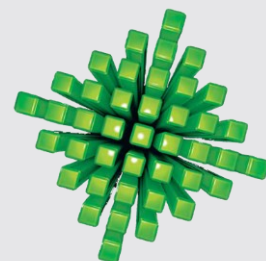
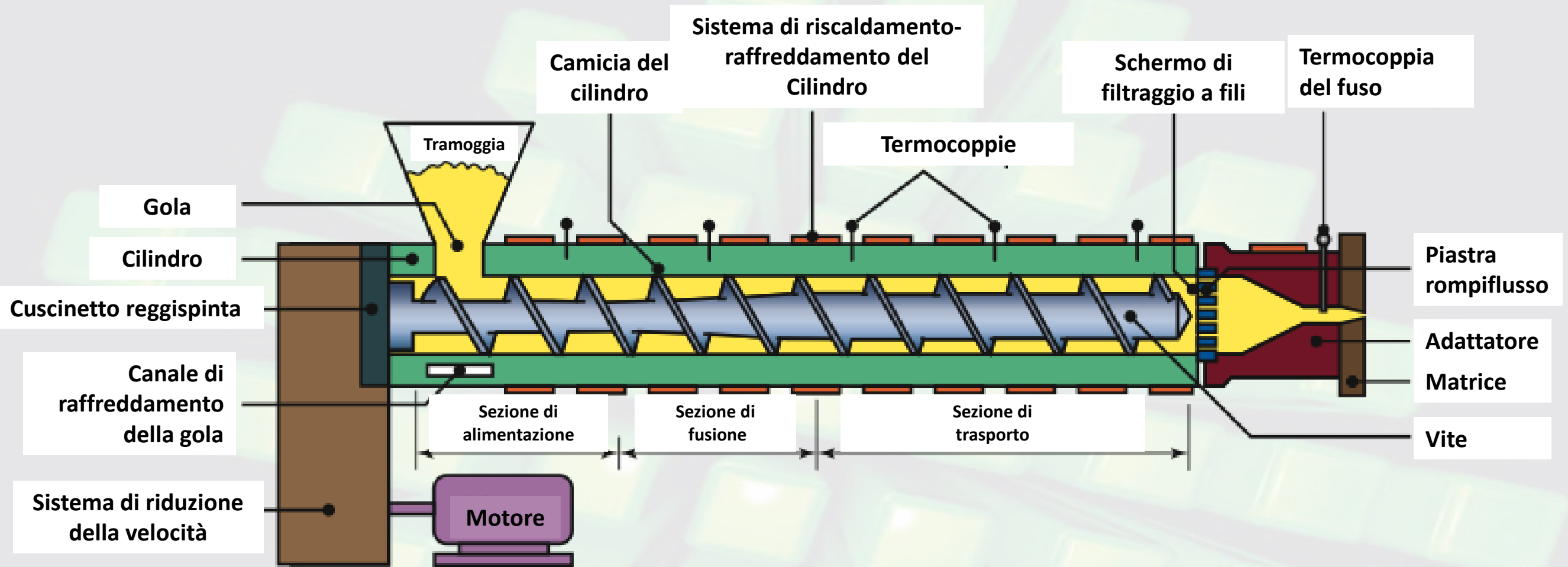


ESTRUSIONE

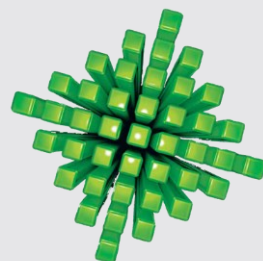


Manufacturing Processes for Engineering Materials, 5th ed.
Kalpakjian • Schmid
© 2008, Pearson Education
ISBN No. 0-13-227271-7

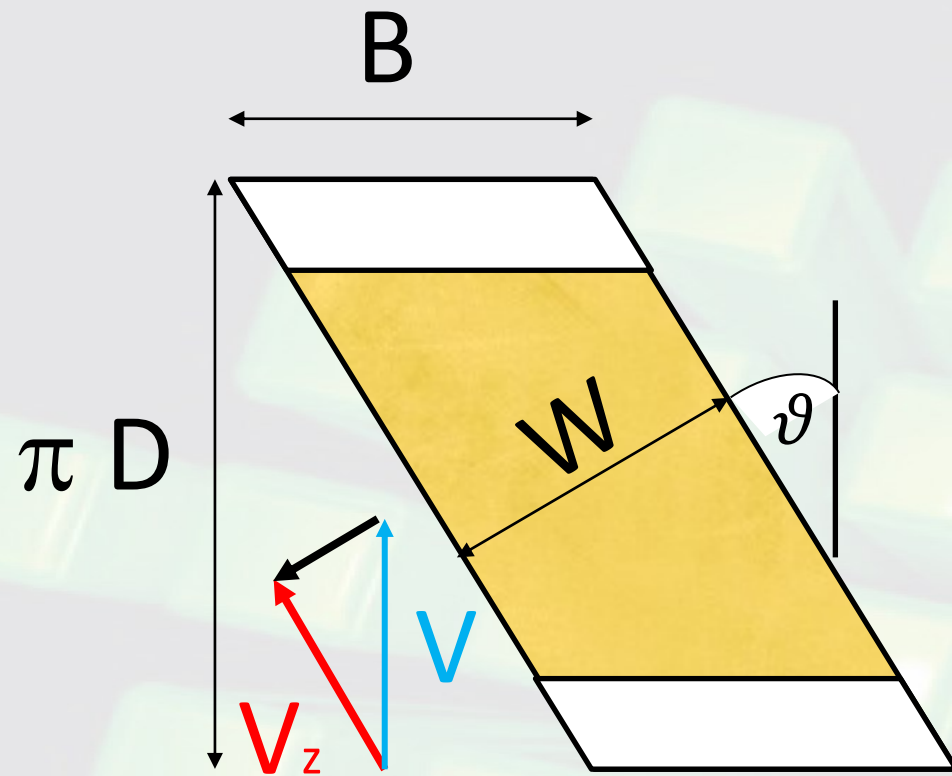
Estrusione



Schema di un Sistema di estrusione.



Meccanica dell'Estrusione



$$\tan \theta = \frac{B}{\pi D} = \frac{\sin \vartheta}{\cos \theta}$$

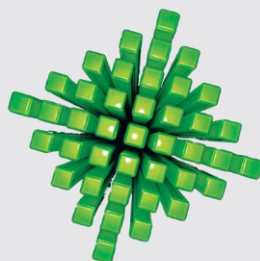
$$W = B \cos \theta$$

$$\frac{W}{\pi D \cos \vartheta} = \frac{\sin \vartheta}{\cos \theta}$$

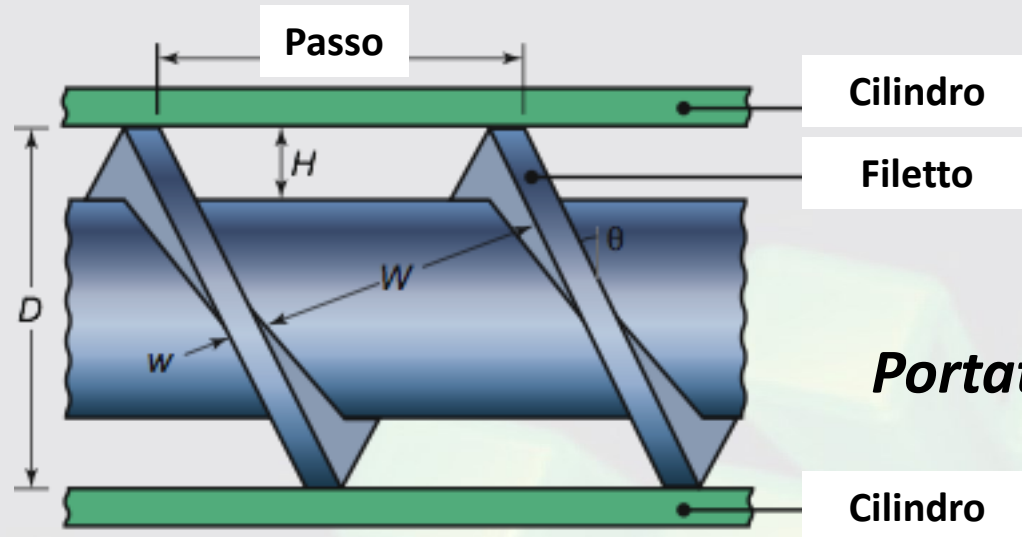
$$W = \pi D \sin \vartheta$$

$$V = \pi \cdot D \cdot N$$

$$V_z = V \cos \vartheta = \pi \cdot D \cdot N \cos \vartheta$$



Meccanica dell'Estrusione



Geometria della sezione di trasporto di una vite d'estrusione.

Portata Volumetrica o Flusso di Trascinamento (Q_d) :

$$Q_d = \frac{\pi^2 H D^2 N \sin \theta \cos \theta}{2}$$

Fattore correttivo (Q_p) del Flusso di Trascinamento dovuto alla pressione (η =viscosità, l =lunghezza tratto di trasporto):

$$Q_p = \frac{W H^3 p}{12 \eta (l / \sin \theta)} = \frac{p \pi D H^3 \sin^2 \theta}{12 \eta l}$$

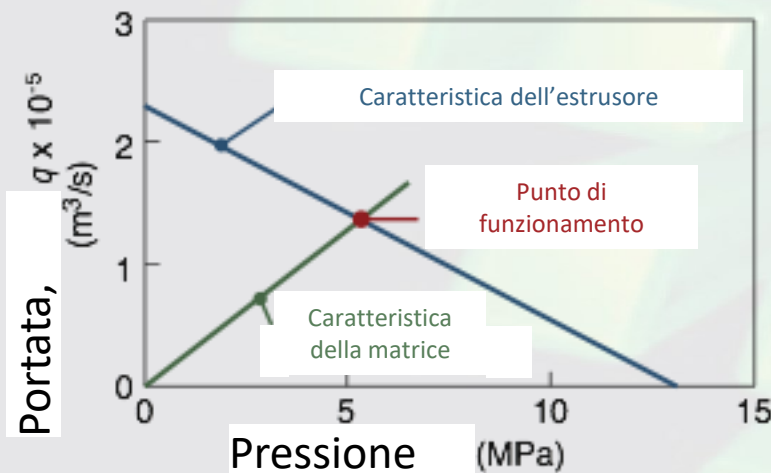
Caratteristica dell'estrusore ($Q = Q_d - Q_p$)

Caratteristica della matrice (Q_{die})

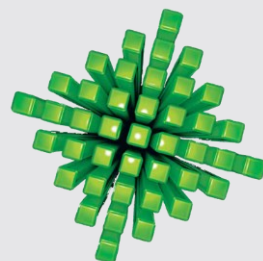
$$Q_{die} = K p$$

dove K per sezioni trasversali circolari vale
(Diametro foro matrice= D_d , Profondità matrice= l_d):

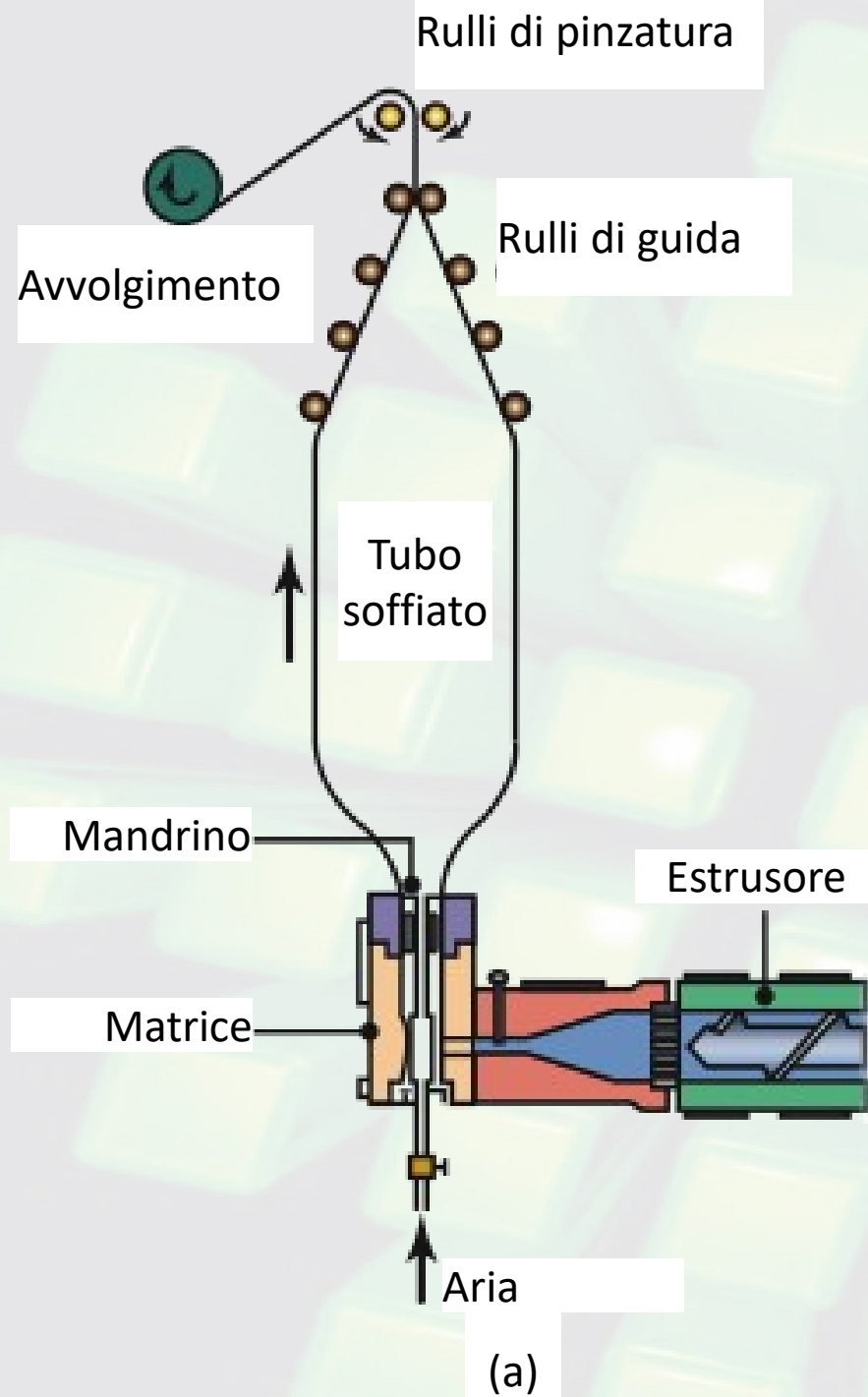
$$K = \frac{\pi D_d^4}{128 \eta l_d}$$



Caratteristiche dell'estrusore e della matrice

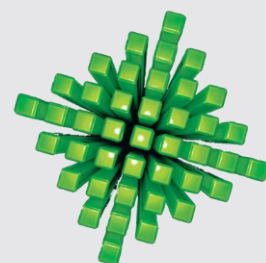


Fabbricazione di fogli e film



(a) Schema della produzione di film sottili e sportine di plastica a partire da un tubo estruso che viene successivamente soffiato con aria.

(b) Operazione di soffiatura del film.



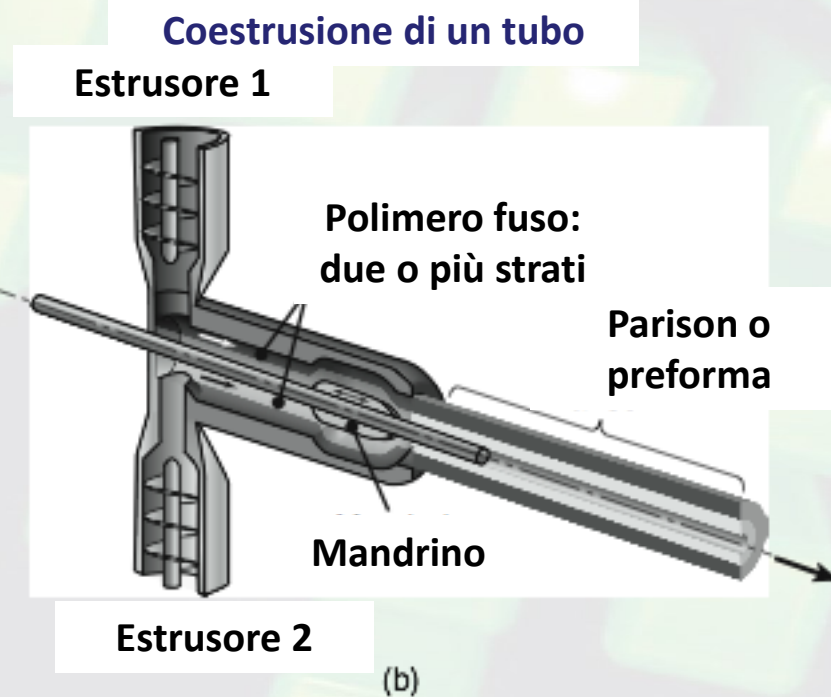
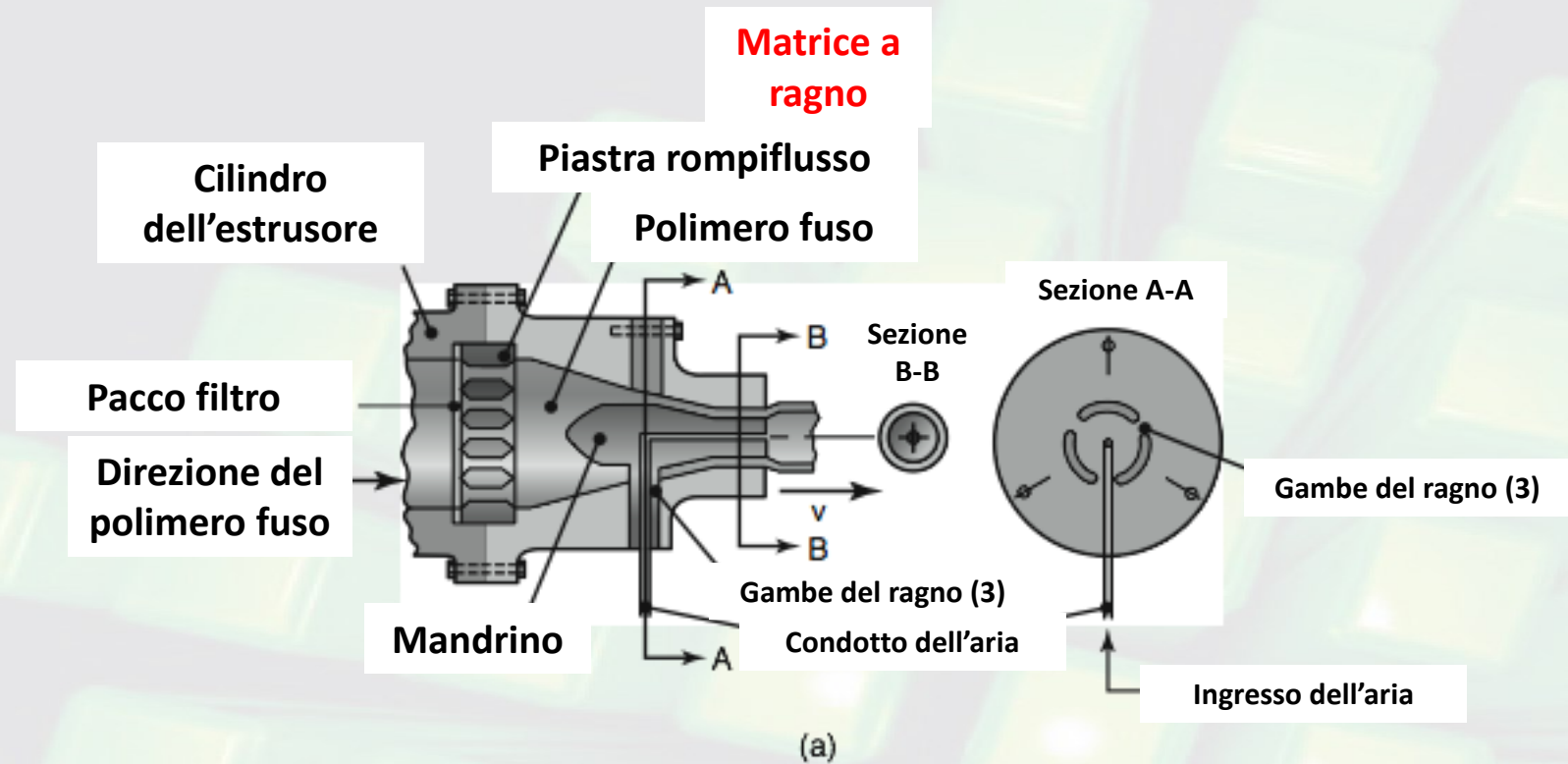
Manufacturing Processes for Engineering Materials, 5th ed.

Kalpakjian • Schmid

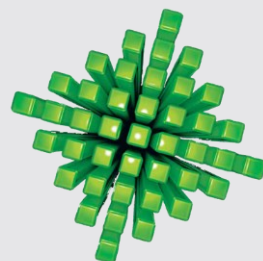
© 2008, Pearson Education

ISBN No. 0-13-227271-7

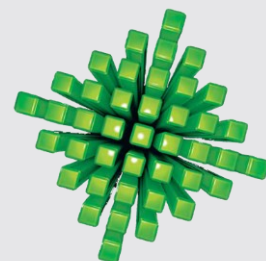
Estrusione di Tubi



Estrusione di tubi di plastica.
(a) Estrusione basata su matrice a ragno e aria pressurizzata;
(b) Coestrusione di una preforma a tubo per la produzione di bottiglie.

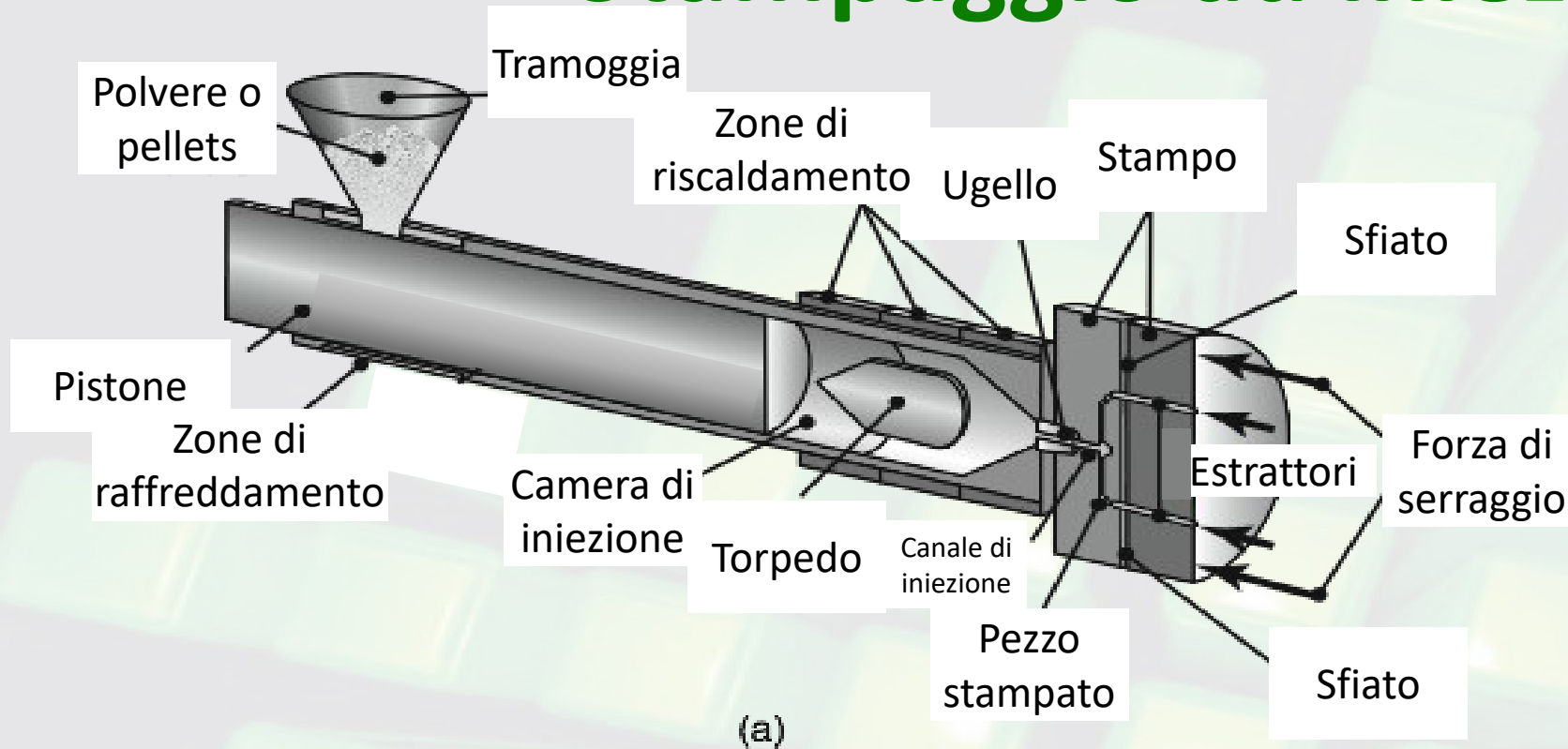


STAMPAGGIO AD INIEZIONE



Manufacturing Processes for Engineering Materials, 5th ed.
Kalpakjian • Schmid
© 2008, Pearson Education
ISBN No. 0-13-227271-7

Stampaggio ad iniezione

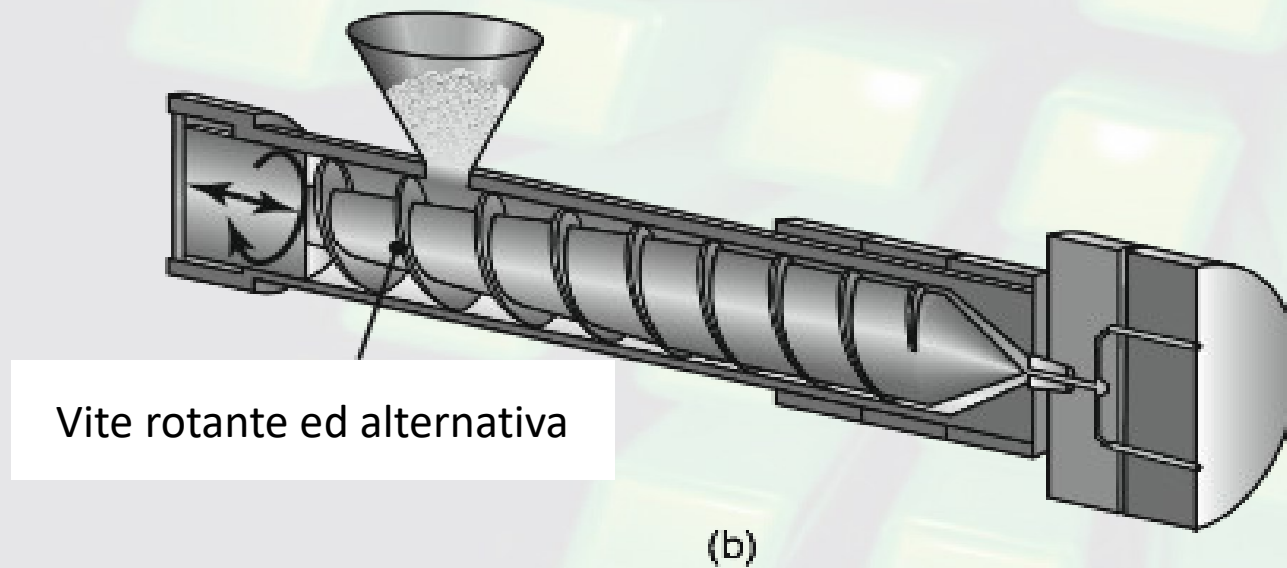


Pressioni: 70-200 Mpa;
Tempo ciclo: 5-60 s;
Polimeri: termoplastici e termoindurenti;
Stampi:

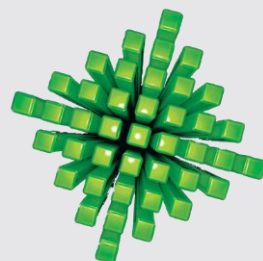
- Acciaio
- Alluminio (possono deformarsi e compromettere la tenuta)

$$t_{\text{raffred.}} = \frac{h_{\text{max}}^2}{2\pi \cdot \alpha} \cdot \ln \left[\frac{\pi}{4} \cdot \left(\frac{T_{\text{in}} - T_{\text{stampo}}}{T_{\text{extr}} - T_{\text{stampo}}} \right) \right]$$

dove
 t raffred. è il tempo di raffreddamento (s)
 hmax è lo spessore massimo (mm)
 Tin è la temperatura di iniezione del polimero (°C)
 Textr è la temperatura di estrazione del pezzo (°C)
 Tstampo è la temperatura dello stampo (°C)
 α è la diffusività mm²/s



Stampaggio ad iniezione con
 (a) Pistone e
 (b) Vite rotante ed alternativa
 (vite pistonante).



Equazione di Ballman e Shusman

- $$t_{cool} = \frac{(s_{max})^2}{2 \cdot \pi \cdot \alpha} \ln \left(\frac{\pi}{4} \cdot \frac{T_{iniz} - T_{stampo}}{T_{estr} - T_{stampo}} \right)$$

dove

t_{cool} è il tempo di raffreddamento [s]

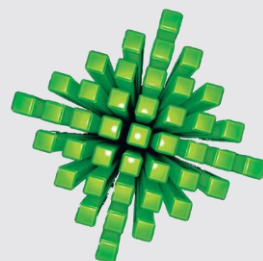
s_{max} è lo spessore massimo del pezzo [mm]

α è la diffusività termica del polimero $\left[\frac{\text{mm}^2}{\text{s}} \right]$

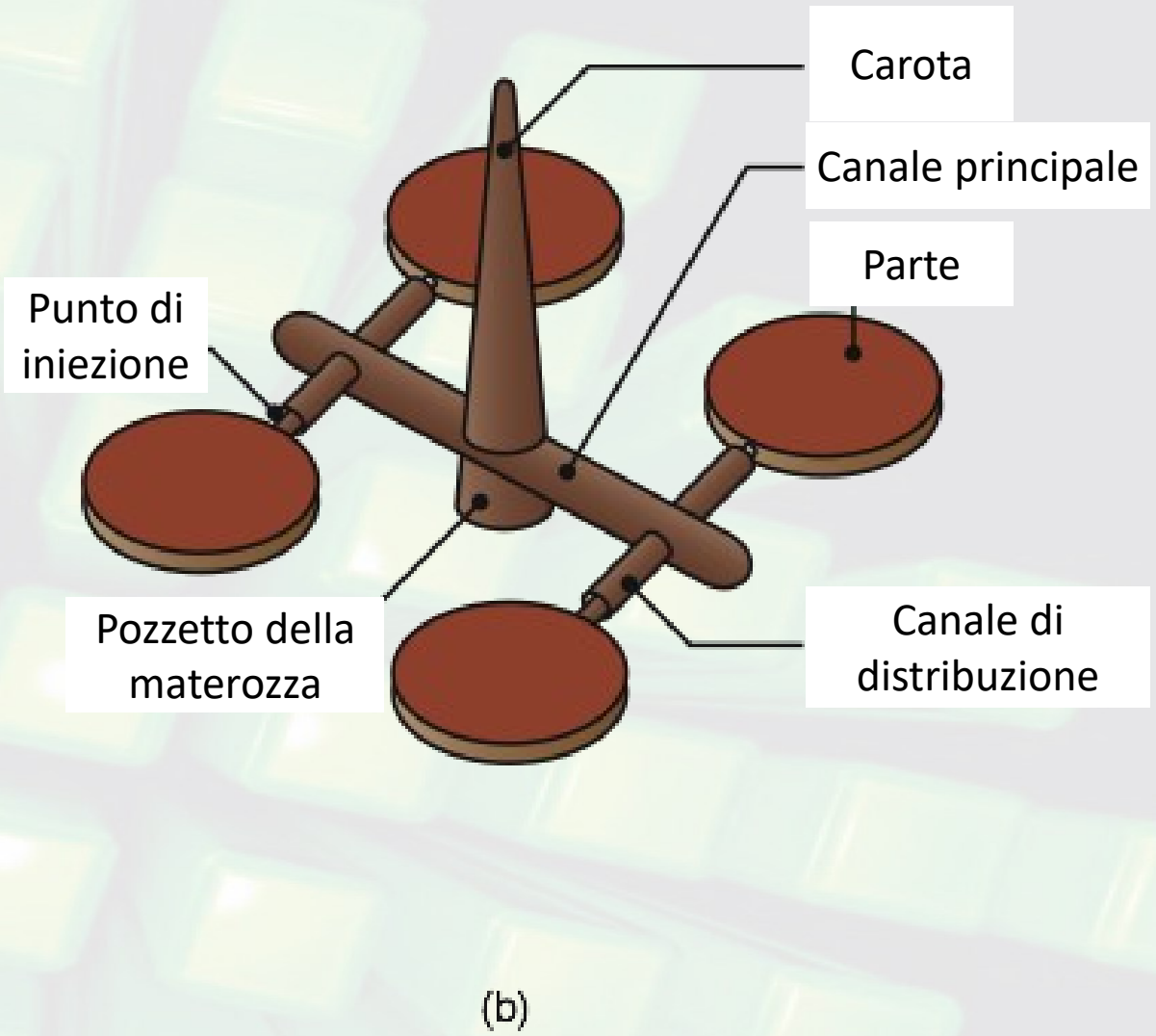
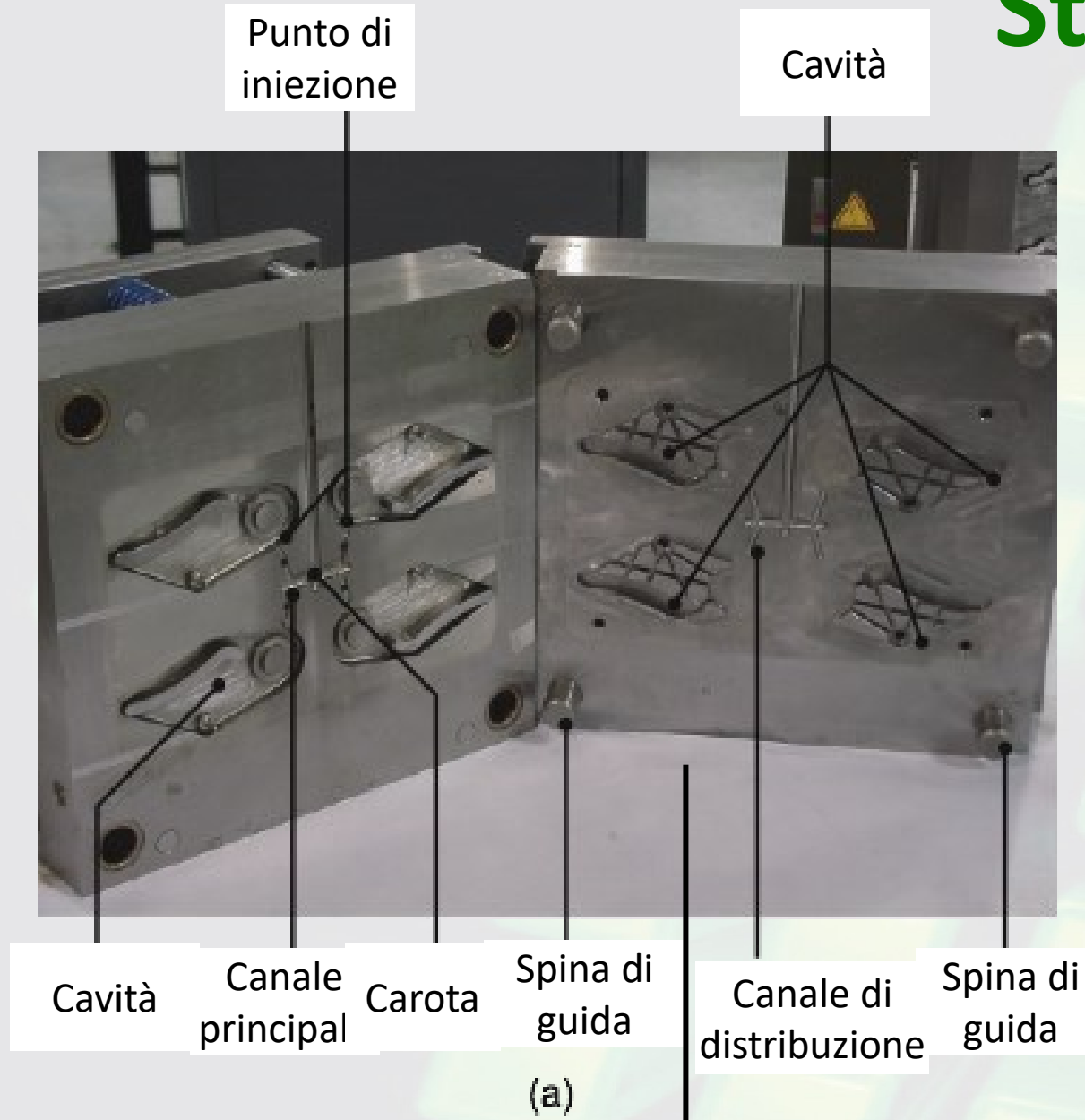
T_{iniz} è la temperatura di iniezione del polimero [°C]

T_{stampo} è la temperatura dello stampo [°C]

T_{estr} è la temperatura di estrazione del polimero [°C]



Stampo

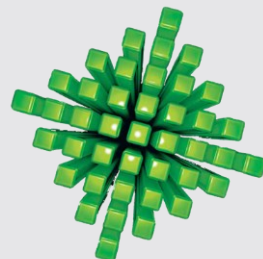


Stampo per stampaggio ad iniezione.

(a) Stampo a due piastre;

(b) Quello che esce dallo stampo al termine della solidificazione (4 pezzi uniti dai canali, materozze e carota).

Canale di
distribuzione



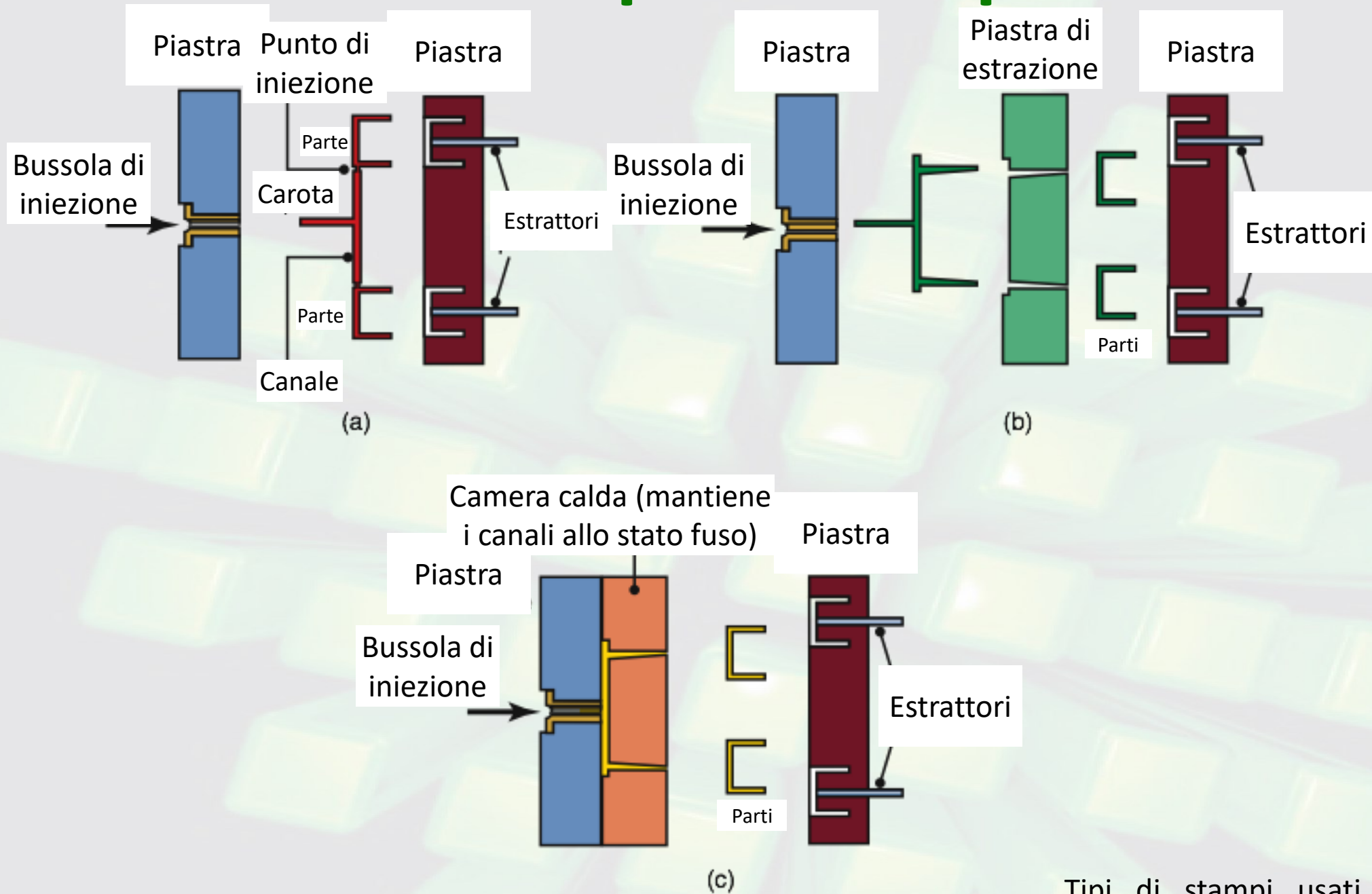
Manufacturing Processes for Engineering Materials, 5th ed.

Kalpakjian • Schmid

© 2008, Pearson Education

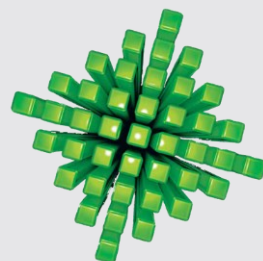
ISBN No. 0-13-227271-7

Tipi di Stampi

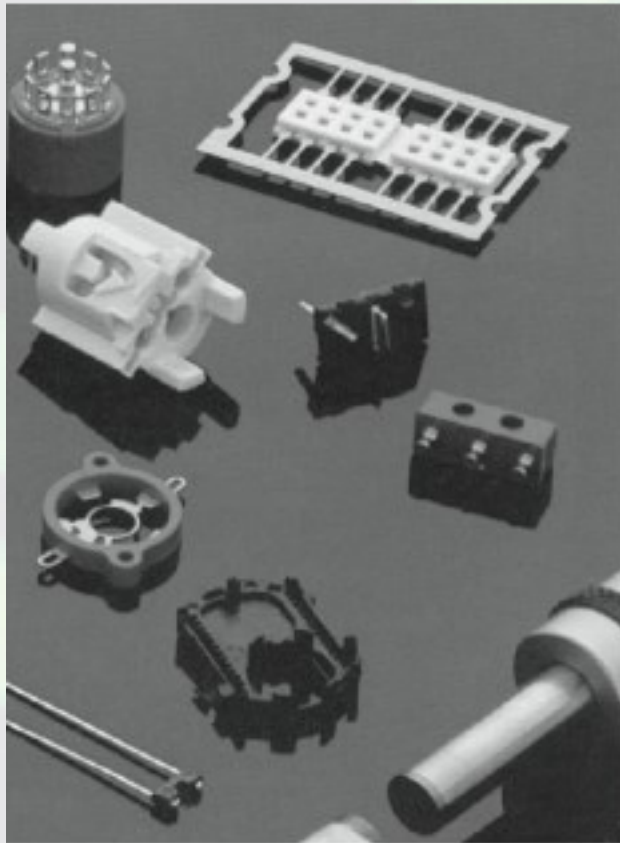


Tipi di stampi usati nello stampaggio ad iniezione:

- (a) stampo a due piastre,
- (b) stampo a tre piastre,
- (c) stampo a canali caldi.



Stampaggio ad iniezione con inserti

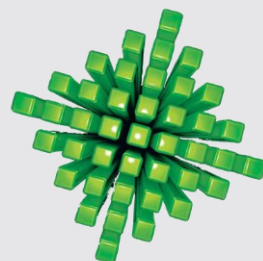


(a)



(b)

Prodotti realizzati mediante stampaggio ad iniezione con inserti. Dei componenti metallici vengono incorporati nel pezzo prodotto in plastica mediante iniezione.



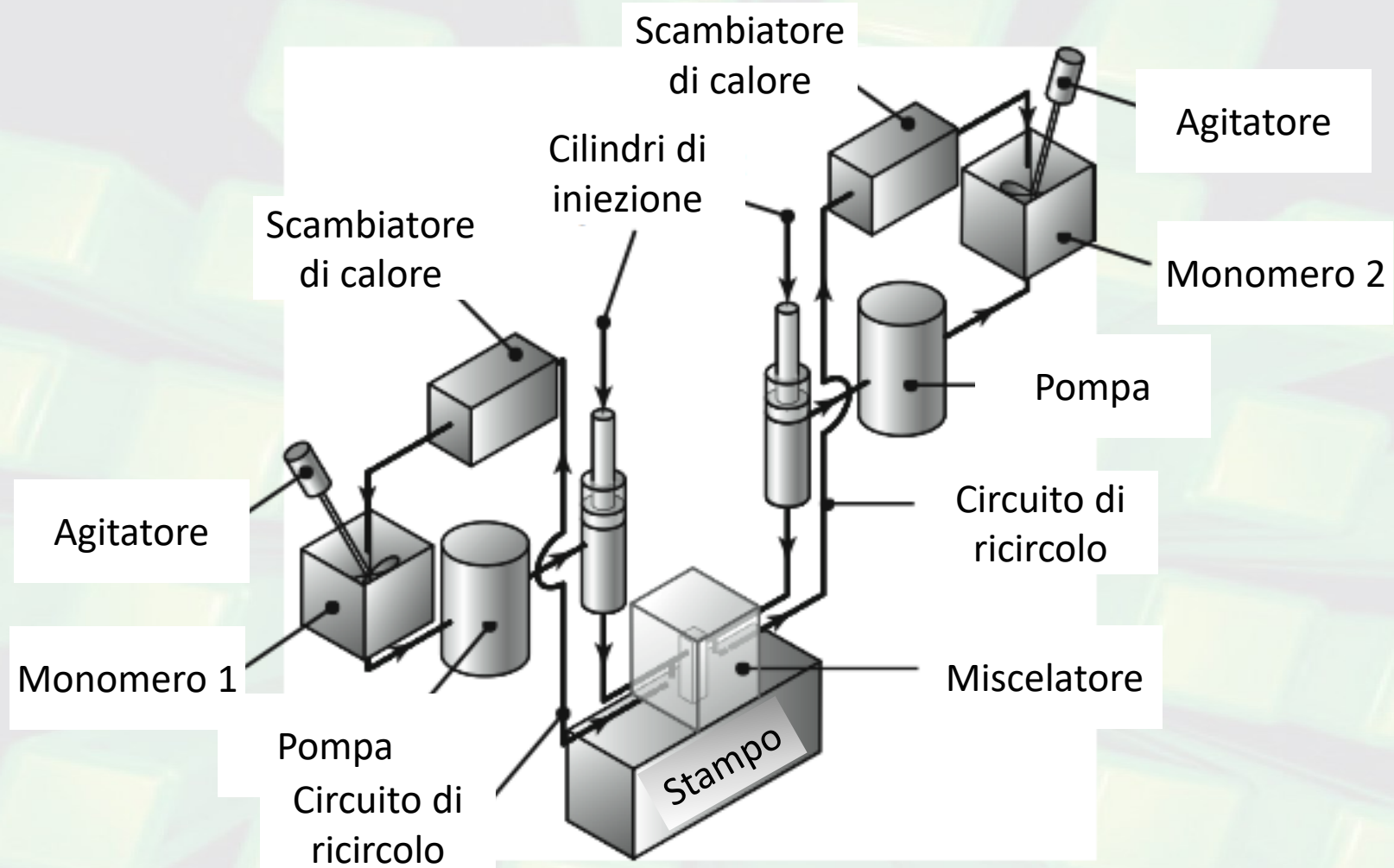
Manufacturing Processes for Engineering Materials, 5th ed.

Kalpakjian • Schmid

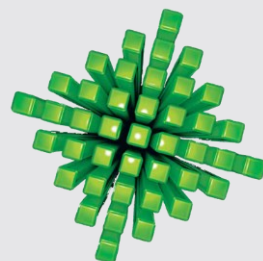
© 2008, Pearson Education

ISBN No. 0-13-227271-7

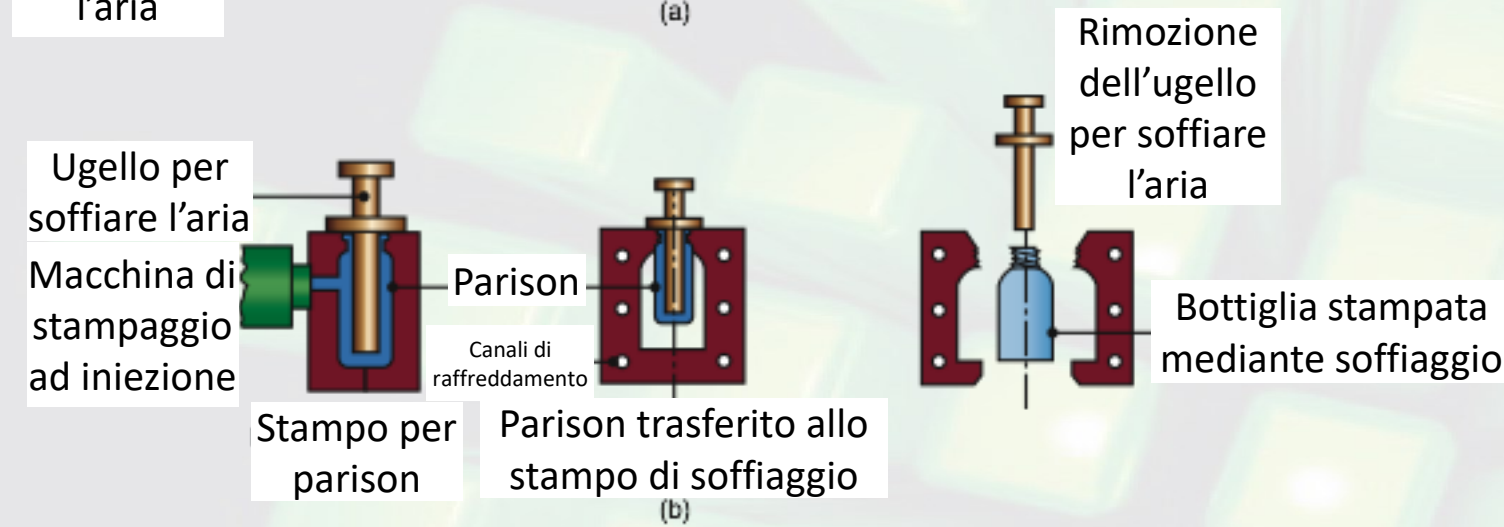
Stampaggio reattivo ad iniezione



Schema del processo di stampaggio reattivo ad iniezione

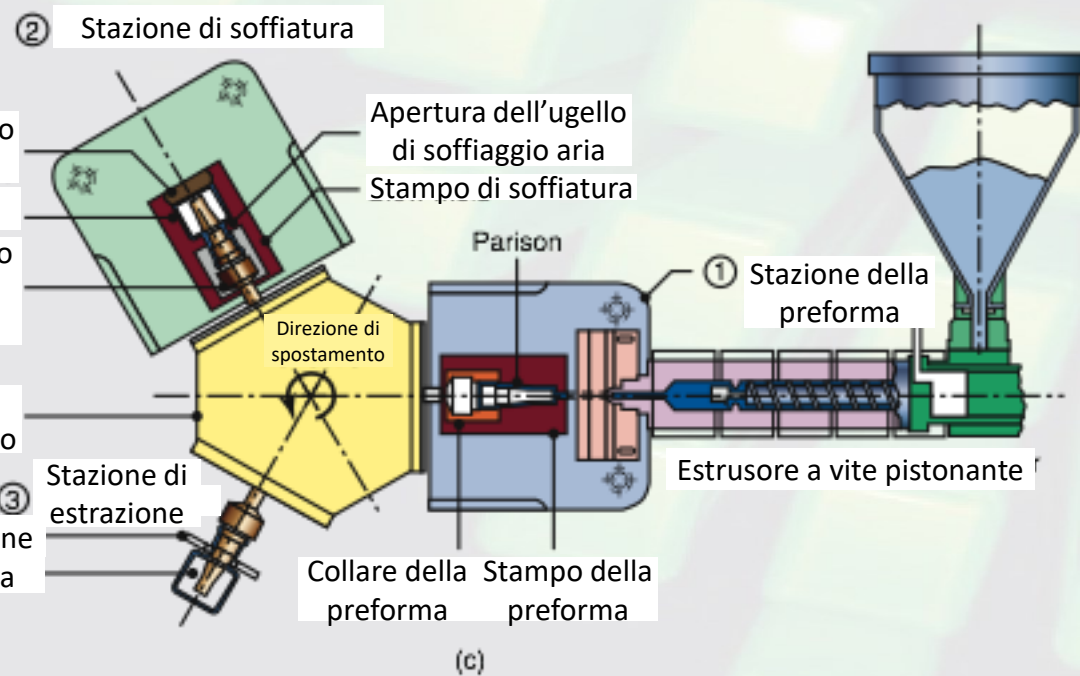


Stampaggio mediante Soffiatura



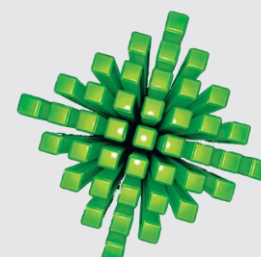
La macchina è costituita da due unità:

1. La prima di estrusione o di iniezione che realizza la preforma (parison).
2. La seconda che gonfia la preforma realizzando il contenitore.

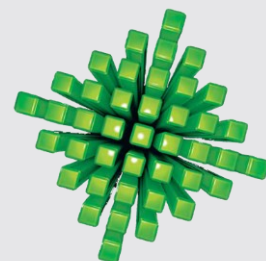


Schema di

- (a) Processo di stampaggio mediante soffiatura per la produzione di bottiglie;
- (b) Processo di stampaggio mediante iniezione e soffiatura;
- (c) Macchina a tre stazioni di stampaggio ad iniezione e soffiatura.

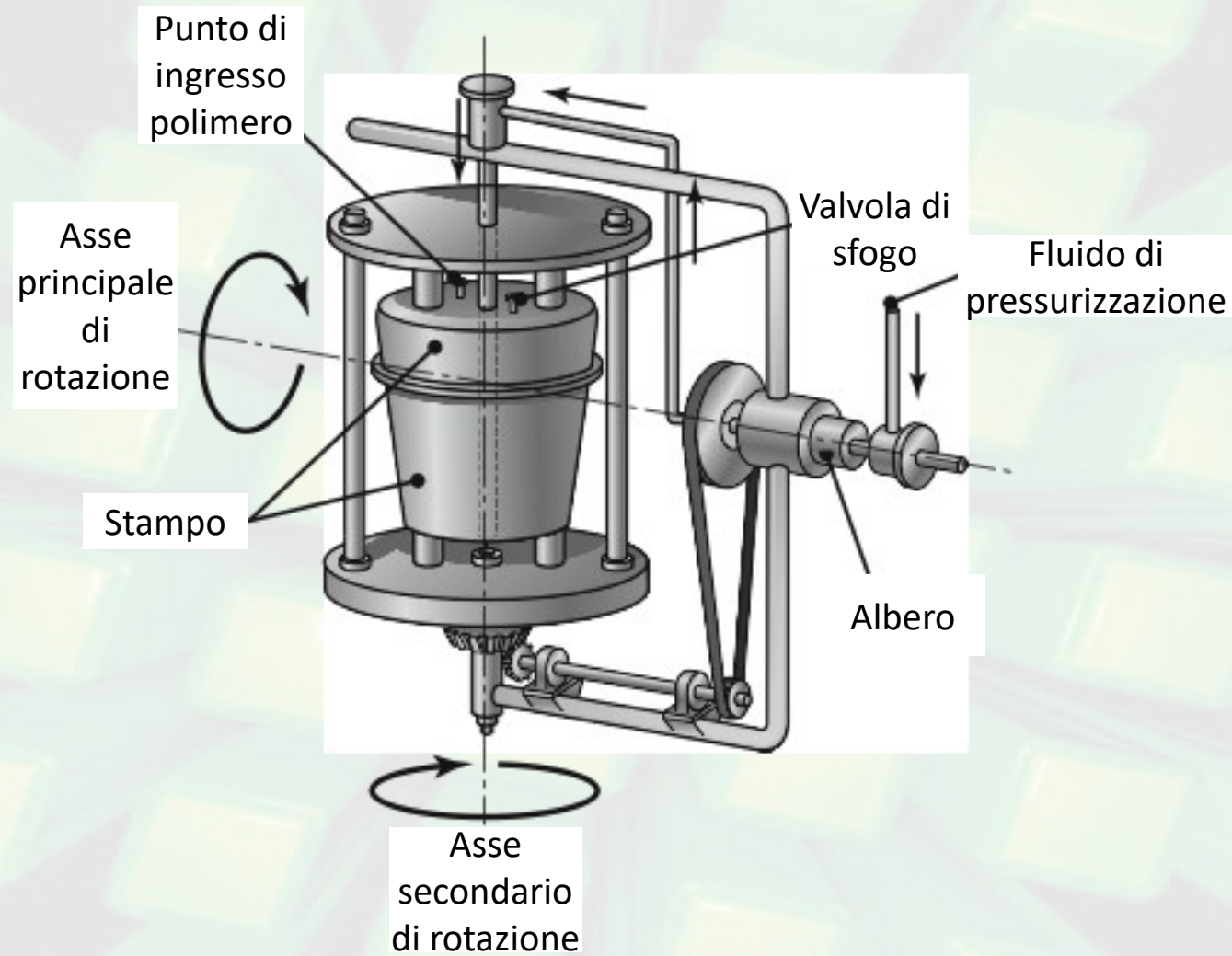


STAMPAGGIO ROTAZIONALE

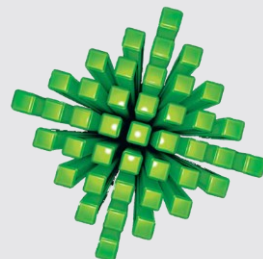


Manufacturing Processes for Engineering Materials, 5th ed.
Kalpakjian • Schmid
© 2008, Pearson Education
ISBN No. 0-13-227271-7

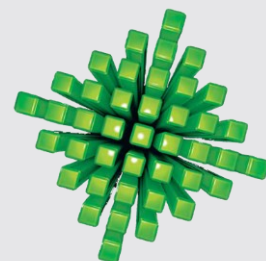
Stampaggio Rotazionale



Stampaggio rotazionale per produrre cestini, secchi e palline di plastica.

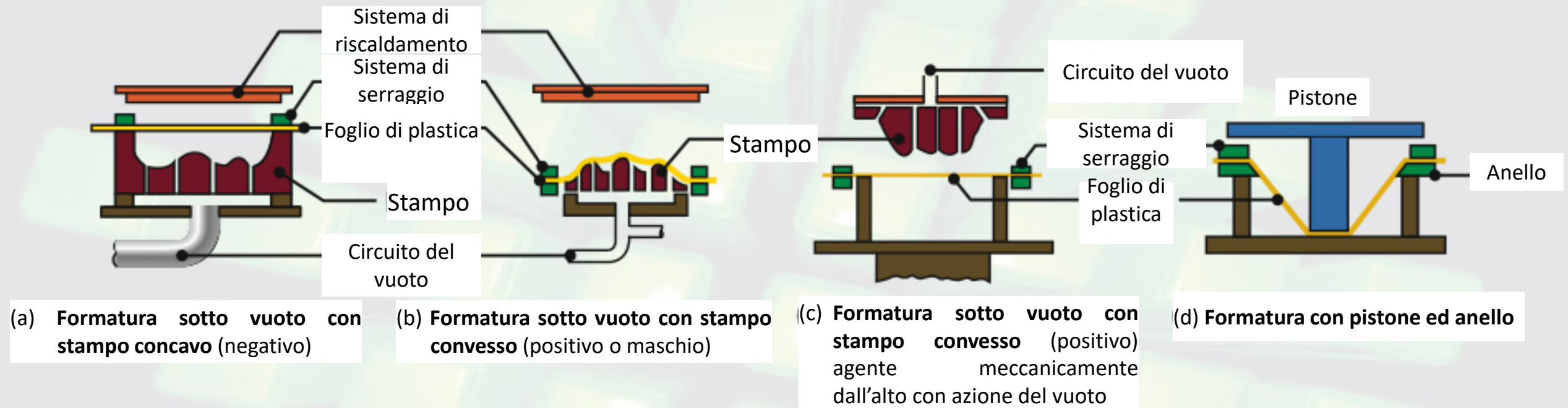


TERMOFORMATURA

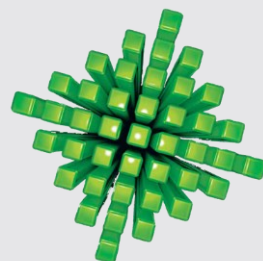


Manufacturing Processes for Engineering Materials, 5th ed.
Kalpakjian • Schmid
© 2008, Pearson Education
ISBN No. 0-13-227271-7

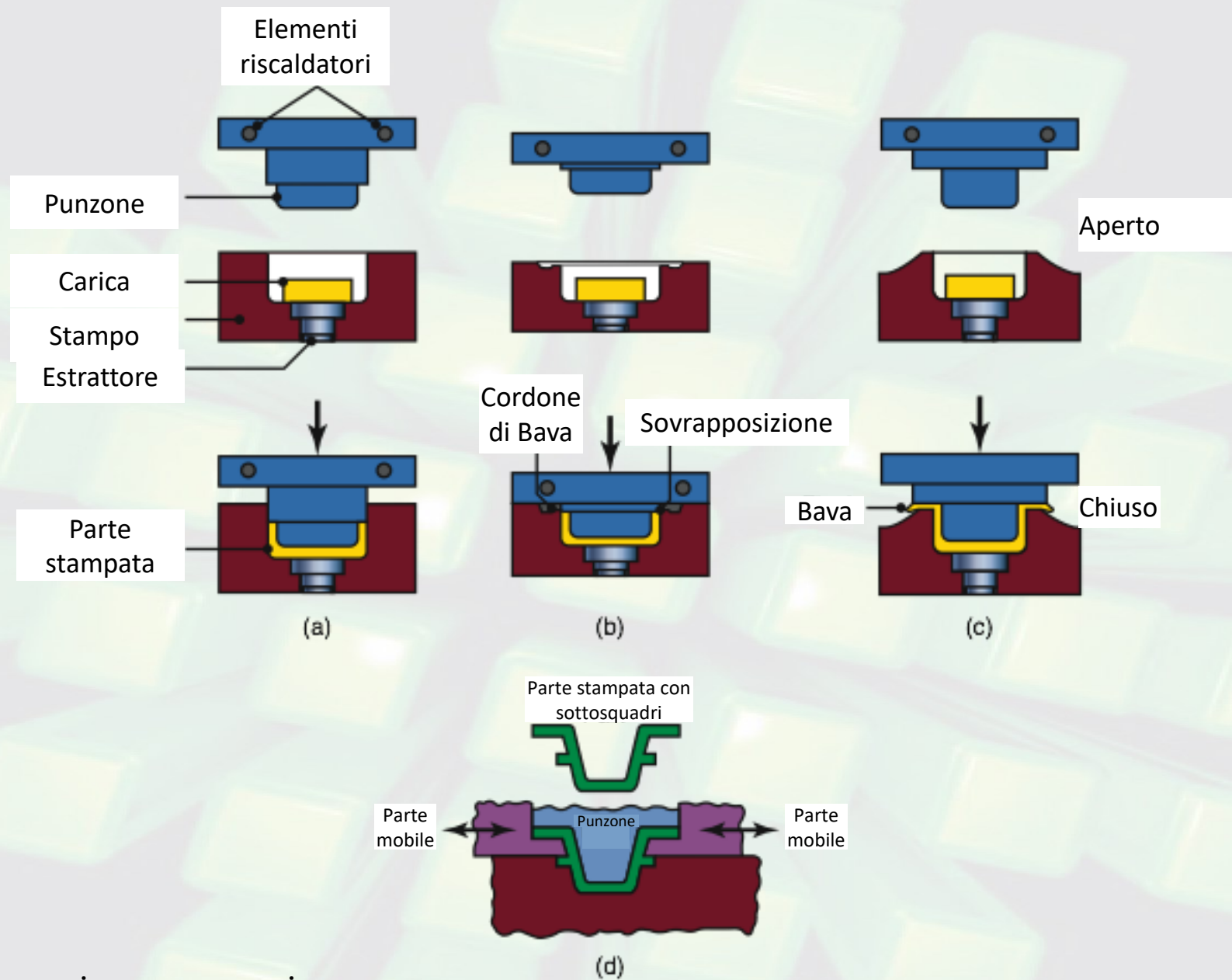
Termoformatura



Vari processi di termoformatura di fogli termoplastici. Usati per produrre cartelli pubblicitari, vassoi per biscotti e caramelle, pannelli per box doccia ed imballaggi.



Stampaggio a Compressione



Tipi di stampaggio a compressione:

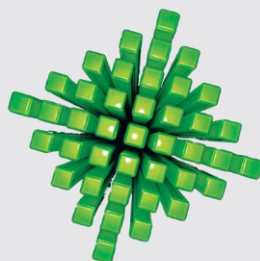
- (a) A stampo positivo,
- (b) A stampo semi positivo,
- (c) Con bava, che dovrà essere successivamente tranciata,
- (d) Progettazione dello stampo per realizzare parti che presentano sottosquadri.

Manufacturing Processes for Engineering Materials, 5th ed.

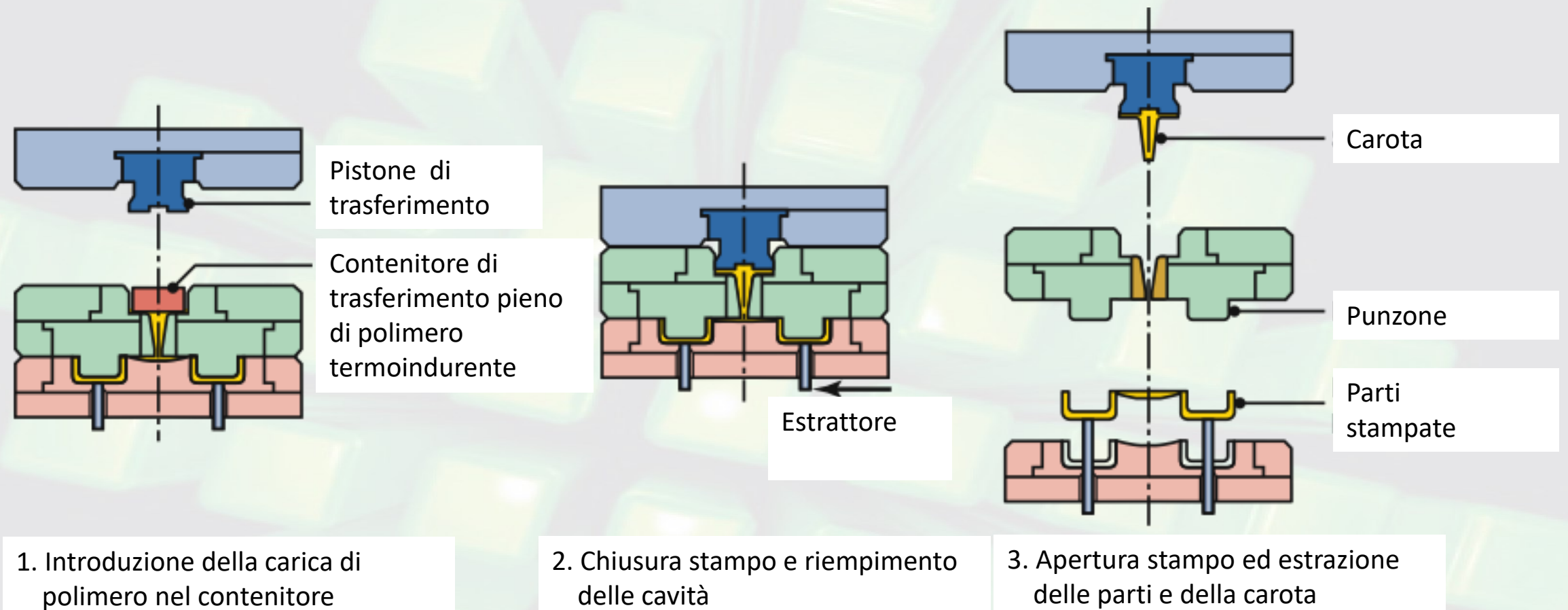
Kalpakjian • Schmid

© 2008, Pearson Education

ISBN No. 0-13-227271-7



Stampaggio a Trasferimento



Sequenza di operazioni nello stampaggio a trasferimento di una plastica termoindurente. Processo particolarmente adatto a parti intricate con spessori di parete variabili.

