

QUADRO DELLE TECNOLOGIE

•Prof. Luca Settineri



CHE COSA VUOL DIRE “PRODURRE”?

“Dare, fornire come risultato di una serie di ***lavorazioni*** o ***trasformazioni*** operate dall’uomo”
(IL NUOVO ZINGARELLI)



*Dipartimento di Ingegneria
Gestionale e della Produzione*

TEORIA DELLE TRASFORMAZIONI



TIPOLOGIE DI PROCESSI DI PRODUZIONE

- Produzioni per Processo
- Produzioni per Parti o Manifatturiere



PRODUZIONI PER PROCESSO

- Gli elementi che costituiscono il prodotto finale non possono essere facilmente identificabili.
- Il prodotto non può essere scomposto a ritroso poiché i componenti originari non sono più distinguibili tra loro o hanno cambiato natura.



*Dipartimento di Ingegneria
Gestionale e della Produzione*

Esempi

- Processi di Produzione per ottenere :
 - Acciaio
 - Carta
 - Cemento
 - Prodotti Chimici
 - Prodotti Farmaceutici
 - Prodotti Alimentari (Pasta)



*Dipartimento di Ingegneria
Gestionale e della Produzione*

PRODUZIONI PER PARTI MANIFATTURIERE

- Il prodotto finale risulta composto da un numero finito di componenti discreti (parti).
- Il processo produttivo è compreso da due fasi:
 - Fase di fabbricazione.
 - Fase di assemblaggio.



*Dipartimento di Ingegneria
Gestionale e della Produzione*

Esempi

- Processi di Produzione per ottenere :
 - Automobili
 - Calcolatori
 - Elettrodomestici
 - Calzature
 - Giocattoli



*Dipartimento di Ingegneria
Gestionale e della Produzione*

FASE DI FABBRICAZIONE

Insieme delle **lavorazioni** (**trasformazioni**) che modificano la forma, le dimensioni, lo stato superficiale di parti singole.



*Dipartimento di Ingegneria
Gestionale e della Produzione*

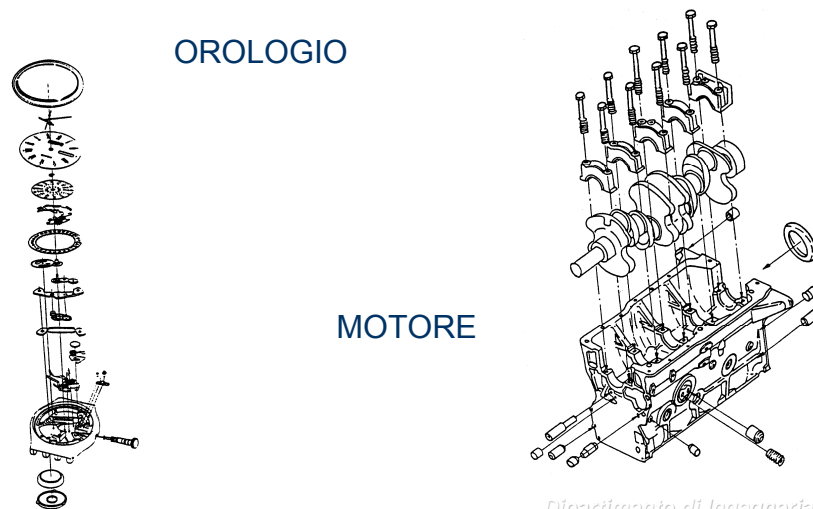
FASE DI ASSEMBLAGGIO

Insieme delle operazioni di giustapposizione di parti singole per formare un assieme.



*Dipartimento di Ingegneria
Gestionale e della Produzione*

Esempio di prodotti che necessitano della fase di assemblaggio



*Dipartimento di Ingegneria
Gestionale e della Produzione*

TRASFORMAZIONI

Che cosa intendiamo con il termine trasformazione ?

Def. : La variazione nel tempo di una o più proprietà della parte ottenuta attraverso opportuni processi elementari.



*Dipartimento di Ingegneria
Gestionale e della Produzione*

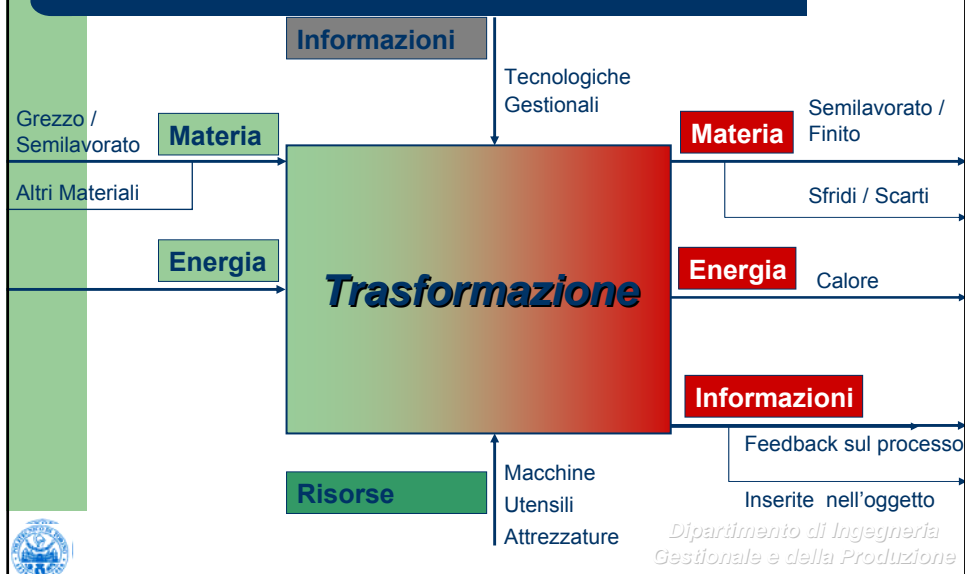
Esempi :

- Trasformazione di forma e dimensioni (macrogeometria della parte);
- Trasformazione del grado di finitura di una superficie (microgeometria della parte);
- Trasformazione delle caratteristiche meccaniche (durezza, carico di rottura);
- Trasformazione di stato, di temperatura.



*Dipartimento di Ingegneria
Gestionale e della Produzione*

di cosa abbiamo bisogno per attuare una trasformazione ?



*Dipartimento di Ingegneria
Gestionale e della Produzione*

Fattori che concorrono ad una trasformazione

- Materia
- Energia
- Informazioni
- Risorse

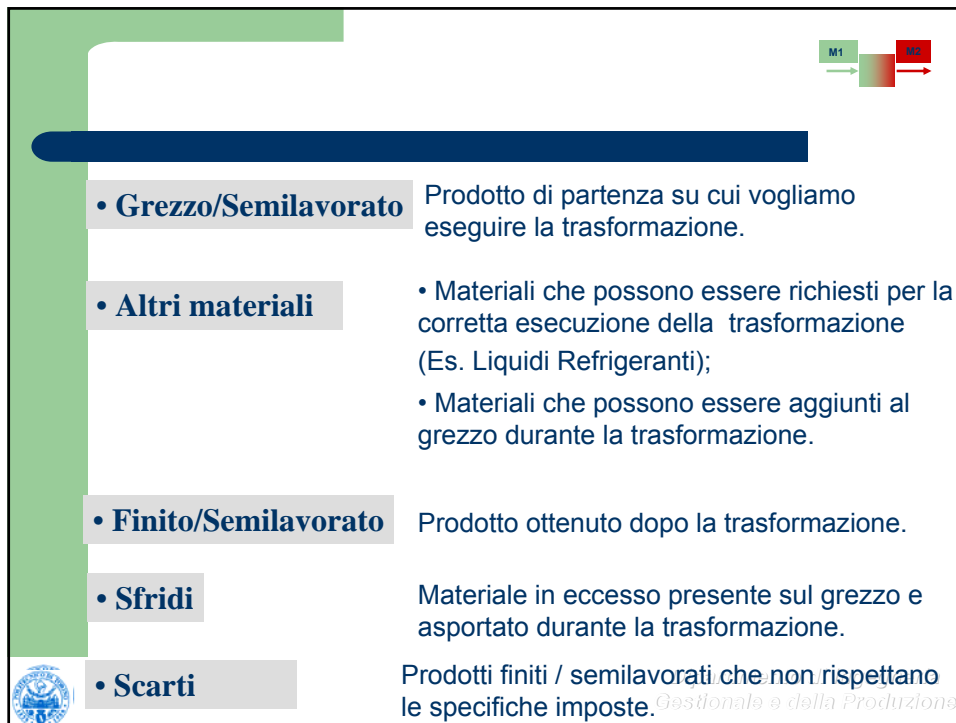


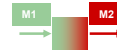
*Dipartimento di Ingegneria
Gestionale e della Produzione*

MATERIA



*Dipartimento di Ingegneria
Gestionale e della Produzione*





- Le trasformazioni comportano una variazione ΔM della **massa del prodotto finito / semilavorato (M2)** rispetto alla **massa del grezzo / semilavorato di partenza (M1)**.
- Distinguiamo tre casi possibili:
 - $\Delta M = M2 - M1 < 0$
 - $\Delta M = M2 - M1 = 0$
 - $\Delta M = M2 - M1 > 0$



Dipartimento di Ingegneria
Gestionale e della Produzione

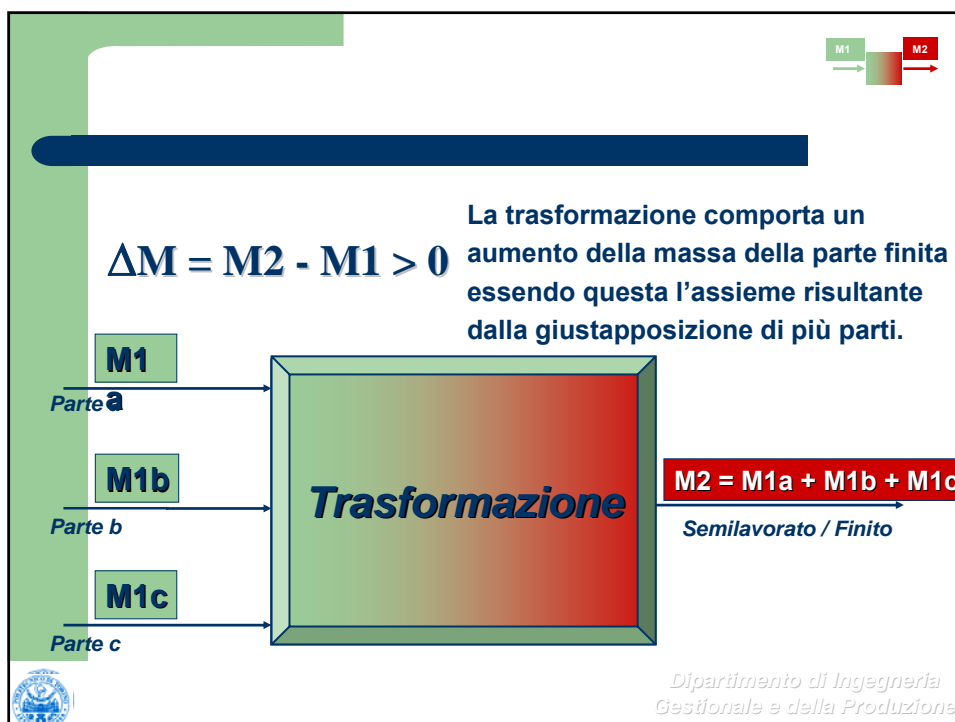


$$\Delta M = M2 - M1 < 0$$

Dopo la trasformazione la massa della parte finita è minore di quella del grezzo di partenza. La trasformazione comporta l'eliminazione di parte della massa iniziale del grezzo.



Dipartimento di Ingegneria
Gestionale e della Produzione



ENERGIA



Dipartimento di Ingegneria
Gestionale e della Produzione

- Le trasformazioni sono operate grazie ad opportuni **scambi di energia**;
- L'energia scambiata può essere di vari tipi:
 - **Energia Meccanica**;
 - **Energia Termica**;
 - **Energia Chimica**.



Dipartimento di Ingegneria
Gestionale e della Produzione

Energia Meccanica



- Lo scambio di energia avviene tramite forze che compiono lavoro;
- Esempi:
 - *Piegatura*
 - *Asportazione di truciolo*



*Dipartimento di Ingegneria
Gestionale e della Produzione*

Energia Termica



- Lo scambio di energia avviene creando un'opportuna differenza di temperatura tra le parti interagenti;
- Esempi :
 - *Fusione del burro in una pentola;*
 - *Fusione di un metallo;*
 - *Solidificazione di un cubetto di ghiaccio.*



*Dipartimento di Ingegneria
Gestionale e della Produzione*

Energia Chimica



- Lo scambio di energia avviene sfruttando opportune reazioni chimiche.
- Esempi:
 - *Eliminazione di macchie tramite detersivo.*
 - *Deposizione di rivestimenti di tipo CVD.*



*Dipartimento di Ingegneria
Gestionale e della Produzione*

LE TRASFORMAZIONI



Trasformazione



*Dipartimento di Ingegneria
Gestionale e della Produzione*

LE TRASFORMAZIONI

- Le trasformazioni sono realizzate attraverso *processi elementari* (lavorazioni);
- Tali processi elementari possono essere classificati in base al tipo di energia utilizzata.



Dipartimento di Ingegneria
Gestionale e della Produzione

Processi elementari che sfruttano energia meccanica

- **Deformazione elastica** (Es. : tirare elastico, comprimere molla);
- **Deformazione plastica** (Es. : piegare una lamiera, coniare monete);
- **Frattura** (Es. : spezzare lastra di vetro);
- **Miscelazione** (Es: Miscelare polveri).



Dipartimento di Ingegneria
Gestionale e della Produzione

Processi elementari che sfruttano energia termica

- **Riscaldamento / Raffreddamento**

- (Es. Riscaldare un componente per dilatarlo o raffreddarlo per restringerlo - *Accoppiamenti forzati*)

- **Fusione**

- (Es. Fondere dello stagno per assemblare un componente - *Saldature*)

- **Solidificazione**

- (Es. Far solidificare acciaio fuso in una forma - *Processi di fonderia*)



Dipartimento di Ingegneria
Gestionale e della Produzione

Processi elementari che sfruttano energia termica

- **Evaporazione**

- (Es. Essiccazione di una forma al verde)

- **Condensazione**

- (Es. Far condensare vapori di metallo su una superficie)



Dipartimento di Ingegneria
Gestionale e della Produzione

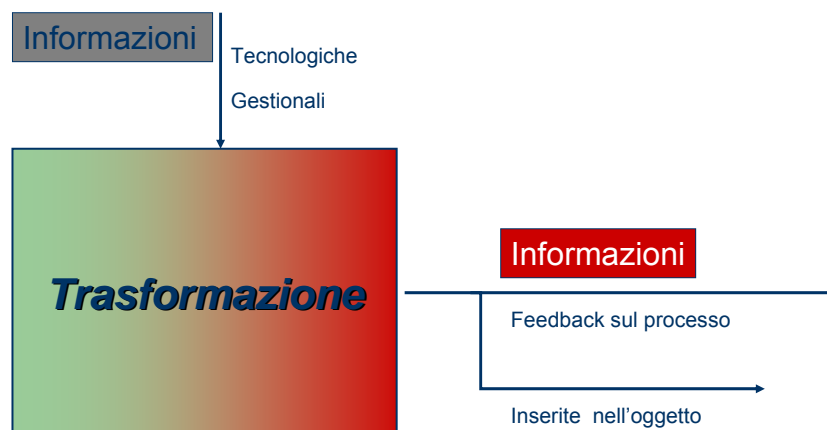
Processi elementari che sfruttano energia chimica

- **Soluzione** (Es. Soluzione dello zinco nel rame per ottenere ottone);
- **Combustione** (Es. combustione di idrocarburi)
- **Diffusione** (Es. atomi di carbonio penetrano per diffusione nella struttura dell'acciaio cambiandone le proprietà - **Cementazione**)
- **Indurimento** (Es. fenomeno della "presa" del cemento)




Dipartimento di Ingegneria
Gestionale e della Produzione

INFORMAZIONI




Dipartimento di Ingegneria
Gestionale e della Produzione



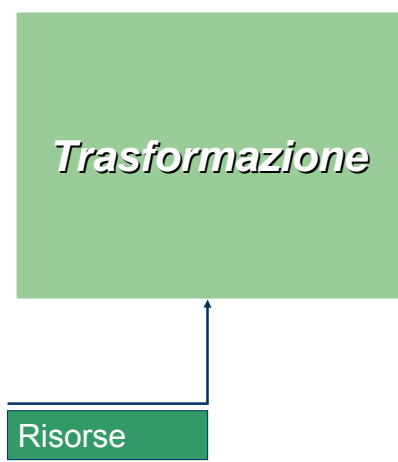
Le trasformazioni, per essere attivate, necessitano di opportune informazioni. Due tipi di informazione:

- Informazioni tecnologiche:
 - Elenco di tipi di strumenti necessari per eseguire la trasformazione (macchine, utensili, attrezzature)
 - Traiettoria di processo
- Informazioni gestionali:
 - Quando eseguire la trasformazione
 - Su quale parte eseguire la trasformazione (tra possibili alternative).
 - Quali strumenti specifici usare (tra possibili alternative).




*Dipartimento di Ingegneria
Gestionale e della Produzione*

RISORSE



Trasformazione

Risorse



*Dipartimento di Ingegneria
Gestionale e della Produzione*



Qualsiasi trasformazione per essere compiuta necessita di opportune risorse.

Macchina	Fornisce l'energia necessaria per attuare la trasformazione e gestisce la traiettoria di processo.
Utensile	Consente di trasferire l'energia dalla macchina al grezzo / semilavorato.
Attrezzatura	Consente al grezzo / semilavorato di essere integrato nella macchina.



*Dipartimento di Ingegneria
Gestionale e della Produzione*

SISTEMA TECNOLOGICO DELLE TRASFORMAZIONI

Insieme alla parte grezza / semilavorata le risorse consentono di definire il sistema tecnologico di trasformazione.

Esso risulta perciò composto da :

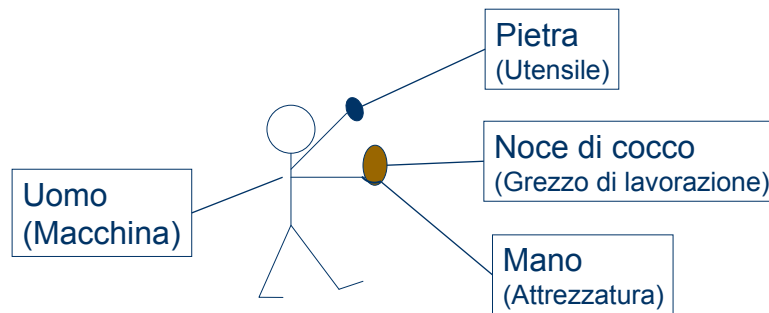
- Parte grezza \ semilavorata
- Macchina
- Attrezzatura
- Utensile



*Dipartimento di Ingegneria
Gestionale e della Produzione*

Esempio di sistema tecnologico di trasformazione

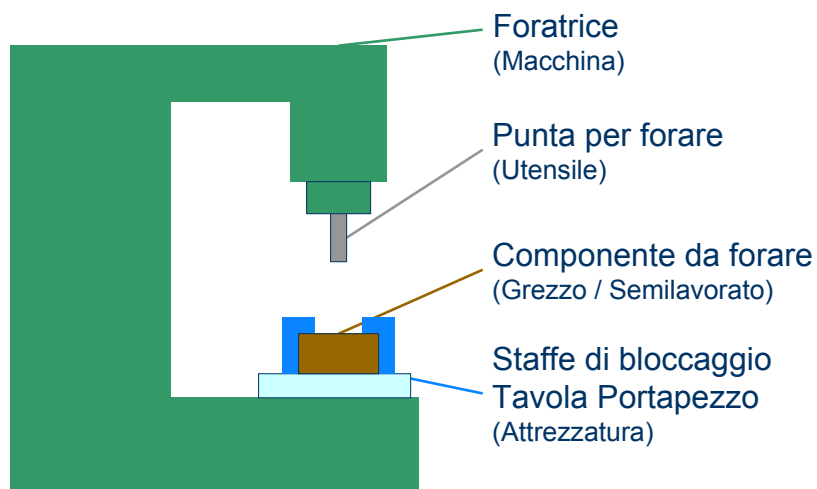
Rottura noci di cocco



*Dipartimento di Ingegneria
Gestionale e della Produzione*

Esempio di sistema tecnologico di trasformazione

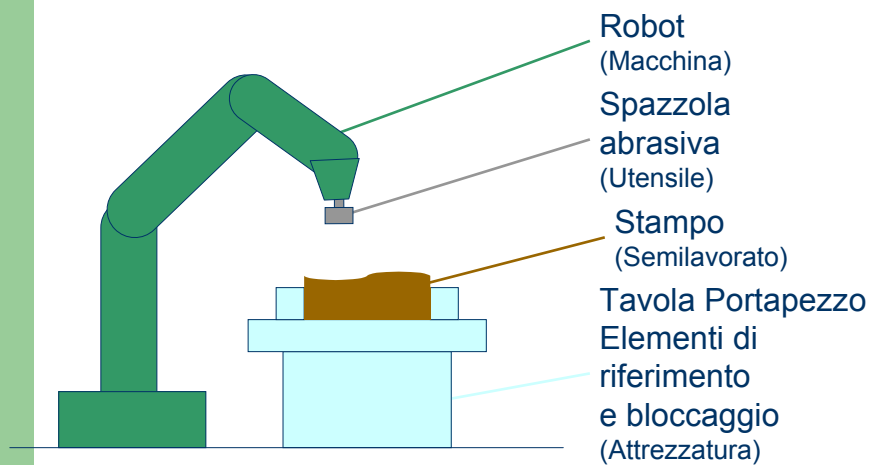
Foratura di oggetti



*Dipartimento di Ingegneria
Gestionale e della Produzione*

Esempio di sistema tecnologico di trasformazione

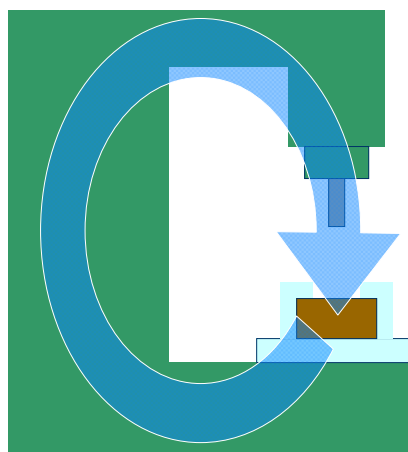
Pulitura Stampi



*Dipartimento di Ingegneria
Gestionale e della Produzione*

SISTEMA TECNOLOGICO DI TRASFORMAZIONE

CHIUSO

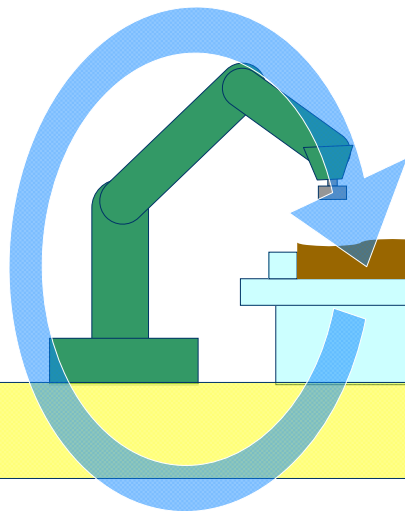


SISTEMA CHIUSO :
L'anello di forza si chiude all'interno della struttura della macchina.



*Dipartimento di Ingegneria
Gestionale e della Produzione*

SISTEMA TECNOLOGICO DI TRASFORMAZIONE APERTO



SISTEMA APERTO:
L'anello di forza è
esterno alla struttura
della macchina e si
chiude con il terreno.



*Dipartimento di Ingegneria
Gestionale e della Produzione*

Esempio di sistema tecnologico di trasformazione chiuso

CENTRO DI LAVORO PER ASPORTAZIONE DI TRUCIOLO



Utensile



Grezzo di lavorazione



Macchina



Attrezzatura



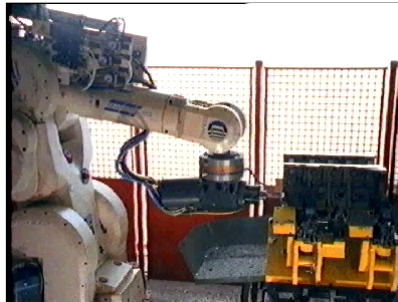
*Dipartimento di Ingegneria
Gestionale e della Produzione*

Esempio di sistema tecnologico di trasformazione aperto

ROBOT ANTROPOMORFO PER SBAVATURA



Utensile



Macchina



Grezzo di lavorazione



Attrezzatura



*Dipartimento di Ingegneria
Gestionale e della Produzione*

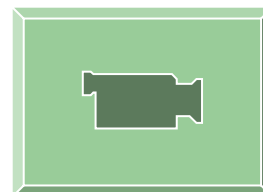
Esempi di sistemi tecnologici di trasformazione in anello aperto

ROBOT ANTROPOMORFO



Robot da saldatura

Robot per
taglio AWJ



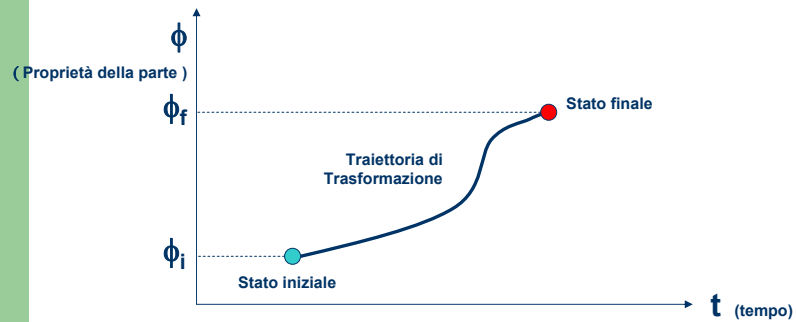
Robot per taglio laser



*Dipartimento di Ingegneria
Gestionale e della Produzione*

PRECISIONE DELLE TRASFORMAZIONI

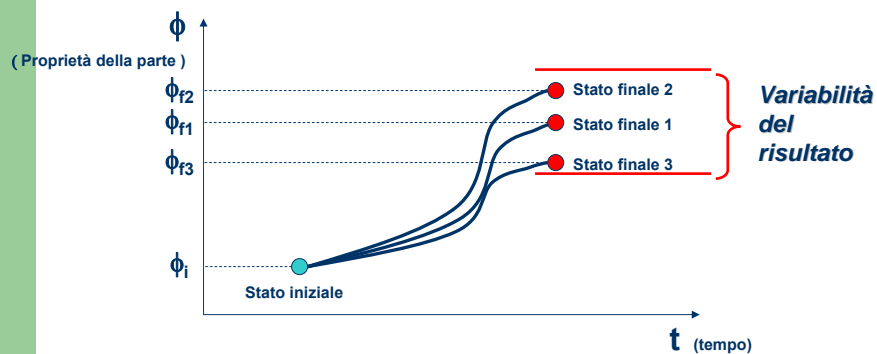
Trasformazione ideale : Lo stato iniziale e lo stato finale sono definiti in modo deterministico.



*Dipartimento di Ingegneria
Gestionale e della Produzione*

TRASFORMAZIONI REALI

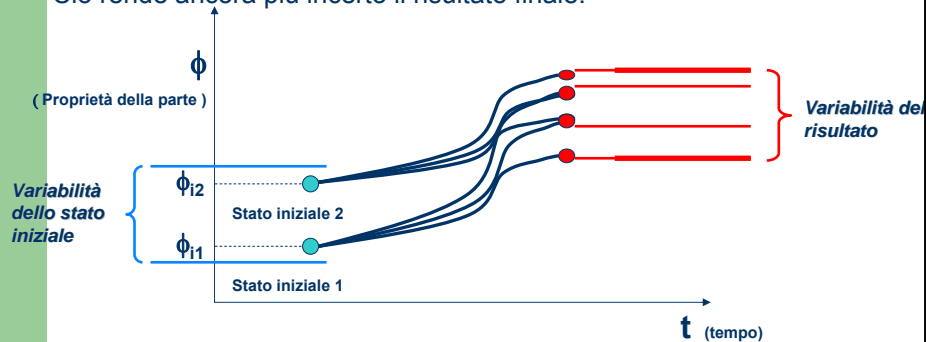
Tutte le trasformazioni reali sono influenzate da fenomeni non controllabili (disturbi) che influenzano il risultato finale



*Dipartimento di Ingegneria
Gestionale e della Produzione*

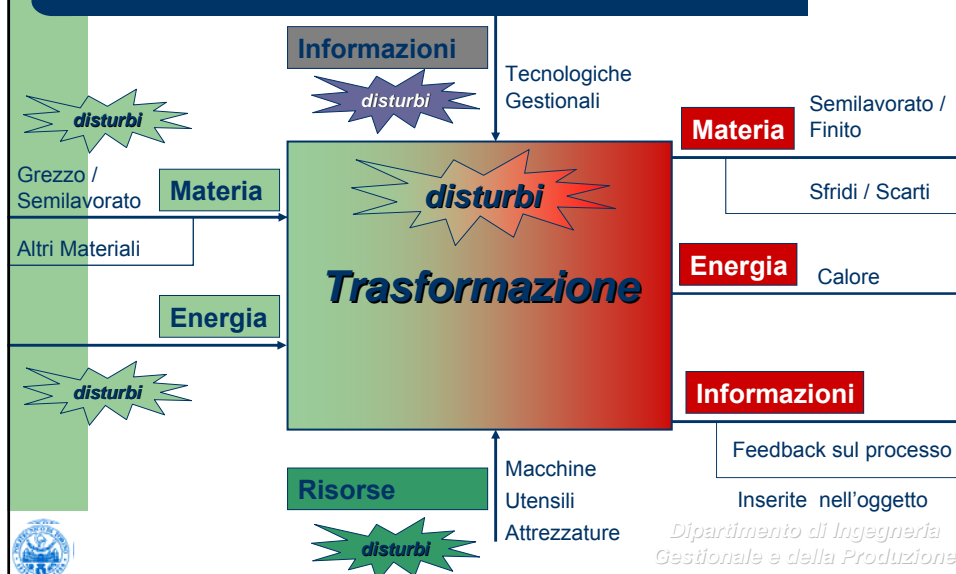
TRASFORMAZIONI REALI

Anche se con opportune tecniche si possono controllare le caratteristiche del materiali in ingresso ad una trasformazione (controllo di accettazione), generalmente anche lo stato iniziale della trasformazione non è noto con certezza. Ciò rende ancora più incerto il risultato finale.



Dipartimento di Ingegneria
Gestionale e della Produzione

Ogni trasformazione è soggetta a **disturbi** di diversa natura



Dipartimento di Ingegneria
Gestionale e della Produzione

TRASFORMAZIONI REALI

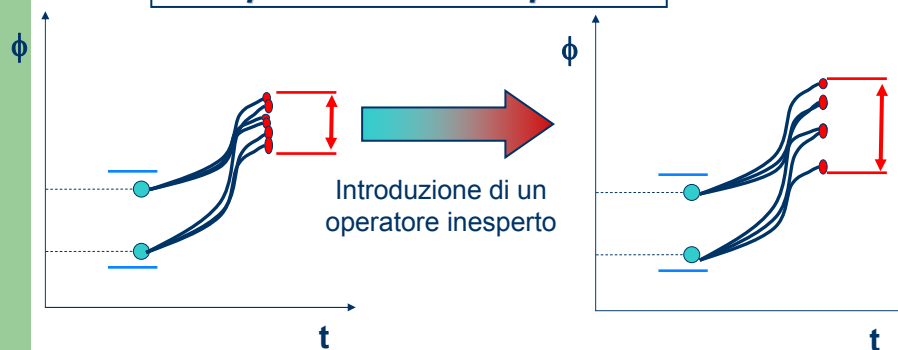
- La variabilità del risultato finale dipende da una miriade di differenti cause (disturbi) che concorrono a determinare la variabilità dell'output e sono nella pratica ineliminabili.
- Il processo può essere però anche soggetto a variazioni che sono dovute a cause specifiche identificabili ed eliminabili:
 - Usura/rottura utensili
 - Usura/Rottura di componenti meccanici della macchina
 - Introduzione di operatori inesperti
 -



Dipartimento di Ingegneria
Gestionale e della Produzione

TRASFORMAZIONI REALI

Esempio: sostituzione operatore



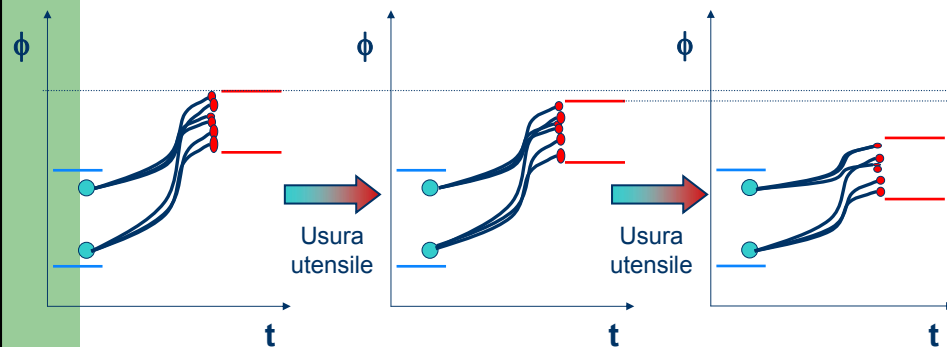
La variabilità dell'output cresce a causa della presenza di un operatore inesperto. In tal caso vi è una causa assegnabile e la variabilità dell'output può e deve essere ridotta (sostituendo l'operatore, tramite opportuni corsi di formazione, tramite istruzioni più chiare, etc...)



Dipartimento di Ingegneria
Gestionale e della Produzione

TRASFORMAZIONI REALI

Esempio: usura utensili



A causa dell'usura utensili il valore medio delle dimensioni prodotte continua ad aumentare. In tal caso vi è una causa assegnabile che può e deve essere rimossa (ad esempio sostituendo o ricondizionando l'utensile, correggendo la sua traiettoria per tenere conto dell'usura)



*Dipartimento di Ingegneria
Gestionale e della Produzione*

Come si tiene conto dei disturbi ?

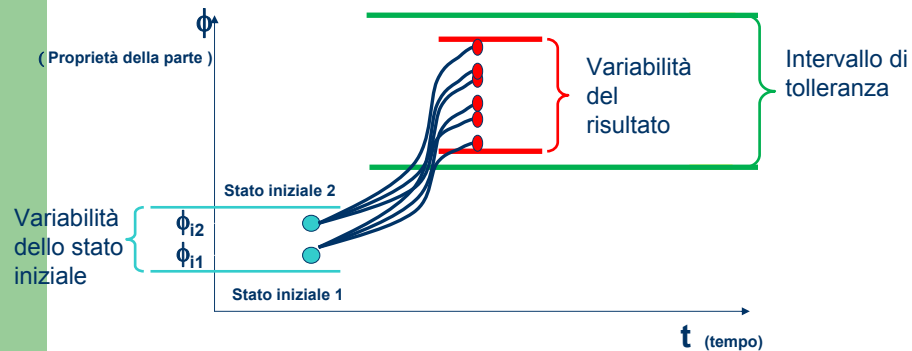
- La presenza di **disturbi** implica che l'output della trasformazione non sarà mai unico, bensì variabile all'interno di un certo intervallo di possibili valori.
- I disturbi legati a cause assegnabili vanno identificati ed eliminati (carte di controllo).
- Una volta eliminati i disturbi dovuti a cause assegnabili il problema è quello di garantire che i possibili output della trasformazione siano contenuti all'interno di un **intervallo di tolleranza** definito in fase di progettazione (specifiche).



*Dipartimento di Ingegneria
Gestionale e della Produzione*

Variabilità dell'output e tolleranze (capability)

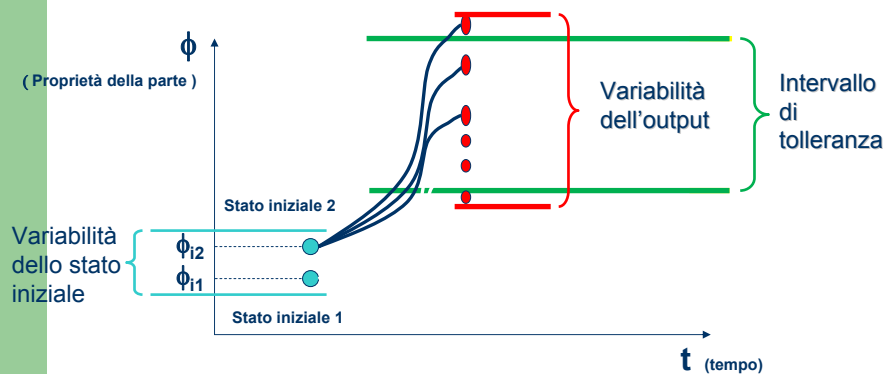
OK



Dipartimento di Ingegneria
Gestionale e della Produzione

Variabilità dell'output e tolleranze (capability)

NO !!!!



Dipartimento di Ingegneria
Gestionale e della Produzione

RIDUZIONE DELLA VARIABILITA' DELL' OUTPUT

Nel caso la variabilità dell' output ottenibile sia superiore alla tolleranza imposta si può:

- Migliorare il processo
- Cambiare il processo



*Dipartimento di Ingegneria
Gestionale e della Produzione*

Esempio di miglioramento del processo

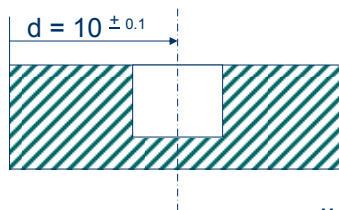
FORATURA

Risultato richiesto :

Ottenere un foro cieco il cui asse disti $d=10$ mm dalla superficie di riferimento.

La tolleranza specificata per tale misura è ± 0.1 mm.

Bisogna determinare il processo che consente di realizzare tale foro garantendo le tolleranze richieste.

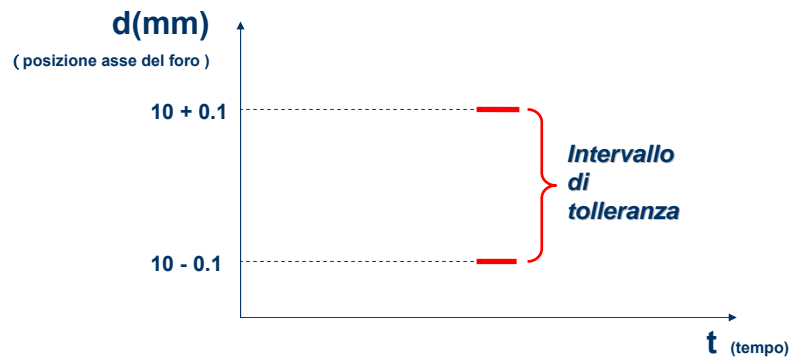


Unità di misura : mm



*Dipartimento di Ingegneria
Gestionale e della Produzione*

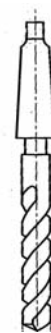
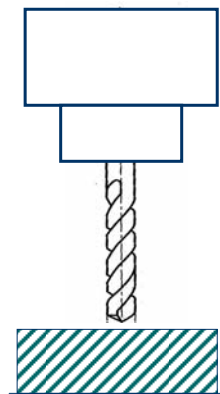
INTERVALLO DI TOLLERANZA RICHIESTO



Dipartimento di Ingegneria
Gestionale e della Produzione

1° CASO

Foratura dal pieno con punta elicoidale



Punta elicoidale

Variabilità posizione del foro: $\pm 0.18 \text{ mm}$



Dipartimento di Ingegneria
Gestionale e della Produzione

Foratura dal pieno con punta elicoidale

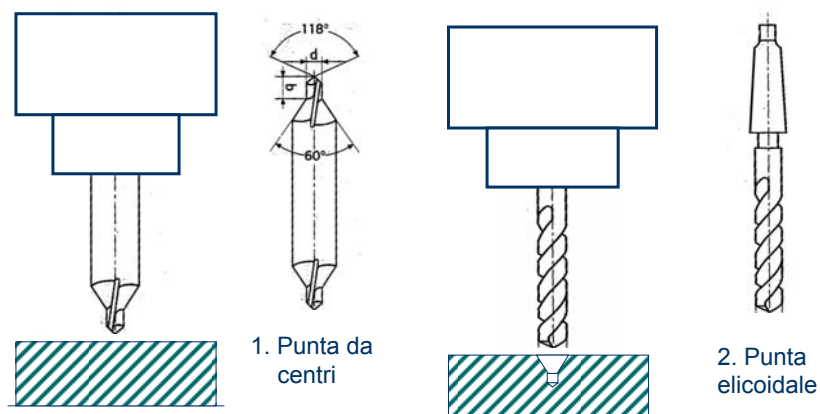
NO !!!!!



Dipartimento di Ingegneria
Gestionale e della Produzione

2° CASO

Foratura con punta da centro



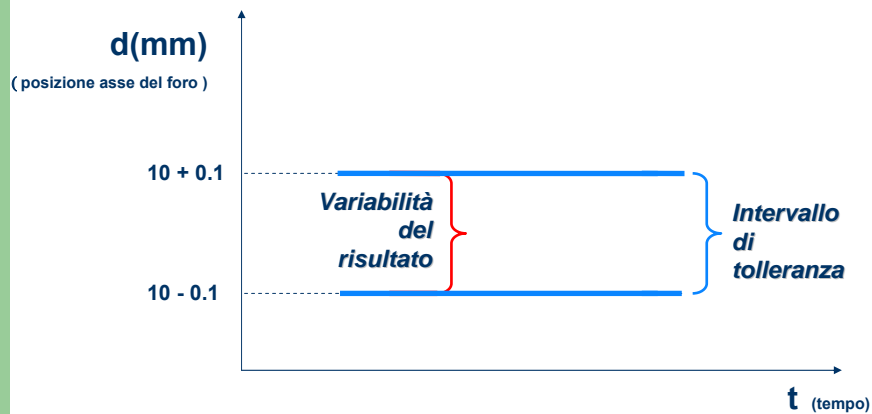
Variabilità posizione del foro : ± 0.1 mm



Dipartimento di Ingegneria
Gestionale e della Produzione

Foratura con punta da centro

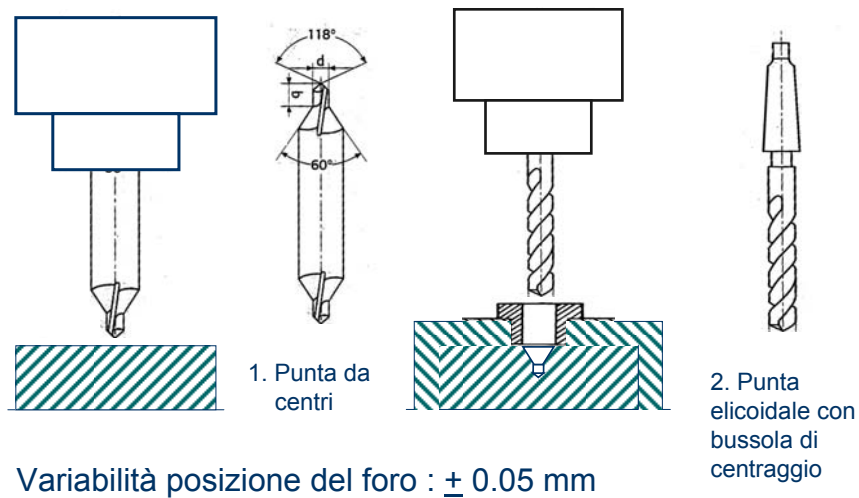
SITUAZIONE LIMITE



Dipartimento di Ingegneria
Gestionale e della Produzione

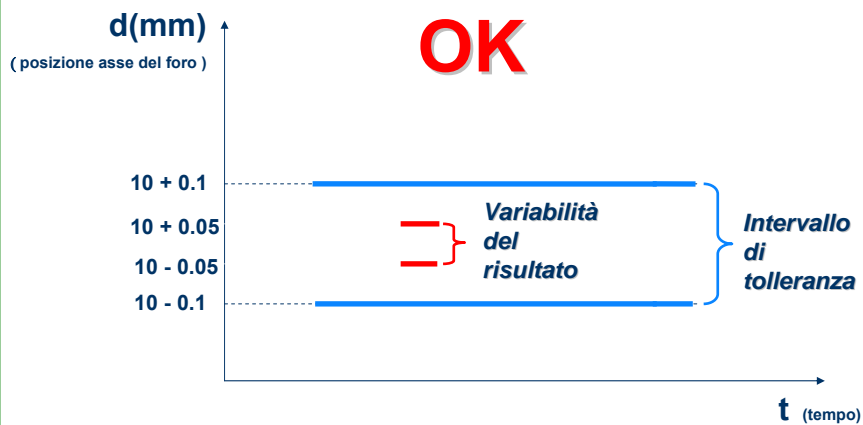
3° CASO

Foratura con preforo e utilizzo di bussola di centraggio



Dipartimento di Ingegneria
Gestionale e della Produzione

Foratura con preforo e utilizzo di bussola di centraggio



Dipartimento di Ingegneria
Gestionale e della Produzione

Processi

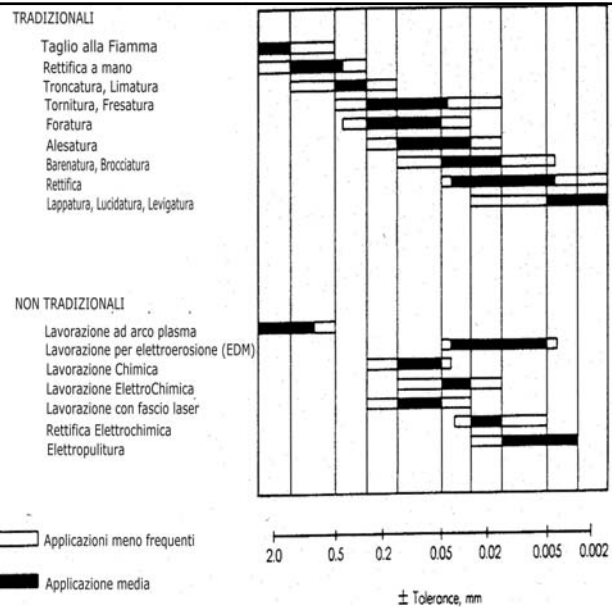
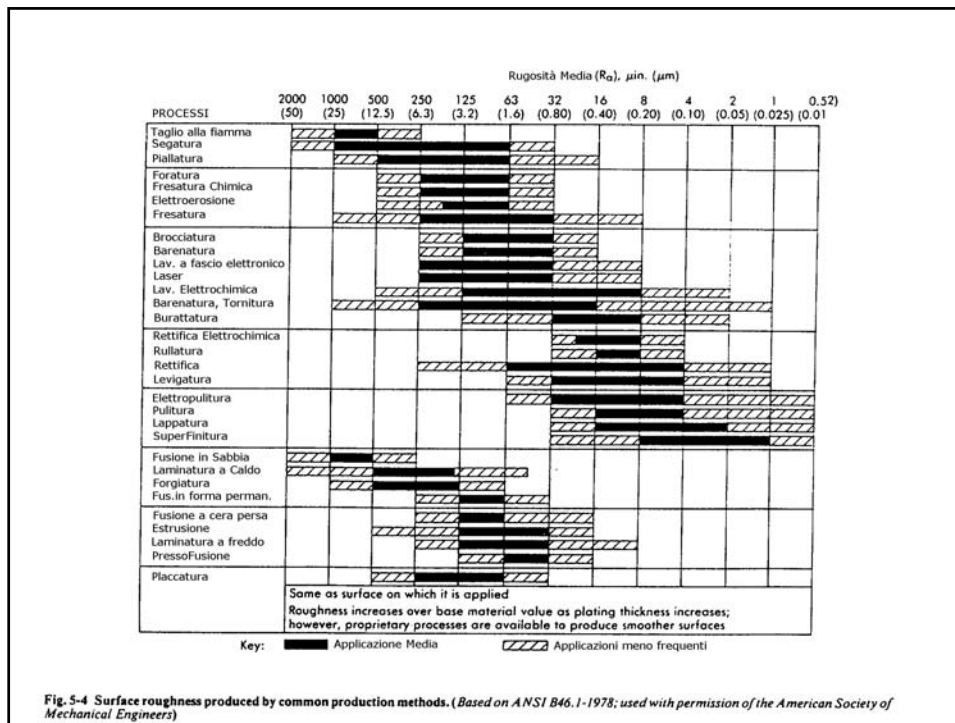


Fig. 2-1 Typical tolerances for material removal production processes. (Reprinted by permission of the Machinability Data Center, Metcut Research Associates Inc.)



FATTIBILITÀ TECNICA DEL PROCESSO

Il processo che realizza il prodotto deve garantire:

- le *specifiche tecniche del prodotto* indicate nel disegno tecnico (tolleranze, rugosità, etc.);
- i *volumi richiesti* (capacità produttiva);
- il rispetto delle normative ambientali;
- il rispetto delle normative di sicurezza (Es.: Legge 626).



*Dipartimento di Ingegneria
Gestionale e della Produzione*

FATTIBILITÀ ECONOMICA DEL PROCESSO

- Oltre alla fattibilità tecnica del processo di produzione bisogna verificare anche la fattibilità economica del processo stesso.
- Ciò significa che i costi associati al processo devono essere sostenibili rispetto al ricavo derivante dall'utilizzo della sua capacità produttiva.



*Dipartimento di Ingegneria
Gestionale e della Produzione*

FATTIBILITÀ ECONOMICA DEL PROCESSO

L'attività produttiva deve garantire all'azienda un profitto (UTILE) in termini monetari, attraverso cui essa può autosostenersi.

In prima approssimazione, trascurando i proventi finanziari (ordinari e straordinari) l'utile deriva dalla differenza tra il valore della produzione e i costi della produzione.

UTILE = VALORE DELLA PRODUZIONE - COSTI DELLA PRODUZIONE



*Dipartimento di Ingegneria
Gestionale e della Produzione*

VALORE DELLA PRODUZIONE

- Ricavi delle vendite e delle prestazioni
- Variazioni delle rimanenze di prodotti in corso di lavorazione, semilavorati e finiti
- Incrementi di immobilizzazioni per lavori interni
- Altri ricavi e proventi



*Dipartimento di Ingegneria
Gestionale e della Produzione*

COSTI DI PRODUZIONE

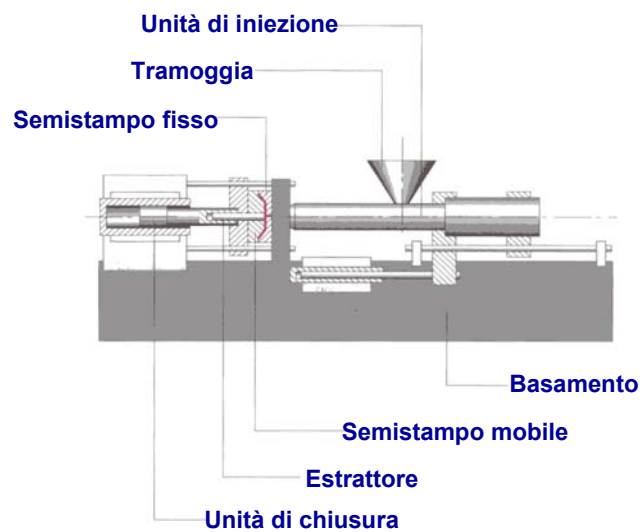
- Per materie prime, sussidiarie
- Per materiale di consumo
- Ammortamenti e svalutazioni
- Per il personale
- Per servizi
- Per il godimento di beni di terzi
- Variazioni delle rimanenze di materie prime, sussidiarie, di consumo e merci
- Accantonamenti per rischi
- Oneri diversi di gestione



*Dipartimento di Ingegneria
Gestionale e della Produzione*

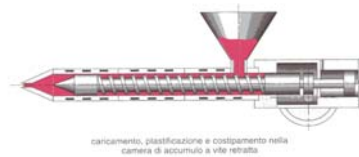
ESEMPIO

COSTI ASSOCIATI AL PROCESSO DI FORMATURA PER INIEZIONE

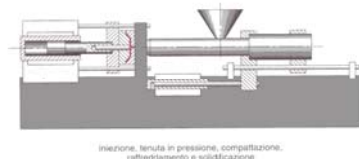


*neria
uzione*

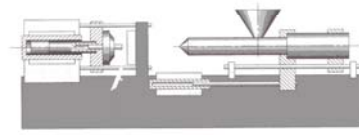
CICLO DI FORMATURA PER INIEZIONE



Caricamento, plastificazione e costipamento nella camera di accumulo a vite retratta.



Iniezione, tenuta in pressione, compattazione, raffreddamento e solidificazione.



Estrazione.

*Dipartimento di Ingegneria
Gestionale e della Produzione*



UNITA' di INIEZIONE



*di Ingegneria
alla Produzione*



CALCOLO DEI COSTI ASSOCIATI AL PROCESSO DI INIEZIONE

Materiale di Consumo

Costo dello stampo grezzo (Euro)	Costi lavorazione stampo (Euro)	Costo totale stampo (Euro)	Volume di produzione			Costo per parte (Eurocent)
5.205	10.504	15.709	600.000			2,6
Ammortamenti ed energia		Taglia della macchina (ton)-(kN)	Costo orario (Euro/h)	Tempo ciclo, (s)		
		90 - 900	32	19,8		17,6
Materie prime		Volume parte (cm³)	Peso parte (g)	Costo polimero (Euro/kg)		
		9,60	11,52	4,60		5,30
Personale		Numero di addetti	Costo personale (Euro/h)	Tempo ciclo (s)		
		1	25	19,8		13,75
Costo totale per parte (Eurocent)						39,25

