

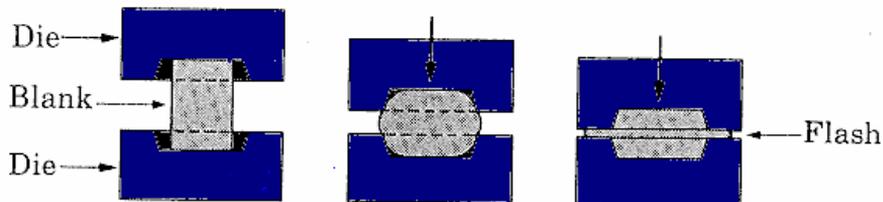
## Lavorazioni per deformazione plastica

**Definizione:** classe di processi che ottengono la modifica della forma di un semilavorato o di un grezzo, applicandovi un sistema di forze in grado di causarne deformazione plastica, cioè permanente

- Le lavorazioni per deformazione plastica sono un processo tipico dei materiali metallici

## Lavorazioni per deformazione plastica

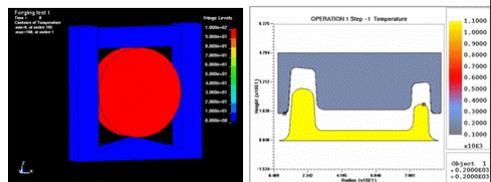
**Stampaggio massivo** in stampo chiuso, a caldo:



*prodotti*

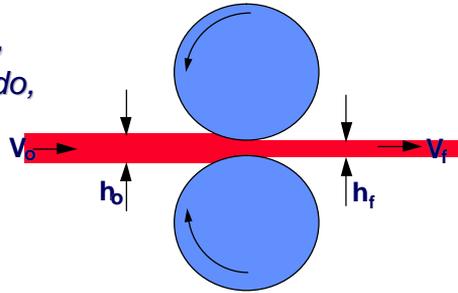


*filmati*



## Lavorazioni per deformazione plastica

**Laminazione,**  
a caldo o a freddo,  
in continuo



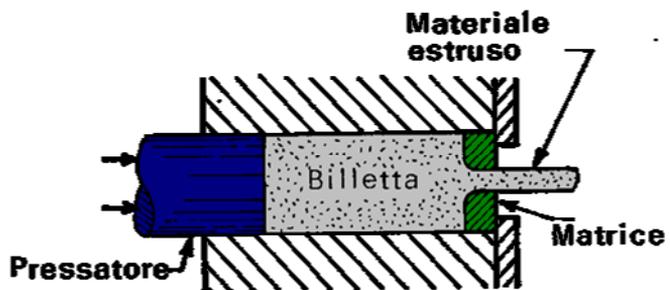
*prodotti*



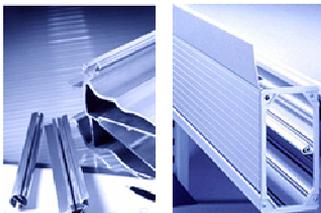
Lamiere, nastri, barre, ecc.

## Lavorazioni per deformazione plastica

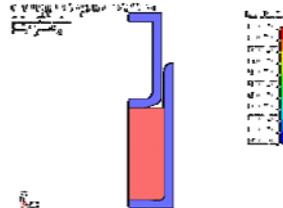
**Estrusione,**  
a caldo o a freddo  
in continuo o inter



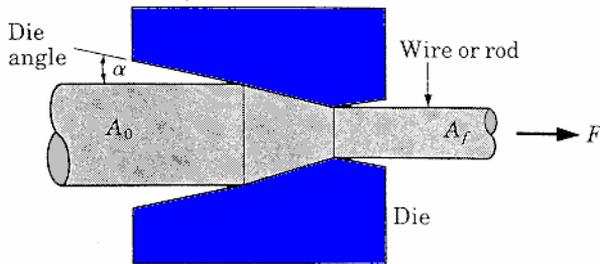
*prodotti*



*filmati*



# Lavorazioni per deformazione plastica



**Trafilatura,  
a freddo, in continuo**

*prodotti*

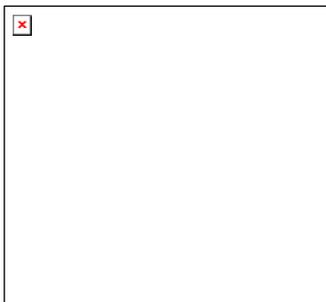


Fili, cavi, tubi

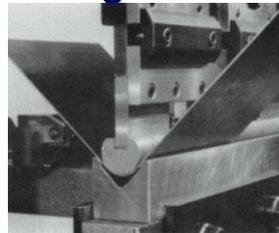
*filmati*



# Lavorazioni per deformazione plastica



**Piegatura della lamiera,  
a freddo**



*prodotti*

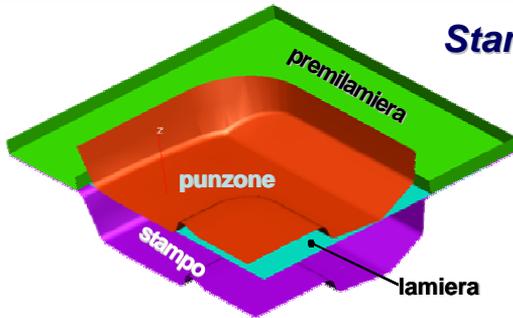


*filmati*



# Lavorazioni per deformazione plastica

## Stampaggio e imbutitura della lamiera, a freddo



prodotti



filmati



# Processi di deformazione plastica

## Criteri di classificazione

1. Stazionari o evolutivi
  - Estrusione
  - Trafilatura
  - Laminazione
  - Stampaggio
  - Imbutitura
2. A caldo o a freddo
  - Estrusione
  - Stampaggio
  - Laminazione
  - Imbutitura
  - Trafilatura
  - Laminazione
3. Di spessori sottili (tubi e lamiere) o massivi
  - Imbutitura
  - Piegatura
  - Laminazione
  - Estrusione
  - Stampaggio
  - Laminazione

# Processi di deformazione plastica

## Criteri di classificazione

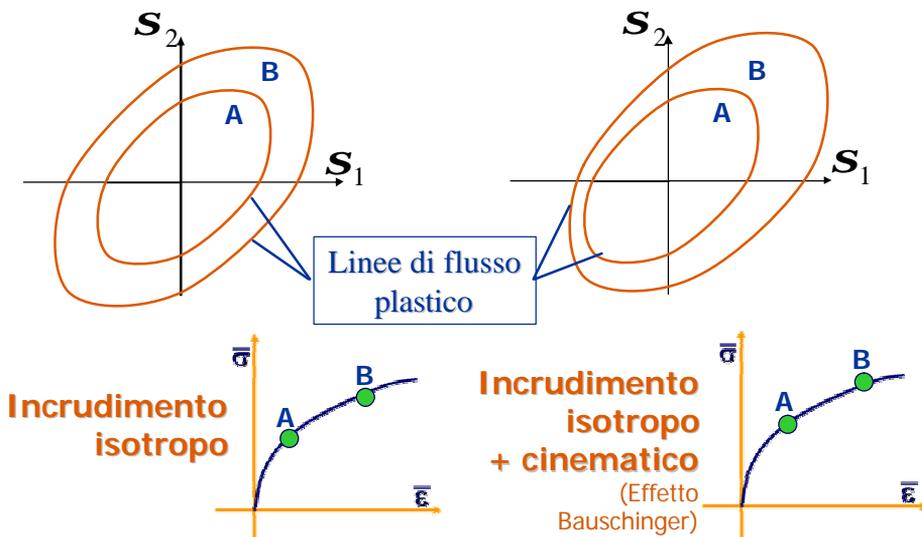
### 1. Stazionari o evolutivi

- Se le variabili di stato (sforzi, deformazioni, temperature) del processo non variano al trascorrere del tempo, il processo si dice stazionario. I processi stazionari sono tipicamente quelli “in continuo”, come la laminazione.

### 2. A caldo o a freddo

- Se la temperatura del materiale in lavorazione supera i 2/3 della temperatura di fusione del materiale, il processo si dice è classificato “caldo”. Se il materiale non subisce apporto di calore dall'esterno, il processo si dice “a freddo”. Esistono, poco diffusi industrialmente, tentativi di realizzare processi “a tiepido”.

## Meccanismi di deformazione: incrudimento



## Meccanismi di deformazione

### Effetti della temperatura

- Lavorazioni a freddo  $T/T_m < 0.3$ 
    - maggiori forze ed energie
    - migliori proprietà meccaniche
    - maggiore precisione dimensionale
    - migliore finitura superficiale
  - Lavorazioni intermedie  $T/T_m < 0.5$
  - Lavorazioni a caldo  $T/T_m > 0.6$ 
    - minori forze ed energie
    - minori proprietà meccaniche
    - minore precisione dimensionale
    - minore finitura superficiale
- ( $T_m$  temp di fusione)*
- La differenza è data dalla temperatura di ricristallizzazione*

## Meccanismi di deformazione

### Anisotropia

- La deformazione plastica ovviamente cambia la forma dei grani
  - Esempi tipici sono stampaggio massivo e laminazione a freddo
- A livello macroscopico, questo determina diverse caratteristiche meccaniche in diverse direzioni
- Il materiale può diventare quindi anisotropo durante il processo
- Talvolta anche il materiale di partenza, specie se in forma di lamiera, può essere anisotropo

