

# TeknoGraph

TECNOLOGIA e DISEGNO

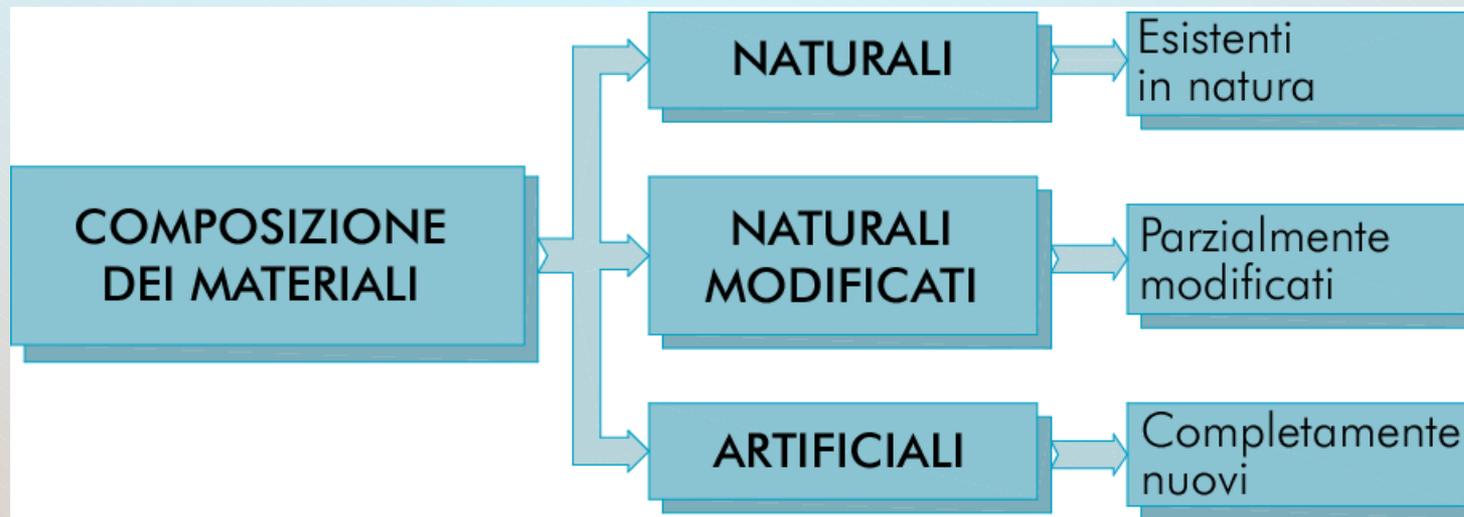
Modulo C Unità 2

Materiali: proprietà e prove  
Ferro e sue leghe

HOEPLI

# PROPRIETÀ CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

La **tecnologia** è la scienza che **studia i materiali**, la **composizione**, le **caratteristiche**, le **lavorazioni** necessarie alla trasformazione e il loro **impiego**.



**Suddivisione dei materiali in base alla loro composizione**

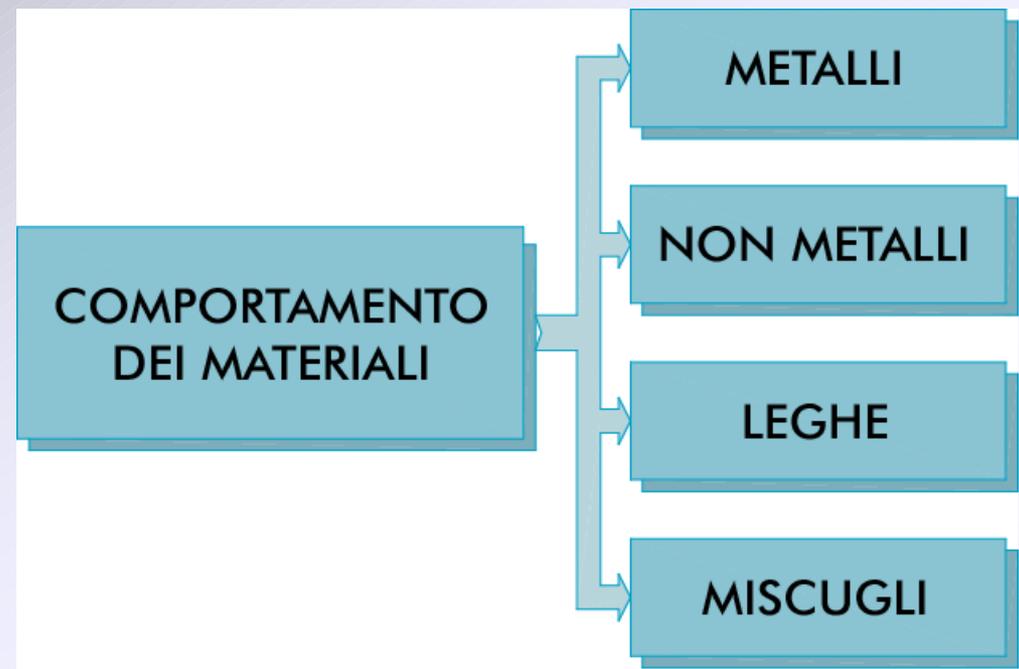
## Suddivisione dei materiali in base al comportamento

**Metalli**, solidi buoni conduttori di calore, lucenti, opachi e resistenti a sollecitazioni esterne

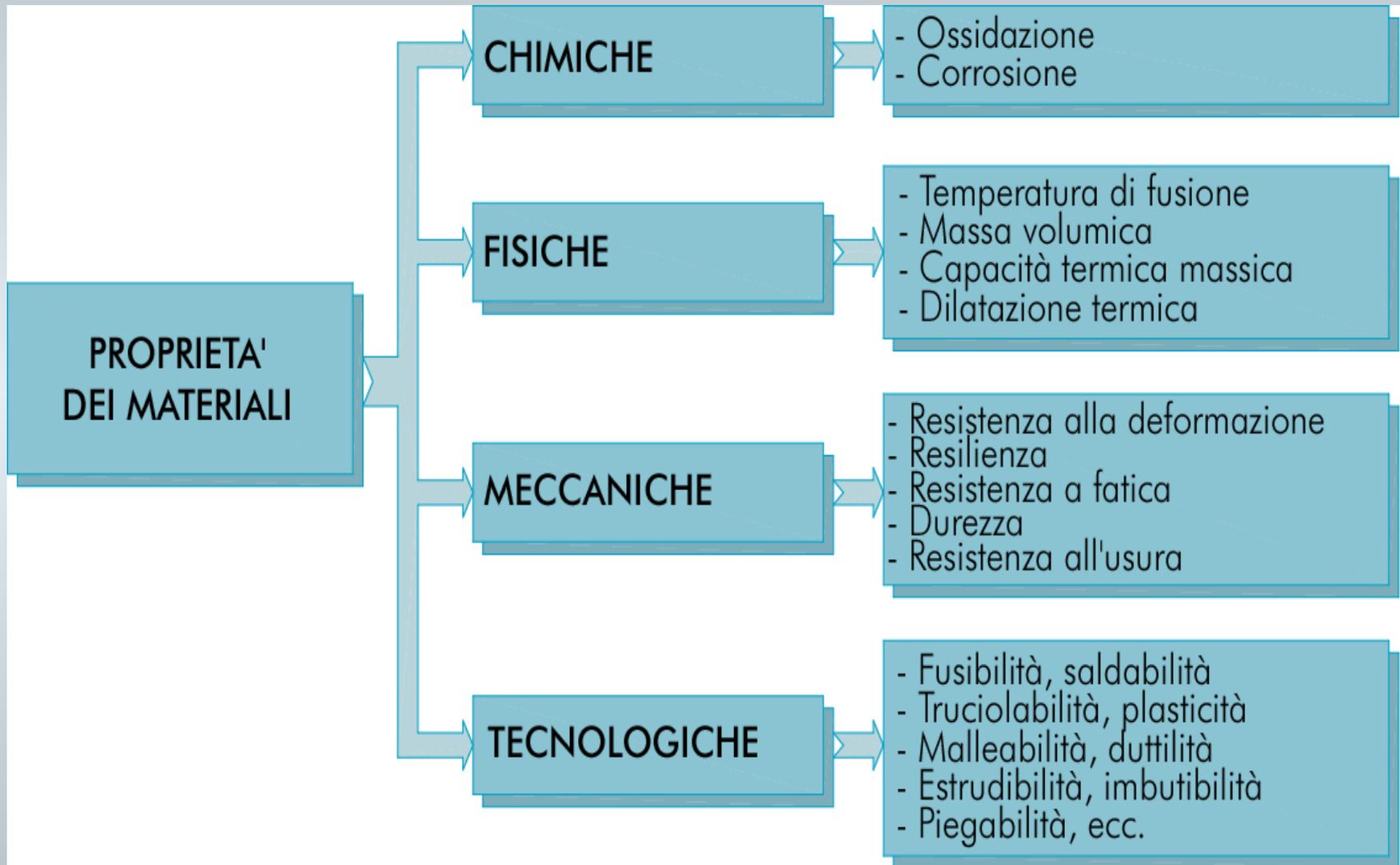
**Non metalli**, in genere a struttura amorfa o gassosa, cattivi conduttori del calore e poco resistenti alle sollecitazioni esterne

**Leghe**, ottenute mediante unione di più elementi. Presentano spesso caratteristiche migliori degli elementi di partenza

**Miscugli**, ottenuti da più elementi ognuno dei quali conserva le proprie caratteristiche



# Proprietà caratteristiche dei materiali



## Proprietà Fisiche dei materiali

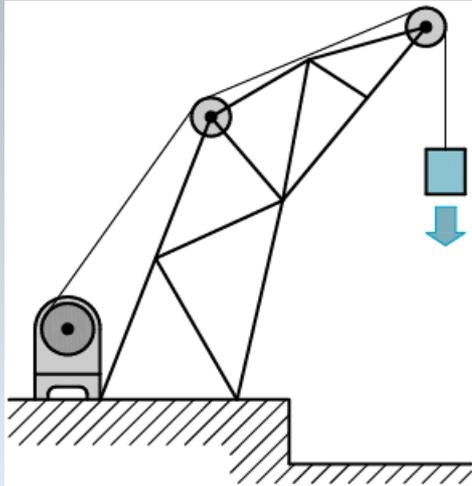
**Temperatura di fusione**, temperatura alla quale si verifica il passaggio da solido a liquido

**Massa volumica**, o rapporto tra la massa di un corpo, espressa in kg, e il suo volume espresso  $m^3$

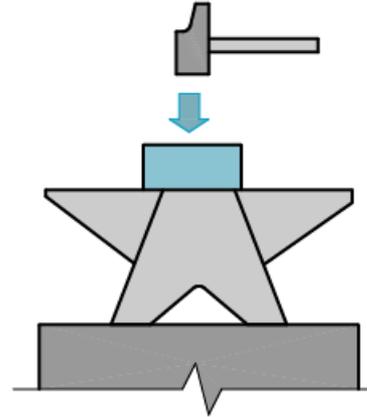
**Capacità termica massica**, detta anche calore specifico è la quantità di calore [J] necessaria per aumentare di un grado centigrado la massa di un kg di sostanza

**Dilatazione termica**, o attitudine di un materiale di variare il proprio volume al variare della temperatura

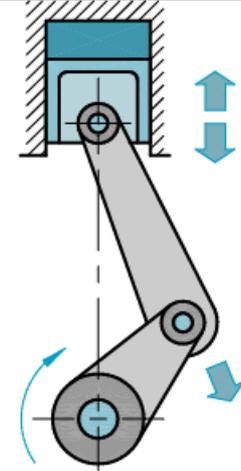
# Proprietà meccaniche, tipi di forze



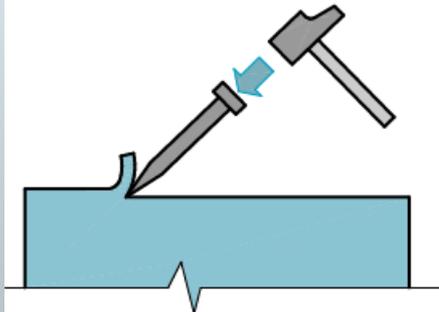
Forza statica



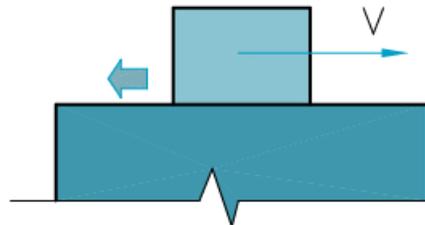
Forza dinamica



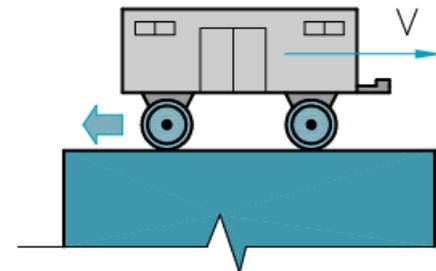
Forza periodica



Forza concentrata



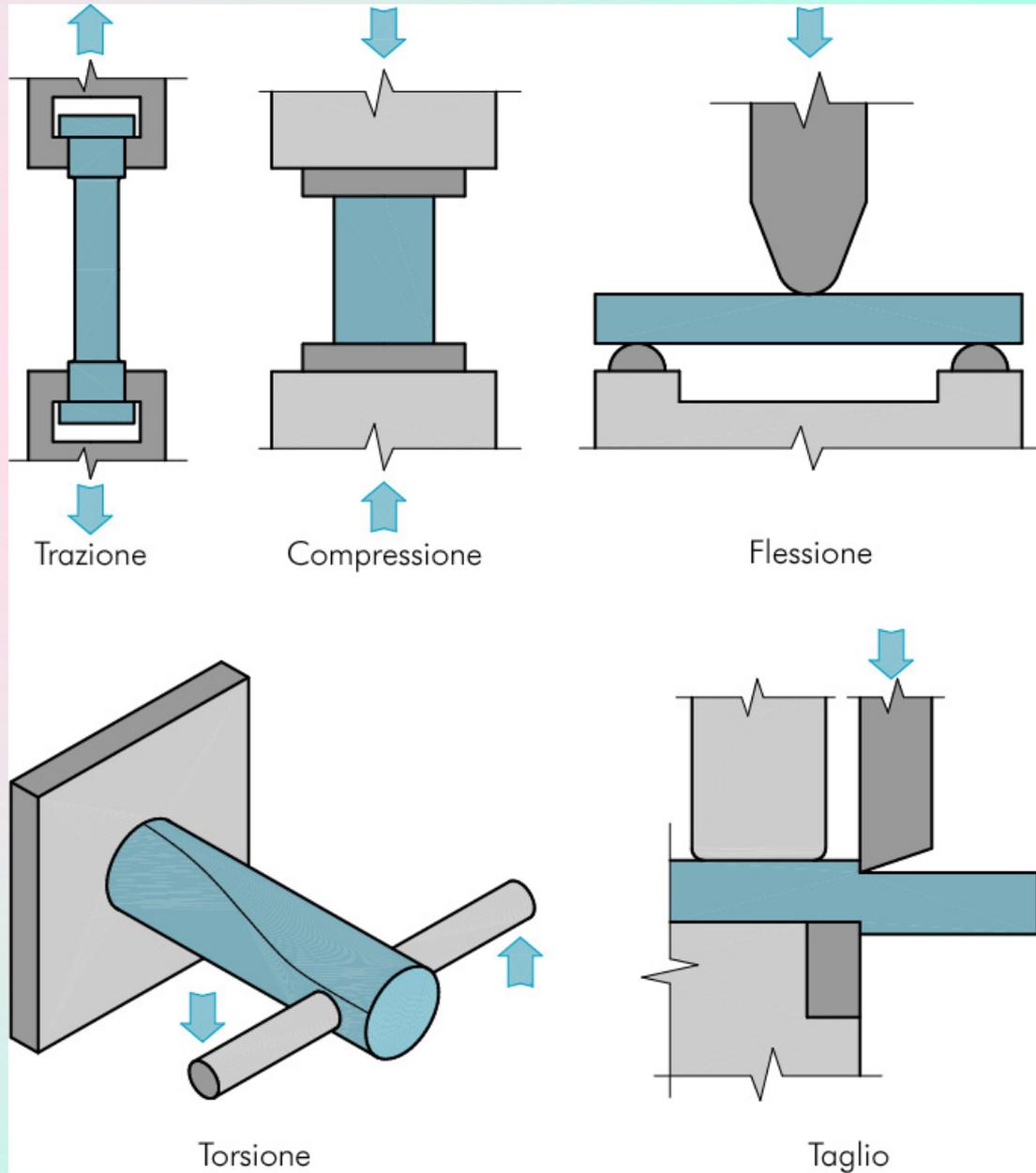
Forza di attrito radente



Forza di attrito volvente

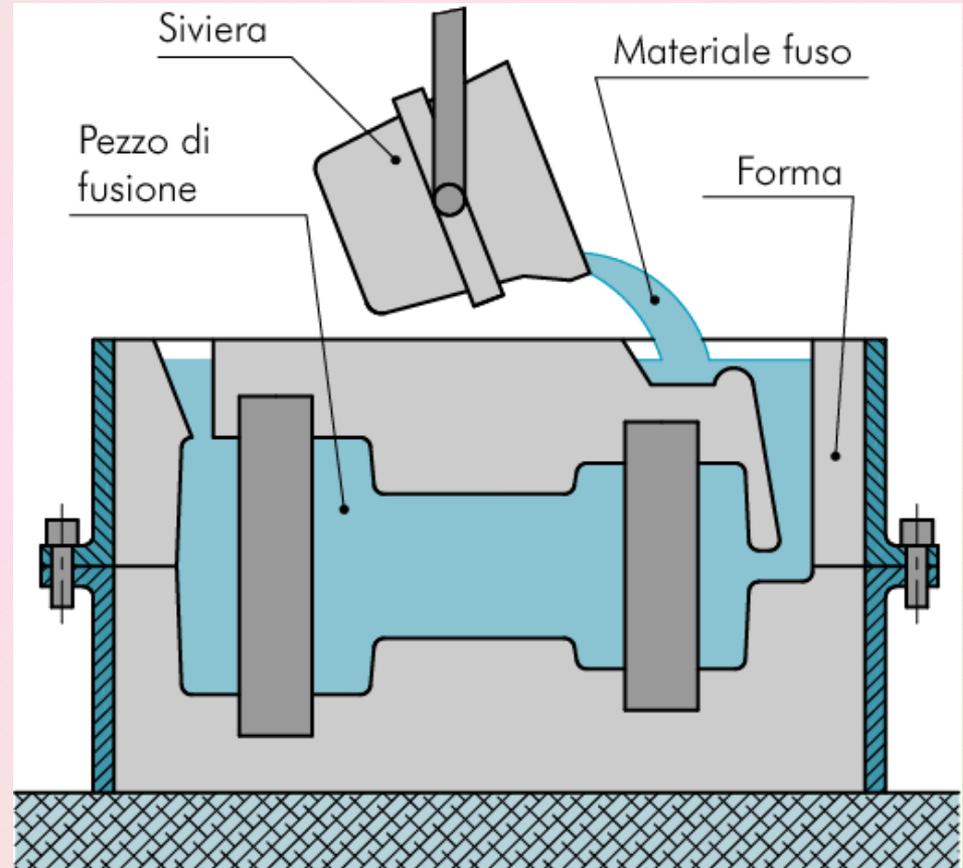
**Proprietà  
meccaniche,  
tipi di  
sollecitazione**

Le proprietà  
meccaniche  
esprimono la  
capacità di un  
materiale a  
resistere alle  
azioni di forze  
esterne che  
tendono a  
deformarlo

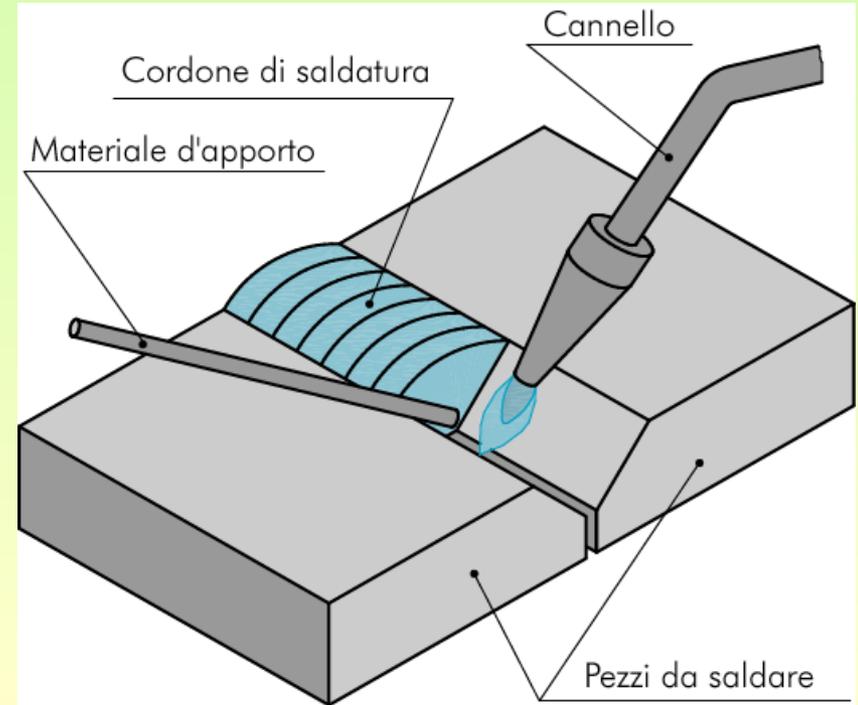
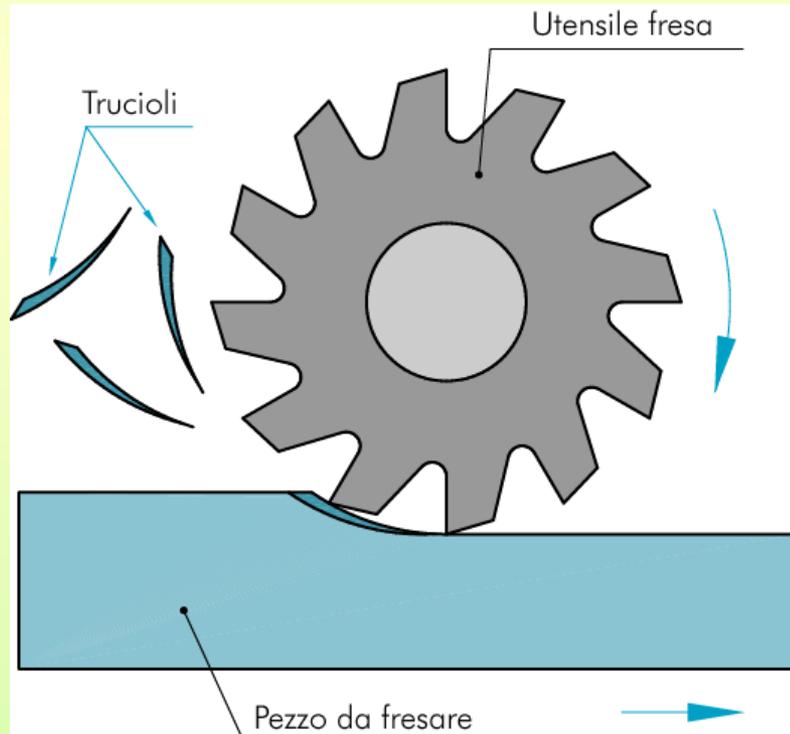
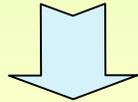


Le proprietà tecnologiche esprimono la capacità di un materiale a essere trasformato mediante lavorazione

**Fusibilità**, attitudine del materiale a essere colato, allo stato liquido, dentro una forma per ottenere, dopo solidificazione, un getto di fusione

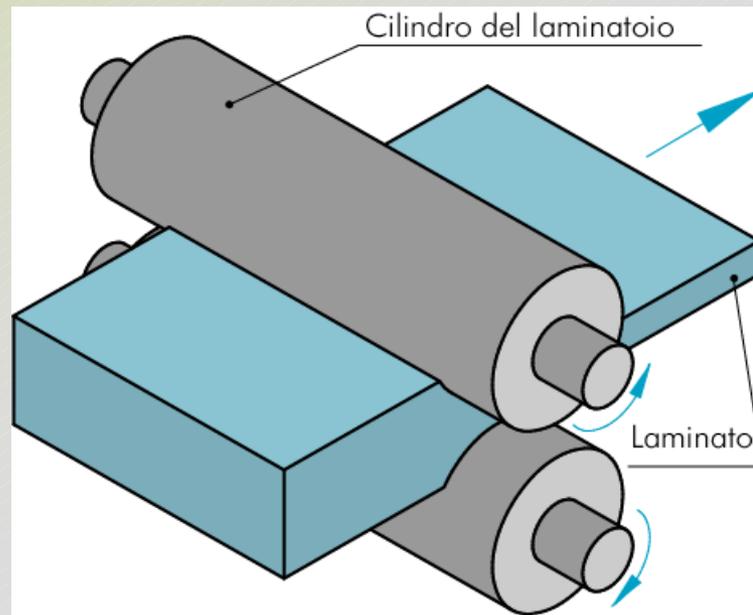
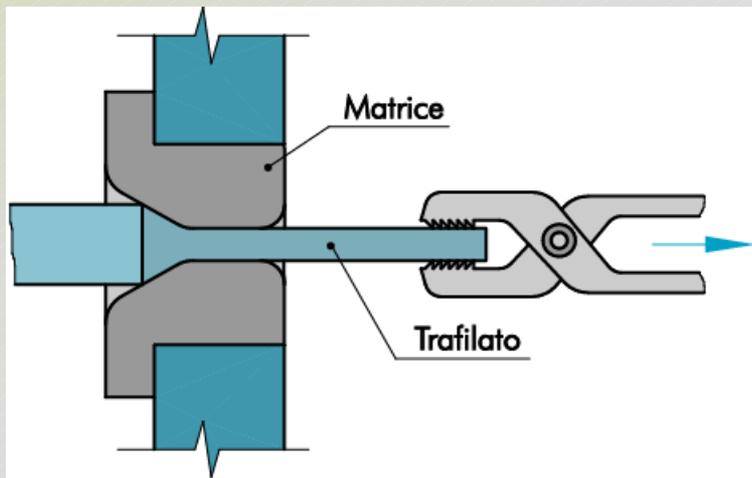


**Truciolabilità**, attitudine del materiale ad essere lavorato mediante asportazione di truciolo



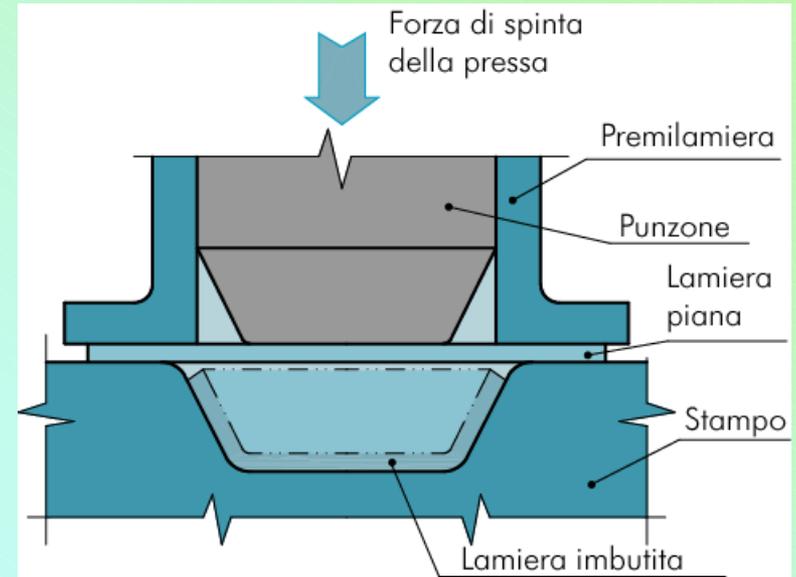
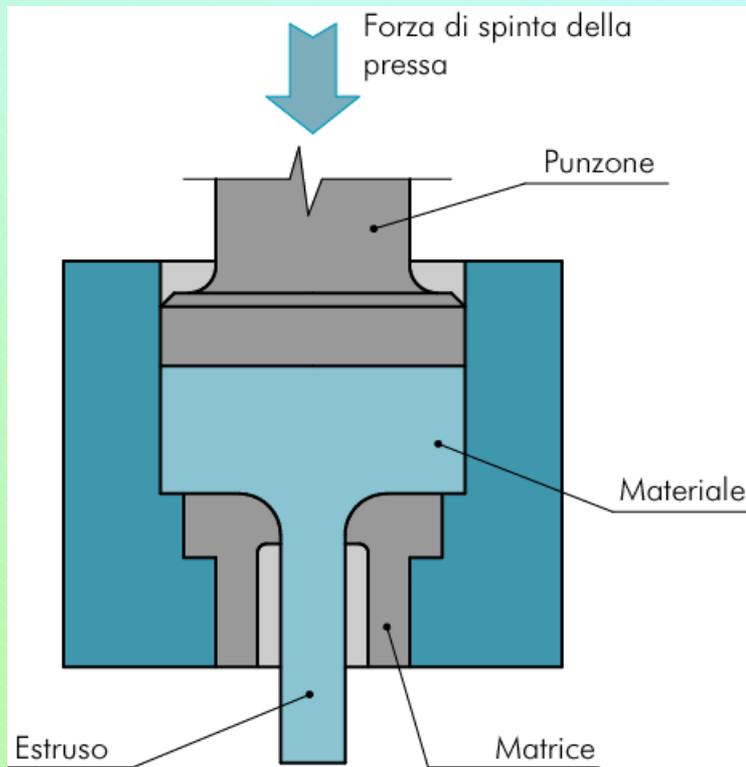
**Saldabilità**, attitudine di un materiale ad unirsi con un altro, simile o no, mediante l'azione del calore

**Duttilità**, attitudine di un materiale a lasciarsi ridurre in fili senza spezzarsi se costretto a passare attraverso una filiera



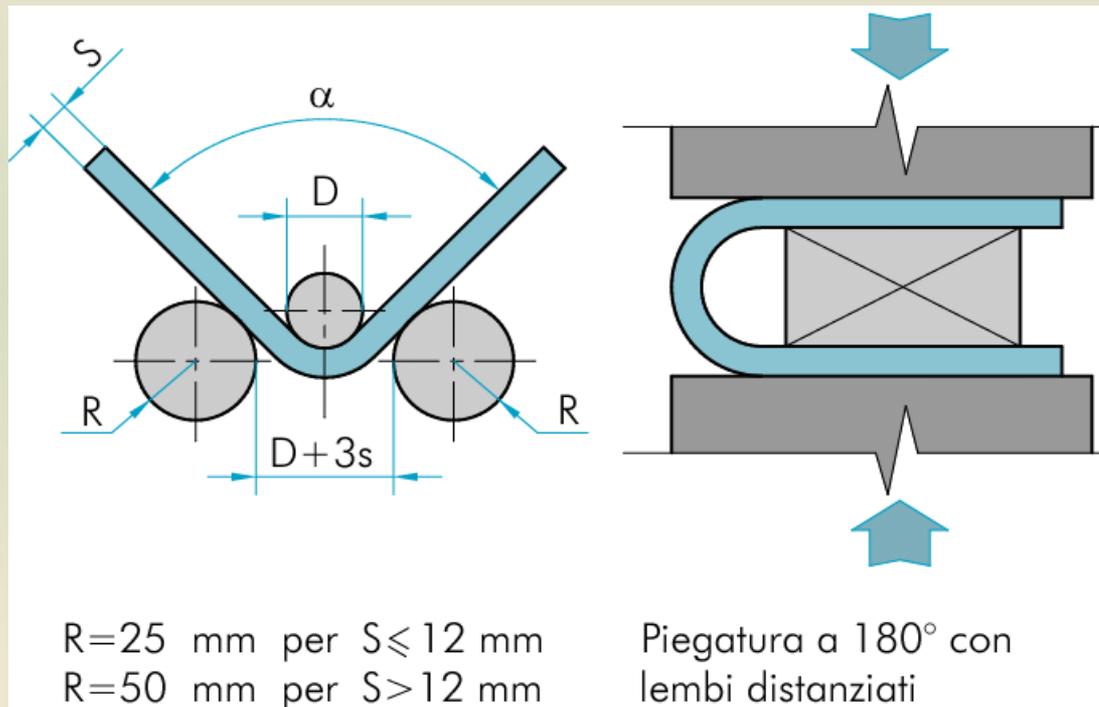
**Malleabilità**, attitudine di un materiale a lasciarsi ridurre, a caldo o a freddo, in lamine senza screpolarsi o rompersi

**Estrudibilità**, capacità di un materiale ad assumere forme particolari se costretto a fluire attraverso un foro sagomato



**Imbutibilità**, caratteristica del materiale (lamiera) a lasciarsi deformare a freddo per ottenere corpi cavi, senza screpolarsi

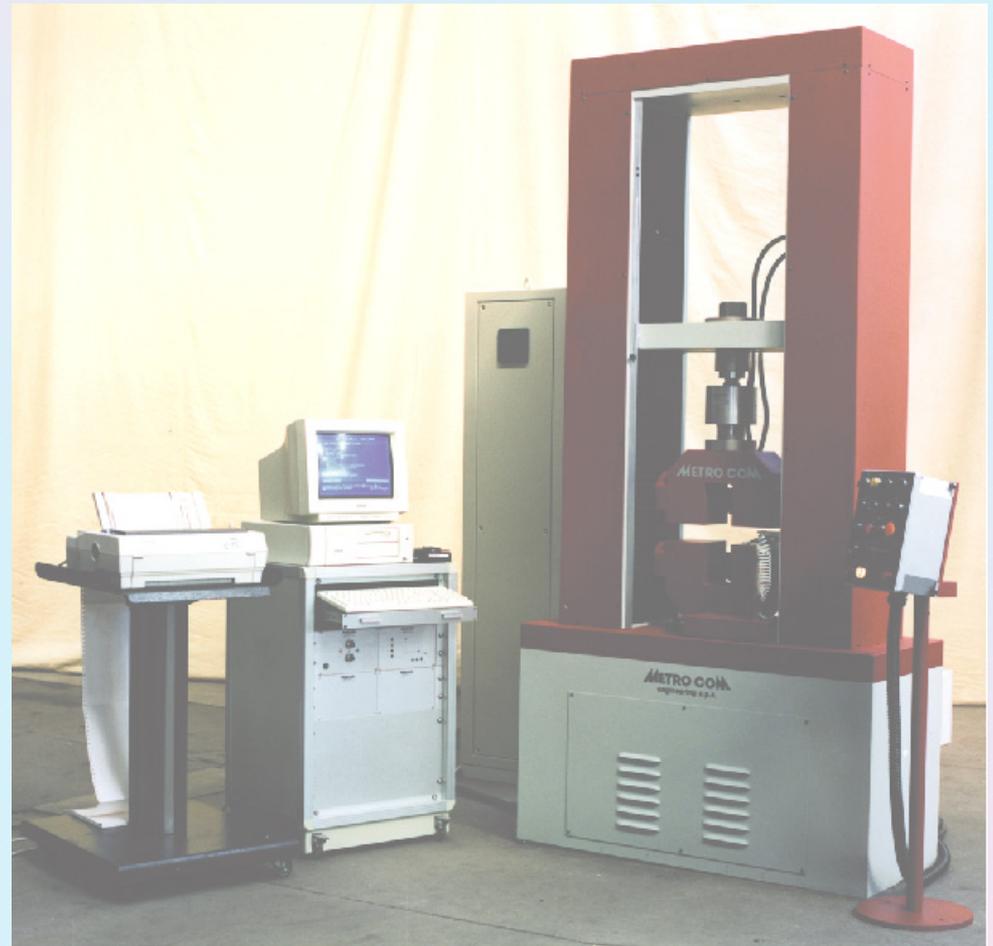
**Piegabilità**, attitudine di un materiale a subire l'operazione di piegatura senza rompersi o screpolarsi



# PROVE MECCANICHE DI LABORATORIO SUI MATERIALI

La prova **di trazione statica** consiste nel sottoporre un campione del materiale ad un carico di trazione, applicato in modo crescente e lentamente, fino a determinarne la rottura.

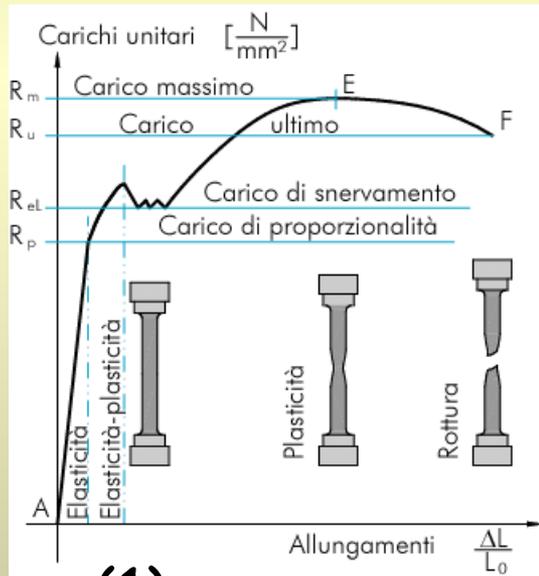
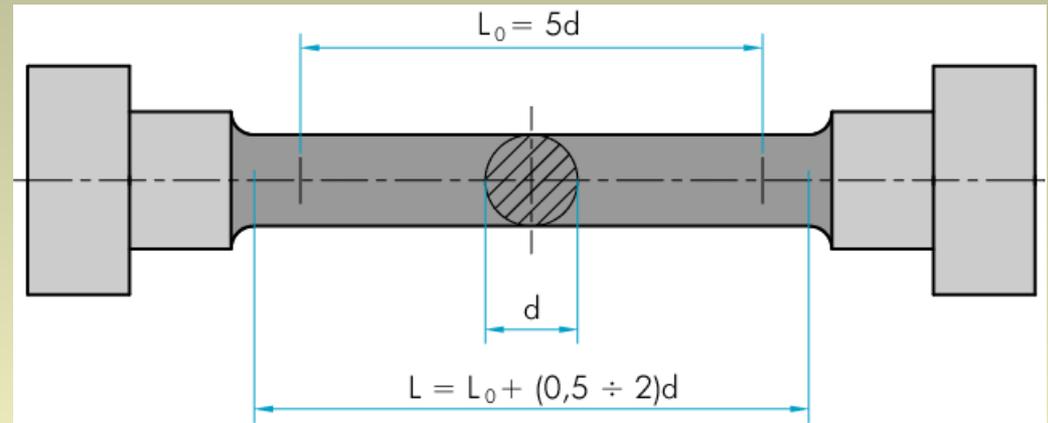
Il campione è detto **provetta**.



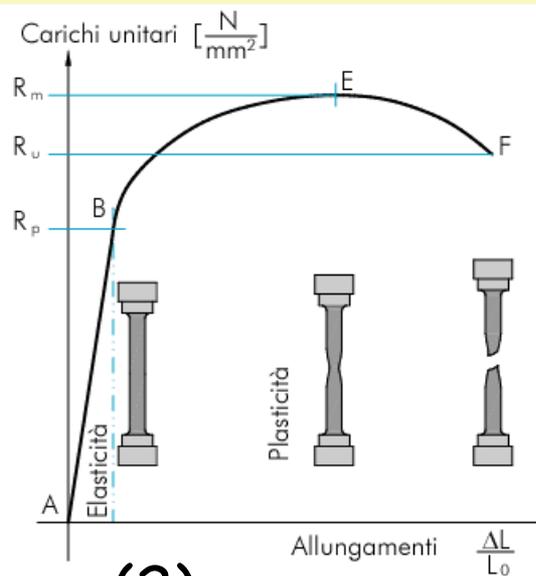
Macchina universale per  
prove sui materiali

# Provetta cilindrica per la prova di trazione

$d = 10 \div 15 \text{ mm}$



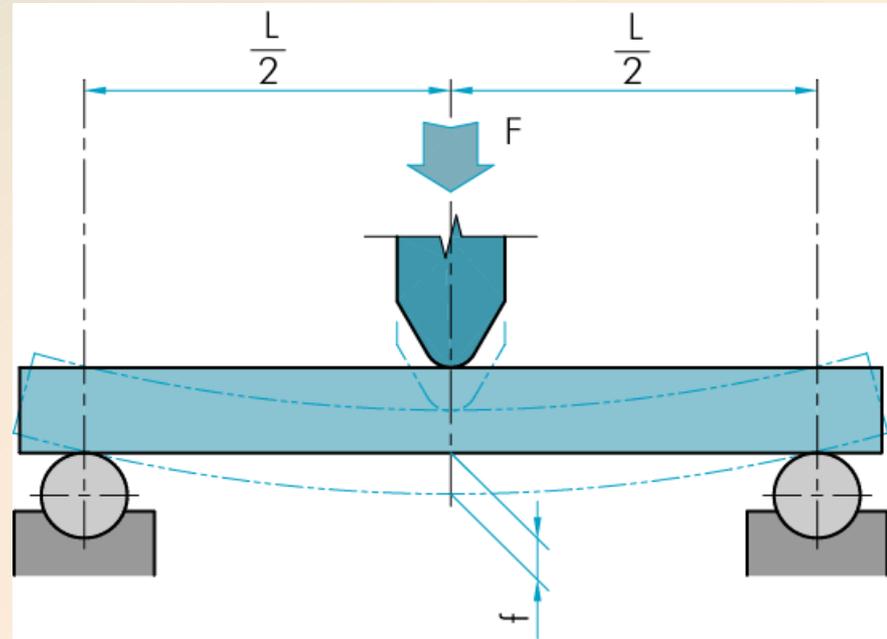
(1)



(2)

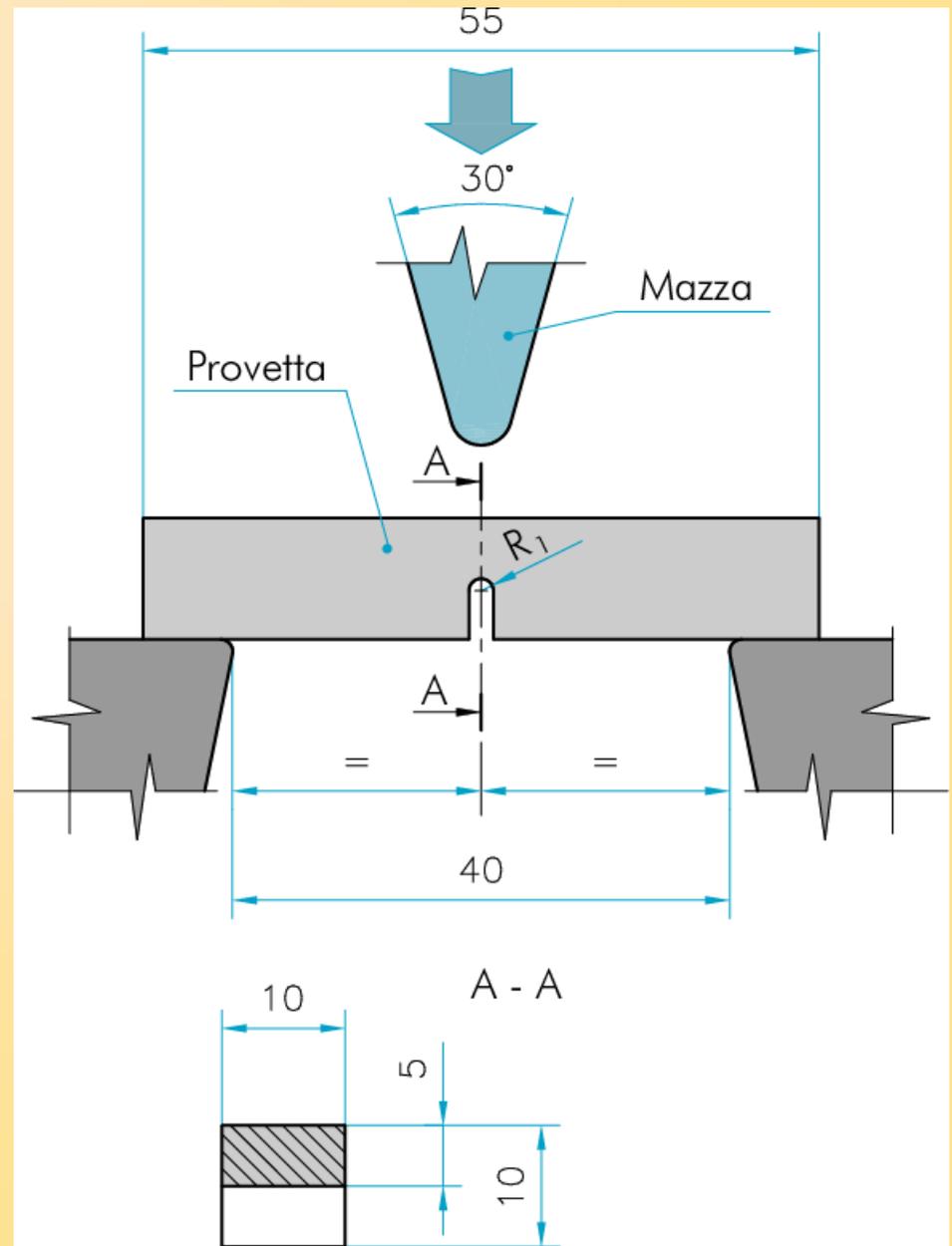
Diagrammi carichi allungamenti.  
 (1) con snervamento  
 (2) senza snervamento

La prova di **flessione statica** consiste nell'applicare gradatamente un carico concentrato con direzione perpendicolare all'asse della provetta



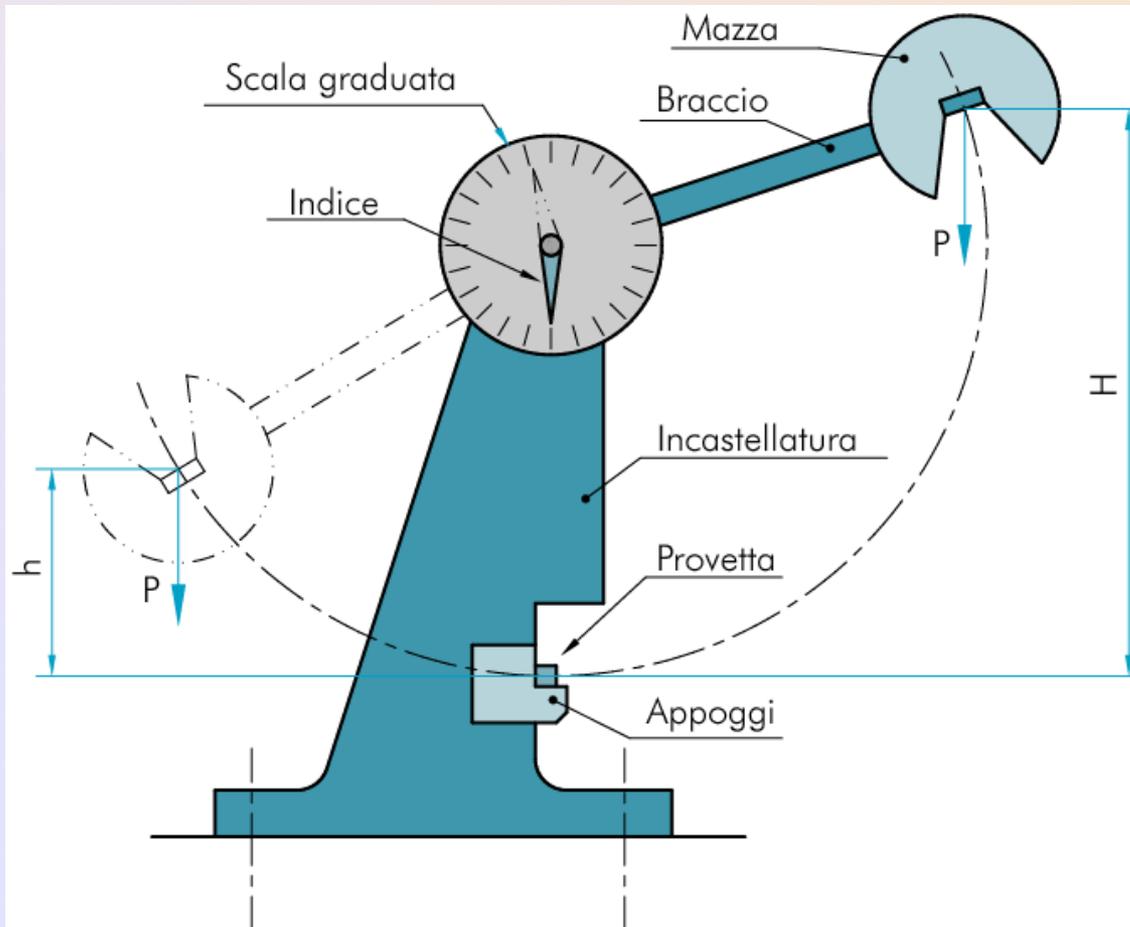
Spesso la prova viene effettuata per determinare il carico **F** in grado di provocare una determinata freccia **f**

La **prova di resilienza** consiste nel misurare l'energia necessaria a rompere, in un solo colpo, un provetta del materiale in esame

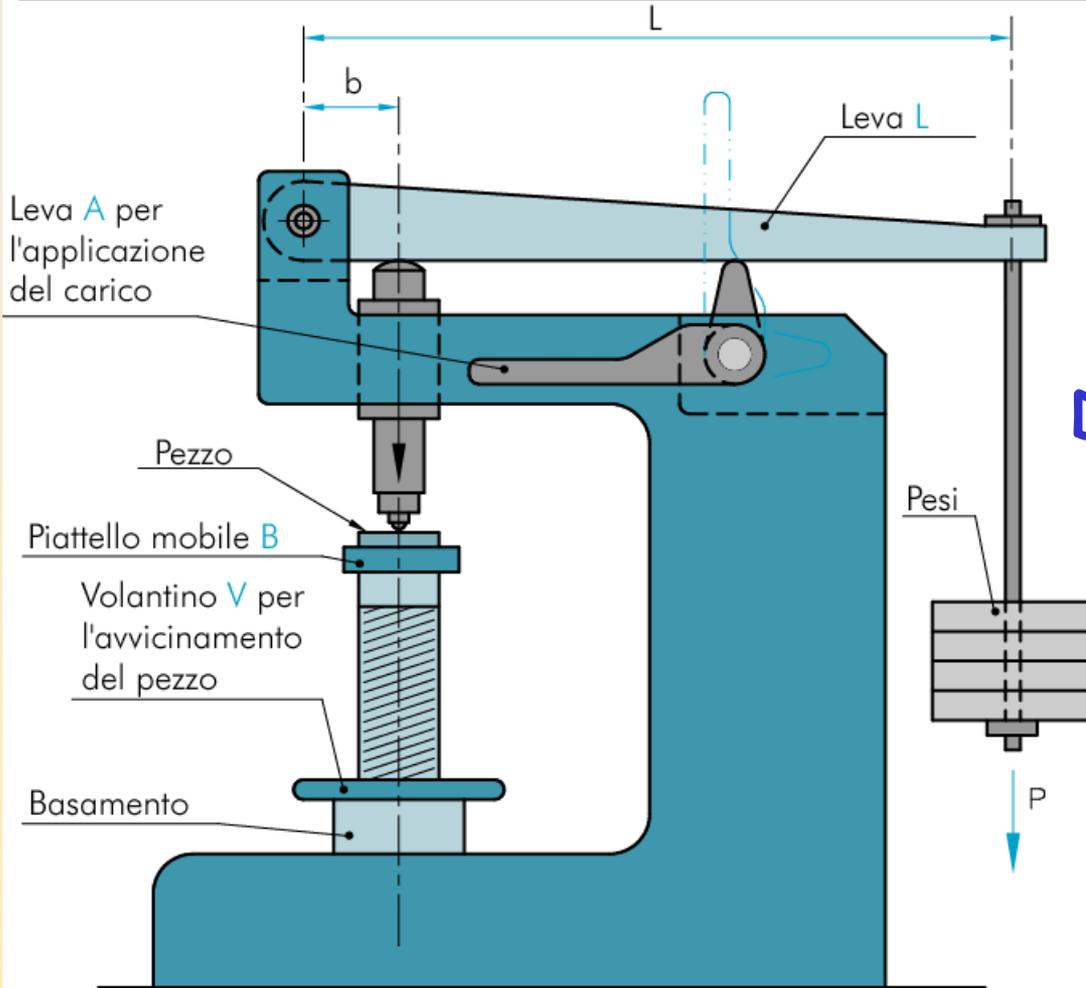


# Pendolo di Charpy per la prova di resilienza

$$KU = P \cdot (H - h) \quad [J]$$



Le **prove di durezza** consistono nell'applicare una forza **F** sulla superficie del pezzo, tramite un penetratore, e valutare la **dimensione dell'impronta** lasciata.



Durometro Brinell

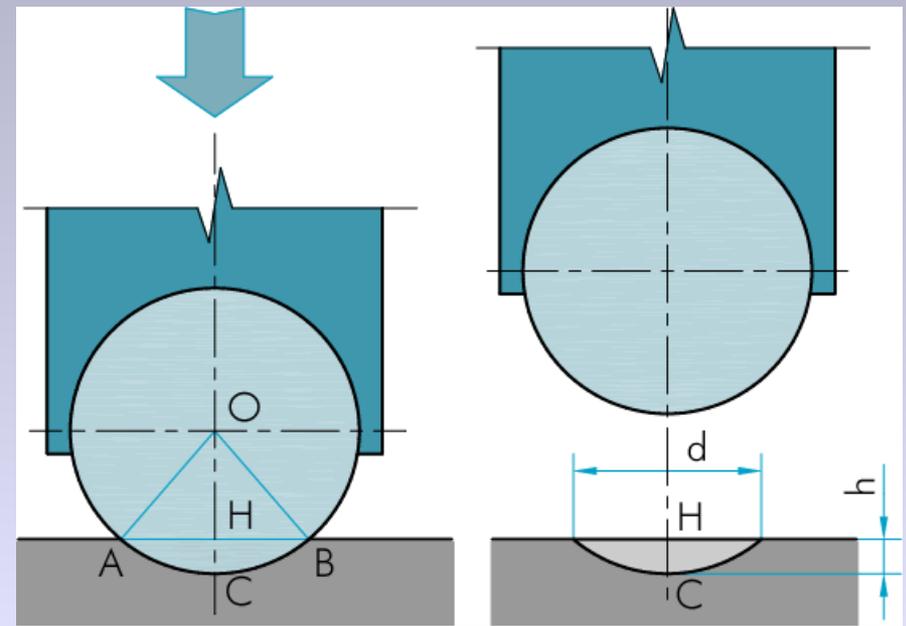


## Durezza Brinell

$$HB = \frac{F}{S} \cdot n$$

$$S = D \cdot h$$

$$h = \frac{D}{2} \sqrt{\frac{D^2 - d^2}{4}}$$



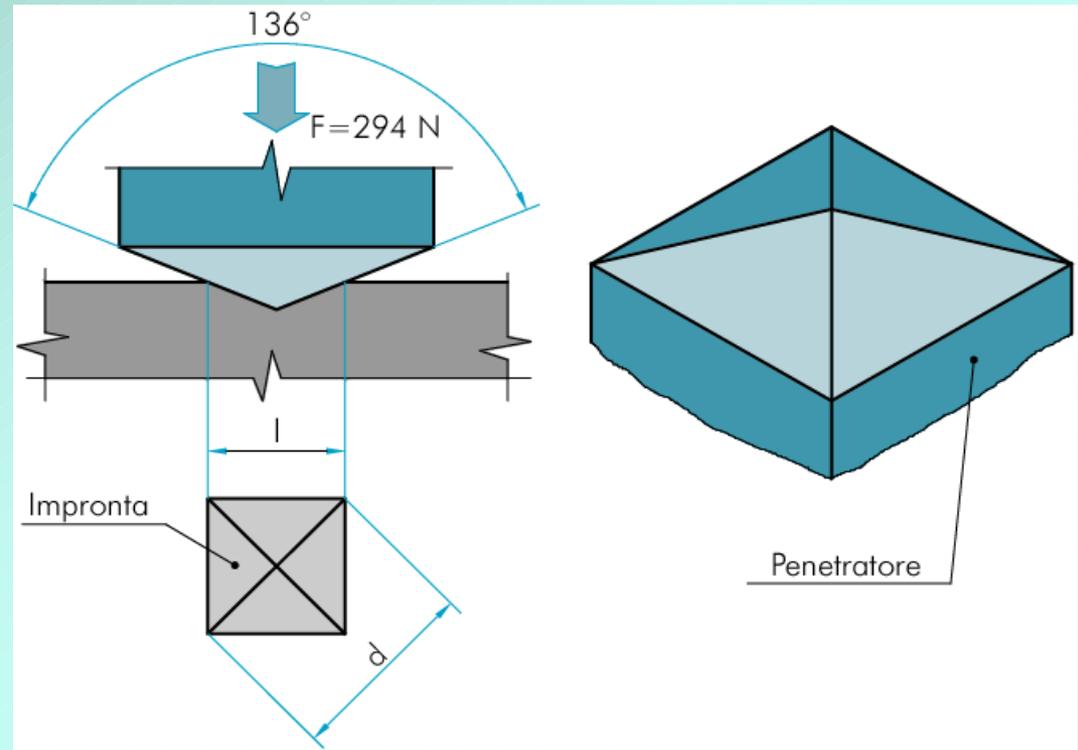
**Penetratore sferico** di acciaio con diametro normale  $D = 10$  mm (altri diametri 5; 2,5 e 1 mm)

Si definisce **durezza Brinell HB** il rapporto tra il carico di prova  $F$  [N] e l'area della superficie dell'impronta  $S$  [mm<sup>2</sup>] moltiplicato per una costante  $n = 0,102$  [mm<sup>2</sup>/N] che rende il valore di **HB** adimensionale

## Durezza Vickers

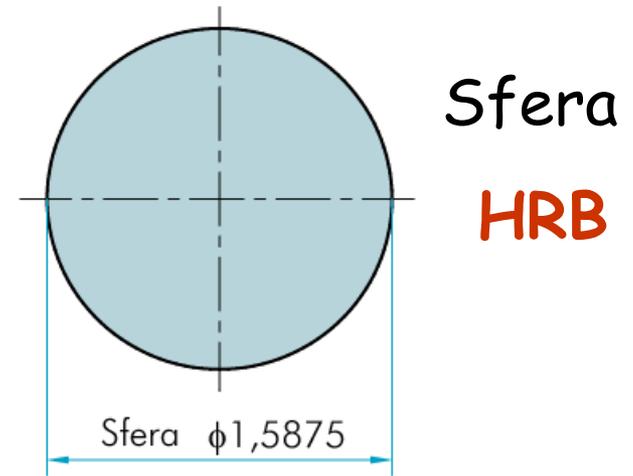
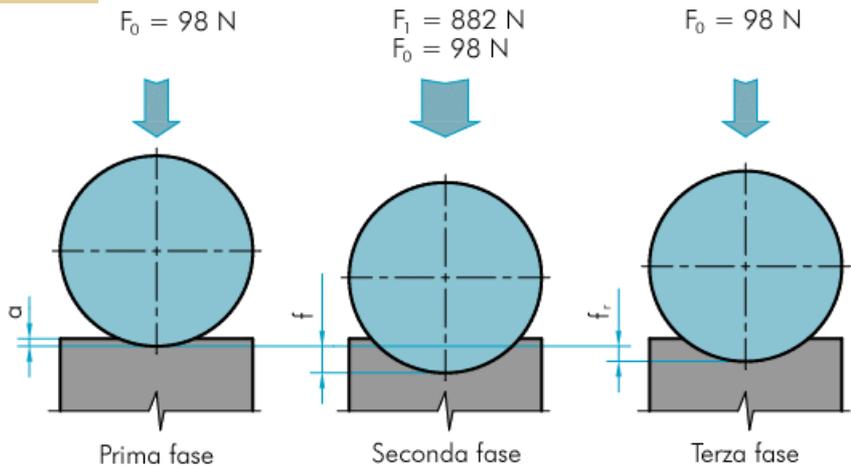
$$HV = \frac{F}{S} \cdot n$$

$$S = 0,539 \cdot d^2$$



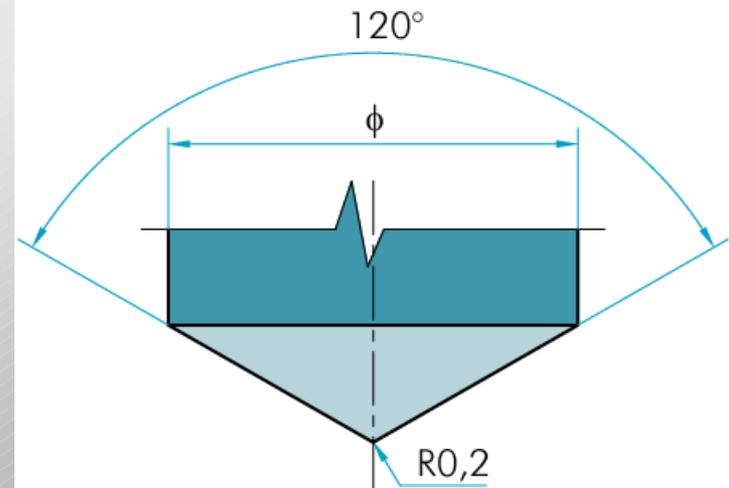
Penetratore di diamante a forma di **piramide retta**

Si definisce **durezza Vickers HV** il rapporto tra il carico di prova **F** [N] e l'area della superficie dell'impronta **S** [mm<sup>2</sup>] moltiplicato per una costante **n** = 0,102 [mm<sup>2</sup>/N] che rende il valore di **HV** adimensionale



La prova di durezza **Rockwell** consiste nel far penetrare il materiale con un penetratore **sferico, di acciaio, o conico di diamante**.

La durezza è proporzionale alla profondità dell'impronta ed è letta direttamente sulla scala del durometro



Cono **HRC**

## Durometro per le prove di durezza.

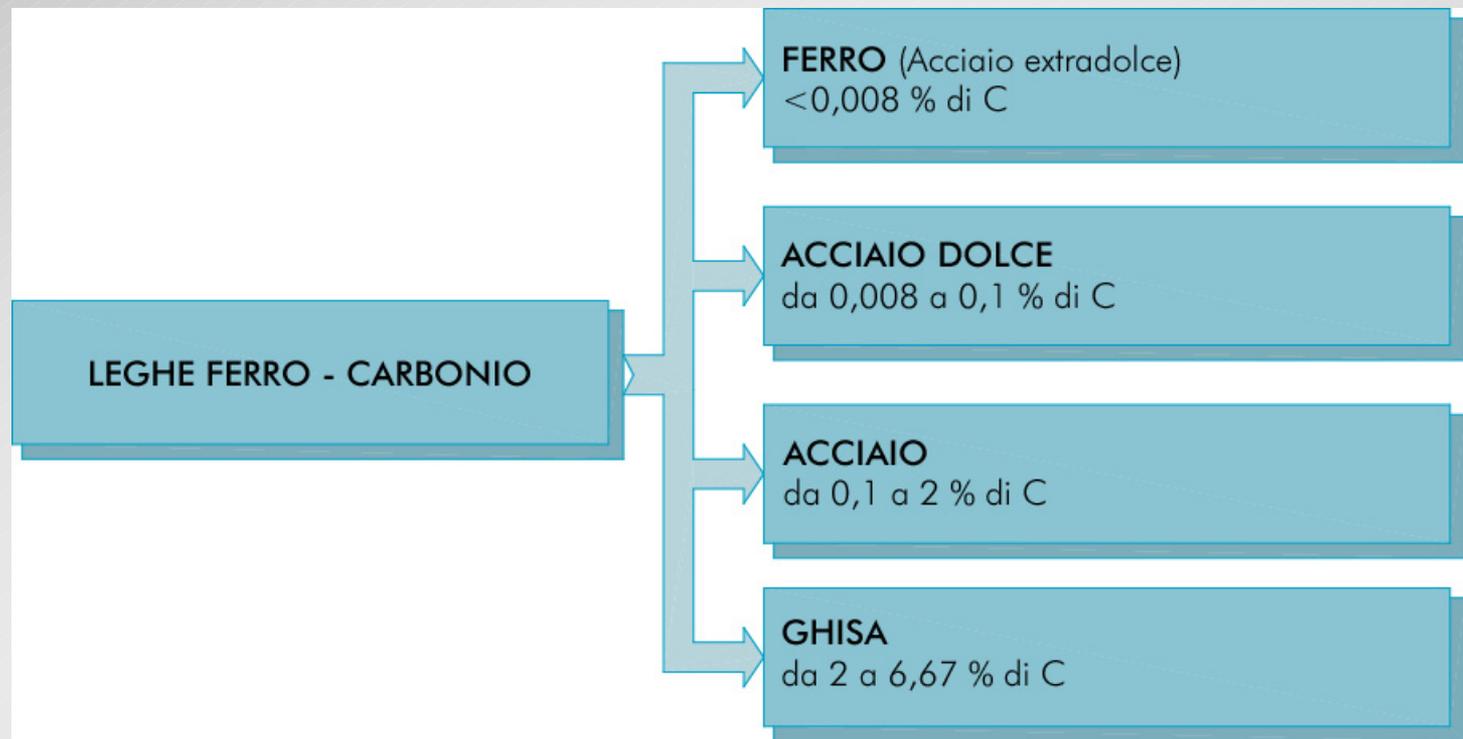
L'apparecchio è dotato di dispositivo ottico per la rilevazione delle dimensioni dell'impronta (durezze Brinell e Vickers) o per la lettura diretta del valore della durezza Rockwell



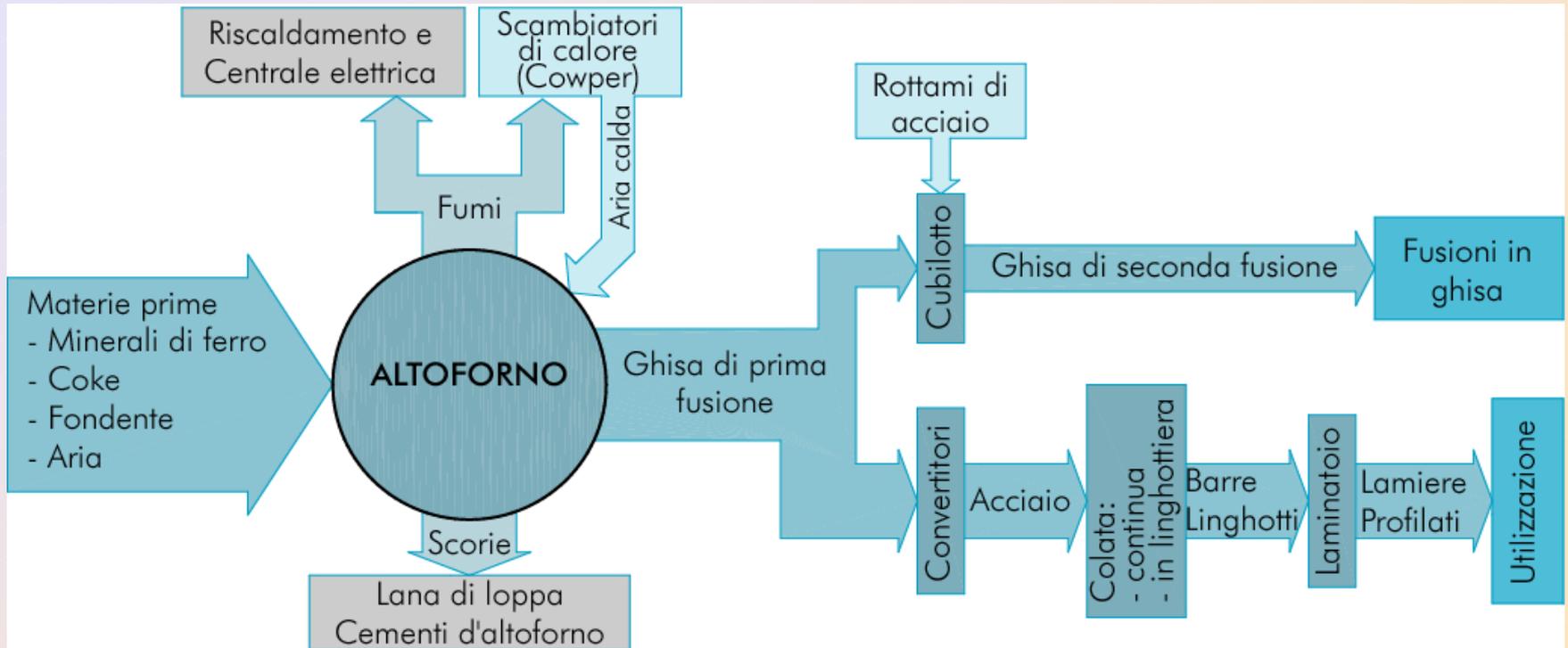
# FERRO E SUE LEGHE GHISA E ACCIAIO

Il **ferro** è un elemento metallico, simbolo chimico **Fe**, temperatura di fusione **1535°C**, duttile, malleabile, che si ossida facilmente (arrugginisce).

È, normalmente, usato in **lega con il carbonio** a formare **acciai** o **ghise**



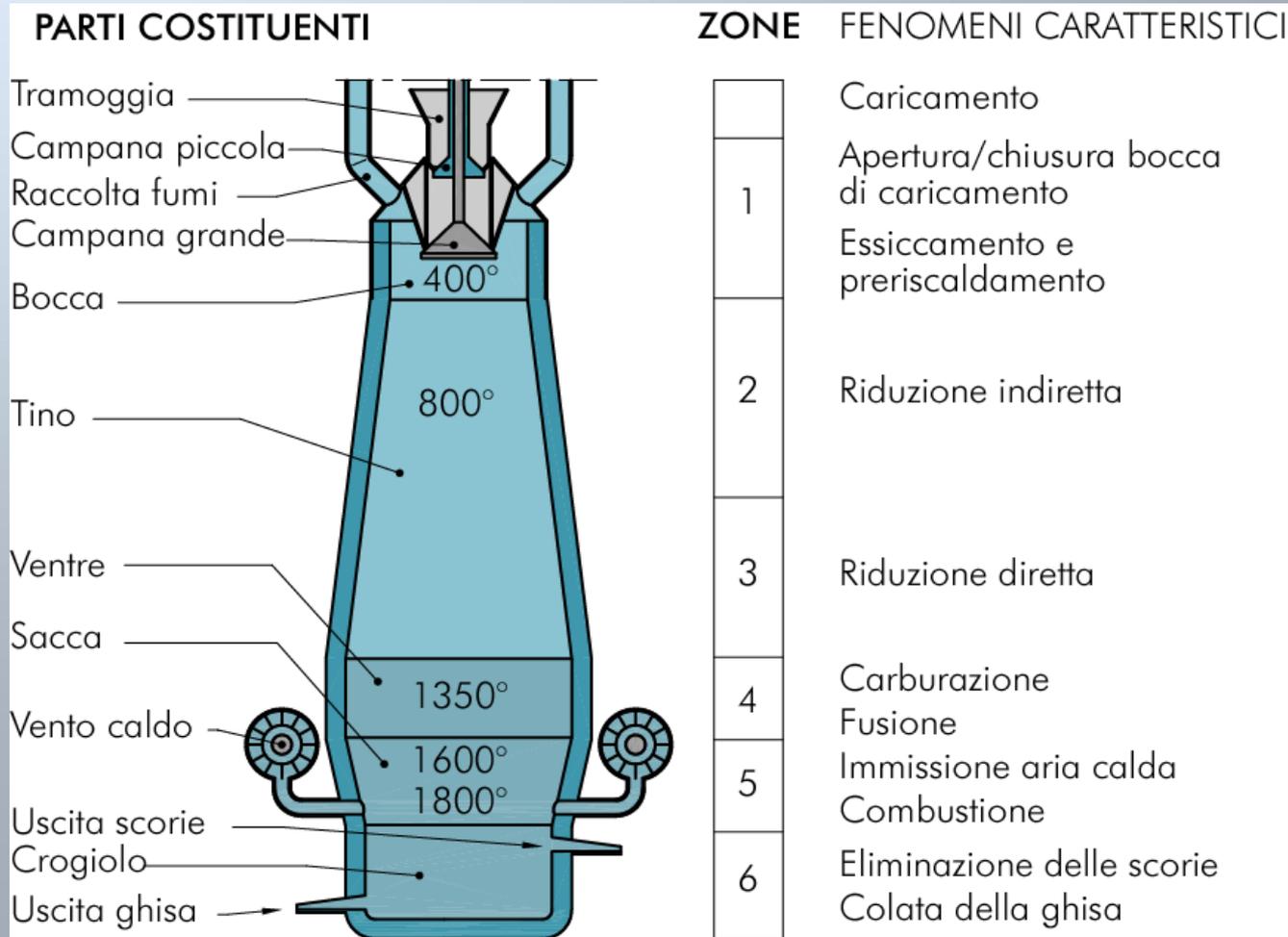
È detta **siderurgia** il settore della metallurgia che si occupa dei **minerali da cui si estrae il ferro** e dei processi tecnologici per **la produzione delle leghe ferro-carbonio**.



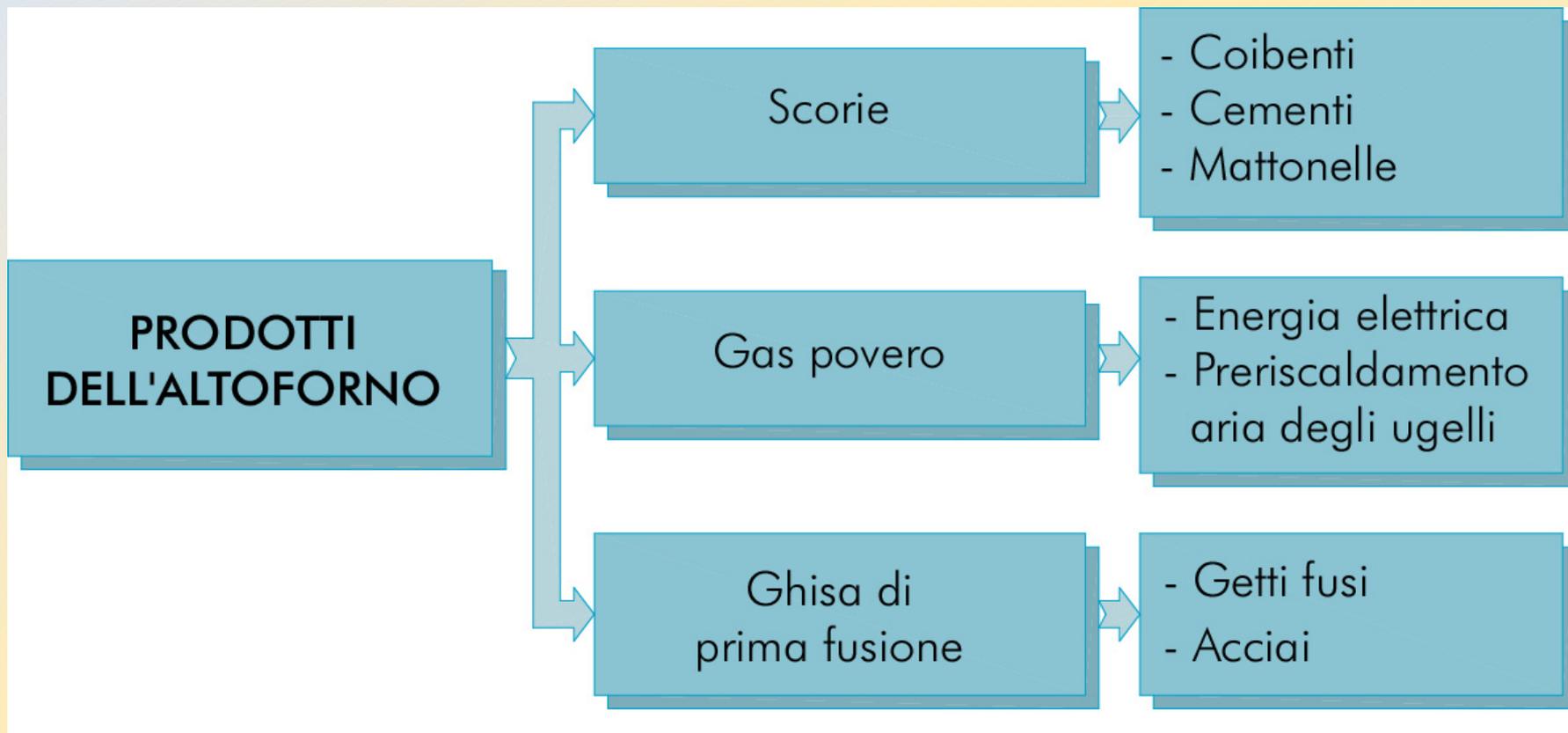
## Materie prime o minerali da cui si estrae il ferro:

- **magnetite**, ossido di ferro ( $\text{FeO} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$ ) di colore grigio-ferro, aspetto metallico, ferromagnetico
- **ematite**, ossido di ferro ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) di colore grigio rossastro, lamellare o granulare e fragile
- **limonite**, idrossido di ferro ( $2\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ ) di colore giallastro, fibroso e opaco
- **siderite**, carbonato di ferro ( $\text{FeCO}_3$ ) di colore giallo bruno, lucente e vitreo
- **pirite**, solfuro di ferro ( $\text{FeS}_2$ ) di colore giallo ottone, lucente e fragile

**L'altoforno**, di altezza 35 ÷ 40 m e di diametro 10 ÷ 14 m serve a produrre ghisa dai minerali del ferro (4500 t/giorno)



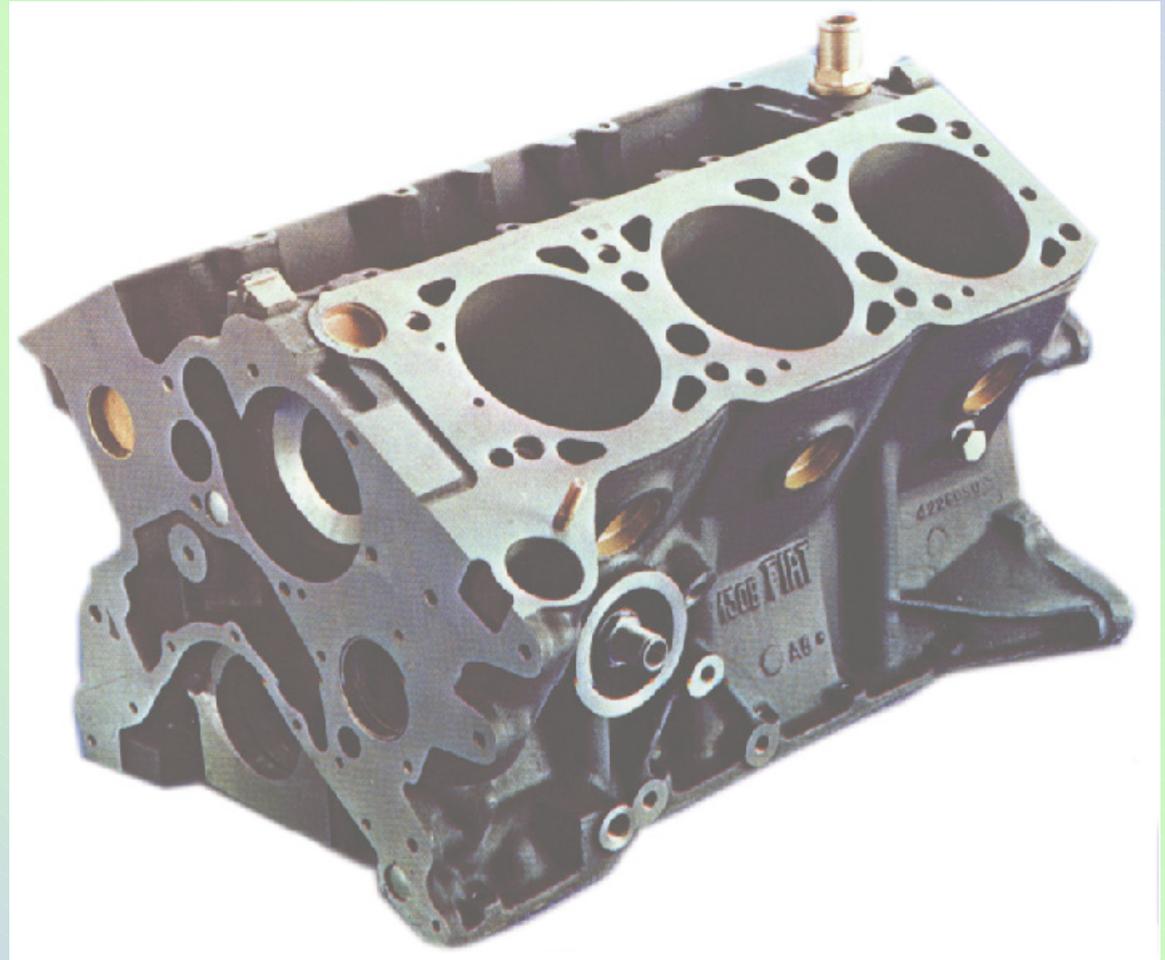
## Principali prodotti dell'altoforno



La **ghisa** è una lega ferro-carbonio di colore grigio, punto di fusione intorno ai  $1200^{\circ}\text{C}$ , non malleabile, fragile, resistente alla corrosione e dotata di una buona fusibilità

**Monoblocco in ghisa** di motore a sei cilindri a V

Costruzione FIAT



## Ghisa grigia

Il carbonio si presenta sotto forma di **grafite lamellare**.

È **lavorabile alle macchine utensili**, resistente alla compressione ma è scarsamente resistente alla trazione.

È molto usata per **getti**.



Ghisa grigia vista al microscopio con **ingrandimento 200:1**

## Ghisa bianca

Il carbonio si presenta sotto forma di **carburo di ferro** (cementite)  $Fe_3C$ .

È molto dura e fragile e **non è facilmente lavorabile alle macchine utensili.**

È usata per pezzi duri e resistenti all'abrasione (griglie per tombini, ecc.)

Dalla ghisa bianca si ricava la **ghisa malleabile** con prolungato riscaldamento.

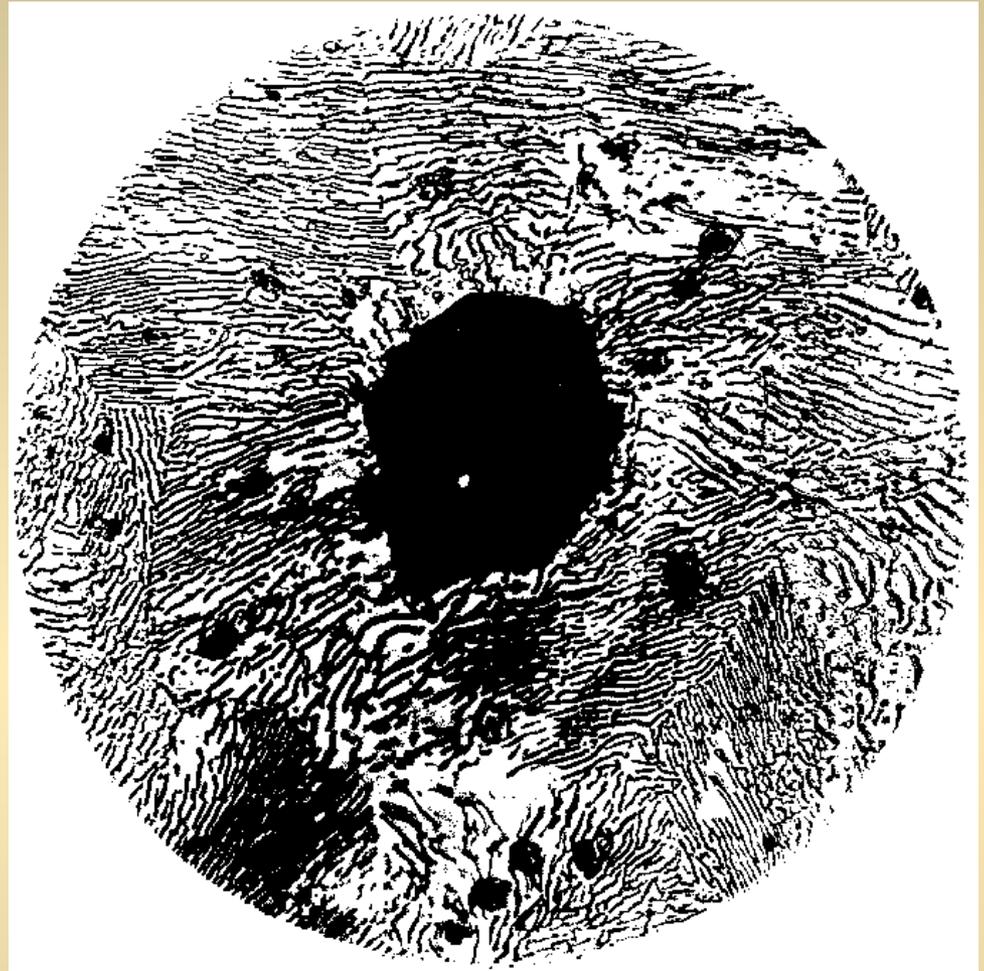


Ghisa bianca vista al microscopio con **ingrandimento 250:1**

## Ghisa grigia sferoidale

Il carbonio si **presenta sotto forma di sferoidi**, possiede proprietà meccaniche simili all'acciaio pur essendo fusibile come la ghisa grigia.

Si ottiene aggiungendo alla fusione **magnesio e nichel** che favoriscono la formazione di noduli di carbonio.



Ghisa sferoidale vista al microscopio con **ingrandimento 250:1**

## Designazione delle ghise più utilizzate

**G250** UNI ISO 185, ghisa grigia per getti con carico di rottura a trazione di 250 N/mm<sup>2</sup>

**GH235** UNI ISO 185, ghisa grigia per getti con durezza Brinell 235 HB

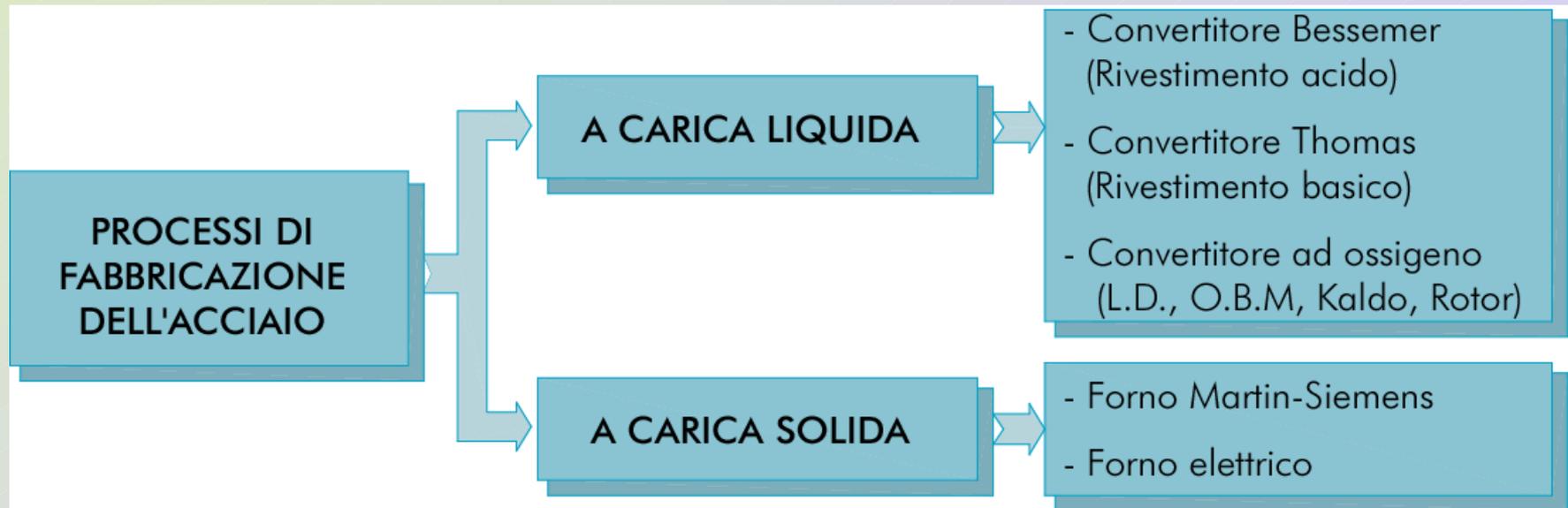
**GS400-12** UNI ISO 1083, ghisa sferoidale con carico di rottura a trazione di 400 N/mm<sup>2</sup> e allungamento minimo percentuale alla rottura 12%

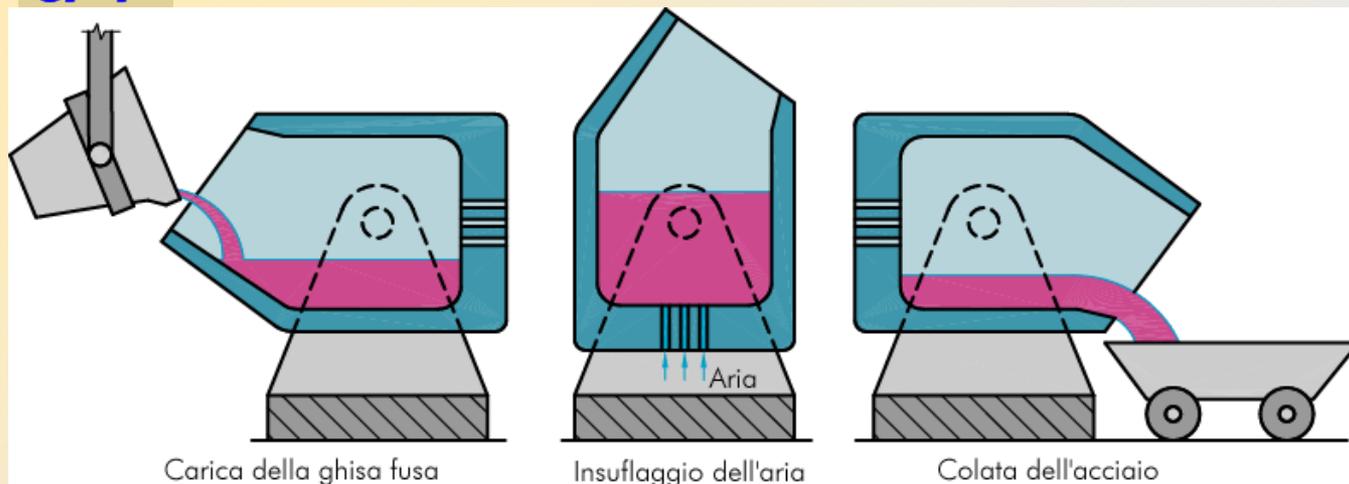
**GSH230** UNI ISO 1083, ghisa grigia sferoidale per getti con durezza Brinell 230 HB

L'**acciaio** è una lega ferro-carbonio con una percentuale di carbonio inferiore al 2%.

Nelle applicazioni industriali più comuni la presenza del carbonio è variabile da 0,2 a 1%.

È **ottenuto dalla ghisa d'altoforno** con processi di **sottrazione del carbonio**.



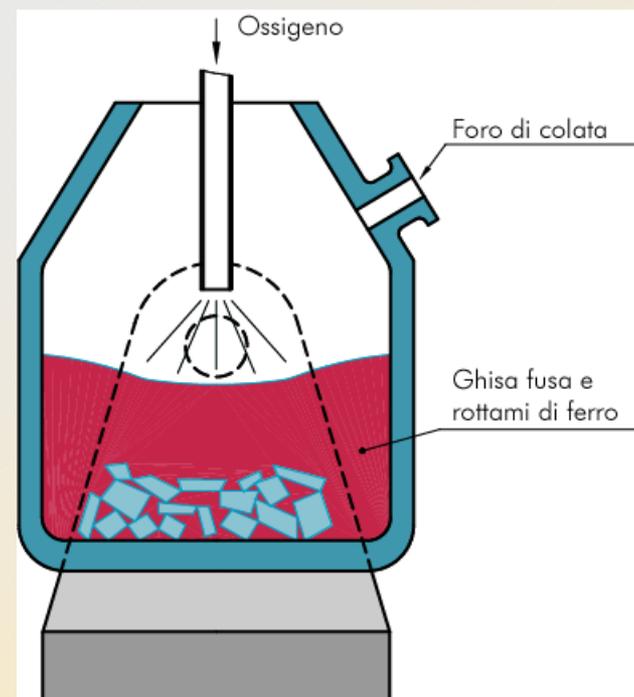


Bessemer,  
Thomas



L.D.

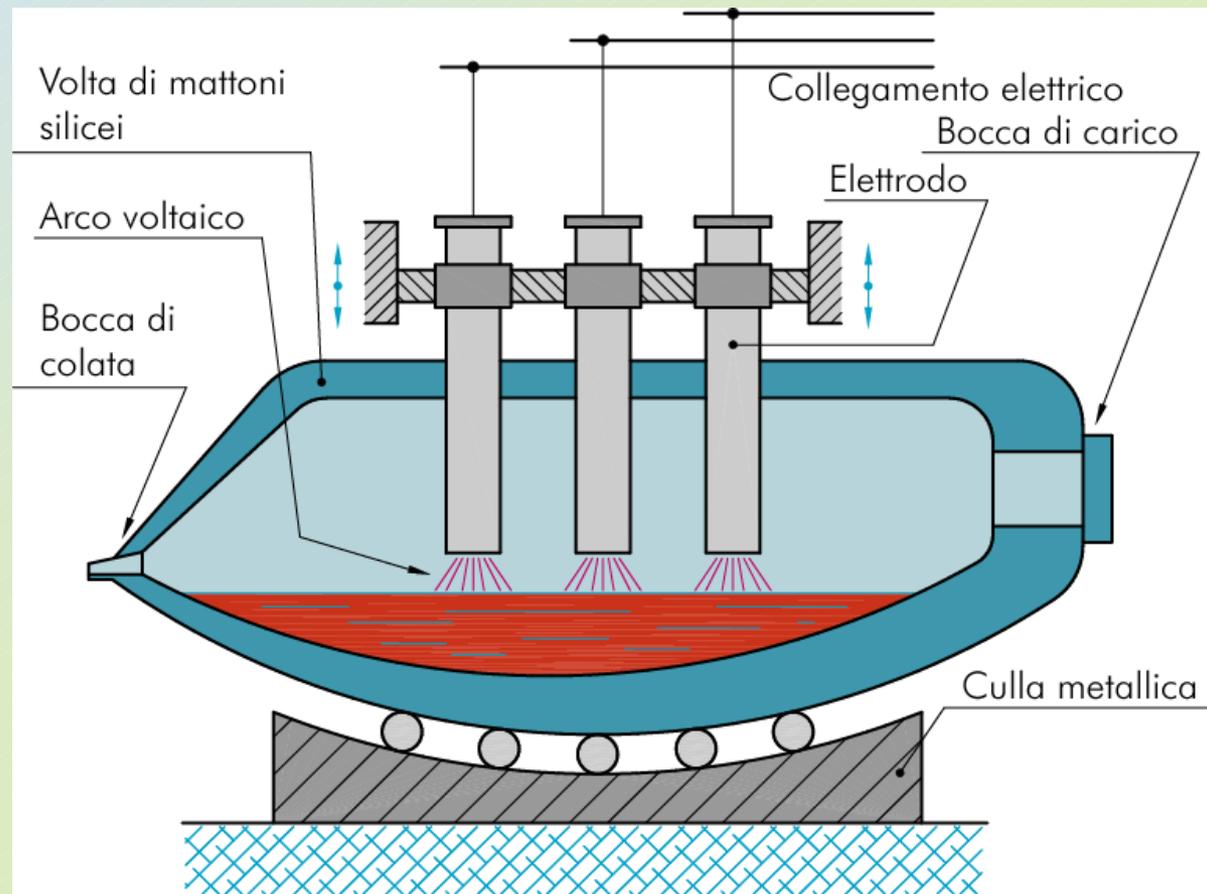
Nei **processi a carica** liquida si ottiene acciaio dalla ghisa **fusa** bruciando il **carbonio in eccesso** con l'**ossigeno contenuto nell'aria** (convertitori Bessemer e Thomas), oppure con l'**ossigeno puro** (convertitori L.D., Kaldo, Rotor)



Nei **processi a carica solida** si ottiene l'acciaio da pani di ghisa di prima fusione e rottami di ferro.

Il calore per portare a fusione il bagno si ottiene dalla combustione di gas, da arco voltaico o per induzione.

Con questo metodo si ottengono acciai di qualità



## Forno elettrico ad arco voltaico

## Designazione degli acciai più utilizzati

Acciaio UNI EN 10025 - **S335**, acciaio per impieghi strutturali con carico di snervamento  $R_{eH} = 355$  N/mm<sup>2</sup>

Acciaio UNI EN 10083 - **C40**, acciaio al carbonio con tenore di Carbonio compreso tra 0,37% e 0,44%

Acciaio UNI EN 10083 - **42 CrMo 4**, acciaio legato con nessun elemento di lega che supera il 5%. Contiene Carbonio ~0,4%, Cromo ~1%, Molibdeno non dichiarato (~0,2%)

Acciaio UNI EN 10088 - **X 10 CrNi 18 08**, acciaio legato, inossidabile. Contiene Carbonio ~0,1%, Cromo ~18%, Nichel ~8%