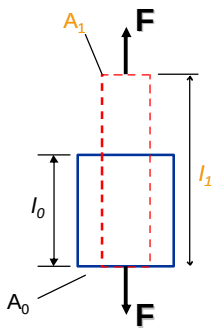
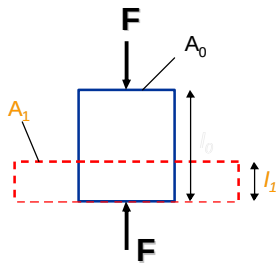
Stato di deformazione

Modi di Deformazione

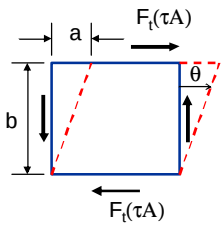
A_0, l_0 = area e lunghezza iniziale
A_1, l_1 = area e lunghezza finale
A, l = area e lunghezza istantanee



Trazione Uniforme



Compressione Uniforme



Taglio

Stato di deformazione

Deformazione Vera & Ingegneristica

Deformazione Ingegneristica (Allungamento)

$$e = \frac{?l}{l_0} = \frac{l_1 - l_0}{l_0}$$

Deformazione Reale

$$e = \int_{l_0}^{l_1} \frac{dl}{l} = \ln\left(\frac{l_1}{l_0}\right)$$

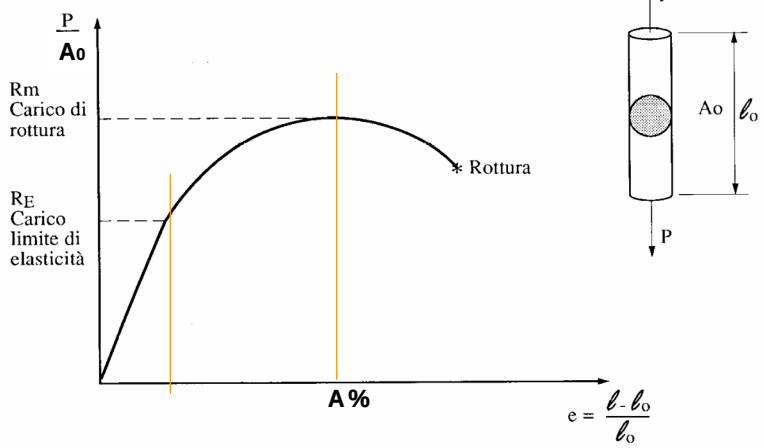
Volume Constancy

$$e_x + e_y + e_z = 0$$

La costanza del volume è in realtà verificata solo per la componente plastica di e, non per quella elastica

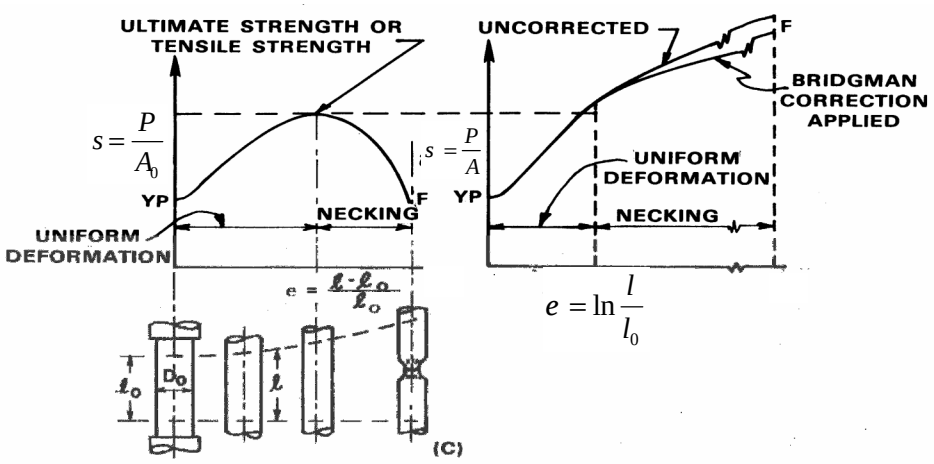
Prova di trazione

può essere condotta su provini cilindrici o da lamiera



Valori ingegneristici

Prova di trazione



presentando più il punto di massimo

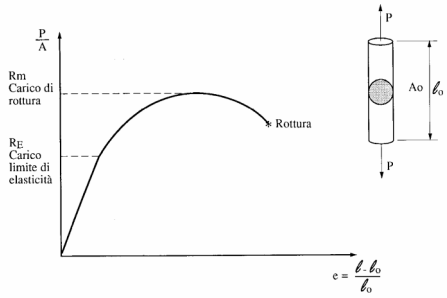
Prova di trazione

Nel caso uniassiale, il valore di sforzo reale $s = \frac{P}{A}$

è immediatamente evidente, mentre in caso di sollecitazioni composte (stato di sforzo triassiale) si deve adottare un criterio di resistenza:

("flow stress" o "sforzo equivalente")

$$\bar{s}$$



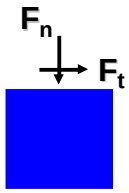
$$\sigma = P / A$$

$$\varepsilon = \int_{l_o}^{l} dl / l = \ln l / l_o$$

Stato di sforzo

Tensione Normale $s = \frac{F_n}{A}$ ***F_n: Forza Normale***

Tensione Tangenziale $t = \frac{F_t}{A}$ ***F_t: Forza Tangenziale***



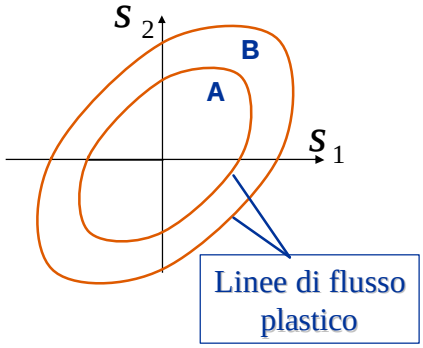
Tensione Ingegneristica $S = \frac{F}{A_0}$ ***A_0: Area Iniziale***

Tensione Reale $s = \frac{F}{A}$ ***A: Area Instantanea***

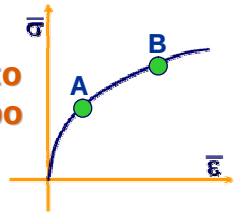
Stato di sforzo: criteri di resistenza

Luogo dei valori di σ_1, σ_2, σ_3 in corrispondenza dei quali si ha flusso plastico

$$\bar{s} = f(s_1, s_2, s_3)$$

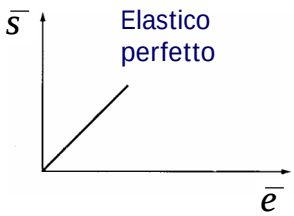


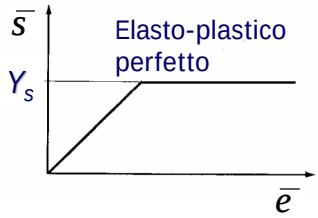
Incrudimento isotropo

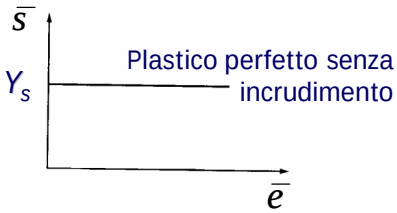


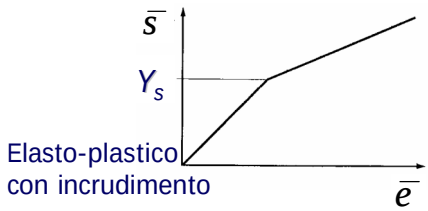
Leggi di flusso plastico

Modelli semplificati di legame $\bar{s} - \bar{e}$





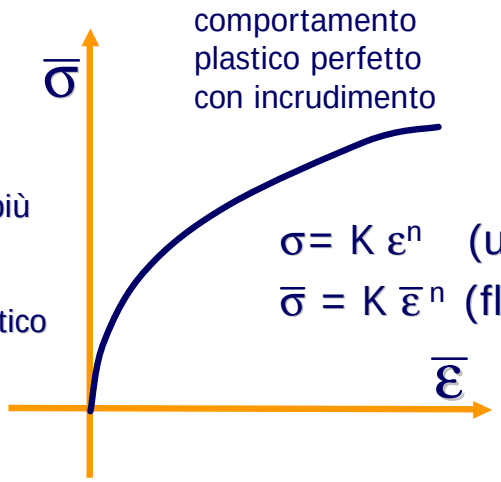




Leggi di flusso plastico

Legge di Hollomon

- è la legge più usata
- trascura il campo elastico



comportamento plastico perfetto con incrudimento

$\sigma = K\,\varepsilon^n$ (uniassiale)

$\bar{\sigma} = K\,\bar{\varepsilon}^{\,n}$ (flow stress)

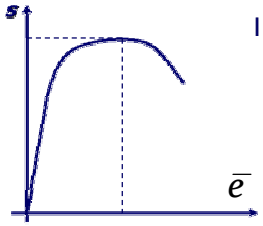
Leggi di flusso plastico

TABLE 2.3 Typical Values for K and n at Room Temperature

	K (MPa)	n
Aluminum		
1100–O	180	0.20
2024–T4	690	0.16
6061–O	205	0.20
6061–T6	410	0.05
7075–O	400	0.17
Brass		
70–30, annealed	900	0.49
85–15, cold-rolled	580	0.34
Cobalt-base alloy, heat-treated	2070	0.50
Copper, annealed	315	0.54
Steel		
Low-C annealed	530	0.26
4135 annealed	1015	0.17
4135 cold-rolled	1100	0.14
4340 annealed	640	0.15
304 stainless, annealed	1275	0.45
410 stainless, annealed	960	0.10

Annealed = ricotto

Leggi di flusso plastico:
condizione di instabilità plastica



Il massimo si ha per $\dfrac{dP}{d\bar{e}} = 0$ che equivale a $\dfrac{d\left(\ln(P)\right)}{d\bar{e}} = 0$

$$P = A \cdot \bar{s} = A \cdot k\bar{e}^{\,n}$$

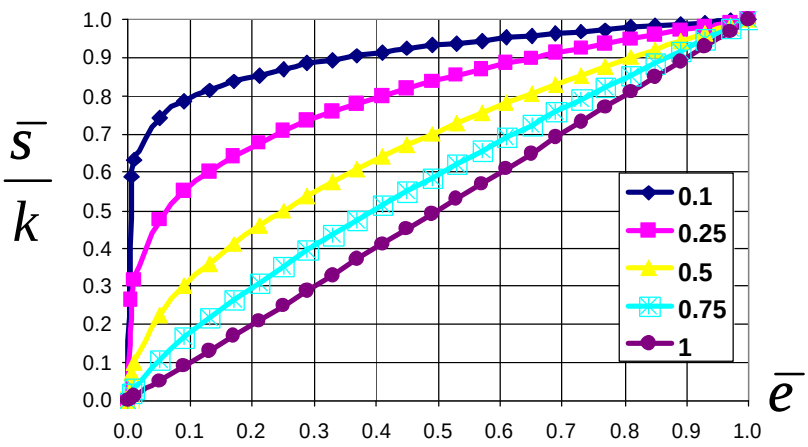
si osservi che $\dfrac{A_0}{A} = \dfrac{l}{l_0} = \exp(\bar{e})$

e quindi $P = A \cdot k\bar{e}^{\,n} = A_0 \cdot \exp(-\bar{e}) \cdot k\bar{e}^{\,n}$

$$\ln(P) = \ln(k) + n \cdot \ln(\bar{e}) + \ln(A_0) - \bar{e}$$

$$\frac{d\left(\ln(P)\right)}{d\bar{e}} = \frac{n}{\bar{e}} - 1 \quad \Rightarrow \quad \boxed{n = \bar{e}}$$

Leggi di flusso plastico:
condizione di instabilità plastica



All'aumentare di n, aumenta la pendenza delle curve ed aumenta la formabilità