

**Laurea magistrale
in Ingegneria Meccanica**

corso di

MECCANICA DEI MATERIALI

A.A. 2019/20

Francesco Aymerich

Argomenti del corso

- a) Condizioni di SIMMETRIA o ANTISIMMETRIA di CARICHI e/o STRUTTURA per l'analisi di strutture mono e bi-dimensionali (PLV)
- b) Complementi di teoria delle travi
TRAVI A FORTE CURVATURA
TRAVI A PARETE SOTTILE (Centro di taglio e torsione elastica)
- c) Comportamento meccanico dei materiali in campo non lineare
COMPORTAMENTO ELASTOPLASTICO
- d) MECCANICA DELLA FRATTURA
Comportamento meccanico dei materiali in presenza di cricche (cracks)

Argomenti del corso - a)

- Complementi di teoria delle travi
 - Calcolo di azioni interne
 - Calcolo di spostamenti
 - Analisi di strutture iperstatiche

sfruttando Condizioni di simmetria, antisimmetria o simmetria polare

su strutture piane e spaziali ad asse rettilineo o circolare con la considerazione di:

- effetti termici
- vincoli elastici o cedevoli

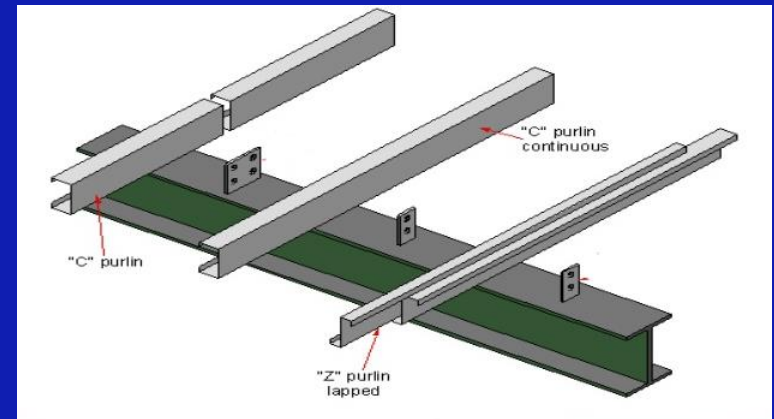
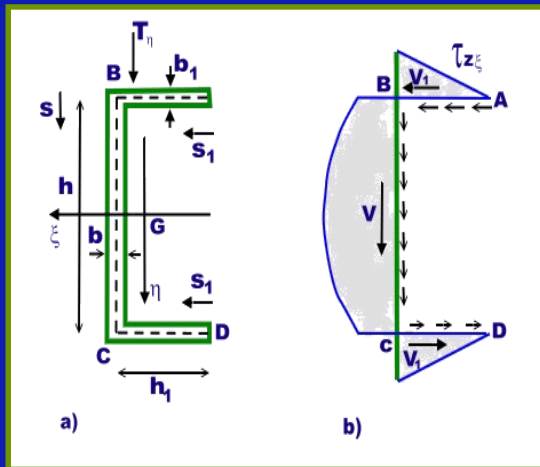
Argomenti del corso - b)

- Comportamento in campo elastico
 - Travi a forte curvatura



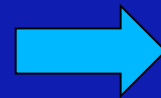
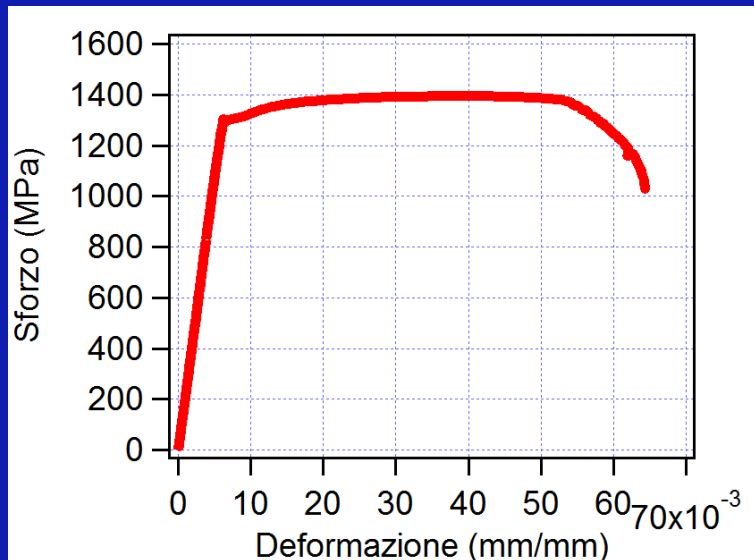
Argomenti del corso - b)

- Comportamento in campo elastico di travi a parete sottile (thin walled beams)
 - Centro di taglio
 - Risposta a torsione



Argomenti del corso - c)

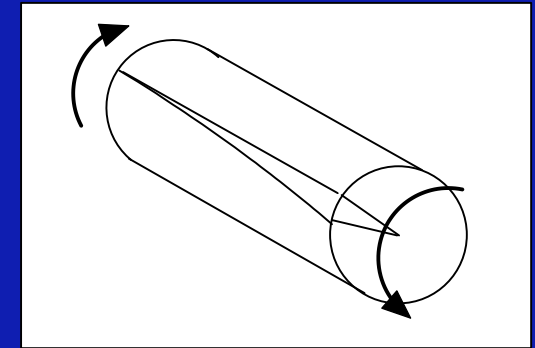
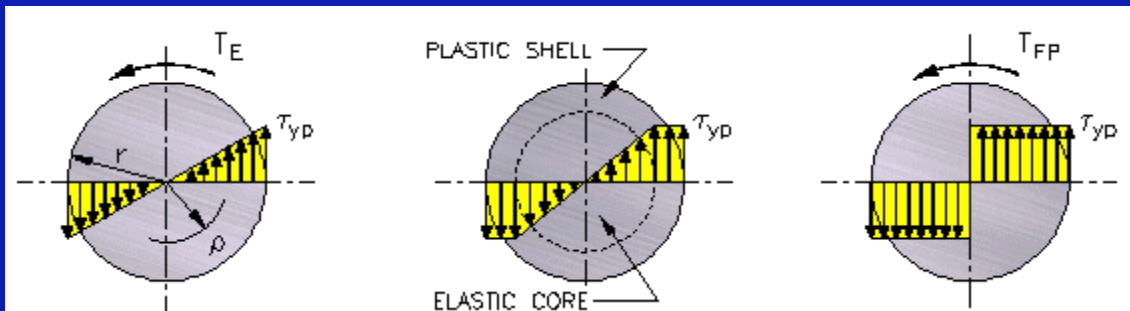
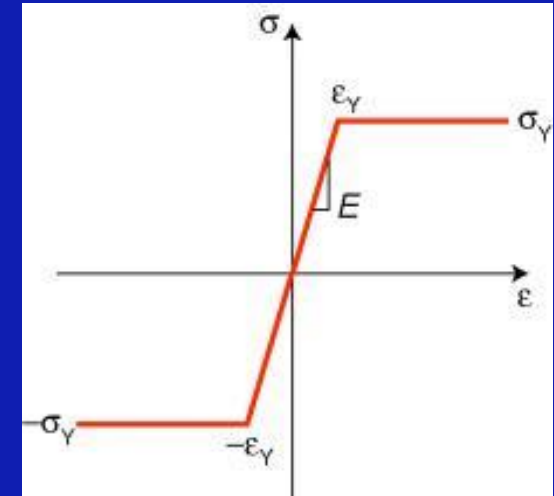
- Esempio di caratterizzazione sperimentale del comportamento di un materiale
 - Determinazione della curva σ - ε di un materiale metallico mediante prove di trazione o flessione



ESERCITAZIONE N. 1

Argomenti del corso - c)

- Comportamento elasto-plastico
 - Risposta a flessione/torsione
 - Calcolo di spostamenti



Argomenti del corso - d)

Meccanica della frattura

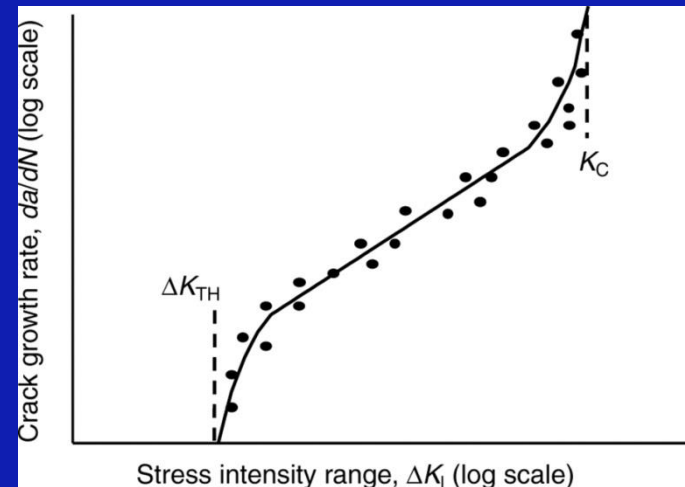
- carichi statici
- carichi ciclici (fatica)



Approccio Damage Tolerance
per la previsione della vita a
fatica e della resistenza
residua



ESERCITAZIONE N. 2



Conoscenze di base necessarie:

- Concetti di base di calcolo vettoriale, integrale e differenziale
- Concetto di stato di sforzo e di deformazione in un materiale
- Azioni interne e sforzi in una sezione
- Criteri di snervamento
- Metodo per il calcolo di spostamenti e reazioni iperstatiche in strutture o componenti monodimensionali (PLV)

Organizzazione del corso

Lezioni ed esercitazioni:

- 60 ore di lezioni inclusive di esempi/esercizi in aula

**DISPENSE SU ARGOMENTI SPECIFICI
ED ESERCIZI**

SUL SITO DEL CORSO

<http://people.unica.it/francescoaymerich/>

Testi consigliati:

G. Belloni, A. Lo Conte
Costruzione di macchine
Hoepli, 2002

(Materiali in campo elastico
ed elastoplastico)

L. Vergani
Meccanica dei Materiali
McGraw Hill, 2006

(Meccanica della frattura)

ESERCITAZIONI

[Esercitazione n.1](#)

[Esercitazione n. 2](#)

- [Richiami – Geometria delle aree](#)
- [Flessione in travi a forte curvatura](#)
- [Travi a forte curvatura – Integrali per sezioni tipiche](#)
- [Strutture ad asse circolare – Integrali utili](#)
- [Travi a parete sottile – centro di taglio e sforzi tangenziali](#)
- [Torsione di travi a sezione generica](#)
- [Sforzi ed angoli di rotazione a torsione per alcune sezioni tipiche](#)
- [Progettazione Damage Tolerance](#)
- [Fattori di intensificazione degli sforzi \(SIF\)](#)
- [Flowchart MFLE](#)
- [Leggi di propagazione a fatica](#)
- [Conteggio cicli \(Rainflow\)](#)

ESERCIZI SVOLTI

- [Richiami – Calcolo di spostamenti con il PLV](#)
- [Travi a forte curvatura](#)
- [Analisi di strutture iperstatiche e calcolo di spostamenti \(PLV\)](#)
- [Centro di taglio e torsione spuria](#)
- [Travi in campo elastoplastico](#)
- [Meccanica della frattura](#)

Testi di prove scritte d'esame precedenti

[Prove scritte 2016](#)

[Prove scritte 2017](#)

[Prove scritte 2018](#)

MECCANICA DEI MATERIALI
A.A. 2017-18

ESERCITAZIONE N. 2

[Esercitazione n.1](#)

[Esercitazione n. 2](#)

- [Richiami – Geometria delle aree](#)
- [Flessione in travi a forte curvatura](#)
- [Travi a forte curvatura – Integrali per sezioni tipiche](#)
- [Strutture ad asse circolare – Integrali utili](#)
- [Travi a parete sottile – centro di taglio e sforzi tangenziali](#)
- [Torsione di travi a sezione generica](#)
- [Sforzi ed angoli di rotazione a torsione per alcune sezioni tipiche](#)
- [Progettazione Damage Tolerance](#)
- [Fattori di intensificazione degli sforzi \(SIF\)](#)
- [Flowchart MFLE](#)
- [Leggi di propagazione a fatica](#)
- [Conteggio cicli \(Rainflow\)](#)

ESERCIZI SVOLTI

- [Richiami – Calcolo di spostamenti con il PLV](#)
- [Travi a forte curvatura](#)
- [Analisi di strutture iperstatiche e calcolo di spostamenti \(PLV\)](#)
- [Centro di taglio e torsione spuria](#)
- [Travi in campo elastoplastico](#)
- [Meccanica della frattura](#)

Testi di prove scritte d'esame precedenti

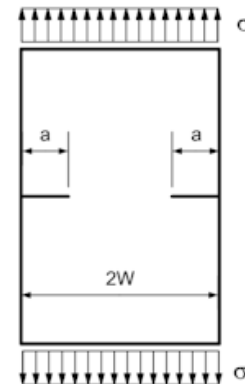
[Prove scritte 2016](#)

[Prove scritte 2017](#)

[Prove scritte 2018](#)

Gruppo:

A) Determinare le condizioni di rottura e discutere le condizioni di applicabilità della MFLE per l'elemento schematizzato in figura, soggetto a cicli di fatica ad ampiezza costante, con valore massimo σ_{\max} e rapporto di fatica R. Effettuare un calcolo approssimato del numero di cicli a rottura (dividendo l'intervallo di crescita della cricca in almeno cinque intervalli) e confrontare i risultati con le previsioni di vita ottenute tramite AFGROW. Utilizzare lo stesso materiale indicato nella parte B dell'esercitazione.



Geometria componente

2W

B (spessore)

Dimensione cricca

a

Cicli di carico

 σ_{\max}

R

Esercitazione n.1

Esercitazione n. 2

- [Richiami – Geometria delle aree](#)
- [Flessione in travi a forte curvatura](#)
- [Travi a forte curvatura – Integrali per sezioni tipiche](#)
- [Strutture ad asse circolare – Integrali utili](#)
- [Travi a parete sottile – centro di taglio e sforzi tangenziali](#)
- [Torsione di travi a sezione generica](#)
- [Sforzi ed angoli di rotazione a torsione per alcune sezioni tipiche](#)
- [Progettazione Damage Tolerance](#)
- [Fattori di intensificazione degli sforzi \(SIF\)](#)
- [Flowchart MFLE](#)
- [Leggi di propagazione a fatica](#)
- [Conteggio cicli \(Rainflow\)](#)

ESERCIZI SVOLTI

- [Richiami – Calcolo di spostamenti con il PLV](#)
- [Travi a forte curvatura](#)
- [Analisi di strutture iperstatiche e calcolo di spostamenti \(PLV\)](#)
- [Centro di taglio e torsione spuria](#)
- [Travi in campo elastoplastico](#)
- [Meccanica della frattura](#)

Testi di prove scritte d'esame precedenti

[Prove scritte 2016](#)

[Prove scritte 2017](#)

[Prove scritte 2018](#)

- [Richiami – Geometria delle aree](#)
- [Flessione in travi a forte curvatura](#)
- [Travi a forte curvatura – Integrali per sezioni tipiche](#)
- [Strutture ad asse circolare – Integrali utili](#)
- [Travi a parete sottile – centro di taglio e sforzi tangenziali](#)
- [Torsione di travi a sezione generica](#)
- [Sforzi ed angoli di rotazione a torsione per alcune sezioni tipiche](#)
- [Progettazione Damage Tolerance](#)
- [Fattori di intensificazione degli sforzi \(SIF\)](#)
- [Flowchart MFLE](#)
- [Leggi di propagazione a fatica](#)
- [Conteggio cicli \(Rainflow\)](#)

[Esercitazione n.1](#)

[Esercitazione n. 2](#)

- [Richiami – Geometria delle aree](#)
- [Flessione in travi a forte curvatura](#)
- [Travi a forte curvatura – Integrali per sezioni tipiche](#)
- [Strutture ad asse circolare – Integrali utili](#)
- [Travi a parete sottile – centro di taglio e sforzi tangenziali](#)
- [Torsione di travi a sezione generica](#)
- [Sforzi ed angoli di rotazione a torsione per alcune sezioni tipiche](#)
- [Progettazione Damage Tolerance](#)
- [Fattori di intensificazione degli sforzi \(SIF\)](#)
- [Flowchart MFLE](#)
- [Leggi di propagazione a fatica](#)
- [Conteggio cicli \(Rainflow\)](#)

ESERCIZI SVOLTI

- [Richiami – Calcolo di spostamenti con il PLV](#)
- [Travi a forte curvatura](#)
- [Analisi di strutture iperstatiche e calcolo di spostamenti \(PLV\)](#)
- [Centro di taglio e torsione spuria](#)
- [Travi in campo elastoplastico](#)
- [Meccanica della frattura](#)

Testi di prove scritte d'esame precedenti

[Prove scritte 2016](#)

[Prove scritte 2017](#)

[Prove scritte 2018](#)

ESERCIZI SVOLTI

- [Richiami – Calcolo di spostamenti con il PLV](#)
- [Travi a forte curvatura](#)
- [Analisi di strutture iperstatiche e calcolo di spostamenti \(PLV\)](#)
- [Centro di taglio e torsione spuria](#)
- [Travi in campo elastoplastico](#)
- [Meccanica della frattura](#)

CORSO DI COMPORTAMENTO MECCANICO DEI MATERIALI

MODULO DI MECCANICA DEI MATERIALI

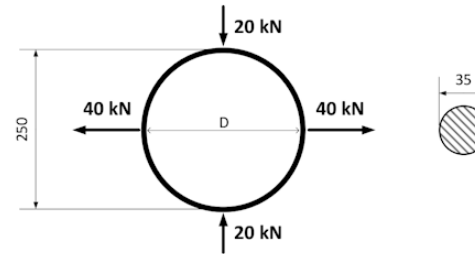
Prova scritta 31 gennaio 2018

Nome _____ N matricola _____

1) L'anello circolare di diametro $D=250$ mm è soggetto ad un sistema di quattro forze agenti nel piano della struttura. Si richiede di:

- tracciare i diagrammi delle azioni interne,
- effettuare la verifica a snervamento nella sezione ritenuta più critica.
- calcolare l'allungamento della distanza D di figura in seguito all'applicazione dei carichi.

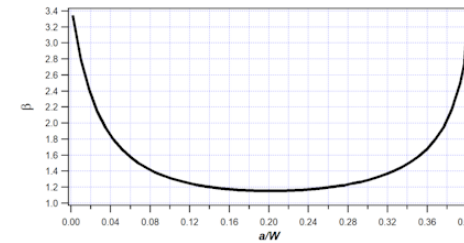
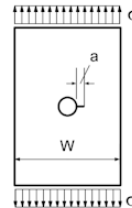
Materiale: Acciaio; $\sigma_m=750$ MPa; $E=210$ GPa; $\nu=0.3$



2) La piastra di figura (larghezza $W=60$ mm; spessore $B=12$ mm) ha un foro centrale di diametro 10 mm ed è sollecitata con uno sforzo variabile tra $\sigma_{min}=20$ MPa e $\sigma_{max}=95$ MPa.

Supponendo che ad un bordo del foro sia presente una cricca passante di lunghezza $a=3$ mm, calcolare il numero di cicli di carico necessari perché si arrivi alla condizione limite. Utilizzare i dati forniti di seguito, assumendo le ipotesi ed effettuando le approssimazioni di calcolo che si ritengono accettabili.

$$K_I = \beta \sigma \sqrt{\pi a}$$



Materiale : Alluminio 2024-T3- $\sigma_m=430$ MPa; $E=72$ GPa ; $K_{Ic}=30$ MPa \sqrt{m} ; $K_{Ic}=74.3$ MPa \sqrt{m}

Parametri legge di Walker $C=3.12E-11$; $n=3.27$; $m=0.61$ (K_I in MPa \sqrt{m} ; da/dN in m/ciclo)

[Esercitazione n.1](#)

[Esercitazione n. 2](#)

- [Richiami - Geometria delle aree](#)
- [Flessione in travi a forte curvatura](#)
- [Travi a forte curvatura - Integrali per sezioni tipiche](#)
- [Strutture ad asse circolare - Integrali utili](#)
- [Travi a parete sottile - centro di taglio e sforzi tangenziali](#)
- [Torsione di travi a sezione generica](#)
- [Sforzi ed angoli di rotazione a torsione per alcune sezioni tipiche](#)
- [Progettazione Damage Tolerance](#)
- [Fattori di intensificazione degli sforzi \(SIF\)](#)
- [Flowchart MFLE](#)
- [Leggi di propagazione a fatica](#)
- [Conteggio cicli \(Rainflow\)](#)

ESERCIZI SVOLTI

- [Richiami - Calcolo di spostamenti con il PLV](#)
- [Travi a forte curvatura](#)
- [Analisi di strutture iperstatiche e calcolo di spostamenti \(PLV\)](#)
- [Centro di taglio e torsione spuria](#)
- [Travi in campo elastoplastico](#)
- [Meccanica della frattura](#)

Testi di prove scritte d'esame precedenti

[Prove scritte 2016](#)

[Prove scritte 2017](#)

[Prove scritte 2018](#)

Modalità d'esame

- ?? Prova scritta intermedia ??

Calcolo di spostamenti in strutture isostatiche

+ Esercizio su argomenti illustrati nella I parte del corso

- Prova scritta finale

Analisi di strutture iperstatiche / calcolo di spostamenti

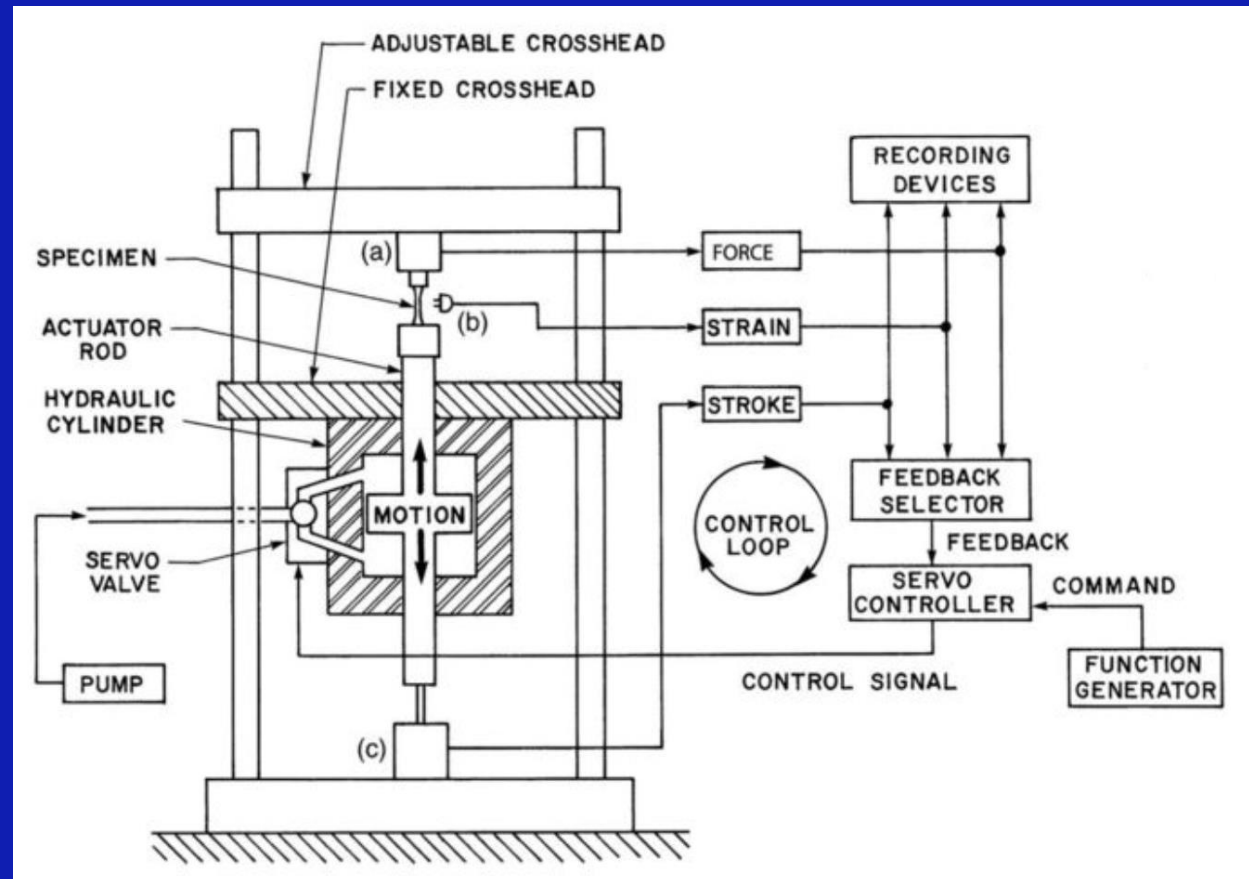
(in presenza di **condizioni di simmetria ed antisimmetria**)

+ Esercizi su argomenti illustrati nel corso

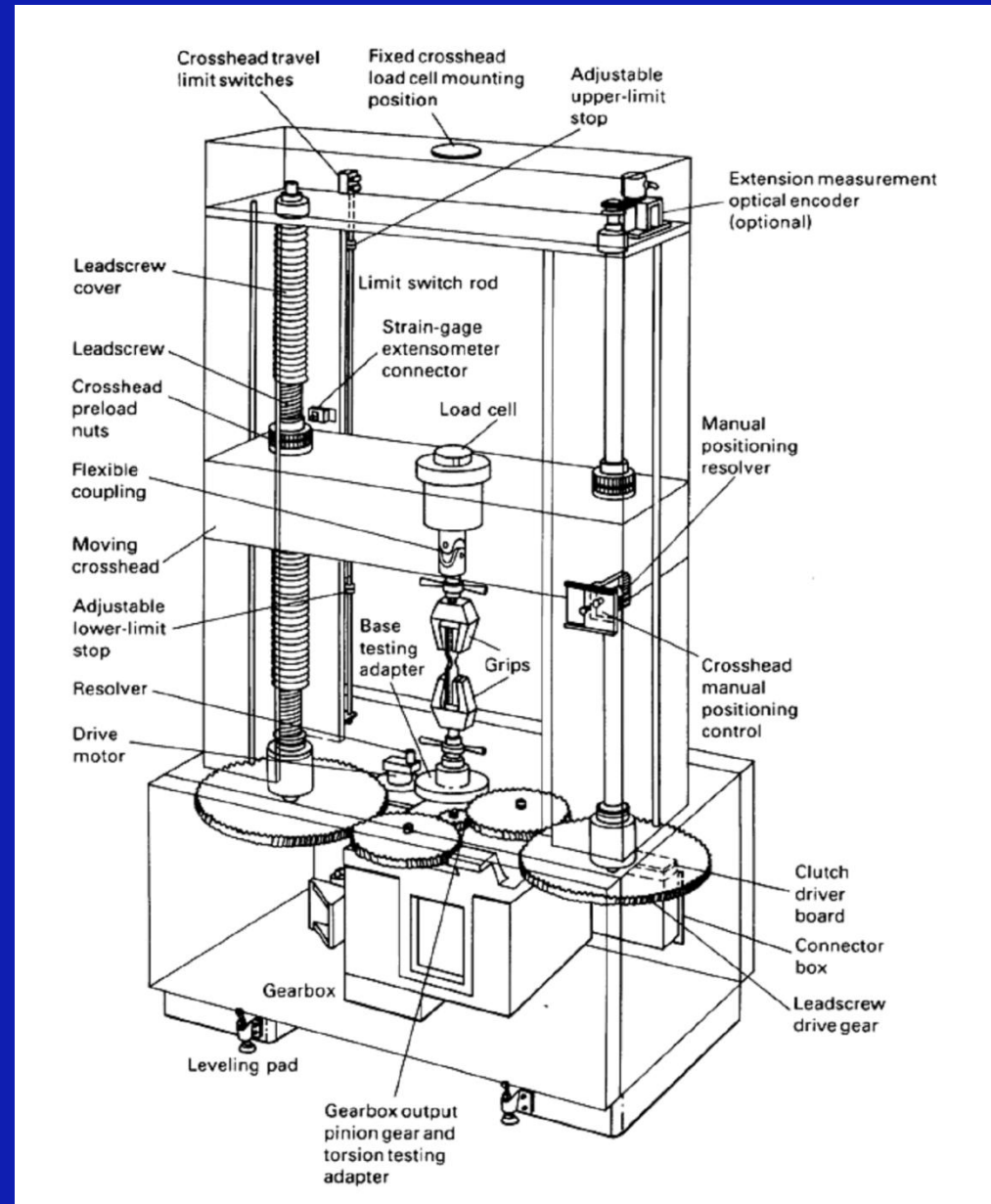
- Prova Orale

DETERMINAZIONE DI UNA CURVA σ - ε DI UN MATERIALE

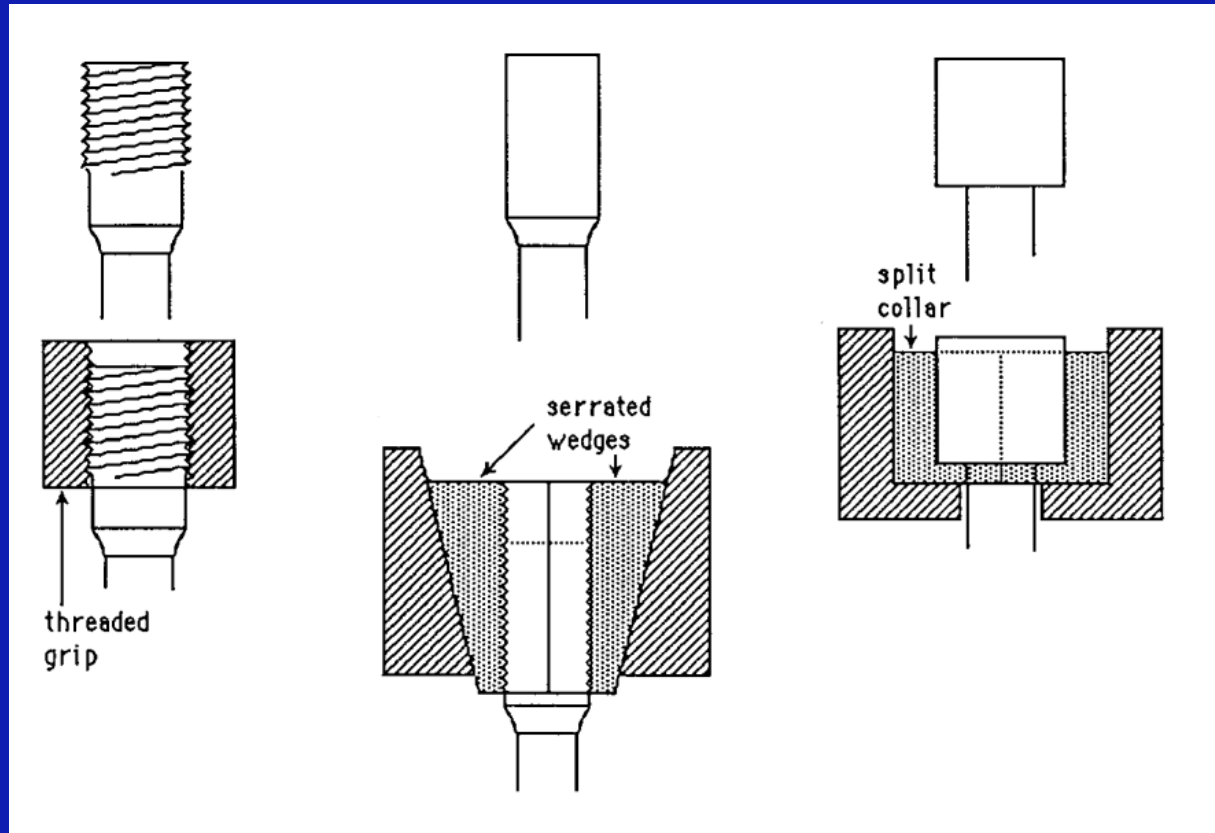
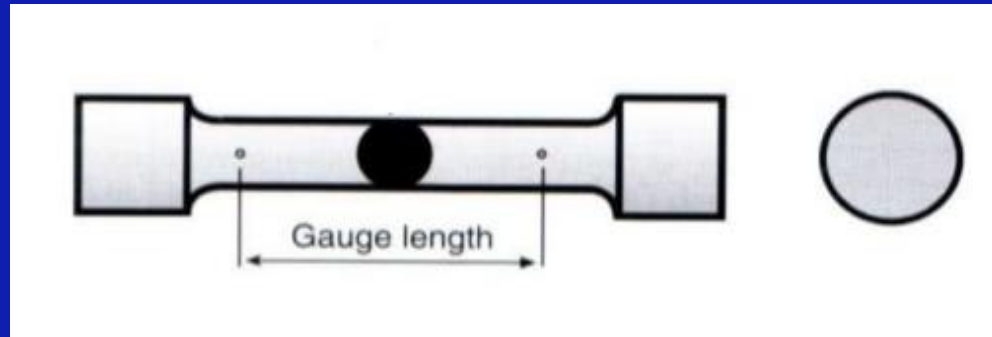
Macchina di prova servoidraulica



Macchina di prova servoelettrica

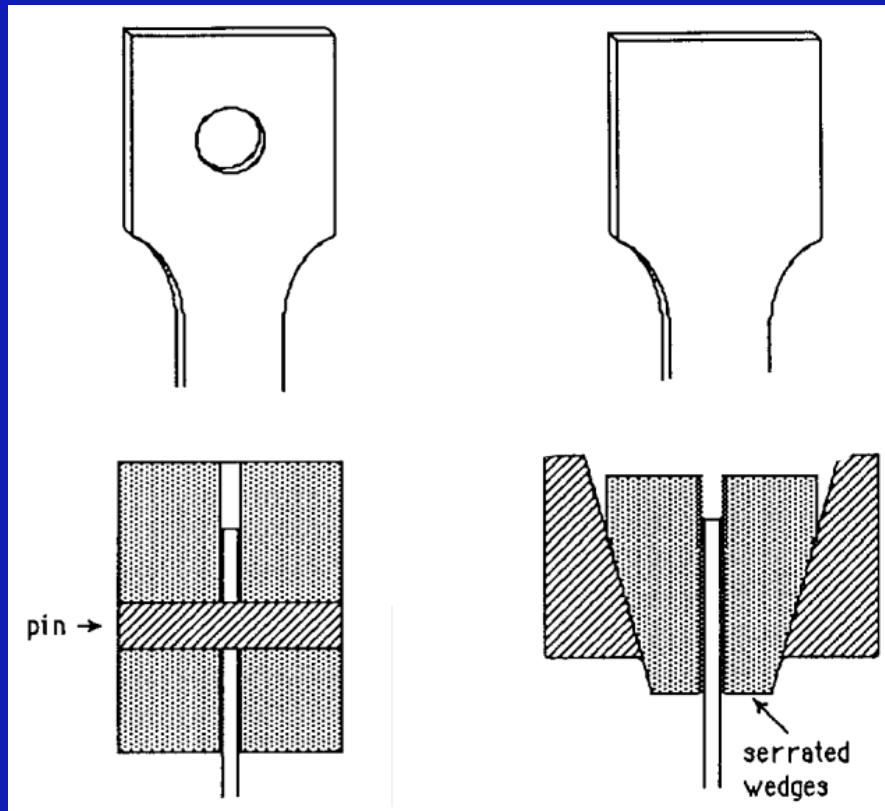
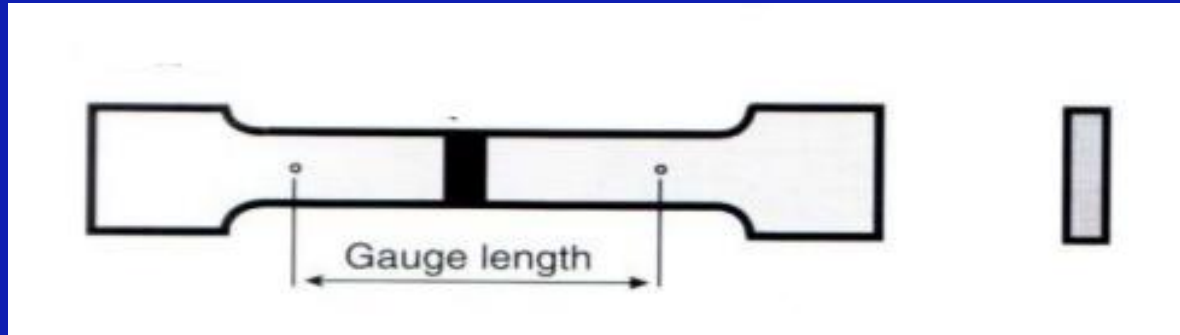


Provini cilindrici per prove di trazione



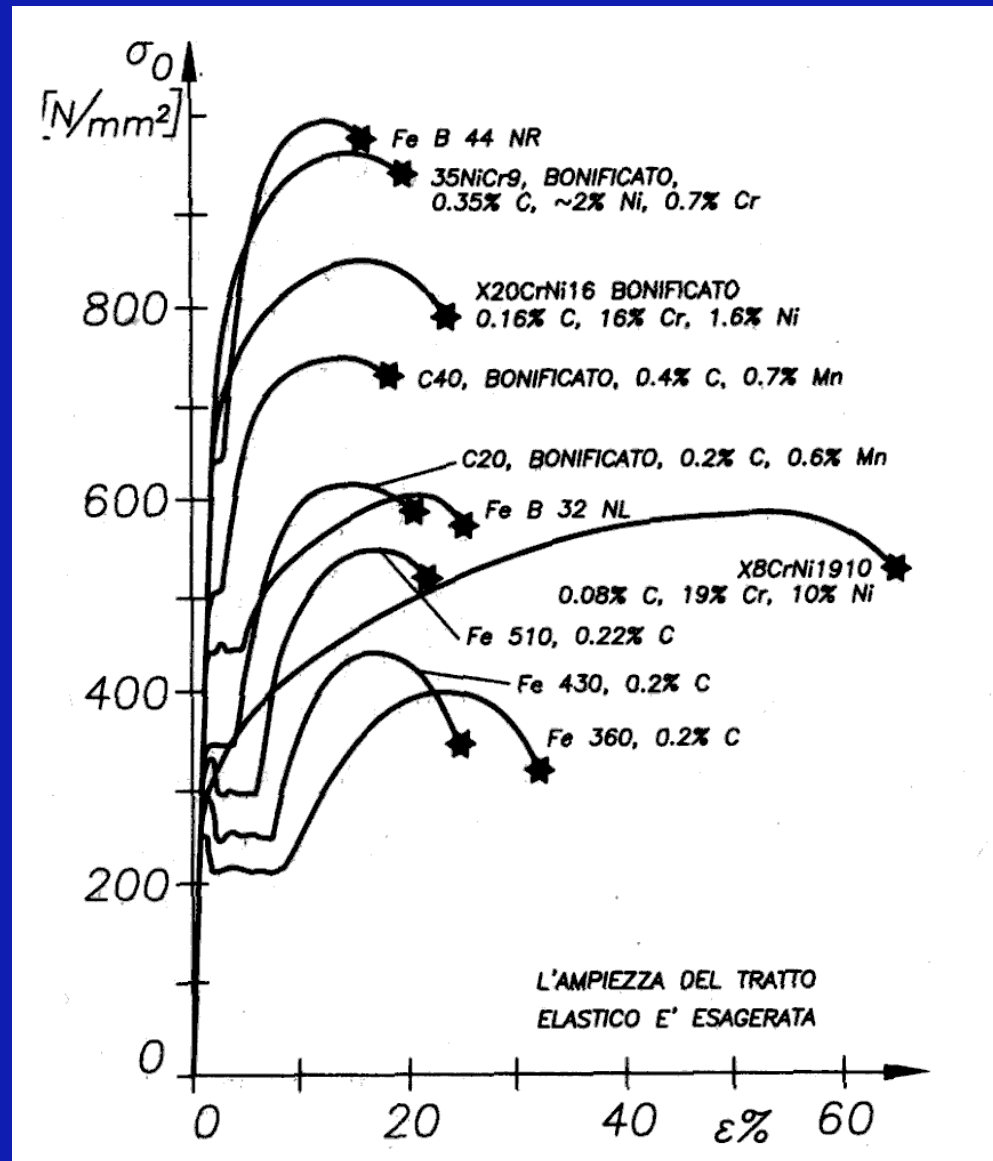
**Teste
di afferraggio**

Provini piatti per prove di trazione

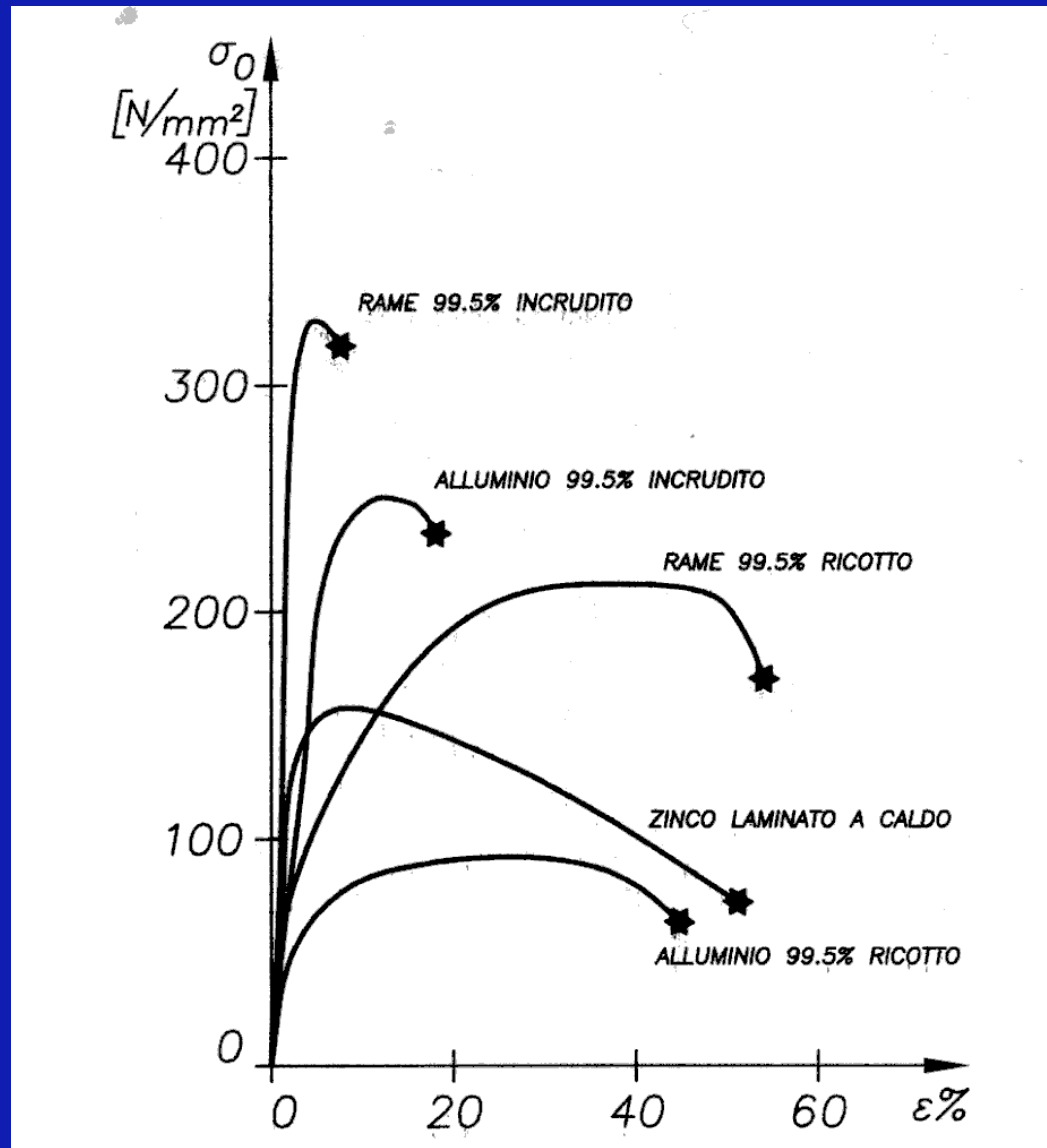


**Teste
di afferraggio**

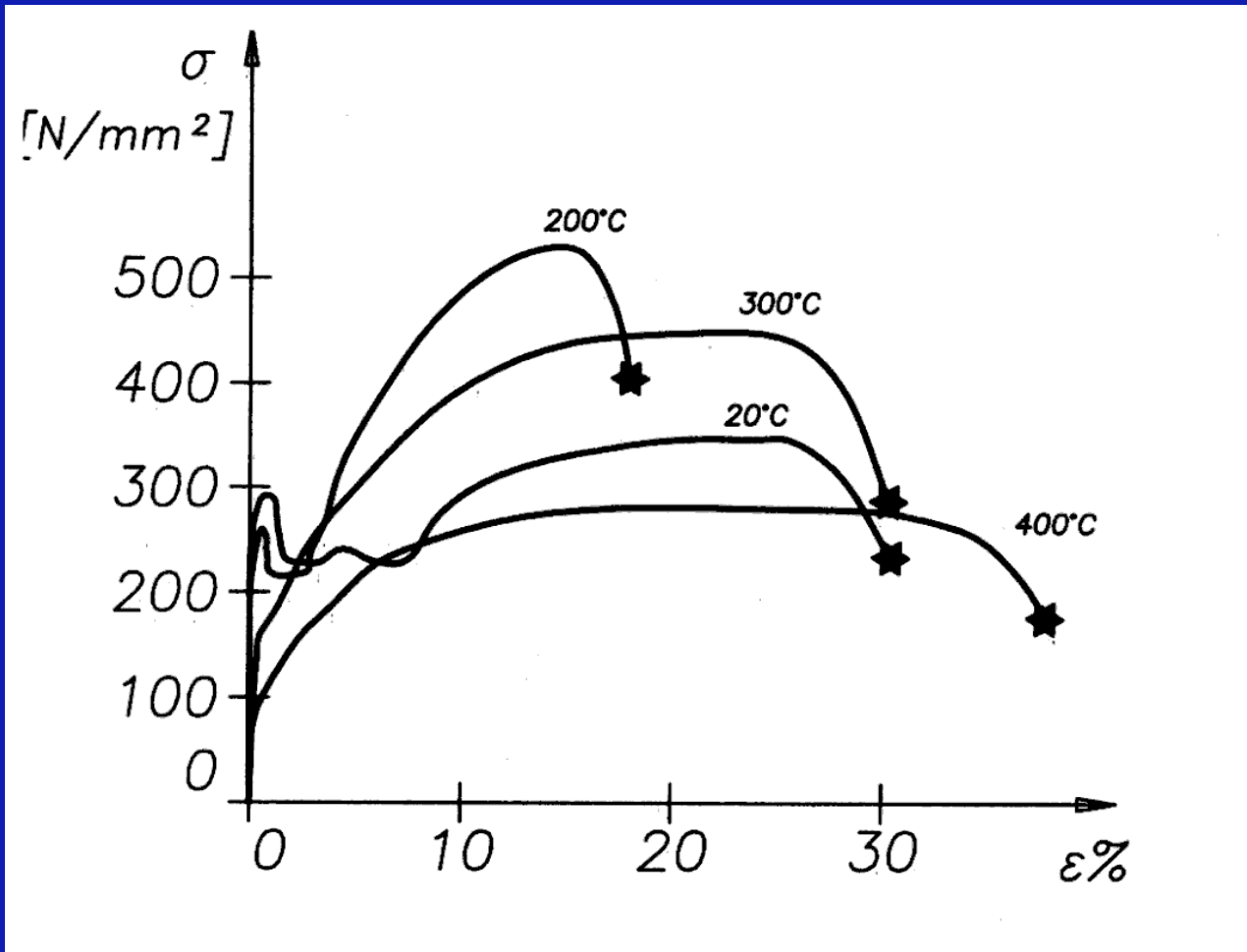
CURVE SFORZI-DEFORMAZIONI DI ACCIAI



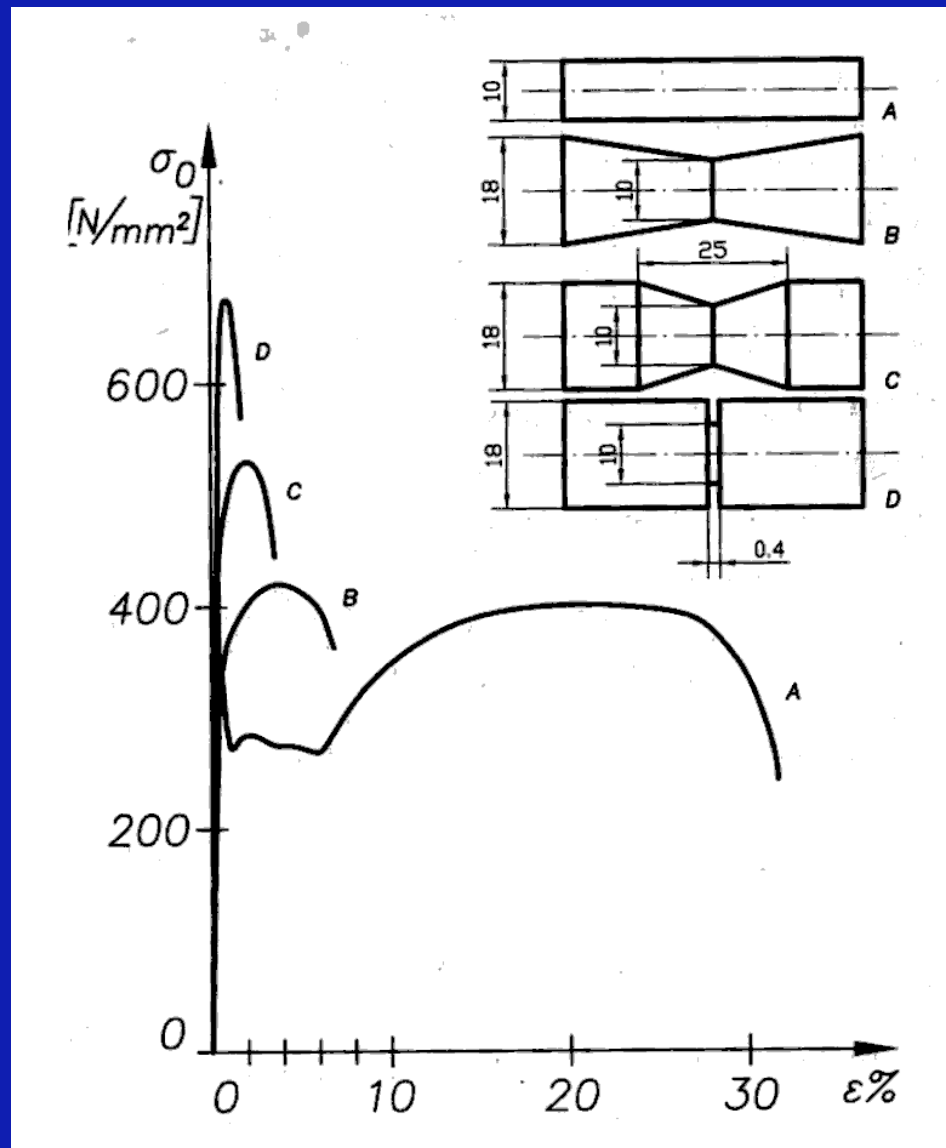
CURVE SFORZI-DEFORMAZIONI DI METALLI



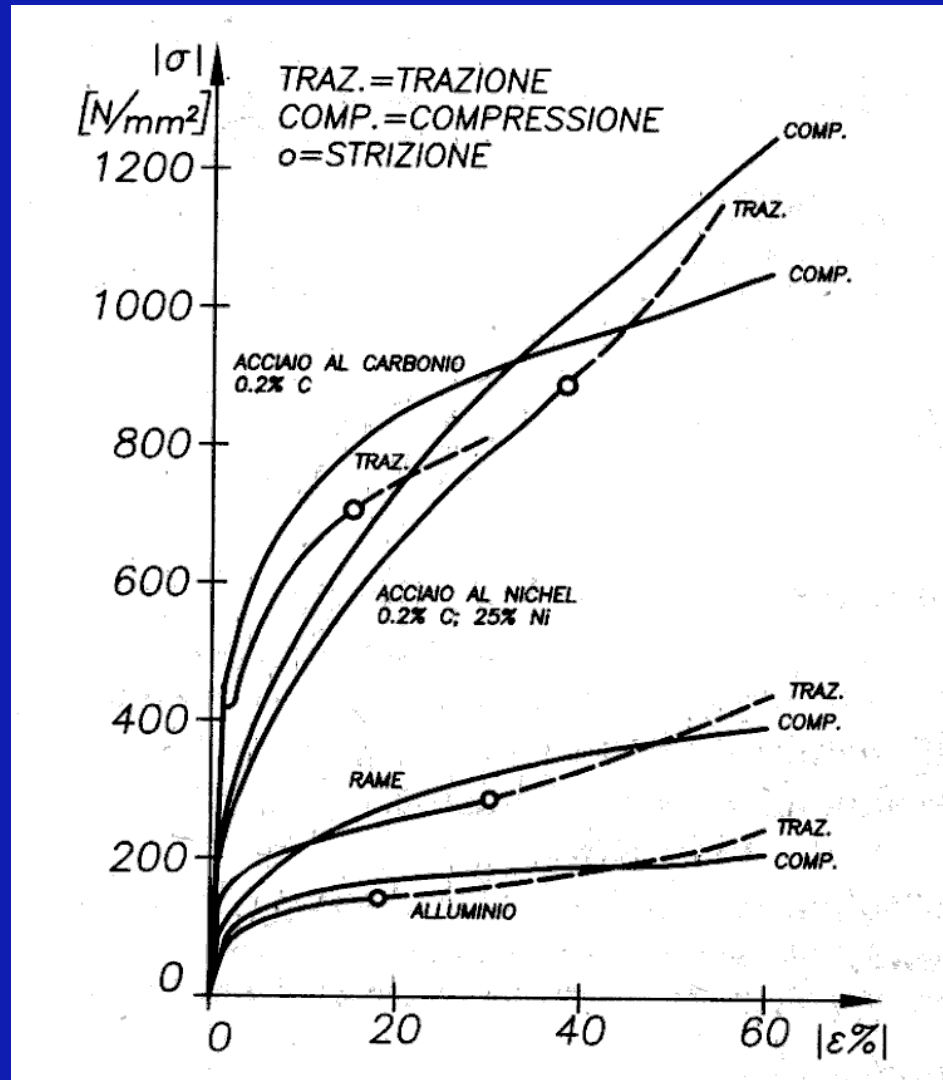
CURVE SFORZI-DEFORMAZIONI DI METALLI - INFLUENZA DELLA TEMPERATURA DI PROVA -



CURVE SFORZI-DEFORMAZIONI DI METALLI - INFLUENZA DELLA GEOMETRIA DEL PROVINO -



CURVE SFORZI-DEFORMAZIONI DI METALLI CONFRONTO TRAZIONE - COMPRESSIONE



CURVE SFORZI-DEFORMAZIONI DI METALLI CONFRONTO TRAZIONE – COMPRESSIONE SFORZI – DEFORMAZIONI VERI

