

Università degli Studi di Padova – Dipartimento di Ingegneria Industriale

Corso di Laurea in Ingegneria meccanica

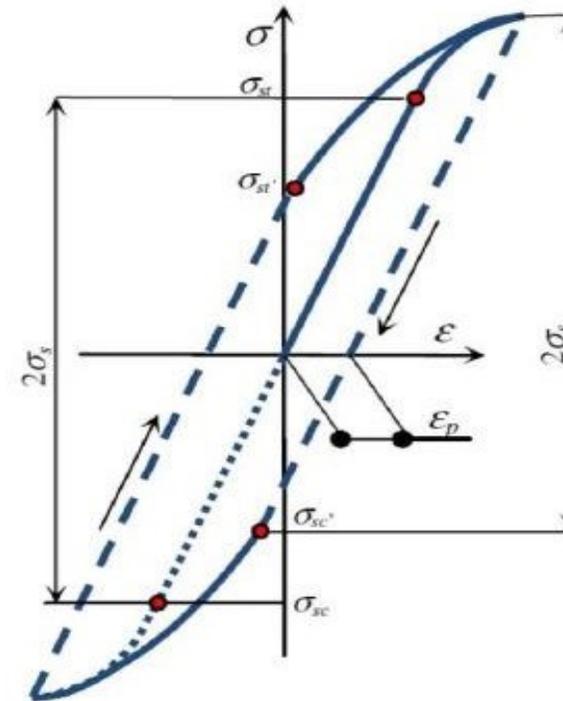
***Relazione per la prova finale
«Progettazione di prove sperimentali
per lo studio dell'effetto Bauschinger
su acciai strutturali»***

Tutor universitario: Prof. Andrea Ghiotti

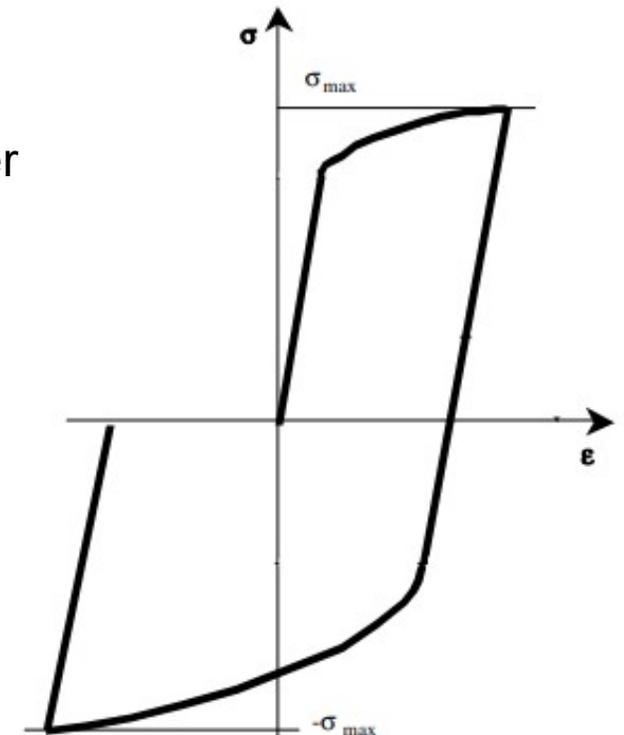
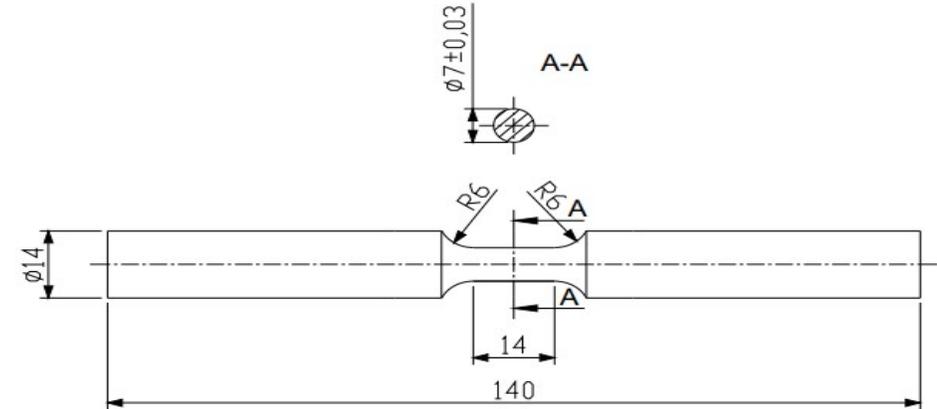
Laureando: *Leonardo Antonel 2006097*

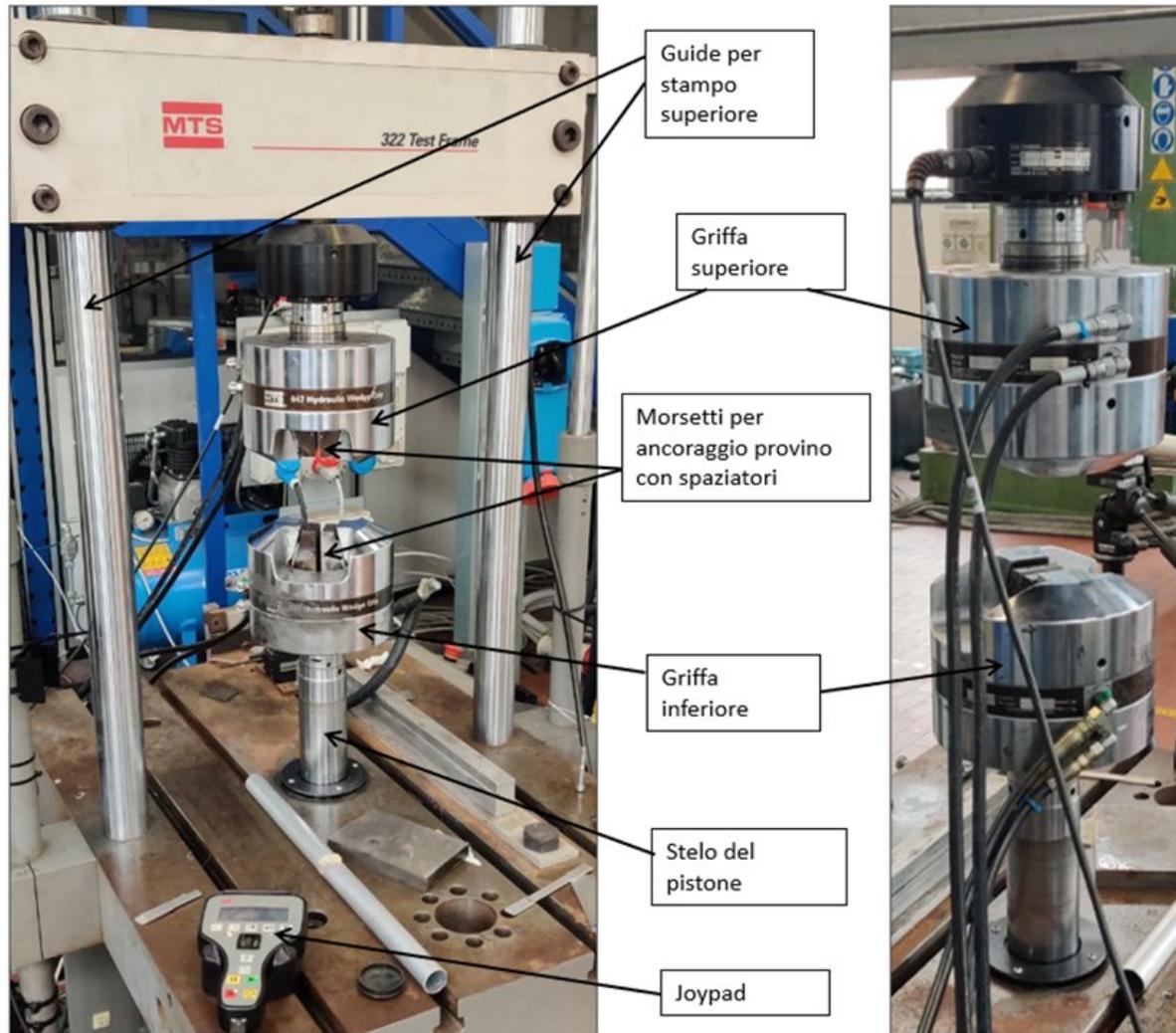
Padova, 16/11/2023

- L'effetto Bauschinger è un fenomeno riscontrabile in vari gradi in tutti i metalli e leghe quando sottoposti a cicli di carico alternati di trazione-compressione e viceversa.
- È stato scoperto nel 1881 dall'ingegnere tedesco Johann Bauschinger, uno tra i primi sperimentatori metodici nel campo del comportamento dei materiali da costruzione.
- Questo fenomeno viene descritto come un abbassamento della resistenza del materiale dopo una precedente deformazione plastica di segno opposto.



- Scelta del materiale da testare: ACCIAIO C40;
- Dimensionamento e realizzazione dei provini:
 - capacità di carico della macchina di prova ($\pm 50\text{KN}$);
 - normative seguite (ASTM E606, ISO 6892-1);
- Prova di trazione mono-assiale:
 - correzione curva di trazione;
 - determinazione delle condizioni di carico per le successive prove Bauschinger (punti sulla curva di trazione al di sopra dello snervamento);
- Prove Bauschinger composte da:
 1. Fase di carico in trazione fino al valore predefinito $+\sigma_{\max}$
 2. Fase di scarico e carico in compressione fino al valore $-\sigma_{\max}$
 3. Fase di scarico fino a tensione nulla.





**Macchina di prova
Dinamometro MTS-322**



Provino fissato tra i morsetti

- Fissaggio del provino tra i morsetti:
 - Utilizzo di «spessori» da interporre tra griffa e morsetti per ancoraggio provino;
 - Utilizzo di un'adeguata pressione di clampaggio;
- Fenomeno di «Buckling»:
 - Disegno del provino (snellezza più bassa possibile);
 - Evitare deformazioni troppo elevate in compressione;
- Rigidezza macchina di prova:
 - Longitudinale → Correzione curve delle prove sperimentali
 - Trasversale (disallineamento griffe) → Evitare deformazioni troppe elevate in compressione

- La prova fornisce in uscita i punti della curva registrati in termini di corsa [mm] e forza [N]

$$\longrightarrow \quad \varepsilon_{ing} = \frac{x}{L_0} [/] \quad \sigma_{ing} = \frac{F}{A_0} [\text{MPa}]$$

I valori di deformazione registrati e forniti in uscita comprendono due contributi:

- Deformazione del provino;
- Deformazione della macchina.

$$\lrcorner \quad \text{Provino e macchina come «molle in serie»} \quad \varepsilon = \frac{\sigma}{E} [/]$$

$$\varepsilon_{dati} = \varepsilon_{provino} + \varepsilon_{macchina} \quad \longrightarrow \quad \frac{\sigma}{E_{dati}} = \frac{\sigma}{E_{provino}} + \frac{\sigma}{E_{macchina}} \quad \longrightarrow \quad \frac{1}{E_{dati}} = \frac{1}{E_{provino}} + \frac{1}{E_{macchina}}$$

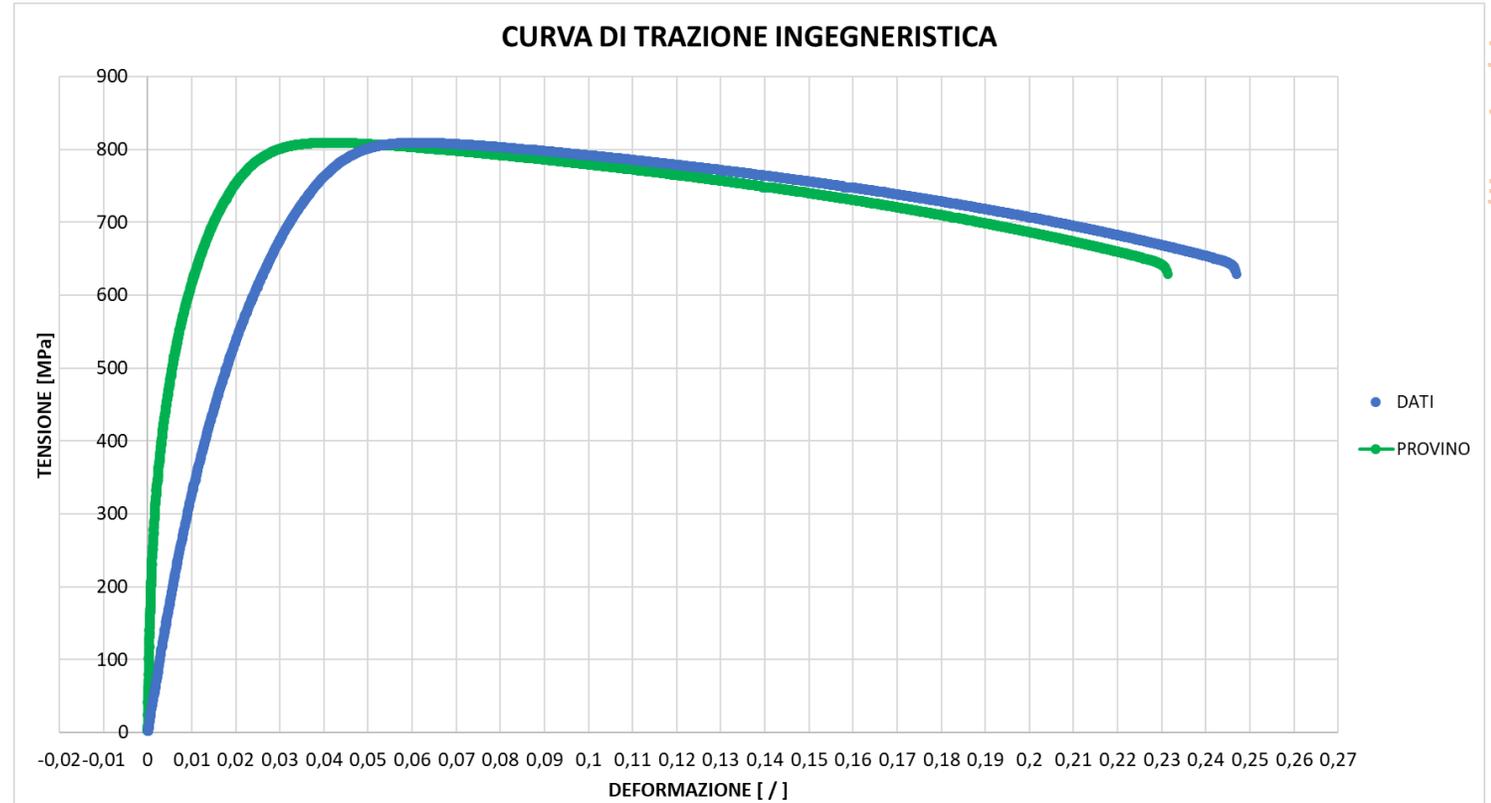
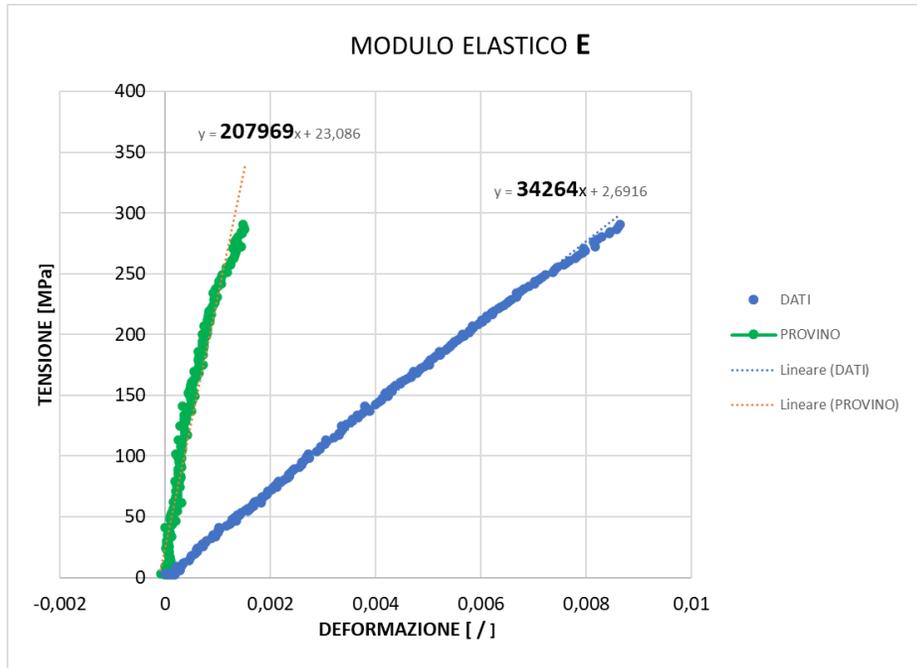
$$\longrightarrow E_{\text{macchina}} = \frac{1}{\left(\frac{1}{E_{\text{dati}}}\right) + \left(\frac{1}{E_{\text{provino}}}\right)}$$

- E_{dati} come pendenza del tratto iniziale lineare elastico della curva di trazione in uscita dalla prova.
- E_{provino} ipotizzata uguale a 220000 MPa.

Una volta calcolata la rigidezza della macchina, E_{macchina} , si è ricavata la curva tensione-deformazione corretta:

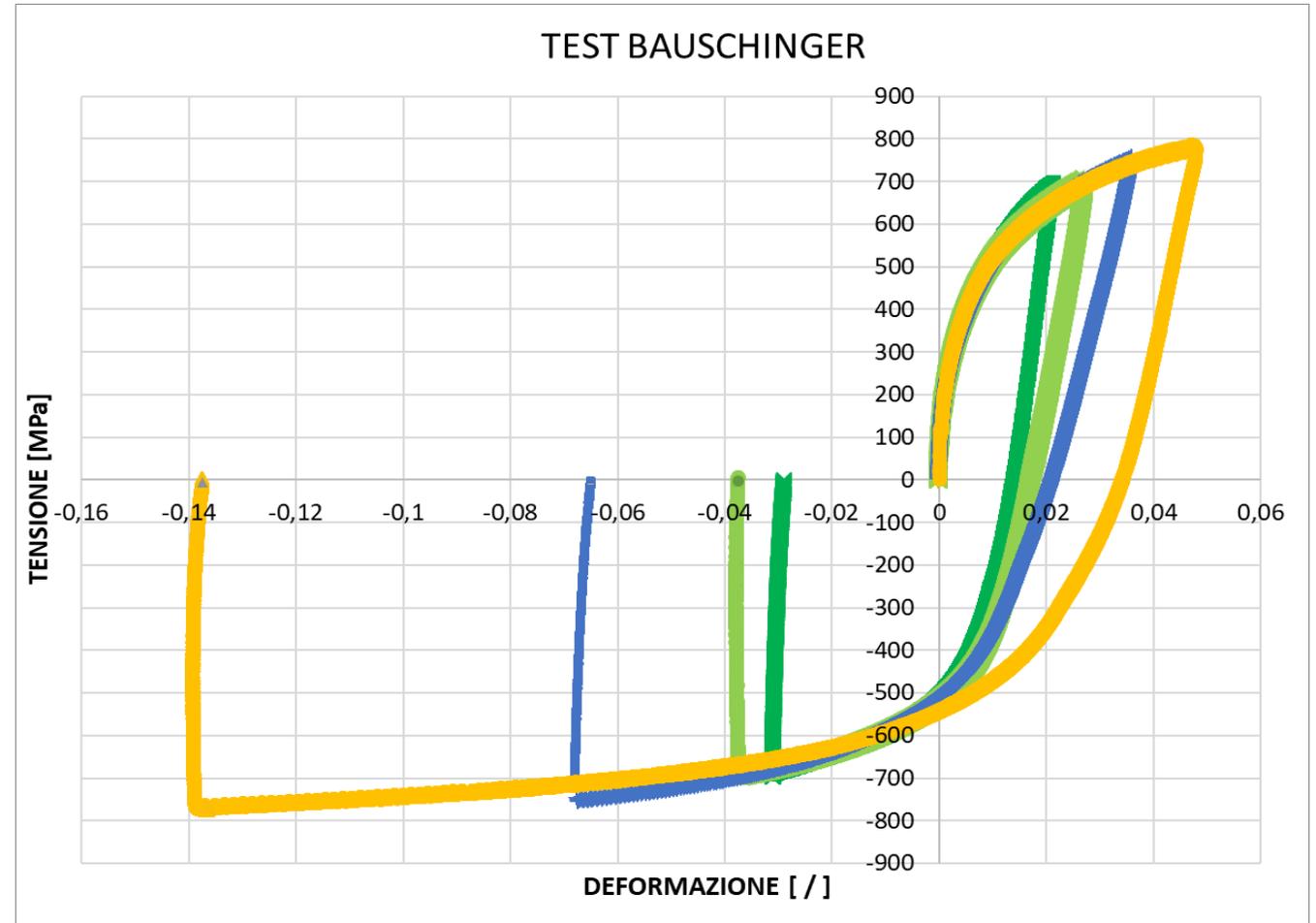
$$\longrightarrow \varepsilon_{\text{provino}} = \varepsilon_{\text{dati}} - \varepsilon_{\text{macchina}} = \varepsilon_{\text{dati}} - \frac{\sigma}{E_{\text{macchina}}}$$

- Materiale: **acciaio C40**
- Area sezione trasversale iniziale:
 $A_0 = (\pi/4) \cdot 7^2 = 38,485 \text{ mm}^2$
- Lunghezza tratto centrale iniziale:
 $L_0 = 14 \text{ mm}$
- In controllo di spostamento: **0,2 mm/s**



- Tensione di snervamento (0,2%) pari a 445 Mpa
- Modulo elastico corretto: $E = 207969 \text{ MPa}$

- Materiale: **acciaio C40**;
 - Area sezione trasversale iniziale:
 $A_0 = (\pi/4) \cdot 7^2 = 38,485 \text{ mm}^2$;
 - Lunghezza tratto centrale iniziale:
 $L_0 = 14 \text{ mm}$;
 - In controllo di carico: **0,2 KN/s**;
 - **1 ciclo** trazione-compressione **per provino**;
 - **4 provini = 4 test Bauschinger**.
- **VERDE** [$\pm 700 \text{ Mpa} = \pm 26900\text{N}$]
 - **VERDE CHIARO** [$\pm 700 \text{ Mpa} = \pm 26900\text{N BIS}$]
 - **BLU** [$\pm 758 \text{ Mpa} = \pm 29200\text{N}$]
 - **ARANCIO** [$\pm 787 \text{ Mpa} = \pm 30300\text{N}$]

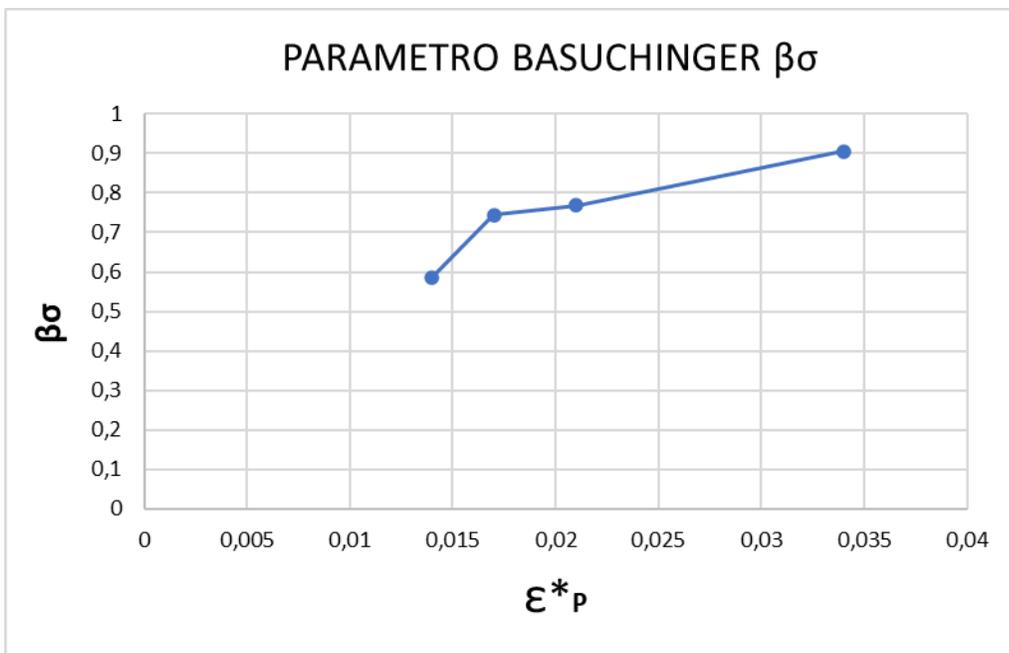
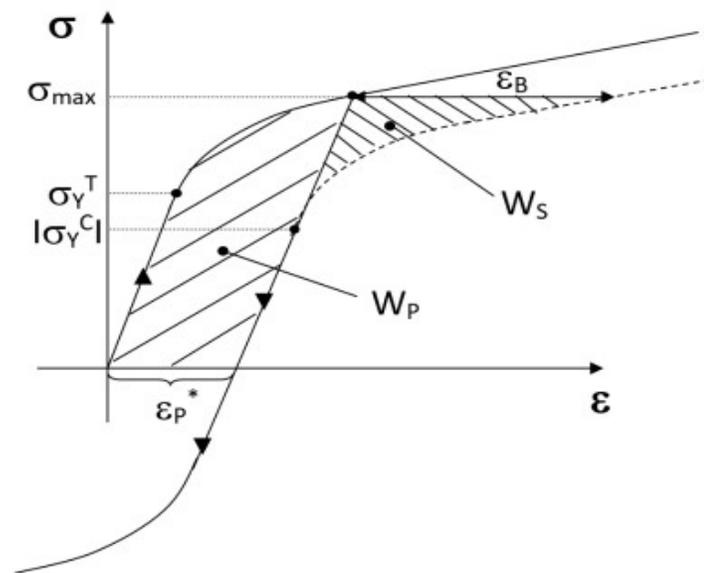


Parametri Bauschinger misurati dalle prove effettuate:

$$\beta_{\sigma} = \frac{\sigma_{\max} + \sigma_Y^C}{\sigma_{\max}}$$

$$\beta_{\varepsilon} = \frac{\varepsilon_B}{\varepsilon_P^*}$$

$$\beta_W = \frac{W_S}{W_P}$$



N° test	$\pm F_{\max}$	$\pm \sigma_{\max}$	ε_P^*	β_{σ}	β_{ε}	β_W
1°	$\pm 26900\text{N}$	$\pm 700\text{MPa}$	0,014	0,586	2,679	0,624
2°	$\pm 26900\text{N}$	$\pm 700\text{MPa}$	0,017	0,745	2,588	0,446
3°	$\pm 29200\text{N}$	$\pm 758\text{MPa}$	0,021	0,769	3,524	0,583
4°	$\pm 30300\text{N}$	$\pm 787\text{MPa}$	0,034	0,905	4,706	0,883