

# Lezione

TECNICA DELLE COSTRUZIONI

*Prof. Pier Paolo Rossi*

*Università degli Studi di Catania*

# Materiali

# Caratteristiche dell'acciaio

---

Acciaio = lega ferro-carbonio

## Caratteristiche importanti:

- resistenza
- duttilità = capacità di deformarsi plasticamente senza rompersi
- tenacità = capacità di evitare rotture fragili a basse temperature
- saldabilità

## Problema:

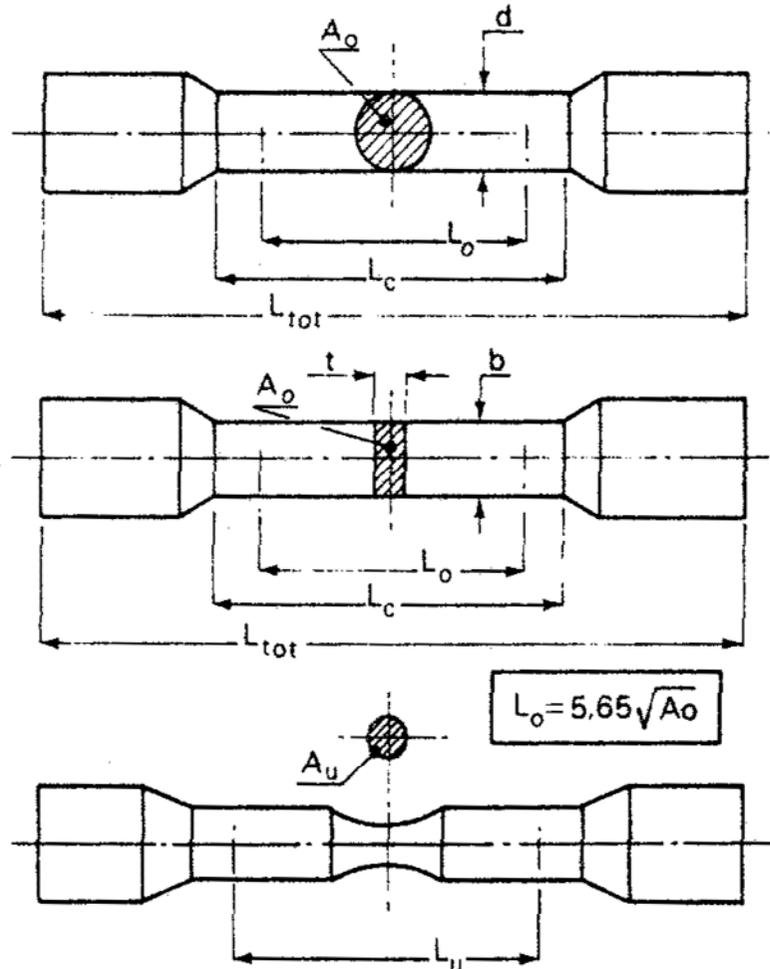
resistenza al fuoco

## Acciaio per carpenteria metallica:

- basso contenuto di carbonio (0.17-0.22%)  
resistenza buona ma non altissima, forte duttilità
- impurità (fosforo, zolfo) negative ma inevitabili
- manganese, silicio

# Caratteristiche meccaniche

## Prova a trazione



$d$  = diametro della provetta

$t$  = spessore della provetta piatta

$b$  = larghezza della provetta piatta

$L_0$  = distanza iniziale fra i riferimenti

$L_c$  = lunghezza della parte calibrata

$L_{tot}$  = lunghezza totale della provetta

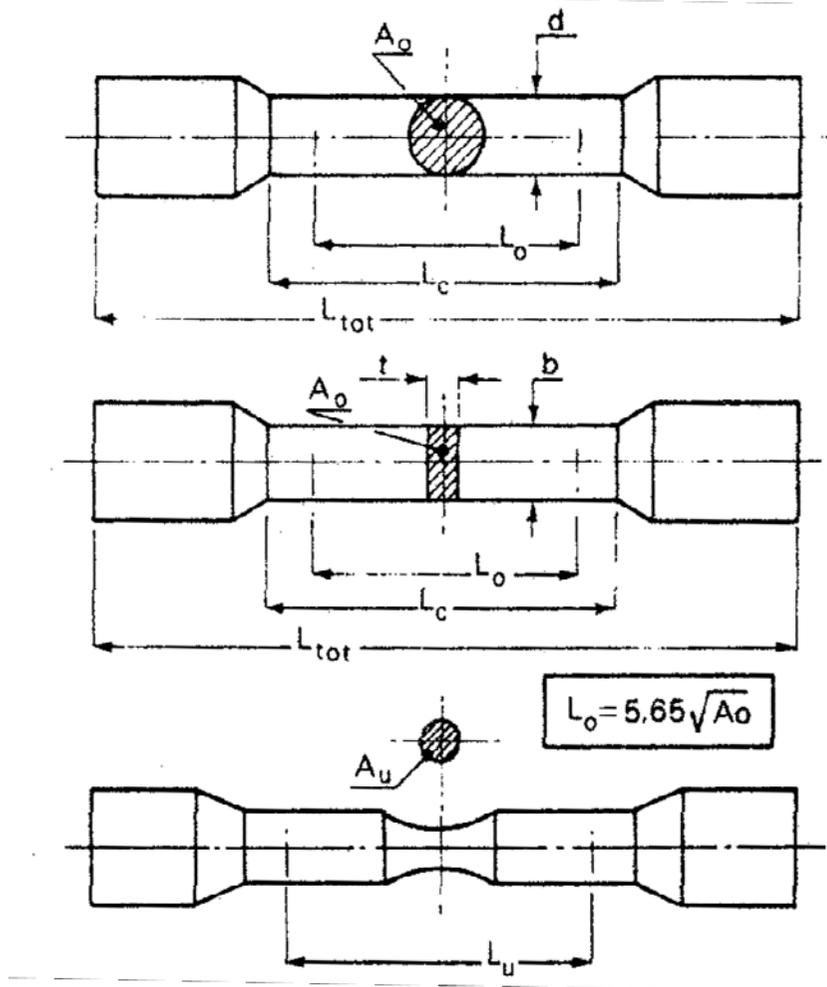
$A_0$  = sezione iniziale della parte calibrata

$A_u$  = sezione minima dopo rottura

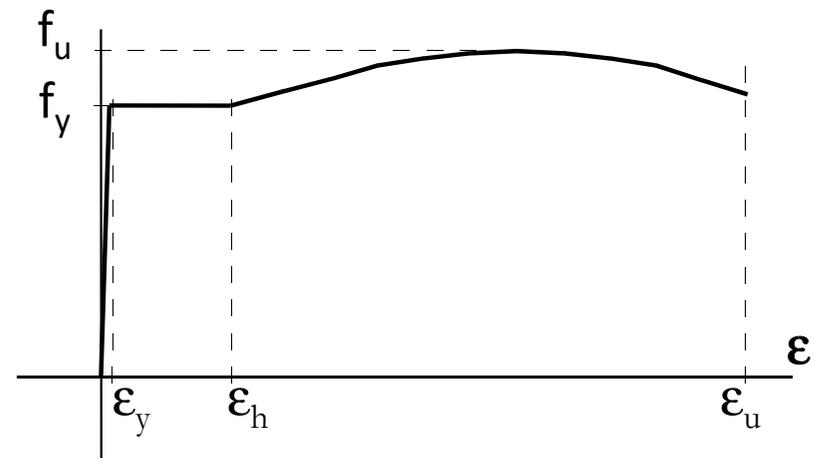
$L_u$  = distanza ultima fra i riferimenti

# Caratteristiche meccaniche

## Prova a trazione



( $f_t$  nelle NTC08)



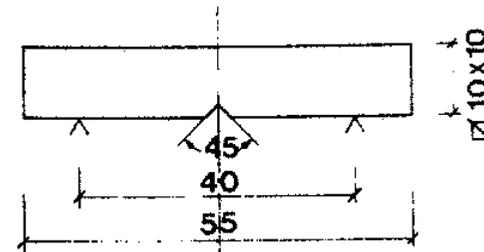
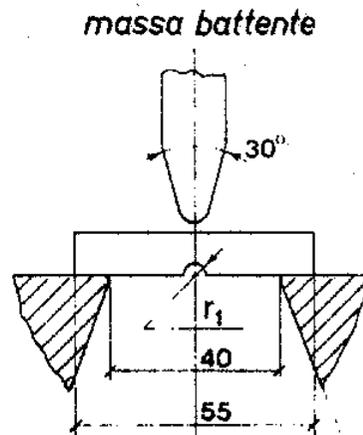
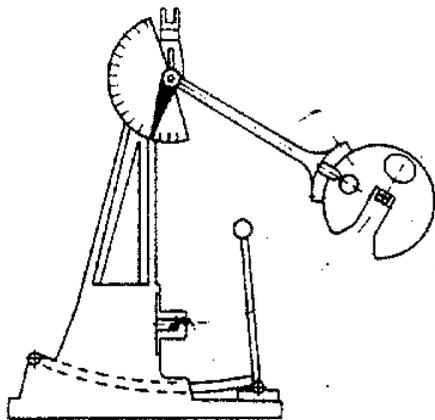
y → yielding (snervamento)

h → hardening (incrudimento)

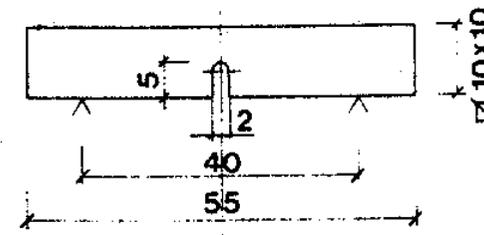
# Caratteristiche meccaniche

## Prova di resilienza

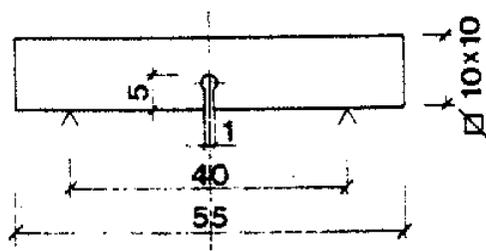
### Pendolo di Charpy



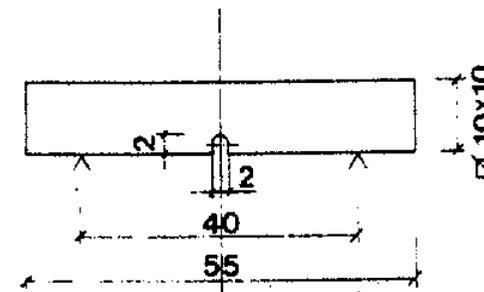
tipo KV



tipo K<sub>cu</sub>



tipo  
KEYHOLE

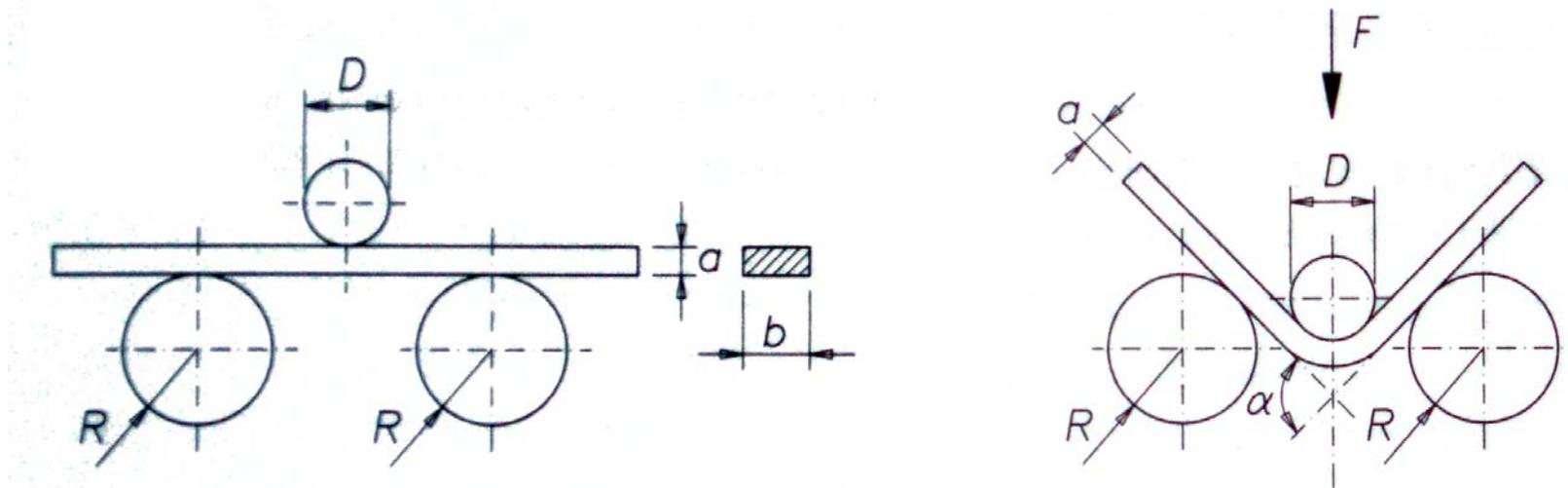


tipo  
MESNAGER (K)

# Caratteristiche meccaniche

## Prova di piegamento

Serve per accertare l'attitudine del materiale a sopportare grandi deformazioni a freddo senza rompersi



# Caratteristiche meccaniche

---

- **Prova di compressione globale (stub column test)**
- **Prova di durezza**
- **Prova a fatica**

# Acciaio da carpenteria metallica

## Resistenza e duttilità

Denominazione (vecchia)	Spessore t (mm)			
	$t \leq 40$ mm		$40 \text{ mm} < t \leq 100$ mm	
	$f_y$ (N/mm <sup>2</sup> )	$f_u$ (N/mm <sup>2</sup> )	$f_y$ (N/mm <sup>2</sup> )	$f_u$ (N/mm <sup>2</sup> )
S235 Fe 360	235	360	215	360
S275 Fe 430	275	430	255	410
S355 Fe 510	355	510	335	470

Altre caratteristiche degli acciaio (EC3-1-1, punto 3.2):

$f_u/f_y \geq 1.10$  (1.15 per Appendice Nazionale Italiana)

$\epsilon_u \geq 0.15$  (0.20 per Appendice Nazionale Italiana)

$\epsilon_u/\epsilon_y \geq 15$  (20 per Appendice Nazionale Italiana)

Vedere anche NTC08, punto  
11.3.4.9, per acciai in zona  
sismica

# Acciaio da carpenteria metallica

## Laminati a caldo a sezione aperta

- **Acciai non legati per impieghi strutturali** ..... **UNI EN 10025-2**  
**S235, S275, S355, S450**
- **Acciai saldabili a grano fine**  
**allo stato normalizzato/norm. laminato** ..... **UNI EN 10025-3**  
**S275, S355, S420, S460 N/NL**
- **Acciai saldabili a grano fine**  
**ottenuti con laminazione termomeccanica** ..... **UNI EN 10025-4**  
**S275, S355, S420, S460 M/ML**
- **Acciai con resistenza migliorata**  
**alla corrosione atmosferica** ..... **UNI EN 10025-5**  
**S235, S355 W**

# Acciaio da carpenteria metallica

## Resistenza di laminati a caldo a sezione aperta

Norme e qualità degli acciai	Spessore nominale dell'elemento			
	t ≤ 40 mm		40 mm < t ≤ 80 mm	
	f <sub>yk</sub> [MPa]	f <sub>tk</sub> [MPa]	f <sub>yk</sub> [MPa]	f <sub>tk</sub> [MPa]
UNI EN 10025-2				
<b>S 235</b>	<b>235</b>	<b>360</b>	215	360
<b>S 275</b>	<b>275</b>	<b>430</b>	255	410
<b>S 355</b>	<b>355</b>	<b>510</b>	335	470
<b>S 450</b>	<b>440</b>	<b>550</b>	420	550
UNI EN 10025-3				
<b>S 275 N/NL</b>	275	390	255	370
<b>S 355 N/NL</b>	355	490	335	470
<b>S 420 N/NL</b>	420	520	390	520
<b>S 460 N/NL</b>	460	540	430	540
UNI EN 10025-4				
<b>S 275 M/ML</b>	275	370	255	360
<b>S 355 M/ML</b>	355	470	335	450
<b>S 420 M/ML</b>	420	520	390	500
<b>S 460 M/ML</b>	460	540	430	530
UNI EN 10025-5				
<b>S 235 W</b>	235	360	215	340
<b>S 355 W</b>	355	510	335	490

# Acciaio da carpenteria metallica

## Laminati a sezione chiusa

- **Acciai non legati per impieghi strutturali** ..... **UNI EN 10210-1**  
S235, S275, S355 H (profilati finiti a caldo)
- **Acciai saldabili a grano fine  
allo stato normalizzato/norm. laminato**  
S275, S355, S420, S460 NH/NLH
- **Acciai non legati** ..... **UNI EN 10219-1**  
S235, S275, S355 H (profilati formati a freddo per strutture saldate)
- **Acciai saldabili a grano fine**  
S275, S355 NH/NLH  
S275, S355, S420, S460 MH/MLH

# Acciaio da carpenteria metallica

## Resistenza di laminati a sezione chiusa

Norme e qualità degli acciai	Spessore nominale dell'elemento			
	t ≤ 40 mm		40 mm < t ≤ 80 mm	
	f <sub>yk</sub> [MPa]	f <sub>tk</sub> [MPa]	f <sub>yk</sub> [MPa]	f <sub>tk</sub> [MPa]
UNI EN 10210-1				
<b>S 235 H</b>	235	360	215	360
<b>S 275 H</b>	275	430	255	410
<b>S 355 H</b>	355	510	335	490
<b>S 275 NH/NLH</b>	275	390	255	370
<b>S 355 NH/NLH</b>	355	490	335	470
<b>S 420 N/NL</b>	420	540	390	520
<b>S 460 N/NL</b>	460	560	430	550
UNI EN 1010219-1				
<b>S 235 H</b>	235	360		
<b>S 275 H</b>	275	430		
<b>S 355 H</b>	355	510		
<b>S 275 NH/NLH</b>	275	370		
<b>S 355 NH/NLH</b>	355	470		
<b>S 275 MH/MLH</b>	275	360		
<b>S 355 MH/MLH</b>	355	470		
<b>S 420 MH/MLH</b>	420	500		
<b>S 460 MH/MLH</b>	460	530		

# Acciaio da carpenteria metallica

## Tenacità

Denominazione	Spessore t (mm)			
	t ≤ 40 mm		40 mm < t ≤ 100 mm	
	f <sub>y</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	f <sub>u</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	f <sub>y</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	f <sub>u</sub> (N/mm <sup>2</sup> )
S235 (JR, JO, J2)	235	360	215	360
S275 (JR, JO, J2)	275	430	255	410
S355 (JR, JO, J2, K2)	355	510	335	470

Energia minima

J                    27 Joule

K                    40 Joule

Temperatura

R                    20°                  Celsius

0                    0°                    Celsius

2                    -20°                Celsius

# Elementi in acciaio

---

- **laminazione a caldo**

profilati ..... aste di acciaio aventi sezioni particolari a  
contorno aperto o cavo

lamiere ..... spessore non superiore a 50 mm e  
larghezza pari alla massima dimensione del laminatoio

larghi piatti ..... spessore non superiore a 40 mm e larghezza  
compresa tra 200 e 1000 mm

barre

- **piegatura a freddo**

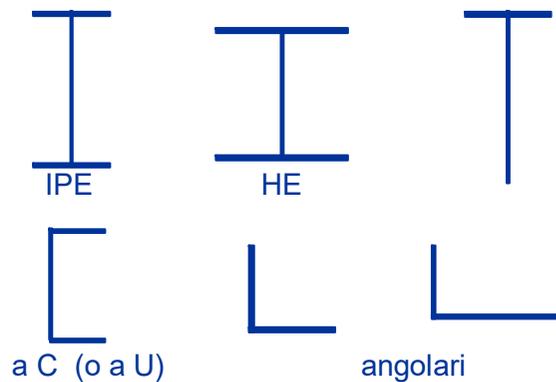
lamiere grecate

profili sottili

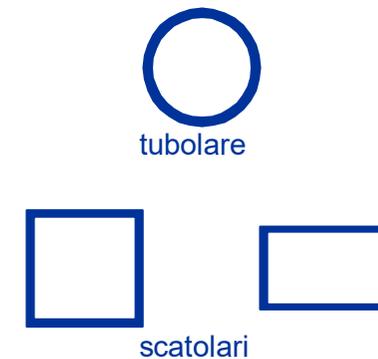
# Elementi in acciaio

## Profilati

I tipi di sezione e le dimensioni geometriche dei profilati sono unificate in ambito europeo. Le loro caratteristiche sono riportate in un sagomario.



**profilati con sezione  
a contorno aperto**

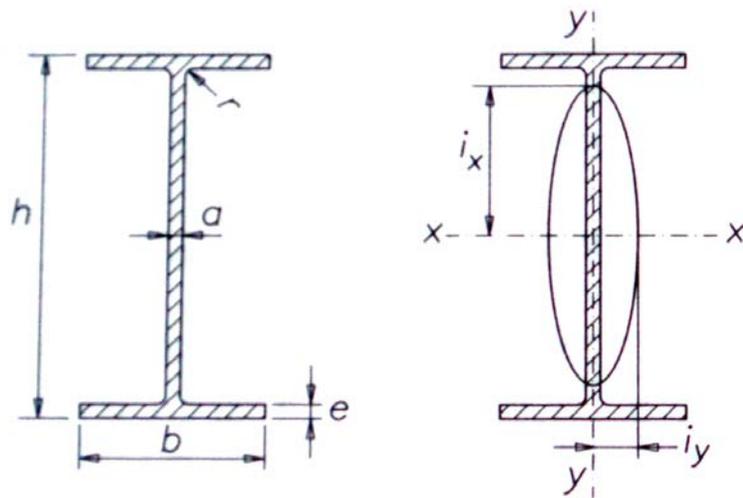


**profilati con sezione  
a contorno chiuso**

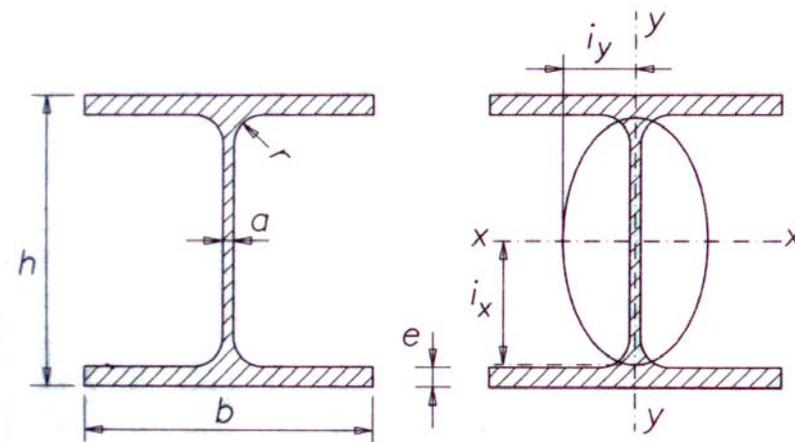
# Elementi in acciaio

## Profili a doppio T

- Profili IPE: hanno una larghezza  $b$  dell'ala pari alla metà dell'altezza  $h$
- Profili HE: hanno una larghezza  $b$  dell'ala pari all'altezza  $h$



**IPE**



**HE**

Ora anche: IPE A, serie alleggerita  
HE AA, serie alleggerita

HE A, serie alleggerita  
HE B, serie normale  
HE M, serie pesante

# Elementi in acciaio

## Usò dei diversi profili

---

➤ **IPE**

forte resistenza flessionale  
in un solo piano

..... travi

➤ **HE**

discreta resistenza a flessione  
anche nell'altro piano

..... colonne

➤ **C, angolari**

bassa resistenza a flessione

..... travi reticolari

➤ **profili cavi**

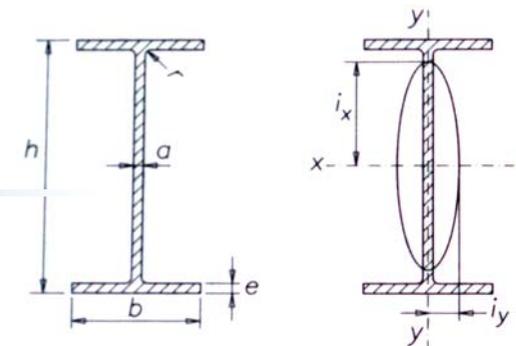
resistenza flessionale nei due piani;

resistenza a torsione

..... colonne  
e aste soggette a torsione

# Elementi in acciaio

## Sagomario



Profilo	Dimensioni							A	p	U
	h	b	a	e	r	h1	h2			
	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]			
IPE 80	80	46	3.8	5.2	5	59.6	69.6	7.64	6.00	0.328
IPE 100	100	55	4.1	5.7	7	74.6	88.6	10.3	8.10	0.400
IPE 120	120	64	4.4	6.3	7	93.4	107.4	13.2	10.4	0.475
IPE 140	140	73	4.7	6.9	7	112.2	126.2	16.4	12.9	0.551
IPE 160	160	82	5	7.4	9	127.2	145.2	20.1	15.8	0.623
IPE 180	180	94	5.3	8	9	146	164	23.9	18.8	0.698

Profilo	Valori statici relativi agli assi xx - yy								Foratura		su 1 ala		su 2 ali	
	J <sub>x</sub>	W <sub>x</sub>	i <sub>x</sub>	J <sub>y</sub>	W <sub>y</sub>	i <sub>y</sub>	S <sub>x</sub>	s <sub>x</sub>	d	f	A'	W <sub>x</sub> '	A''	W <sub>x</sub> ''
	[cm <sup>4</sup> ]	[cm <sup>3</sup> ]	[cm]	[cm <sup>4</sup> ]	[cm <sup>3</sup> ]	[cm]	[cm <sup>3</sup> ]	[cm]	[cm]	[cm]	[cm <sup>2</sup> ]	[cm <sup>3</sup> ]	[cm <sup>2</sup> ]	[cm <sup>3</sup> ]
IPE 80	80.1	20.0	3.24	8.49	3.69	1.05	11.6	6.90						
IPE 100	171	34.2	4.07	15.9	5.79	1.24	19.7	8.68						
IPE 120	318	53.0	4.90	27.7	8.65	1.45	30.4	10.5						
IPE 140	541	77.3	5.74	44.9	12.3	1.65	44.2	12.3	11	40	14.9	60.8	13.4	58.0
IPE 160	869	109	6.58	68.3	16.7	1.84	61.9	14.0	11	45	18.5	88.3	16.8	84.9
IPE 180	1317	146	7.42	101	22.2	2.05	83.2	15.8	13	50	21.8	117	19.7	112

# Elementi in acciaio

## Piegati a freddo

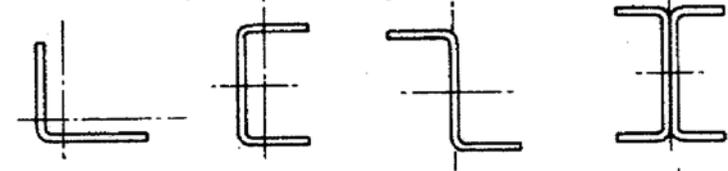
- **Lamiere grecate**



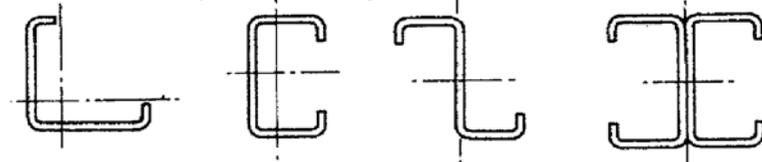
- ┆ a secco: con materiale isolante e coibente, utilizzate per coperture e tamponamenti
- ┆ per cls: fungono da cassero in fase di getto e maturazione, utilizzate per la costruzione di solai intermedi di edifici..

- **Profili strutturali**

profili senza irrigidimenti di bordo



profili con irrigidimenti di bordo



# Imperfezioni

---

## ➤ **Meccaniche**

- disomogenea distribuzione delle caratteristiche meccaniche nelle sezioni trasversali e lungo l'asse
- tensioni residue

## ➤ **Geometriche**

- imperfezioni geometriche della sezione trasversale
- imperfezioni geometriche dell'asse dell'asta
  - influiscono sul comportamento sotto i carichi di esercizio
  - non influiscono sulla resistenza ultima
  - aumentano il rischio di instabilità (riducono resistenza a compressione)

## ➤ **Imperfezioni di montaggio**

- occorrerebbe tenerne conto esplicitamente nel calcolo

# Tensioni residue

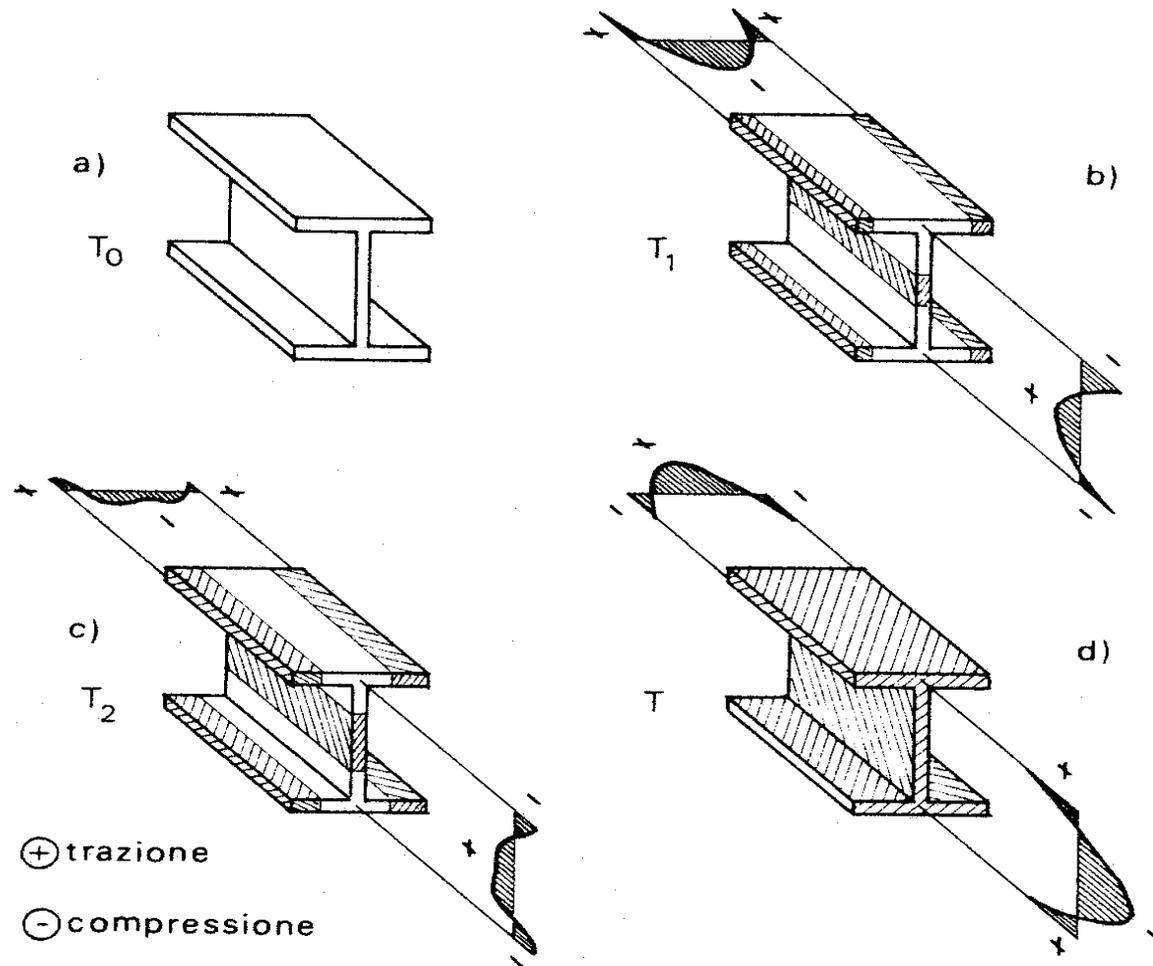
---

Sono indicati col nome di tensioni residue quegli stati tensionali interni autoequilibrati in stretta dipendenza da processi tecnologici di produzione industriale.

Lo stato deformativo disomogeneo che produce tensioni residue dipende da processi industriali di tipo

- **Termico** (raffreddamento, saldatura, taglio alla fiamma)
- **Meccanico** (laminazione a freddo, raddrizzamento)

# Tensioni residue



FINE