

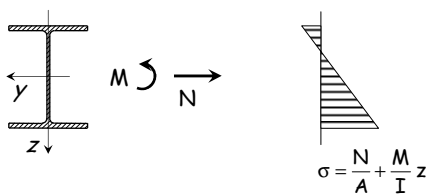
**Progetto di aste e collegamenti in acciaio**

6 - Flessione composta

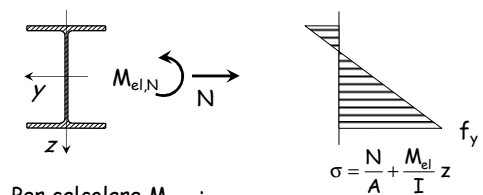
Spoletto  
21-23 ottobre 2010  
Aurelio Ghersi

**Flessione composta  
tensoflessione**

**Comportamento ultimo**



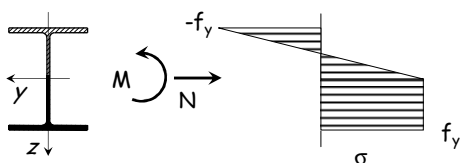
**Comportamento ultimo**



Per calcolare  $M_{el,N}$ :

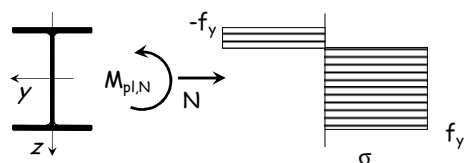
$$f_y = \frac{N}{A} + \frac{M_{el,N}}{W_{el}} \quad \Rightarrow \quad M_{el,N} = \left( f_y - \frac{N}{A} \right) W_{el}$$

**Comportamento ultimo**



Incrementando il momento flettente le deformazioni plastiche si propagano fino alla completa plasticizzazione della sezione

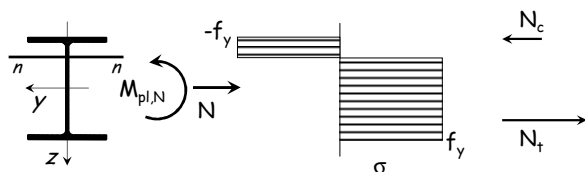
**Comportamento ultimo**



Per calcolare  $M_{pl,N}$ :

- 1 - Bisogna prima determinare la posizione dell'asse neutro, dall'equilibrio alla traslazione;
- 2 - Imponendo l'equilibrio alla rotazione rispetto all'asse baricentrico si determina poi  $M_{pl,N}$

### Comportamento ultimo



#### 1 - Determinazione dell'asse neutro

$$N_c + N_t = N_{pl,N} \quad (\text{equilibrio alla traslazione})$$

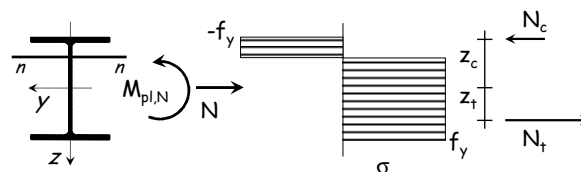


Asse neutro

$$N_c = -f_y A_c$$

$$N_t = f_y A_t$$

### Comportamento ultimo



#### 2 - Calcolo di $M_{pl,N}$

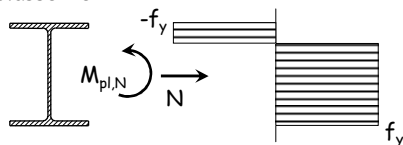
$$M_{pl,N} = N_t z_t - N_c z_c = f_y (A_t z_t - A_c z_c)$$

$$N_c = -f_y A_c$$

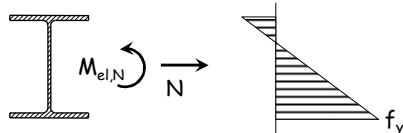
$$N_t = f_y A_t$$

### Verifica - stato limite ultimo

#### Classe 1 e 2

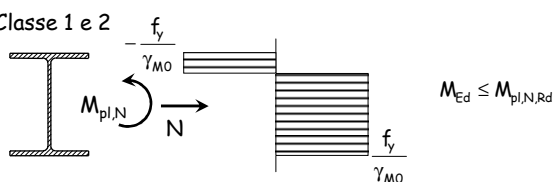


#### Classe 3

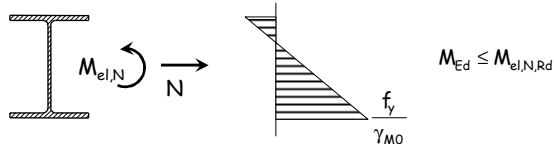


### Verifica - stato limite ultimo

#### Classe 1 e 2



#### Classe 3

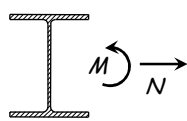


### Domini di resistenza - stato limite ultimo

Dominio di resistenza, = insieme delle coppie M-N per cui si ottiene lo stato limite ultimo della sezione

Per ricavare una coppia M-N del dominio

Sezione



Si assegna una posizione dell'asse neutro

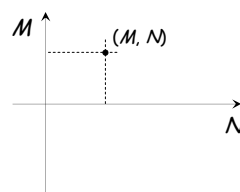
Si determina N

Si determina M ( $M_{pl,N}$  o  $M_{el,N}$ )

### Domini di resistenza - stato limite ultimo

Dominio di resistenza, = insieme delle coppie M-N per cui si ottiene lo stato limite ultimo della sezione

Per ricavare una coppia M-N del dominio



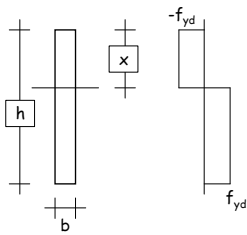
Si assegna l'asse neutro

Si determina N

Si determina M ( $M_{pl,N}$  o  $M_{el,N}$ )

e si riporta la coppia M - N nel diagramma

### Esempio Sezione rettangolare (solo ideale)



$$N = b(h - 2x) \frac{f_y}{\gamma_{M0}}$$

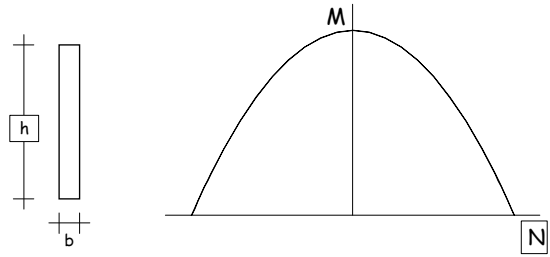
$$M = b x (h - x) \frac{f_y}{\gamma_{M0}}$$



$$M = \left[ \frac{bh^2}{4} \frac{f_y^2}{\gamma_{M0}^2} - \frac{1}{4b} N^2 \right] \frac{\gamma_{M0}}{f_y}$$

Vedere anche foglio Excel "Domini MN"

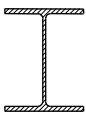
### Esempio Sezione rettangolare (solo ideale)



Il dominio ha un andamento parabolico

Questo vale in sostanza per un doppio T caricato nel piano debole

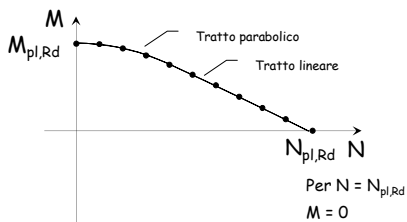
### Domini di resistenza - stato limite ultimo per sezioni di classe 1 e 2



Per  $N = 0$   
 $M = M_{pl,Rd}$

$$M_{pl,Rd} = \frac{W_{pl} f_y}{\gamma_{M0}}$$

$$N_{pl,Rd} = \frac{A f_y}{\gamma_{M0}}$$



Vedere anche foglio Excel "Domini MN"

### Domini di resistenza - stato limite ultimo per sezioni di classe 1 e 2



$$M_{pl,N,Rd} = M_{pl,Rd}$$

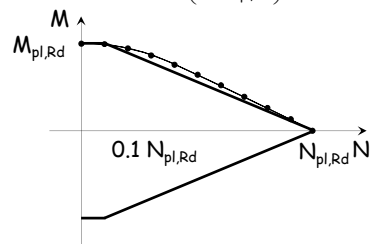
$$N \leq 0.1 N_{pl,Rd}$$

$$M_{pl,N,Rd} = 1.11 M_{pl,Rd} \left( 1 - \frac{N}{N_{pl,Rd}} \right)$$

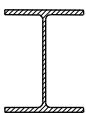
$$N > 0.1 N_{pl,Rd}$$

$$M_{pl,Rd} = \frac{W_{pl} f_y}{\gamma_{M0}}$$

$$N_{pl,Rd} = \frac{A f_y}{\gamma_{M0}}$$



### Domini di resistenza - stato limite ultimo per sezioni di classe 1 e 2



$$M_{pl,N,Rd} = M_{pl,Rd}$$

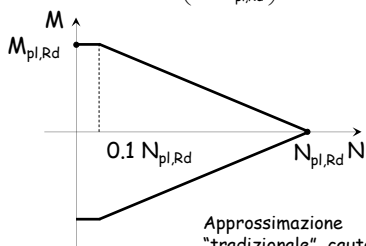
$$N \leq 0.1 N_{pl,Rd}$$

$$M_{pl,N,Rd} = 1.11 M_{pl,Rd} \left( 1 - \frac{N}{N_{pl,Rd}} \right)$$

$$N > 0.1 N_{pl,Rd}$$

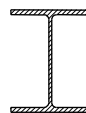
$$M_{pl,Rd} = \frac{W_{pl} f_y}{\gamma_{M0}}$$

$$N_{pl,Rd} = \frac{A f_y}{\gamma_{M0}}$$



Approssimazione  
"tradizionale", cautelativa

### Domini di resistenza - stato limite ultimo più preciso, meno cautelativo



$$M_{pl,N,Rd} = M_{pl,Rd}$$

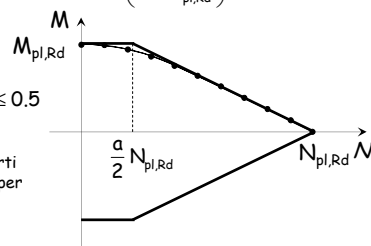
$$N \leq \frac{a}{2} N_{pl,Rd}$$

$$M_{pl,N,Rd} = M_{pl,Rd} \left( 1 - \frac{N}{N_{pl,Rd}} \right) \frac{1}{1 - 0.5 a}$$

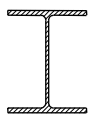
$$N > \frac{a}{2} N_{pl,Rd}$$

$$a = \frac{A - 2 b t_f}{A} \leq 0.5$$

Differenze più forti  
per gli IPE, meno per  
gli HE



### Domini di resistenza - stato limite ultimo per sezioni di classe 3

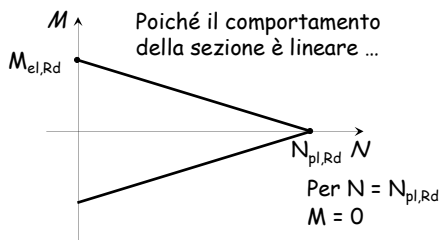


$$M_{el,N,Rd} = M_{el,Rd} \left( 1 - \frac{N}{N_{pl,Rd}} \right)$$

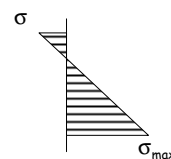
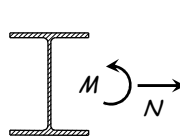
Per  $N = 0$   
 $M = M_{el,Rd}$

$$M_{el,Rd} = \frac{W_{el} f_y}{\gamma_{M0}}$$

$$N_{pl,Rd} = \frac{A f_y}{\gamma_{M0}}$$

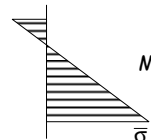
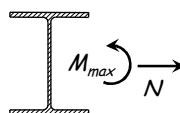


### Verifica - tensioni ammissibili



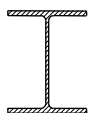
$$\sigma_{max} = \frac{N}{A} + \frac{M}{W_{el}} \leq \bar{\sigma}$$

oppure



$$M_{max} = W_{el} \bar{\sigma} \left( 1 - \frac{N}{A \bar{\sigma}} \right) \geq M$$

### Domini di resistenza - tensioni ammissibili

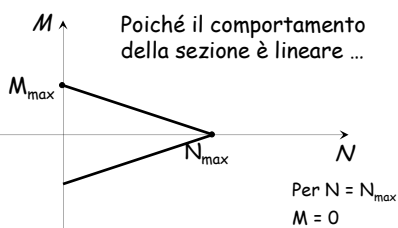


$$M_{max,N} = M_{max} \left( 1 - \frac{N}{N_{max}} \right)$$

Per  $N = 0$   
 $M = M_{max}$

$$M_{max} = W_{el} \bar{\sigma}$$

$$N_{max} = A \bar{\sigma}$$

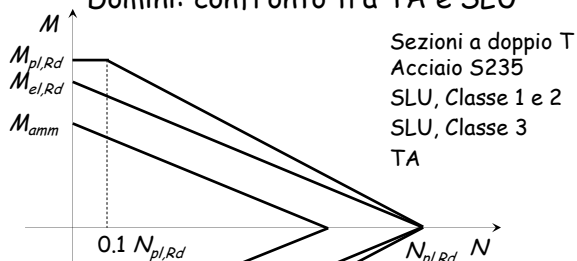


### Domini: confronto tra TA e SLU

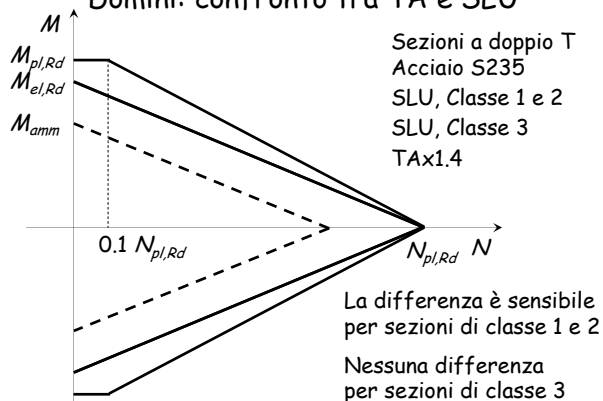
Il confronto può essere effettuato sovrapponendo i domini ricavati per TA e SLU

Poiché i carichi allo SLU sono maggiori (di 1.3 ÷ 1.5) di quelli alle TA, il dominio relativo alle TA deve essere opportunamente scalato (ad esempio x 1,4)

### Domini: confronto tra TA e SLU

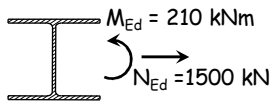


### Domini: confronto tra TA e SLU



### Esempio

Dati:



Sezione	HEB300
A	149 cm <sup>2</sup>
W <sub>pl</sub>	1868 cm <sup>3</sup>
Acciaio	S235

#### 1 - Classe della sezione

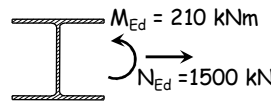
Anima:  $\frac{d}{t_w} = \frac{208}{11} = 19 \leq 144 \varepsilon = 144$

Flangia:  $\frac{c}{t_f} = \frac{150}{19} = 7.9 \leq 10 \varepsilon = 10$

La sezione appartiene alla classe 1.

### Esempio

Dati:



Sezione	HEB300
A	149 cm <sup>2</sup>
W <sub>pl</sub>	1868 cm <sup>3</sup>
Acciaio	S235

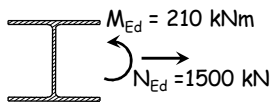
#### 2 - Determinazione di N<sub>pl,Rd</sub> ed M<sub>pl,Rd</sub>

$$N_{pl,Rd} = \frac{f_y A}{\gamma_{M0}} = \frac{235 \times 149}{1.05 \times 10^3} = 3334.8 \text{ kN}$$

$$M_{pl,Rd} = \frac{f_y W_{pl}}{\gamma_{M0}} = \frac{235 \times 1868}{1.05 \times 10^3} = 418.1 \text{ kNm}$$

### Esempio

Dati:



Sezione	HEB300
A	149 cm <sup>2</sup>
W <sub>pl</sub>	1868 cm <sup>3</sup>
Acciaio	S235
b=300 mm	t=19 mm

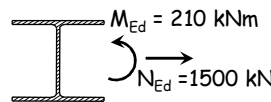
#### 3 - Determinazione di α

$$\alpha = \frac{A - 2 b t_f}{A} = \frac{14900 - 2 \times 300 \times 19}{14900} = 0.235$$

$$\frac{\alpha}{2} N_{pl,Rd} = \frac{0.235}{2} 3334.8 = 391.8 \text{ kN}$$

### Esempio

Dati:



Sezione	HEB300
Acciaio	S235
N <sub>pl,Rd</sub>	3334.8 kN
M <sub>pl,Rd</sub>	418.1 kNm

#### 4 - Determinazione di M<sub>pl,N,Rd</sub> e verifica

$$N_{Ed} = 1500 \text{ kN} \geq \frac{\alpha}{2} N_{pl,Rd} = 391.8 \text{ kN}$$

$$M_{pl,N,Rd} = M_{pl,Rd} \left( 1 - \frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}} \right) \frac{1}{1 - 0.5 \times 0.235} = 260.7 \text{ kNm} > M_{Ed} = 210.0 \text{ kNm}$$

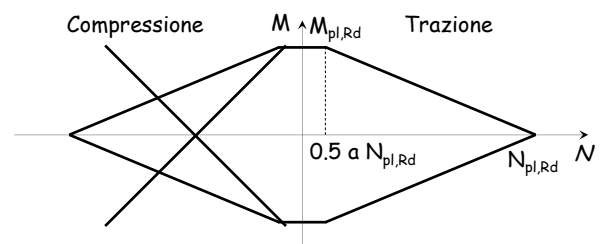
La sezione è verificata

### Flessione composta pressoflessione

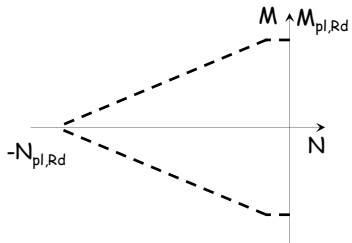
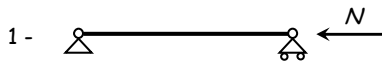
### Domini di resistenza - stato limite ultimo

Si possono ottenere semplicemente ribaltando il dominio M-N costruito nel caso di tenso-flessione?

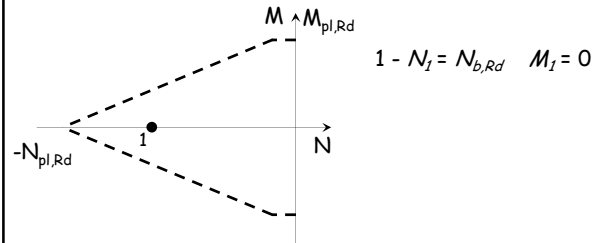
Va bene per la singola sezione, ma per l'asta bisogna tener conto dell'instabilità



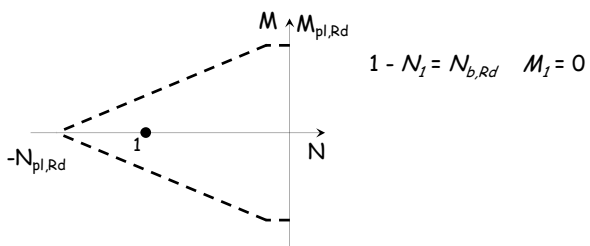
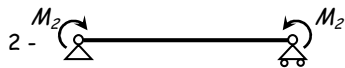
### Domini di resistenza - stato limite ultimo



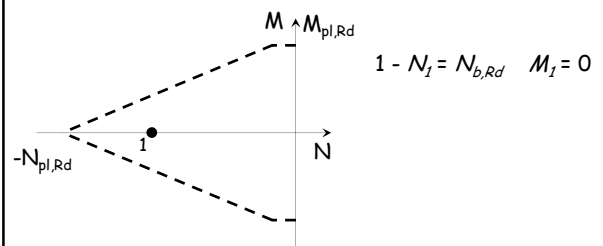
### Domini di resistenza - stato limite ultimo



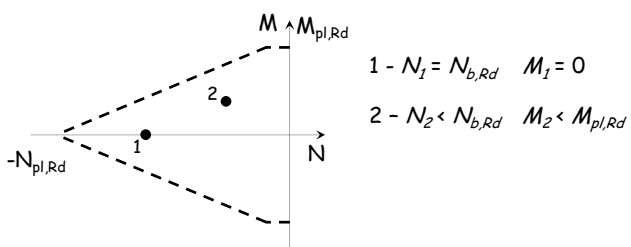
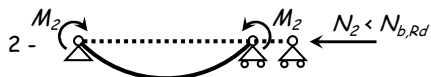
### Domini di resistenza - stato limite ultimo



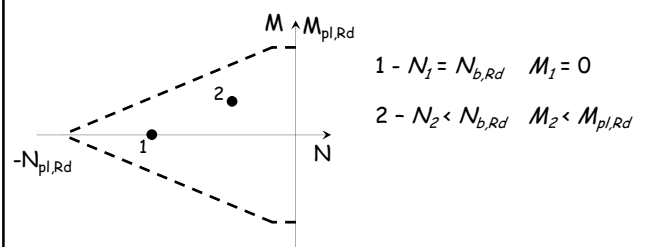
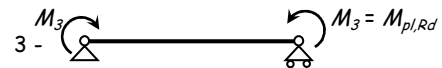
### Domini di resistenza - stato limite ultimo



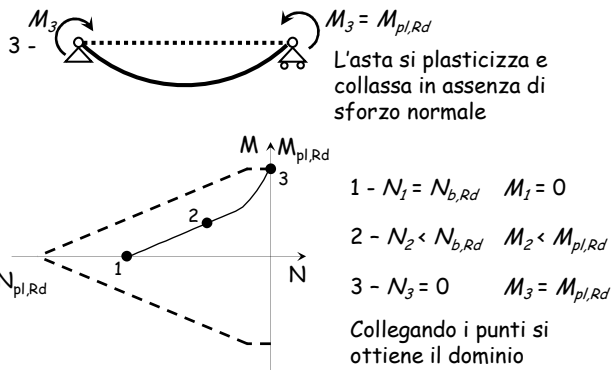
### Domini di resistenza - stato limite ultimo



### Domini di resistenza - stato limite ultimo

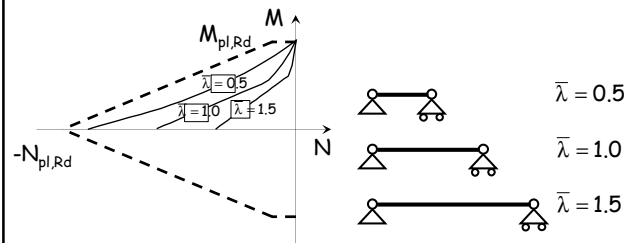


### Domini di resistenza - stato limite ultimo



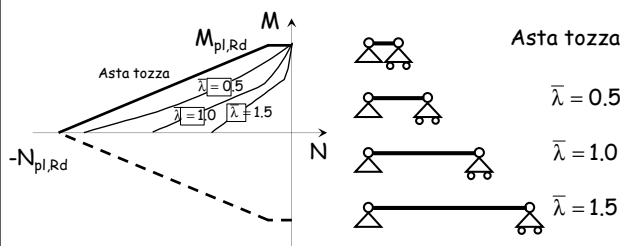
### Domini di resistenza - stato limite ultimo

Il dominio dipende dalla snellezza dell'asta:  
 - L'ampiezza del dominio si riduce all'aumentare della snellezza;



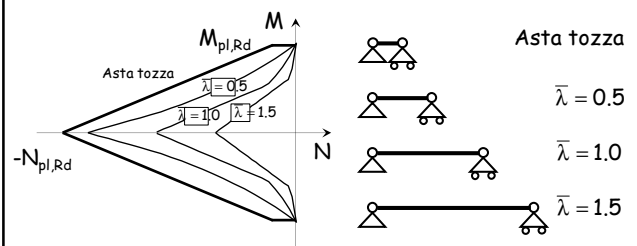
### Domini di resistenza - stato limite ultimo

Il dominio dipende dalla snellezza dell'asta:  
 - Nel caso di aste tozze coincide con quello per tenso-flessione



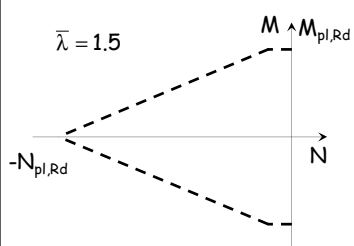
### Domini di resistenza - stato limite ultimo

Il dominio è simmetrico per aste con sezione trasversale simmetrica



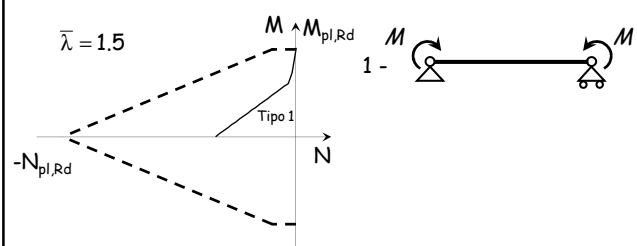
### Domini di resistenza - stato limite ultimo

1 -  Distribuzione di momenti tipo 1

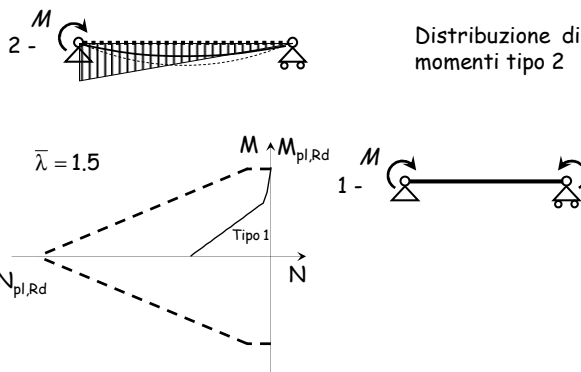


### Domini di resistenza - stato limite ultimo

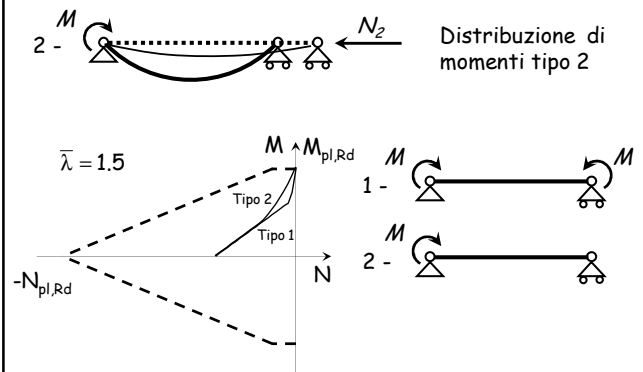
1 -  Distribuzione di momenti tipo 1



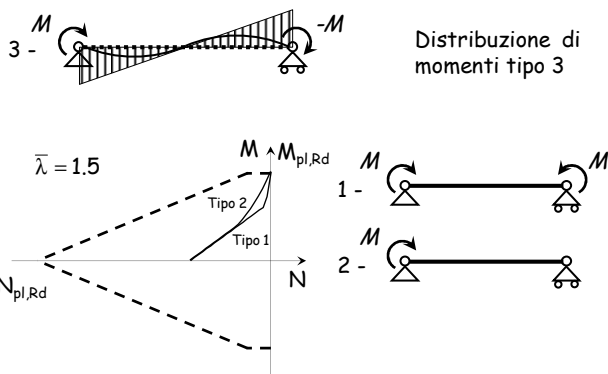
### Domini di resistenza - stato limite ultimo



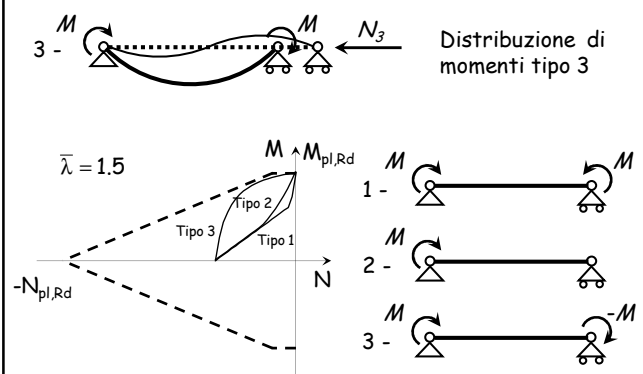
### Domini di resistenza - stato limite ultimo



### Domini di resistenza - stato limite ultimo



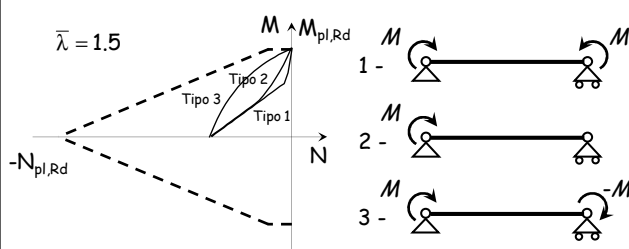
### Domini di resistenza - stato limite ultimo



### Domini di resistenza - stato limite ultimo

Il dominio dipende dalla snellezza dell'asta:

- L'ampiezza del dominio aumenta passando dal diagramma dei momenti di tipo 1 a quello di tipo 3.



### Verifica - stato limite ultimo

- E' possibile usare un approccio semplificato. Se non vi è rischio di instabilità flessotorsionale, occorre controllare che:

$$\frac{N_{Ed} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_{min} \cdot f_{yk} \cdot A} + \frac{M_{y,eq,Ed} \cdot \gamma_{M1}}{f_{yk} \cdot W_{y1} \cdot \left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}\right)} + \frac{M_{z,eq,Ed} \cdot \gamma_{M1}}{f_{yk} \cdot W_{z1} \cdot \left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}\right)} \leq 1$$

o, in sostanza:

$$\frac{N_{Ed}}{N_{d,Rd}} + \frac{M_{y,eq,Ed}}{M_{y,Rd} \cdot \left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}\right)} + \frac{M_{z,eq,Ed}}{M_{z,Rd} \cdot \left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}\right)} \leq 1$$

$N_{cr}$  è il carico critico Euleriano

Circolare, punto 4.2.4.1.3.3.1 - metodo A



## Verifica - stato limite ultimo

- Il momento equivalente  $M_{eq,Ed}$  tiene conto della variazione del momento nell'asta e può essere preso pari a

$$M_{eq,Ed} = 1.3 M_{m,Ed}$$

assumendo comunque  $0.75 M_{max,Ed} \leq M_{eq,Ed} \leq M_{max,Ed}$

$M_{m,Ed}$  è il valore medio del momento nell'asta

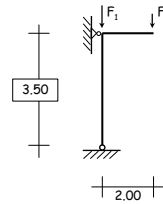
- Per asta vincolata agli estremi con momento variabile linearmente si può assumere

$$M_{eq,Ed} = 0.6 M_a - 0.4 M_b$$

assumendo comunque  $M_{eq,Ed} \geq 0.4 M_a$

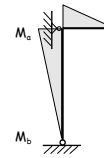
$M_a$  è il massimo tra i due ed il segno si riferisce al verso della coppia  $M$  (se  $M_a = -M_b$  il diagramma di  $M$  è costante e  $M_{eq,Ed} = M_a$ )

## Esempio



$$F_1 = 800 \text{ kN}$$

$$F_2 = 60 \text{ kN}$$



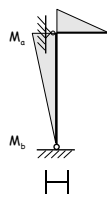
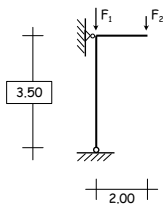
$$M_a = 120 \text{ kNm}$$

$$M_b = 0 \text{ kNm}$$

$$N_{Ed} = 860 \text{ kN}$$

$$M_{eq,Ed} = 0.6 \times 120 - 0.4 \times 0 = 72 \text{ kNm}$$

## Esempio



Sezione HEB300  
A 149 cm<sup>2</sup>  
W<sub>pl</sub> 1868 cm<sup>3</sup>  
Acciaio S235

$$M_{pl,Rd} = 418.1 \text{ kNm}$$

$$N_{b,Rd} = 2828.6 \text{ kN}$$

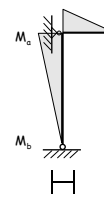
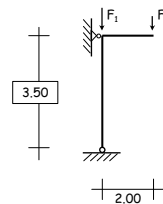
instabilità intorno a z  
 $l_0 = 3.50 \text{ m}$

$$N_{cr} = \frac{\pi^2 E I_y}{l_0^2}$$

instabilità intorno a y

$$N_{cr} = 42586 \text{ kN}$$

## Esempio



Sezione HEB300  
A 149 cm<sup>2</sup>  
W<sub>pl</sub> 1868 cm<sup>3</sup>  
Acciaio S235

$$M_{pl,Rd} = 418.1 \text{ kNm}$$

$$N_{b,Rd} = 2828.6 \text{ kN}$$

$$N_{b,Rd,y} = 3233.2 \text{ kN}$$

$$\frac{N_{Ed}}{N_{b,Rd}} + \frac{M_{y,eq,Ed}}{M_{y,Rd} \left( 1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}} \right)} = \frac{860}{2828.6} + \frac{72}{418.1 \left( 1 - \frac{860}{42586} \right)} =$$

$$= 0.304 + 0.175 = 0.483 \leq 1$$

## Verifica - stato limite ultimo

- In alternativa, occorre controllare che:

$$\frac{N_{Ed} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yk}} + k_{yy} \cdot \frac{M_{y,Ed} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_{LT} \cdot W_y \cdot f_{yk}} + k_{yz} \cdot \frac{M_{z,Ed} \cdot \gamma_{M1}}{W_z \cdot f_{yk}} \leq 1$$

$$\frac{N_{Ed} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_z \cdot A \cdot f_{yk}} + k_{zy} \cdot \frac{M_{y,Ed} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_{LT} \cdot W_y \cdot f_{yk}} + k_{zz} \cdot \frac{M_{z,Ed} \cdot \gamma_{M1}}{W_z \cdot f_{yk}} \leq 1$$

espressione analoga alla precedente ( $k M = M_{eq}$ )

ma con espressioni complicate per il calcolo di  $k$

Si noti che  $N_{b,Rd}$  è calcolato separatamente nelle due direzioni

## Verifica - stato limite ultimo

- Coefficienti che tengono conto dell'andamento di  $M$

Diagramma del momento	Intervallo	Coefficienti $\alpha_{m1}$ , $\alpha_{m2}$ , $\alpha_{m3,T}$	
		Carico uniforme	Carico concentrato
	$-1 \leq \psi \leq 1$	$0.6 + 0.4\psi \geq 0.4$	
	$0 \leq \alpha_s \leq 1$	$-1 \leq \psi \leq 1$	$0.2 + 0.8\alpha_s \geq 0.4$
	$-1 \leq \psi \leq 0$	$0 \leq \psi \leq 1$	$-0.8\alpha_s \geq 0.4$
	$-1 \leq \psi < 0$	$-1 \leq \psi \leq 0$	$0.1(1-\psi) - 0.8\alpha_s \geq 0.4$
	$0 \leq \alpha_s \leq 1$	$-1 \leq \psi \leq 1$	$0.95 + 0.05\alpha_s$
	$-1 \leq \psi \leq 0$	$0 \leq \psi \leq 1$	$0.90 + 0.10\alpha_s$
	$-1 \leq \psi < 0$	$-1 \leq \psi \leq 0$	$0.95 + 0.05\alpha_s (1+2\psi)$

## Verifica - stato limite ultimo

- Coefficienti  $k$  (elementi con modesta deformabilità torsionale)

k	Tipi di sezione	Sezioni di classe 3 e 4 (proprietà delle sezioni calcolate in campo elastico)	Sezioni di classe 1 e 2 (proprietà delle sezioni calcolate in campo plastico)
$k_{yy}$	I.H. Sezioni cave	$\alpha_{wy} \left( 1 + 0,6 \bar{\lambda}_y \frac{N_{Ed} \gamma_{M1}}{Z_y \cdot A \cdot f_y} \right) \leq \alpha_{wy} \left( 1 + 0,6 \frac{N_{Ed} \gamma_{M1}}{Z_y \cdot A \cdot f_y} \right)$	$\alpha_{wy} \left( 1 + (\bar{\lambda}_y - 0,2) \frac{N_{Ed} \gamma_{M1}}{Z_y \cdot A \cdot f_y} \right) \leq \alpha_{wy} \left( 1 + 0,8 \frac{N_{Ed} \gamma_{M1}}{Z_y \cdot A \cdot f_y} \right)$
$k_{zz}$	I.H. Sezioni cave	$k_{zz}$	$0,6 \cdot k_{zz}$
$k_{yy}$	I.H. Sezioni cave	$0,8 \cdot k_{yy}$	$0,6 \cdot k_{yy}$
$k_{zz}$	I.H. Sezioni cave	$\alpha_{wz} \left( 1 + 0,6 \bar{\lambda}_z \frac{N_{Ed} \gamma_{M1}}{Z_z \cdot A \cdot f_y} \right) \leq \alpha_{wz} \left( 1 + 0,6 \frac{N_{Ed} \gamma_{M1}}{Z_z \cdot A \cdot f_y} \right)$	$\alpha_{wz} \left( 1 + (2\bar{\lambda}_z - 0,6) \frac{N_{Ed} \gamma_{M1}}{Z_z \cdot A \cdot f_y} \right) \leq \alpha_{wz} \left( 1 + 1,4 \frac{N_{Ed} \gamma_{M1}}{Z_z \cdot A \cdot f_y} \right)$
$k_{zz}$	I.H. Sezioni cave	$\alpha_{wz} \left( 1 + (\bar{\lambda}_z - 0,2) \frac{N_{Ed} \gamma_{M1}}{Z_z \cdot A \cdot f_y} \right) \leq \alpha_{wz} \left( 1 + 0,8 \frac{N_{Ed} \gamma_{M1}}{Z_z \cdot A \cdot f_y} \right)$	$\alpha_{wz} \left( 1 + (\bar{\lambda}_z - 0,2) \frac{N_{Ed} \gamma_{M1}}{Z_z \cdot A \cdot f_y} \right) \leq \alpha_{wz} \left( 1 + 0,8 \frac{N_{Ed} \gamma_{M1}}{Z_z \cdot A \cdot f_y} \right)$

Per pressoflessione retta,  $M_{y,Ed} = 0$ ,  $k_{yy} = 0$  ( $M_{z,Ed} \neq 0$ ).

Confrontando con EC3 si notano piccole sviste  
(in  $k_{zz}$  devono comparire i pedici  $z$ , non  $y$ )

Circolare, punto 4.2.4.1.3.3.1 - metodo B

## Verifica - stato limite ultimo

- Coefficienti  $k$  (elementi con modesta deformabilità torsionale)

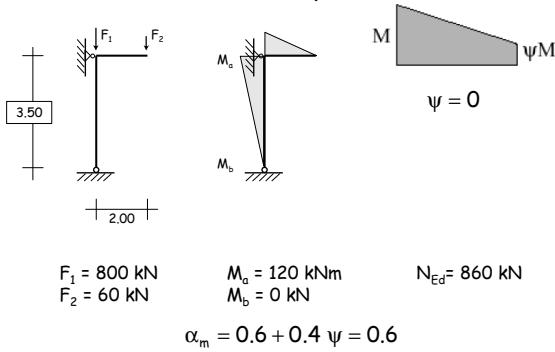
Interaction factors	Type of sections	Design assumptions	
		elastic cross-sectional properties class 3, class 4	plastic cross-sectional properties class 1, class 2
$k_{yy}$	I-sections RHS-sections	$C_{wy} \left( 1 + 0,6 \bar{\lambda}_y \frac{N_{Ed}}{Z_y N_{Rk} / \gamma_{M1}} \right) \leq C_{wy} \left( 1 + 0,6 \frac{N_{Ed}}{Z_y N_{Rk} / \gamma_{M1}} \right)$	$C_{wy} \left( 1 + (\bar{\lambda}_y - 0,2) \frac{N_{Ed}}{Z_y N_{Rk} / \gamma_{M1}} \right) \leq C_{wy} \left( 1 + 0,8 \frac{N_{Ed}}{Z_y N_{Rk} / \gamma_{M1}} \right)$
$k_{zz}$	I-sections RHS-sections	$k_{zz}$	$0,6 k_{zz}$
$k_{yy}$	I-sections RHS-sections	$0,8 k_{yy}$	$0,6 k_{yy}$
$k_{zz}$	I-sections	$C_{wz} \left( 1 + 0,6 \bar{\lambda}_z \frac{N_{Ed}}{Z_z N_{Rk} / \gamma_{M1}} \right) \leq C_{wz} \left( 1 + 0,6 \frac{N_{Ed}}{Z_z N_{Rk} / \gamma_{M1}} \right)$	$C_{wz} \left( 1 + (2\bar{\lambda}_z - 0,6) \frac{N_{Ed}}{Z_z N_{Rk} / \gamma_{M1}} \right) \leq C_{wz} \left( 1 + 1,4 \frac{N_{Ed}}{Z_z N_{Rk} / \gamma_{M1}} \right)$
$k_{zz}$	RHS-sections	$C_{wz} \left( 1 + 0,6 \bar{\lambda}_z \frac{N_{Ed}}{Z_z N_{Rk} / \gamma_{M1}} \right) \leq C_{wz} \left( 1 + 0,6 \frac{N_{Ed}}{Z_z N_{Rk} / \gamma_{M1}} \right)$	$C_{wz} \left( 1 + (\bar{\lambda}_z - 0,2) \frac{N_{Ed}}{Z_z N_{Rk} / \gamma_{M1}} \right) \leq C_{wz} \left( 1 + 0,8 \frac{N_{Ed}}{Z_z N_{Rk} / \gamma_{M1}} \right)$

For I- and H-sections and rectangular hollow sections under axial compression and uniaxial bending  $M_{y,Ed}$  the coefficient  $k_{yy}$  may be  $k_{yy} = 0$ .

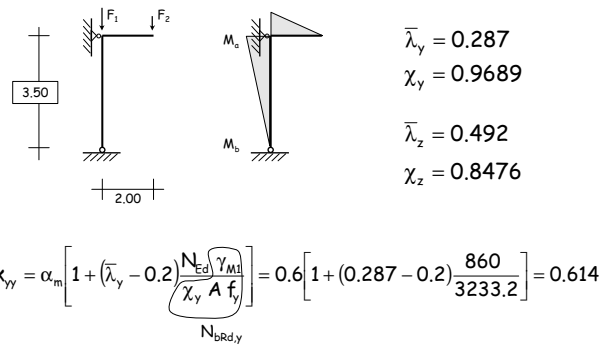
Eurocodice 3, annesso B

Nota: qui è indicato con  $C$  quello che nella Circolare è indicato con  $\alpha$

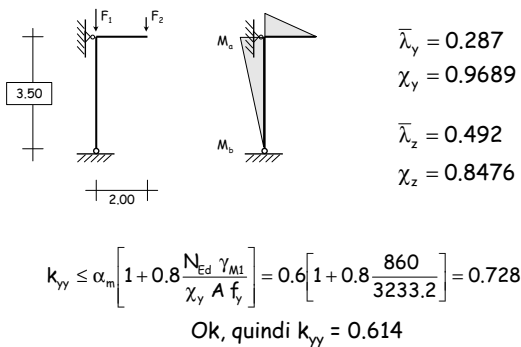
### Esempio



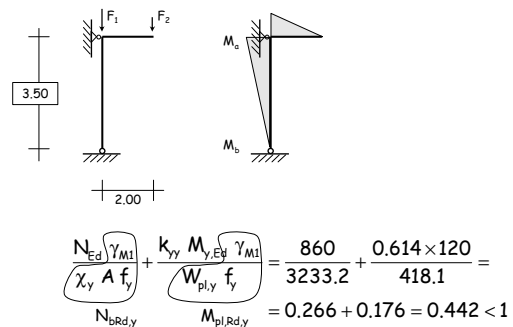
### Esempio



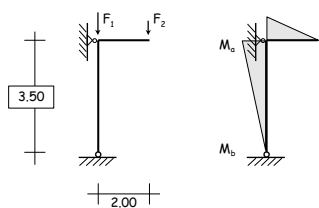
### Esempio



### Esempio



## Esempio



$$\frac{N_{Ed} \gamma_{M1}}{\chi_z A f_y} + \frac{k_{zy} M_{y,Ed} \gamma_{M1}}{W_{pl,y} f_y} = \frac{860}{2828.6} + \frac{0.6 \times 0.614 \times 120}{418.1} =$$

$$\frac{N_{b,Rd,z}}{M_{pl,Rd,y}} = 0.304 + 0.105 = 0.409 < 1$$