

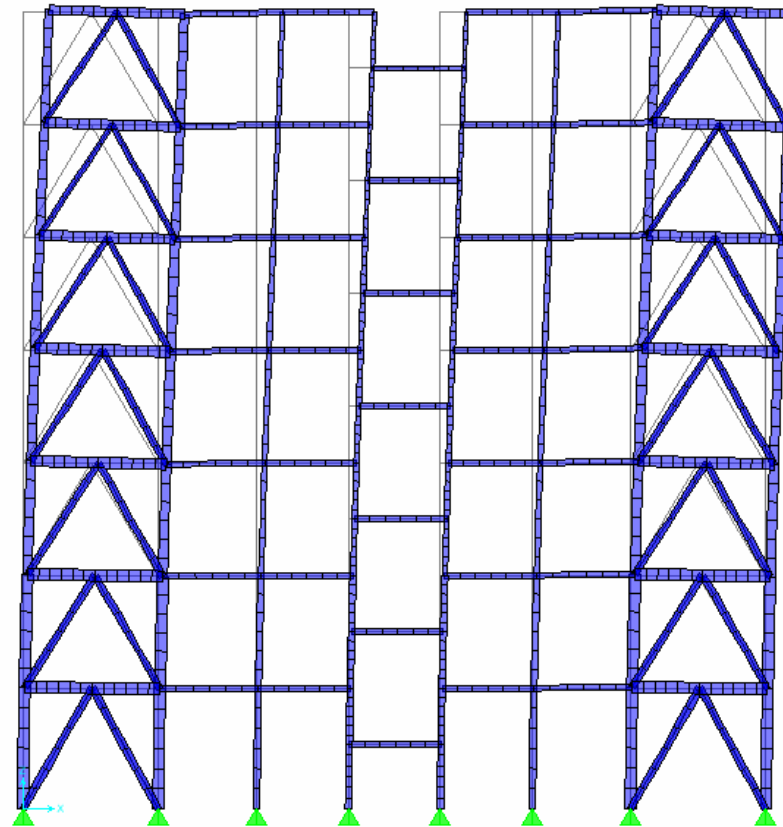
Progettazione delle Strutture Sismo-resistenti di Acciaio

Ordinanza n. 3274 e s.m.i.

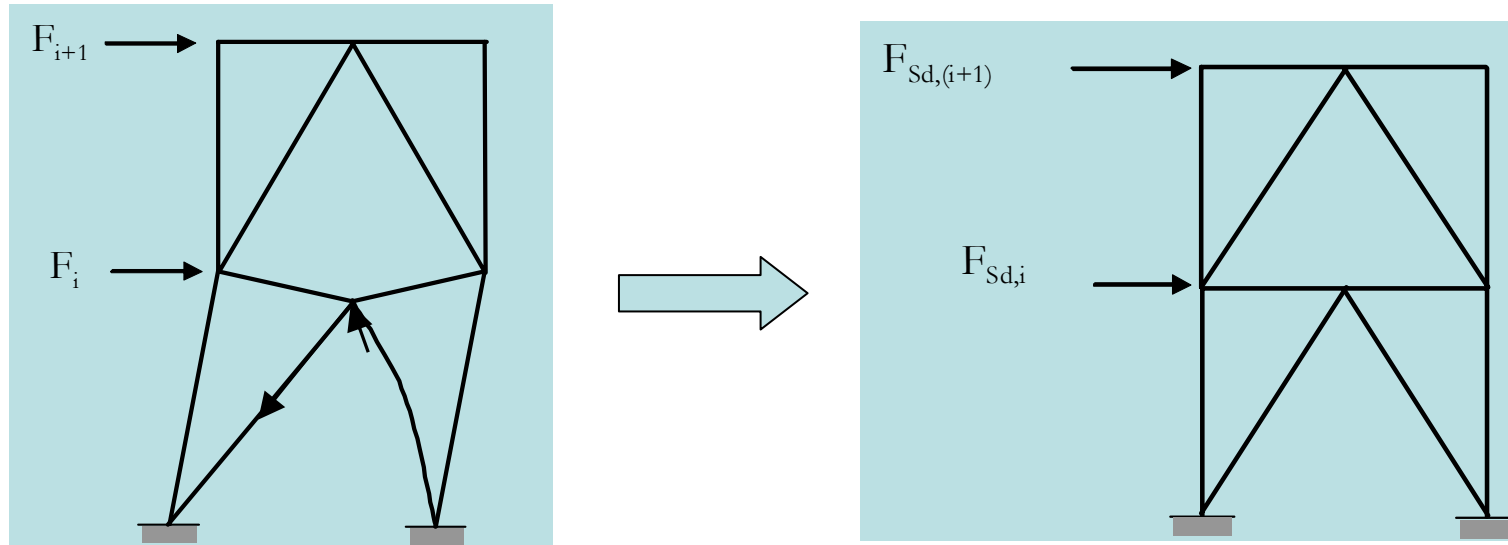
Frattamaggiore (NA), 8 febbraio 2007

Esempi progettuali

Strutture con controventi concentrici a V rovescia



Modellazione strutturale



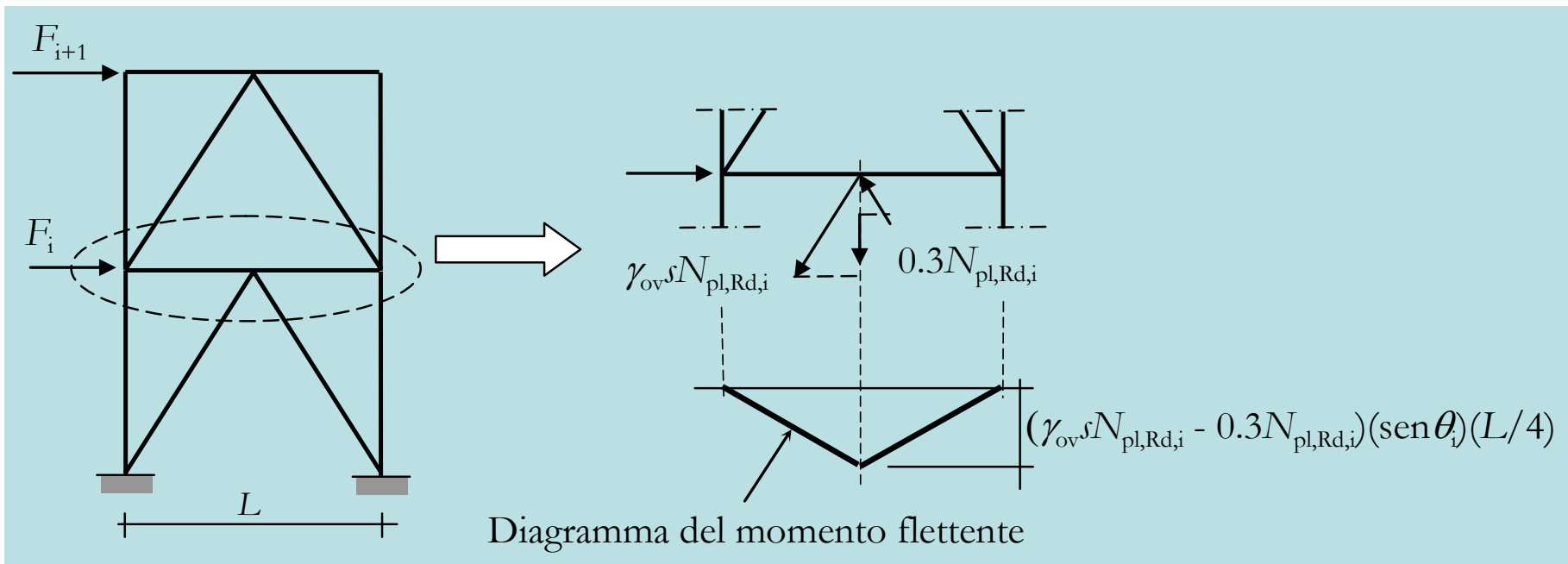
La rigidezza e la resistenza flessionale della trave sono fondamentali nel determinare la risposta alle azioni sismiche dei controventi a V rovescia.

La ricerca su questo tipo di strutture indica che la risposta sismica migliora all'aumentare della rigidezza della trave e che si deve evitare la sua plasticizzazione.

Conseguentemente, l'Ordinanza prescrive di **considerare sempre sia la diagonale tesa sia la diagonale compressa, verificando, quindi, la stabilità a compressione delle diagonali sotto le azioni sismiche di progetto.**

Gerarchia delle resistenze: travi

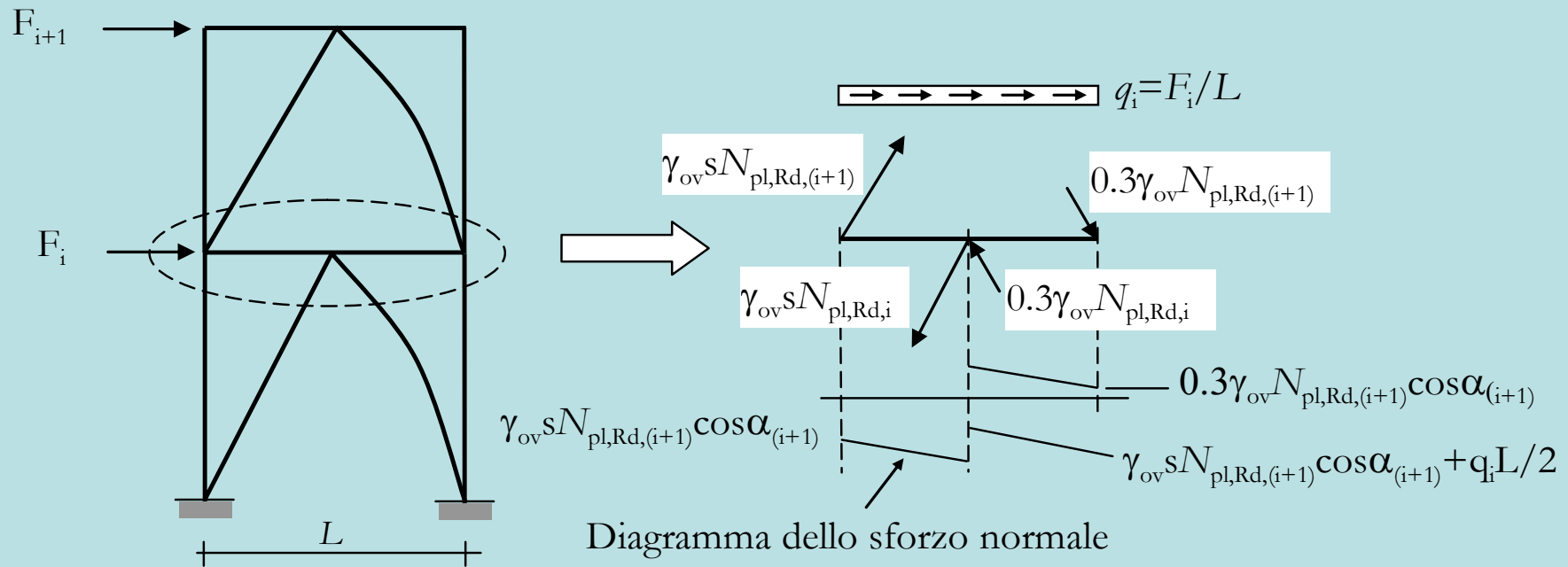
Momento flettente nelle travi



Gerarchia delle resistenze: travi

Sforzo normale nelle travi – Esempio 1

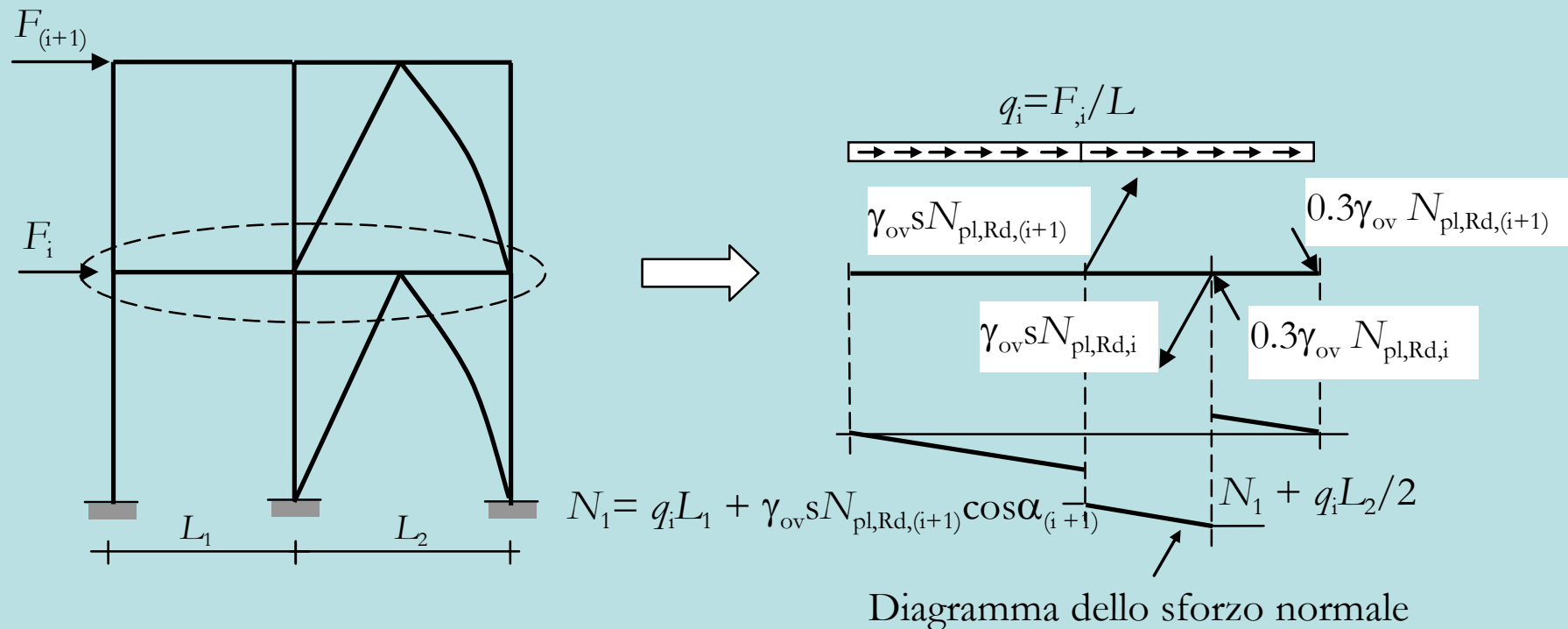
Dall'equilibrio alla traslazione orizzontale: $F_i = \gamma_{ov}(s+0.3)(N_{pl,Rd,(i+1)} \cos \alpha_{(i+1)} - N_{pl,Rd,i} \cos \alpha_i)$



Gerarchia delle resistenze: travi

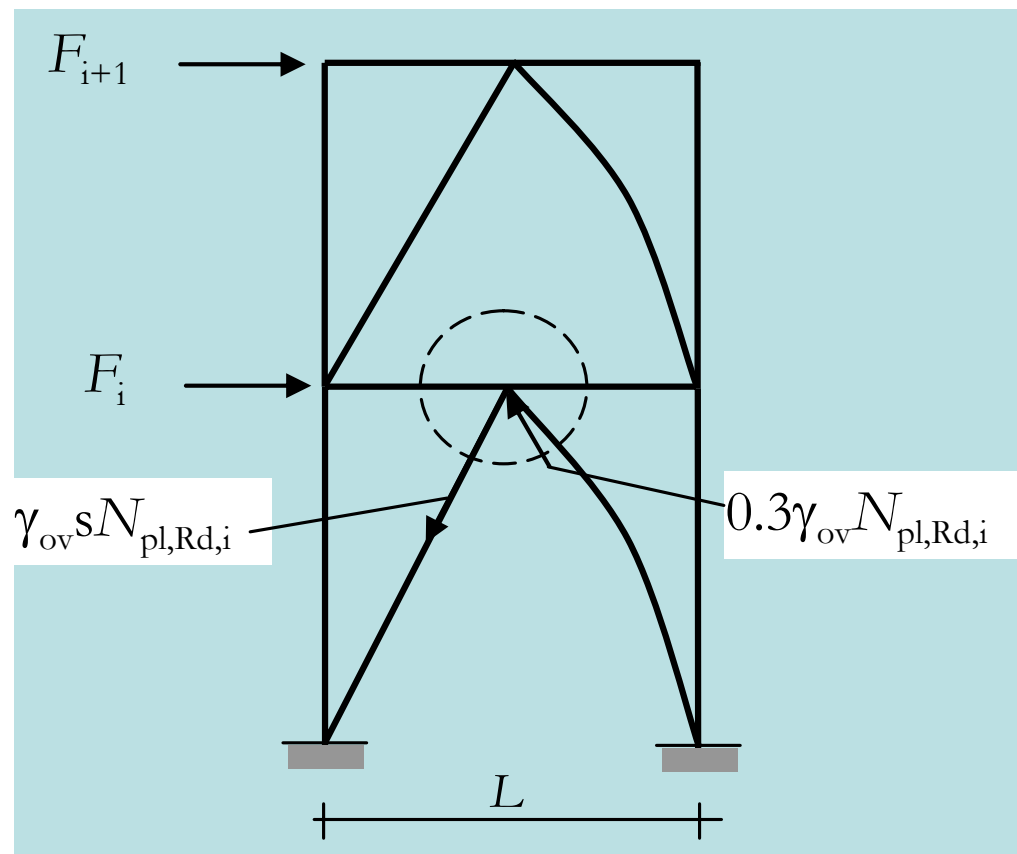
Sforzo normale nelle travi – Esempio 2

Dall'equilibrio alla traslazione orizzontale: $F_i = \gamma_{ov}(s+0.3)(N_{pl,Rd,(i+1)} \cos\alpha_{(i+1)} - N_{pl,Rd,i} \cos\alpha_i)$

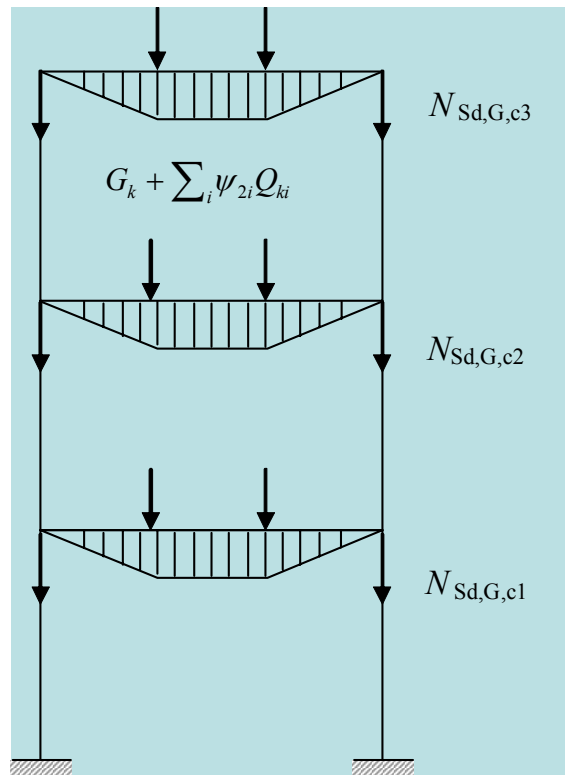


Gerarchia delle resistenze: collegamenti

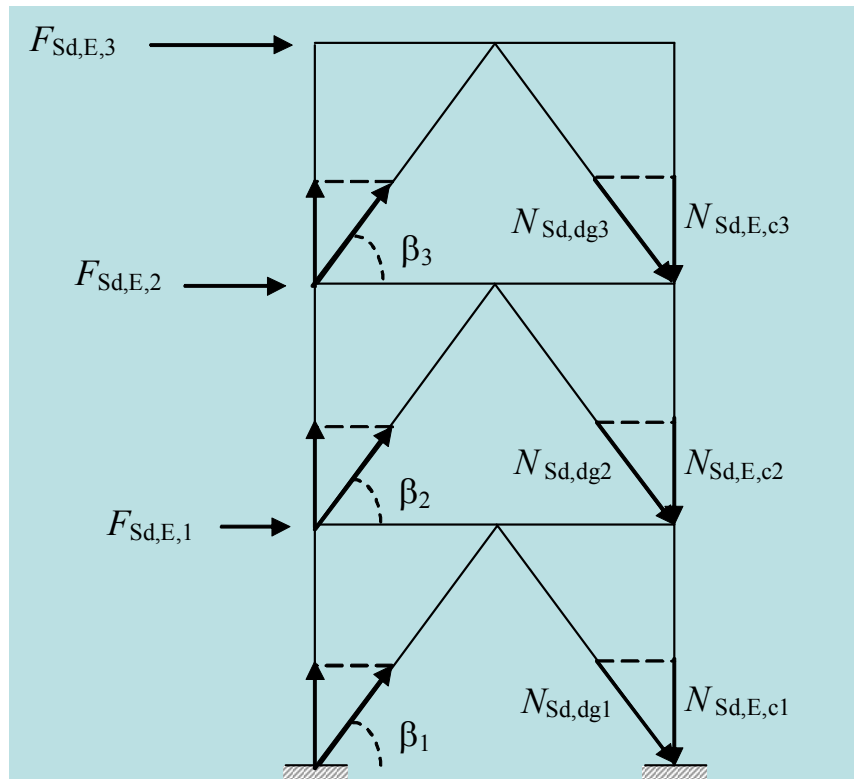
Collegamenti diagonali - travi



Gerarchia delle resistenze: colonne



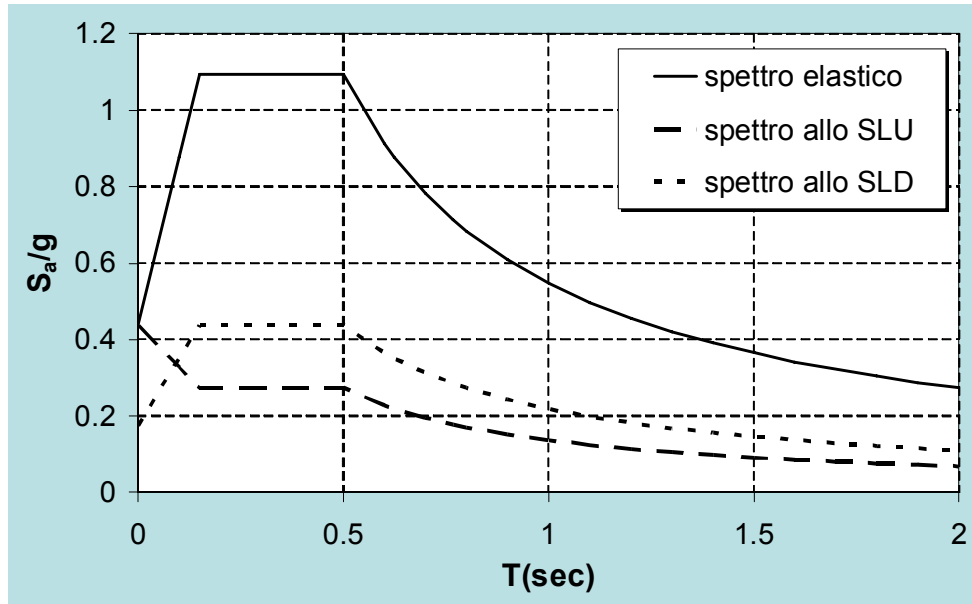
+ α x



$$\alpha = \min \left\{ \frac{\gamma_{ov} S N_{pl,Rd,i}}{N_{Sd,E,i}} \right\} \leq q$$

Azione sismica

Spettro delle accelerazioni di progetto:



$$0 < T < T_B \dots S_d(T) = a_g S \cdot \left(1 + \frac{T}{T_B} \cdot \left(\frac{2.5}{q} - 1 \right) \right)$$

$$T_B < T < T_C \dots S_d(T) = a_g \cdot S \cdot \frac{2.5}{q}$$

$$T_B < T < T_C \dots S_d(T) = a_g \cdot S \cdot \frac{2.5}{q} \cdot \left(\frac{T_C}{T} \right)$$

$$T_D < T \dots S_d(T) = a_g \cdot S \cdot \frac{2.5}{q} \cdot \left(\frac{T_C \cdot T_D}{T^2} \right)$$

Categoria suolo	S	T_B	T_C	T_D
A	1,0	0,15	0,40	2,0
B, C, E	1,25	0,15	0,50	2,0
D	1,35	0,20	0,80	2,0

Zona	Valore di a_g
1	0,35g
2	0,25g
3	0,15g
4	0,05g

Zona 1 – Suolo tipo B

T = (0.68-0.69)s

$a_g = 0.35g$; $S = 1.25$; $S_{a,e} = 0.8g$

Azione sismica: fattore di struttura

$$q = q_0 k_D k_R$$

$q_0 \rightarrow$ tipologia strutturale e criteri di gerarchia

$k_D \rightarrow$ risorse di duttilità locale

$k_R \rightarrow$ regolarità strutturale

TIPOLOGIA STRUTTURALE	CLASSE DI DUTTILITÀ	
	BASSA	ALTA
Strutture intelaiate	4	$5\alpha_u/\alpha_1$
Controventi reticolari concentrici	2	4
Controventi eccentrici	4	$5\alpha_u/\alpha_1$
Strutture a mensola o a pendolo invertito	2	—
Strutture intelaiate controventate	4	$4\alpha_u/\alpha_1$

$$q_0 = 4; k_D = 1; k_R = 1$$



$$q = 4$$



$$S_{a,d} = 0.2g$$

Forze sismiche di piano

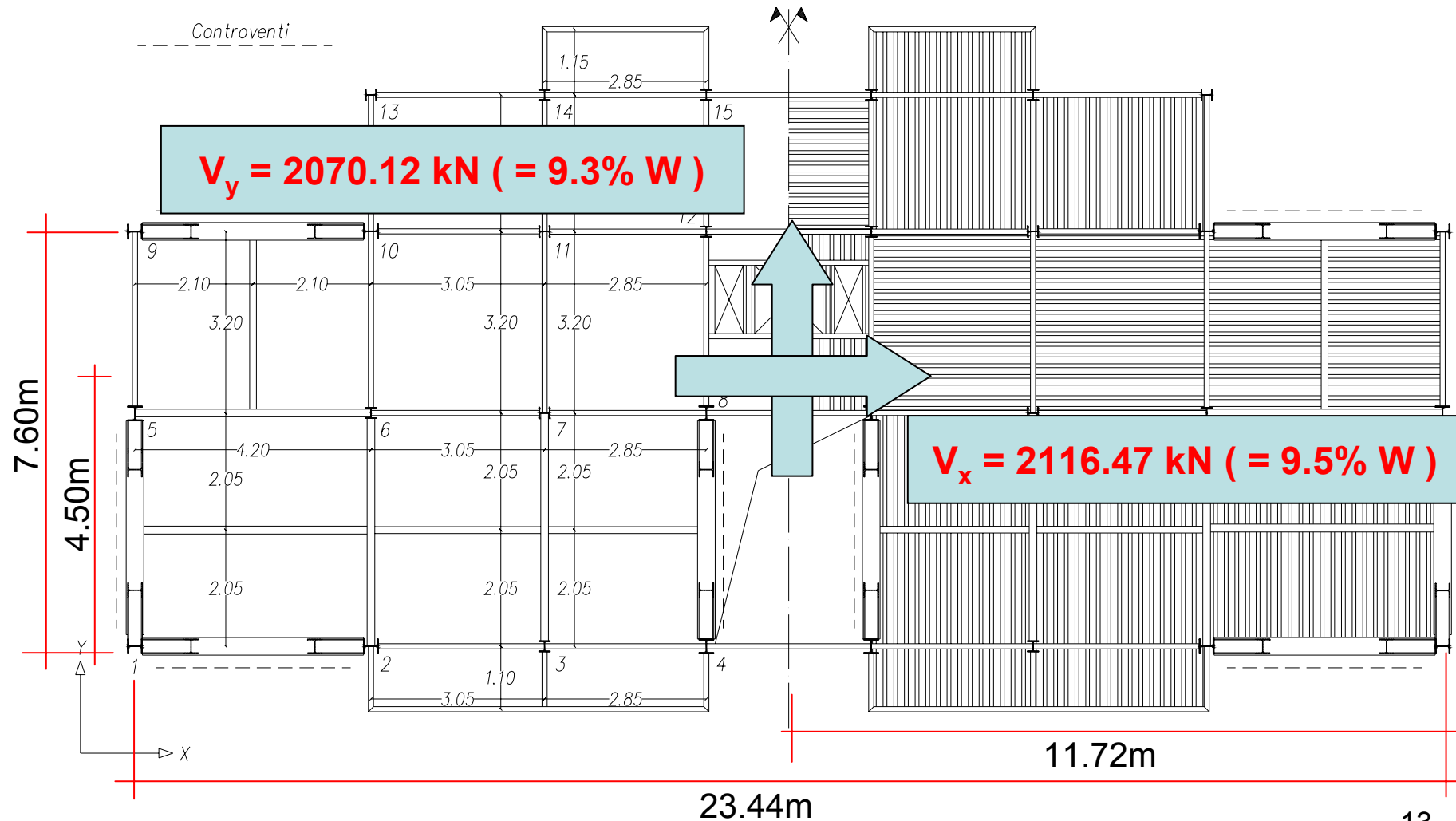
z _i (m)	Impalcato	Pesi (W _i)	W _i z _i	F _i -X (T _{1X} =0.68s)		F _i -Y (T _{1Y} =0.69s)	
				(kN)		(kN)	
				SLU	SLD	SLU	SLD
24.75	7	1613.89	39943.75	489.63	783.41	479.83	767.73
21.25	6	1731.22	36788.39	450.95	721.52	441.93	707.08
17.75	5	1761.73	31270.64	383.31	613.30	375.64	601.03
14.25	4	1768.19	25196.71	308.86	494.18	302.68	484.29
10.75	3	1770.51	19033.03	233.31	373.29	228.63	365.82
7.25	2	1841.27	13349.22	163.63	261.81	160.36	256.58
3.75	1	1887.70	7978.88	86.77	138.84	85.04	136.06
Totale		22338.85	172660.63	2116.47	3386.35	2070.12	3318.59

$$F_i = F_h \frac{m_i z_i}{\sum m_j z_j}$$

$$F_h = \lambda M S_d(T_1) = \lambda W S_d(T_1) / g$$

$$\lambda = 0.85$$

Forze sismiche di piano (SLU)



Forze sismiche sui controventi più sollecitati

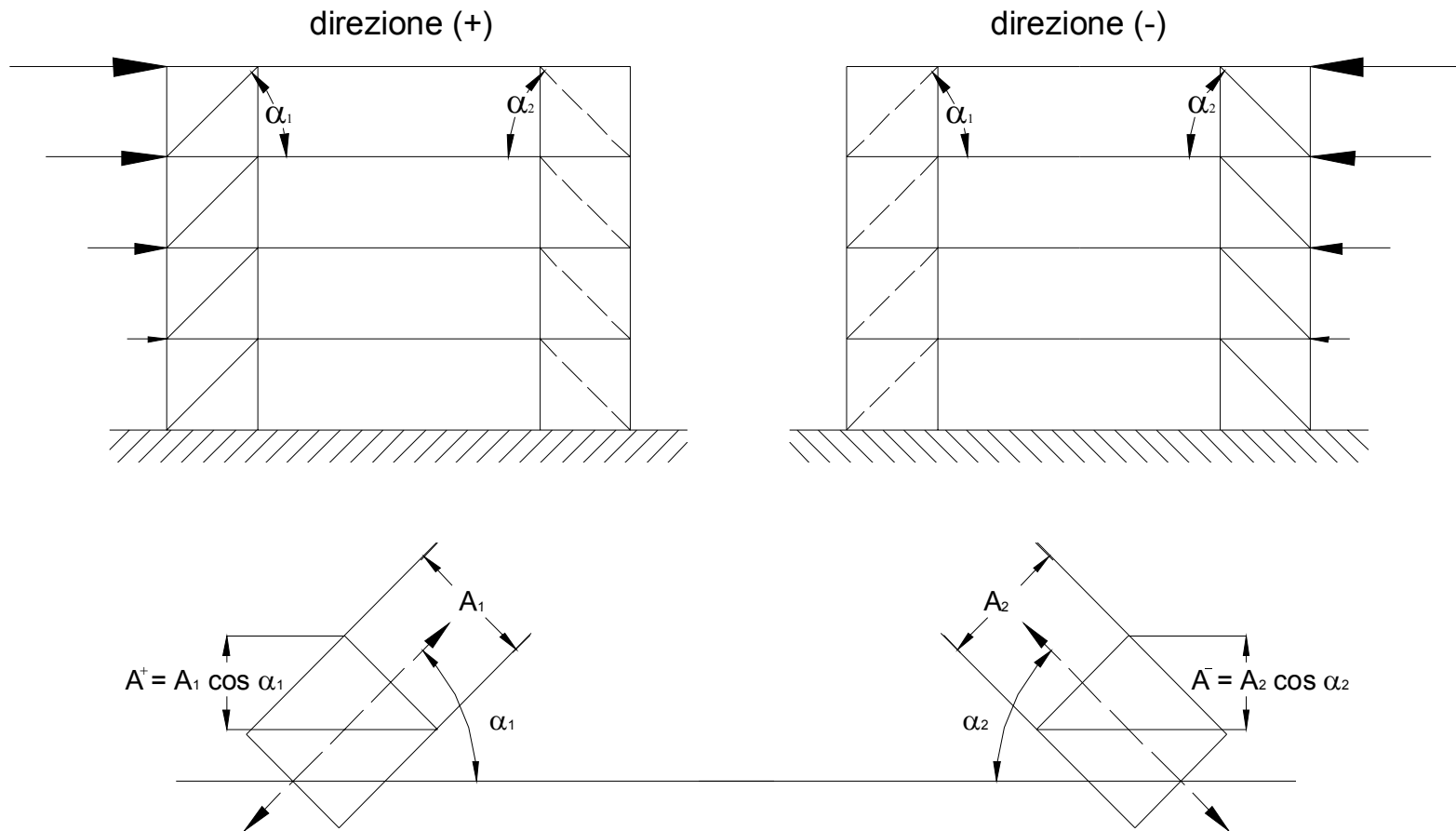
regolare in pianta, eccentricità accidentali $\Leftrightarrow \delta = 1 + 0.6 \frac{x}{L_e}$

$$\delta_x = 1 + 0.6 \frac{4.50}{7.60} = 1.36$$

$$\delta_y = 1 + 0.6 \frac{11.72}{23.44} = 1.30$$

Piano	F_x , (SLU) (kN)	$F_{x,i}$ (SLD) (kN)	$F_{y,i}$ (SLU) (kN)	$F_{x,i}$ (SLD) (kN)
7	331.79	530.86	155.95	249.51
6	305.58	488.93	143.63	229.80
5	259.75	415.59	122.08	195.34
4	209.23	334.87	98.37	157.39
3	158.10	252.95	74.31	118.89
2	110.88	177.41	52.12	83.39
1	58.80	94.08	27.64	44.22
Taglio alla base	1434.13	2294.69	674.10	1078.54

Verifica delle diagonali



$$\frac{|A_v^+ - A_v^-|}{A_v^+ + A_v^-} \leq 0.05$$

Verifica delle diagonali

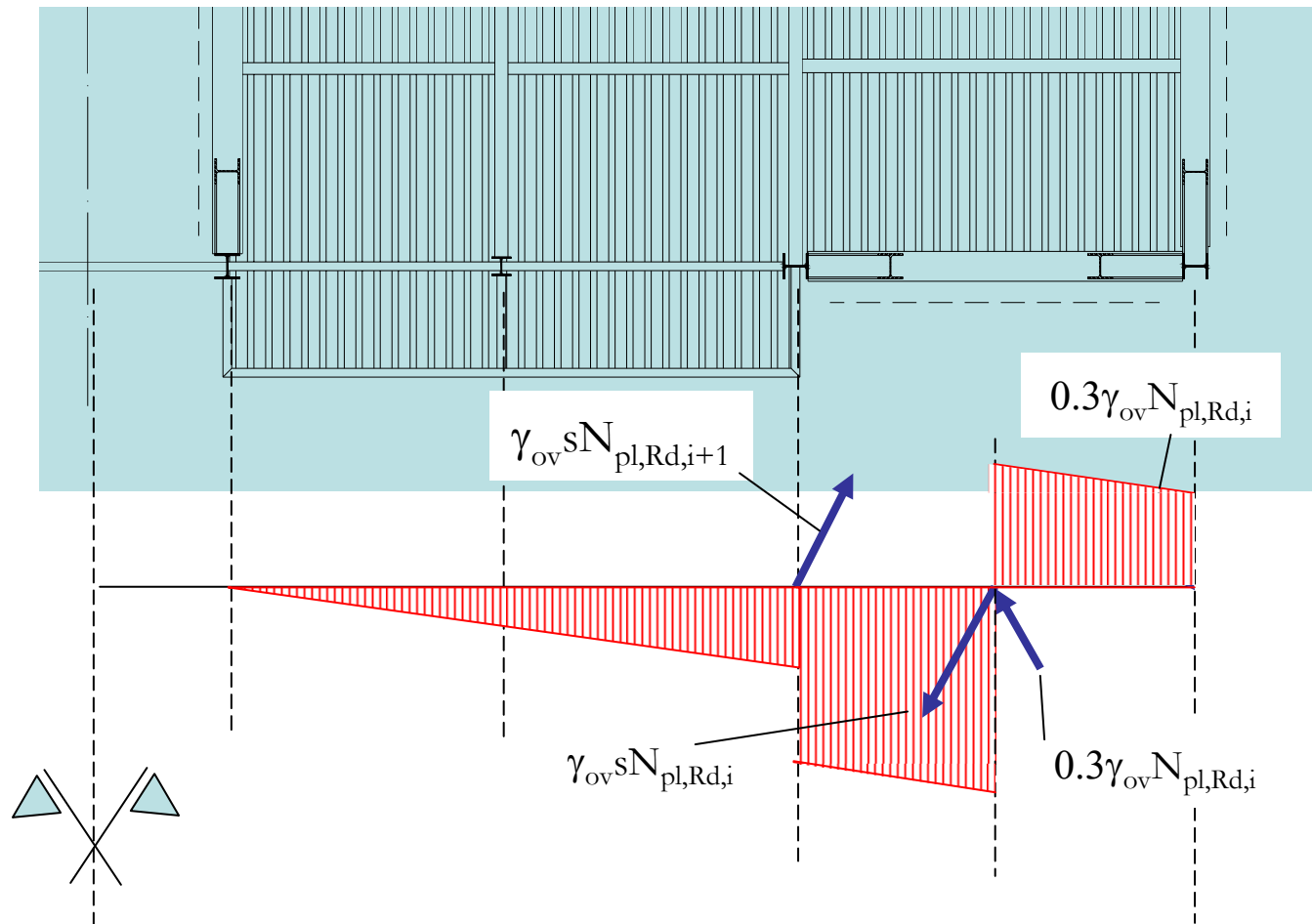
Controventi in direzione X - Diagonali al primo piano

Sezione	Acciaio	λ_{\max}	$\bar{\lambda}_{\max}$	χ	$N_{b,Rd}$ (kN)	N_{Sd} (kN)	$\frac{N_{b,Rd}}{N_{Sd}}$
HEB 180	S 235	94.09	1.01	0.59	864.37	751.50	1.15

Controventi in direzione Y - Diagonali al primo piano

Sezione	Acciaio	λ_{\max}	$\bar{\lambda}_{\max}$	χ	$N_{b,Rd}$ (kN)	N_{Sd} (kN)	$\frac{N_{b,Rd}}{N_{Sd}}$
HEB 180	S 235	94.09	1.01	0.59	864.37	721.39	1.20

Verifica delle travi



Verifica delle colonne

Piani	$N_{pl,Rd}$ (kN)	N_{Sd} (kN)	$\alpha_i = \frac{\gamma_{ov} \cdot s_i \cdot N_{pl,Rd,i}}{N_{Sd,i}}$
7	737.90	162.30	6.82
6	911.80	308.30	4.44
5	1010.50	433.02	3.50
4	1064.55	537.09	2.97
3	1276.05	613.32	3.12
2	1533.38	655.16	3.51
1	1533.38	751.50	3.06

* $\gamma_{ov} = 1.20$ (acciaio S235), $s_i = 1.25$ (membrature di classe duttile)

⇒ **$\alpha = 2.97$**

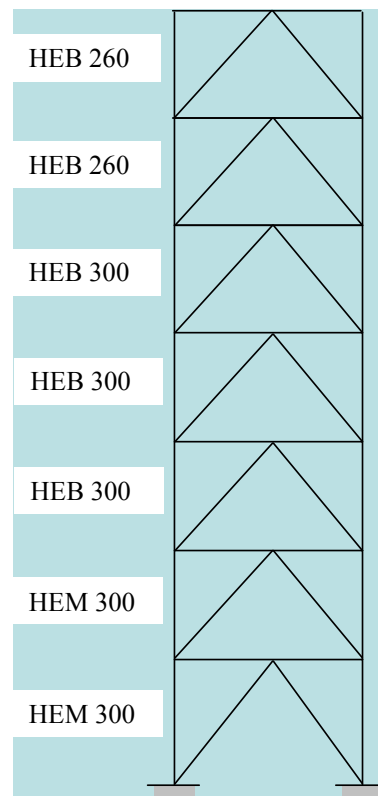
Piani	$N_{pl,Rd}$ (kN)	N_{Sd} (kN)	$\alpha_i = \frac{\gamma_{ov} \cdot s_i \cdot N_{pl,Rd,i}}{N_{Sd,i}}$
7	737.90	155.45	6.82
6	911.80	294.85	4.45
5	1010.50	414.03	3.69
4	1064.55	513.86	2.98
3	1276.05	586.80	3.13
2	1533.38	625.80	3.52
1	1533.38	721.39	3.06

* $\gamma_{ov} = 1.20$ (acciaio S235), $s_i = 1.25$ (membrature di classe duttile)

⇒ **$\alpha = 2.98$**

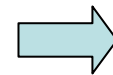
Verifica delle colonne

Colonna	Sezione	Acciaio	λ	$\bar{\lambda}$	χ	$N_{b,Rd}$ (kN)	$N_{pl,Rd}$ (kN)	$N_{Sd,G} + \alpha N_{Sd,E}$ (kN)	$\frac{N_{b,Rd}}{N_{Sd}}$	$\frac{N_{pl,Rd}}{N_{Sd}}$
Interna	HEM 300 S 355		50.0	0.66	0.81	8263.31	10244.29	7163.70	1.15	
Esterna								6693.27	1.53	



Stato limite di danno controllato

Tamponature rigidamente collegate alla struttura principale



$$d_r \leq 0.005h$$

