

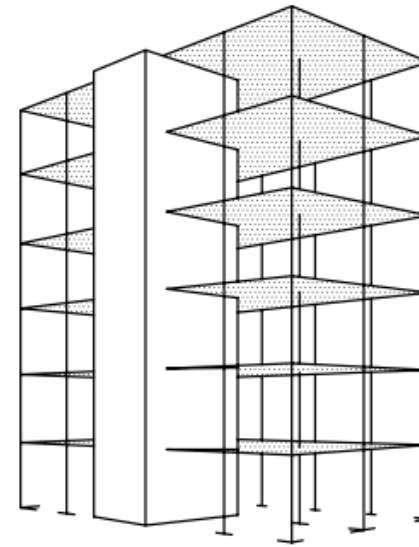
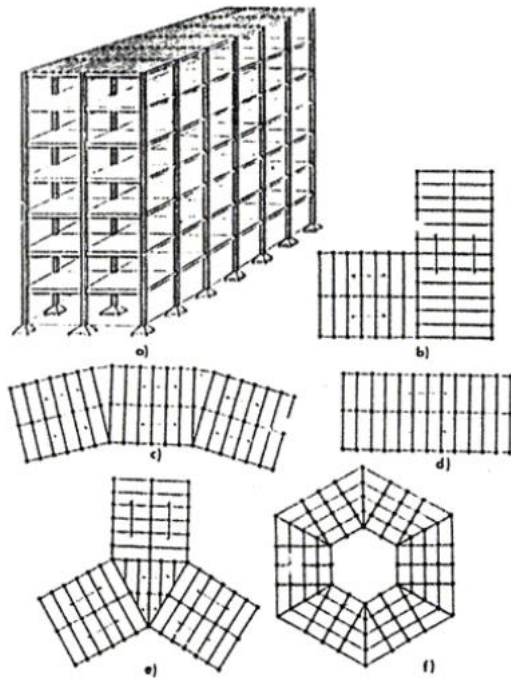


Costruzioni in Acciaio

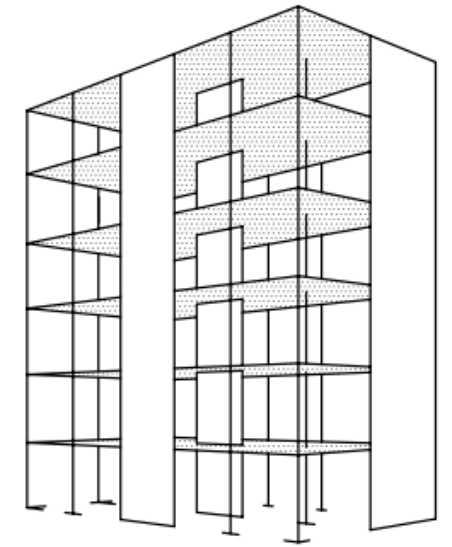
Tipologie costruttive e dettagli

Edifici multipiano

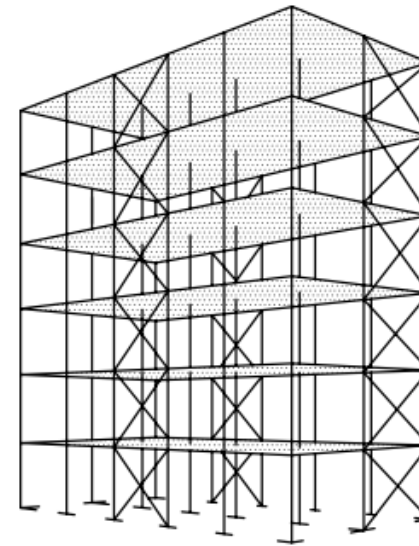
- Gli edifici intelaiati multipiano possono essere costruiti con **telai trasversali** (poco usati in quanto comportano l'uso di travi di luce maggiore) o con telai **longitudinali**
- In ogni caso essi possono essere interamente intelaiati o interamente controventati. Quest'ultima tipologia consente di impiegare giunti cerniera più semplici e meno costosi



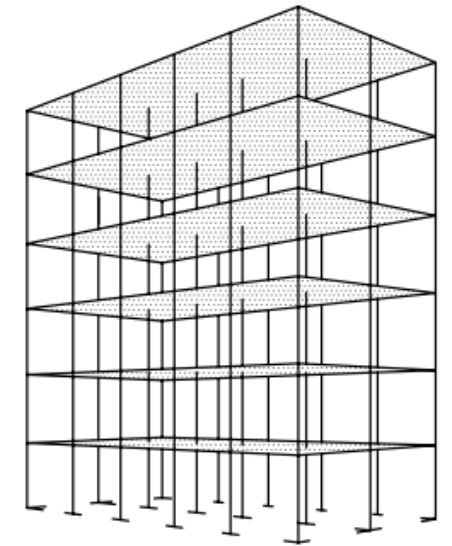
a)



b)



c)



d)

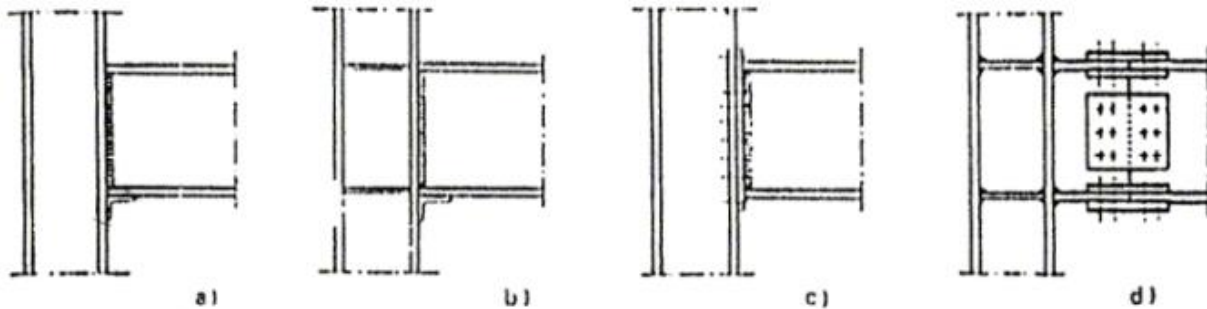
Tipologie di nodi a incastro o cerniera

Nodi a incastro (no controventatura)

Qualora il telaio non preveda controventatura è necessario predisporre collegamenti nodali in grado di trasmettere le forze orizzontali in fondazione.

Questi possono essere:

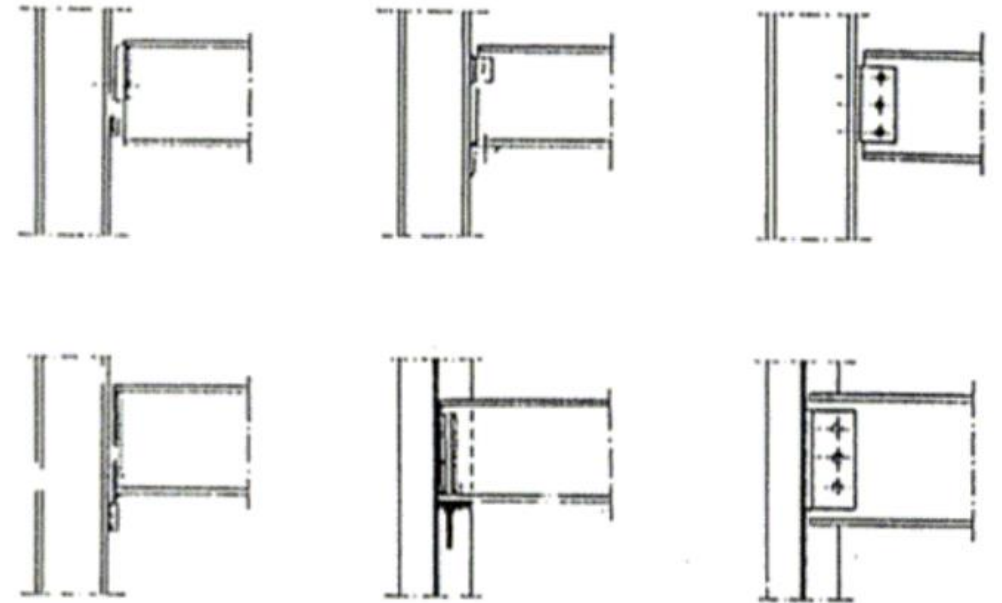
- (a) saldati a completa penetrazione (irrigiditi e non)
- (b) saldati a cordoni d'angolo (irrigiditi e non)
- (c) flangiati
- (d) bullonati con coprighiunti



Nodi a cerniera (con controventatura)

I nodi cerniera, più economici, possono realizzarsi con:

- angolari
- flangiati
- a sedia

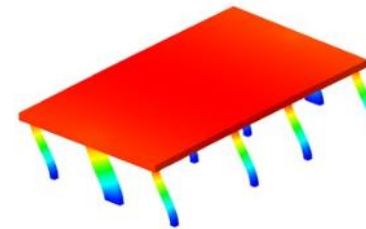
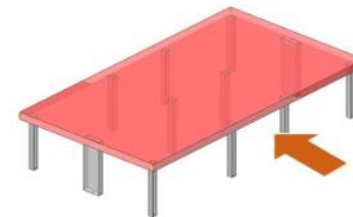
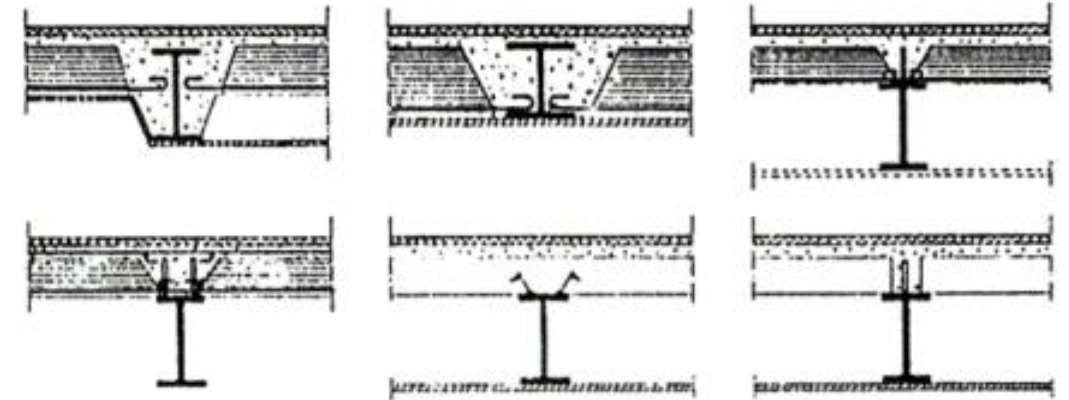


Solai rigidi

Per la modellazione di una struttura ai fini dell'esecuzione dell'analisi sismica globale, la Normativa Tecnica NTC2018 prescrive di considerare gli orizzontamenti piani come infinitamente rigidi nei seguenti casi:

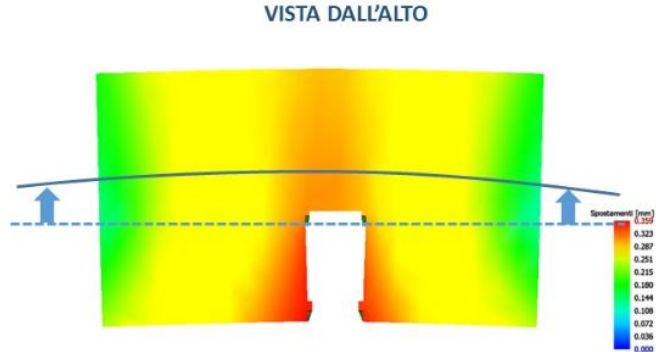
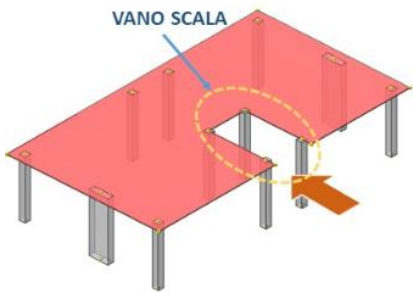
- solai realizzati con soletta piena in calcestruzzo armato;
- solai in latero-cemento con soletta di spessore pari ad almeno 4 cm;
- solai misti in legno o in acciaio con soletta in calcestruzzo armato di spessore pari ad almeno 5 cm, collegata agli elementi strutturali in legno o acciaio mediante connettori a taglio.

Ai sensi delle NTC2018 sembrerebbe sufficiente soddisfare le limitazioni geometriche appena elencate per poter analizzare l'edificio modellando l'impalcato come infinitamente rigido nel piano.



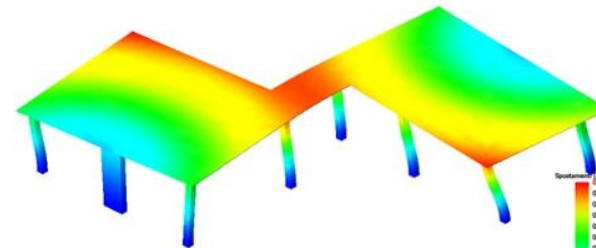
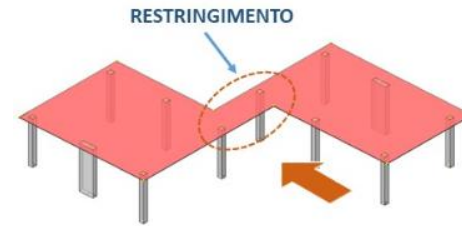
Solai rigidi - Forma

“[...] purch  le **aperture** presenti non ne riducano significativamente la rigidezza [...]”.



DEFORMAZIONE DELL'IMPALCATO

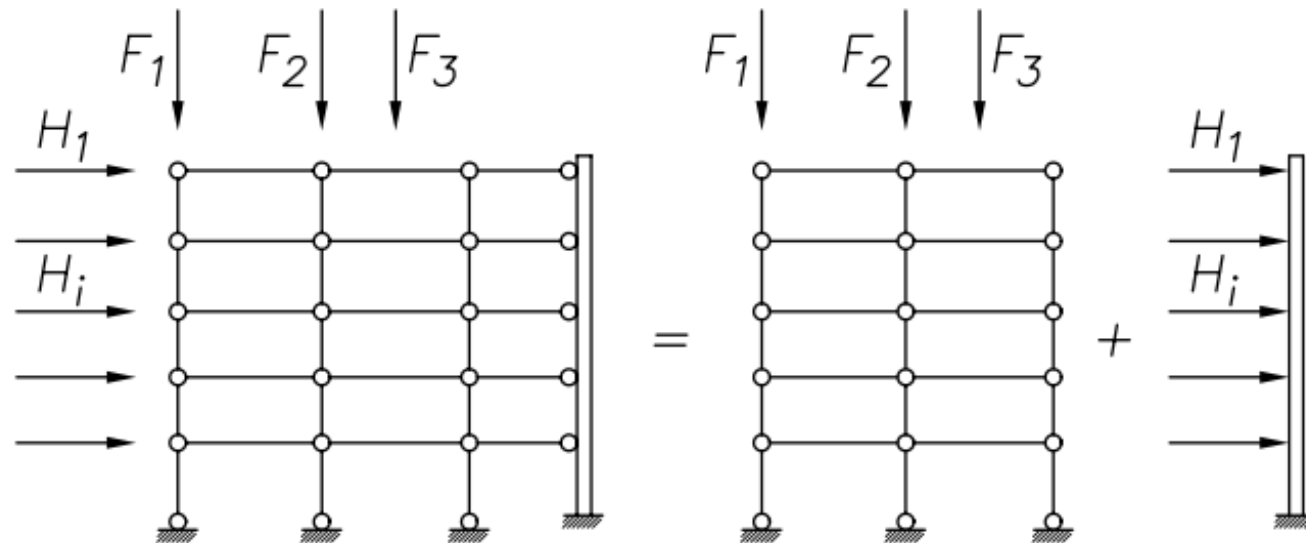
marcodepisapia
civilengineer



DEFORMAZIONE DELL'IMPALCATO

marcodepisapia
civilengineer

«Specializzazione» nell'assorbimento dei carichi

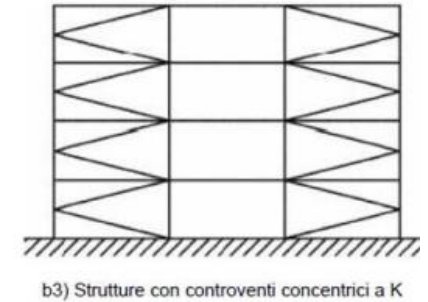
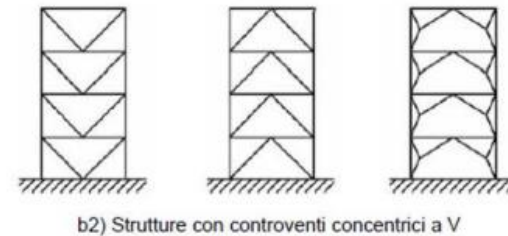
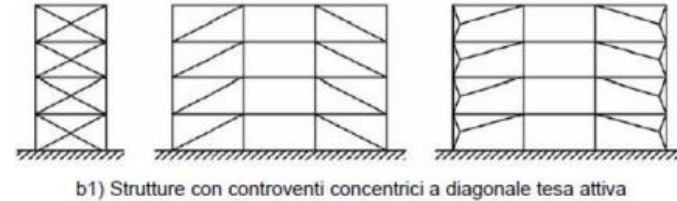


Nel caso in cui il telaio sia efficacemente controventato, la progettazione risulta semplificata in quanto, con riferimento alla generica situazione di carico, è possibile operare il dimensionamento del sistema privo di controvento per i soli carichi verticali, e del controvento per tutte le azioni verticali e orizzontali che gravano su esso.

Controventi

CONCENTRICI

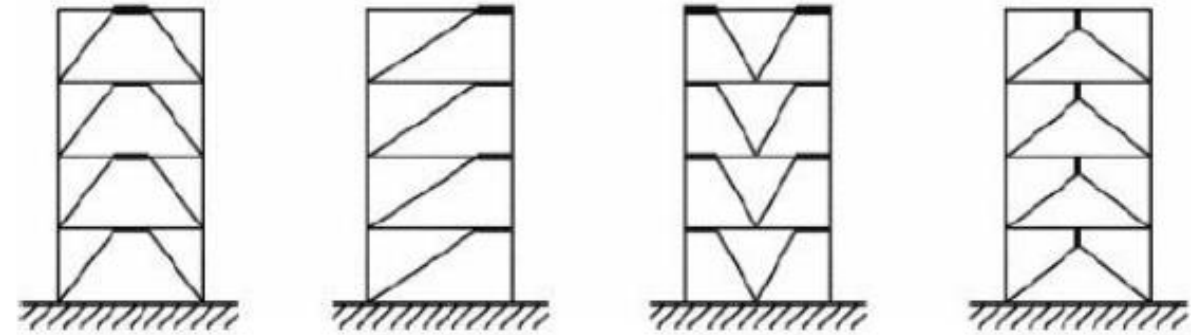
- Sono previsti dalla Normativa secondo tre tipologie di sistemi
- Il primo sistema prevede i controventi a diagonale tesa attiva, nei quali la diagonale funziona solo quando è tesa mentre, nel momento in cui è chiamata a lavorare in compressione, si instabilizza e viene considerata inefficace. Deve quindi essere prevista una diagonale tesa per ogni direzione della forza orizzontale
- In alternativa si può pensare ad un sistema con controventi a diagonale tesa e compressa attiva
- La terza tipologia da normativa è rappresentata dai controventi a K, dove le diagonali confluiscono sul pilastro



Controventi

ECCENTRICI

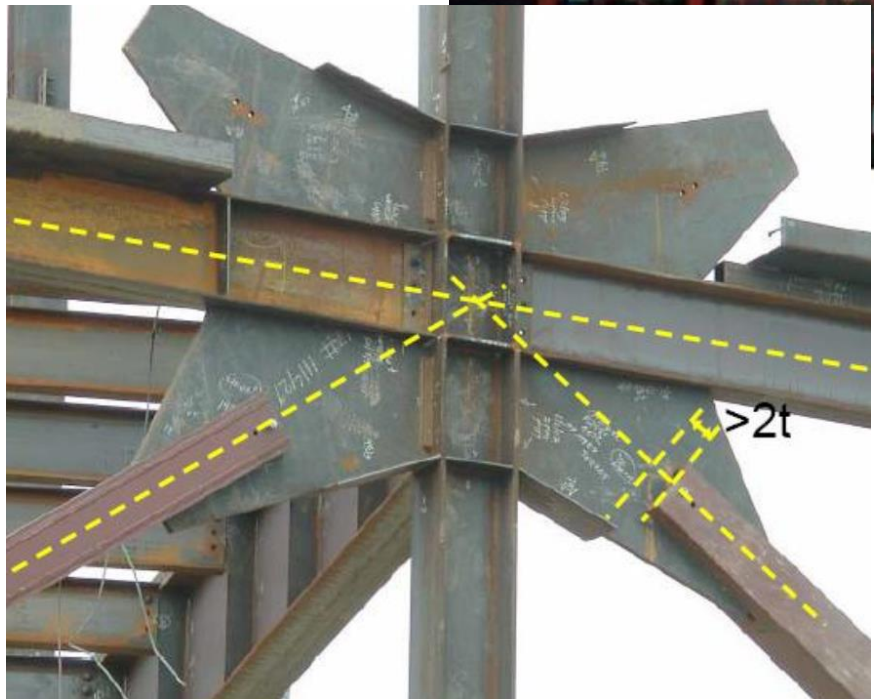
- Nel caso di controventi eccentrici, gli assi dei diagonali confluiscono in un punto esterno all'asse della trave
- La distanza tra i due punti di intersezione con l'asse della trave viene indicata come eccentricità
- Da questa, dipenderanno le sollecitazioni di taglio e flessione sulla trave
- Un controvento eccentrico funziona quindi in modo completamente diverso rispetto al controvento concentrico



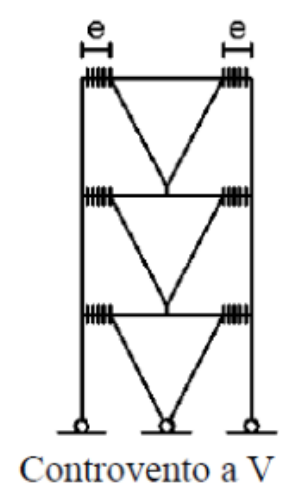
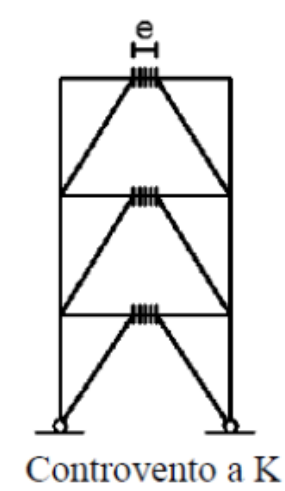
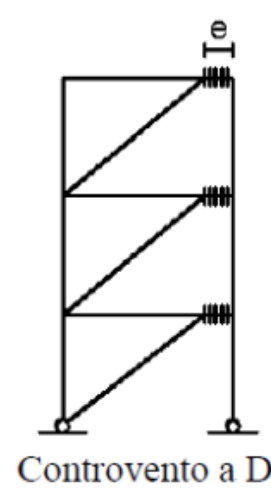
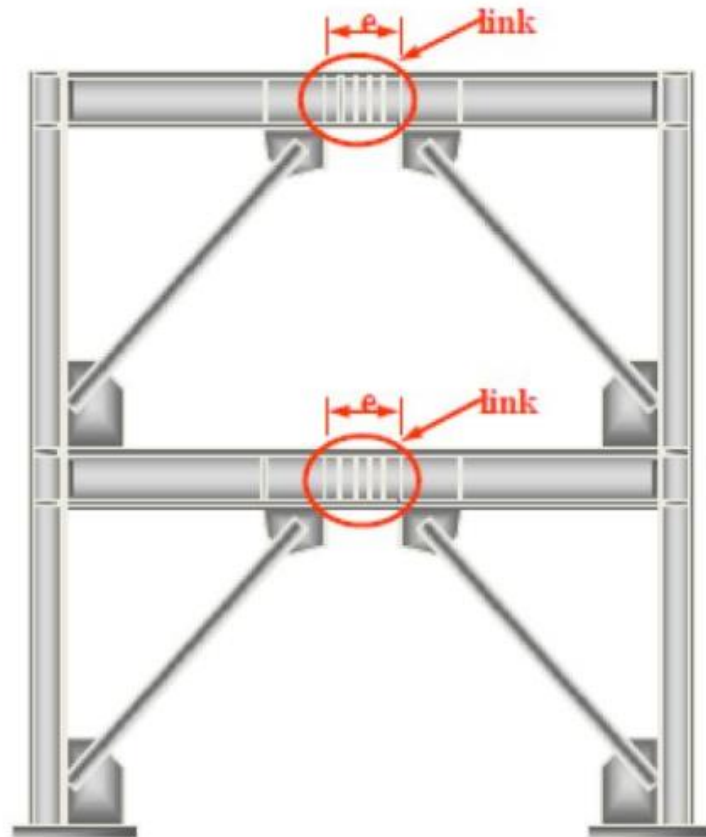
c) Strutture con controventi eccentrici

- Il tratto di trave che unisce i punti in cui confluiscono i controventi viene concepito appositamente per essere l'elemento dissipativo visto che è proprio in questo elemento che si concentrano gli sforzi
- Si ammette quindi che l'elemento possa danneggiarsi mentre tutto il resto della trave, il diagonale, la colonna e i relativi collegamenti, rimangano in campo elastico
- Tutta la dissipazione avviene in quel tratto, ovvero nel **link dissipativo** (come viene definito dalla Normativa)

Controventi concentrici



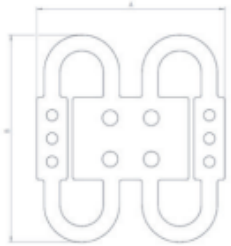
Controventi eccentrici



Controventi dissipativi isteretici

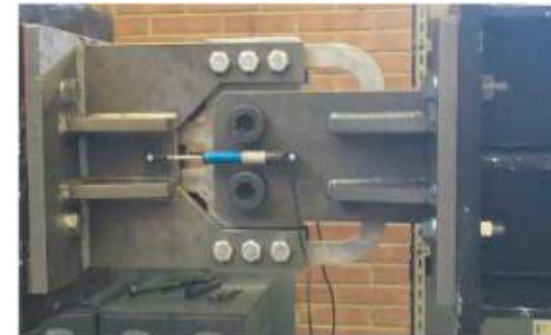


Controventi dissipativi isteretici

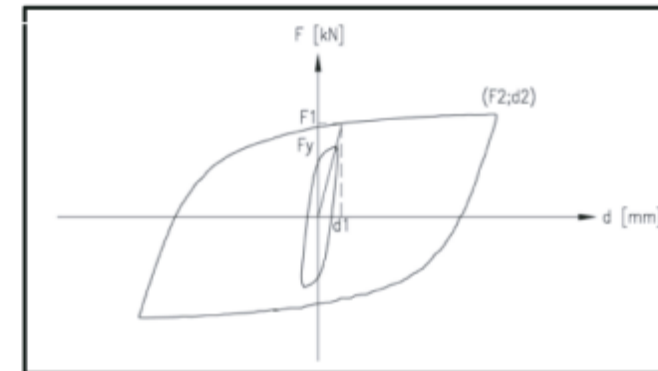


Legenda:

- F_1 Forza elastica al terzo ciclo allo spostamento d_1
- K_e Rigidezza ramo elastico
- d_1 Spostamento di snervamento
- F_2 Forza ultima allo spostamento d_2
- d_2 Spostamento ultimo
- F_y Forza di primo snervamento
- d_y Spostamento di primo snervamento



SIGLA	F_1	K_e	d_1	F_2	d_2	F_y	d_y	Numero Elementi	A	B
	[kN]	[kN/mm]	[mm]	[kN]	[mm]	[kN]	[mm]	[-]	[mm]	[mm]
HBF 160/40	158	154	1,02	159	20	55	0,81	1	320	380
HBF 195/40	191	168	1,14	195	20	76	0,83	1	330	395
HBF 300/40	299	256	1,17	300	20	61	0,60	1	365	440
HBF 345/40	342	339	1,01	345	20	75	0,63	1	380	460
HBF 390/40	385	347	1,11	390	20	84	0,68	1	380	470
HBF 440/40	436	396	1,10	440	20	99	0,70	1	400	470
HBF 480/40	477	351	1,36	480	20	161	0,68	1	420	510
HBF 600/40	598	511	1,17	600	20	122	0,60	2	385	450
HBF 690/40	684	677	1,01	690	20	150	0,63	2	400	505
HBF 780/40	770	694	1,11	780	20	168	0,68	2	420	510
HBF 880/40	872	793	1,10	880	20	198	0,70	2	425	510
HBF 960/40	954	701	1,36	960	20	322	0,68	2	430	530
HBF 160/30	158	206	0,77	159	15	55	0,61	1	320	355
HBF 195/30	191	223	0,86	195	15	76	0,62	1	330	365
HBF 300/30	299	341	0,88	300	15	61	0,45	1	365	410
HBF 345/30	342	451	0,76	345	15	75	0,47	1	380	430
HBF 390/30	385	462	0,83	390	15	84	0,51	1	380	440
HBF 440/30	436	528	0,83	440	15	99	0,53	1	400	435
HBF 480/30	477	468	1,02	480	15	161	0,51	1	420	475
HBF 600/30	598	681	0,88	600	15	122	0,45	2	385	420
HBF 690/30	684	903	0,76	690	15	150	0,47	2	400	475
HBF 780/30	770	925	0,83	780	15	168	0,51	2	420	480
HBF 880/30	872	1057	0,83	880	15	198	0,53	2	425	475
HBF 960/30	954	935	1,02	960	15	322	0,51	2	430	495



Controventi – Modellazione

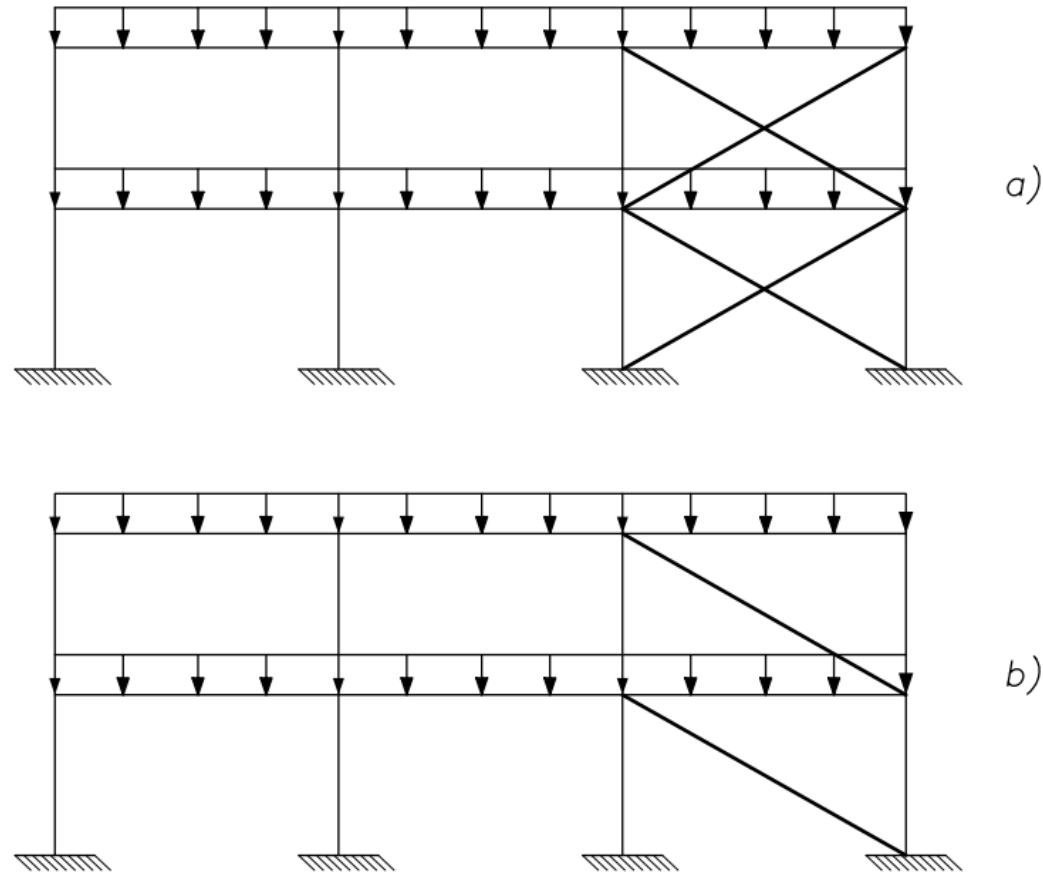
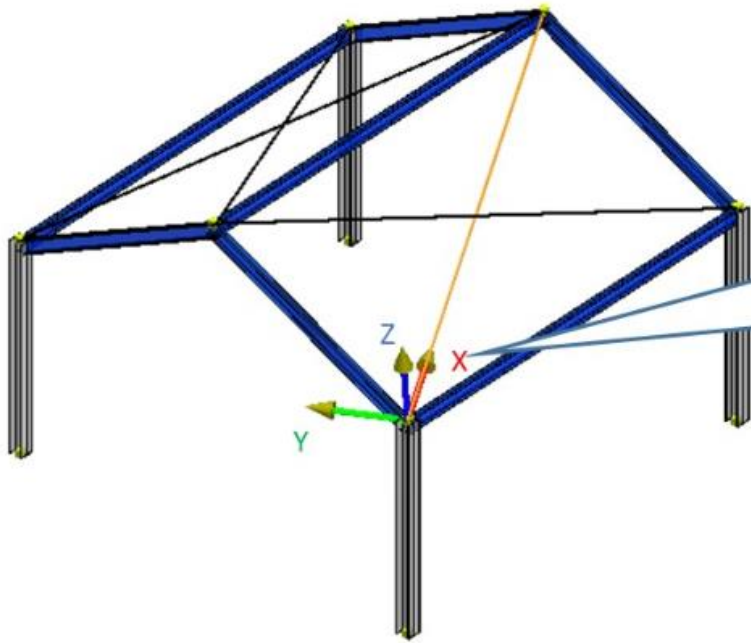
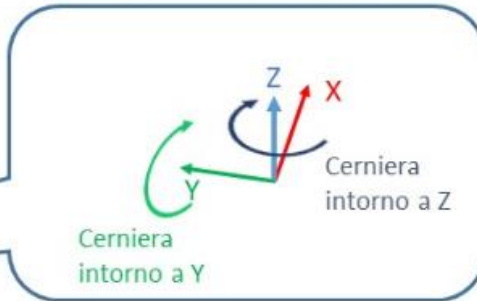


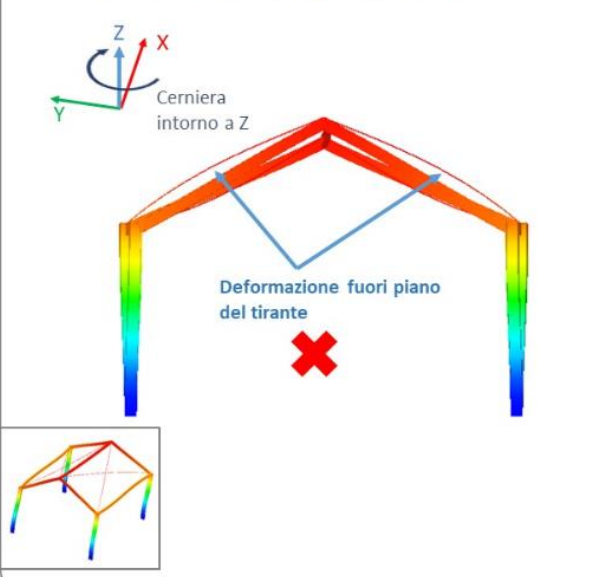
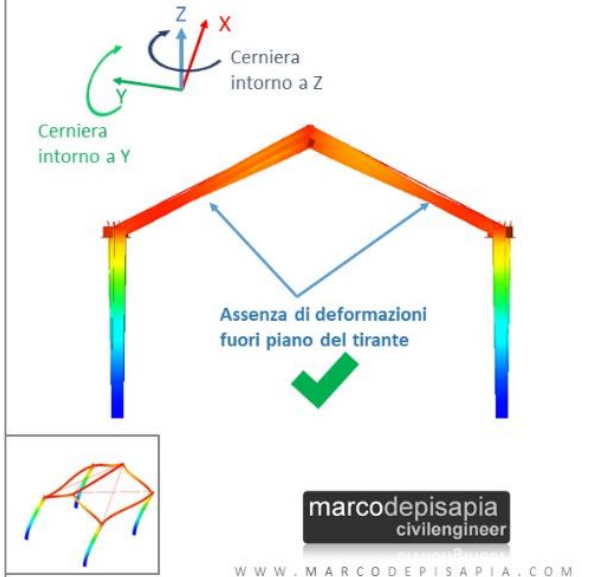
Figura 3.7 Esempio di telaio piano controventato con diagonali in grado di resistere solo alle forze di trazione: a) telaio, b) schematizzazione per l'analisi strutturale.

Controventi – Modellazione



Doppia cerniera del tirante

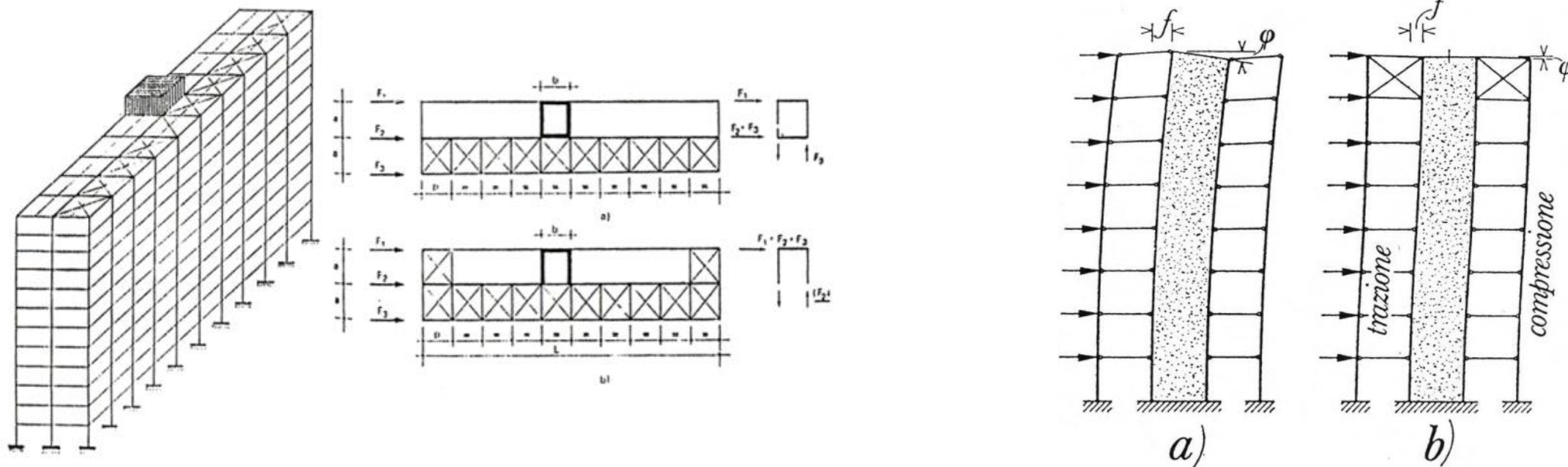


Tiranti con cerniera singola intorno ad asse Z	Tiranti con cerniera doppia intorno ad asse Y e Z
	

marcodepisapia
civilengineer

WWW.MARCODEPISAPIA.COM

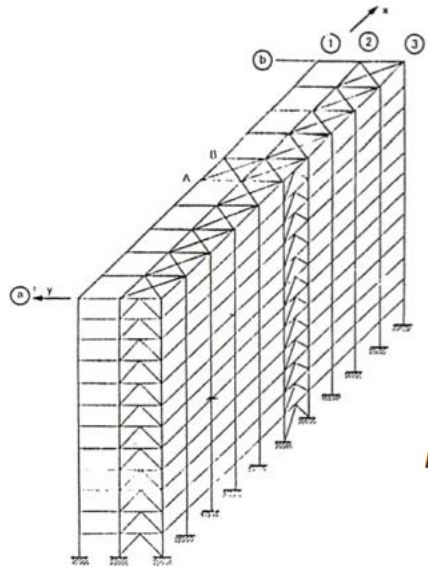
Controventature miste / con nucleo in c.a.



Si possono realizzare soluzioni miste con:

- Setti indipendenti (ma comunque collaboranti)
- Setti a getto unico (con maggiore richiesta di attenzione nei confronti della torsione sollecitante)
- Nuclei a C
- Nuclei chiusi

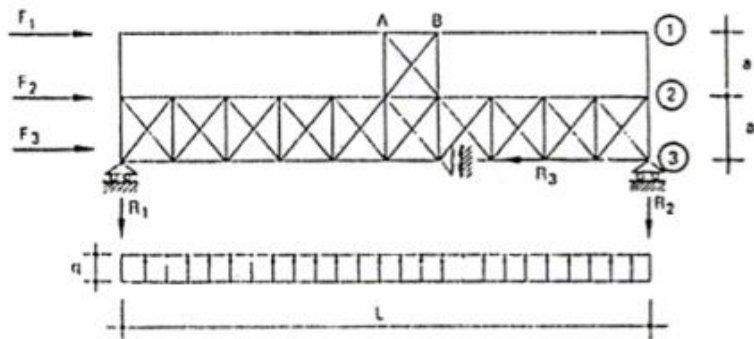
Controventi isostatici



L'equilibrio sulla controventatura di piano impone:

$$q \rightarrow R_1 = R_2 = \frac{qL}{2} \quad R_3 = 0$$

$$F_i \rightarrow R_1 = R_2 = \frac{F_1 2a + F_2 a}{L} \quad R_3 = F_1 + F_2 + F_3$$



Strutture speciali

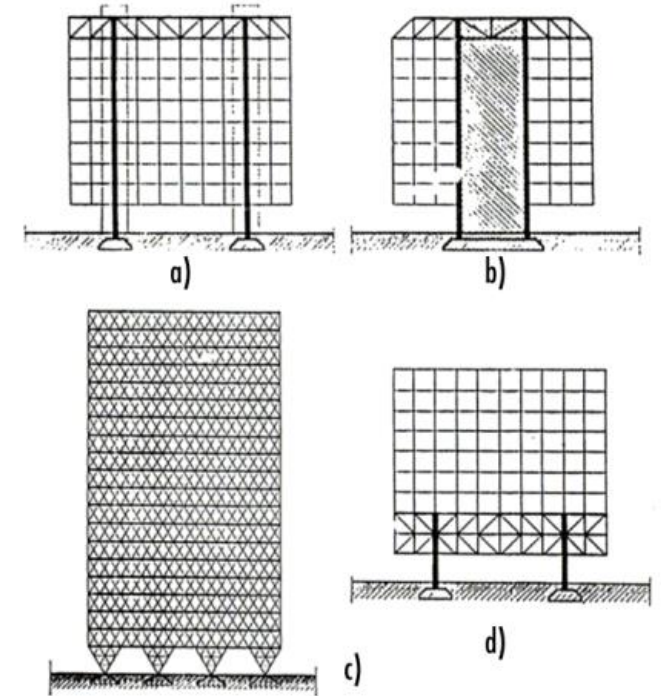


Figura 11.24: Strutture speciali

- (a) Struttura di edificio del tipo sospeso;
- (b) Struttura di edificio del tipo "ad ombrello";
- (c) Telaio di facciata di tipo reticolare a maglie rombiche;
- (d) Struttura di edificio del tipo "a grandi luci a ponte".

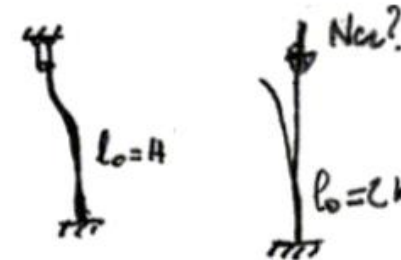
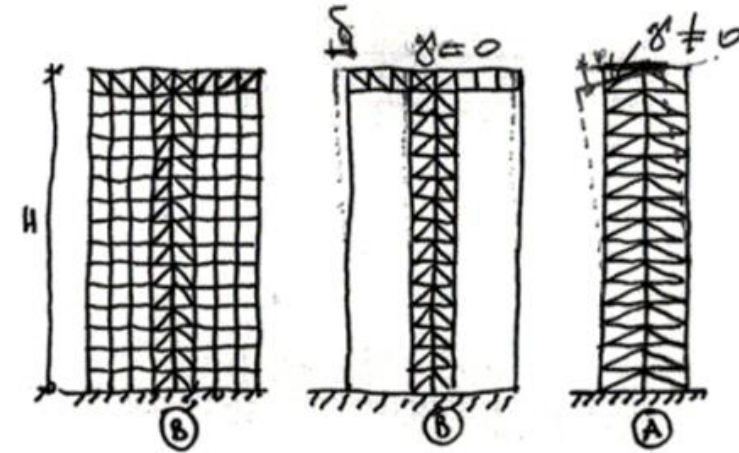
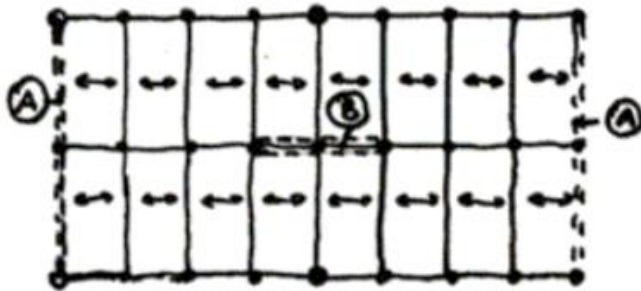
Verifica della stabilità globale (carichi verticali)

Metodo 1

Si calcola il carico critico per il controvento in modo approssimato

$$N_c = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot J^*}{l_0^2}$$

con J^* momento d'inerzia flessione del controvento considerato formato dalle sole sezioni trasversali dei montanti del controvento stesso.



Si calcola il carico $N_{tot} = \sum N_{i,max}$, somma delle massime azioni assiali in tutte le colonne dell'edificio. Dovrà essere $N_c/N_{tot} \geq 4 \div 8$.

Verifica della stabilità globale (carichi verticali)

Metodo 2 (proposto da normativa)

In assenza di determinazione diretta del carico critico Euleriano dell'intera struttura, la norma consente di saggiare la stabilità globale controllando che accanto alla condizione di carico imposta dalla norma, vento escluso, la struttura possa sopportare anche un carico orizzontale pari a

$$q_H = \frac{q_V}{80}$$

con q_V carichi verticali agenti. Dovrà risultare

$$\delta \leq \frac{H}{500}$$

(anche gli spostamenti δ da vento, come noto, devono essere tali che $\delta \leq \frac{H}{500}$)



Limiti di deformabilità per costruzioni in acciaio – norma NTC 2008

Tabella 4.2.XI Limiti di deformabilità per costruzioni ordinarie soggette ad azioni orizzontali

Tipologia dell'edificio	Limiti superiori per gli spostamenti orizzontali	
	$\frac{\delta}{h}$	$\frac{\Delta}{H}$
Edifici industriali monopiano senza carroponte	$\frac{1}{150}$	/
Altri edifici monopiano	$\frac{1}{300}$	/
Edifici multipiano	$\frac{1}{300}$	$\frac{1}{500}$

In caso di specifiche esigenze tecniche e/o funzionali tali limiti devono essere opportunamente ridotti.

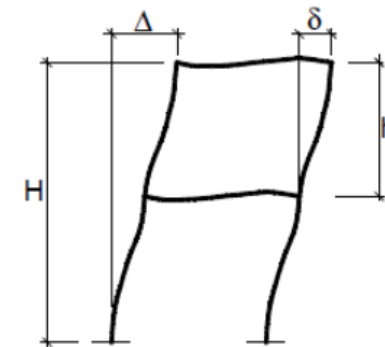
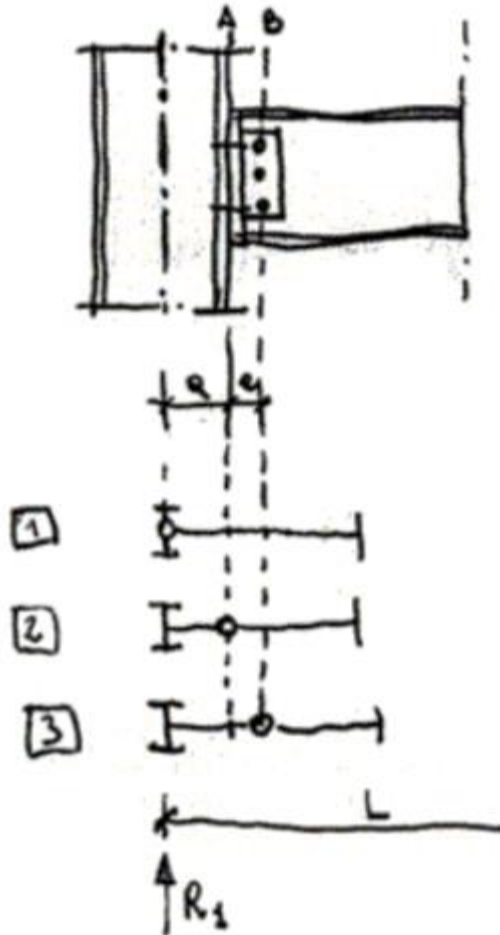


Figura 4.2.2 - Definizione degli spostamenti orizzontali per le verifiche in esercizio

Verifica della stabilità globale (carichi verticali)

Schemi di calcolo dei nodi



Schema 1 - colonna semplicemente compressa

La trave ha una luce pari ad l .

$$\text{giunto a} \begin{cases} V = R_1 \\ M = R_1 \cdot a \end{cases}$$

$$\text{giunto b} \begin{cases} V = R_1 \\ M = R_1 \cdot (a + e) \end{cases}$$

Schema 2 - colonna pressoinflessa

$$\text{colonna} \begin{cases} N = R_1 \\ M = R_1 \cdot a \end{cases}$$

La trave ha una luce pari ad $l - 2a$.

$$\text{giunto a} \begin{cases} V = R_1 \\ M = 0 \end{cases}$$

$$\text{giunto b} \begin{cases} V = R_1 \\ M = R_1 \cdot e \end{cases}$$

Schema 3 - colonna pressoinflessa

$$\text{colonna} \begin{cases} N = R_1 \\ M = R_1 \cdot (a + e) \end{cases}$$

La trave ha una luce pari ad $l - 2(a + e)$.

$$\text{giunto a} \begin{cases} V = R_1 \\ M = R_1 \cdot e \end{cases}$$

$$\text{giunto b} \begin{cases} V = R_1 \\ M = 0 \end{cases}$$

Ognuno di questi tre modelli è a favore di sicurezza e può essere assunto nel calcolo.