Workshop

Progetto di edifici antisismici con struttura in c.a.

Catania

aula IT del DAU

10-20 settembre 2013

07 – Rigidezza laterale degli elementi strutturali

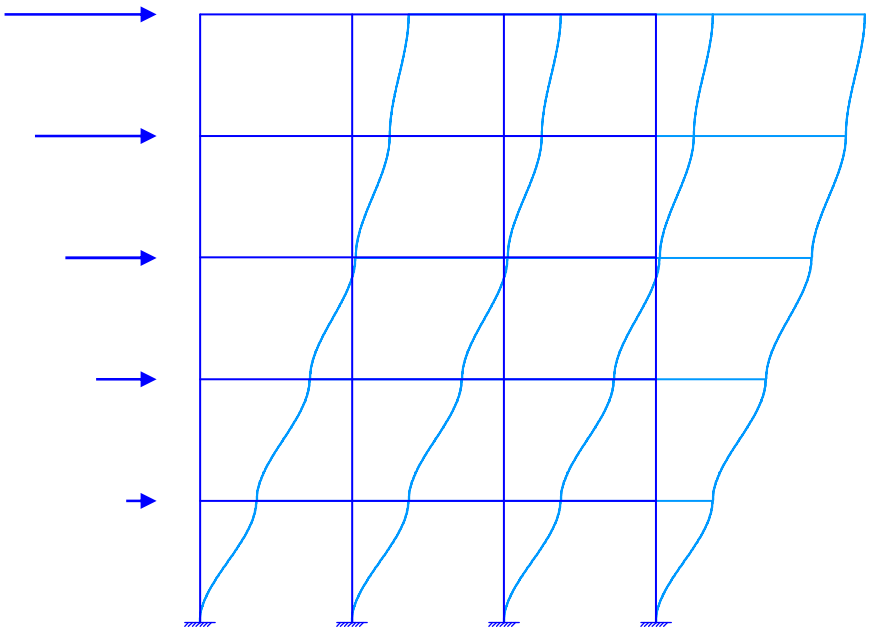
Elementi resistenti
alle azioni orizzontali

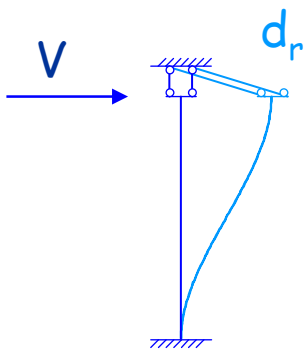
I singoli elementi assorbono un'aliquota dell'azione sismica minore o maggiore in proporzione alla loro rigidezza

In che modo si può stimare la rigidezza?

Rigidezza

- Rigidezza di un pilastro = rapporto tra taglio V e spostamento relativo d_r
- Se le travi sono infinitamente rigide





Modello
di calcolo

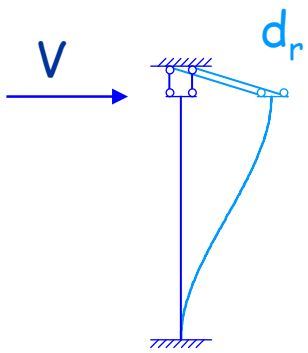
Rigidezza

- Rigidezza di un pilastro = rapporto tra taglio V e spostamento relativo d_r
- Se le travi sono infinitamente rigide

$$d_r = \frac{V\,L_p^{\,3}}{12\,E\,I_p}$$

$$\text{rigidezza} = \frac{12\,E\,I_p}{L_p^{\,3}}$$

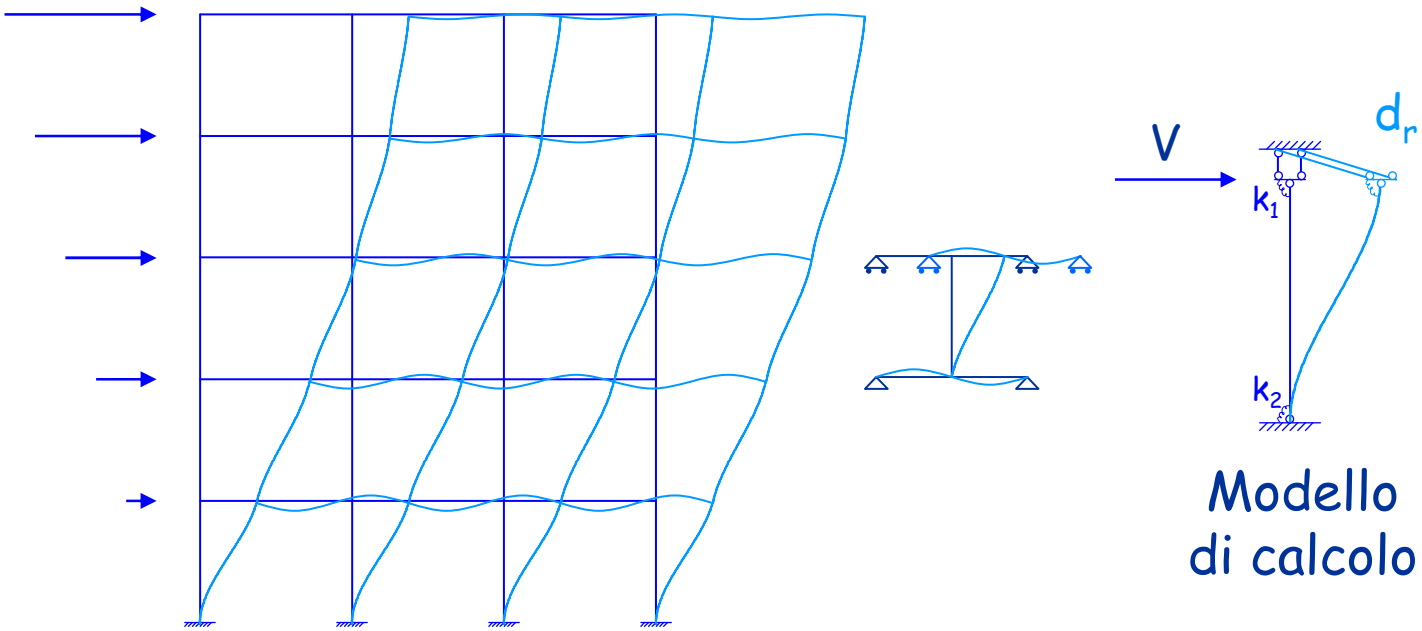
La rigidezza è proporzionale al momento d'inerzia della sezione



Modello di calcolo

Rigidezza

- Rigidezza di un pilastro = rapporto tra taglio V e spostamento relativo d_r
- In realtà le travi sono deformabili



Modello di calcolo

Rigidezza

- Rigidezza di un pilastro = rapporto tra taglio V e spostamento relativo d_r

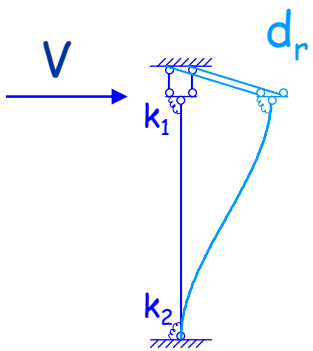
- In realtà le travi sono deformabili

$$k_1 = \frac{12\,E\,I_{t,sup}}{L_t}$$

ma poiché la trave serve da vincolo anche al pilastro di sopra, prendo la metà

$$k_1 = \frac{6\,E\,I_{t,sup}}{L_t} \qquad k_2 = \frac{6\,E\,I_{t,inf}}{L_t}$$

pongo $r_1 = \dfrac{E\,I_p / L_p}{E\,I_{t,sup} / L_t}$ $\quad r_2 = \dfrac{E\,I_p / L_p}{E\,I_{t,inf} / L_t}$



Modello di calcolo

Rigidezza

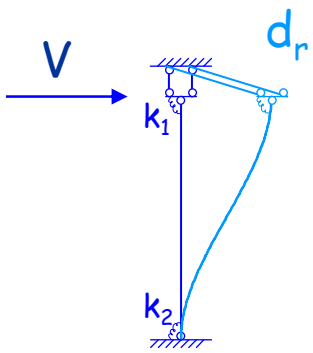
- Rigidezza di un pilastro = rapporto tra taglio V e spostamento relativo d_r

- In realtà le travi sono deformabili

$$d_r = \frac{V\,L_p^{\,3}}{12\,E\,I_p}\left[1+\frac{1}{2}\,\frac{r_1+r_2+2\,r_1\,r_2/3}{1+(r_1+r_2)/6}\right]$$

$$= \frac{V\,L_p^{\,3}}{12\,E\,I_p}\left[1+\frac{1}{2}\,(r_1+r_2)-\frac{1}{2}\,\frac{(r_1-r_2)^2/6}{1+(r_1+r_2)/6}\right]$$

$$\cong \frac{V\,L_p^{\,3}}{12\,E\,I_p}\left[1+\frac{1}{2}\,(r_1+r_2)\right] \qquad \text{se } r_1 \cong r_2$$



Modello di calcolo

Lo spostamento dipende anche dalla rigidezza delle travi

Rigidezza

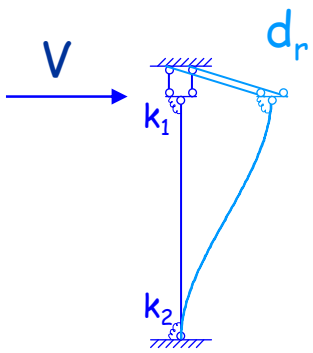
- Rigidezza di un pilastro = rapporto tra taglio V e spostamento relativo d_r

- In realtà le travi sono deformabili

Spostamento e rigidezze si possono esprimere direttamente con

$$d_r \cong \frac{V L_p^3}{12 E I_p}\left[1+\frac{1}{2}\left(\frac{E I_p / L_p}{E I_{t,sup} / L_t}+\frac{E I_p / L_p}{E I_{t,inf} / L_t}\right)\right]$$

$$\text{rigidezza} = \frac{12 E I_p}{L_p^3}\,\frac{1}{1+\frac{1}{2}\left(\frac{E I_p / L_p}{E I_{t,sup} / L_t}+\frac{E I_p / L_p}{E I_{t,inf} / L_t}\right)}$$



Modello di calcolo

Rigidezza

Esempi:

pilastro	30x70	l=3.20 m
travi	30x60	l=4.50 m

k = 30.60 kN/mm

pilastro	70x30	l=3.20 m
travi	30x60	l=4.50 m

k = 12.88 kN/mm

pilastro	30x70	l=3.20 m
travi	60x24	l=4.50 m

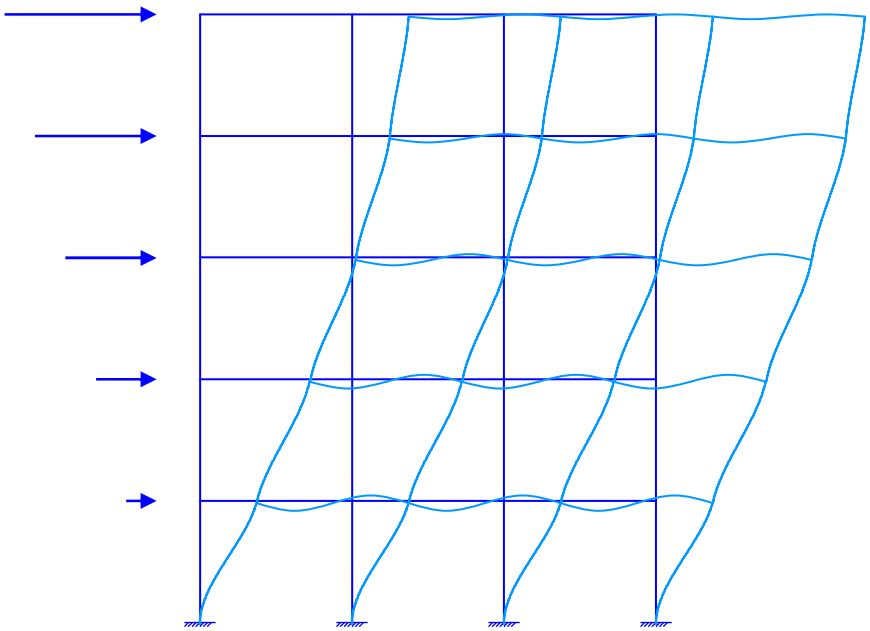
k = 5.36 kN/mm

Vedi file Excel Rigidezza

Rigidezza

Nota:

- Le formule sono ricavate nell'ipotesi di rotazione uguale per tutti i nodi



Cadono in difetto se vi sono forti variazioni tra un pilastro e l'altro

In particolare nel caso di un pilastro di piatto tra due pilastri di coltello

In questo caso la rotazione del nodo centrale può essere nulla; valutare la rigidezza del pilastro centrale senza riduzioni

Elementi resistenti
alle azioni orizzontali

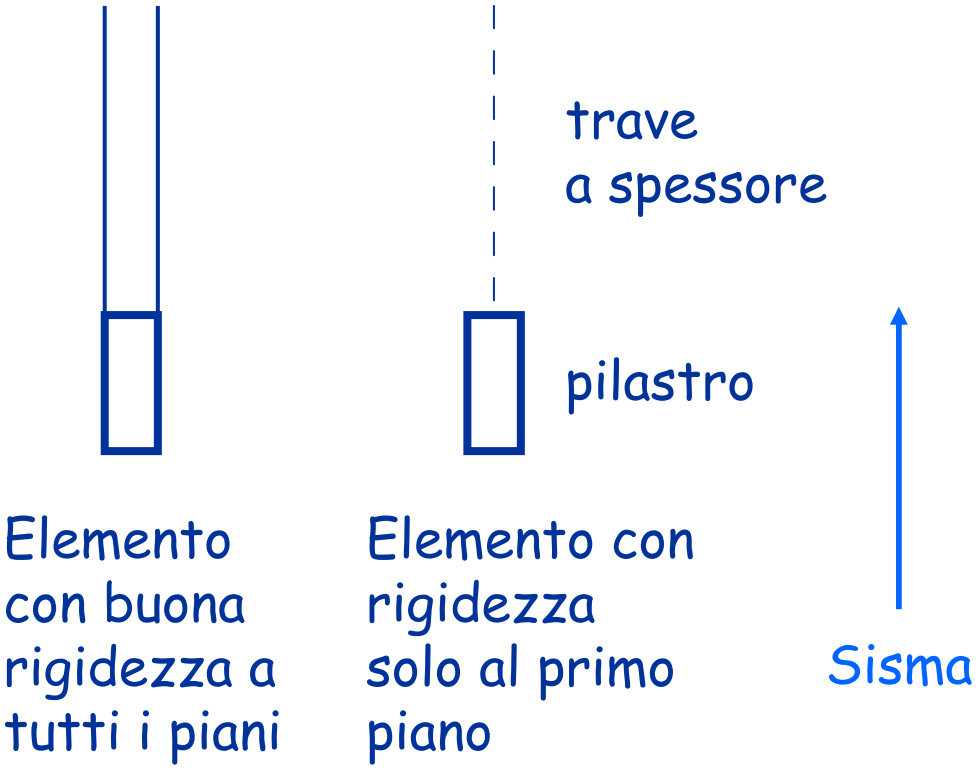
In realtà si hanno spesso travi sia emergenti che a spessore e pilastri rettangolari

Elemento con buona rigidezza a tutti i piani

La resistenza all'azione sismica è affidata ai pilastri allungati nella direzione del sisma ed accoppiati a travi emergenti

Elementi resistenti
alle azioni orizzontali

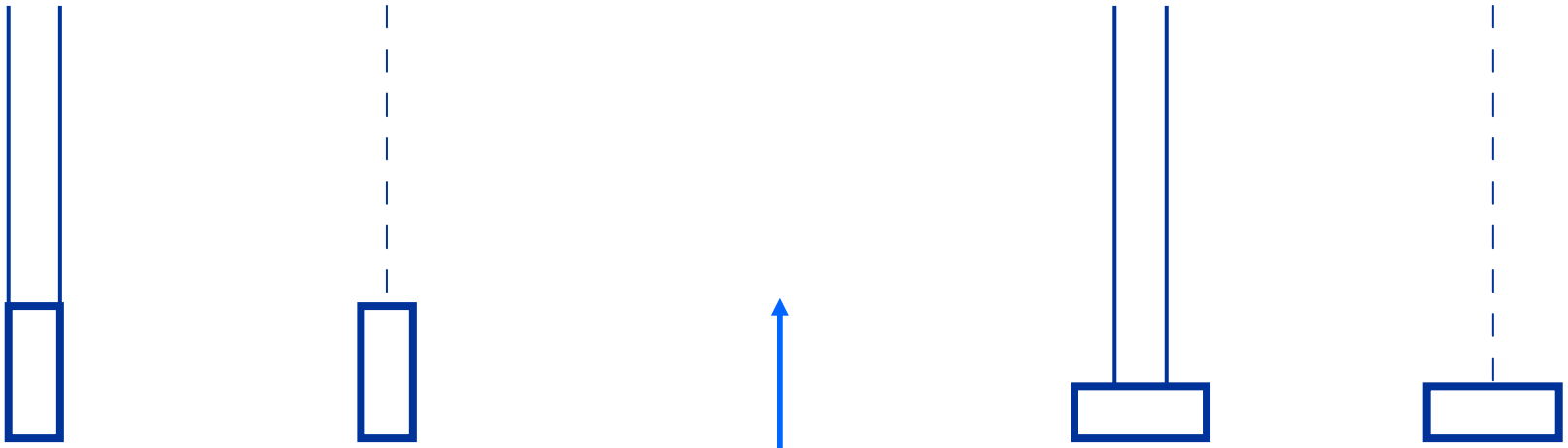
In realtà si hanno travi sia emergenti che a spessore e pilastri rettangolari



Un pilastro rigido accoppiato ad una trave a spessore fornisce un contributo basso a tutti i piani, tranne che al primo

Elementi resistenti
alle azioni orizzontali

In realtà si hanno travi sia emergenti che a spessore e pilastri rettangolari



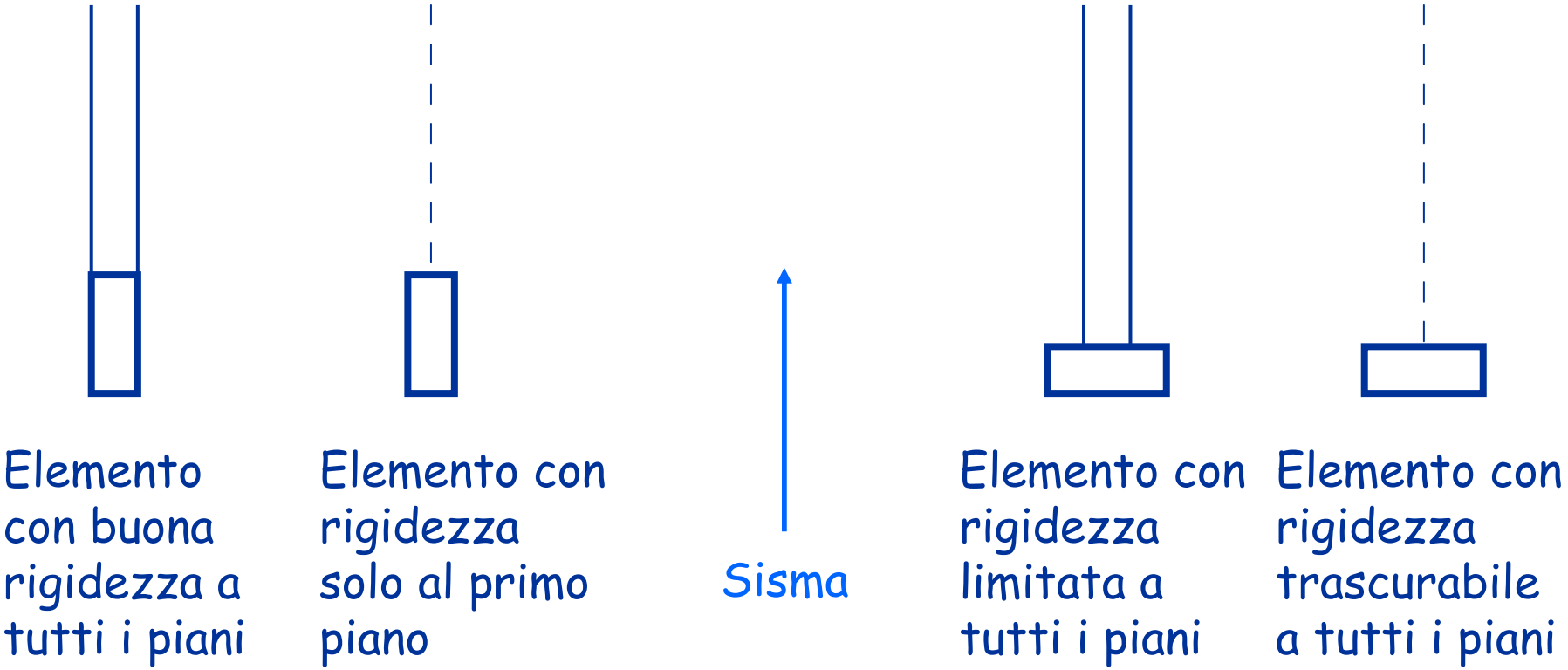
Elemento con buona rigidezza a tutti i piani

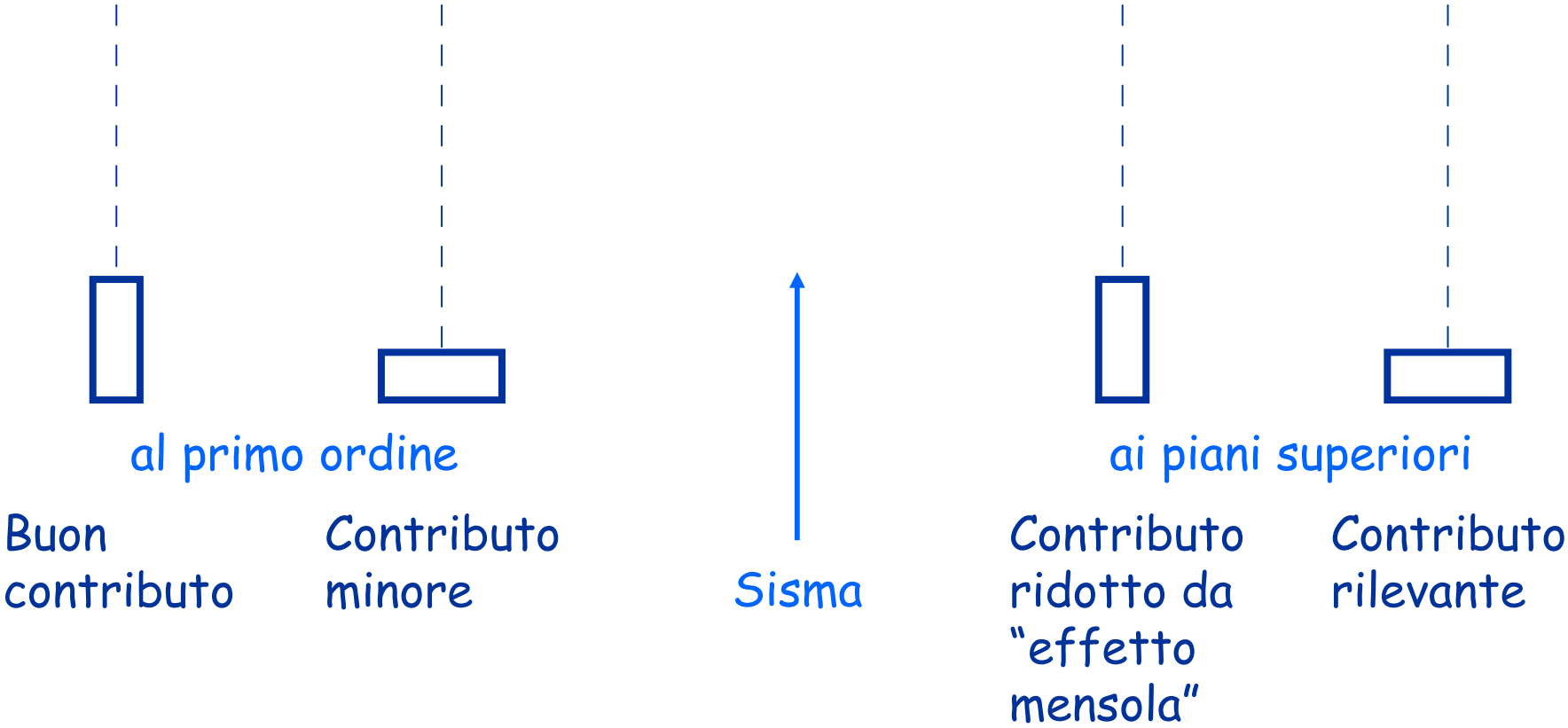
Elemento con rigidezza solo al primo piano

I pilastri con inerzia minima danno contributo in prima approssimazione trascurabile

Elementi resistenti
alle azioni orizzontali

In realtà si hanno travi sia emergenti che a spessore e pilastri rettangolari



Elementi resistenti
alle azioni orizzontali

Se tutte le travi sono a spessore, il comportamento dei pilastri è un po' diverso