

Corso di aggiornamento  
Progettazione strutturale e  
Norme Tecniche per le Costruzioni 2008

**Problemi specifici nel progetto di strutture  
antisismiche con pareti in c.a.**

5 - Edifici con pareti solo al primo livello: problemi specifici

Spoletto  
10-11 maggio 2012  
Aurelio Ghersi

# Tipologia in esame

- Edifici con pareti presenti solo al primo livello (in genere interrato)
  - Le pareti devono costituire una scatola rigida che impedisce spostamenti e rotazioni del primo impalcato

Nota: le pareti di solito sono quelle che servono da contenimento al terreno

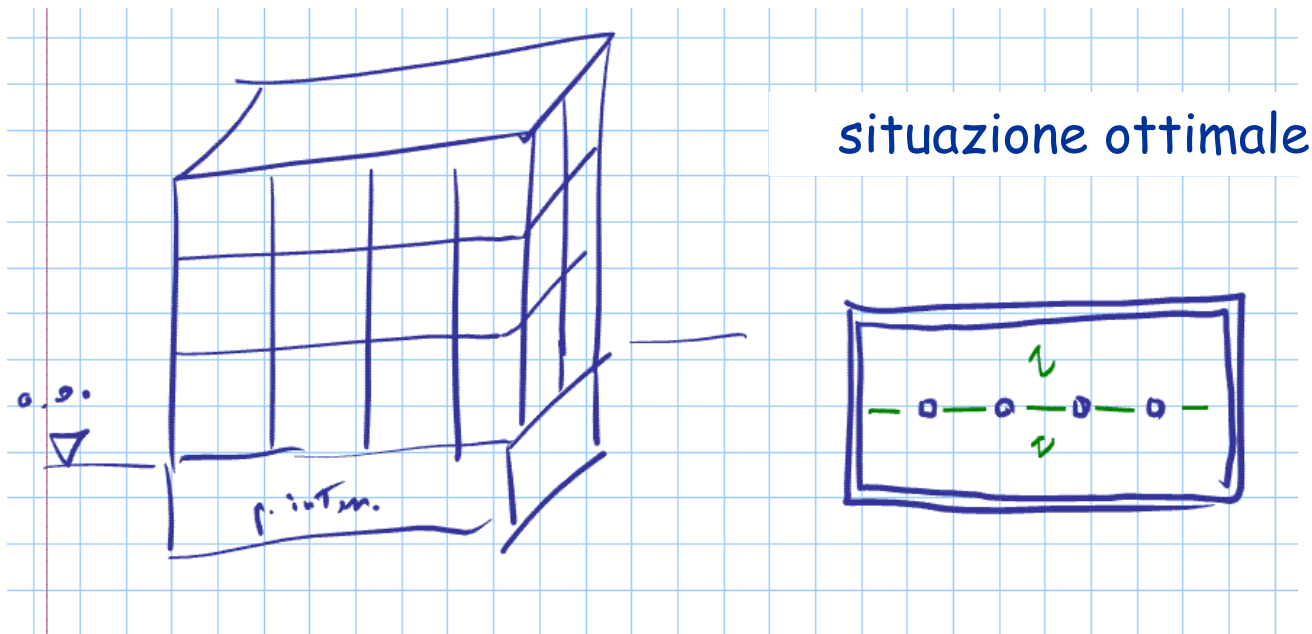


Se le pareti non possono costituire una scatola rigida che impedisce spostamenti e rotazioni del primo impalcato è indispensabile staccarle dalla struttura

Ovvero: le pareti di contenimento del terreno devono essere arretrate e separate da pilastri, travi e impalcato

# Tipologia in esame

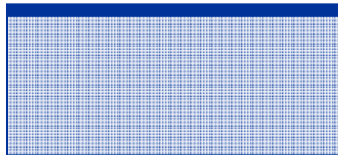
- Edifici con pareti presenti solo al primo livello (in genere interrato)
  - Le pareti devono costituire una scatola rigida che impedisce spostamenti e rotazioni del primo impalcato



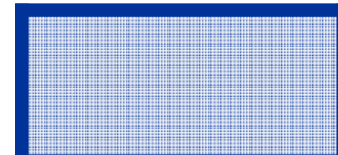
# Tipologia in esame

- Edifici con pareti presenti solo al primo livello (in genere interrato)
  - Le pareti devono costituire una scatola rigida che impedisce spostamenti e rotazioni del primo impalcato

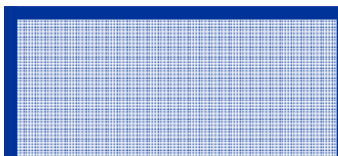
assolutamente  
**NO**



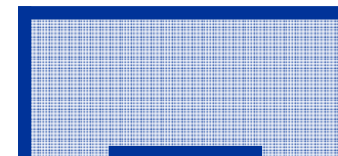
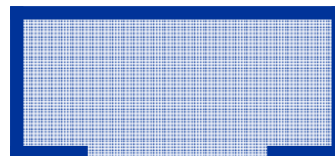
potrebbe  
andare



assolutamente  
**NO**



così va sicuramente meglio



vista in pianta

# Tipologia in esame

- Edifici con pareti presenti solo al primo livello (in genere interrato)
  - Le pareti devono costituire una scatola rigida che impedisce spostamenti e rotazioni del primo impalcato



# Tipologia in esame

- Edifici con pareti presenti solo al primo livello (in genere interrato)
  - Le pareti devono costituire una scatola rigida che impedisce spostamenti e rotazioni del primo impalcato
  - Le pareti possono essere considerate come "pareti estese debolmente armate"

# Pareti estese debolmente armate

- Definizione di normativa

Per la singola direzione:

- Periodo fondamentale non superiore a  $T_c$
- Almeno due pareti con  $l_w \geq \text{MIN}(4.00 \text{ m}; 2/3 h_w)$
- Le pareti portano almeno il 20% del carico gravitazionale

Definizione poco significativa: in sostanza

- Devono essere estese
- Devono essere molto rigide (tanto da bloccare bene il primo impalcato)

# Edifici con pareti presenti solo al primo livello

- Modello geometrico e fattore di struttura

Occorre esaminare in maniera distinta la struttura a pareti del primo livello e la struttura a telaio sovrastante

- Usare fattori di struttura diversi per le due strutture
- È possibile usare modelli geometrici distinti per le due strutture (ognuno col proprio  $q$ )
- Se più comodo, si può usare un unico modello geometrico che comprende entrambe le strutture, calcolandolo con i due diversi fattori di struttura (e usando per ciascuna struttura il calcolo appropriato)



# Edifici con pareti presenti solo al primo livello

- Modello geometrico e fattore di struttura

## Pareti al primo livello

Sono sostanzialmente strutture a pareti non accoppiate di classe di duttilità B

- Fattore di struttura:

$$q_0 = 3 k_w$$

ma in questo caso  $k_w = 0.5$  perché  $l_w \gg h_w$

quindi  $q_0 = 1.5$

inoltre  $K_R = 1.0$  perché le pareti sono solo a un piano

quindi  $q = 1.5$

# Edifici con pareti presenti solo al primo livello

- Modello geometrico e fattore di struttura

## Pareti al primo livello

Sono sostanzialmente strutture a pareti non accoppiate di classe di duttilità B

- Fattore di struttura:

$$q = 1.5$$

- Amplificazione del taglio:

per pareti estese debolmente armate il taglio dovrebbe essere amplificato di  $(q+1)/2$  e quindi di 1.25 (vedi più avanti, tipologia pareti non accoppiate)

questa mi sembra una cautela  
eccessiva, ma comunque poco rilevante

NTC 08, punto 7.4.4.5.1

# Edifici con pareti presenti solo al primo livello

- Modello geometrico e fattore di struttura

## Struttura a telaio sovrastante

È a tutti gli effetti una struttura a telaio  
(può essere di CD "A" oppure "B")

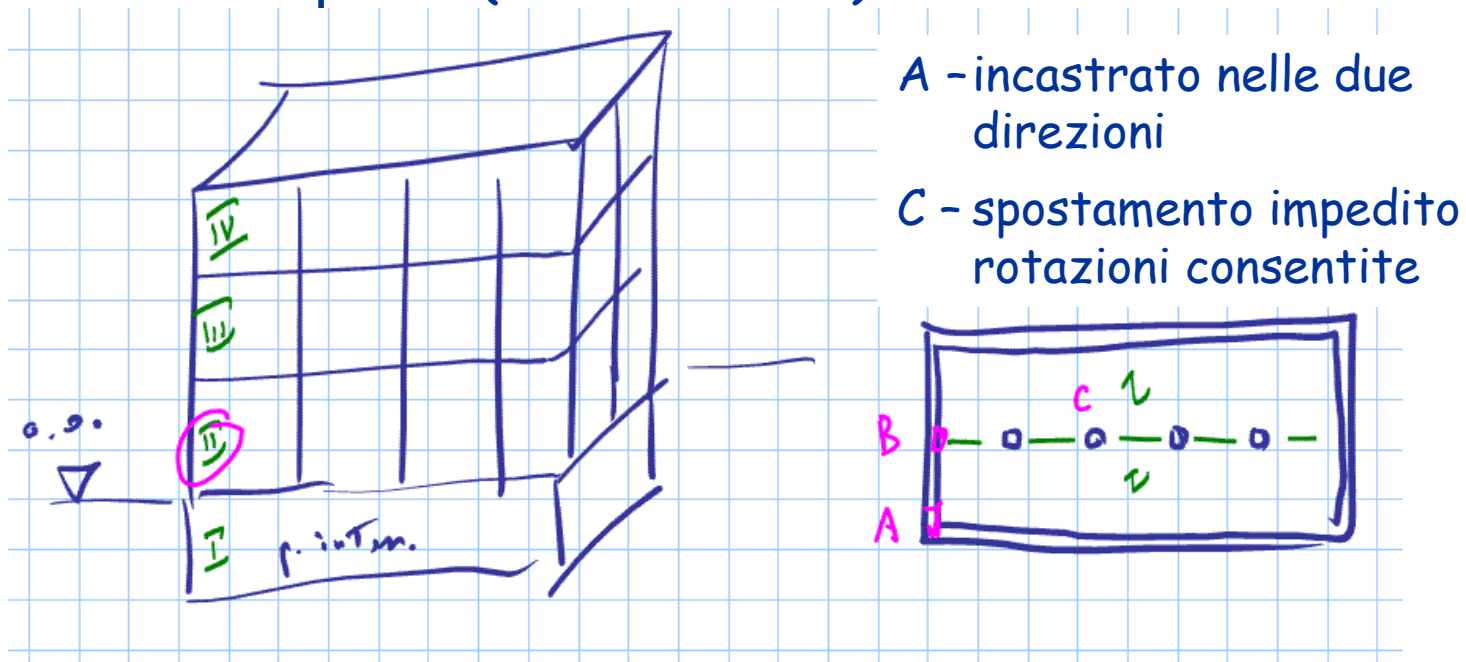
- Fattore di struttura:  
come per una qualsiasi struttura a telaio
- Nel modello geometrico (e nel giudizio sulla  
regolarità) fare attenzione al diverso comportamento  
dei pilastri in funzione del vincolo al piede (del 2°  
ordine)

# Edifici con pareti presenti solo al primo livello

- Modello geometrico e fattore di struttura

## Struttura a telaio sovrastante

- Diverso comportamento dei pilastri in funzione del vincolo al piede (del 2° ordine)



# Edifici con pareti presenti solo al primo livello

- Modello geometrico e fattore di struttura

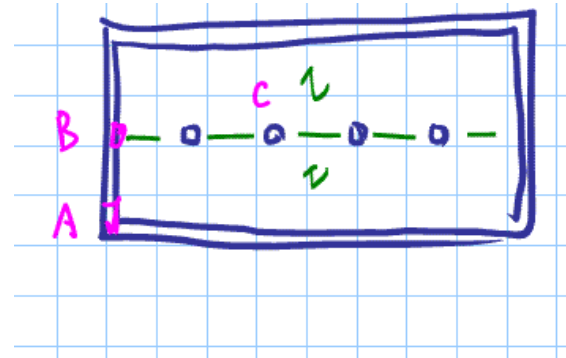
## Struttura a telaio sovrastante

- Diverso comportamento dei pilastri in funzione del vincolo al piede (del 2° ordine)

La regolarità in pianta e la regolarità in altezza del telaio possono essere condizionate dal diverso comportamento dei pilastri in funzione del vincolo

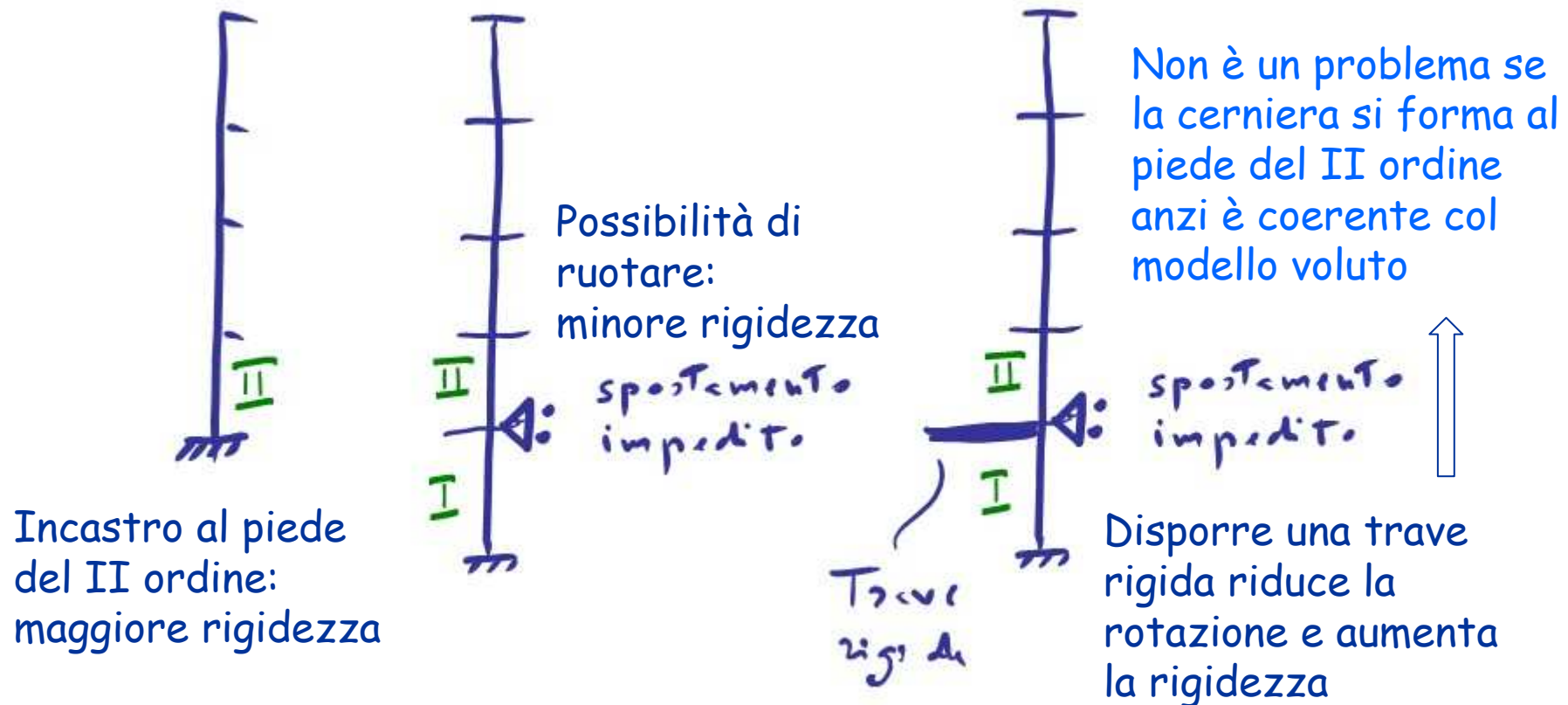
A - incastrato nelle due direzioni

C - spostamento impedito rotazioni consentite



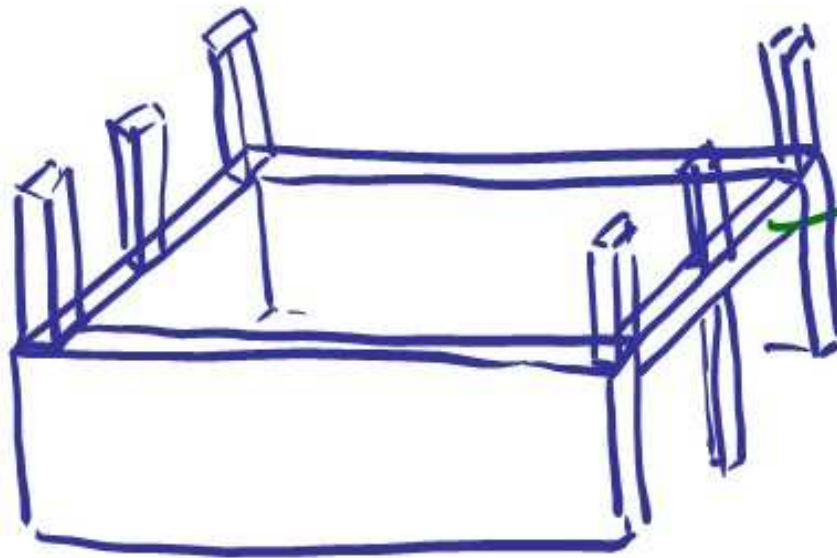
# Comportamento dei pilastri in funzione del vincolo al piede (del 2° ordine)

- Modellazione e comportamento



# Comportamento dei pilastri in funzione del vincolo al piede (del 2° ordine)

- Modellazione e comportamento



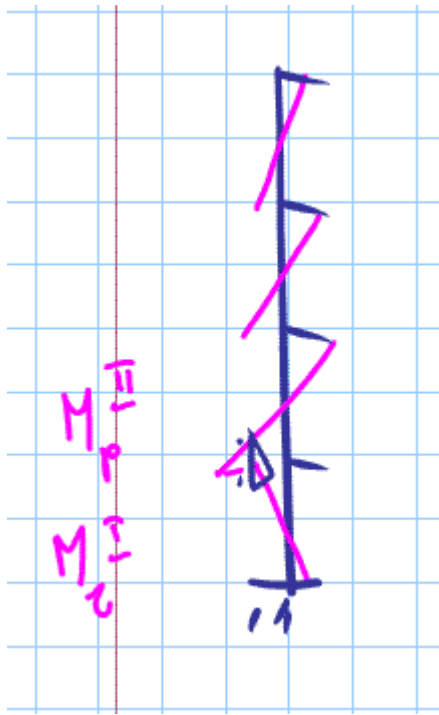
La trave rigida può  
regolarizzare il  
comportamento al  
II ordine

Trave  
rigida

La trave rigida non serve a  
regolarizzare il comportamento  
della "scatola"

# Comportamento dei pilastri in funzione del vincolo al piede (del 2° ordine)

- Modellazione e comportamento



Comportamento di un pilastro  
che parte dal I ordine

Inversione del taglio (e della  
pendenza del momento flettente)

Se le travi sono a spessore:

$$M_t^I \cong M_p^{II}$$

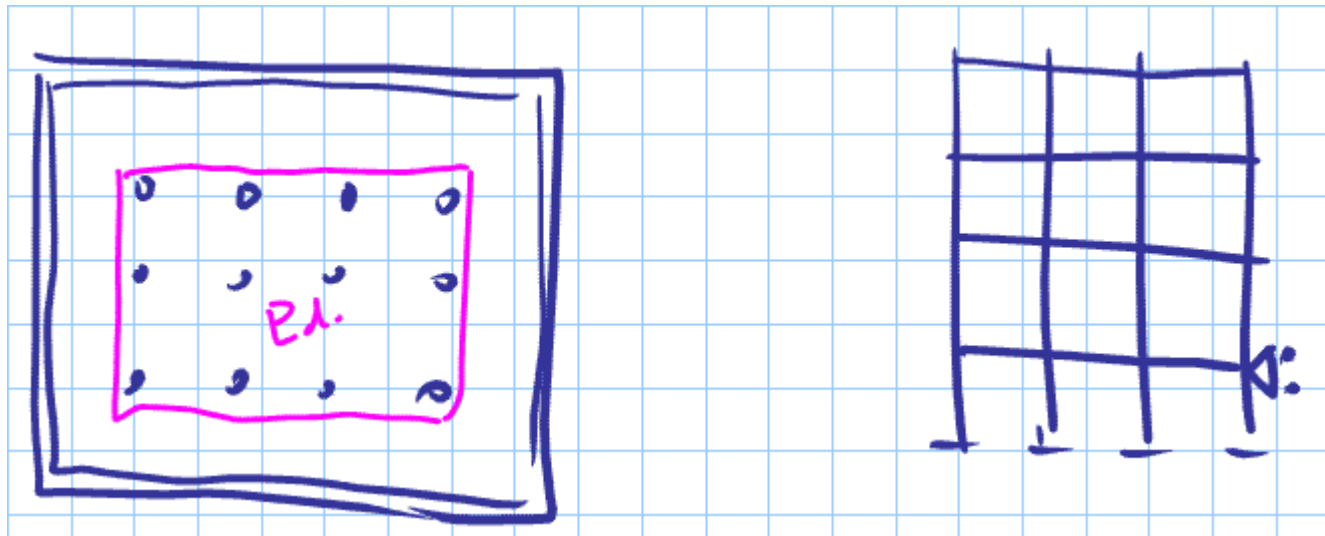
Se le travi sono rigide:

$$M_t^I \ll M_p^{II}$$



# Edifici con base molto più estesa

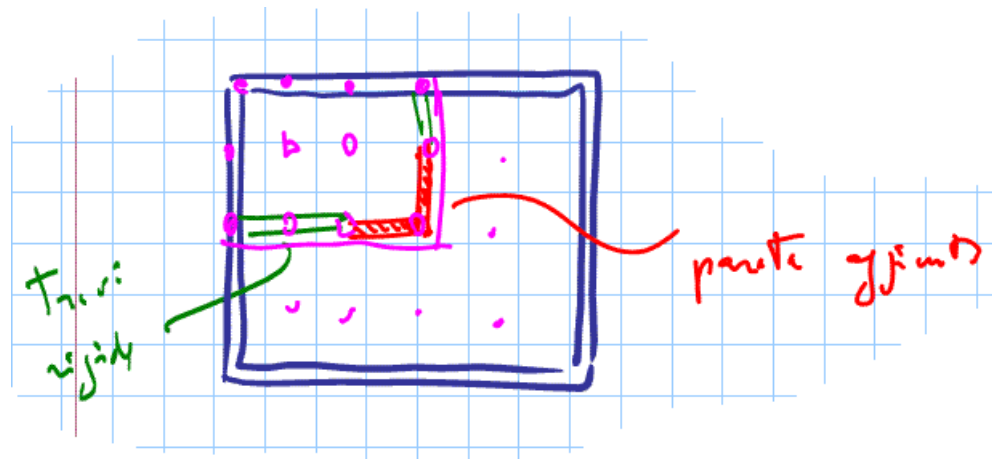
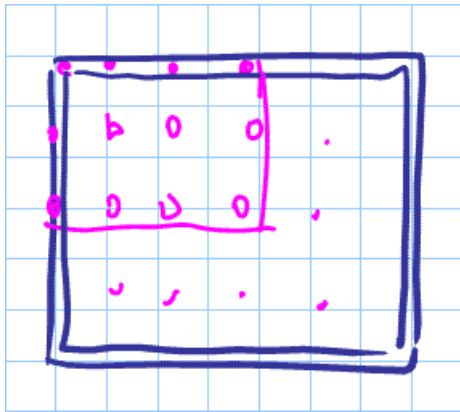
- Con l'edificio in posizione simmetrica



- Problemi:
  - Maggiori sollecitazioni nell'implacato
  - Rischio di cedimenti differenziali (maggiori al centro)  
da evitare con fondazioni rigide

# Edifici con base molto più estesa

- Con l'edificio in posizione non simmetrica

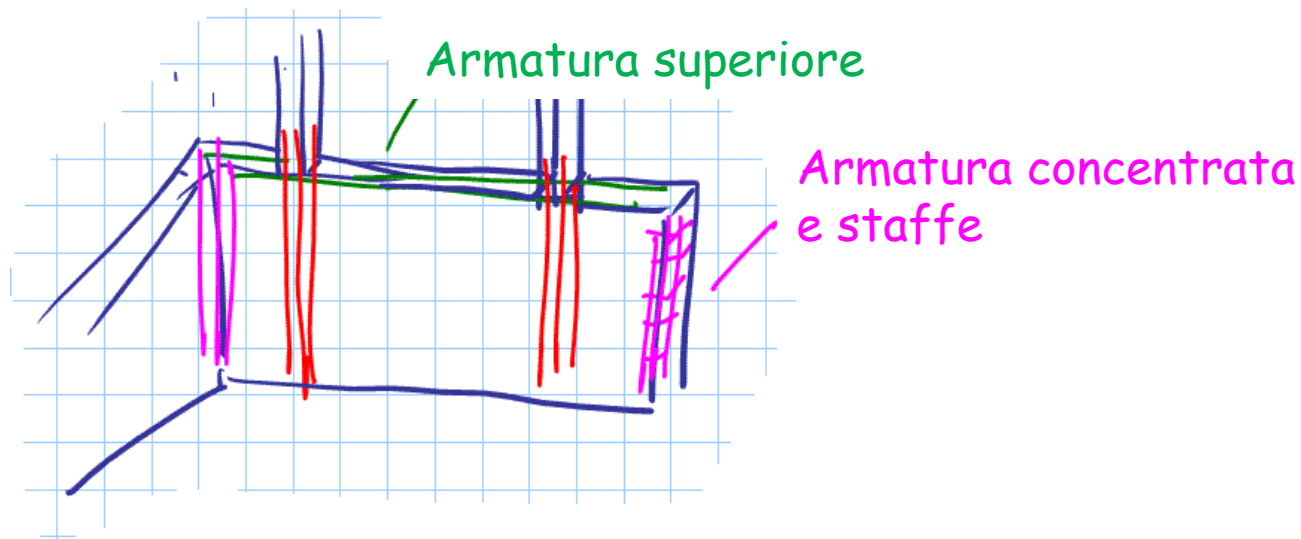


Possibile soluzione

- Ulteriori problemi:
  - Dissimmetria → rischio di rotazione del primo impalcato

# Calcolo e armature pareti

- Le pareti sono sovrabbondanti
  - Il calcolo con  $q=1.5$  (ma anche con  $q=1$ ) non dovrebbe fornire risultati che creano difficoltà
  - Si può armare anche basandosi sui minimi e sul buon senso
- Armature
  - Per la flessione:
    - Armature concentrate negli spigoli e incroci di muro



# Calcolo e armature pareti

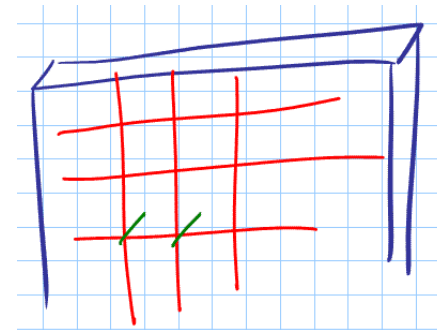
- Le pareti sono sovrabbondanti
  - Il calcolo con  $q=1.5$  (ma anche con  $q=1$ ) non dovrebbe fornire risultati che creano difficoltà
  - Si può armare anche basandosi sui minimi e sul buon senso
- Armature
  - Per la flessione:
    - Armature concentrate negli spigoli e incroci di muro
    - Armature concentrate in corrispondenza dei pilastri sovrastanti (le stesse del piano di sopra)



- Portare l'armatura di attesa fino al piede della parete
- Staffarla bene

# Calcolo e armature pareti

- Le pareti sono sovrabbondanti
  - Il calcolo con  $q=1.5$  (ma anche con  $q=1$ ) non dovrebbe fornire risultati che creano difficoltà
  - Si può armare anche basandosi sui minimi e sul buon senso
- Armature
  - Per la flessione:
    - Armature concentrate negli spigoli e incroci di muro
    - Armature concentrate in corrispondenza dei pilastri sovrastanti (le stesse del piano di sopra)
  - Per il taglio:
    - Mettere armature diffuse (orizzontali e verticali) almeno pari allo 0.2% (per  $b_w=30$  cm,  $6$  cm<sup>2</sup>/m)



Collegamenti  
trasversali  
9/m<sup>2</sup>



# Calcolo e armature

## pareti

- Le pareti sono sovrabbondanti
    - Il calcolo con  $q=1.5$  (ma anche con  $q=1$ ) non dovrebbe fornire risultati che creano difficoltà
    - Si può armare anche basandosi sui minimi e sul buon senso
  - Armature
    - Per la flessione:
      - Armature concentrate negli spigoli e incroci di muro
      - Armature concentrate in corrispondenza dei pilastri sovrastanti (le stesse del piano di sopra)
    - Per il taglio:
      - Mettere armature diffuse (orizzontali e verticali) almeno pari allo 0.2% (per  $b_w=30$  cm,  $6$  cm<sup>2</sup>/m)
    - Per lo scorrimento:
      - Attenzione se lo sforzo normale è basso
- Se occorre, mettere barre inclinate

# Calcolo e armatura telaio sovrastante

- Come se avesse un piano in meno, cioè come se partisse dal II ordine
- La previsione delle sollecitazioni (per relazione secondo capitolo 10) può essere fatta con un piano in meno
  - Nella ripartizione del taglio tra i pilastri occorre tenere conto della differenza di rigidezza dovuta al diverso grado di vincolo al piede del II ordine

