

**Università di Trieste**  
**Dipartimento di Ingegneria e Architettura**

**Corso di**  
**Tecnica delle Costruzioni**

**ELEMENTI DI CONTROVENTO E SCALE**

**Prof. Ing. Natalino Gattesco**

# **BIBLIOGRAFIA**

**Toniolo G., Di Prisco M., “Cemento Armato – Calcolo agli stati limite”, Vol. 2b, terza edizione, Ed. Zanichelli, 2010.**

**Park R., Paulay T., “Reinforced Concrete Structures”, John Wiley & Sons, New York, 1975.**

**Wight J., Mac Gregor J., “Reinforced Concrete – Mechanics and Design”, Sixth Edition, Prentice Hall, New Jersey, 2011.**

**Santarella L., “Prontuario del Cemento Armato”, XXXVIII edizione, Ed. Hoepli, Milano.**

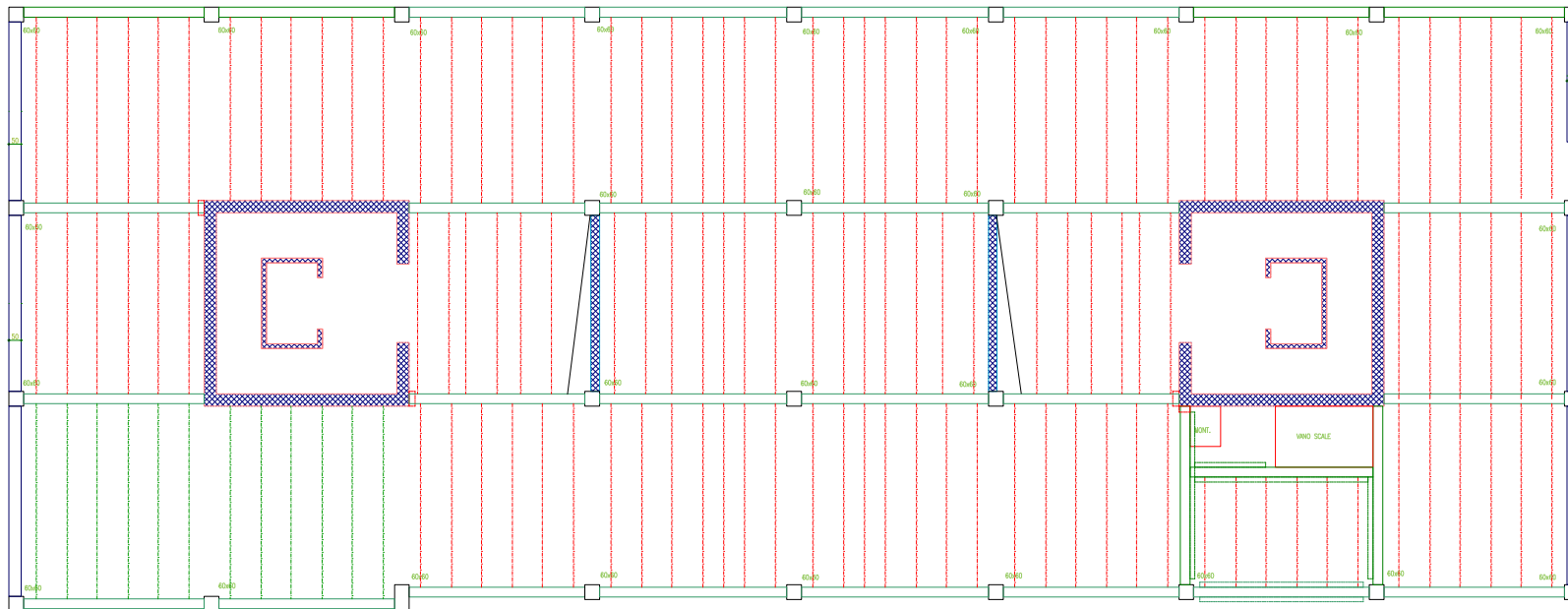
# ELEMENTI DI CONTROVENTO

La tipologia strutturale più diffusa per gli edifici civili pluripiano è quella con

**solai ad armatura unidirezionale** (*semi prefabbricati o gettati in opera*)

**telai disposti nella direzione ortogonale alla direzione dei solai**  
(*gettati in opera o prefabbricati*)

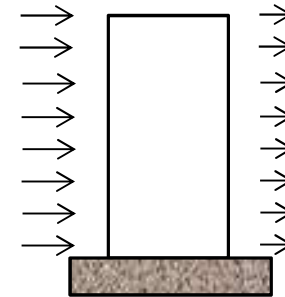
**elementi di controvento** (*normalmente gettati in opera*)



# ELEMENTI DI CONTROVENTO

Gli elementi di controvento hanno principalmente il compito di resistere alle azioni orizzontali quali:

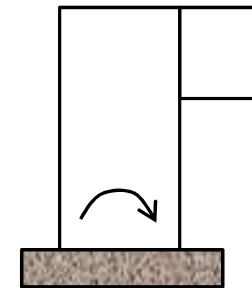
- Spinta del vento



- Azione sismica



- Coppie derivanti dalla presenza di aggetti



# **ELEMENTI DI CONTROVENTO**

**Gli effetti delle eccitazioni orizzontali dovute a vento o sisma vengono in genere considerati facendo riferimento a forze statiche convenzionali.**

**Le sollecitazioni che competono ad ogni singolo elemento di controvento sono proporzionali alla sua rigidezza flessionale e tagliante ed alla sua posizione rispetto al baricentro delle rigidezze.**

**Dalle forze agenti si calcolano le sollecitazioni negli elementi, in termini di flessione, taglio e azione assiale.**

**Si procede quindi al dimensionamento delle armature procedendo come per gli elementi soggetti a flessione composta e taglio.**

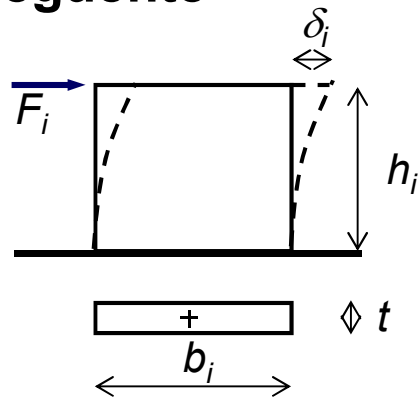
**Siccome le armature sono distribuite su più livelli bisogna tenerne conto in sede di dimensionamento e verifica.**

**Le Norme Tecniche forniscono, comunque, delle armature minime che devono essere rispettate per controllare la fessurazione.**

# RIGIDEZZA ELEMENTI CONTROVENTO

Se la struttura è costituita da elementi di controvento collegati da travi molto snelle è possibile adottare un procedimento di ripartizione delle azioni orizzontali semplificato piano per piano, considerando rigidi i solai nel loro piano.

La rigidezza del generico elemento può essere calcolata nel modo seguente



Per  $F_i = 1$



$$\delta_i = \frac{h_i^3}{3EI_i} + \frac{\chi h_i}{GA_i}$$

Deformabilità  
flessionale

Deformabilità  
tagliante

$$K_i = \frac{1}{\frac{h_i^3}{3EI_i} + \frac{\chi h_i}{GA_i}} = \frac{Gb_i t}{\chi h_i \left[ 1 + \frac{G}{E} \frac{4}{\chi} \left( \frac{h_i}{b_i} \right)^2 \right]}$$

-Traverse non rigide flessionalmente

-Elementi a sezione costante lungo l'altezza o che variano tutti solo nello spessore  $t$

# **RIPARTIZIONE AZIONI ORIZZONTALI**

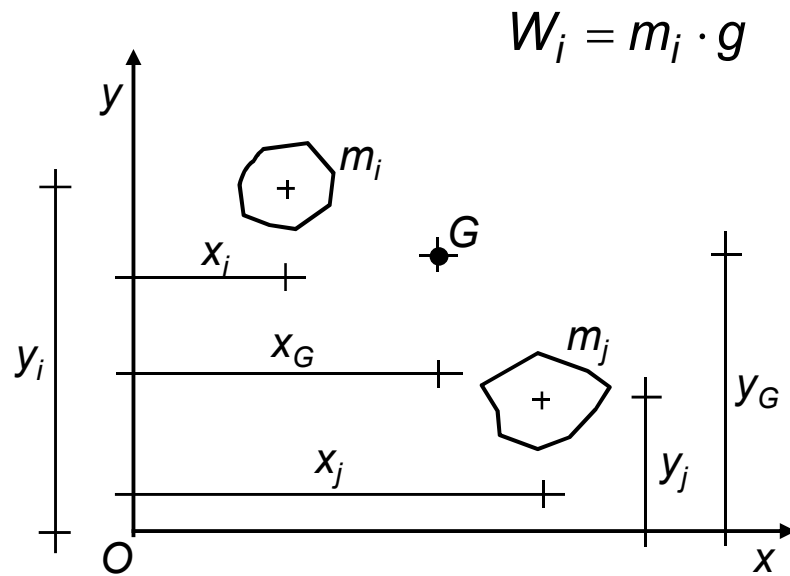
**Per strutture realizzate con setti di controvento si può utilizzare il procedimento semplificato di ripartizione del taglio di piano fra i setti:**

- Determinazione della rigidezza di ogni setto**
- Individuazione del baricentro delle masse**
- Individuazione del baricentro delle rigidezze**
- Valutazione dell'eccentricità tra la forza agente e i baricentro delle rigidezze**
- Ripartizione della forza proporzionalmente alle rigidezze, per sisma agente in direzione x**
- Ripartizione della forza proporzionalmente alle rigidezze, per sisma agente in direzione y**
- Combinazione dell'azione secondo normativa**

# BARICENTRO DELLE MASSE

Fissato un sistema di assi cartesiani ortogonali, è possibile calcolare il baricentro delle masse relative a tutti i livelli (piani)

Individuando per ogni singolo componente strutturale un baricentro ed una massa, con le note relazioni della geometria delle masse si ricava la posizione del baricentro di ogni piano.



$$x_G = \frac{\sum_{i=1}^n m_i \cdot x_i}{\sum_{i=1}^n m_i} = \frac{\sum_{i=1}^n W_i \cdot x_i}{\sum_{i=1}^n W_i}$$

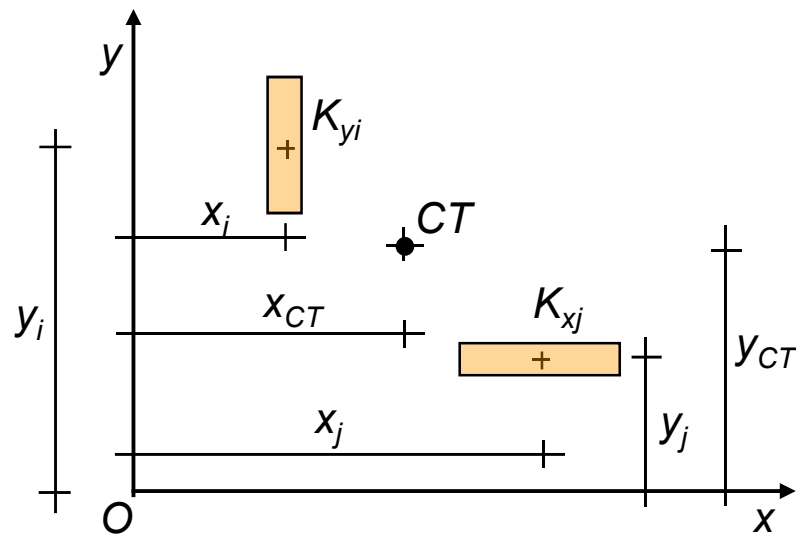
$$y_G = \frac{\sum_{j=1}^n m_j \cdot y_j}{\sum_{j=1}^n m_j} = \frac{\sum_{j=1}^n W_j \cdot y_j}{\sum_{j=1}^n W_j}$$



# BARICENTRO DELLE RIGIDENZE DEI SETTI

Fissato un sistema di assi cartesiani ortogonali, è possibile calcolare il baricentro delle rigidità dei setti relative a tutti i livelli (piani)

Individuando per ogni singolo setto un baricentro ed una rigidità  $K_{xi}$  o  $K_{yj}$ , con le note relazioni della geometria delle masse si ricava la posizione del baricentro di ogni piano.



$$x_{CT} = \frac{\sum_{i=1}^n K_{y_i} \cdot x_i}{\sum_{i=1}^n K_{y_i}}$$

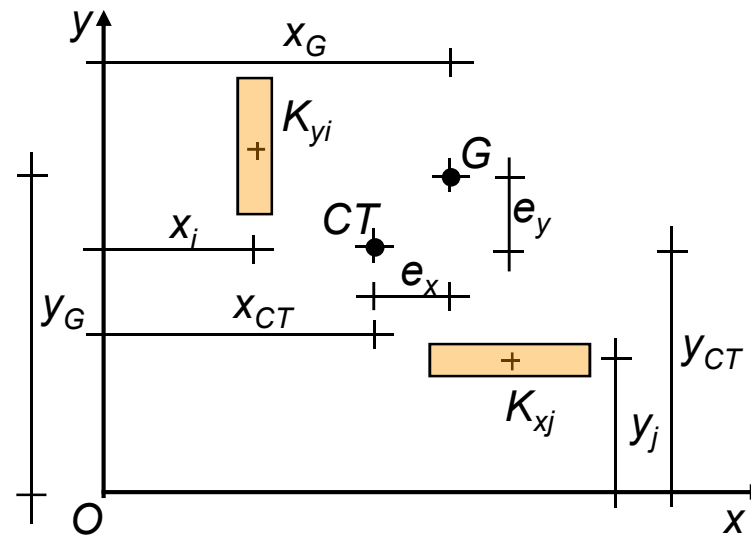
$$y_{CT} = \frac{\sum_{j=1}^n K_{x_j} \cdot y_j}{\sum_{j=1}^n K_{x_j}}$$

# DISTANZA BARICENTRI

La distanza tra il baricentro delle masse e quello delle rigidezze si ricava con le relazioni

$$e_x = x_G - x_{CT}$$

$$e_y = y_G - y_{CT}$$



# ELEMENTI DI CONTROVENTO

Esempio di disposizione  
armature in un nucleo scala-  
ascensore in calcestruzzo  
armato.

Armature minime diffuse

$$a_v = 0.002t \quad a_h = 0.002t$$

Armature minime in zona  
critica (zone soggette alle  
sollecitazioni massime in  
regime sismico) circa il 20%  
della lunghezza della parete

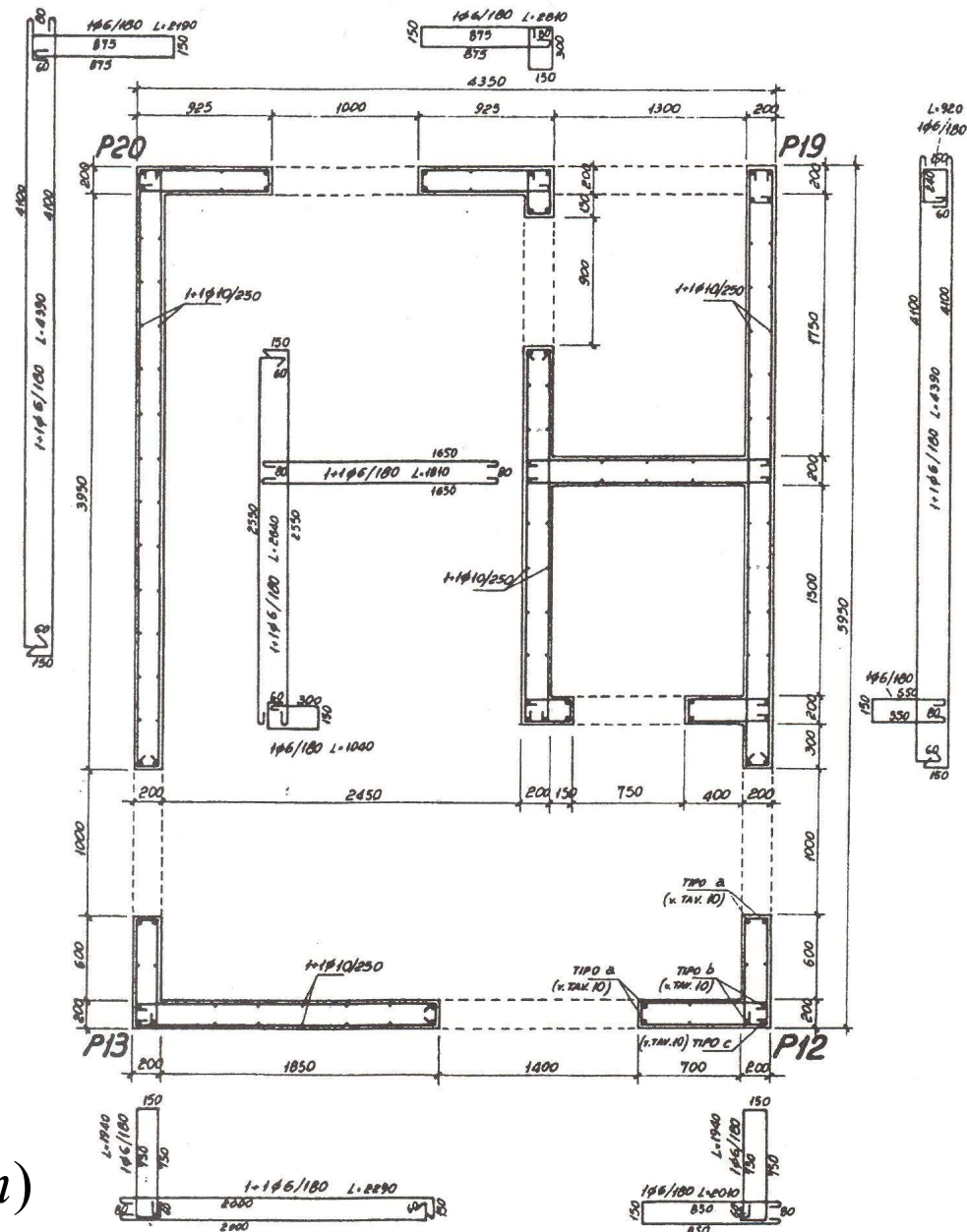
$$0.01t \leq a_v \leq 0.04t$$

Armature orizzontali (zona critica)

$$\text{passo} \leq 8\phi_v \quad (< 100 \text{ mm})$$

$$\text{Altrove} - \text{passo} \leq 12\phi_v \quad (< 250 \text{ mm})$$

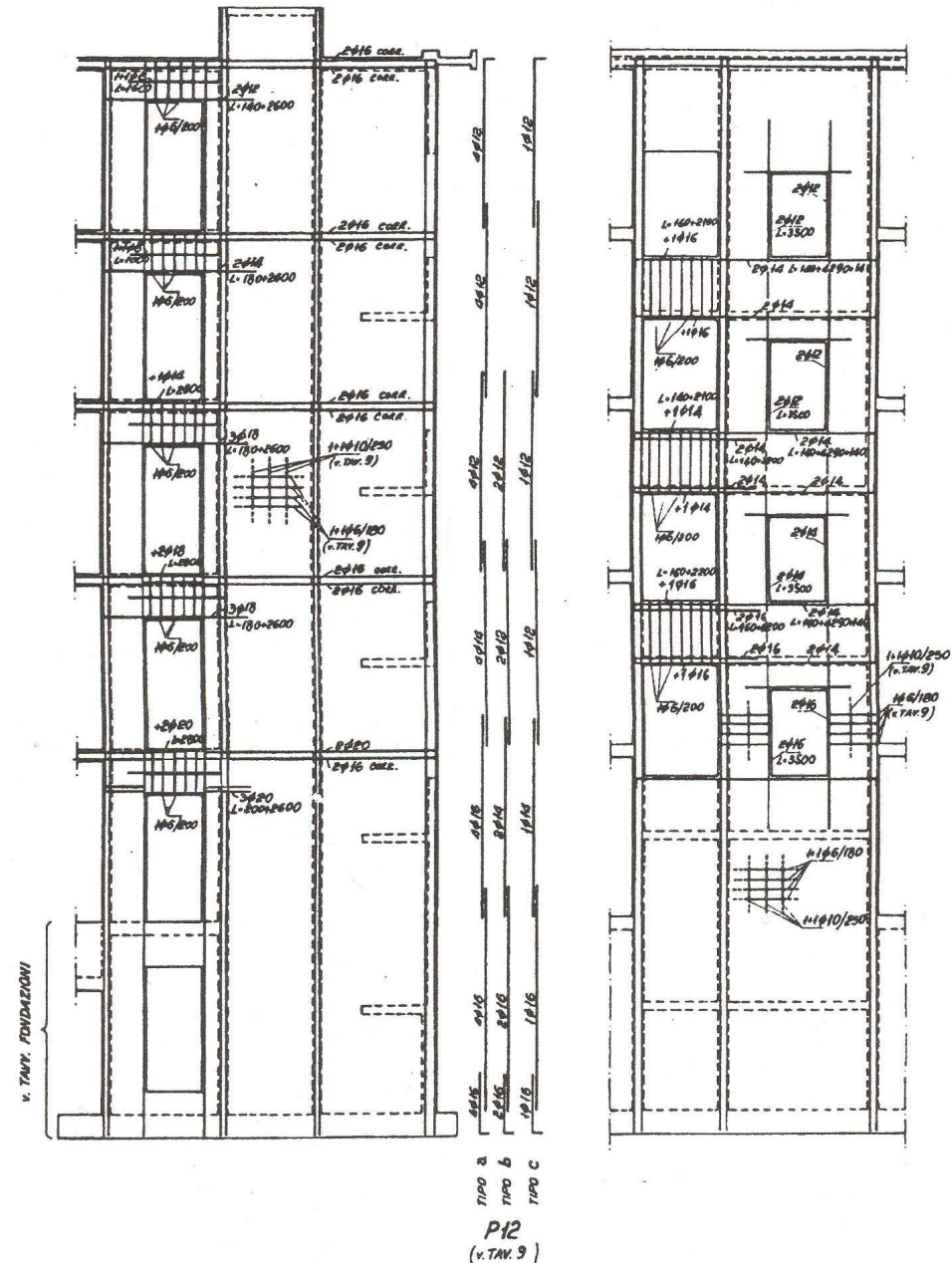
tav. 9 ARMATURA VANO SCALE



# ELEMENTI DI CONTROVENTO

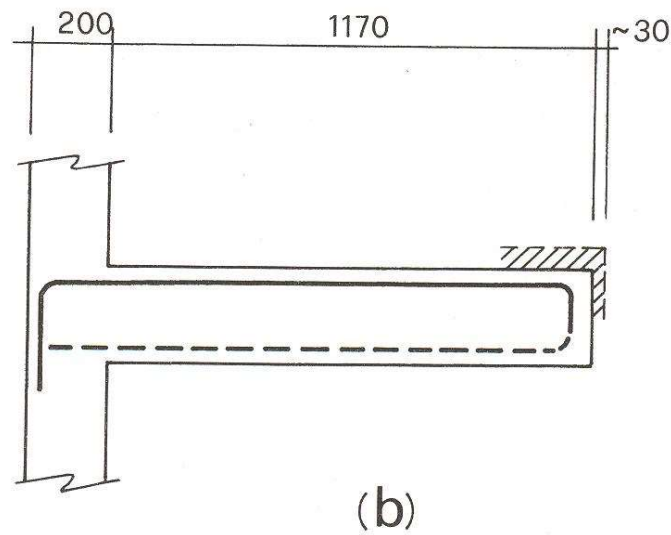
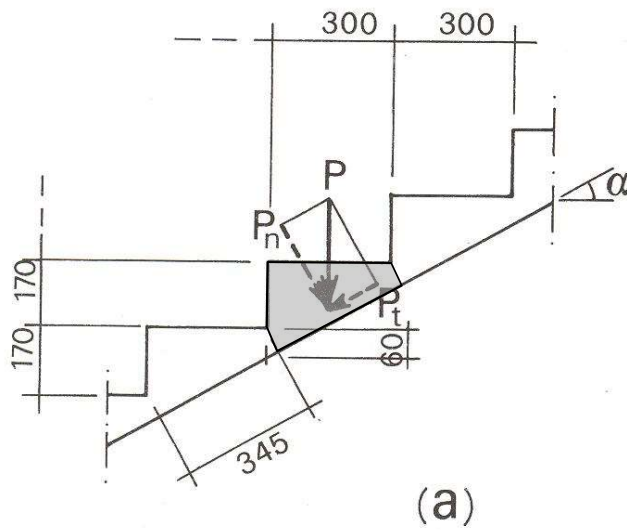
Esempio di disposizione armature in un nucleo scala-ascensore in calcestruzzo armato.

Sezione verticale, per evidenziare la distribuzione delle armature nelle pareti ed in prossimità delle aperture.



# RAMPE SCALE

Si riporta ora un esempio di dimensionamento di armature per una rampa di scala con gradini a sbalzo.



# RAMPE SCALE

L'analisi dei carichi condotta in pianta porta ai seguenti valori.

Carico rampa scale

- struttura c.a.	$25 \times (0,23 + 0,06)/2 \cong$	3,60 kN/m <sup>2</sup>
- intonaco	$1,1 \times 0,02 \times 20 =$	0,44 "
- sottofondo	$1,6 \times 0,04 \times 20 =$	1,28 "
- pavimento e alzate	$1,7 \times 0,40 =$	<u>0,68 "</u>
totali permanenti	=	6,00 kN/m <sup>2</sup>
- accidentali	=	<u>4,00 "</u>
totali distribuiti	=	10,00 kN/m <sup>2</sup>
Parapetto in ringhiera metallica	=	0,60 kN/m

# RAMPE SCALE

La componente flettente  $p_n$  normale alla piastra si ottiene con:

$$\cos \alpha = \frac{30,0}{34,5} = 0,87$$

e pertanto, stimato per la mensola di fig. 8.27b un aggetto di calcolo pari a:

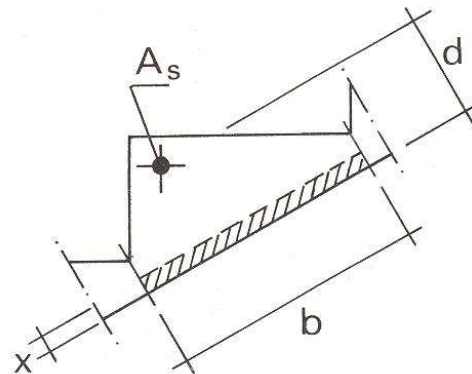
$$l \cong 1,05 \times 1,20 = 1,26 \text{ m}$$

si ottiene per un singolo gradino il seguente momento d'incastro:

$$10,00 \times 1,26^2/2 = 7,94$$

$$0,60 \times 1,26 = \underline{0,76}$$

$$M_{Ek} = 8,70 \times 0,30 \times 0,87 = 2,27 \text{ kNm}$$



# RAMPE SCALE

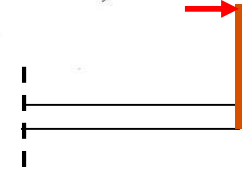
Limitandosi ad una verifica di resistenza flessionale si ha (v. fig. 8.28):

$$M_{Ed} = \gamma_F M_{Ek} = 1,43 \times 2270 = 3246 \text{ Nm}$$

**A questo si aggiunge il momento dovuto alla spinta orizzontale sul parapetto 2.00 kN/m**

$$M_{Ed} = 3246 + 1.50 \cdot 2000 \cdot 0.90 \cdot 0.30 = 4056 \text{ Nm}$$

Quota parapetto



e, con

$$b = 34,5 \text{ cm}$$

$$d \cong 14,0 \text{ cm}$$

$$A_s = 0,79 \text{ cm}^2$$

$$(1\phi 10/\text{gradino})$$

si ottiene, trascurando l'armatura compressa:

$$\omega_s = \frac{0,79 \times 391}{34,5 \times 14,0 \times 14,2} = 0,0450 \quad (\ll \omega_{sa})$$

$$z = 0,96 \times 14,0 = 13,4 \text{ cm}$$

$$M_{Rd} = 391 \times 79 \times 0,134 = 4139 \quad (> M_{Ed})$$

Nella tav. 11 sono riportati i particolari d'armatura di una rampa.



# RAMPE SCALE

tav. 11 PARTICOLARI ARMATURA RAMPA SCALE

