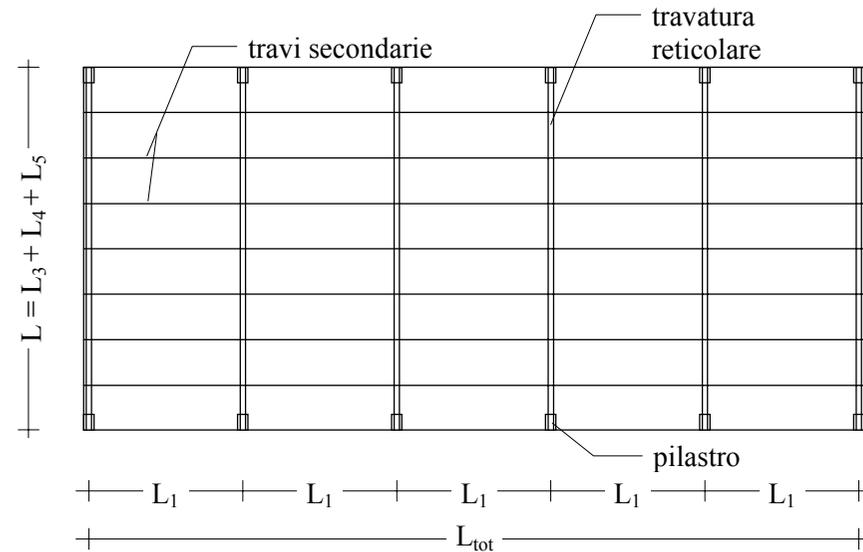


PROGETTO DI UNA STRUTTURA IN CEMENTO ARMATO



FASI DEL PROGETTO

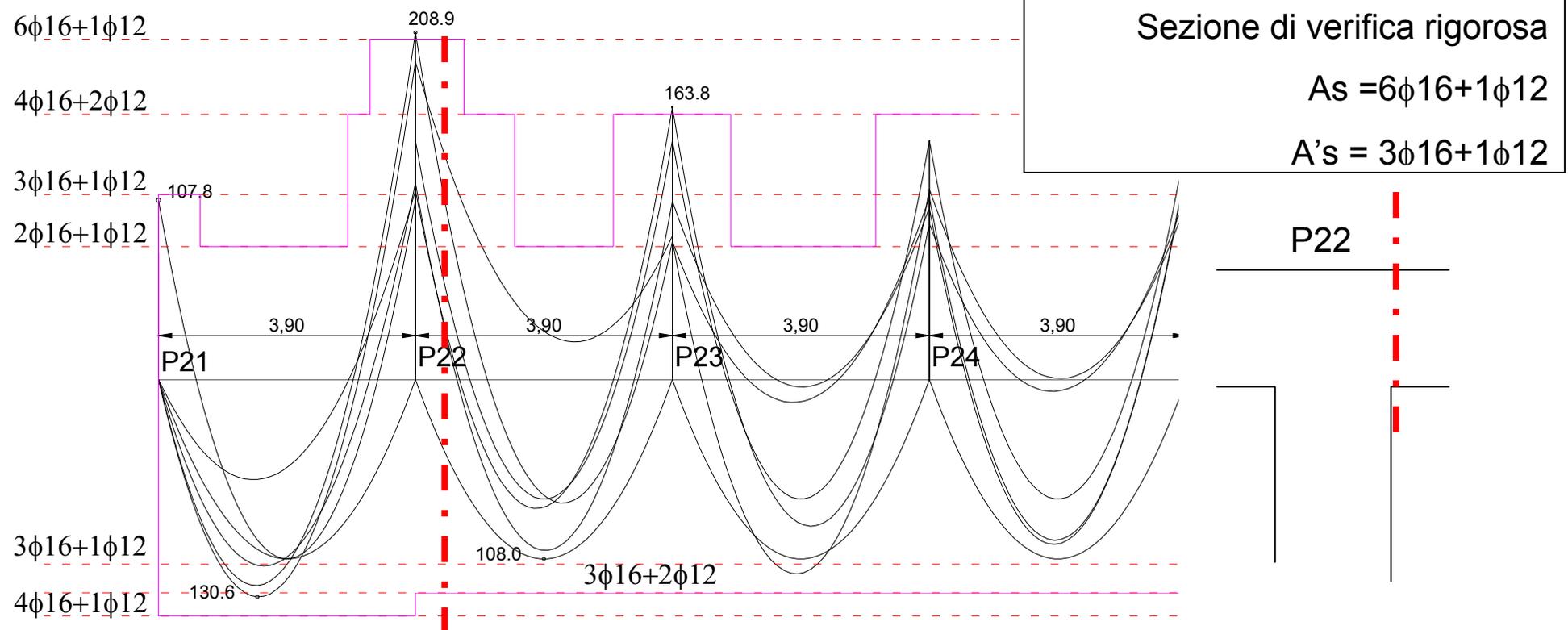
- Verifiche rigorose
- Progetto dell'armatura a taglio
- Dettagli esecutivi e impostazione della tavola

Ubicazione	quota	550 m s.l.m	distanza dal mare	>30 km
Destinazione d'uso	piano terra:	sala lettura	piani interrati:	deposito libri
Tipo di trave reticolare	tipologia	1		
Carpenteria solaio	alternativa	B		
Piano da analizzare		piano interrato		
Trave da analizzare		trave 4		
Dati geometrici	$L_1 = 7.80$ m	$L_2 = 2.10$ m	$L_3 = 6.70$ m	$L_4 = 5.00$ m
	$L_5 = 6.20$ m	$L_6 = 0.00$ m	$L_{tot} = 39.00$ m	

PROGETTO DI UNA STRUTTURA IN CEMENTO ARMATO

FASI DEL PROGETTO: progetto dell'armatura – DATI DI PROGETTO

Sezione	Momento M_{Sd} [kNm]	Armatura nec. [cm ²]	Minimo di normativa [cm ²]	Armatura disposta		Momento res. [kNm]
				Quantità [cm ²]	Barre	
1° appoggio P21	-107.8	7.0	> 2.07	7.1	3 ϕ 16 + 1 ϕ 12	109.9
3° appoggio P22	-163.8	10.6	> 2.07	10.3	4 ϕ 16 + 2 ϕ 12	159.5
2° appoggio P23	-208.9	13.5	> 2.07	13.2	6 ϕ 16 + 1 ϕ 12	204.4
1° campata P21-P22	130.6	8.4	> 2.07	9.2	4 ϕ 16 + 1 ϕ 12	142.4
2° campata P22-P23	108.0	7.0	> 2.07	8.3	3 ϕ 16 + 2 ϕ 12	128.5



PROGETTO DI UNA STRUTTURA IN CEMENTO ARMATO

1) L'armatura compressa (inferiore) è certamente snervata:

$$x \geq \frac{|\varepsilon_{cu}|}{|\varepsilon_{cu}| - \varepsilon_{yd}} c = \frac{0.0035}{0.0035 - 0.00187} \times 2.0 = 4.3 \text{ cm}$$

2) Si valuta la posizione dell'asse neutro:

se l'armatura compressa è snervata

$$x = \frac{A_s - A'_s}{\beta b \alpha f_{cd}} f_{yd} = \frac{13.2 - 8.3}{0.81 \times 30 \times 11.02} \times 374 = 6.84 \text{ cm}$$

3) Si calcola il momento resistente:

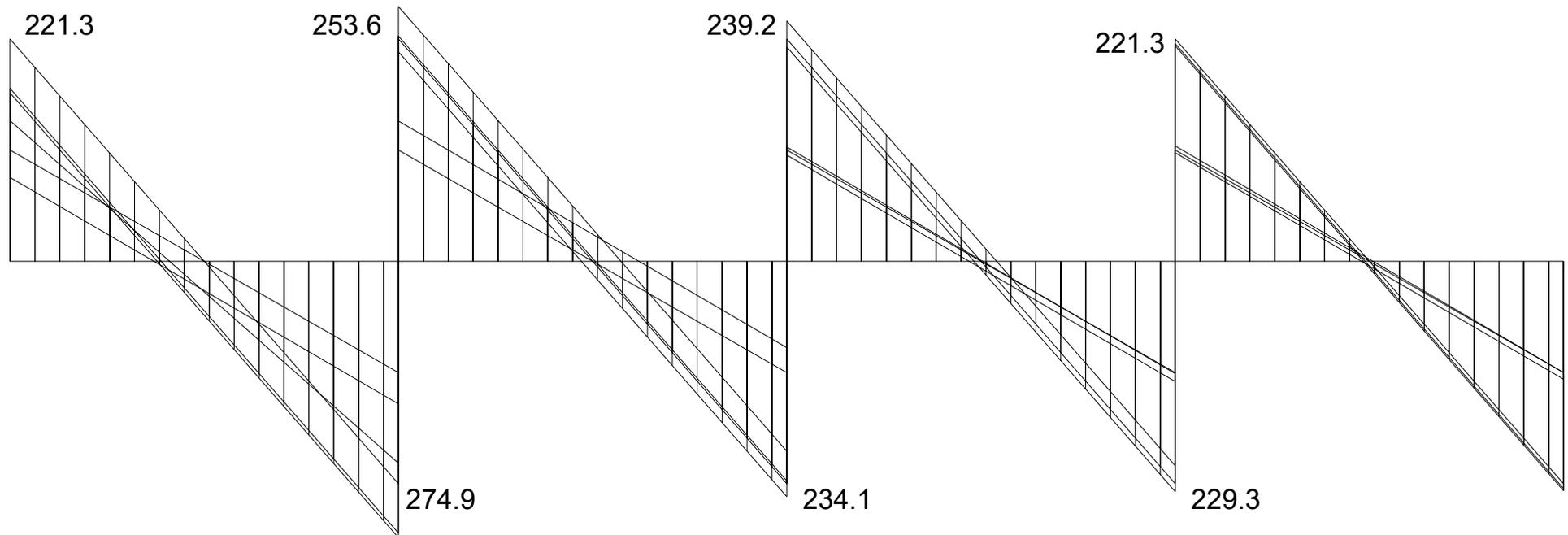
$$M_{Rd} = [A_s (d - kx) + s'A'_s (kx - c)] f_{yd}$$

$$M_{Rd} = [13.2(46 - 0.416 \times 6.84) + 8.3(0.416 \times 6.84 - 4.0)] \times 374 = 209.5 \text{ kNm}$$

PROGETTO DI UNA STRUTTURA IN CEMENTO ARMATO

PROGETTO DELLA SEZIONE A TAGLIO: la trave– SOLLECITAZIONI MASSIME

Nelle diverse combinazioni di carico si ottengono i valori del taglio ai vari appoggi e si può tracciarne l'involuppo.



PROGETTO DI UNA STRUTTURA IN CEMENTO ARMATOFASI DEL PROGETTO: progetto della sezione a taglio – **FORMULE DI PROGETTO**

$$V_{rd,2} = b z \frac{\cot \vartheta + \cot \alpha}{1 + \cot^2 \vartheta} v f_{cd}$$

$$f_{cd} = \frac{0.83 R_{ck}}{\gamma_c} = 13.9 \text{ MPa}$$

$$v = 0.7 - \frac{f_{ck}}{200} = 0.59$$

ϑ è l'inclinazione del puntone compresso

α è l'inclinazione dell'armatura (90° per staffe)

$$z = 0.9 d$$

$$V_{rd,2} = 0.3 \times 0.9 \times 0.46 \times \frac{2}{5} \times 0.59 \times 13.9 \times 10^3 = 407.0 \text{ kN}$$

PROGETTO DI UNA STRUTTURA IN CEMENTO ARMATOFASI DEL PROGETTO: progetto della sezione a taglio – **NORMATIVA**

EC2 5.4.2.2.

N. I. (5.3.2.)

$$\frac{V_{sd}}{V_{rd,2}} \leq \frac{1}{5} \quad p \leq \begin{cases} 0.8d \\ 30\text{cm} \end{cases}$$

$$\frac{1}{5} < \frac{V_{sd}}{V_{rd,2}} \leq \frac{2}{3} \quad p \leq \begin{cases} 0.6d \\ 30\text{cm} \end{cases}$$

$$\frac{2}{3} < \frac{V_{sd}}{V_{rd,2}} \quad p \leq \begin{cases} 0.3d \\ 20\text{cm} \end{cases}$$

$$A_{st} \geq 0.10 (1 + 0.15 d/b) b \text{ [cm}^2\text{/m]}$$

$$p \leq 0.8 \quad d \leq 33 \text{ cm}$$

In prossimità degli appoggi per un tratto lungo d :

$$p \leq 12 \phi_{\min}$$

Se: $\frac{V_{sd}}{V_{rd,2}} > 1$

riprogettare la sezione?!?

PROGETTO DI UNA STRUTTURA IN CEMENTO ARMATOFASI DEL PROGETTO: progetto della sezione a taglio – **CONTROLLO DEI MINIMI**

Nel nostro caso :

$$30 \times 50 \left\{ \begin{array}{l} V_{sd} = 274 \text{ kN} \\ V_{rd,2} = 407 \text{ kN} \end{array} \right. \Rightarrow \frac{V_{sd}}{V_{rd,2}} \cong 0.67 \Rightarrow p \leq \begin{cases} 0.3d \\ 20 \text{ cm} \end{cases} = 15 \text{ cm}$$

In prossimità degli appoggi e per un tratto lungo d :

$$p \leq 12 \phi_{\min} = 14.4 \text{ cm}$$



$$p = 10 \text{ cm}$$

PROGETTO DI UNA STRUTTURA IN CEMENTO ARMATO

FASI DEL PROGETTO: progetto della sezione a taglio – **PROGETTO DELL'ARMATURA**

$$V_{rd,3} = \frac{n_b A_{st}}{\Delta x} z \sin \alpha (\cot \vartheta + \cot \alpha) f_{yd}$$

$$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = 373.9 \text{ MPa}$$

$\vartheta = 30^\circ$ è l'inclinazione del puntone compresso

$\alpha = 90^\circ$ è l'inclinazione dell'armatura (90° per staffe)

A_{st} è l'area di armatura a taglio disposta

Δx è il passo delle staffe

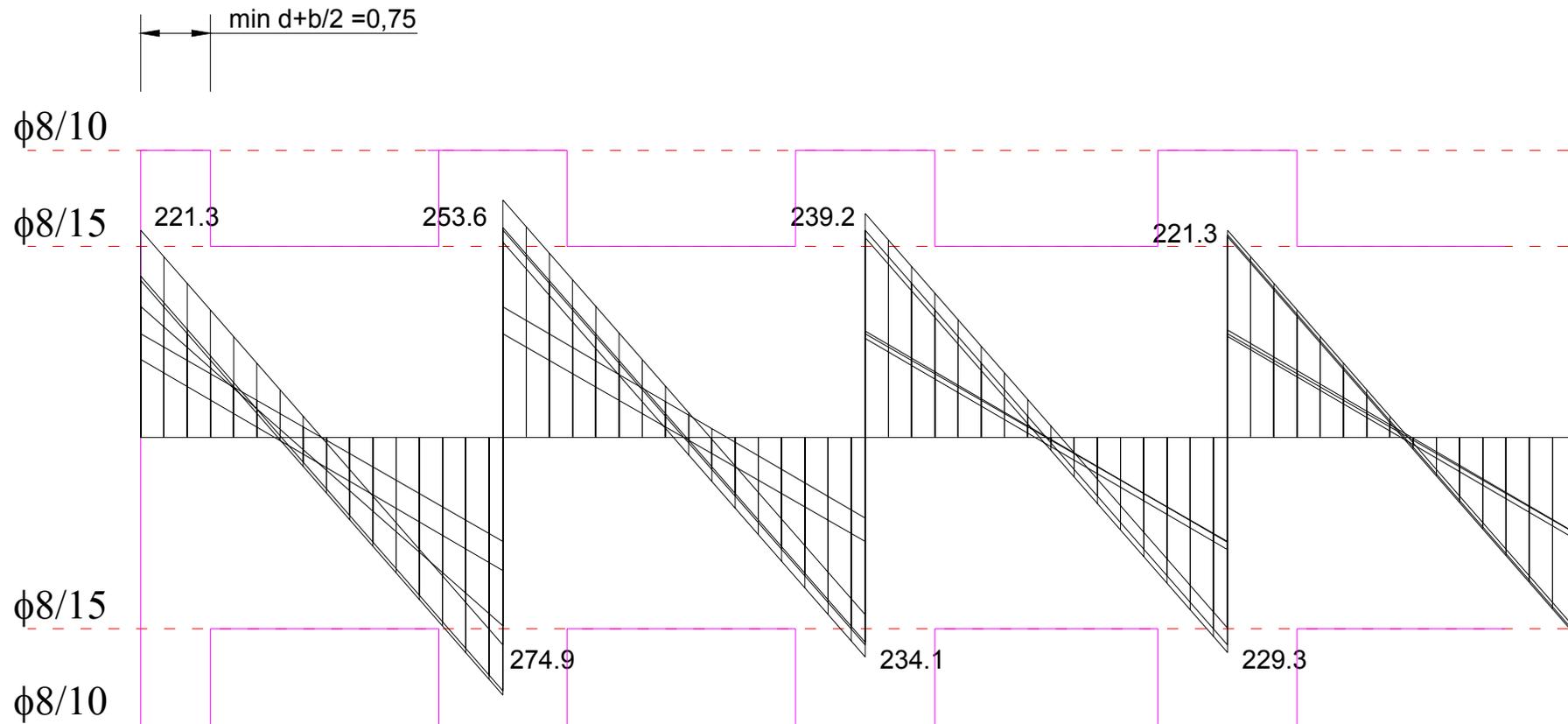
n_b è il numero di bracci delle staffe

	2 bracci			
	$\phi 8/25$	$\phi 8/20$	$\phi 8/15$	$\phi 8/10$
A_{st}	1.0	1.0	1.0	1.0
Δx	0.25	0.20	0.15	0.10
<i>Trave emergente</i>	122.6	153.3	204.4	306.6

PROGETTO DI UNA STRUTTURA IN CEMENTO ARMATO

FASI DEL PROGETTO: progetto della sezione a taglio – **PROGETTO DELL'ARMATURA**

E' opportuno mantenere un margine di mezza altezza utile dal diagramma del taglio sollecitante.



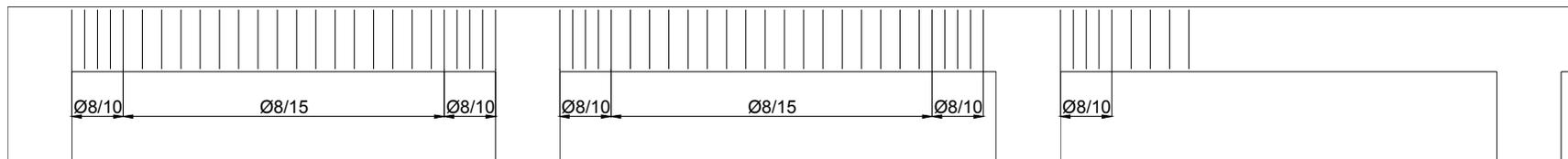
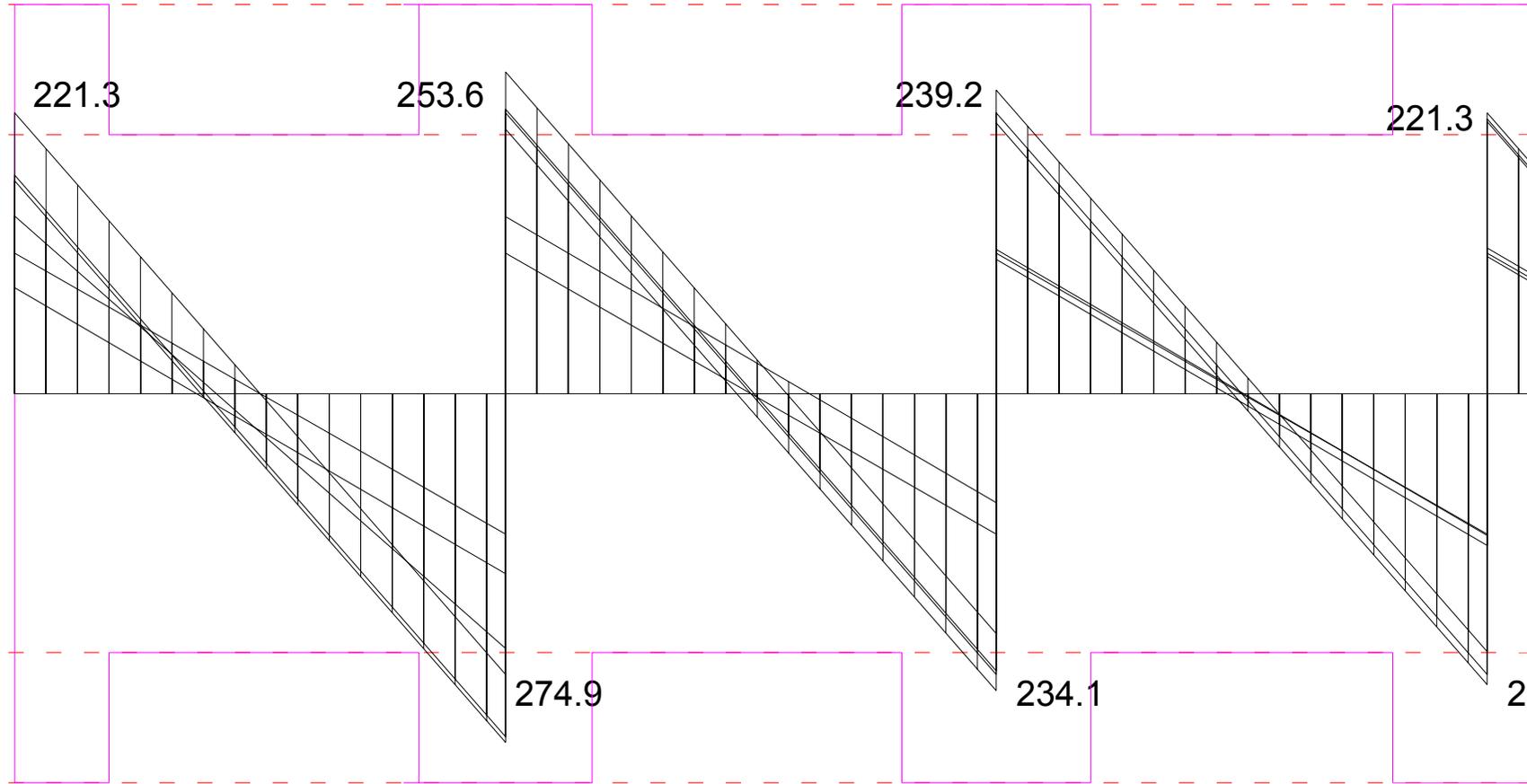
PROGETTO DI UNA STRUTTURA IN CEMENTO ARMATO

$\phi 8/10$

$\phi 8/15$

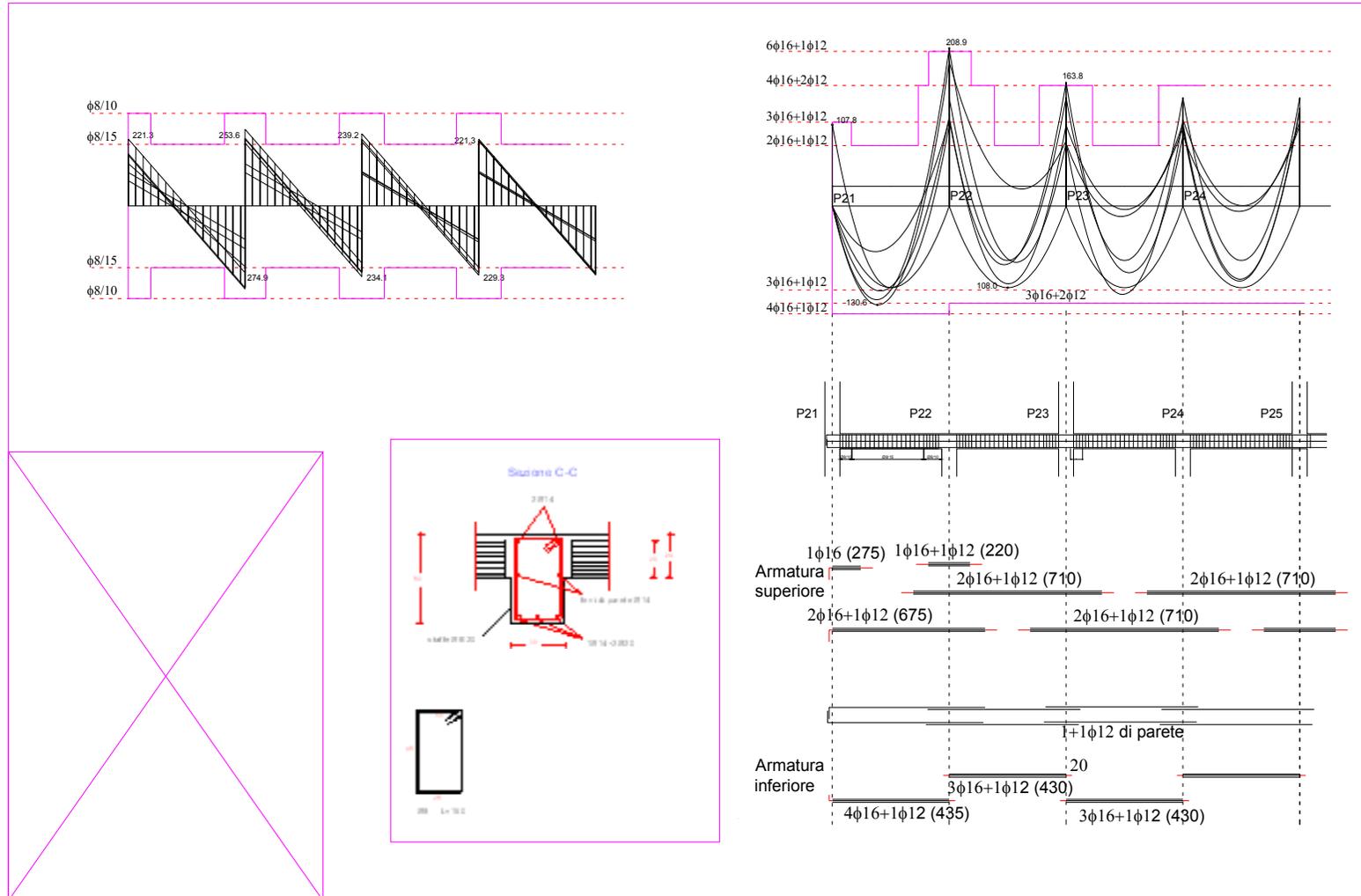
$\phi 8/15$

$\phi 8/10$



PROGETTO DI UNA STRUTTURA IN CEMENTO ARMATO

FASI DEL PROGETTO: progetto della sezione a taglio – LA TAVOLA



PROGETTO DI UNA STRUTTURA IN CEMENTO ARMATO

PROGETTO DELLA SEZIONE A TAGLIO : **breve parentesi → verifica del solaio**

$$V_{sd} \leq V_{Rd1}$$

La resistenza a taglio di calcolo V_{Rd1} è data da:

$$V_{Rd1} = \left[\tau_{Rd} k (1,2 + 40 \rho_l) + \underline{0,15} \sigma_{cp} \right] b_w d \quad [4.181]$$

dove: τ_{Rd} è la resistenza unitaria a taglio di calcolo di riferimento $(0,25 f_{ctk0,05}) / \gamma_c$. Il valore di γ_c deve di regola essere assunto pari a 1,5 (I : 1,5 o 1,6 come in prospetto 2.3).

I valori di τ_{Rd} sono dati nel prospetto 4.8;

k è = 1 per elementi in cui più del 50% dell'armatura inferiore è interrotta. In caso contrario:

k è = $1,6 - d \geq 1$ (d in metri);

ρ_l è = $\frac{A_{sl}}{b_w d} \leq \underline{0,02}$;

A_{sl} è l'area delle armature di trazione che si estende per non meno di $d + l_{b,net}$ oltre la sezione considerata (vedere fig. 4.12). Il valore di $l_{b,net}$ è definito in 5.2.2.3 e nella fig. 5.2;

b_w è la larghezza minima della sezione lungo l'altezza efficace;

PROGETTO DI UNA STRUTTURA IN CEMENTO ARMATO

PROGETTO DELLA SEZIONE A TAGLIO : **breve feedback** → **verifica del solaio**

La verifica si esegue in alcune sezioni significative:

- inizio dei travetti (b=24 cm)
- inizio della fascia semipiena (b=62 cm)
- inizio della fascia piena (b=100 cm)

Facciamo l'esempio per la prima sezione:

$$A_s = 2\phi 12 = 2.26 \text{ cm}^2 \text{ a travetto}$$

$$A'_s = 1\phi 12 = 1.13 \text{ cm}^2 \text{ a travetto}$$

$$V_{sd} \text{ (dallo schema di trave continua) } = 32.8 \text{ kN}$$

$$\tau_{Rd} = 0.25 f_{ctk} / \gamma_c = 0.25 \times 1.62 \text{ MPa} / 1.6 = 0.25 \text{ MPa}$$

$$k = 1.6 - d = 1.6 - 0.25 = 1.35$$

$$\rho_l = A_{sl} / (b_w \times d) = 3 \times 2.26 / (24 \times 25) = 0.0113$$

$$V_{Rd,1} = \tau_{Rd} k (1.2 + 40 \rho_l) b_w d = 33.45 \text{ kN}$$

$V_{Rd,1}$ è maggiore del V_{sd} : non è necessario aumentare la fascia semipiena.

