



UNIVERSITA' DI SALERNO
DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE

Via Giovanni Paolo II
84084 FISCIANO (SA) – Italy

CORSO DI TECNICA DELLE COSTRUZIONI
ANNO ACCADEMICO 2015 – 2016

RELAZIONE TECNICA
PROGETTO DI UN SOLAIO LATERO – CEMENTIZIO GETTATO IN OPERA

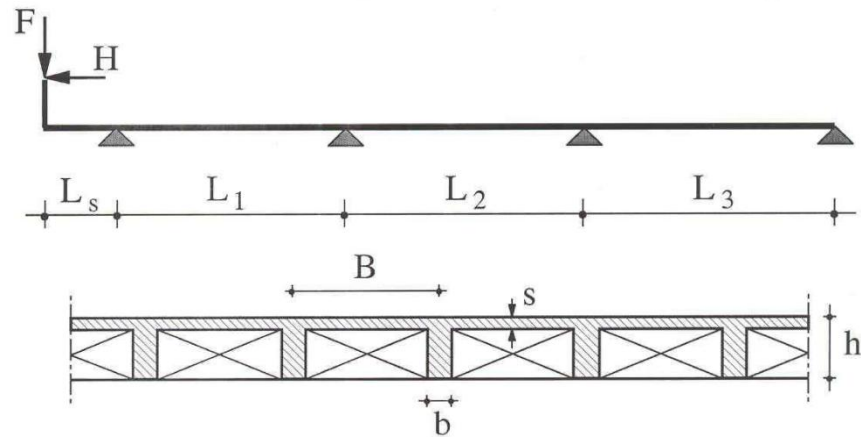
Prof. Ing. Ciro Faella
Prof. Ing. Enzo Martinelli
Dott. Ing. Carmine Lima

XXXXXXXXXX xxxxxx - Matricola: xxxxxx / xxxxx
XXXXXXXXXX xxxxxx - Matricola: xxxxx / xxxxx

Indice:

1) Dati del progetto	3
2) Progettazione della miscela di calcestruzzo	4
3) Analisi dei carichi	6
3.1) Schemi relativi alle combinazioni di carico	8
3.2) Risoluzione con il metodo delle forze	10
4) Diagrammi del Taglio e del Momento	15
4.1) Involuppo delle sollecitazioni allo SLU	23
4.2) Involuppo del Taglio allo SLU	24
5) Progetto delle armature a flessione	25
6) Verifica a Taglio	29
7) Verifiche	31
7.1) Verifiche allo SLU	31
7.2) Verifiche agli SLE	32
8) Diagrammi e Sezioni	38

1) Dati del progetto



Caratteristiche geometriche :

$$L_1 = 5.00 + 0.15 N_1 - 0.10 C_1 = 5.8 \text{ m}$$

$$L_2 = 5.50 + 0.15 N_1 - 0.10 C_2 = 6.2 \text{ m}$$

$$L_3 = 4.50 + 0.10 N_2 - 0.10 C_2 = 4.5 \text{ m}$$

$$L_s = 1.05 + 0.05 M = 1.5 \text{ m}$$

$$B = 50 \text{ cm} ; \quad b = 10 ; \quad s = 4 \text{ cm} ; \quad h \geq \frac{L_{\max}}{25}$$

Carichi :

F (Peso Parapetto)

$$H = 1.00 \text{ kN/m}$$

Sovraccarichi variabili per uffici
(Tab. 3.1. II – D.M.14/01/2008)

2) Progettazione della miscela di Calcestruzzo

Dati di ingresso

Classe di resistenza a compressione : C25/30

$f_{ck} = 25.0 \text{ MPa}$

$R_{ck} = 30 \text{ MPa}$

Slump : $S = 4 \Rightarrow$ Consistenza fluida (abbassamento da 160 a 210 mm)

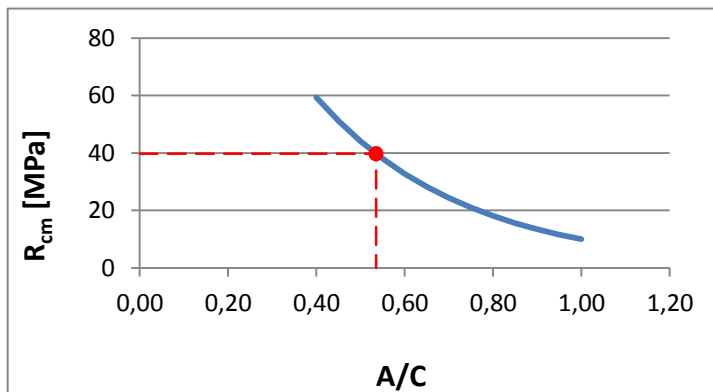
Resistenza media a compressione :

$f_{cm} = 33 \text{ Mpa}$

$R_{cm} = 39.76 \text{ Mpa}$

$D_{max} = 25 \text{ mm}$

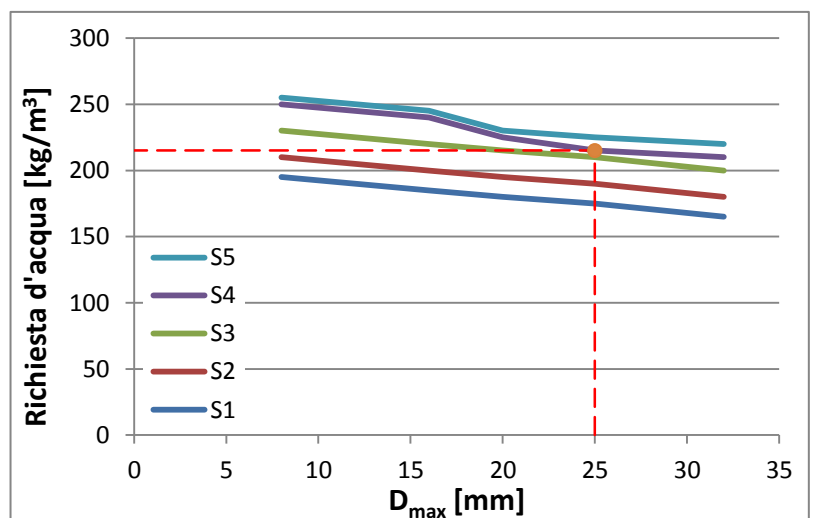
In funzione di R_{cm} possiamo ricavare il rapporto A/C (acqua/cemento) :



$\Rightarrow A/C = 0.535$

In funzione di D_{max} e dello Slump (S) possiamo ricavare il dosaggio di acqua per m^3 di calcestruzzo (A) :

Diametro (mm)	Richiesta d'acqua (kg/m ³) per classe di consistenza				
	S1	S2	S3	S4	S5
8	195	210	230	250	255
16	185	200	220	240	245
20	180	195	215	225	230
25	175	190	210	215	225
32	165	180	200	210	220



Interpolando i valori forniti per ogni m^3 di calcestruzzo si ottiene : $\Rightarrow A = 215.00 \text{ kg/m}^3$

Dosaggio dei componenti del calcestruzzo

Cemento : possiamo calcolare la quantità in peso di cemento necessaria per 1 m^3 di impasto come :

$$C = \frac{A}{A/C} = \frac{215.00}{0.535} = 401.76 \text{ kg/m}^3$$

Aggregati :

Volume degli aggregati :

Componenti	Volume
Cemento ($\gamma_C = 3100 \text{ kg/m}^3$)	0.130 m^3
Acqua ($\gamma_A = 1000 \text{ kg/m}^3$)	0.215 m^3
Additivi	0.005 m^3
Aria	0.002 m^3

$$\Rightarrow V_{\text{aggregati}} = 1 - V_{\text{cemento}} - V_{\text{acqua}} - V_{\text{additivi}} - V_{\text{aria}} = 0.648 \text{ m}^3$$

Peso degli aggregati :

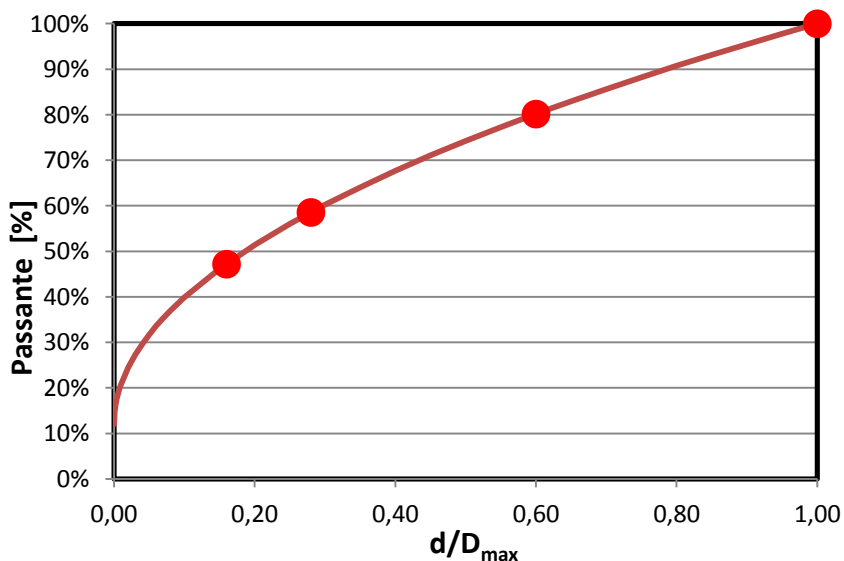
$$P_{\text{aggregati}} = V_{\text{aggregati}} \cdot \gamma_{\text{aggregati}} = 0.648 \cdot 2600 = 1686 \text{ kg/m}^3$$

Gli aggregati sono ripartiti tra le varie frazioni granulometriche sulla base della curva di Bolomey

(12%) definita dalla relazione : $P = 100 \cdot \sqrt{\frac{d}{D_{\max}}}$ dove P è il passante in peso al vaglio di diametro d. Assunto di avere a disposizione le seguenti quattro classi granulometriche :

- $15 < d < 25$ Ghiaia;
- $7 < d < 15$ Ghiaietto;
- $1 < d < 7$ Sabbia;
- $d < 1$ Sabbia con diametro inferiore ad 1 mm

otteniamo il peso di ciascuna classe di aggregati in funzione del passante.



$$P = 100 \cdot \sqrt{\frac{d}{D_{\max}}}$$

D [mm]	$P_{\text{agg}} [\text{kg/m}^3]$
25-15	414
15-7	451
7-4	237
4->	584

3) Analisi dei carichi

$$\text{Altezza solaio} = h = \frac{L_{\max}}{25} = \frac{6.2}{25} = 0.248 \text{ m} = \mathbf{24.8 \text{ cm}} \Rightarrow \mathbf{26 \text{ cm}}$$

Caratteristiche meccaniche dei materiali :

Calcestruzzo : Classe 25/30 - Rck = 30 MPa - fck = 30 · 0.83 = 25 MPa

Acciaio : B 450 C - fsk = 450 MPa

Solaio

latero cemento h 22 + 4 cm - interasse 50 cm - b travetto 10 cm							
PERMANENTI STRUTTURALI (G1)	P.U.	lx [m]	ly [m]	lz [m]	γ [kN/m ³]	Tot	
soletta	1.00	1.00	1.00	0.04	25.00	1.00	kN/m ²
travetti	2.00	0.10	1.00	0.22	25.00	1.10	kN/m ²
laterizi	2.00	0.50	1.00	0.22	8.00	1.76	kN/m ²
						G_{1k}	3.86 kN/m ²
PERMANENTI NON STRUTT. (G2)	P.U.	lx [m]	ly [m]	lz [m]	γ [kN/m ³]	Tot	
massetto+allettamento	1.00	1.00	1.00	0.04	18.00	0.72	kN/m ²
pavimento	1.00	1.00	1.00	0.02	20.00	0.40	kN/m ²
intonaco all'intradosso	1.00	1.00	1.00	0.015	21.00	0.32	kN/m ²
incidenza tramezzi	-	-	-	-	-	1.60	kN/m ²
						G_{2k}	3.04 kN/m ²
SOVR. VARIABILI	P.U.	lx [m]	ly [m]	lz [m]	γ [kN/m ³]	Tot	
uffici aperti al pubblico (cat B)	-	-	-	-	-	3.00	kN/m ²
						Q_k	3.00 kN/m ²

Sbalzo

latero cemento h 18 + 4 cm - interasse 50 cm - b travetto 10 cm							
PERMANENTI STRUTTURALI (G1)	P.U.	lx [m]	ly [m]	lz [m]	γ [kN/m ³]	Tot	
soletta	1.00	1.00	1.00	0.04	25.00	1.00	kN/m ²
travetti	2.00	0.10	1.00	0.18	25.00	0.90	kN/m ²
laterizi	2.00	0.50	1.00	0.18	8.00	1.44	kN/m ²
						G_{1k}	3.34 kN/m ²
PERMANENTI NON STRUTT. (G2)	P.U.	lx [m]	ly [m]	lz [m]	γ [kN/m ³]	Tot	
massetto+allettamento	1.00	1.00	1.00	0.04	18.00	0.72	kN/m ²
pavimento	1.00	1.00	1.00	0.02	20.00	0.40	kN/m ²
intonaco all'intradosso	1.00	1.00	1.00	0.015	21.00	0.32	kN/m ²
guaina impermeabilizzante	-	-	-	-	-	0.30	kN/m ²
						G_{2k}	1.74 kN/m ²
SOVR. VARIABILI	P.U.	lx [m]	ly [m]	lz [m]	γ [kN/m ³]	Tot	
balconi e sbalzi (cat C)	-	-	-	-	-	4.00	kN/m ²
						Q_k	4.00 kN/m ²

Tramezzi

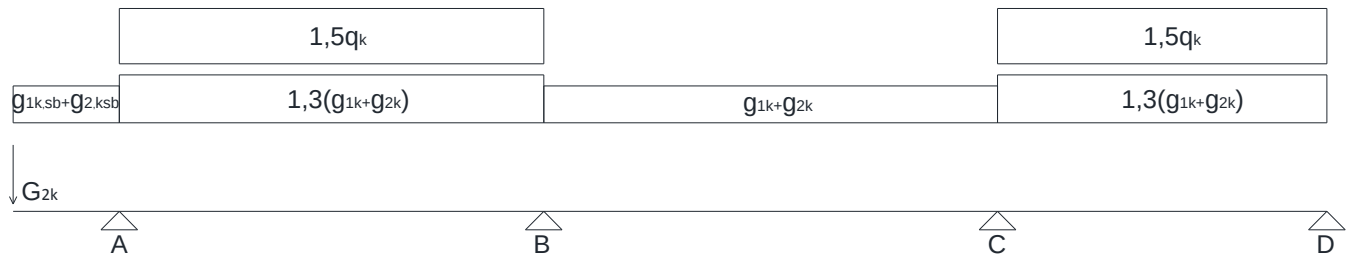
Peso del tramezzo per unità di lunghezza							
PERMANENTI NON STRUTTURALI (G2)	P.U.	lunghezza [m]	spessore [m]	altezza [m]	γ [kN/m ³]	Tot	
laterizio	1.00	1.00	0.08	2.80	8.00	1.79	kN/m
intonaco su due lati	2.00	1.00	0.015	2.80	18.00	1.51	kN/m
						G_{2k}	3.30 kN/m

Parapetto

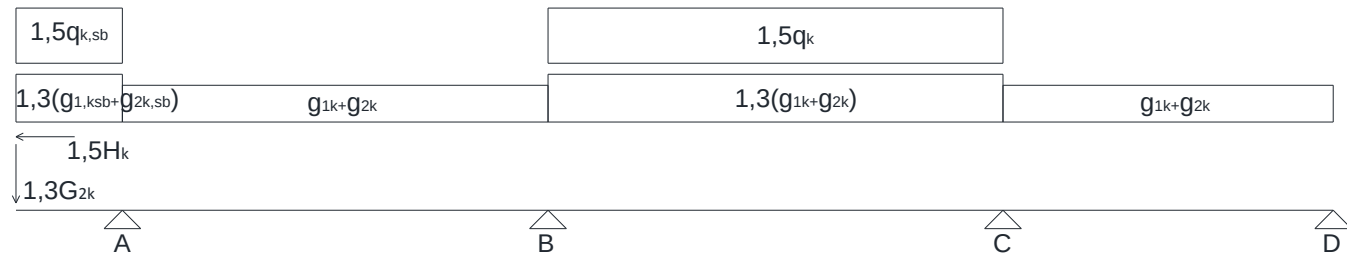
Peso del parapetto in calcestruzzo per unità di lunghezza							
PERMANENTI NON STRUTTURALI (G2)	P.U.	lunghezza [m]	spessore [m]	altezza [m]	γ [kN/m ³]	Tot	
calcestruzzo faccia vista	1.00	1.00	0.05	1.00	25.00	1.25	kN/m
						G_{2k}	1.25 kN/m

3.1) Schemi relativi alle combinazioni di carico

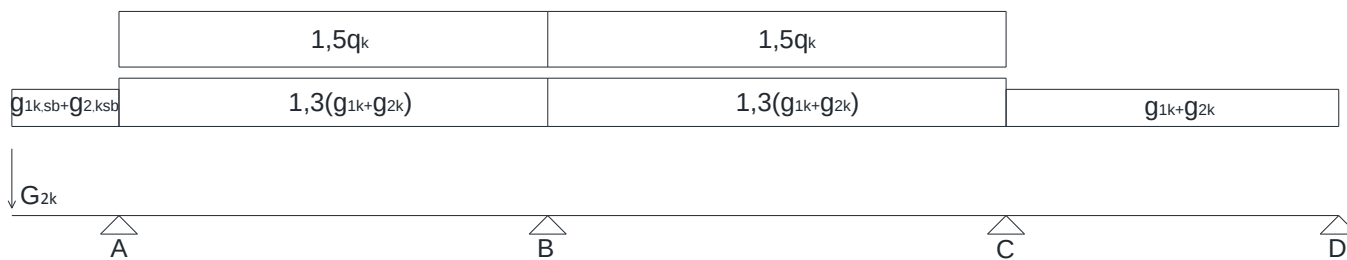
Combinazione SLU 1



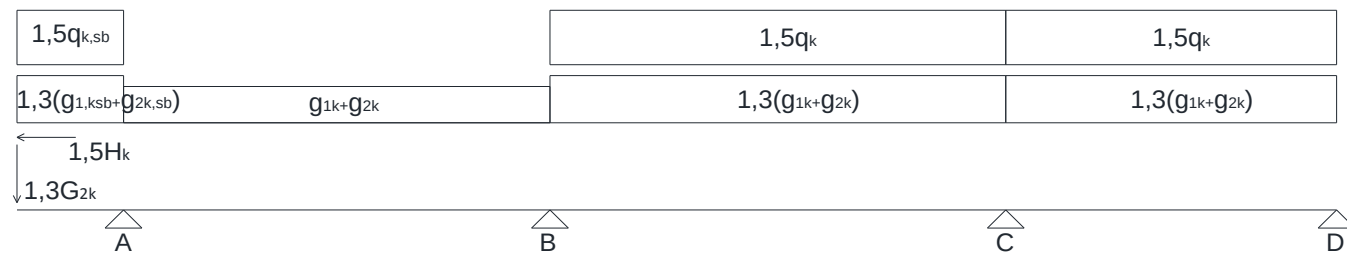
Combinazione SLU 2



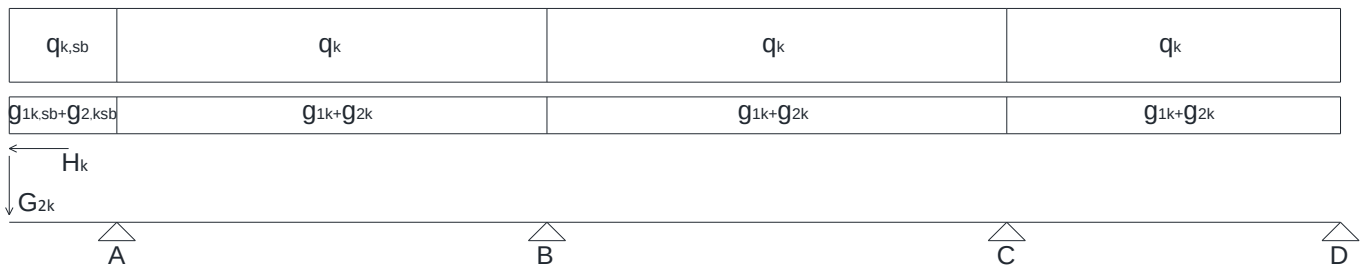
Combinazione SLU 3



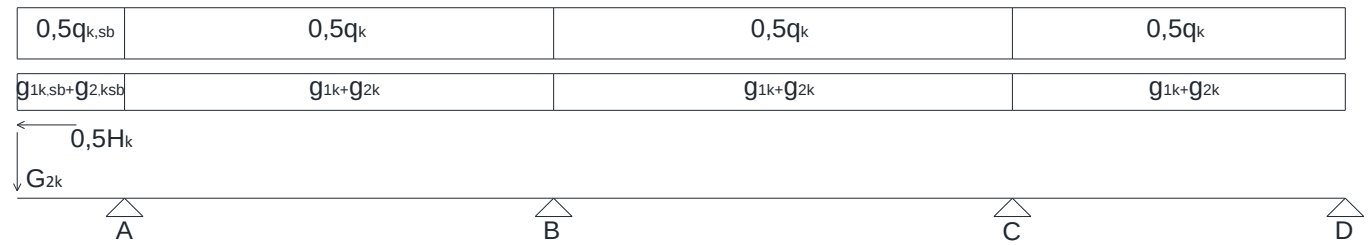
Combinazione SLU 4



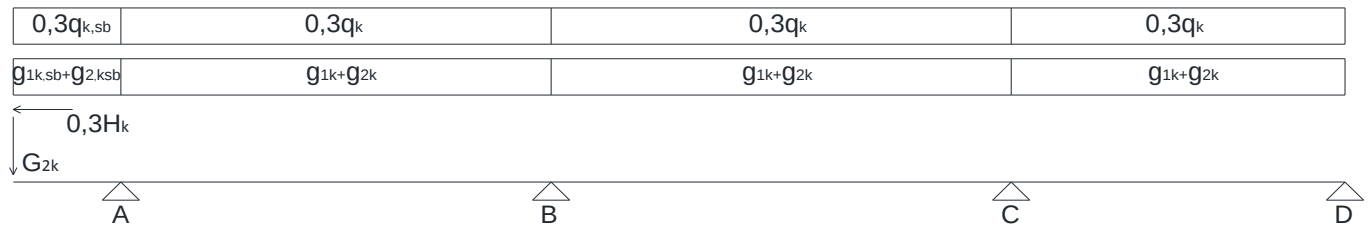
Combinazione SLE (rara)



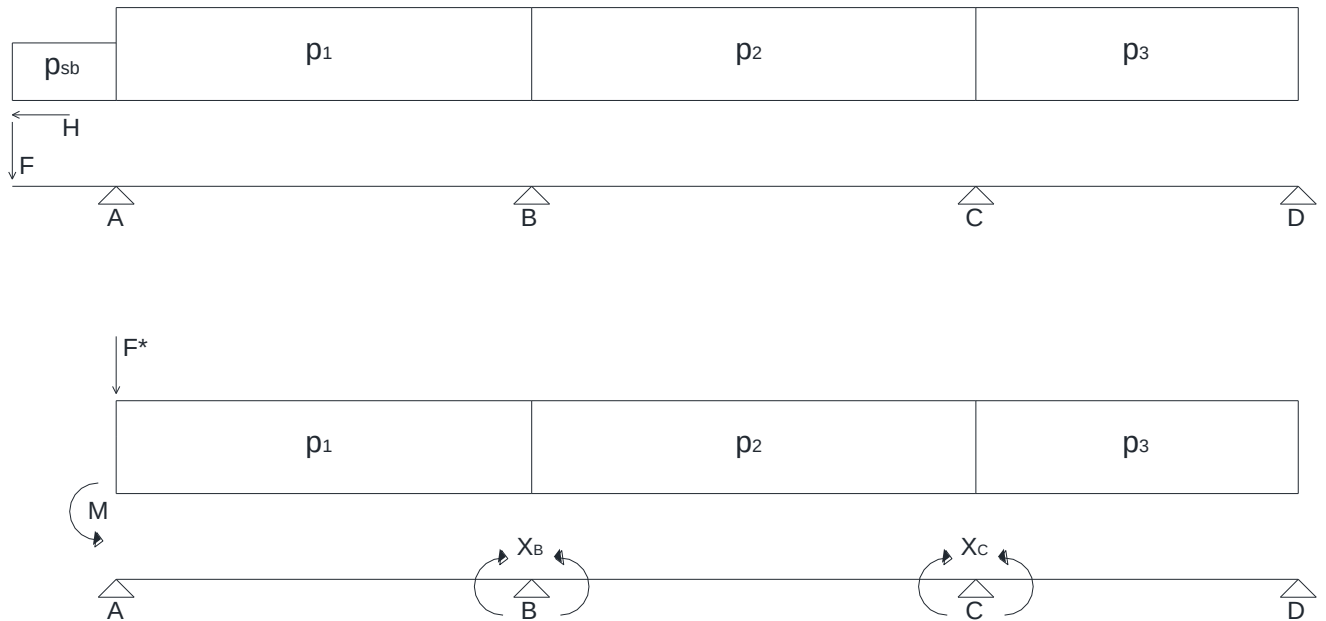
Combinazione SLE (frequente) $\psi_1=0.5$



Combinazione SLE (quasi permanente) $\psi_2=0.3$



3.2) Risoluzione con il Metodo delle Forze



$$F^* = F + p_{sb} \cdot L_{sb}$$

$$M = F \cdot L_{sb} + p_{sb} \cdot \frac{L_{sb}^2}{2} + H \cdot h$$

$$\varphi_{BA} = \frac{ML_1}{6EI} - \frac{p_1 L_1^3}{24EI} + \frac{X_B L_1}{3EI}$$

$$\varphi_{BC} = \frac{p_2 L_2^3}{24EI} - \frac{X_B L_2}{3EI} - \frac{X_C L_2}{6EI}$$

$$\varphi_{CB} = \frac{X_B L_2}{6EI} - \frac{p_2 L_2^3}{24EI} + \frac{X_C L_2}{3EI}$$

$$\varphi_{CD} = \frac{p_3 L_3^3}{24EI} - \frac{X_C L_3}{3EI}$$

$$\Rightarrow \begin{cases} \varphi_{BA} - \varphi_{BC} = \frac{ML_1}{6EI} - \frac{p_1 L_1^3}{24EI} + \frac{X_B L_1}{3EI} - \frac{p_2 L_2^3}{24EI} + \frac{X_B L_2}{3EI} + \frac{X_C L_2}{6EI} = 0 \\ \varphi_{CB} - \varphi_{CD} = \frac{X_B L_2}{6EI} - \frac{p_2 L_2^3}{24EI} + \frac{X_C L_2}{3EI} - \frac{p_3 L_3^3}{24EI} + \frac{X_C L_3}{3EI} = 0 \end{cases}$$

Portando in forma matriciale e semplificando EI :

$$\begin{bmatrix} \frac{L_1}{3} + \frac{L_2}{3} & \frac{L_2}{6} \\ \frac{L_2}{6} & \frac{L_2}{3} + \frac{L_3}{3} \end{bmatrix} * \begin{bmatrix} X_B \\ X_C \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{p_1 L_1^3}{24} + \frac{p_2 L_2^3}{24} - \frac{ML_1}{6} \\ \frac{p_2 L_2^3}{24} + \frac{p_3 L_3^3}{24} \end{bmatrix}$$

$$D * X^{\text{comb}} = \delta^{\text{comb}} \quad \Rightarrow \quad X^{\text{comb}} = D^{-1} * \delta^{\text{comb}}$$

$$D = \begin{bmatrix} 4.0000 & 1.0333 \\ 1.0333 & 3.5667 \end{bmatrix}$$

$$D^{-1} = \begin{bmatrix} 0.2702 & -0.0783 \\ -0.0783 & 0.3031 \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} X_B \\ X_C \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.2702 & -0.0783 \\ -0.0783 & 0.3031 \end{bmatrix} * \begin{bmatrix} \frac{p_1 L_1^3}{24} + \frac{p_2 L_2^3}{24} - \frac{M L_1}{6} \\ \frac{p_2 L_2^3}{24} + \frac{p_3 L_3^3}{24} \end{bmatrix}$$

Carichi e luci delle campate :

Solaio	Sbalzo	Forze	Luci campate
$g_{1k} = 3.86 \text{ kN/m}^2$	$g_{1k, sb} = 3.34 \text{ kN/m}^2$	$G_{2k, sb} = F = 1.25 \text{ kN}$	$L_1 = 5.80 \text{ m}$
$g_{2k} = 3.04 \text{ kN/m}^2$	$g_{2k, sb} = 1.74 \text{ kN/m}^2$	$H_k = H = 1.00 \text{ kN}$	$L_2 = 6.20 \text{ m}$
$q_k = 3.00 \text{ kN/m}^2$	$q_{k, sb} = 4.00 \text{ kN/m}^2$		$L_3 = 4.50 \text{ m}$
			$L_{sb} = 1.50 \text{ m}$

Combinazione di carico allo SLU 1 (Massimo momento in campata AB e CD)

Carichi		
P ₁	13.47	kN/m
P ₂	6.90	kN/m
P ₃	13.47	kN/m
P _{sb}	5.08	kN/m
M	7.15	kN·m
F*	8.62	kN
H _k	0.00	kN

$$\mathbf{d}^{\text{comb}} = \begin{bmatrix} 171.1115 \\ 119.6632 \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} X_B \\ X_C \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.2702 & -0.0783 \\ -0.0783 & 0.3031 \end{bmatrix} * \begin{bmatrix} 171.1115 \\ 119.6632 \end{bmatrix} = \begin{cases} X_B^1 = 36.87 \text{ kN·m} \\ X_C^1 = 22.87 \text{ kN·m} \end{cases}$$

Combinazione di carico allo SLU 2 (Massimo momento in campata BC e in appoggio A)

Carichi		
P ₁	6.90	kN/m
P ₂	13.47	kN/m
P ₃	6.90	kN/m
P _{sb}	12.60	kN/m
M	17.11	kN·m
F*	19.90	kN
H _k	1.50	kN

$$\mathbf{d}^{\text{comb}} = \begin{bmatrix} 173.3203 \\ 159.9600 \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} X_B \\ X_C \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.2702 & -0.0783 \\ -0.0783 & 0.3031 \end{bmatrix} * \begin{bmatrix} 173.3203 \\ 159.9600 \end{bmatrix} = \begin{cases} X_B^2 = 34.31 \text{ kN·m} \\ X_C^2 = 34.91 \text{ kN·m} \end{cases}$$

Combinazione di carico allo SLU 3 (Massimo momento in appoggio B)

Carichi		
P ₁	13.47	kN/m
P ₂	13.47	kN/m
P ₃	6.90	kN/m
P _{sb}	5.08	kN/m
M	7.15	kN·m
F*	8.62	kN
H _k	0.00	kN

$$\mathbf{d}^{\text{comb}} = \begin{bmatrix} 236.3538 \\ 159.9600 \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} X_B \\ X_C \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.2702 & -0.0783 \\ -0.0783 & 0.3031 \end{bmatrix} * \begin{bmatrix} 236.3538 \\ 159.9600 \end{bmatrix} = \begin{cases} X_B^3 = 51.35 \text{ kN·m} \\ X_C^3 = 29.97 \text{ kN·m} \end{cases}$$

Combinazione di carico allo SLU 4 (Massimo momento in appoggio C)

Carichi		
P ₁	6.90	kN/m
P ₂	13.47	kN/m
P ₃	13.47	kN/m
P _{sb}	12.60	kN/m
M	17.11	kN·m
F*	19.90	kN
H _k	1.50	kN

$$\mathbf{d}^{\text{comb}} = \begin{bmatrix} 173.3203 \\ 184.9055 \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} X_B \\ X_C \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.2702 & -0.0783 \\ -0.0783 & 0.3031 \end{bmatrix} * \begin{bmatrix} 173.3203 \\ 184.9055 \end{bmatrix} = \begin{cases} X_B^4 = 32.36 \text{ kN·m} \\ X_C^4 = 42.47 \text{ kN·m} \end{cases}$$

Combinazione di carico allo SLE (rara)

Carichi		
P ₁	9.90	kN/m
P ₂	9.90	kN/m
P ₃	9.90	kN/m
P _{sb}	9.08	kN/m
M	12.36	kN·m
F*	19.17	kN
H _k	1.00	kN

$$\mathbf{d}^{\text{comb}} = \begin{bmatrix} 166.8481 \\ 135.8994 \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} X_B \\ X_C \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.2702 & -0.0783 \\ -0.0783 & 0.3031 \end{bmatrix} * \begin{bmatrix} 166.8481 \\ 135.8994 \end{bmatrix} = \begin{cases} X_B^5 = 34.45 \text{ kN·m} \\ X_C^5 = 28.12 \text{ kN·m} \end{cases}$$

Combinazione di carico allo SLE (frequente)

Carichi		
P ₁	8.40	kN/m
P ₂	8.40	kN/m
P ₃	8.40	kN/m
P _{sb}	7.08	kN/m
M	9.76	kN·m
F*	11.52	kN
H _k	0.50	kN

$$\mathbf{d}^{\text{comb}} = \begin{bmatrix} 142.2738 \\ 115.3086 \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} X_B \\ X_C \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.2702 & -0.0783 \\ -0.0783 & 0.3031 \end{bmatrix} * \begin{bmatrix} 142.2738 \\ 115.3086 \end{bmatrix} = \begin{cases} X_B^6 = 29.42 \text{ kN·m} \\ X_C^6 = 23.81 \text{ kN·m} \end{cases}$$

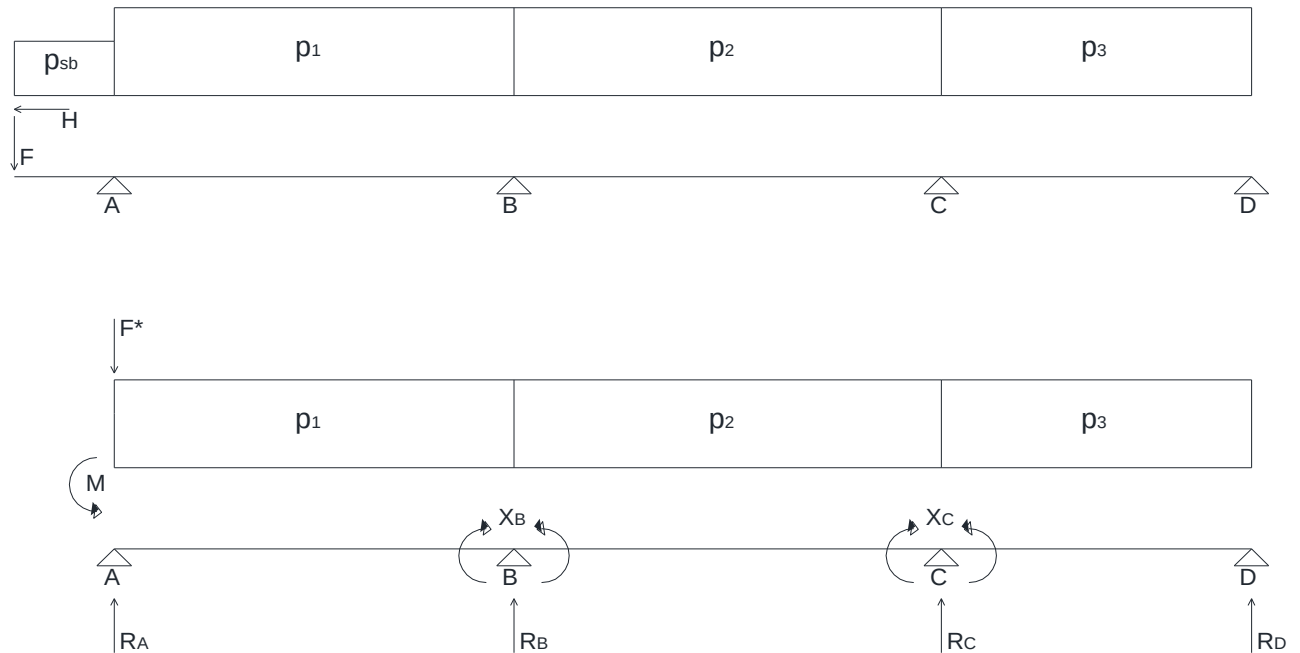
Combinazione di carico allo SLE (quasi permanente)

Carichi		
P₁	7.80	kN/m
P₂	7.80	kN/m
P₃	7.80	kN/m
P_{sb}	6.28	kN/m
M	8.71	kN·m
F*	10.36	kN
H_k	0.30	kN

$$\delta^{\text{comb}} = \begin{bmatrix} 132.4441 \\ 107.0722 \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} X_B \\ X_C \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.2702 & -0.0783 \\ -0.0783 & 0.3031 \end{bmatrix} * \begin{bmatrix} 132.4441 \\ 107.0722 \end{bmatrix} = \begin{cases} X_B^7 = 27.41 \text{ kN·m} \\ X_C^7 = 22.08 \text{ kN·m} \end{cases}$$

4) Diagrammi del Taglio e del Momento



Reazioni Vincolari :

$$R_A = \frac{M}{L_1} + \frac{p_1 L_1}{2} - \frac{X_B}{L_1} + F^*$$

$$R_B = -\frac{M}{L_1} + \frac{p_1 L_1}{2} + \frac{X_B}{L_1} + \frac{X_B}{L_2} + \frac{p_2 L_2}{2} - \frac{X_C}{L_2}$$

$$R_C = \frac{X_C}{L_2} + \frac{p_2 L_2}{2} - \frac{X_B}{L_2} + \frac{X_C}{L_3} + \frac{p_3 L_3}{2}$$

$$R_D = \frac{p_3 L_3}{2} - \frac{X_C}{L_3}$$

Sollecitazioni di Taglio :

$$T_A^{(S)} = -F^*$$

$$T_A^{(D)} = T_A^{(S)} + R_A$$

$$T_B^{(S)} = T_A^{(D)} - p_1 L_1$$

$$T_B^{(D)} = T_B^{(S)} + R_B$$

$$T_C^{(S)} = T_B^{(D)} - p_2 L_2$$

$$T_C^{(D)} = T_C^{(S)} + R_C$$

$$T_D^{(S)} = T_C^{(D)} - p_3 L_3 = -R_D$$

Sollecitazioni di Momento :

$$M_A' = -H \cdot 1.00 \text{ m}$$

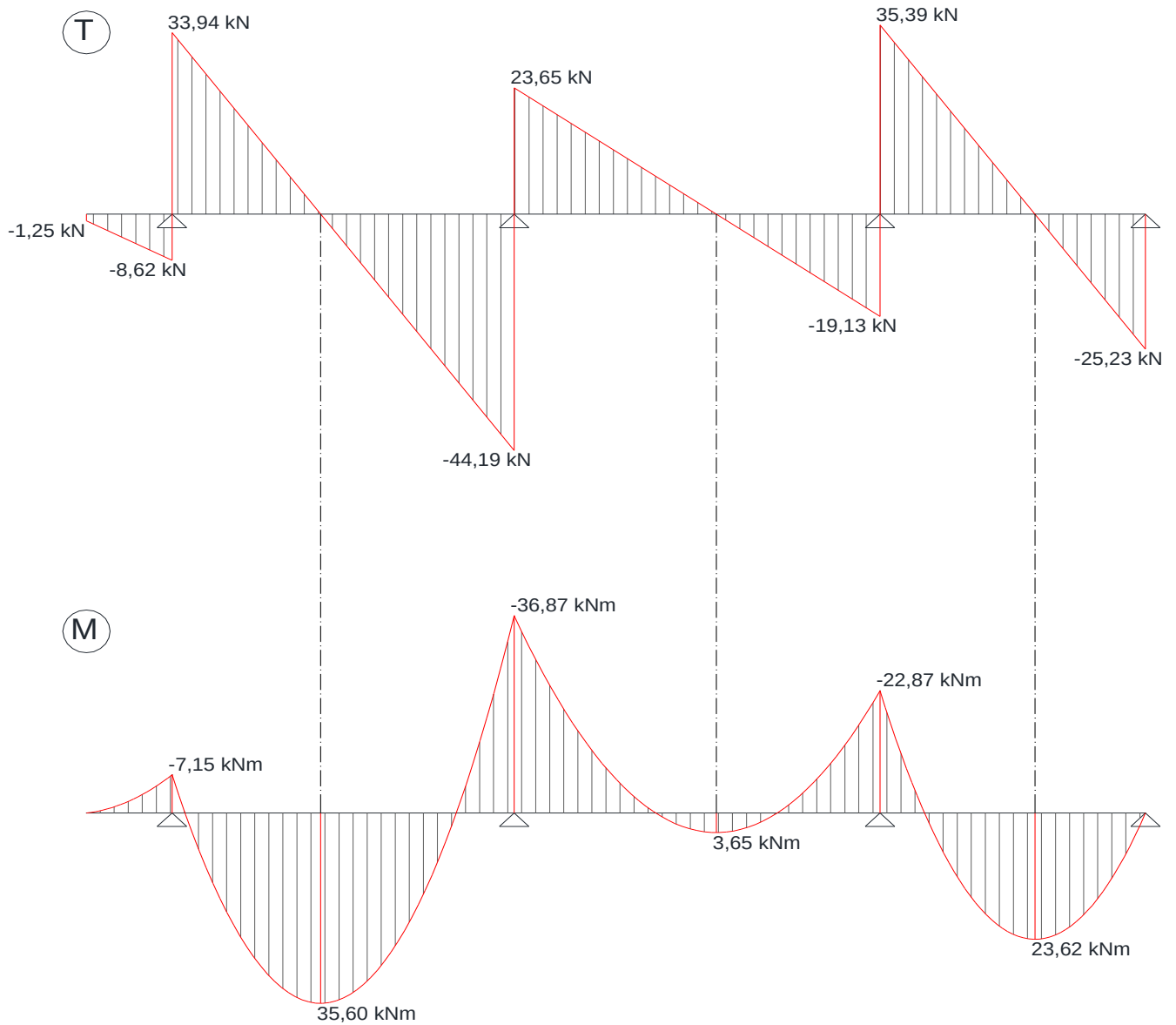
$$M_A = -M$$

$$M_B = -X_B$$

$$M_C = -X_C$$

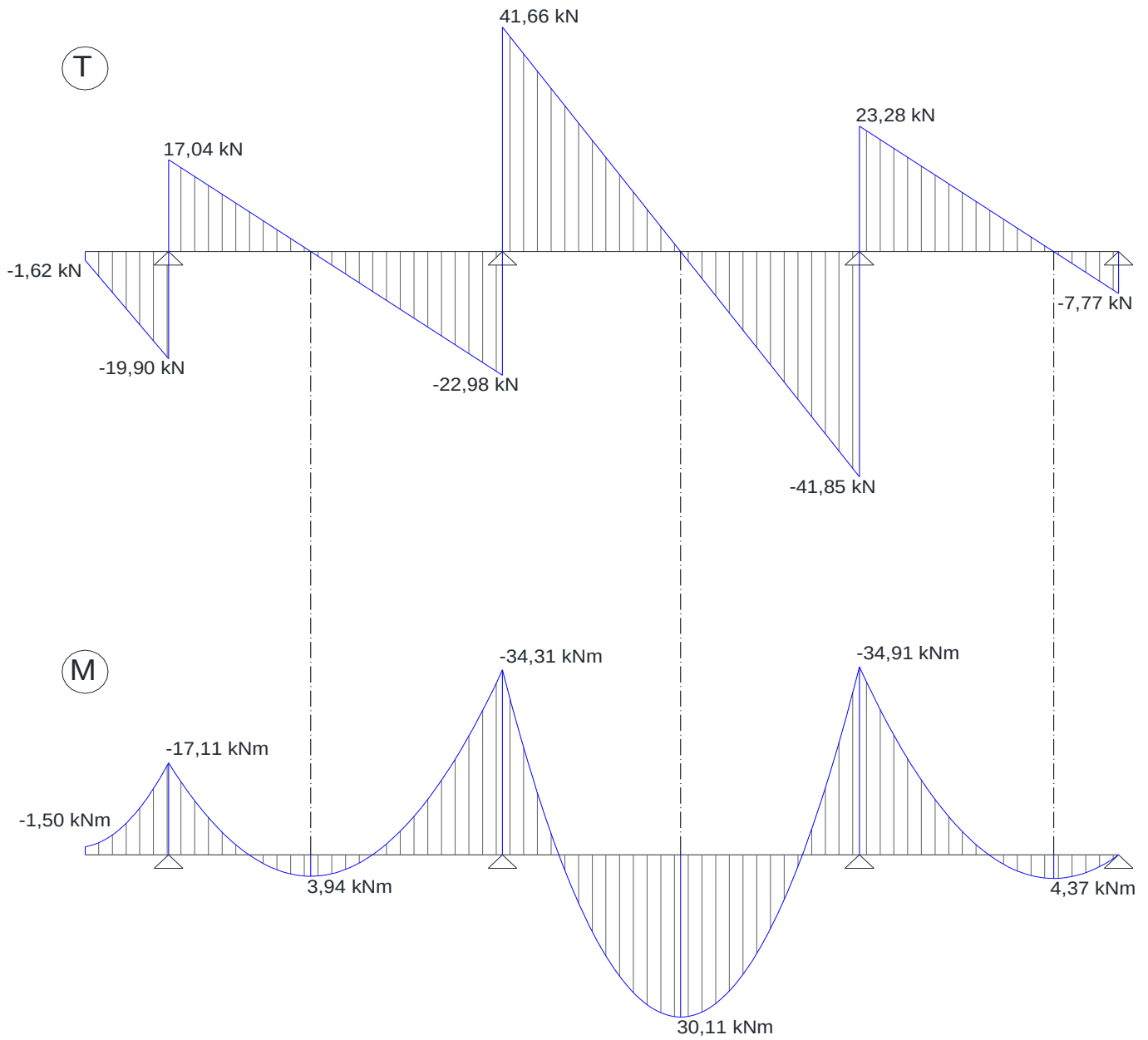
$$M_D = 0$$

Combinazione di carico allo SLU 1



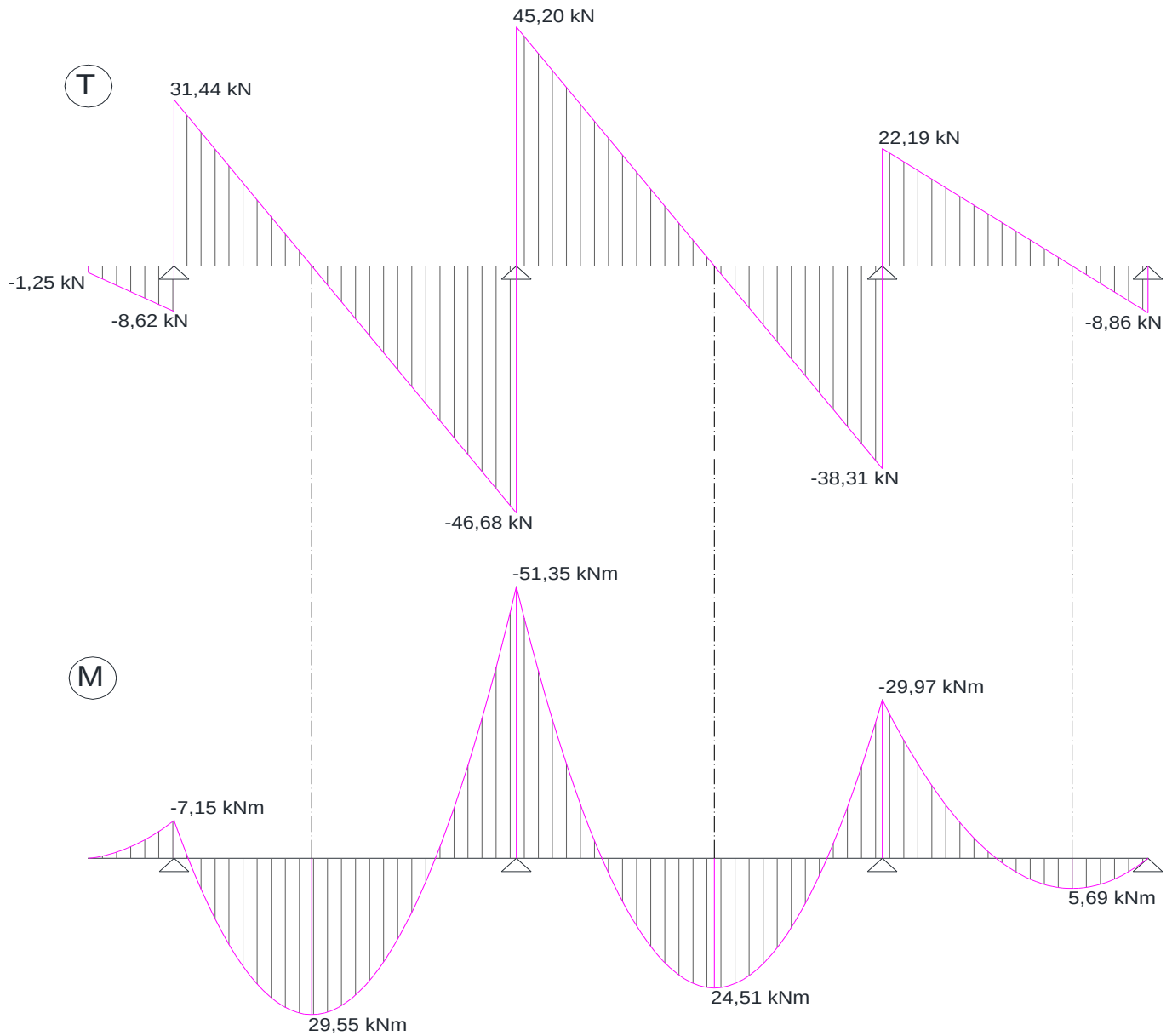
Reazioni (kN)	Tagli (kN)	Momenti (kN·m)
$R_A = 42.56$	$T_A^{(S)} = -8.62$	$M'_A = 0.00$
$R_B = 67.84$	$T_A^{(D)} = 33.94$	$M_A = -7.15$
$R_C = 54.52$	$T_B^{(S)} = -44.19$	$M_B = -36.87$
$R_D = 25.23$	$T_B^{(D)} = 23.65$	$M_C = -22.87$
	$T_C^{(S)} = -19.13$	$M_D = 0.00$
	$T_C^{(D)} = 35.39$	
	$T_D^{(S)} = -25.23$	

Combinazione di carico allo SLU 2



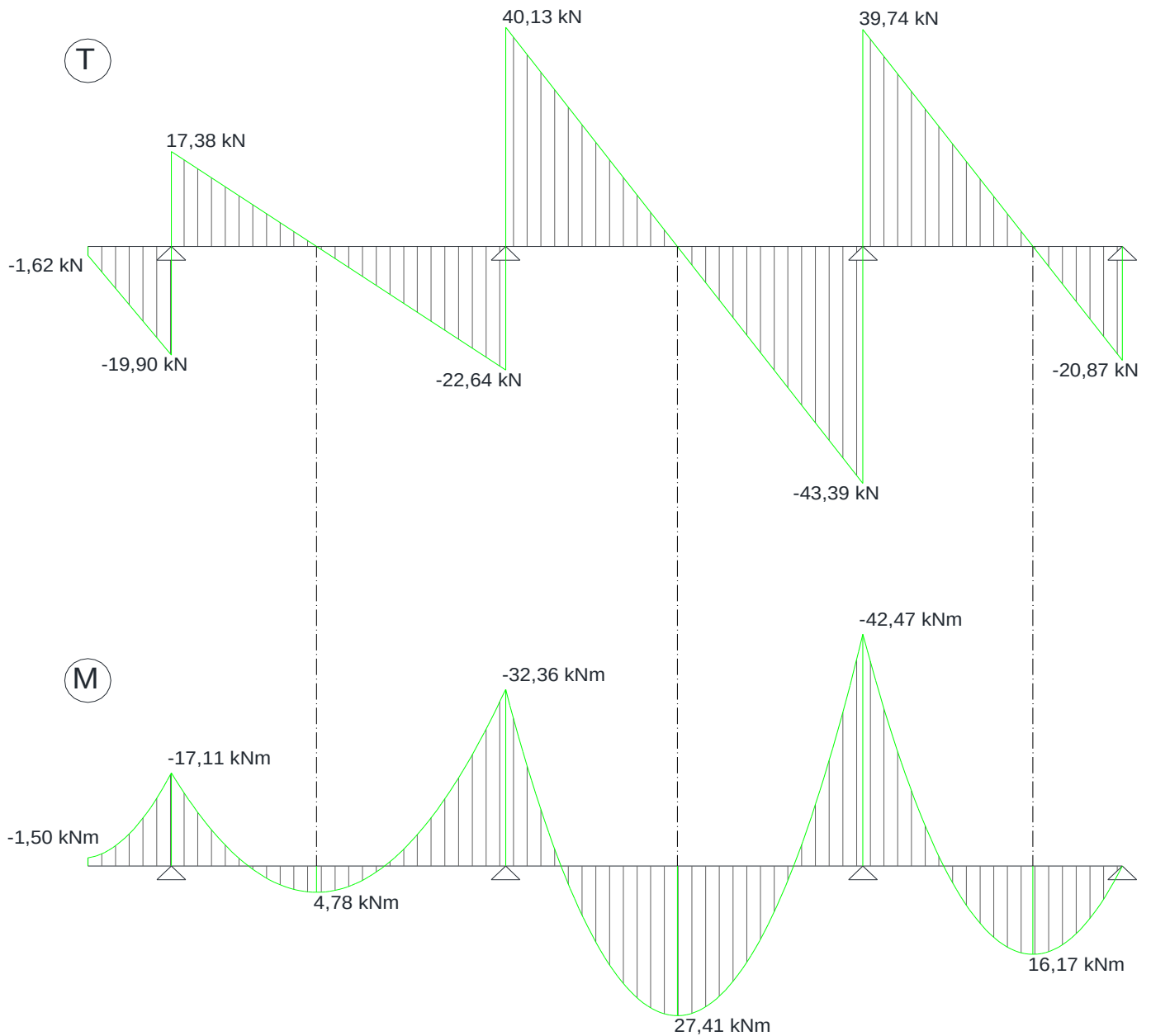
Reazioni (kN)	Tagli (kN)	Momenti (kN·m)
$R_A = 36.94$	$T_A^{(S)} = -19.90$	$M_A' = -1.50$
$R_B = 64.64$	$T_A^{(D)} = 17.04$	$M_A = -17.11$
$R_C = 65.14$	$T_B^{(S)} = -22.98$	$M_B = -34.31$
$R_D = 7.77$	$T_B^{(D)} = 41.66$	$M_C = -34.91$
	$T_C^{(S)} = -41.85$	$M_D = 0.00$
	$T_C^{(D)} = 23.28$	
	$T_D^{(S)} = -7.77$	

Combinazione di carico allo SLU 3



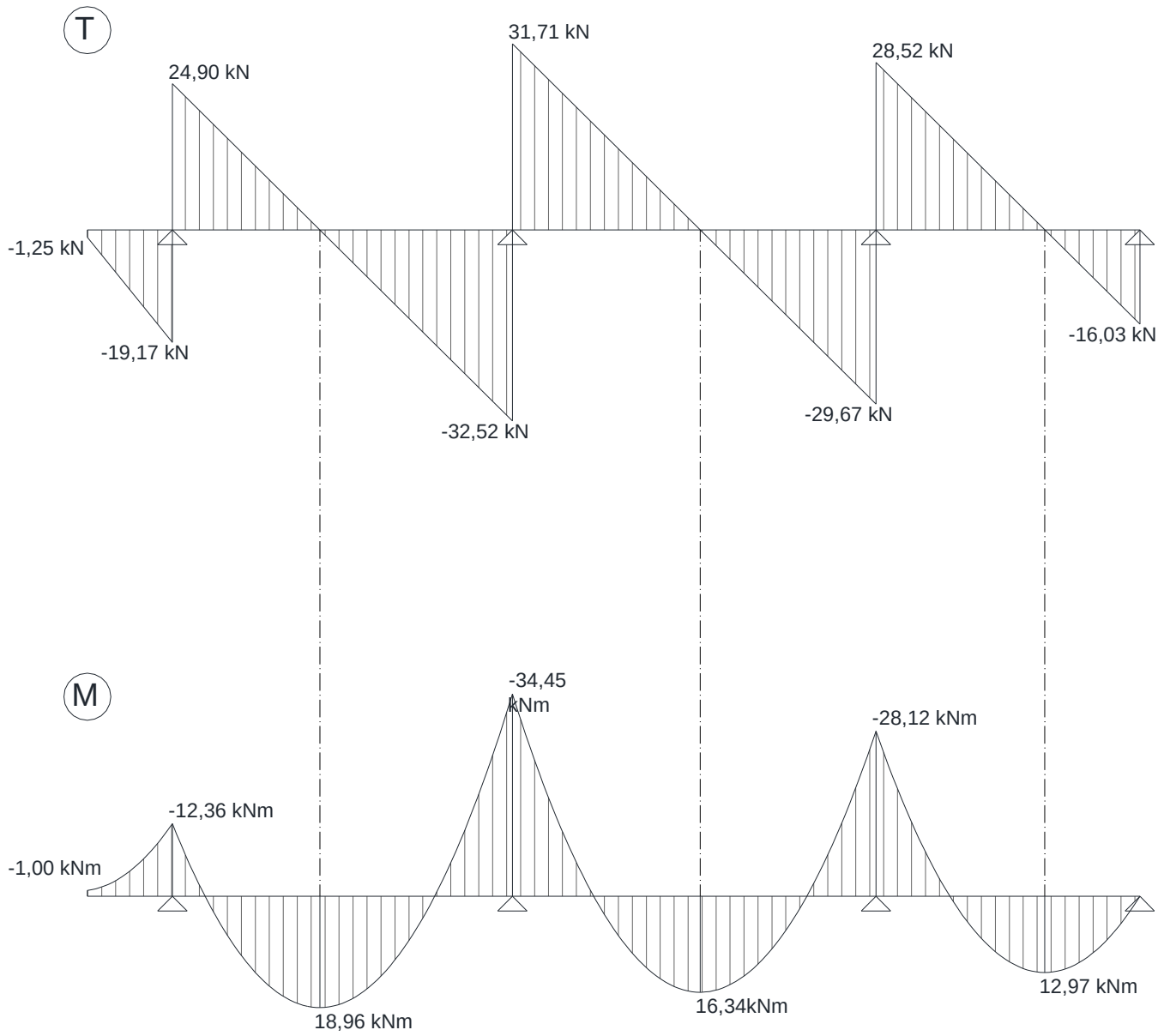
Reazioni (kN)	Tagli (kN)	Momenti (kN·m)
$R_A = 40.06$	$T_A^{(S)} = -8.62$	$M'_A = 0.00$
$R_B = 91.89$	$T_A^{(D)} = 31.44$	$M_A = -7.15$
$R_C = 60.50$	$T_B^{(S)} = -46.68$	$M_B = -51.35$
$R_D = 8.86$	$T_B^{(D)} = 45.20$	$M_C = -29.97$
	$T_C^{(S)} = -38.31$	$M_D = 0.00$
	$T_C^{(D)} = 22.19$	
	$T_D^{(S)} = -8.86$	

Combinazione di carico allo SLU 4



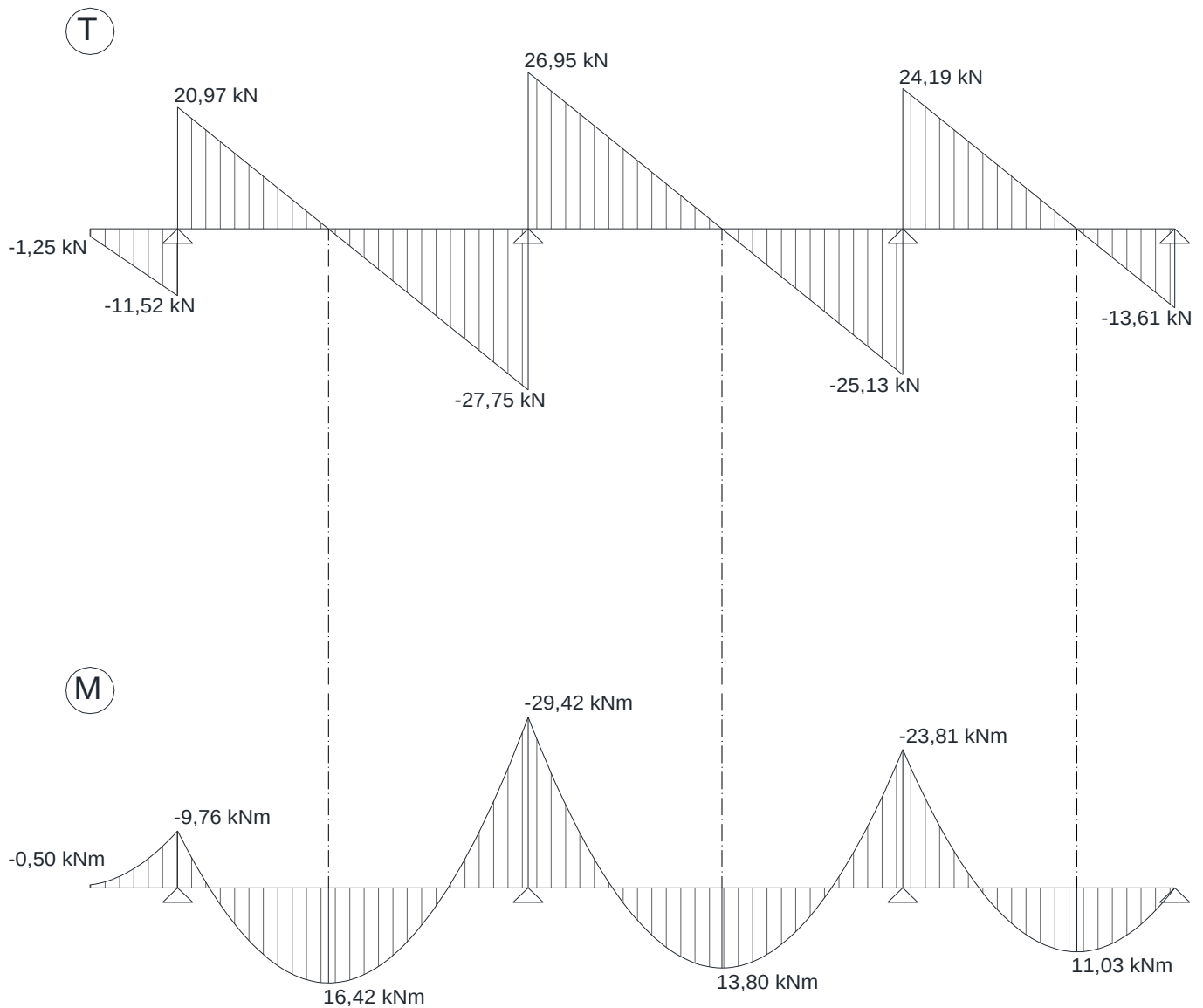
Reazioni (kN)	Tagli (kN)	Momenti (kN·m)
$R_A = 37.28$	$T_A^{(S)} = -19.90$	$M_A' = -1.50$
$R_B = 62.77$	$T_A^{(D)} = 17.38$	$M_A = -17.11$
$R_C = 83.13$	$T_B^{(S)} = -22.64$	$M_B = -32.36$
$R_D = 20.87$	$T_B^{(D)} = 40.13$	$M_C = -42.47$
	$T_C^{(S)} = -43.39$	$M_D = 0.00$
	$T_C^{(D)} = 39.74$	
	$T_D^{(S)} = -20.87$	

Combinazione di carico allo SLE (rara)



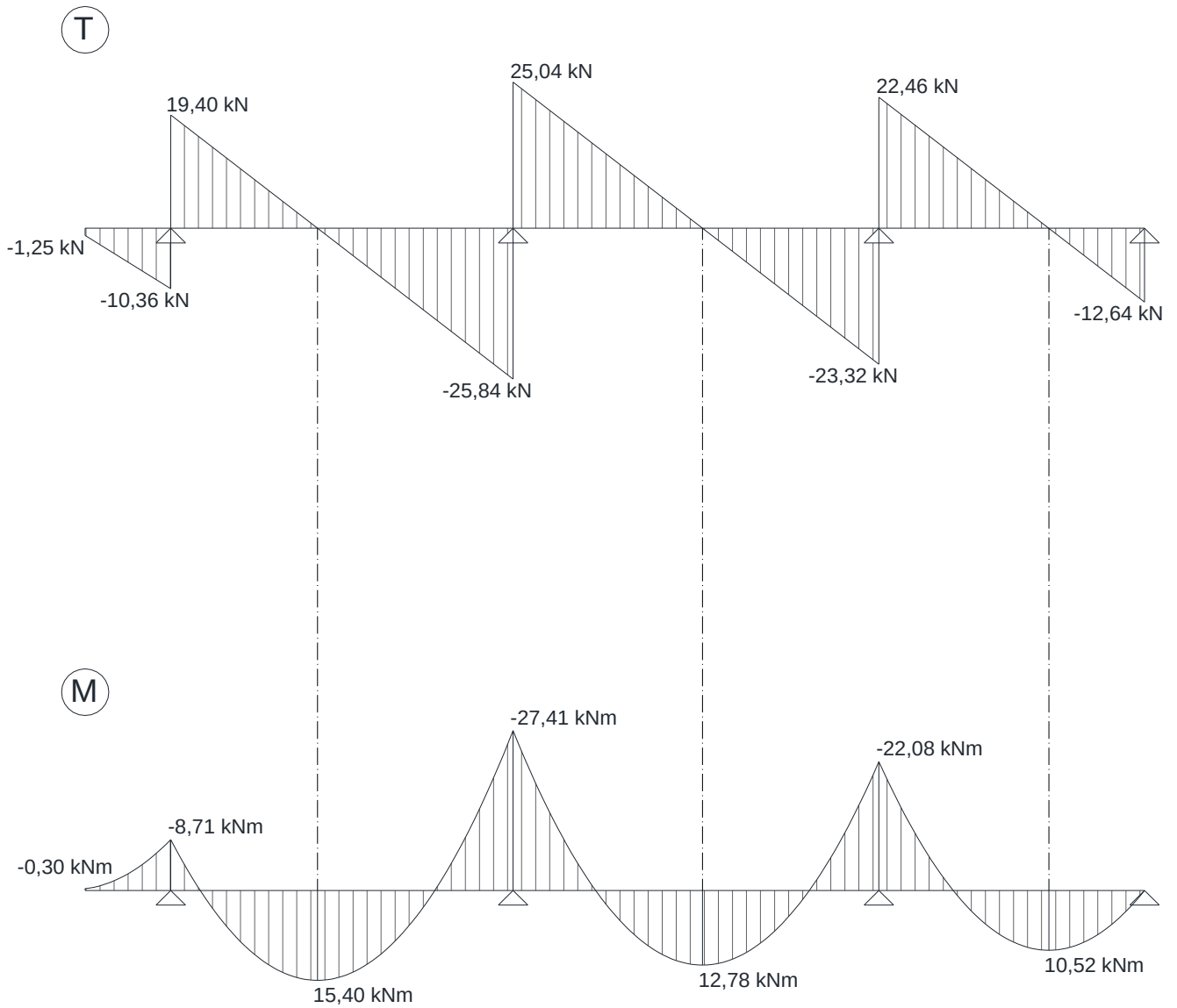
Reazioni (kN)	Tagli (kN)	Momenti (kN·m)
$R_A = 44.07$	$T_A^{(S)} = -19.17$	$M'_A = -1.00$
$R_B = 64.23$	$T_A^{(D)} = 24.90$	$M_A = -12.36$
$R_C = 58.19$	$T_B^{(S)} = -35.52$	$M_B = -34.45$
$R_D = 16.03$	$T_B^{(D)} = 31.17$	$M_C = -28.12$
	$T_C^{(S)} = -29.67$	$M_D = 0.00$
	$T_C^{(D)} = 28.52$	
	$T_D^{(S)} = -16.03$	

Combinazione di carico allo SLE (frequente)



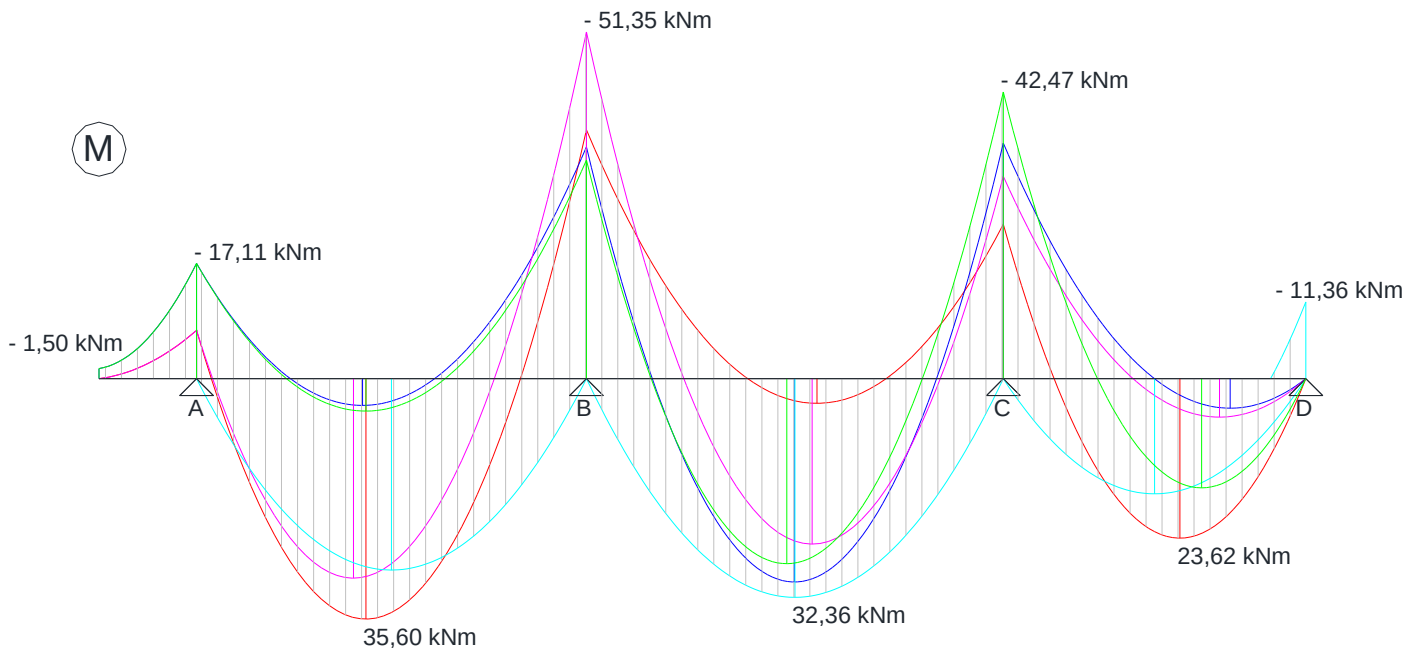
Reazioni (kN)	Tagli (kN)	Momenti (kN·m)
$R_A = 32.49$	$T_A^{(S)} = -11.52$	$M_A' = -0.50$
$R_B = 54.70$	$T_A^{(D)} = 20.97$	$M_A = -9.76$
$R_C = 49.33$	$T_B^{(S)} = -27.75$	$M_B = -29.42$
$R_D = 13.61$	$T_B^{(D)} = 26.95$	$M_C = -23.81$
	$T_C^{(S)} = -25.13$	$M_D = 0.00$
	$T_C^{(D)} = 24.19$	
	$T_D^{(S)} = -13.61$	

Combinazione di carico allo SLE (quasi permanente)



Reazioni (kN)	Tagli (kN)	Momenti (kN·m)
$R_A = 29.75$	$T_A^{(S)} = -10.36$	$M_A' = -0.30$
$R_B = 50.88$	$T_A^{(D)} = 19.40$	$M_A = -8.71$
$R_C = 45.78$	$T_B^{(S)} = -25.84$	$M_B = -27.41$
$R_D = 12.64$	$T_B^{(D)} = 25.04$	$M_C = -22.08$
	$T_C^{(S)} = -23.32$	$M_D = 0.00$
	$T_C^{(D)} = 22.46$	
	$T_D^{(S)} = -12.64$	

4.1) Involuppo delle sollecitazioni allo stato limite ultimo



Momenti massimi sugli appoggi :

$$M_A^{(\max)} = M_A^{(4)} = -17,11 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_B^{(\max)} = M_B^{(3)} = -51,35 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_C^{(\max)} = M_C^{(4)} = -X_C^{(4)} = -42,47 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_D^{(\max)} = \frac{p_3^{(\max)} L_3^2}{24} = -\frac{13,47 \cdot (4,5)^2}{24} = -11,36 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Momenti massimi in campata

Il momento massimo in campata AB è dato dalla combinazione di carico SLU 1 in corrispondenza del punto $z_{AB} = 2,52 \text{ m}$ in cui il taglio è nullo :

$$M_{AB}^{(\max)} = 35,60 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Il momento massimo in campata BC è dato dall'aggiustamento sul momento che è stato effettuato per tener conto del fatto che i vincoli supposti fissi sono in realtà vincoli cedevoli.

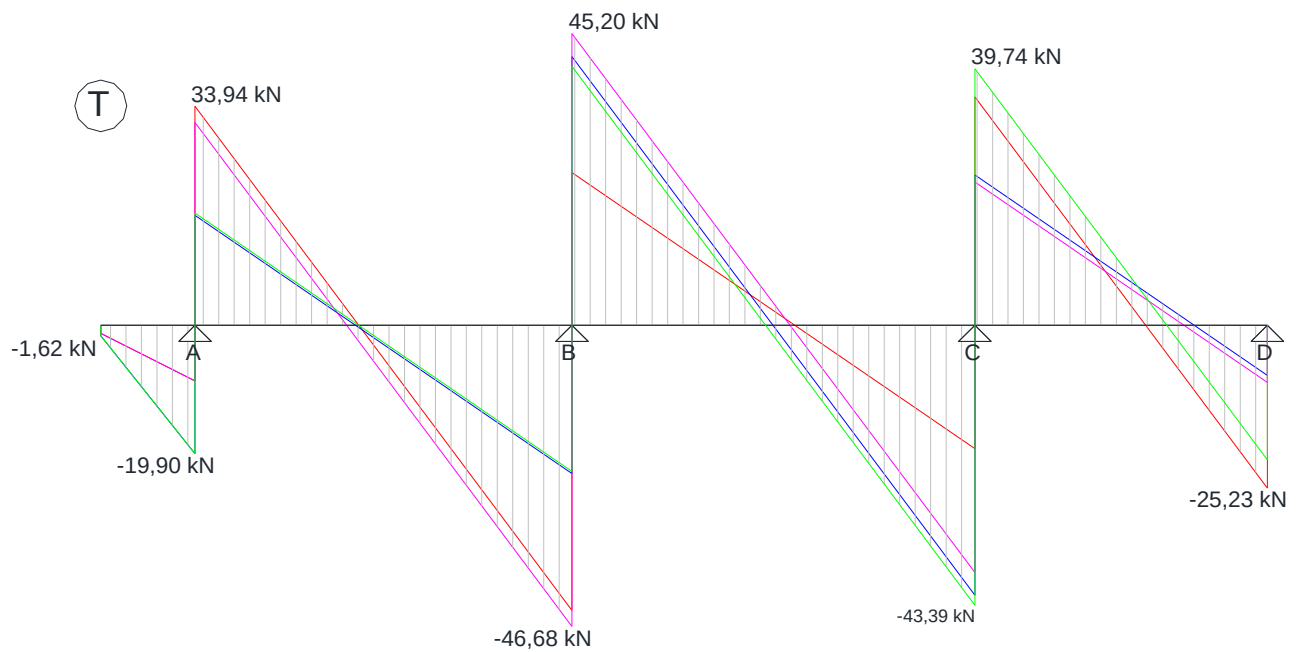
Facendo riferimento ad uno schema di trave appoggiata appoggiata otteniamo :

$$M_{BC}^{(\max)} = \frac{p_2^{(\max)} L_2^2}{16} = 32,36 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Il momento massimo in campata CD è dato dalla combinazione di carico SLU 1 in corrispondenza del punto $z_{CD} = 2,63 \text{ m}$ in cui il taglio è nullo :

$$M_{CD}^{(\max)} = 23,62 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

4.2) Involuppo del taglio allo stato limite ultimo



Tagli massimi :

$$T_A = \begin{cases} -19,90 \text{ kN} \\ 33,94 \text{ kN} \end{cases}$$

$$T_B = \begin{cases} -46,68 \text{ kN} \\ 45,20 \text{ kN} \end{cases}$$

$$T_C = \begin{cases} -43,39 \text{ kN} \\ 39,74 \text{ kN} \end{cases}$$

$$T_D = -25,23 \text{ kN}$$

5) Progetto delle armature a Flessione

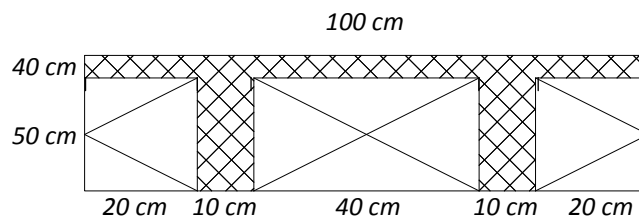
Resistenze di progetto dei materiali :

Calcestruzzo (classe 25/30) : $f_{cd} = \frac{f_{ck} \cdot 0.85}{\gamma_c} = \frac{f_{ck} \cdot 0.85}{1.5} = 14.11 \text{ MPa}$

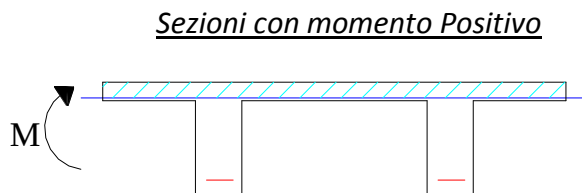
Acciaio (B 450 C) : $f_{sd} = \frac{f_{sk}}{\gamma_c} = \frac{f_{sk}}{1.15} = 391.30 \text{ MPa}$

Sezioni di calcolo del Solaio

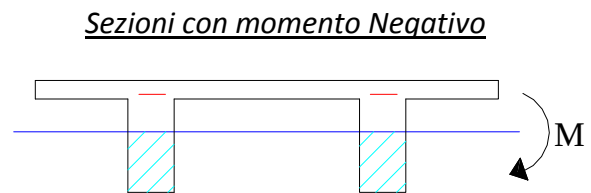
Presa come riferimento una striscia di solaio con base 100 cm e altezza $h = 26 \text{ cm}$, la parte strutturale resistente è unicamente il calcestruzzo quindi la sezione di calcolo è composta da 2 T :



Per eseguire tutti i calcoli però dobbiamo considerare quale sia la sollecitazione flettente e, a seconda del verso di tale sollecitazione, distingueremo :



Sezione rettangolare con
base di calcolo $b = b_w = 100 \text{ cm}$



Sezione rettangolare con
base di calcolo $b = b_w = 20 \text{ cm}$

Progetto Armatura

Utilizzando le formule di progetto :

$$r_u = \frac{h}{\sqrt{|M_{sd}| / b}} ; A_s = \frac{|M_{sd}|}{\zeta \cdot h \cdot f_{sd}}$$

ed inoltre assunti :

$$\frac{d'}{h} = 0.10 \text{ (sezioni basse)} ; \rho = \frac{A_s'}{A_s} = 0 \text{ (sezioni a semplice armatura)}$$

possiamo leggere i corrispondenti valori di ζ ed ξ ottenendo la seguente tabella :

Sezione	M_{sd} (kN·m)	b (cm)	r_u	ξ	ζ	A_s (cm ²)	$A_{s, travetti}$ (cm ²)	Armatura	$A_{s, effettiva}$ (cm ²)
A	-17.11	20	0.2811	0.1634	0.8376	2.007	1.004	1 ϕ 14	1.53
AB	35.60	100	0.4357	0.1000	0.9000	3.888	1.944	1 ϕ 10. 1 ϕ 14	2.31
B	-51.35	20	0.1623	0.5181	0.6845	7.373	3.687	1 ϕ 10. 2 ϕ 14	3.84
BC	32.36	100	0.4570	0.1000	0.9000	3.534	1.767	1 ϕ 10. 1 ϕ 14	2.31
C	-42.47	20	0.1784	0.4000	0.7336	5.690	2.845	2 ϕ 14	3.06
CD	23.62	100	0.5350	0.1000	0.9000	2.580	1.290	1 ϕ 14	1.53
D	-11.37	20	0.3449	0.1259	0.8541	1.308	0.654	1 ϕ 10	0.78

Tracciamento della distinta delle armature

Considerando le armature inserite in ogni campata, determiniamo il momento resistente attribuendo a ζ un valore di 0.85 :

Momento resistente (associato ad un certo quantitativo di armatura) : $M_{Rd} = \zeta \cdot h \cdot A_s \cdot f_{sd}$

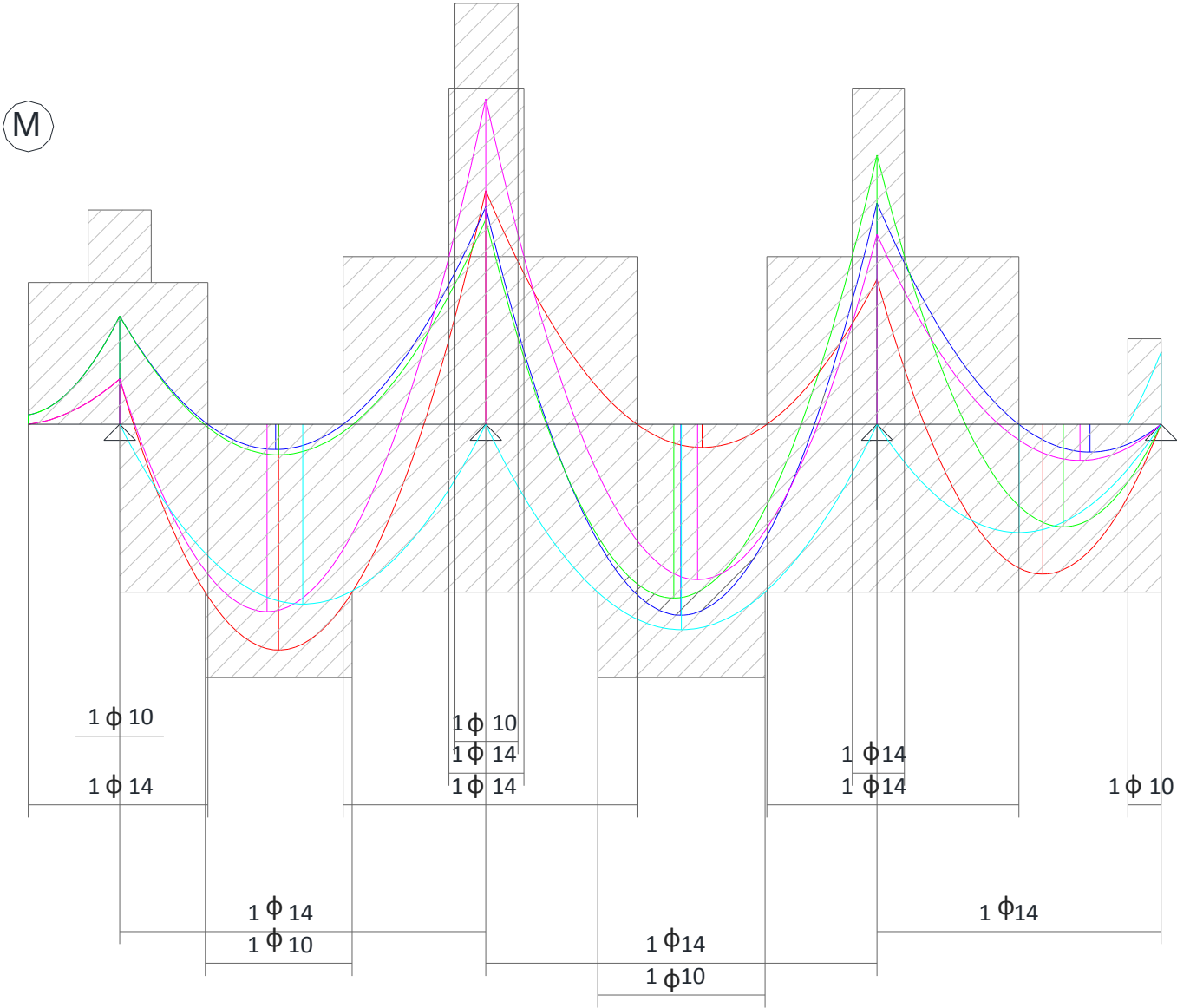
Momento resistente (associato ad una singola barra) : $M_{Rd, \phi} = \zeta \cdot h \cdot A_{s, \phi} \cdot f_{sd}$

$$\phi 10 \rightarrow M_{Rd, \text{solaio}} = 0.85 \cdot 260 \cdot 78(2) \cdot 391.3 = 13490 \text{ N}\cdot\text{mm} = 13.49 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

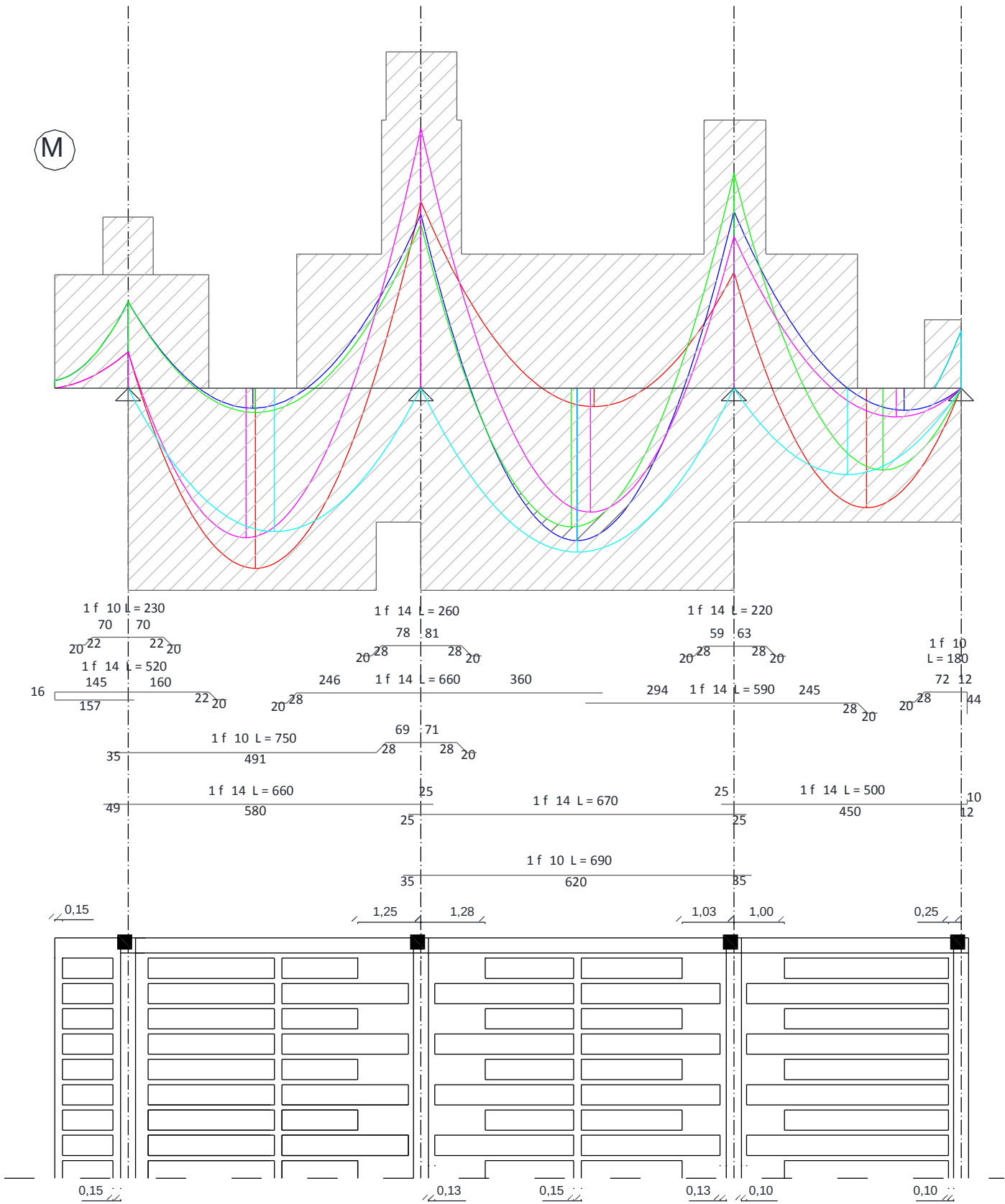
$$\phi 14 \rightarrow M_{Rd, \text{solaio}} = 0.85 \cdot 260 \cdot 153(2) \cdot 391.3 = 26462 \text{ N}\cdot\text{mm} = 26.46 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$\phi 14 \rightarrow M_{Rd, \text{sbalzo}} = 0.85 \cdot 220 \cdot 153(2) \cdot 391.3 = 22390 \text{ N}\cdot\text{mm} = 22.39 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Distinta Minimale



Distinta Definitiva



6) Verifica a Taglio

Considerando l'involuppo del taglio allo SLU dobbiamo valutare la resistenza a taglio del solaio la quale, secondo le NTC 2008 è data da :

$$V_{Rd} = \frac{0.81 \cdot k (100 \cdot \rho_l \cdot f_{ck})^{\frac{1}{3}}}{\gamma_c} \cdot b_w \cdot d \geq v_{min} \cdot b_w \cdot d$$

in cui :

$$k = 1 + \sqrt{\frac{200}{d}} \leq 2 \quad ; \quad \rho_l = \frac{A_s}{b_w \cdot d} \leq 0.02 \quad (\text{che assumeremo pari a } 0.10) \quad ; \quad v_{min} = 0.035 \cdot k^{\frac{3}{2}} \cdot f_{ck}^{\frac{1}{2}}$$

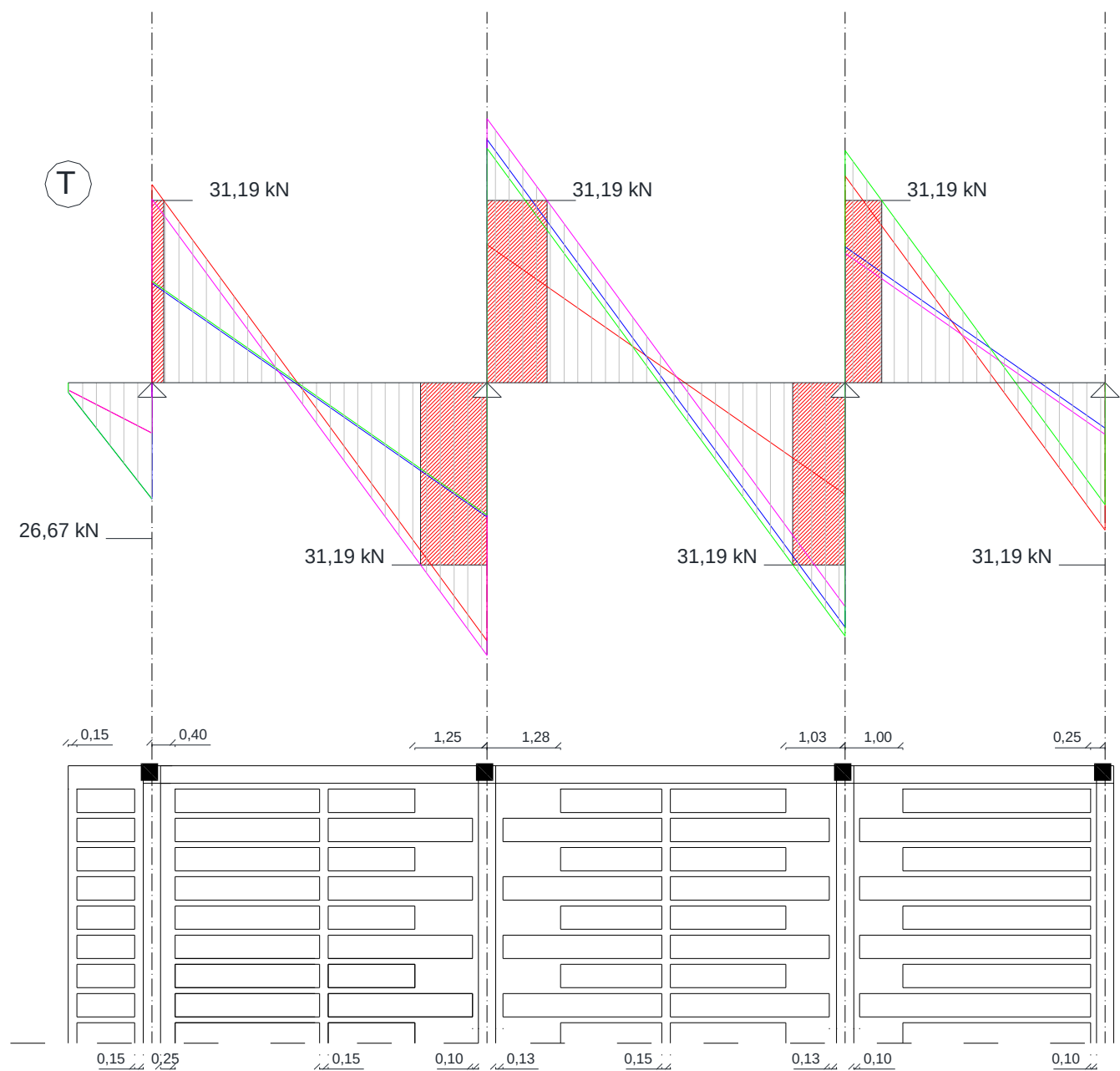
Sezione	V_{sd} (kN)	b (cm)	d (cm)	ρ_l	k	v_{min} (kN)	V_{Rd} (kN)	z_{fc} (cm)
A	-19.90	20	19	0.01	2.000	0.495	26.667	0.00
	33.94	20	23	0.01	1.933	0.470	31.192	0.20
B	-46.68	20	23	0.01	1.933	0.470	31.192	1.15
	45.20	20	23	0.01	1.933	0.470	31.192	1.04
C	-43.39	20	23	0.01	1.933	0.470	31.192	0.91
	39.74	20	23	0.01	1.933	0.470	31.192	0.63
D	-25.23	20	23	0.01	1.933	0.470	31.192	0.00

confrontando il valore del taglio resistente con quello del taglio sollecitante in tutte le sezioni se :

$|V_{Rd}| < |V_{sd}| \rightarrow$ Il solaio può avere una crisi a taglio e quindi è necessario valutare la lunghezza entro la quale il taglio sollecitante è maggiore di quello resistente (z_{fc}) :

$$z_{fc} = \frac{|V_{sdi}| - V_{rdi}}{P_d} \rightarrow P_d \text{ è il carico di progetto sulla campata considerata ovvero quello che genera } V_{sd}$$

Schema



7) Verifiche

7.1) Verifiche allo Stato Limite Ultimo

Le verifiche allo SLU consistono nella determinazione del taglio resistente (V_{Rd}) e del momento resistente (M_{Rd}) per ogni sezione significativa cioè dove si verifica una variazione della quantità di armatura oppure una variazione della sezione geometrica ovvero della base di calcolo. Tali valori del taglio e del momento andranno poi confrontati con i rispettivi valori del taglio sollecitante (V_{sd}) e del momento sollecitante (M_{sd}). La verifica è soddisfatta se si verificano le seguenti condizioni :

$$|M_{Rd}| \geq |M_{sd}|$$

$$|V_{Rd}| \geq |V_{sd}|$$

Nelle verifiche a flessione (assunti $\Psi=0.8$ e $\lambda=0.4$) :

Per le basi di 60 e 100 cm si ipotizza la semplice armatura e si procede con la verifica calcolando :

$$\gamma_c = \frac{A_s \cdot f_{sd}}{\Psi \cdot b \cdot f'_{cd}}$$

$$M_{Rd} = \Psi \cdot b \cdot \gamma_c \cdot f'_{cd} (h - d' - \lambda \cdot \gamma_c)$$

Per le basi di 20 cm si considera la doppia armatura e si procede con la verifica calcolando :

$$\gamma_{23} = \frac{\epsilon_{cu}}{\epsilon_{cu} + \epsilon_{ud}} \cdot (h - d') \quad ; \quad \gamma_{3'3''} = \frac{\epsilon_{cu}}{\epsilon_{cu} - \epsilon_{os}} \cdot d' \quad ; \quad \gamma_{34} = \frac{\epsilon_{cu}}{\epsilon_{cu} + \epsilon_{os}} \cdot (h - d')$$

$$\gamma_c = \frac{A_s \cdot f_{sd} - A'_s \cdot f_{sd}}{\Psi \cdot b \cdot f_{cd}} \quad (\text{I Tentativo})$$

Se $\gamma_{3'3''} < \gamma_c < \gamma_{34}$

il momento resistente (considerato come γ_c quello di I tentativo) è dato da :

$$M_{Rd} = \Psi \cdot b \cdot \gamma_c \cdot f_{cd} \left(\frac{h}{2} - \lambda \cdot \gamma_c \right) + A'_s \cdot f_{sd} \left(\frac{h}{2} - d' \right) + A_s \cdot f_{sd} \left(\frac{h}{2} - d' \right)$$

Se $\gamma_{23} < \gamma_c < \gamma_{3'3''}$

γ_c si ricava dalla seguente equazione di II grado :

$$\Psi \cdot b \cdot f_{cd} \cdot \gamma_c^2 + (A'_s \cdot \epsilon_{cu} \cdot E_s - A_s \cdot f_{sd}) \gamma_c - A'_s \cdot \epsilon_{cu} \cdot E_s \cdot d' = 0$$

il momento resistente è dato da :

$$M_{Rd} = \Psi \cdot b \cdot \gamma_c \cdot f_{cd} \left(\frac{h}{2} - \lambda \cdot \gamma_c \right) + A'_s \cdot \sigma'_s \left(\frac{h}{2} - d' \right) + A_s \cdot f_{sd} \left(\frac{h}{2} - d' \right)$$

$$\text{dove } \sigma'_s = \frac{\epsilon_{cu} \cdot E_s}{\gamma_c} \cdot (\gamma_c - d')$$

Nella verifica a taglio calcoliamo il taglio resistente come :

$$V_{Rd} = \frac{0.81 \cdot k (100 \cdot \rho_l \cdot f_{ck})^{\frac{1}{3}}}{\gamma_c} \cdot b_w \cdot d \geq v_{min} \cdot b_w \cdot d ; \text{ dove } \rho_l = \frac{A_s}{b_w \cdot d} \leq 0.02$$

valutando in ogni sezione significativa il valore di ρ_l sostituendo ad A_s l'area effettiva dell'armatura in zona tesa.

7.2) Verifiche agli Stati Limite di Esercizio

Agli SLE effettuiamo una verifica di tipo tensionale; tale verifica va condotta determinando l'entità delle tensioni nel calcestruzzo e nell'acciaio ed in particolare dovrà risultare che :

$$\left. \begin{array}{l} \sigma_c \leq 0.60 f_{ck} \\ \sigma_s \leq 0.80 f_{sk} \end{array} \right\} \text{ per la combinazione } \underline{\text{rara}} \qquad \left. \begin{array}{l} \sigma_c \leq 0.45 f_{ck} \\ \sigma_s \leq 0.80 f_{sk} \end{array} \right\} \text{ per la combinazione } \underline{\text{quasi permanente}}$$

In entrambe le combinazioni i momenti resistenti del calcestruzzo e dell'acciaio (M_{RC} e M_{RS}) relativi alle tensioni limite, devono risultare maggiori del momento sollecitante. Calcoliamo quindi per entrambe le combinazioni le seguenti quantità :

assunti $n_r = 15$ e $n_{qp} = 21$:

$$\left. \begin{array}{l} \underline{\text{Combinazione rara}} \\ \\ \\ \\ \end{array} \right\} \begin{array}{l} y_{c,r} = \frac{n_r (A_s + A'_s)}{b} \left[-1 + \sqrt{1 + \frac{2 \cdot b (A_s \cdot d + A'_s \cdot d')}{n_r (A_s + A'_s)^2}} \right] \\ I_{n,r} = \frac{b \cdot y_{c,r}^3}{3} + n_r \cdot A'_s (y_{c,r} - d')^2 + n_r \cdot A_s (d - y_{c,r})^2 \\ M_{rc,r} = \frac{I_{n,r}}{y_{c,r}} \cdot 0.60 f_{ck} \\ M_{rs,r} = \frac{I_{n,r}}{n_r (d - y_{c,r})} \cdot 0.80 f_{sk} \end{array}$$

$$\left. \begin{array}{l} \underline{\text{Combinazione}} \\ \underline{\text{quasi permanente}} \end{array} \right\} \begin{array}{l} y_{c,qp} = \frac{n_{qp} (A_s + A'_s)}{b} \left[-1 + \sqrt{1 + \frac{2 \cdot b (A_s \cdot d + A'_s \cdot d')}{n_{qp} (A_s + A'_s)^2}} \right] \\ I_{n,qp} = \frac{b \cdot y_{c,qp}^3}{3} + n_{qp} \cdot A'_s (y_{c,qp} - d')^2 + n_{qp} \cdot A_s (d - y_{c,qp})^2 \\ M_{rc,qp} = \frac{I_{n,qp}}{y_{c,qp}} \cdot 0.45 f_{ck} \\ M_{rs,qp} = \frac{I_{n,qp}}{n_{qp} (d - y_{c,qp})} \cdot 0.80 f_{sk} \end{array}$$

Nel caso del momento positivo se $\gamma_c > 40 \text{ mm}$, la sezione da considerare non sarà più rettangolare ma a T; nei calcoli si trascura il contributo dell'anima a compressione in quanto di piccole dimensioni e la γ_c si ricava tramite la risoluzione di un'equazione di II grado.

Dati della Sezione a T:

Base maggiore = $b = 1000 \text{ mm}$

Base minore = $b_0 = 200 \text{ mm}$

Spessore dell'ala = $t = 40 \text{ mm}$

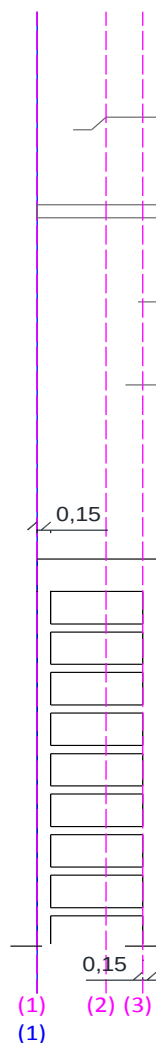
Equazioni per il calcolo del momento positivo (se $\gamma_c > 40 \text{ mm}$):

$$\gamma_c^2 \left(\frac{b}{2} - \frac{b-b_0}{2} \right) + \gamma_c [n \cdot A'_s + n \cdot A_s + (b-b_0) \cdot t] - [n \cdot A'_s + n \cdot A_s + (b-b_0) \cdot \frac{t^2}{2}] = 0$$

$$I_n = \frac{b \cdot \gamma_c^3}{3} - \frac{(b-b_0) \cdot (\gamma_c - t)^3}{3} + n \cdot A'_s (\gamma_c - d')^2 + n \cdot A_s (d - \gamma_c)^2$$

$$\Rightarrow \left\{ \begin{array}{l} \text{Combinazione rara} \\ \quad (n = 15) \\ \text{Combinazione quasi} \\ \quad \text{permanente} \\ \quad (n = 21) \end{array} \right. \quad \begin{array}{l} M_{rc,r} = \frac{I_n}{\gamma_c} \cdot 0.60 f_{ck} \quad ; \quad M_{rs,r} = \frac{I_n}{n(d - \gamma_c)} \cdot 0.80 f_{sk} \\ M_{rc,qp} = \frac{I_n}{\gamma_c} \cdot 0.45 f_{ck} \quad ; \quad M_{rs,qp} = \frac{I_n}{n(d - \gamma_c)} \cdot 0.80 f_{sk} \end{array}$$

Sbalzo



Momento Negativo

Sezione	z (m)	b (mm)	h (mm)	A' _s (mm ²)	A _s (mm ²)	Y _c (mm)	M _{Rd} (kN·m)	Y _{c,r} (mm)	I _{n,r} (mm ⁴)	M _{RC,r} (kN·m)	M _{RS,r} (kN·m)	Y _{c,qp} (mm)	I _{n,qp} (mm ⁴)	M _{RC,qp} (kN·m)	M _{RS,qp} (kN·m)
1	0	200	220	0	306	53.04	20.21	73.21	88766088	18.19	18.24	82.94	111690332	15.15	17.88
2	0.75	200	220	0	462	80.08	28.56	85.22	117343809	20.66	26.88	95.67	144706073	17.02	26.30
3	1.15	1000	220	0	462	16.02	33.19	44.85	176077122	58.89	29.11	51.79	231631427	50.32	28.73

Momento Positivo

Sezione	z (m)	b (mm)	h (mm)	A' _s (mm ²)	A _s (mm ²)	Y _c (mm)	M _{Rd} (kN·m)	Y _{c,r} (mm)	I _{n,r} (mm ⁴)	M _{RC,r} (kN·m)	M _{RS,r} (kN·m)	Y _{c,qp} (mm)	I _{n,qp} (mm ⁴)	M _{RC,qp} (kN·m)	M _{RS,qp} (kN·m)
1	0	1000	220	306	0	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

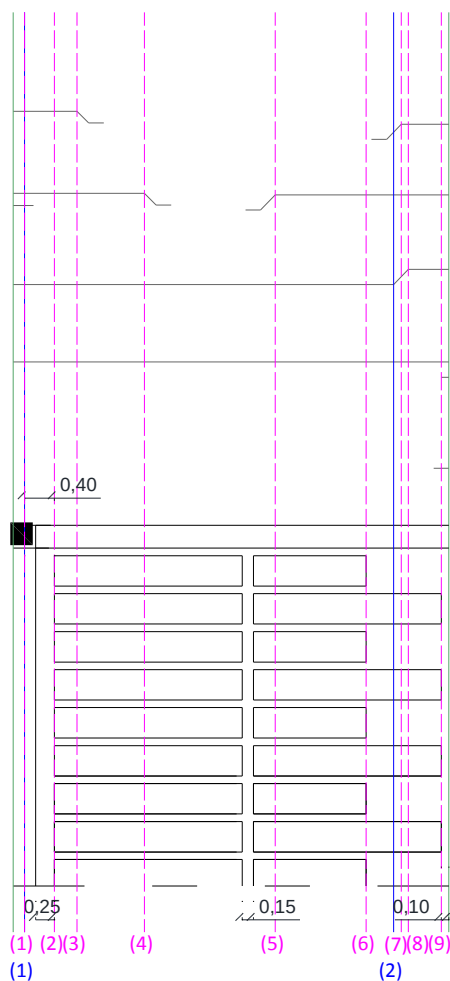
Taglio

Sezione	z (m)	b (mm)	h (mm)	A _{sl} (mm ²)	ρ _l	V _{Rd} (kN)	V _{Sd} (kN)
1	0	200	220	306	0.00805	25.13	1.62
2	0.75	200	220	462	0.01216	28.83	11.08
3	1.15	1000	220	462	0.00243	84.30	16.12

Sezioni Momento Negativo e Taglio

Sezioni Momento Positivo

Campata AB



Momento Negativo

Sezione	z (m)	b (mm)	h (mm)	A' _s (mm ²)	A _s (mm ²)	Y _c (mm)	M _{Rd} (kN·m)	Y _{c,r} (mm)	I _{n,r} (mm ⁴)	M _{Rc,r} (kN·m)	M _{Rs,r} (kN·m)	Y _{c,qp} (mm)	I _{n,qp} (mm ⁴)	M _{Rc,qp} (kN·m)	M _{Rs,qp} (kN·m)
1	0	1000	240	462	462	16.02	33.19	45.46	1.76E+08	58.16	29.26	51.54	2.32E+08	50.56	28.68
2	0.4	200	240	462	462	58.41	28.82	77.11	1.24E+08	24.12	26.36	83.80	1.60E+08	21.44	25.79
3	0.7	200	240	462	306	50.77	20.17	66.91	9.15E+07	20.51	17.84	72.86	1.19E+08	18.38	17.42
4	1.6	200	260	462	0	25.63	0	22.62	1.15E+06	0	0	24.04	1.27E+06	0	0
5	3.35	200	260	462	306	34.28	25.21	68.71	1.51E+08	33.06	22.53	74.90	2.02E+08	30.36	22.34
6	4.55	600	260	462	306	17.68	26.69	48.48	1.76E+08	54.58	23.32	54.48	2.36E+08	48.76	23.06
7	5.02	600	260	462	612	35.36	51.69	65.08	3.13E+08	72.22	45.60	73.03	4.13E+08	63.55	45.05
8	5.12	600	260	306	768	44.37	63.79	73.21	3.70E+08	75.86	56.67	82.50	4.81E+08	65.58	55.89
9	5.55	1000	260	306	768	26.62	65.92	60.27	4.09E+08	101.80	57.84	68.62	5.37E+08	88.09	57.08

Momento Positivo

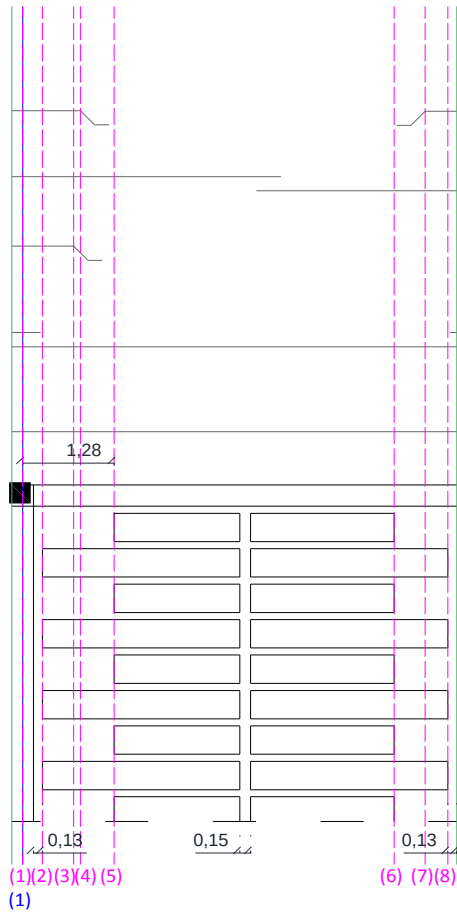
Sezione	z (m)	b (mm)	h (mm)	A' _s (mm ²)	A _s (mm ²)	Y _c (mm)	M _{Rd} (kN·m)	Y _{c,r} (mm)	I _{n,r} (mm ⁴)	M _{Rc,r} (kN·m)	M _{Rs,r} (kN·m)	Y _{c,qp} (mm)	I _{n,qp} (mm ⁴)	M _{Rc,qp} (kN·m)	M _{Rs,qp} (kN·m)
1	0	1000	260	462	462	16.02	40.42	48.18	2.69E+08	83.59	35.44	55.53	3.58E+08	72.48	33.73
2	4.92	1000	260	306	306	10.61	27.03	40.53	1.87E+08	69.38	23.75	46.66	2.52E+08	60.65	22.76

Taglio

Sezione	z (m)	b (mm)	h (mm)	A _{sl} (mm ²)	ρ _l	V _{Rd} (kN)	V _{Sd} (kN)
1	0	1000	240	462	0.00243	84.30	33.94
2	0.4	200	240	462	0.01216	28.83	28.55
3	0.7	200	260	462	0.01004	27.05	24.51
4	1.6	200	260	462	0.01004	31.24	12.42
5	3.35	200	260	462	0.01004	31.24	13.54

Sezione	z (m)	b (mm)	h (mm)	A _{sl} (mm ²)	ρ _l	V _{Rd} (kN)	V _{Sd} (kN)
6	4.55	600	260	462	0.00335	64.98	28.83
7	5.02	600	260	612	0.00443	71.36	36.15
8	5.12	600	260	768	0.00557	76.97	37.41
9	5.55	1000	260	768	0.00334	108.20	42.3

Campata BC



Momento Negativo

Sezione	z (m)	b (mm)	h (mm)	A' _s (mm ²)	A _s (mm ²)	γ _c (mm)	M _{Rd} (kN·m)	γ _{c,r} (mm)	I _{n,r} (mm ⁴)	M _{Rc,r} (kN·m)	M _{Rs,r} (kN·m)	γ _{c,qp} (mm)	I _{n,qp} (mm ⁴)	M _{Rc,qp} (kN·m)	M _{Rs,qp} (kN·m)
1	0	1000	260	462	768	26.62	65.92	59.37	4.11E+08	103.88	57.83	67.27	5.42E+08	90.64	57.10
2	0.28	600	260	462	768	44.37	63.79	71.58	3.74E+08	78.47	56.73	80.19	4.90E+08	68.68	56.02
3	0.72	600	260	462	612	35.36	51.69	65.08	3.13E+08	72.22	45.60	73.03	4.13E+08	63.55	45.05
4	0.81	600	260	462	306	17.68	26.69	48.48	1.76E+08	54.58	23.32	54.48	2.36E+08	48.76	23.06
5	1.28	200	260	462	306	34.28	25.21	68.71	1.51E+08	33.06	22.53	74.90	2.02E+08	30.36	22.34
6	5.18	600	260	462	306	17.68	26.69	48.48	1.76E+08	54.58	23.32	54.48	2.36E+08	48.76	23.06
7	5.61	600	260	462	612	35.36	51.69	65.08	3.13E+08	72.22	45.60	73.03	4.13E+08	63.55	45.05
8	5.93	1000	260	462	612	21.22	53.05	53.88	3.41E+08	94.89	46.45	61.13	4.52E+08	83.19	45.89

Momento Positivo

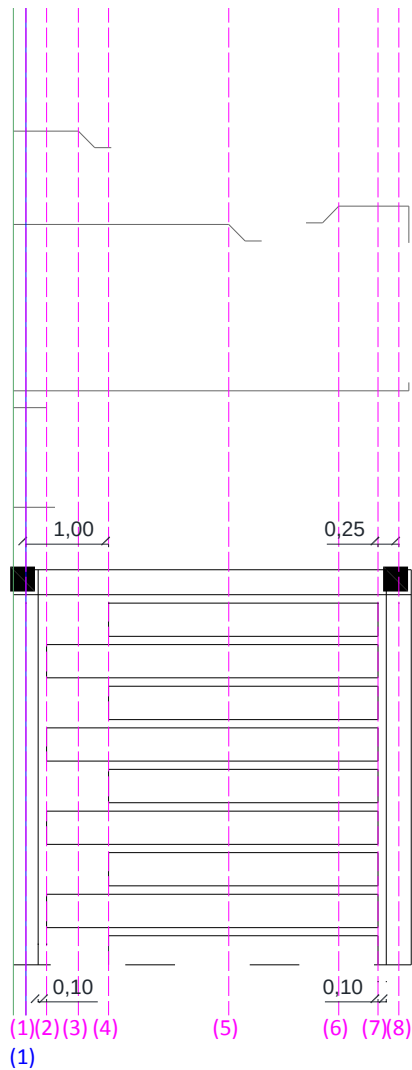
Sezione	z (m)	b (mm)	h (mm)	A' _s (mm ²)	A _s (mm ²)	γ _c (mm)	M _{Rd} (kN·m)	γ _{c,r} (mm)	I _{n,r} (mm ⁴)	M _{Rc,r} (kN·m)	M _{Rs,r} (kN·m)	γ _{c,qp} (mm)	I _{n,qp} (mm ⁴)	M _{Rc,qp} (kN·m)	M _{Rs,qp} (kN·m)
1	0	1000	260	768	462	16.02	40.42	46.79	2.70E+08	86.53	35.36	53.14	3.62E+08	76.54	35.04

Taglio

Sezione	z (m)	b (mm)	h (mm)	A _{sl} (mm ²)	ρ _l	V _{Rd} (kN)	V _{Sd} (kN)
1	0	1000	260	768	0.00334	108.20	45.2
2	0.28	600	260	768	0.00557	76.97	41.5
3	0.72	600	260	612	0.00443	71.36	35.61
4	0.81	600	260	462	0.00335	64.98	34.35

Sezione	z (m)	b (mm)	h (mm)	A _{sl} (mm ²)	ρ _l	V _{Rd} (kN)	V _{Sd} (kN)
5	1.28	200	260	462	0.01004	31.24	28.03
6	5.18	600	260	462	0.00335	64.98	29.58
7	5.61	600	260	612	0.00443	71.36	35.4
8	5.93	1000	260	612	0.00266	100.31	39.68

Campata CD



Momento Negativo

Sezione	z (m)	b (mm)	h (mm)	A' _s (mm ²)	A _s (mm ²)	Y _c (mm)	M _{Rd} (kN·m)	Y _{c,r} (mm)	I _{n,r} (mm ⁴)	M _{Rc,r} (kN·m)	M _{Rs,r} (kN·m)	Y _{c,qp} (mm)	I _{n,qp} (mm ⁴)	M _{Rc,qp} (kN·m)	M _{Rs,qp} (kN·m)
1	0	1000	260	306	612	21.22	53.05	54.70	3.39E+08	93.09	46.47	62.39	4.49E+08	80.92	45.90
2	0.25	600	260	306	612	35.36	51.69	66.63	3.10E+08	69.87	45.59	75.24	4.06E+08	60.73	44.99
3	0.63	600	260	306	306	17.68	26.69	49.60	1.76E+08	53.09	23.35	56.22	2.34E+08	46.83	23.09
4	1	200	260	306	306	36.13	25.22	72.59	1.48E+08	30.49	22.50	80.09	1.95E+08	27.36	22.27
5	2.45	200	260	306	0	24.15	0	20.68	9.88E+05	0	0	22.28	1.12E+06	0	0
6	3.78	200	260	306	156	29.33	13.42	54.57	8.56E+07	23.54	11.71	60.19	1.15E+08	21.47	11.60
7	4.25	1000	260	306	156	5.41	13.91	30.48	1.03E+08	50.48	12.34	34.87	1.39E+08	44.85	12.21
8	4.5	1000	260	306	156	5.41	13.91	30.48	1.03E+08	50.48	12.34	34.87	1.39E+08	44.85	12.21

Momento Positivo

Sezione	z (m)	b (mm)	h (mm)	A' _s (mm ²)	A _s (mm ²)	Y _c (mm)	M _{Rd} (kN·m)	Y _{c,r} (mm)	I _{n,r} (mm ⁴)	M _{Rc,r} (kN·m)	M _{Rs,r} (kN·m)	Y _{c,qp} (mm)	I _{n,qp} (mm ⁴)	M _{Rc,qp} (kN·m)	M _{Rs,qp} (kN·m)
1	0	1000	260	612	306	10.61	27.03	39.63	1.88E+08	71.13	23.69	44.89	2.53E+08	63.44	23.45

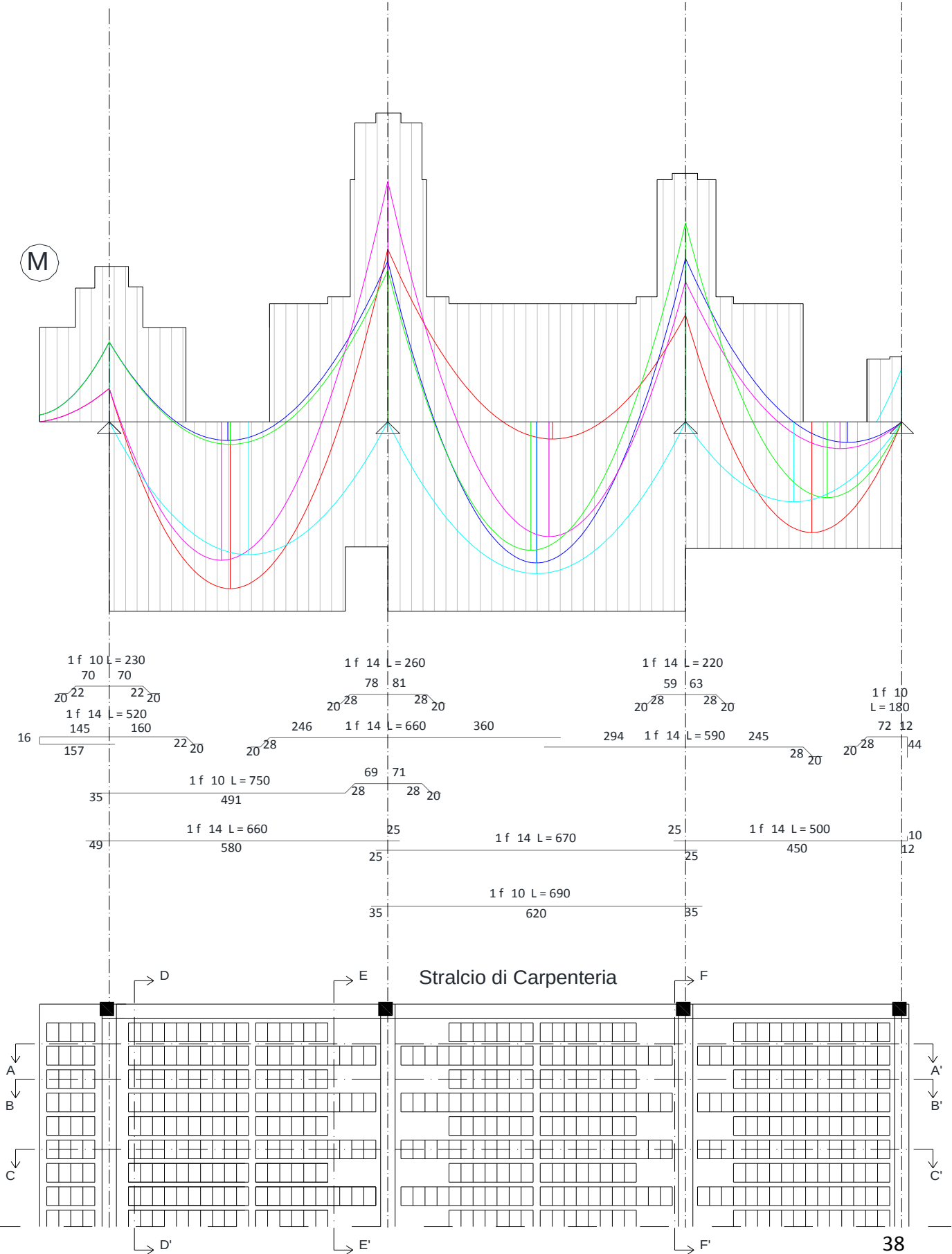
Taglio

Sezione	z (m)	b (mm)	h (mm)	A _{sl} (mm ²)	ρ _l	V _{Rd} (kN)	V _{Sd} (kN)
1	0	1000	260	612	0.00266	100.31	39.74
2	0.25	600	260	612	0.00443	71.36	36.37
3	0.63	600	260	306	0.00222	56.64	31.19
4	1	200	260	306	0.00665	27.23	26.27

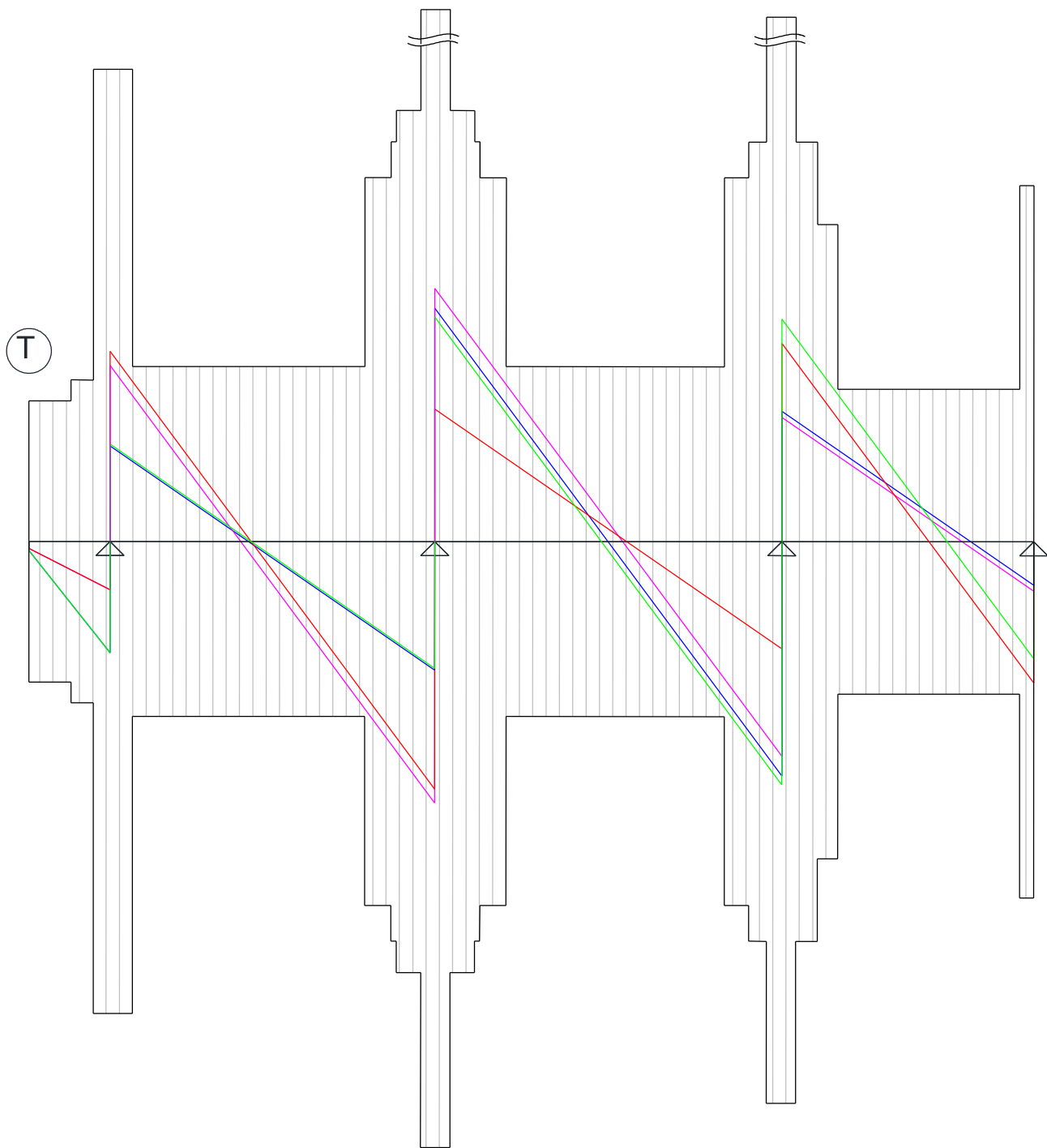
Sezione	z (m)	b (mm)	h (mm)	A _{sl} (mm ²)	ρ _l	V _{Rd} (kN)	V _{Sd} (kN)
5	2.45	200	260	306	0.00665	27.23	7.76
6	3.78	200	260	306	0.00665	27.23	15.47
7	4.25	1000	260	156	0.00068	63.60	21.86
8	4.5	1000	260	156	0.00068	63.60	25.23

8) Diagrammi e Sezioni

Momento Resistente allo SLU

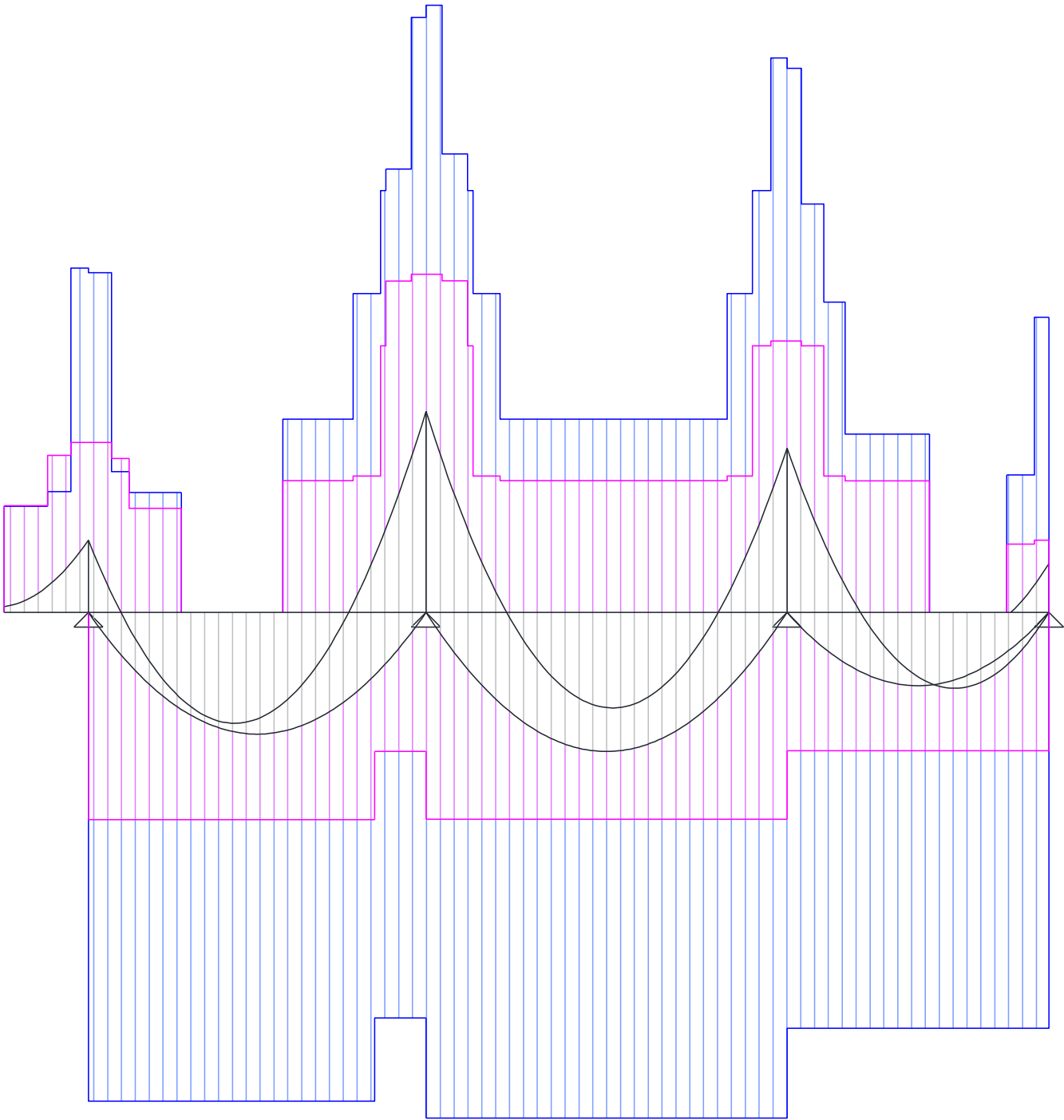


Taglio Resistente allo SLU

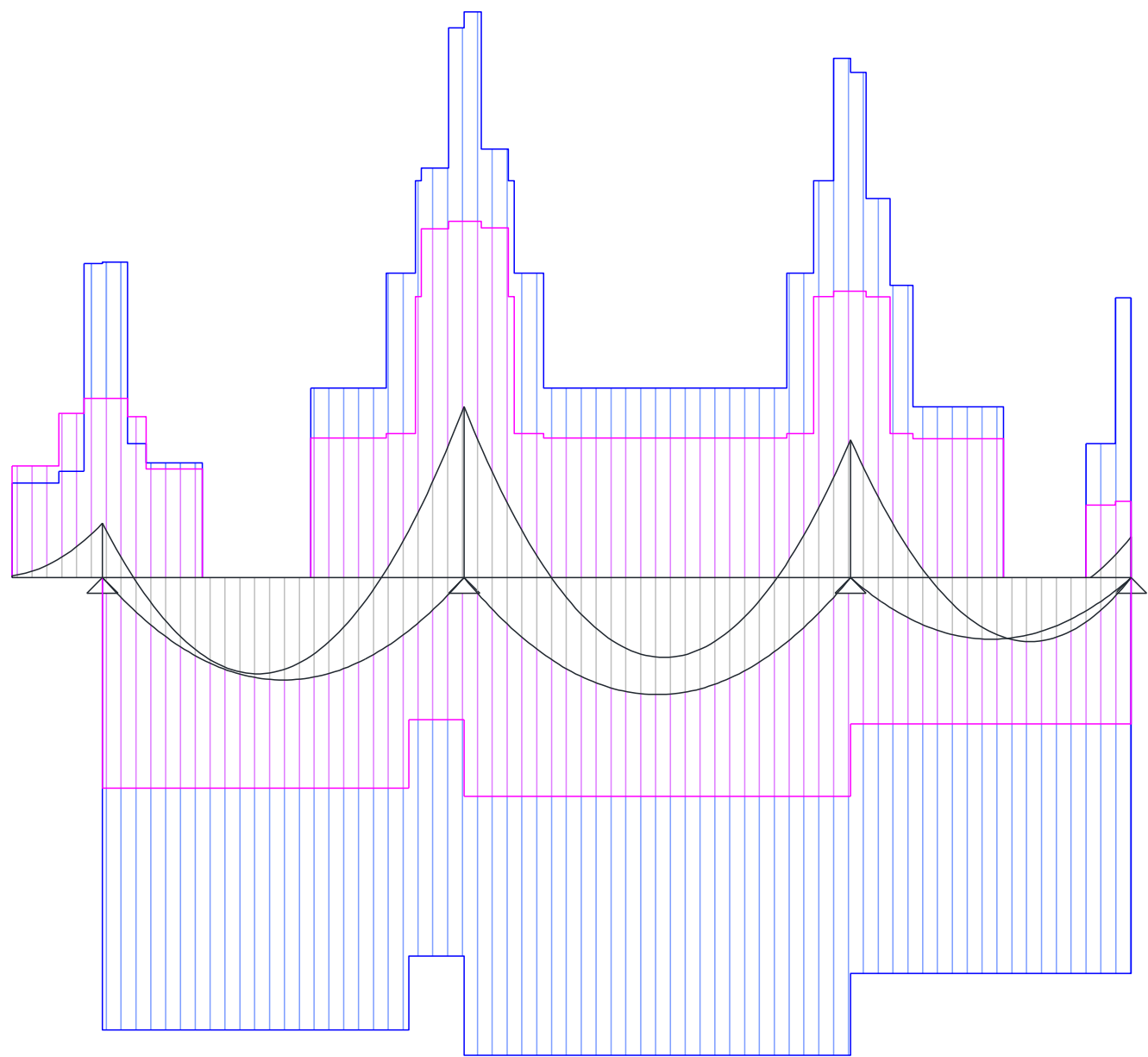


Momento Resistente allo SLE (rara)

- Momento Resistente Acciaio
- Momento Resistente Calcestruzzo

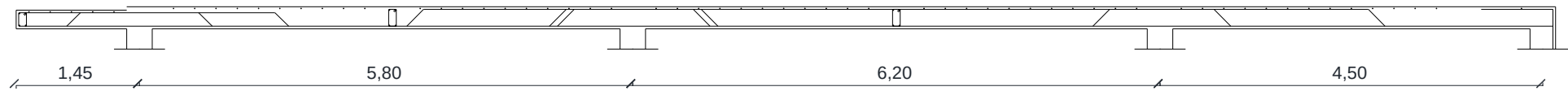


Momento Resistente allo SLE (quasi permanente)

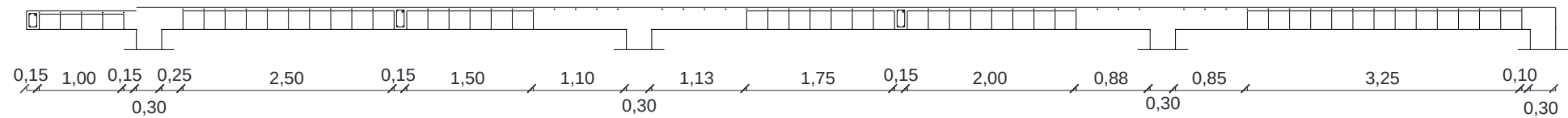


Sezioni

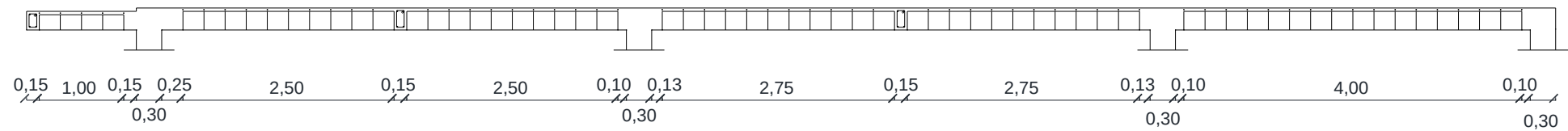
Sezione A-A'



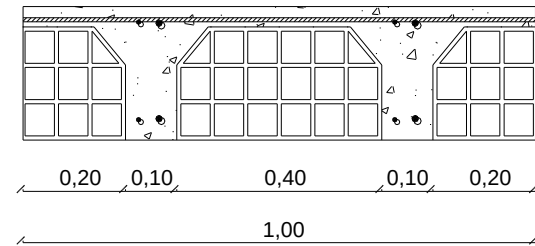
Sezione B-B'



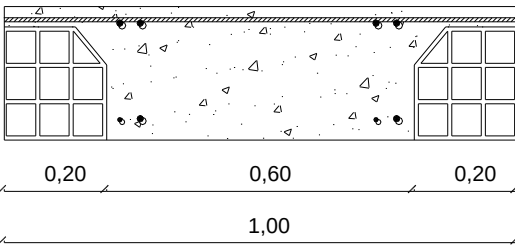
Sezione C-C'



Sezione D-D'



Sezione E-E'



Sezione F-F'

