

urbanistica
progettazione
strutture
impianti

Via Papa Giovanni XXIII, 9
23822 - Bellano (LC)
tel 0341.820.168
archdellera@gmail.com

ARCHITETTO EUGENIO DELL'ERA

**Comune di Bellano
Provincia di Lecco**



REALIZZAZIONE DEL PERCORSO TURISTICO A LAGO IN VIA PER COLICO - 3° tratto

PROGETTO ESECUTIVO

RELAZIONE DELLE STRUTTURE

Allegato n° : 9

RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO



IL PROGETTISTA

Data: DICEMBRE 2024

Comune di Bellano - Via Vittorio Veneto 23 - 23822 (Lc)

urbanistica
progettazione
strutture
impianti

Via Papa Giovanni XXIII, 9
23822 - Bellano (LC)
tel 0341.820.168
archdellera@gmail.com

ARCHITETTO EUGENIO DELL'ERA

**Comune di Bellano
Provincia di Lecco**



COSTRUZIONE DI NUOVO MARCIAPIEDE IN VIA PER COLICO

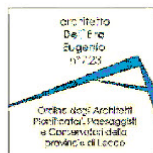
PRIMO TRATTO

PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO

RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE IN C.A.

Allegato 12

RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO



IL PROGETTISTA

Data: 15 dicembre 2022

Aggiornamenti : 20 marzo 2023

Comune di Bellano - Via Vittorio Veneto 23

1. CONSIDERAZIONI GENERALI

La presente relazione riguarda la verifica strutturale di un marciapiede a sbalzo da realizzarsi sul lungo lago a Bellano.

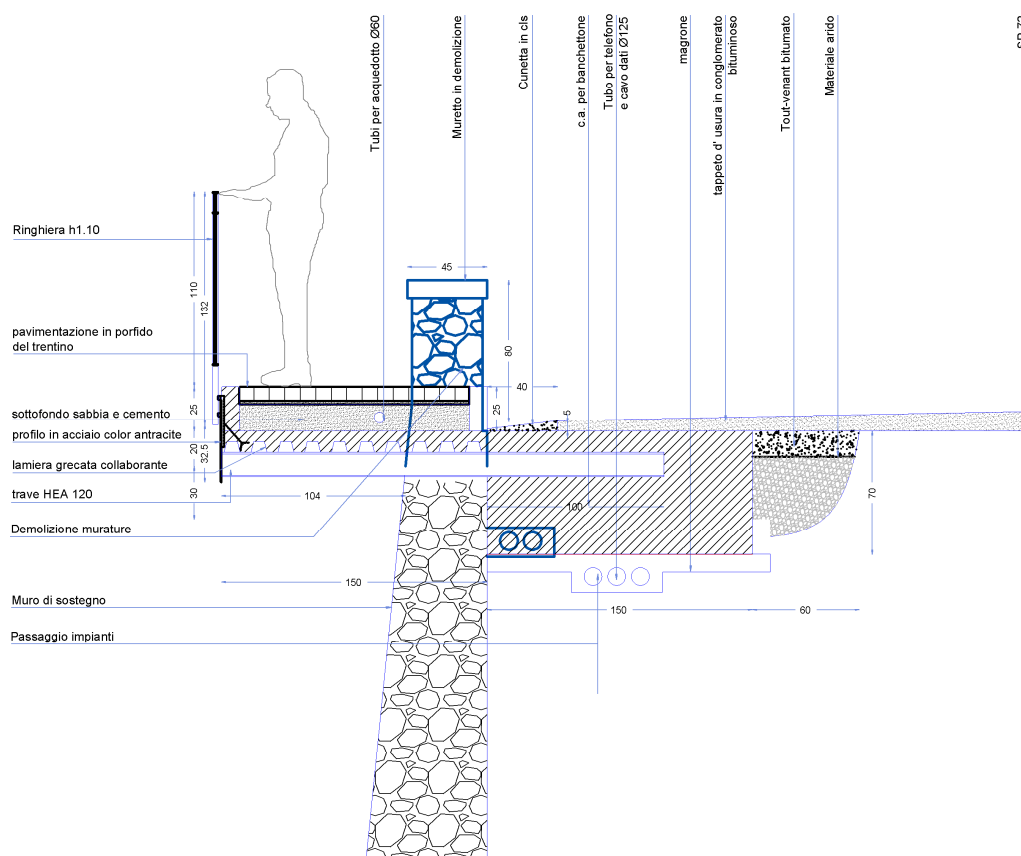
Il marciapiede viene previsto a sbalzo sopra la muratura esistente sul lungo lago, ai fini della miglior soluzione statica e di incremento della sicurezza si sceglie di appoggiare lo sbalzo sulla muratura.

Del muro esistente non si hanno informazioni sostanziali, né in termini di verifiche né in termini dimensionali se non lo spessore in sommità.

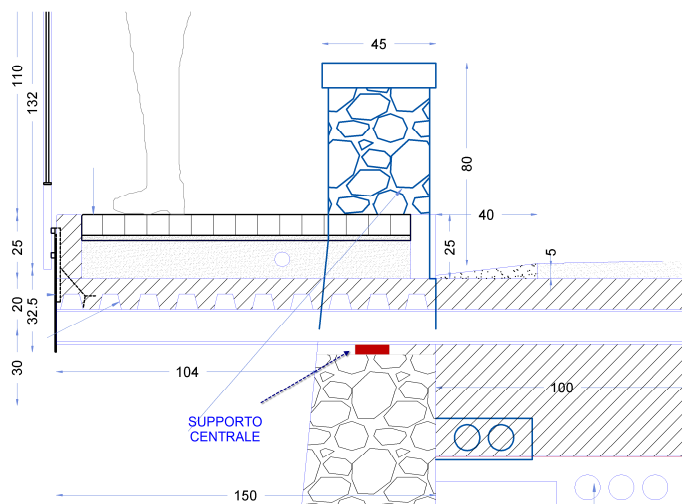
Si ipotizza nella peggiore delle ipotesi che sia stato dimensionato a gravità, di conseguenza aggiungere un carico verticale ne migliora la verifica per le spinte orizzontali. (vedi schemi allegati)

Ovviamente occorre realizzare in sommità una cerniera per evitare che il momento flettente dello sbalzo vada a gravare sul muro; si sceglie inoltre di zavorrare all'interno del muro lo sbalzo mediante getto in calcestruzzo.

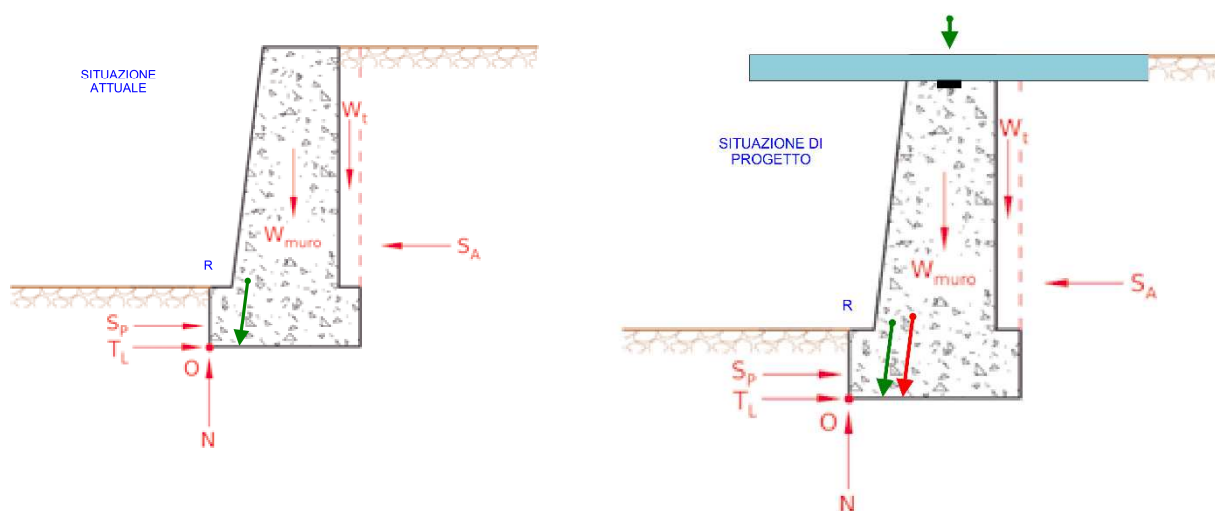
La presenza di sottoservizi o altre complicazioni andranno valutate in fase di esecuzione con la direzione lavori.



SP 72



Schemi statici



Come accennato la risultante risulta più interna a favore di sicurezza.

Purtroppo non conoscendo le dimensioni del muro non si riesce a stabilire di quanto si migliora la stabilità, sarà possibil in fase di lavorazione rilevare l'altezza corretta e le dimensioni effettive per verificare definitivamente i parametri di sicurezza della muratura.

Il marciapiede è realizzato con lamiera gregata con getto collaborante di spessore 15 cm su profili metallici HEB120 posti ad interasse di un metro .

2. NORMATIVA CONSIDERATA

- DM 17 gennaio 2018, pubbl. S.O. n.º 8 alla G.U. n.º 42 del 20 febbraio 2018: Aggiornamento delle **Norme Tecniche per le Costruzioni**
- L. 5 /11/ 1971 - n. 1086 (G.U. 21-12-71 n. 321): Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica.
- Dec. Min. LL.PP. 16/01/96 - Norme tecniche relative ai "Criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi".
- Circ. Min. LL.PP. 4/7/1996 n. 156 AA.GG./S.T.C. (Suppl. Ordin. alla G.U. 16/09/1996 n. 217) Istruzioni per l'applicazione delle "Norme Tecniche relative ai criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi" di cui al Decreto Ministeriale 16/1/1996.

3. SOVRACCARICHI

Nella progettazione delle strutture portanti, si sono assunti i seguenti sovraccarichi:

SBALZO

Massetto in auto bloccanti	3.00	kN/m ²
Sottofondo cm. 18	2.50	kN/m ²
Soletta spess 15 cm	3.50	kN/m ²
Accidentali	6.00	kN/m ²

Totale	15.00	kN/m ²

Parapetto

Peso proprio	1.20	kN/m
Spinta su parapetto h=1.2	3.00	kN/m

(vedi tab. 3.1.II delle NTC2018 di seguito riportata)

Tab. 3.1.II - Valori dei sovraccarichi per le diverse categorie d'uso delle costruzioni

Cat.	Ambienti	q _k [kN/m ²]	Q _k [kN]	H _k [kN/m]
A	Ambienti ad uso residenziale			
	Aree per attività domestiche e residenziali; sono compresi in questa categoria i locali di abitazione e relativi servizi, gli alberghi (ad esclusione delle aree soggette ad affollamento), camere di degenza di ospedali	2,00	2,00	1,00
	Scale comuni, balconi, ballatoi	4,00	4,00	2,00
B	Uffici			
	Cat. B1 Uffici non aperti al pubblico	2,00	2,00	1,00
	Cat. B2 Uffici aperti al pubblico	3,00	2,00	1,00
	Scale comuni, balconi e ballatoi	4,00	4,00	2,00
C	Ambienti suscettibili di affollamento			
	Cat. C1 Aree con tavoli, quali scuole, caffè, ristoranti, sale per banchetti, lettura e ricevimento	3,00	3,00	1,00
	Cat. C2 Aree con posti a sedere fissi, quali chiese, teatri, cinema, sale per conferenze e attesa, aule universitarie e aule magne	4,00	4,00	2,00
	Cat. C3 Ambienti privi di ostacoli al movimento delle persone, quali musei, sale per esposizioni, aree d'accesso a uffici, ad alberghi e ospedali, ad atri di stazioni ferroviarie	5,00	5,00	3,00
	Cat. C4. Aree con possibile svolgimento di attività fisiche, quali sale da ballo, palestre, palcoscenici.	5,00	5,00	3,00
	Cat. C5. Aree suscettibili di grandi affollamenti, quali edifici per eventi pubblici, sale da concerto, palazzetti per lo sport e relative tribune, gradinate e piattaforme ferroviarie.	5,00	5,00	3,00
	Scale comuni, balconi e ballatoi	Secondo categoria d'uso servita, con le seguenti limitazioni		
		≥ 4,00	≥ 4,00	≥ 2,00

4. CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

Per la progettazione delle strutture portanti, sono state considerate le seguenti caratteristiche:

4.1 CALCESTRUZZO PER STRUTTURE IN C.A.

- CLASSE	C25/30 MPa
- R_{ck} resistenza caratteristica cubica	30.00
- f_{ck} resistenza caratteristica cilindrica	25.00
- C_s Coefficiente di sicurezza del materiale	1.5
- E Modulo elastico	31000

4.2 ACCIAIO PER ARMATURE B450C

f_{yk} = 450 MPa tensione di snervamento
 C_s = 1.15, coefficiente di sicurezza materiale
 E_s = 210000 MPa, modulo elastico

4.3 ACCIAIO PER PROFILATI S235

f_{yk} = 235 MPa tensione di snervamento
 C_s = 1.05, coefficiente di sicurezza materiale
 E_s = 210000 MPa, modulo elastico

5. VERIFICHE ELEMENTI STRUTTURALI

Verifica profilato metallico HEB120

I travetti hanno schema statico di trave a mensola con carico uniformemente distribuito.

La luce di calcolo è pari a 1.25 m e la larghezza di influenza è di 1.00 m.

Il carico allo SLU risulta:

$$q_{SLU} = (1.30 \times 3.50 \text{ kN/m}^2 + 1.50 \times (3.00 \text{ kN/m}^2 + 2.50 \text{ kN/m}^2 + 6.00 \text{ kN/m}^2)) \times 1.00 \text{ m} =$$

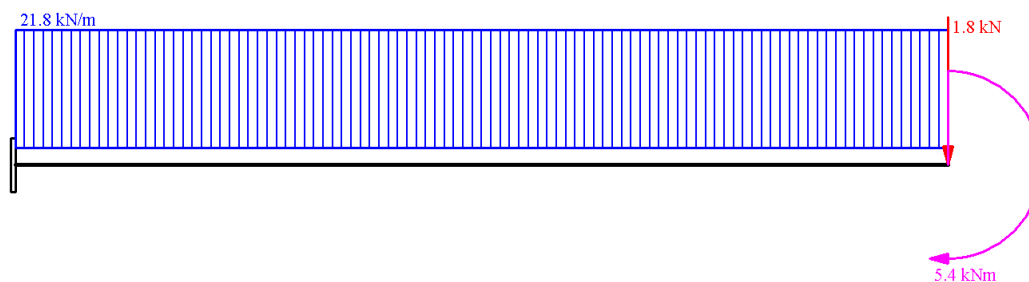
$$q_{SLU} = 21.80 \text{ kN/m}$$

Le azioni del parapetto allo SLU in testa al travetto risultano:

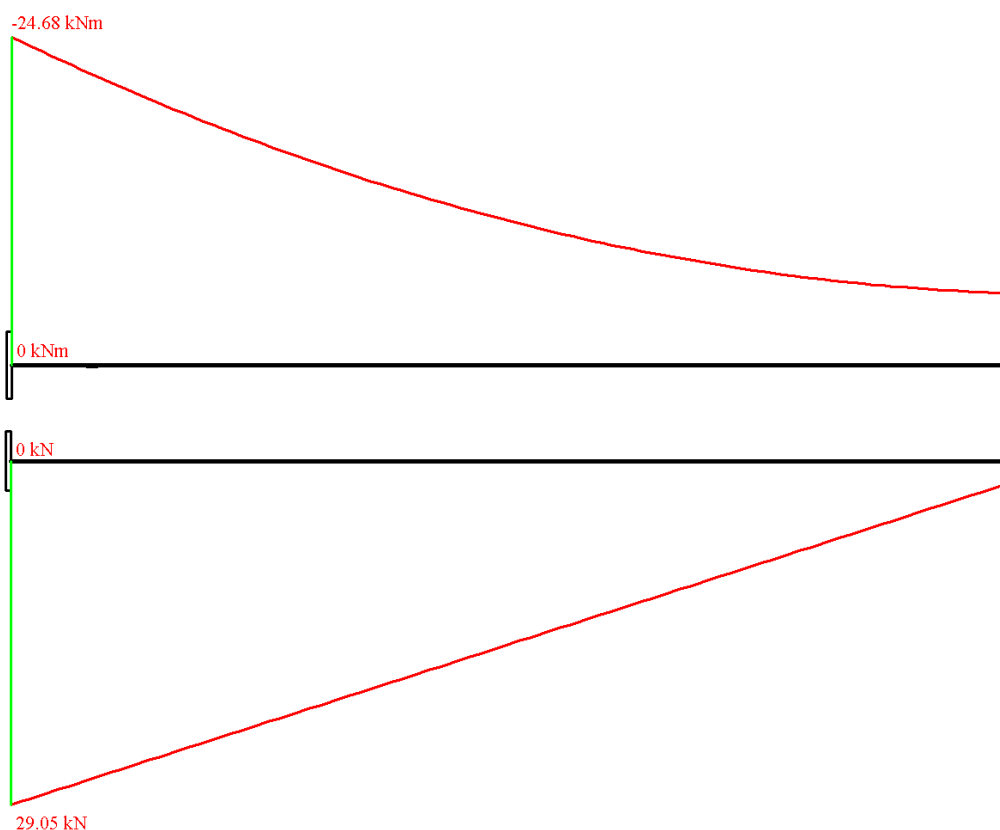
$$P_{SLU} = 1.5 \times 1.00 \text{ m} \times 1.20 \text{ kN/m} = 1.80 \text{ kN}$$

$$M_{SLU} = 1.5 \times 1.20 \text{ m} \times 3.00 \text{ kN/m} = 5.40 \text{ kNm}$$

Di seguito lo schema statico e le azioni allo SLU:



Luce = 1.25 m ; $E = 210'000$ MPa ; $J = 864.4$ cm⁴



Di seguito le caratteristiche della sezione a la verifica.

HE 120 B		$N_{by,Rd}$ [kN]	761.2	$M_{cy,Rd}$ [kNm]	36.97	Classe Sezione	
$N_{bz,Rd}$ [kN]	761.2	$N_{bz,Rd}$ [kN]	761.2	$M_{cz,Rd}$ [kNm]	18.12	Compressione	1
$V_{ply,Rd}$ [kN]	141.7	$V_{ply,Rd}$ [kN]	141.7	$V_{plz,Rd}$ [kN]	341.1	Flessione My	1
g (Kg/m):	26.7	g (Kg/m):	26.7	g (Kg/m):	26.7	Flessione Mz	1
h (mm):	120	h (mm):	120	h (mm):	120	Presso-Flessione	1
b (mm):	120	b (mm):	120	b (mm):	120		
t_w (mm):	6.5	t_w (mm):	6.5	t_w (mm):	6.5		
t_f (mm):	11	t_f (mm):	11	t_f (mm):	11		
r_1 (mm):	12	r_1 (mm):	12	r_1 (mm):	12		
r_2 (mm):	0	r_2 (mm):	0	r_2 (mm):	0		
A (cm ²):	34.01	A (cm ²):	34.01	A (cm ²):	34.01		
I_y (cm ⁴):	864.4	I_y (cm ⁴):	864.4	I_y (cm ⁴):	864.4		
W_y (cm ³):	144.1	W_y (cm ³):	144.1	W_y (cm ³):	144.1		
$W_{pl,y}$ (cm ³):	165.2	$W_{pl,y}$ (cm ³):	165.2	$W_{pl,y}$ (cm ³):	165.2		
I_z (cm ⁴):	317.5	I_z (cm ⁴):	317.5	I_z (cm ⁴):	317.5		
W_z (cm ³):	52.92	W_z (cm ³):	52.92	W_z (cm ³):	52.92		
$W_{pl,z}$ (cm ³):	80.97	$W_{pl,z}$ (cm ³):	80.97	$W_{pl,z}$ (cm ³):	80.97		
I_T (cm ⁴):	13.84	I_T (cm ⁴):	13.84	I_T (cm ⁴):	13.84		
I_w (cm ⁶):	9'410	I_w (cm ⁶):	9'410	I_w (cm ⁶):	9'410		

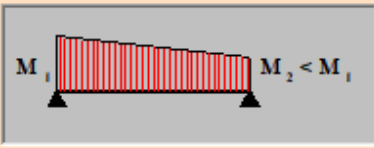
Verifiche

HE 120 B Acciaio S235 (Fe360) f_y (N/mm²) 235

N_{Sd} [kN] 0

	Inflessione attorno all'asse	
	y - y	z - z
I_0 [m]	0	0
Snellezza λ	0	0
$N_{b,Rd}$ [kN]	761.2	761.2
$M_{1,Sd}$ [kNm]	24.68	0
$M_{2,Sd}$ [kNm]	0	0
β_M	1.8	1.1
μ	0.146	0.530
k	1	1
$M_{c,Rd}$ [kNm]	36.97	18.12
M_{Sd} [kNm]	24.68	0

☒ Momenti all'estremità
☐ Momenti dovuti ai carichi laterali nel piano
☐ Momenti dovuti ai carichi laterali nel piano più momenti d'estremità



Resistenza della sezione 0.446 OK ?
 Instabilità flessione-torsionale 0.668 OK ?

Flessione e compressione assiale - Classe 1 - EC3 #5.5.4.(1)

$$\frac{N_{Sd}}{N_{b,Rd,min}} + \frac{k_y M_{y,Sd}}{M_{cy,Rd1}} + \frac{k_z M_{z,Sd}}{M_{cz,Rd1}} = 0 + 0.668 + 0 = 0.668 \quad \text{OK}$$

$$\xi_{max} = 0.668 < 1.00$$

VERIFICATO

Il carico allo SLE risulta:

$$q_{\text{SLU}} = (3.50 \text{ kN/m}^2 + (3.00 \text{ kN/m}^2 + 2.50 \text{ kN/m}^2 + 6.00 \text{ kN/m}^2)) \times 1.00 \text{ m} =$$

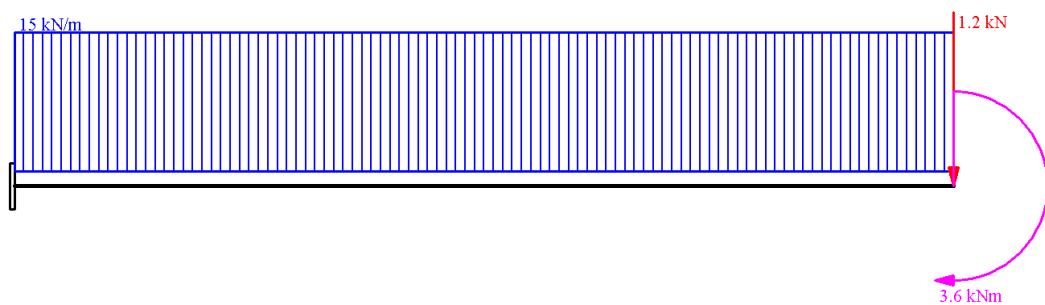
$$q_{\text{SLU}} = 15.00 \text{ kN/m}$$

Le azioni del parapetto allo SLE in testa al travetto risultano:

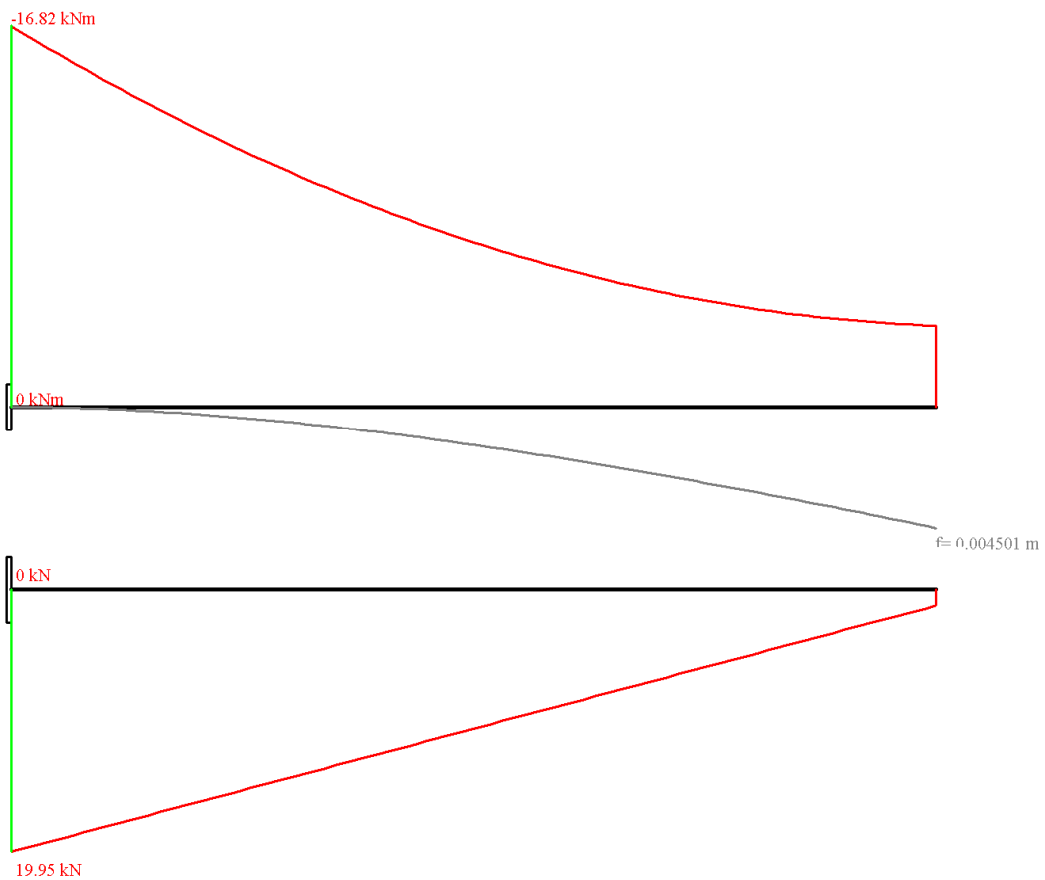
$$P_{\text{SLU}} = 1.00 \text{ m} \times 1.20 \text{ kN/m} = 1.20 \text{ kN}$$

$$M_{\text{SLU}} = 1.20 \text{ m} \times 3.00 \text{ kN/m} = 3.60 \text{ kNm}$$

Di seguito lo schema statico, le azioni allo SLE e la freccia:



Luce = 1.25 m ; E = 210'000 MPa ; J = 864.4 cm⁴



Verifica basamento

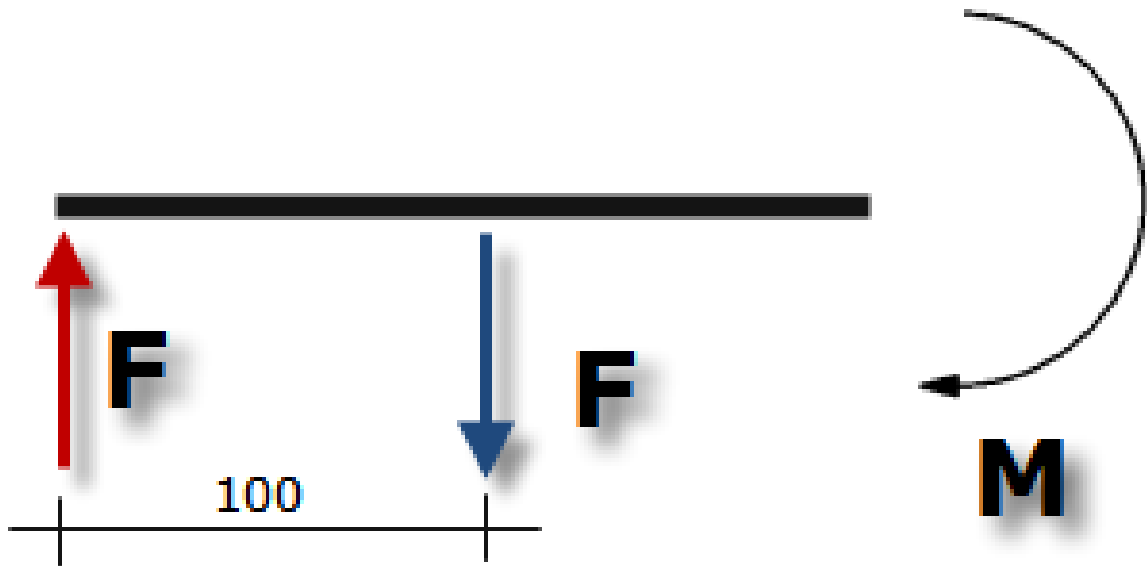
Il basamento ha larghezza di 1.50 m e altezza 70 cm.

Si considera la lunghezza pari all'interesse dei profilati metallici che è pari a 100 cm.

Il peso del basamento risulta:

$$P = 1.50 \text{ m} \times 1.00 \text{ m} \times 0.70 \text{ m} \times 25.00 \text{ kN/m}^3 = 26.25 \text{ kN}$$

Il momento massimo allo SLU risulta 24.68 kNm (vedi pag. 8)



L'azione verticale sul plinto allo SLU risulta:

$$F = 24.68 \text{ kNm} / 1.00 \text{ m} = 24.68 \text{ kN}$$

La verifica al ribaltamento del basamento risulta:

$$F / P = 24.68 \text{ kN} / 26.25 \text{ kN} = 0.94 < 1$$

VERIFICATO

Verifica parapetto

Il parapetto è realizzato con montanti metallici in tubi quadri 50x50x5 mm doppi in corrispondenza di ciascun travetto, posti quindi ad interasse di 1,00 m. Ha schema statico di trave a mensola con carico concentrato orizzontale in sommità.

La luce di calcolo è pari a 1.20 m, la larghezza di influenza è 0.50 m.

Il carico orizzontale allo SLU risulta:

$$H_{SLU} = 1.50 \times 3.00 \text{ kN/m} \times 0.50 \text{ m} = 2.25 \text{ kN}$$

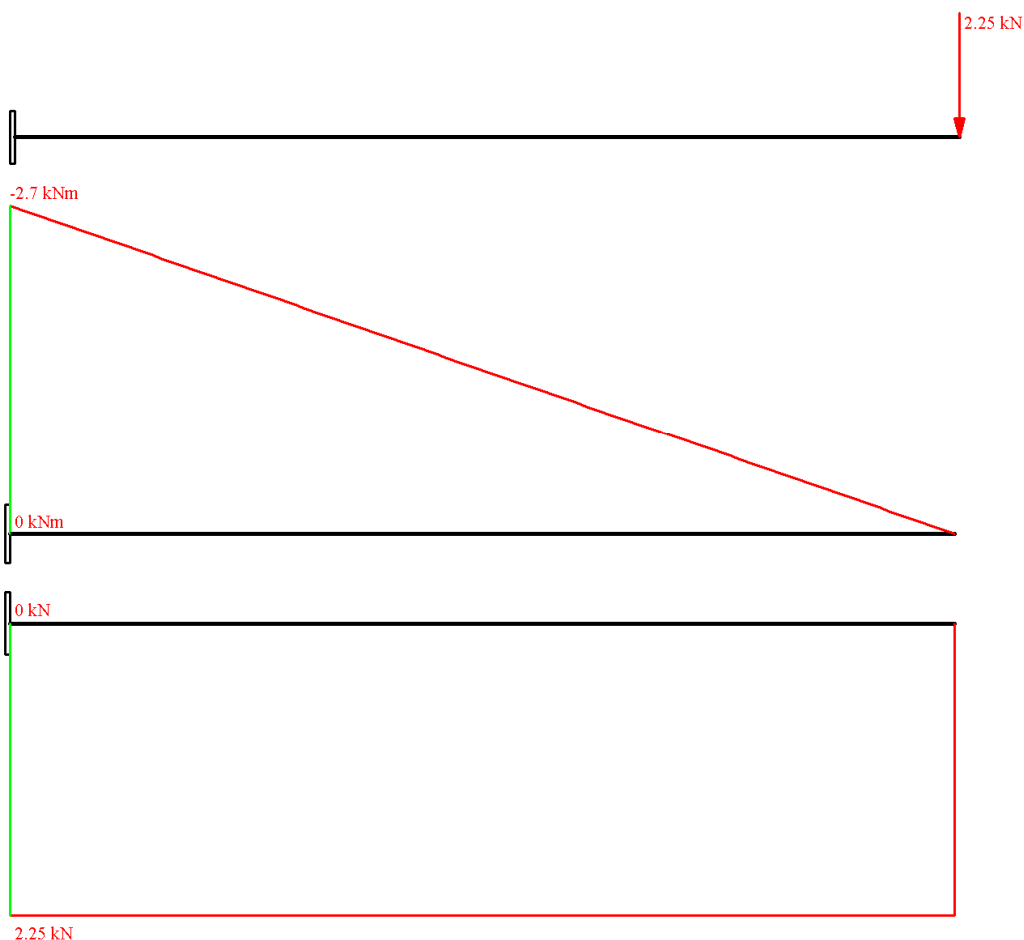
Le caratteristiche della sezione sono:

sezione	A	J _x	W _x	W _{px}	J _y	W _y	W _{py}	J _p	U _m	B	s
T.Q.U 50x50x5	8.36	27.04	10.82	13.70	27.04	10.82	13.70	47.46	0.20	50.00	5.00

Di seguito lo schema di carico e le azioni massime allo SLU

File : Parapetto SLU - Parapetto

Luce = 1.2 m ; E = 210'000 MPa ; J = 27.04 cm⁴



Il momento resistente della sezione risulta:

$$M_{Rd} = 235 \text{ MPa} / 1.05 \times 13.70 \text{ cm}^3 = 3.07 \text{ kNm}$$

$$M_{ad} = 2.70 \text{ kNm} < M_{Rd} = 3.07 \text{ kNm}$$

VERIFICATO

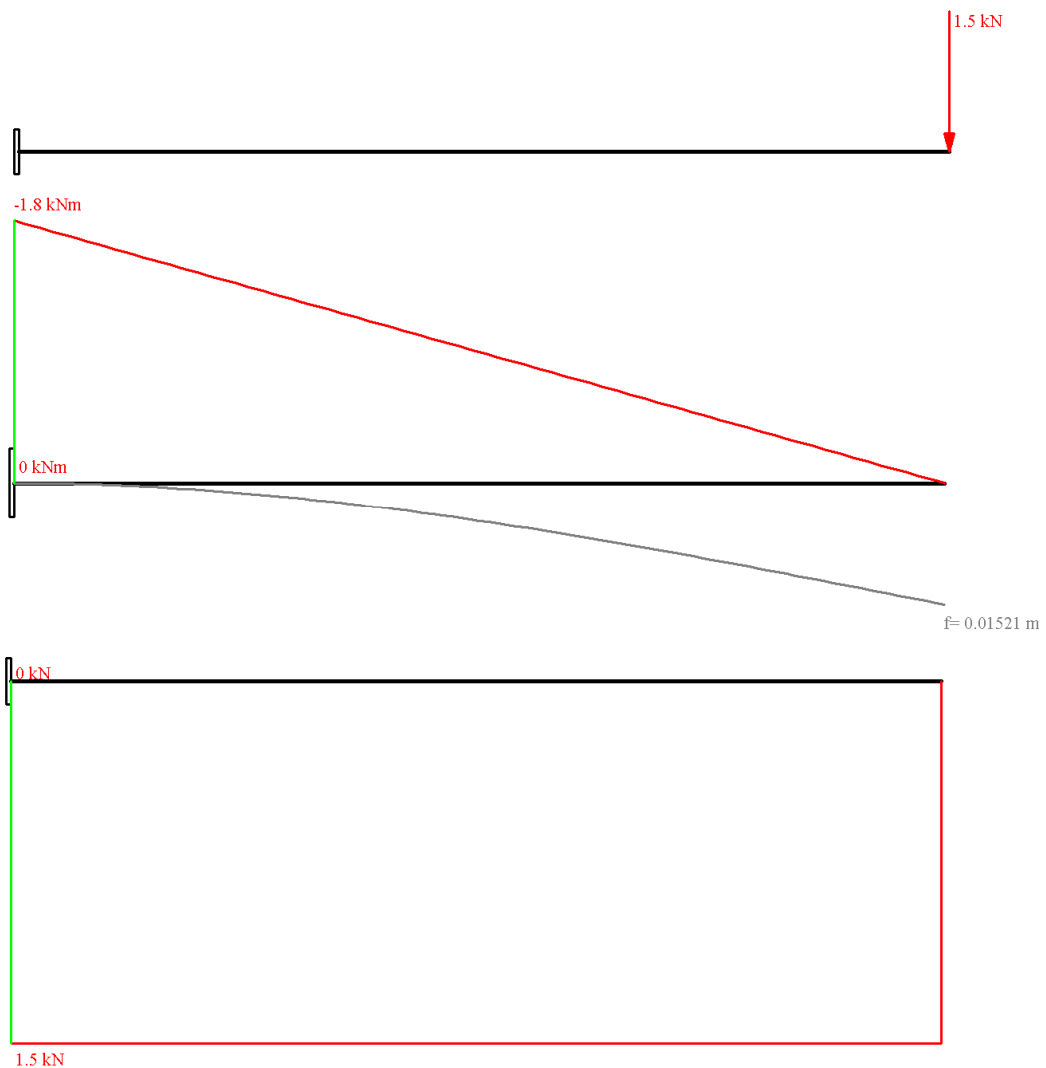
Il carico orizzontale allo SLE risulta:

$$H_{SLU} = 3.00 \text{ kN/m} \times 0.50 \text{ m} = 1.50 \text{ kN}$$

Di seguito lo schema di carico e le azioni massime allo SLE e la deformata massima.

File : Parapetto SLE - Parapetto

Luce = 1.2 m ; E = 210'000 MPa ; J = 27.04 cm⁴



La deformata massima è di 1.52 cm.

Verifica collegamento alla base

Il parapetto è saldato ad una piastra metallica annegata nel marciapiede.

Le saldature sono poste su entrambi i lati del montante ed hanno una lunghezza di 10 cm e spessore di 5 mm.

Il modulo di resistenza plastico della saldatura risulta:

$$W_{pl\, sald} = 0.5\, cm / \sqrt{2} \times 10^2\, cm / 4 = 8.84\, cm^3$$

Il momento resistente delle saldature vale:

$$M_{Rd} = 235\, MPa / 1.05 \times 8.84\, cm^3 \times 2 = 3.95\, kNm$$

$$M_{ad} = 2.70\, kNm < M_{Rd} = 3.95\, kNm$$

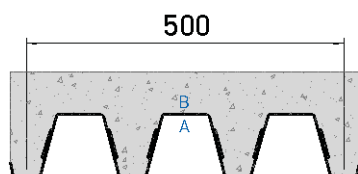
VERIFICATO

Verifica lamiera grecata

La lamiera grecata è del tipo SAND 100 spessore 0.8 mm in acciaio S280GD.

Si riportano le caratteristiche geometriche

SAND 100



CLS

DATI STATICI		STATIC DATA		PESO	WEIGHT
Sp. Th. (mm)	Jy (cm ⁴ /m)	We inf (cm ³ /m)	We sup (cm ³ /m)	Steel Kg/m ²	
0,50	125,76	27,25	23,36	7,85	
0,60	149,59	32,41	27,78	9,42	
0,70	172,98	37,48	32,12	10,99	
0,80	195,93	42,45	36,39	12,56	
1,00	240,54	52,12	44,67	15,70	
1,20	283,43	61,41	52,64	18,84	
1,50	344,59	63,99	74,66	23,55	

Dal catalogo la portata con luce di 1.50 m risulta 15.30 kN/m².

CLS steel S280GD

H	S	peso soletta	Larghezza appoggio: 100 mm																Support width: 100 mm			
			CAMPATA SINGOLA																SINGLE SPAN			
mm	mm	Kg/m ²	L=m	1,50	1,75	2,00	2,25	2,50	2,75	3,00	3,25	3,50	3,75	4,00	4,25	4,50	4,75	5,00	5,25	5,50	5,75	6,00
150	0,70*	195,2		1530	1280	1095	950	830	735	655	590	530	480	440	400	350	300	260	220	190	160	135
	0,80	196,4		1530	1280	1095	950	830	735	655	590	530	480	440	400	365	335	310	270	235	205	175
	1,00	198,9		1530	1280	1095	950	830	735	655	590	530	480	440	400	365	335	310	285	260	240	220
	1,20	201,3		1530	1280	1095	950	830	735	655	590	530	480	440	400	365	335	310	285	260	240	220
T _{U,Rd}			q=daN/m ²	1530	1280	1095	950	830	735	655	590	530	480	440	400	365	335	310	285	260	240	220
0,090				1530	1280	1095	950	830	735	655	590	530	480	440	400	365	335	310	285	260	240	220
N/mm ²				1530	1280	1095	950	830	735	655	590	530	480	440	400	365	335	310	285	260	240	220

In rosso i carichi limitati da freccia 1/350 L.

Values in red show load limited by vertical deflection 1/350 L.

Puntelli in fase di getto. Struts during casting

n.1 banchine a 1/2 L. n.1 wharf at 1/2 L.

Armatura minima di ripartizione da posizionare all'estradosso della soletta.

{ NTC 18 § 4.3.6.3.1 - EN 1994-1-1 § 9.8.1(2) }

0,2% A Ø5 150x150 costruzioni non puntellate in fase di getto.

0,4% A Ø6 150x150 costruzioni puntellate in fase di getto (H 140mm).

0,4% A Ø6 100x100 costruzioni puntellate in fase di getto (H 150mm e H 160mm).

I calcoli sono assunti secondo quanto previsto da NTC 18 per edifici in categoria D (ambienti ad uso commerciale).

Larghezza minima appoggio in fase di getto: 50 mm (NTC 18 § 4.3.6.5.4) - Larghezza appoggio efficace considerata per soletta finita: 100 mm.

*Spessore minimo delle lamiere grecate (NTC 18 § 4.3.6.5.1). Lo spessore minimo delle lamiere impiegate nelle solette composte non deve essere inferiore a 0.8 mm;

lo spessore potrà essere ridotto a 0.7 mm quando in fase costruttiva vengano studiati idonei provvedimenti atti a consentire il transito in sicurezza di mezzi d'opera e personale.

$$q = 15.00 \text{ kN/m}^2 < 15.30 \text{ kN/m}^2$$

VERIFICATO

Data. 5 maggio 2023

6. DICHIARAZIONE DEL PROGETTISTA

Si attesta che le strutture presentate sono state calcolate a norma delle vigenti disposizioni di legge e che i disegni relativi depositati sono completi e sufficienti ad individuare e definire esattamente le opere da eseguire.

Barzago, 5 Maggio 2023

IL CALCOLATORE DELLE STRUTTURE

Arch. Eugenio Dell'Era

Domicilio:
23822 BELLANO (LC) – Via Papa Giovanni XXIII, n° 9
No. c.f. DLLGNE73T21F205H
Albo Architetti di Lecco - n. 723

Data. 5 maggio 2023