



Nuovo parcheggio nell'area di riorganizzazione della sosta dell'ex Prandina

Via Orsini - foglio 88 particelle 496, 497, 498

PROGETTO ESECUTIVO

A.R.06

RELAZIONE DI CALCOLO OPERE STRUTTURALI

committenza: APS HOLDING S.P.A.
Via Salboro 22/b 35124 – Padova
DIREZIONE MOBILITA' E SOSTA - 3
RUP: arch. Gaetano Panetta

progetto: SA SVILUPPO ARCHITETTURA ed ingegneria srl
via Frà Paolo Sarpi 37 int.2 35133 Padova (PD)

note:

29 aprile 2026	PP_APS_PK_E_A.R.06 relazione calcolo strutture_rev01	rev. 01	L.B.	L.B.
14 aprile 2026	PP_APS_PK_E_A.R.06 relazione calcolo strutture_rev00	rev. 00	L.B.	L.B.
data:	nome file:	descrizione:	redatto:	approvato:

PREMESSA

La presente relazione costituisce l'elaborato **Relazione di calcolo opere strutturali**, previsto da D.lgs. 36/2023, allegato al Progetto Esecutivo redatto per l'intervento di realizzazione di un parcheggio in una porzione dell'area ex Caserma Prandina all'interno del progetto di riorganizzazione della sosta dell'ex caserma Prandina.

L'intervento di realizzazione del nuovo parcheggio fa parte di una più ampia strategia di rigenerazione e riqualificazione dell'area ex Prandina prevista dal DOCFAP approvato con D.G.C. n. 2024/0212 del 23/04/2024.

Le informazioni riportate da progetto si basano su:

- DOCFAP;
- DIP;
- progetto di demolizione edifici nell'area di riorganizzazione della sosta dell'ex caserma Prandina;
- Progetto di recupero degli ambiti A e B.

Il progetto generale di riqualificazione dell'area prevede i seguenti ambiti di intervento, caratterizzati da specifici progetti in atto di progettazione, approvazione od esecuzione dei lavori:

- riqualificazione verde del parco delle mura di San Benedetto;
- riqualificazione urbanistica mura di San Benedetto;
- nuovo parcheggio boscato (oggetto del presente progetto esecutivo);
- realizzazione di una nuova pista ciclopedonale parallela alle mura, realizzata nella sede stradale di via Orsini;
- realizzazione della nuova linea del tram su Corso Milano;
- recupero degli edifici vincolati, ad uso civico, museale ed espositivo e di servizi commerciali.

Il progetto esecutivo delle opere strutturali del nuovo parcheggio prevede la realizzazione di muretti di contenimento del pacchetto stradale e dei percorsi pedonali, la realizzazione di una passerella metallica pedonale ed il sostegno e restauro di un muro perimetrale storico.

Per le analisi sismiche e il calcolo degli elementi in modo tridimensionale viene utilizzato il programma di calcolo agli elementi finiti *MasterSap Top 2021* prodotto da *Studio Software AMV S.r.l. - Ronchi Dei Legionari (GO)*.

Per il calcolo e verifica di singoli profili si utilizza il programma di calcolo *Eng8.3* prodotto da *SIGMAC SOFT Sas – Mestre (VE)*.

METODO DI CALCOLO

Metodo Semiprobabilistico degli Stati Limite.

CARATTERISTICHE PRESCRITTE PER I MATERIALI

cls platea	R_{ck} = 32/40,0MPa classe di esposizione XC4
acciaio armatura	B450C $f_{yk} = 450\text{MPa}$ $f_{yd} = 450/1,15 = 391\text{MPa}$
acciaio carpenteria	S275J0 o sup. $f_{yk} = 275\text{MPa}$ $f_{yd} = 275/1,05 = 262\text{MPa}$
legno strutturale	C24 (o lamellare o bilama) $f_{c,0,k} = 21\text{MPa}$ $E_{0,05} = 7400\text{MPa}$

NORME TECNICHE

D.M.LL.PP.	NTC	14.01.2008
Circ. LL.PP.	617	02.02.2009
UNI EN 1090-1:2012	PARTE 1	
UNI EN 1090-2:2018	PARTE 2	
D.M.LL.PP.	NTC	17.01.2018
Circ. LL.PP.	7	21.01.2019

COMBINAZIONI DI CARICO

Combinazione fondamentale (S.L.U.)

$$\gamma_{G1} \times G_1 + \gamma_{G2} \times G_2 + \gamma_P \times P + \gamma_{Q1} \times Q_{k1} + \gamma_{Q2} \times \psi_{02} \times Q_{k2} + \gamma_{Q3} \times \psi_{03} \times Q_{k3} + \dots$$

Combinazione caratteristica (rara) (S.L.E.)

$$G_1 + G_2 + P + Q_{k1} + \psi_{02} \times Q_{k2} + \psi_{03} \times Q_{k3} + \dots$$

Nelle combinazioni per SLE, si intende che vengono omessi i carichi Q_{kj} che danno un contributo favorevole ai fini delle verifiche e, se del caso, i carichi G_2 .

Altre combinazioni sono da considerare in funzione di specifici aspetti (fatica, ecc.).

Nelle formule sopra riportate il simbolo + vuol dire *combinato con*.

Coefficienti parziali di sicurezza γ_{Gi} e γ_{Qj} :

		Coefficiente γ_F	EQU	A1 STR	A2 GEO
Carichi permanenti	favorevoli	γ_{G1}	0,9	1,0	1,0
	sfavorevoli		1,1	1,3	1,0
Carichi permanenti non strutturali(1)	favorevoli	γ_{G2}	0,0	0,0	0,0
	sfavorevoli		1,5	1,5	1,3
Carichi variabili	favorevoli	γ_{Qi}	0,0	0,0	0,0
	sfavorevoli		1,5	1,5	1,3

dove:

γ_{G1} coefficiente parziale del peso proprio (della struttura, del terreno e dell'acqua)

γ_{G2} coefficiente parziale dei pesi propri degli elementi non strutturali;

γ_{Qi} coefficiente parziale delle azioni variabili.

I valori dei coefficienti parziali ψ_i sono:

Categoria/Azione variabile	ψ_{0j}	ψ_{1j}	ψ_{2j}
Categoria A Ambienti ad uso residenziale	0,7	0,5	0,3
Categoria B Uffici	0,7	0,5	0,3
Categoria C Ambienti suscettibili di affollamento	0,7	0,7	0,6
Categoria D Ambienti ad uso commerciale	0,7	0,7	0,6
Categoria E Biblioteche, archivi, magazzini e ambienti ad uso	1,0	0,9	0,8
Categoria F Rimesse e parcheggi (per autoveicoli di peso ≤ 30 kN)	0,7	0,7	0,6
Categoria G Rimesse e parcheggi (per autoveicoli di peso > 30 kN)	0,7	0,5	0,3
Categoria H Coperture	0,0	0,0	0,0
Vento	0,6	0,2	0,0
Neve (a quota ≤ 1000 m s.l.m.)	0,5	0,2	0,0
Neve (a quota > 1000 m s.l.m.)	0,7	0,5	0,2
Variazioni termiche	0,6	0,5	0,0

1. RISANAMENTO MURO IN LATERIZIO

Il muro perimetrale in laterizio da preservare presenta segni di deterioramento o danneggiamento degli elementi in laterizio, fessurazioni evidenti in alcuni punti e la presenza di vegetazione in sommità e alla base con pericolo di compromissione dell'integrità del tessuto murario.

Si prevede quindi il ripristino delle parti ammalorate o danneggiate con la tecnica dello "scuci-cuci" che prevede l'utilizzo di nuovi elementi in laterizio con le stesse caratteristiche meccaniche ed estetiche di quelli rimossi.

Nella figura seguente sono individuate schematicamente le principali aree con segni di degrado che saranno oggetto degli interventi in questione.



Figura 1: interventi scuci-cuci (vista dall'interno del muro)

In figura sono indicati gli interventi:

- 1 = rimozione della vegetazione e del terriccio organico, pulitura delle superfici e ripristino della muratura con tecnica "scuci-cuci" per circa 50cm al di sotto della sommità e circa 50cm sopra e sotto la quota del terreno di base.
- 2 = ripristino della muratura con tecnica "scuci-cuci" in corrispondenza delle crepe visibili nei punti evidenziati.



Figura 2: intervento nuova apertura nel muro (vista dall'interno)

In figura sono indicati gli interventi:

- 1 = taglio della muratura per la sagoma indicativa in blu.
- 2 = ripristino della muratura ai lati del foro per circa 40cm con tecnica “scuci-cuci” e inserimento di 3 profili HEA120 in acciaio tipo Corten come architravi.

La nuova apertura nella muratura comporta il taglio del contrafforte presente sulla faccia esterna della parete (vd. figura 3). Nel caso di mantenimento della parte di contrafforte soprastante l'apertura si prevede il rifacimento dei primi 40-50cm con mattoni disposti a 4 teste con orditura incrociata.

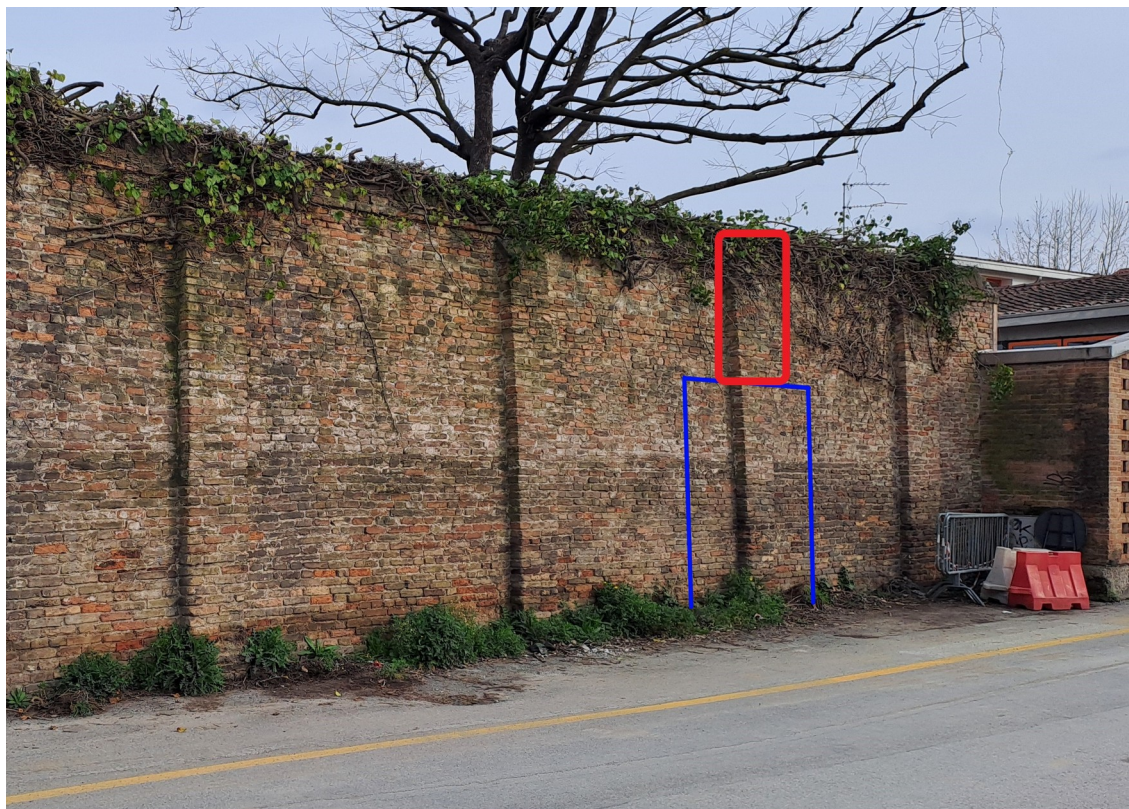


Figura 3: intervento nuova apertura nel muro (vista dall'esterno)

[in blu la sagoma indicativa della nuova apertura, in rosso la porzione di contrafforte da ripristinare o rimuovere]

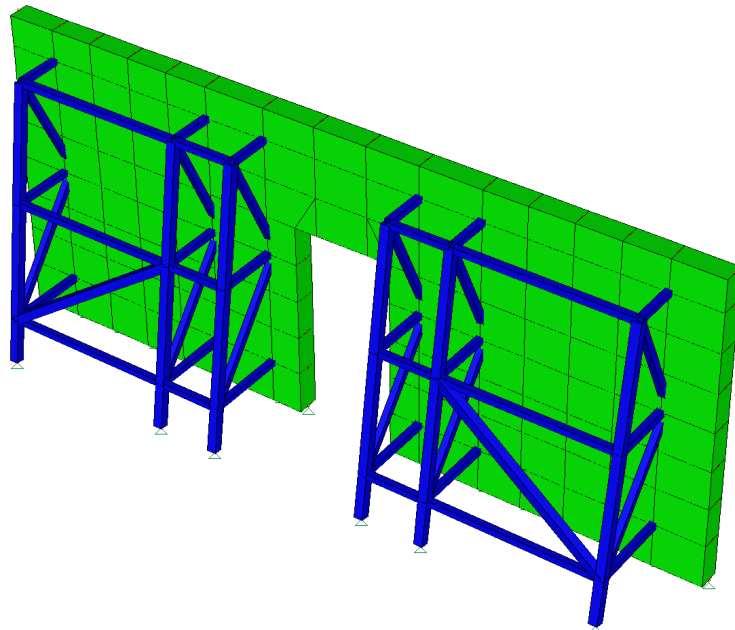
Per tutta l'estensione della parete, oltre alla sostituzione degli elementi danneggiati o deteriorati, si prescrive il ripristino delle fughe con colate di latte di calce e stuccatura con malta di calce o prodotti equivalenti.

2. CASTELLETTO PER SOSTEGNO MURO

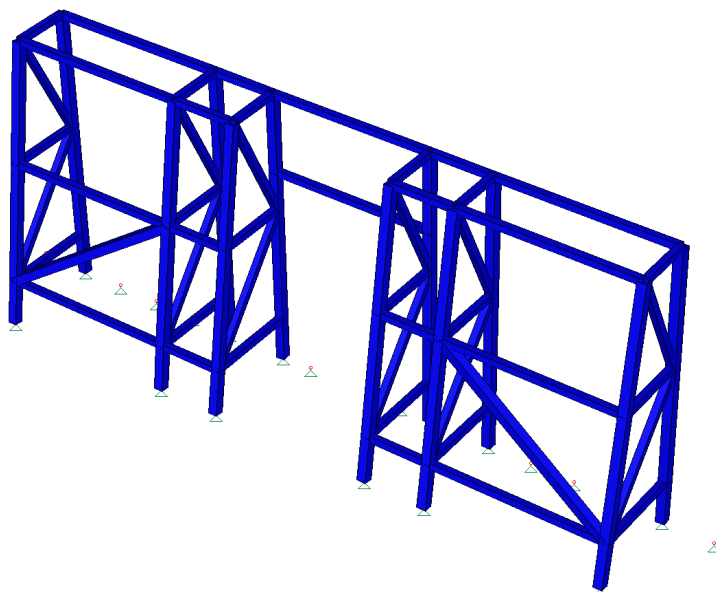
Il nuovo telaio per il sostegno del muro perimetrale in laterizio è stato analizzato tramite modello di calcolo tridimensionale considerando sia la spinta del vento sulla parete sia l'azione sismica prodotta dal muro stesso assunto cautelativamente come massa sismica senza alcuna resistenza propria (e affidando quindi tutta la resistenza alle azioni sismiche al nuovo telaio in legno).

I collegamenti tra i vari elementi del telaio sono assunto come vincoli tipo “cerniera”.

Si esegue un'analisi sismica *Statica Equivalente* con comportamento *Non Dissipativo*.



Rappresentazione del modello di calcolo completo



Rappresentazione del modello di calcolo del solo telaio di rinforzo

DATI DI INPUT DEL PROGETTO

INTESTAZIONE E DATI CARATTERISTICI DELLA STRUTTURA

Nome dell'archivio di lavoro	Muro Prandina
Intestazione del lavoro	
Tipo di struttura	Nello Spazio
Tipo di analisi	Statica sismica equivalente
Tipo di soluzione	Lineare
Unita' di misura delle forze	kN
Unita' di misura delle lunghezze	m
Normativa	NTC-2018

NORMATIVA

Vita nominale costruzione	50 anni
Classe d'uso costruzione	II
Vita di riferimento	50 anni
Localita'	Padova
Longitudine (WGS84)	11.8675
Latitudine (WGS84)	45.407
Categoria del suolo	C
Coefficiente topografico	1

Eccentricita' accidentale	5%
Periodo proprio T1 in direzione X	0.028
Periodo proprio T1 in direzione Y	0.557
λ	1
Comportamento strutturale	NON Dissipativo

PARAMETRI SISMICI

	TR	ag/g	FO	TC*	CC	Ss	Pga (ag*S) (m/s^2)
SLO	30	0.0304	2.5150	0.21	1.76	1.50	0.447
SLD	50	0.0368	2.5450	0.25	1.66	1.50	0.542
SLV	475	0.0831	2.6330	0.34	1.50	1.50	1.223
SLE	475	0.0831	2.6330	0.34	1.50	1.50	1.223
SLC	975	0.1069	2.6110	0.35	1.48	1.50	1.573

DATI SPETTRO

STATO LIMITE ULTIMO

Fattore di comportamento q	qor=1
Sd (T1) in direzione X	0.158 g

CARICHI PER ELEMENTI BIDIMENSIONALI

Carico di superficie nella direzione globale Y, agente sulla superficie in proiezione ortogonale

Descrizione	Codice	Cond. carico	Tipo Azione/categoria	Valore	Aliq.inerziale	Aliq.inerz.SLD
Vento esterno	1	Condizione 1	Variabile: Vento	0.800000	0.0000	0.0000
Vento interno	2	Condizione 2	Variabile: Vento	-0.800000	0.0000	0.0000

LISTA MATERIALI UTILIZZATI

Codice	Descrizione	Mod. elast.	Coef. Poisson	Peso unit.	Dil. term.	Aliq. inerz.	Rigid. taglio	Rigid. fless.
1	Muratura	+1.47e+06	0.250	17.65800	+0.00e+00	1.000	+1.00e+00	+1.00e+00
2	Legno	+1.28e+07	0.430	4.90500	+3.00e-06	1.000	+1.00e+00	+1.00e+00

RIEPILOGO DELLE SEZIONI UTILIZZATE NEL MODELLO STRUTTURALE

SEZIONI RETTANGOLARI

Codice	Base	H
1	0.140	0.140
2	0.100	0.100

COMBINAZIONI DI CARICO

NORMATIVA: NORME TECNICHE PER LE COSTRUZIONI 2018 ITALIA

COMBINAZIONI PER LE VERIFICHE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

Num.	Descrizione	Parametri	Tipo azione/categoria	Condizione	Moltiplicatore
1	Statica vento est	Azione sismica: Sisma assente Torsione: Assente	Permanente: Peso Proprio	Condizione peso proprio	1.300
			Variabile: Vento	Condizione 1	1.500
2	Sisma 100%+X 30%+Y	Azione sismica: +EX+03EY Torsione: Antioraria	Permanente: Peso Proprio	Condizione peso proprio	1.000
			Variabile: Vento	Condizione 1	0.000
			Variabile: Vento	Condizione 2	0.000
3	Sisma 100%+X 30%-Y	Azione sismica: +EX-03EY Torsione: Antioraria	Permanente: Peso Proprio	Condizione peso proprio	1.000
			Variabile: Vento	Condizione 1	0.000
			Variabile: Vento	Condizione 2	0.000
4	Sisma 100%-X 30%+Y	Azione sismica: -EX+03EY Torsione: Antioraria	Permanente: Peso Proprio	Condizione peso proprio	1.000
			Variabile: Vento	Condizione 1	0.000
			Variabile: Vento	Condizione 2	0.000
5	Sisma 100%-X 30%-Y	Azione sismica: -EX-03EY Torsione: Antioraria	Permanente: Peso Proprio	Condizione peso proprio	1.000
			Variabile: Vento	Condizione 1	0.000
			Variabile: Vento	Condizione 2	0.000
6	Sisma 30%+X 100%+Y	Azione sismica: +03EX+EY Torsione: Antioraria	Permanente: Peso Proprio	Condizione peso proprio	1.000
			Variabile: Vento	Condizione 1	0.000
			Variabile: Vento	Condizione 2	0.000
7	Sisma 30%+X 100%-Y	Azione sismica: +03EX-EY Torsione: Antioraria	Permanente: Peso Proprio	Condizione peso proprio	1.000
			Variabile: Vento	Condizione 1	0.000
			Variabile: Vento	Condizione 2	0.000
8	Sisma 30%-X 100%+Y	Azione sismica: -03EX+EY Torsione: Antioraria	Permanente: Peso Proprio	Condizione peso proprio	1.000
			Variabile: Vento	Condizione 1	0.000
			Variabile: Vento	Condizione 2	0.000
9	Sisma 30%-X 100%-Y	Azione sismica: -03EX-EY Torsione: Antioraria	Permanente: Peso Proprio	Condizione peso proprio	1.000
			Variabile: Vento	Condizione 1	0.000
			Variabile: Vento	Condizione 2	0.000
10	Sisma 100%+X 30%+Y	Azione sismica: +EX+03EY Torsione: Oraria	Permanente: Peso Proprio	Condizione peso proprio	1.000
			Variabile: Vento	Condizione 1	0.000
			Variabile: Vento	Condizione 2	0.000
11	Sisma 100%+X 30%-Y	Azione sismica: +EX-03EY Torsione: Oraria	Permanente: Peso Proprio	Condizione peso proprio	1.000
			Variabile: Vento	Condizione 1	0.000
			Variabile: Vento	Condizione 2	0.000
12	Sisma 100%-X 30%+Y	Azione sismica: -EX+03EY Torsione: Oraria	Permanente: Peso Proprio	Condizione peso proprio	1.000
			Variabile: Vento	Condizione 1	0.000
			Variabile: Vento	Condizione 2	0.000

Num.	Descrizione	Parametri	Tipo azione/categoria	Condizione	Moltiplicatore
13	Sisma 100%-X 30%-Y	Azione sismica: -EX-03EY Torsione: Oraria	Permanente: Peso Proprio	Condizione peso proprio	1.000
			Variabile: Vento	Condizione 1	0.000
			Variabile: Vento	Condizione 2	0.000
14	Sisma 30%+X 100%+Y	Azione sismica: +03EX+EY Torsione: Oraria	Permanente: Peso Proprio	Condizione peso proprio	1.000
			Variabile: Vento	Condizione 1	0.000
			Variabile: Vento	Condizione 2	0.000
15	Sisma 30%+X 100%-Y	Azione sismica: +03EX-EY Torsione: Oraria	Permanente: Peso Proprio	Condizione peso proprio	1.000
			Variabile: Vento	Condizione 1	0.000
			Variabile: Vento	Condizione 2	0.000
16	Sisma 30%-X 100%+Y	Azione sismica: -03EX+EY Torsione: Oraria	Permanente: Peso Proprio	Condizione peso proprio	1.000
			Variabile: Vento	Condizione 1	0.000
			Variabile: Vento	Condizione 2	0.000
17	Sisma 30%-X 100%-Y	Azione sismica: -03EX-EY Torsione: Oraria	Permanente: Peso Proprio	Condizione peso proprio	1.000
			Variabile: Vento	Condizione 1	0.000
			Variabile: Vento	Condizione 2	0.000
37	Statica vento int	Azione sismica: Sisma assente Torsione: Assente	Permanente: Peso Proprio	Condizione peso proprio	1.300
			Variabile: Vento	Condizione 2	1.500

COMBINAZIONI PER LE VERIFICHE ALLO STATO LIMITE D'ESERCIZIO

Num.	Descrizione	Parametri	Tipo azione/categoria	Condizione	Moltiplicatore
18	Rara	Tipologia: Rara	Permanente: Peso Proprio	Condizione peso proprio	1.000
			Variabile: Vento	Condizione 1	1.000
19	Frequente	Tipologia: Frequente	Permanente: Peso Proprio	Condizione peso proprio	1.000
			Variabile: Vento	Condizione 1	0.200
			Variabile: Vento	Condizione 2	0.200
20	Quasi permanente	Tipologia: Quasi permanente	Permanente: Peso Proprio	Condizione peso proprio	1.000
			Variabile: Vento	Condizione 1	0.000
			Variabile: Vento	Condizione 2	0.000

ANALISI DEI CARICHI

Calcolo della spinta del vento

La spinta orizzontale dovuta al vento si calcola come riportato di seguito.

$$p = q_r \cdot C_e \cdot C_p \cdot C_d$$

Zona	1	
v_{b0}	25m/s	(velocità di riferimento)
a_0	<1000m	(altitudine sito)
z_{max}	4,50	(quota manufatto)
Classe	B	(classe di rugosità)
Cat.	III	(categoria di esposizione)

Pressione cinetica di riferimento

$$q_r = 0,5\rho v_b^2 = 0,5 \times 1,25 \times 25^2 = 39 \text{ daN/m}^2$$

Coefficiente di esposizione

$c_e \approx 1,7$
(NTC2018 – fig. 3.3.3)

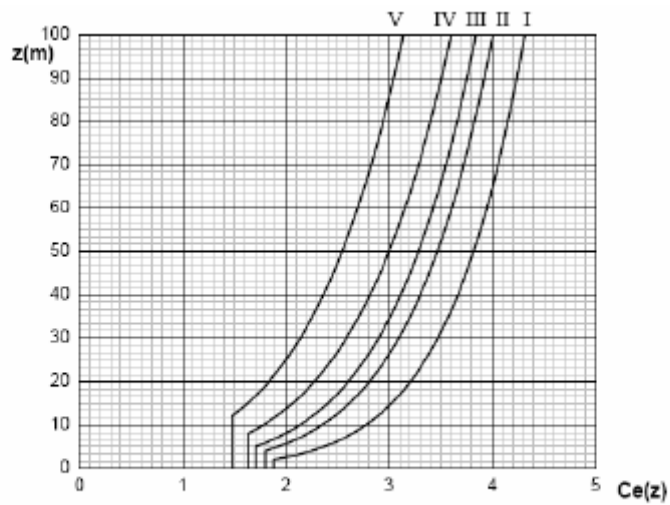


Fig. 3.3.3 - Andamento del coefficiente di esposizione c_e in funzione dell'altezza sul suolo (per $c_t = 1$)

Coefficiente dinamico

$C_d = 1$

Coefficiente di pressione

$c_p = +0,8$ in pressione / $-0,4$ in depressione

Si ottiene quindi:

$$p = q_r \cdot c_e \cdot c_p \cdot C_d = 39 \times 1,7 \times (0,8 + 0,4) \times 1 \approx 80 \text{ daN/m}^2 = \underline{0,80 \text{ kN/m}^2}$$

Risultati dell'analisi

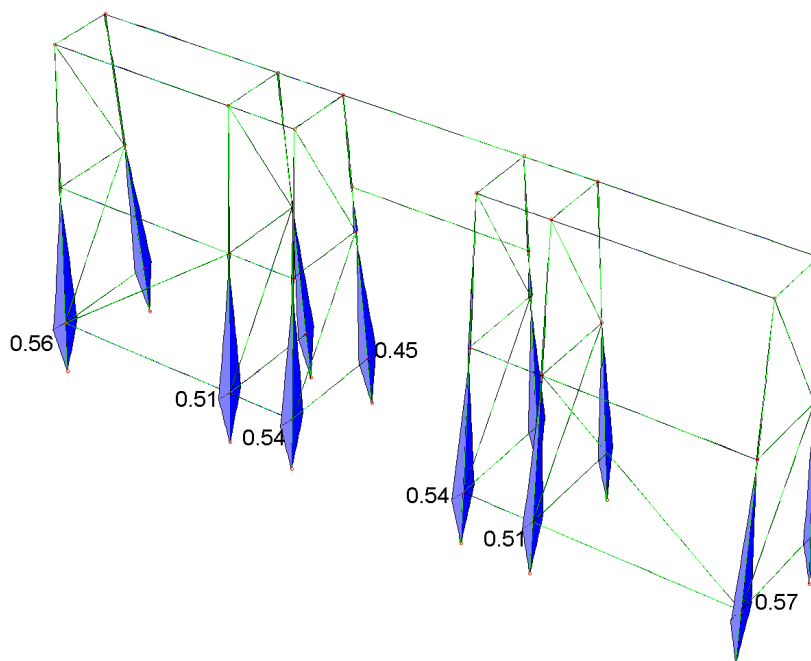


Diagramma Momento Flettente M_x nelle aste (involuppo – S.L.U.)

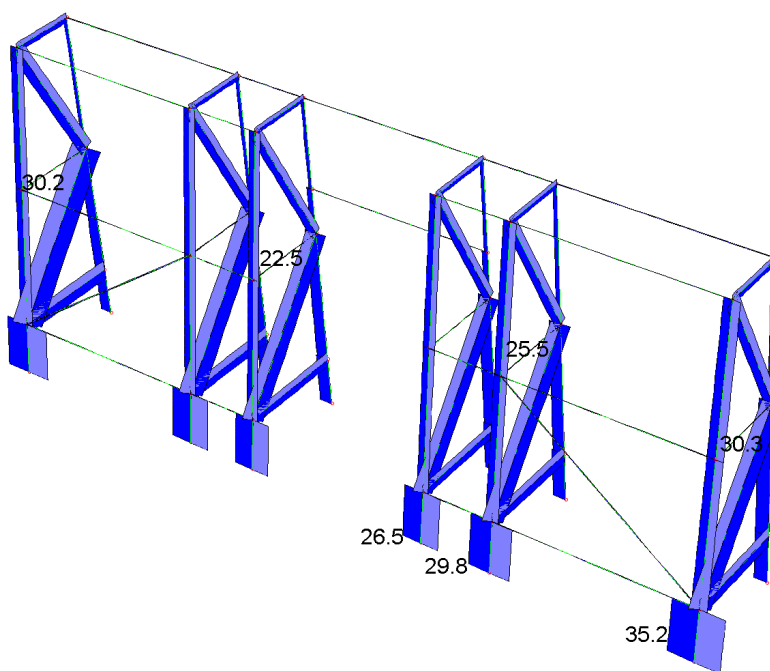


Diagramma Sforzo Normale nelle aste in kN (involuppo – S.L.U.)

[I valori del Momento flettente M_z e degli sforzi di Taglio risultano pressochè nulli e quindi trascurabili ai fini delle verifiche]

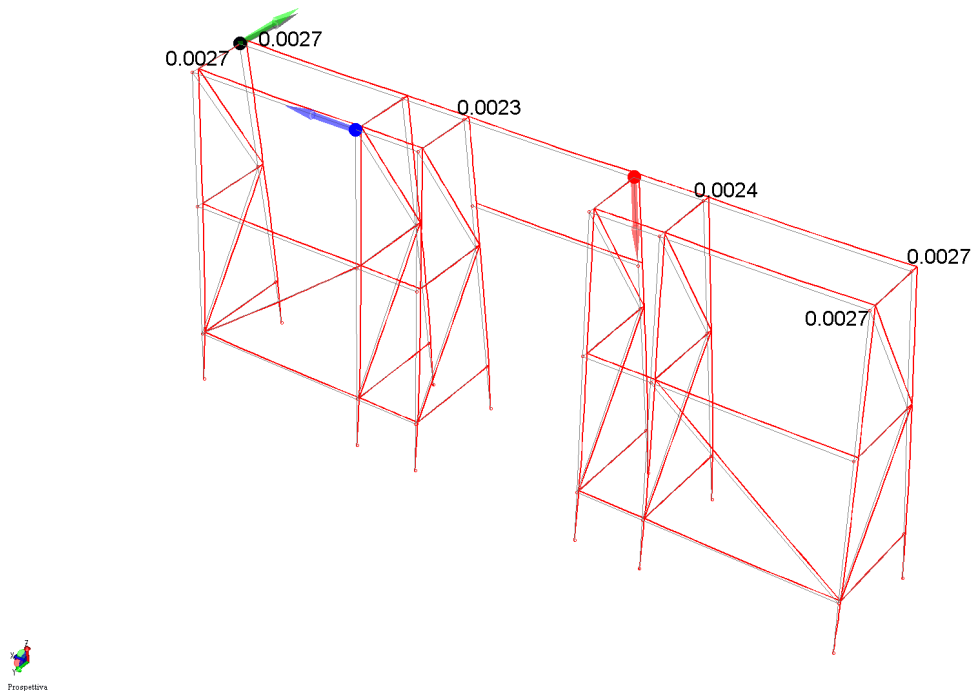


Grafico Deformata nella combinazione più gravosa (sismica 100%Y 30%X) [valori in m]

VERIFICHE DEI PROFILI

Vengono svolte le verifiche a compressione e ad instabilità secondo le indicazioni del §4.4.1 e segg. delle NTC2018:

- Compressione parallela alla fibratura $\sigma_{c,0,d} \leq f_{c,0,d}$ [4.4.3]
- Instabilità parallela alla fibratura $\sigma_{c,0,d} / (k_{crit} \cdot f_{c,0,d}) \leq 1$ [4.4.11]

Nelle verifiche si considera cautelativamente legno massiccio di categoria C24. Nel caso di legno lamellare o bilama le caratteristiche meccaniche sono sempre superiori.

Montanti 14x14

$$N_{max} = 35,2 \text{ kN} \quad (M \approx 0)$$

Compressione

$$\sigma_{c,0,d} = 35,2 / (14 \times 14) = 0,18 \text{ kN/cm}^2 = 18 \text{ daN/cm}^2$$

$$f_{c,0,d} = k_{mod} \cdot f_{c,0,k} / \gamma_m = 0,9 \times 21 / 1,5 = 12,6 \text{ N/mm}^2 = \mathbf{126 \text{ daN/cm}^2} > \sigma_{c,0,d}$$

Instabilità

Si utilizzano le formule

$$k_{crit,c} = \frac{1}{k + \sqrt{k^2 - \lambda_{rel,c}^2}} \quad [4.4.15]$$

$$k = 0,5 \left(1 + \beta_c (\lambda_{rel,c} - 0,3) + \lambda_{rel,c}^2 \right) \quad [4.4.16]$$

$$\lambda_{rel,c} = \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{\sigma_{c,crit}}} = \frac{\lambda}{\pi} \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{E_{0,05}}} \quad [4.4.14]$$

Con $f_{c,0,k} = 21 \text{ N/mm}^2 - E_{0,05} = 7400 \text{ N/mm}^2 - \lambda = l_0/i = 190/4,04 = 47$

si ottiene:

$$\lambda_{rel} = 0,80$$

$$k = 0,5 \times (1 + 0,2 \times (0,80 - 0,30) + 0,80^2) = 0,87$$

$$k_{crit} \approx 1$$

La verifica risulta quindi analoga alla verifica a compressione.

Diagonali 10x10

$$N_{max} = 30,3 \text{ kN}$$

$$\sigma_{c,0,d} = 30,3 \times 100 / (10 \times 10) = 30,3 \text{ daN/cm}^2$$

$$f_{c,0,d} = k_{mod} \cdot f_{c,0,k} / \gamma_m = 0,9 \times 21 / 1,5 = 12,6 \text{ N/mm}^2 = 126 \text{ daN/cm}^2$$

- *Instabilità*

$$\text{Con } f_{c,0,k} = 21 \text{ N/mm}^2 - E_{0,05} = 7400 \text{ N/mm}^2 - \lambda = l_0/i = 208/2,89 = 72$$

si ottiene:

$$\lambda_{rel} = 1,22$$

$$k = 0,5 \times (1 + 0,2 \times (1,22 - 0,30) + 1,22^2) = 1,34$$

$$k_{crit} = 0,53$$

$$\sigma_{c,0,d} / (k_{crit} \cdot f_{c,0,d}) = 30,3 / (0,53 \times 126) = \mathbf{0,45 < 1}$$

Per il risanamento del muro non sono state considerate le caratteristiche del terreno in quanto non serve conoscerle. per i basamenti dei castelletti in legno è previsto l'utilizzo di pietre di recupero di dimensioni sufficienti a ripartire i carichi per avere una pressione sul terreno ampiamente compatibile anche con un terreno con caratteristiche meccaniche molto scarse.

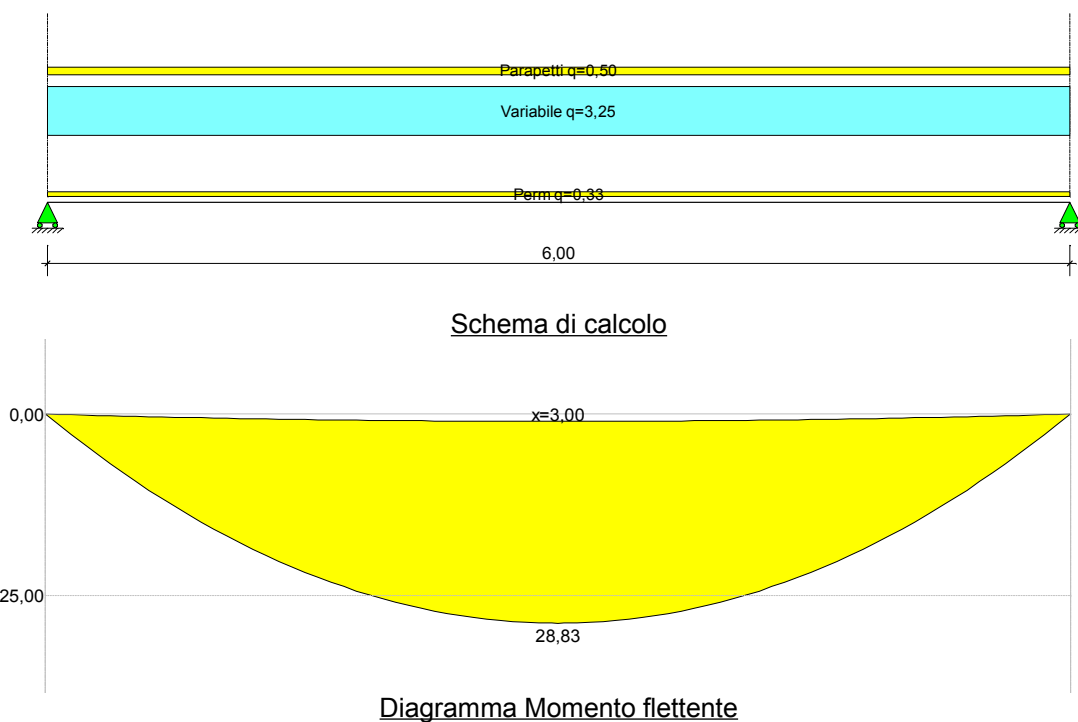
3. PASSERELLA DI INGRESSO

La nuova passerella metallica è realizzata con due profili portanti longitudinali a sezione tubolare 100x180x8 e profili secondari (traversi) a sezione tubolare 60x80x5. Le strutture vengono dimensionate per un sovraccarico variabile per folla di 5,0kN/m².

Profili principali

ANALISI DEI CARICHI

Carico permanente portato	0,50kN/m ²
Carico variabile (folla)	5,00kN/m ²
Parapetto	0,50kN/m



Sollecitazioni massime

$$M_{Ed} = 28,83 \text{ kNm}$$

Caratteristiche geometriche sezione

$$A = 40 \text{ cm}^2 \quad W = 178 \text{ cm}^3 \quad J = 1604 \text{ cm}^4$$

Resistenza di calcolo a flessione

$$M_{Rd} = W \times f_{y,k} / \gamma_M = 178 \times 27,50 / 1,05 / 100 = 46,6 \text{ kNm} > M_{Ed}$$

Deformazione massima (S.L.E.)

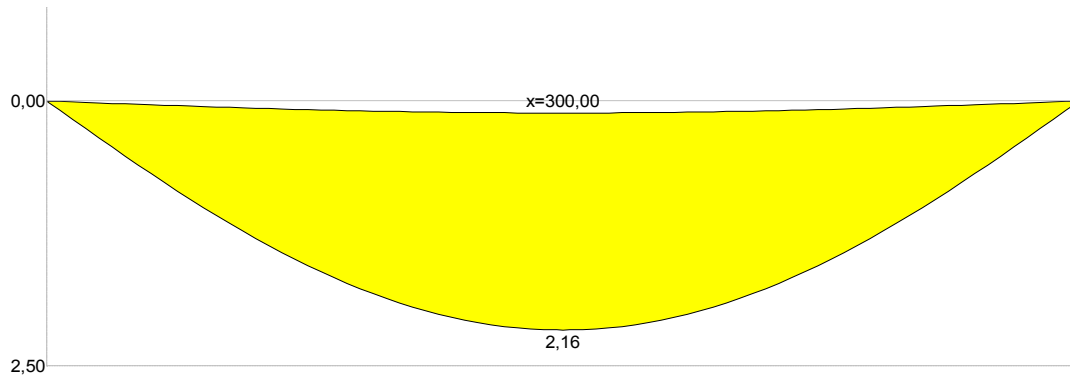


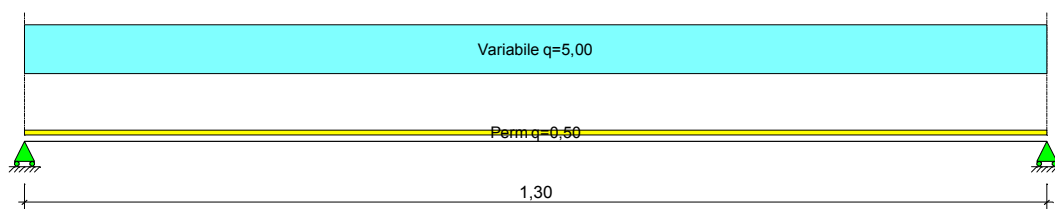
Diagramma Deformata agli S.L.E – comb. rara (cm)

$f_{\text{tot}} = 2,16\text{cm} = L/278 < L/300$
(quindi implicitamente nei limiti anche per il solo carico variabile).

Profili secondari

ANALISI DEI CARICHI

Carico permanente portato	0,50kN/m ²
Carico variabile (folla)	5,00kN/m ²
Parapetto	0,50kN/m



Schema di calcolo

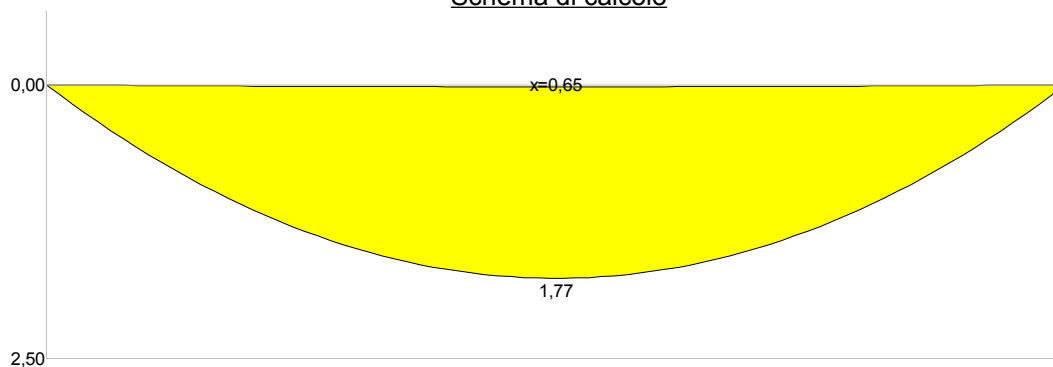


Diagramma Momento flettente

Sollecitazioni massime

$$M_{Ed} = 1,77 \text{ kNm}$$

Caratteristiche geometriche sezione

$$A = 12,3 \text{ cm}^2 \quad W = 26 \text{ cm}^3 \quad J = 104 \text{ cm}^4$$

Resistenza di calcolo a flessione

$$M_{Rd} = W \times f_{y,k} / \gamma_M = 26 \times 27,50 / 1,05 / 100 = 6,81 \text{ kNm} > M_{Ed}$$

Deformazione massima (S.L.E.)

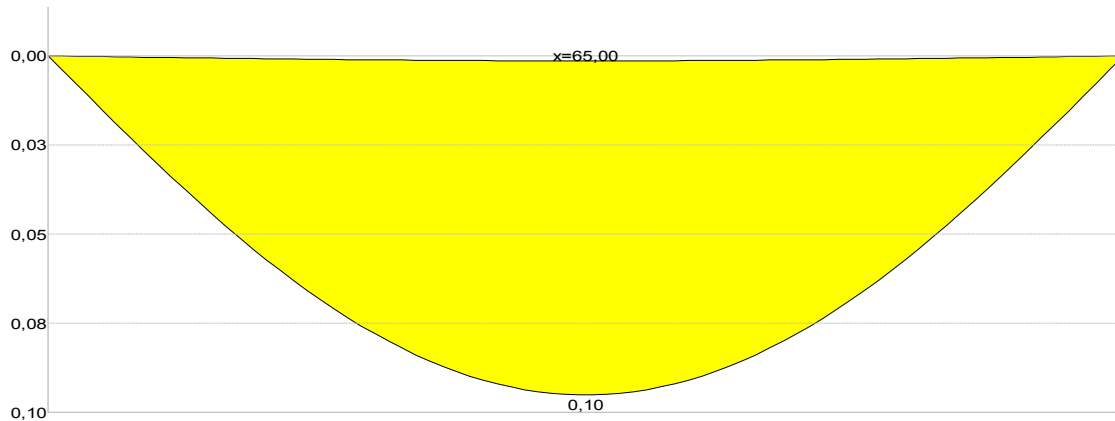


Diagramma Deformata agli S.L.E – comb. rara (cm)

$$f_{tot} = 0,10 \text{ cm} = L/1300 < L/300$$

(quindi implicitamente nei limiti anche per il solo carico variabile).

Montanti parapetti

Si assume un interasse tra i montanti di 1,36m. Da normativa si applica un carico uniforme sul corrimano di 2,0kN/m.

Sollecitazioni massime (S.L.U.)

$$M_{Ed} = 1,5 \times 2,0 \times 1,36 \times 1,10 = 4,49 \text{ kNm}$$

Caratteristiche geometriche sezione (tubo 60x50x5)

$$A = 9,36 \text{ cm}^2 \quad W_{pl} = 18,1 \text{ cm}^3 \quad J = 43,6 \text{ cm}^4$$

Resistenza di calcolo a flessione

$$M_{Rd} = W \times f_{y,k} / \gamma_M = 18,1 \times 27,50 / 1,05 / 100 = 4,74 \text{ kNm} > M_{Ed}$$

Verifica bullone di fissaggio alla base (M12 8.8)

$$M_{Ed} = 4,49 \text{ kNm}$$

$$V_{Ed} = 4,49 / 0,18 + 1,5 \times 2,0 \times 1,36 = 28,98 \text{ kN}$$

$$V_{Rd} = 0,6 \cdot f_{tbk} \cdot A_{res} / \gamma_{m2} = 0,6 \times 80 \times 0,84 / 1,25 = 32,25 \text{ kN} > V_{Ed}$$

4. PLATEA CABINA ELETTRICA

La nuova cabina è costituita da un manufatto prefabbricato a comportamento monolitico, dimensionata e calcolata dalla ditta fornitrice per resistere alle massime sollecitazioni previste dalla normativa vigente. La struttura è completa di basamento di ripartizione e pertanto necessita solo di un semplice sottofondo in calcestruzzo armato per l'alloggiamento.

Nel caso in questione il basamento andrà realizzato al di sopra del sedime del fabbricato precedentemente esistente e viene quindi realizzata una platea di spessore nominale 40cm al solo scopo di portare la base di appoggio alla quota utile per la realizzazione del pavimento finito.

Vista la modesta entità del peso della cabina e la ripartizione dei carichi alla base si può stimare una pressione sul terreno uniforme e non superiore a 20kPa ($=0,20\text{kg/cm}^2$), ampiamente compatibile con la resistenza dei terreni in questione.

Come armatura si prevede la quantità minima da normativa vigente ($=0,1\%$ dell'area di calcestruzzo), corrispondente a una maglia $\phi 12/20 \times 20$ inferiore e superiore.

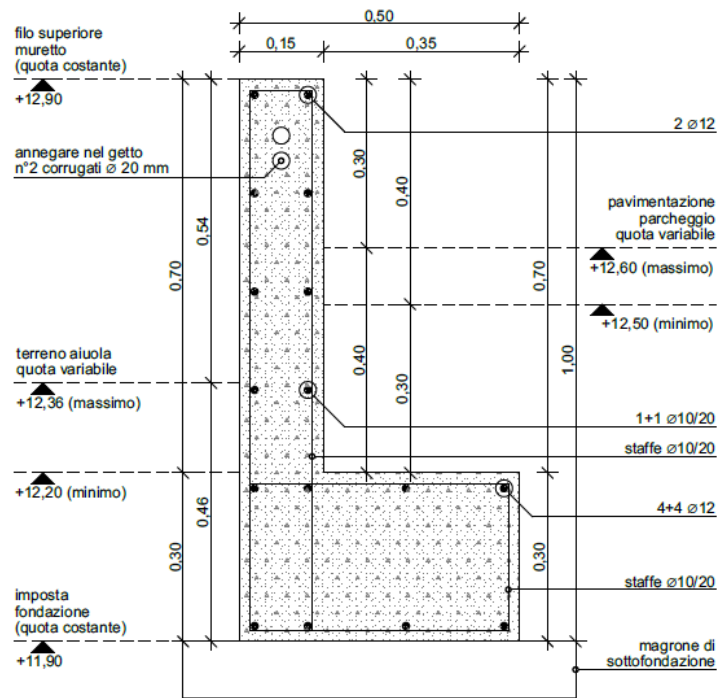
Cautelativamente si prevede l'utilizzo di calcestruzzo classe C32/40-XC4 per tener conto della possibilità che rimanga esposto agli agenti atmosferici.

5. MURETTI DI CONTENIMENTO IN C.A.

Lungo tutto il perimetro dell'area di intervento vengono realizzati muretti di contenimento o divisori in calcestruzzo armato di dimensioni variabili.

Si tratta per lo più di cordoli perimetrali senza funzioni portanti se non il contenimento di modesti spessori di terreno.

Non si ritiene quindi necessario svolgere verifiche specifiche e come armature vengono previsti i minimi da normativa vigente in condizioni sismiche, assimilando le solette a travi di fondazione (armatura minima $= 0,2\%$ dell'area di cls superiore e inferiore) e le parti verticali a pareti in elevazione (armatura minima complessiva $= 0,2\%$ dell'area di cls). Fanno eccezione i due tratti con parete di spessore 50cm per i quali si prevede il solo quantitativo di armatura per contrastare la fessurazione, assunto per semplicità pari (come passo e diametri) alle armature degli altri muretti.

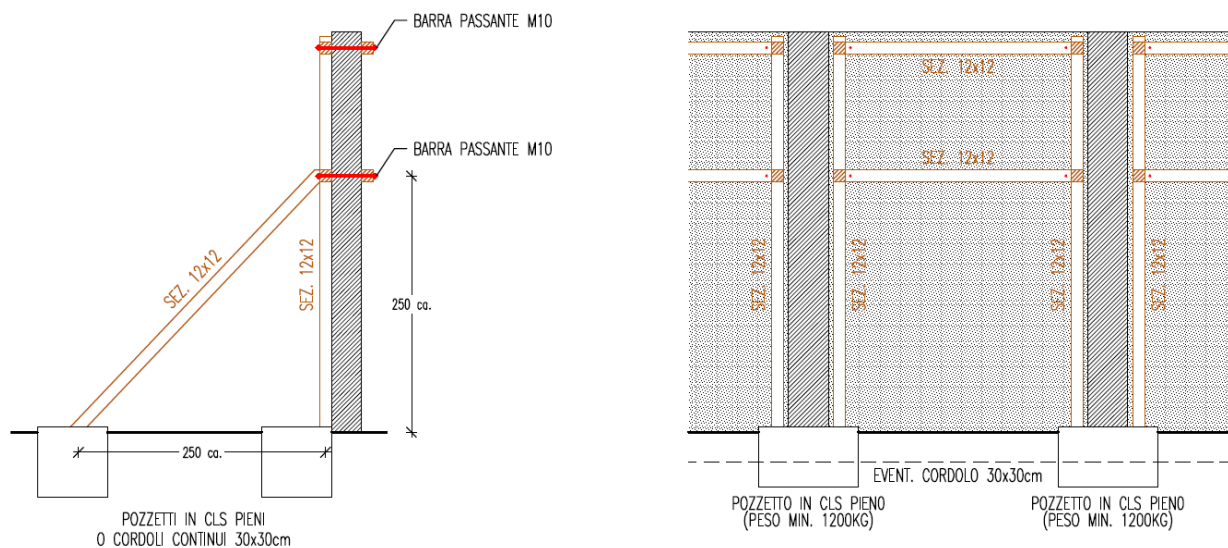


Sezione tipo di un muretto di contenimento tratta dalle tavole grafiche strutturali

6. SOSTEGNO PROVVISORIO MURO DI CONFIN

Il muro perimetrale in laterizio di confine con il convento non è oggetto d'intervento in questa fase. Viene però preservato e messo in sicurezza per il pericolo di crollo durante il periodo dei lavori.

Si prevede quindi una puntellazione provvisoria costituita da castelletti composti da profili in legno come negli schemi sotto riportati, opportunamente zavorrati alla base con pozzettoni in calcestruzzo o cordoli continui che verranno poi rimossi con le strutture provvisorie.



Schema telai in legno per puntellazione

Dalla parte esterna si prevedono solo i profili orizzontali per ingabbiare la parete, fissati ai traversi interni tramite barre passanti M10.