



SHARESALMO - GESTIONE ITTICA INTEGRATA E SOSTENIBILE PER LA
VALORIZZAZIONE DELLA BIODIVERSITÀ E LA DIFESA DALLE SPECIE INFESTANTI

ATTIVITÀ 5.1 - Intervento strategico di deframmentazione del Fiume Sesia



PROGETTO ESECUTIVO

Elaborato:

Elaborato:

Relazione di calcolo delle strutture

D

Rif.:

18S28

Data:

Dicembre 2020

Rev.:

01

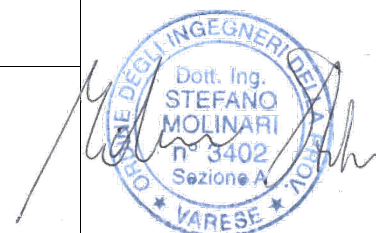
Formato:

A4

Timbro e firma:

Progettista:

Ing. Stefano MOLINARI
Via Europa n.33/a
21040 - Morazzone (VA) - IT
ste.moli@hotmail.it



Altri partner di progetto:



Parco Ticino



Sommario

1	Premessa e normativa di riferimento	3
2	Cenni teorici: schema statico e calcolo delle sollecitazioni di progetto.....	4
3	Discontinuità' A.....	9
3.1	Dati generali muro.....	9
3.2	Parametri sismici.....	10
3.3	Caratteristiche di resistenza dei materiali impiegati	10
3.4	Stratigrafia	11
3.5	Fattori di combinazione e verifiche.....	11
4	Discontinuità' B	28
4.1	Dati generali muro.....	28
4.2	Parametri sismici.....	29
4.3	Caratteristiche di resistenza dei materiali impiegati	29
4.4	Stratigrafia	30
4.5	Fattori di combinazione e verifiche.....	30
5	Conclusioni	47

1 PREMESSA E NORMATIVA DI RIFERIMENTO

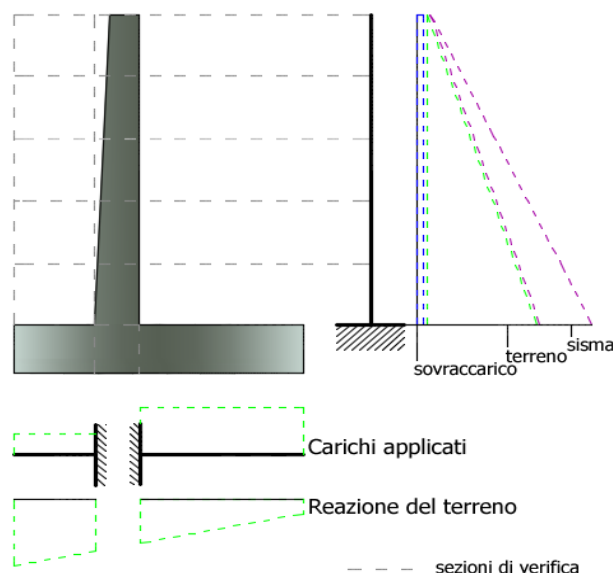
Il presente documento costituisce la relazione di calcolo delle strutture del Progetto Esecutivo *“Intervento strategico di deframmentazione del Fiume Sesia”*, e prende in considerazione la progettazione di due passaggi per pesci sul citato corso d’acqua, denominate rispettivamente discontinuità A e discontinuità B, in corrispondenza di due sbarramenti artificiali che ne impediscono la risalita.

Gli interventi in progetto rispondono alle seguenti normative:

- NTC 2018 - Aggiornamento delle «Norme tecniche per le costruzioni» - D.M. 17 gennaio 2018
- NTC 2008 - Norme tecniche per le costruzioni - D.M. 14 Gennaio 2008.
- CIRCOLARE 21 febbraio 2019, n. 7 - Istruzioni per l'applicazione dell'“Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni” di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018. (GU n. 42 del 20-2-2018).

2 CENNI TEORICI: SCHEMA STATICO E CALCOLO DELLE SOLLECITAZIONI DI PROGETTO

Lo schema statico utilizzato per il calcolo delle caratteristiche di sollecitazioni è quello della trave incastrata (vedi figura), la mensola di elevazione può essere caricata da carichi distribuiti (spinta attiva del terreno, contributo del sovraccarico, incremento di spinta per la presenza di falda, incremento di spinta per effetto del sisma...) ma anche da carichi concentrati (forze inerziali, azioni aggiuntive sulla sezione del muro, tiranti...). Il momento flettente delle azioni viene riferito al baricentro della generica sezione di verifica.



Analogamente, per la fondazione di valle e di monte, si assume lo stesso schema statico della mensola di elevazione: si tratta di travi ad asse rettilineo che possono essere caricate da carichi distribuiti verticali, da forze o coppie concentrate.

Per il calcolo delle caratteristiche di sollecitazione il programma sfrutta il metodo analitico facendo riferimento alle caratteristiche positive della convenzione sui segni adottata.

VERIFICHE STRUTTURALI

Secondo il metodo semiprobabilistico agli stati limite ultimi, la verifica di sicurezza di un elemento strutturale corrisponde al verificarsi, sezione per sezione, della seguente relazione simbolica:

$$E_d \leq R_d$$

in cui:

E_d rappresenta una sollecitazione di progetto (ad esempio uno sforzo flettente, torcente, oppure una sollecitazione composta etc.), prodotta dalle azioni agenti F_{dj} sul muro, valutate in base ai propri valori caratteristici e maggiorate in base a opportuni coefficienti di combinazione:

$$F_{dj} = F_{kj} \gamma F_j$$

Per sollecitazioni composte (ad esempio presso-flessione) la verifica presuppone l'istituzione di un metodo di misura della sicurezza e la relazione precedente risulta essere, in questo caso, solo

simbolica.

Si supponga, ad esempio, che in una data sezione agiscano contemporaneamente le sollecitazioni di progetto NEd ed MEd (sforzo normale e momento flettente); ad esse corrispondono infinite coppie di valori resistenti NR, MR che nel loro insieme costituiscono la linea di frontiera di un dominio resistente. La misura della sicurezza, in questo caso, consiste nel controllare che il punto rappresentativo delle sollecitazioni di progetto allo stato limite ultimo ricada internamente o al più sulla linea di frontiera di tale dominio, detto di sicurezza.

Rd è il valore di calcolo della corrispondente sollecitazione resistente sviluppata dai materiali costituenti la sezione, le cui resistenze di calcolo sono ottenute a partire da quelle caratteristiche mediante l'applicazione di coefficienti riduttivi (detti parziali per le resistenze) allo scopo di assicurare il prefissato grado di sicurezza: $R_{di} = R_{ki} / \gamma_{Mi}$

RESISTENZA DI CALCOLO DEI MATERIALI

La resistenza di calcolo fcd a compressione del calcestruzzo da considerare nel calcolo agli stati limite ultimi per il conglomerato è la seguente:

$$f_{cd} = \frac{\alpha_{cc} \cdot f_{ck}}{\gamma_c}$$

dove:

- α_{cc} coefficiente riduttivo per resistenze di lunga durata;
- f_{ck} resistenza cilindrica caratteristica del conglomerato;
- γ_c coefficiente di sicurezza parziale del calcestruzzo.

La resistenza di calcolo dell'acciaio a snervamento fyd è la seguente:

$$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s}$$

dove:

- f_{yk} resistenza caratteristica (o nominale) dell'acciaio allo snervamento;
- γ_s coefficiente di sicurezza parziale dell'acciaio.

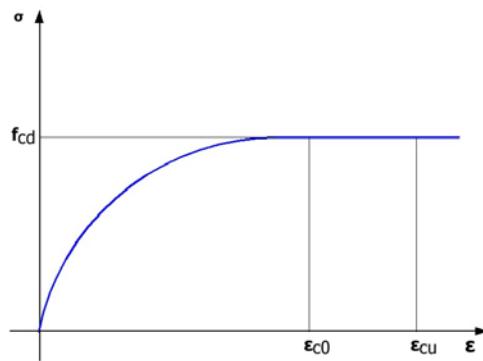
DIAGRAMMA DI CALCOLO TENSIONE-DEFORMAZIONE DEL CALCESTRUZZO

Dei vari diagrammi si è utilizzato quello a parabola-rettangolo di figura ad oggi ritenuto il più attendibile nel calcolo di resistenza (specie in presenza di sforzo normale).

L'arco di parabola presenta il suo asse parallelo all'asse delle tensioni e un segmento di retta parallelo all'asse delle deformazioni e tangente alla parabola nel punto di sommità. Il vertice della parabola ha ascissa ϵ_{c2} e la deformazione massima del segmento corrisponde a quella di ϵ_{cu} fissata dalle norme; l'ordinata massima del diagramma è pari a fcd.

L'arco di parabola sopra definito è analiticamente rappresentato dalla seguente equazione:

$$\sigma = 2 \cdot f_{cd} \frac{\epsilon_c}{\epsilon_{c0}} - f_{cd} \frac{\epsilon_c^2}{\epsilon_{c0}^2}$$



Il valore di ε_{c0} è pari a 0,002 per classi di resistenza pari od inferiore a C50/60 con $\varepsilon_{cu} = 0,0035$. Per classi di resistenza superiori è (f_{ck} in Mpa):

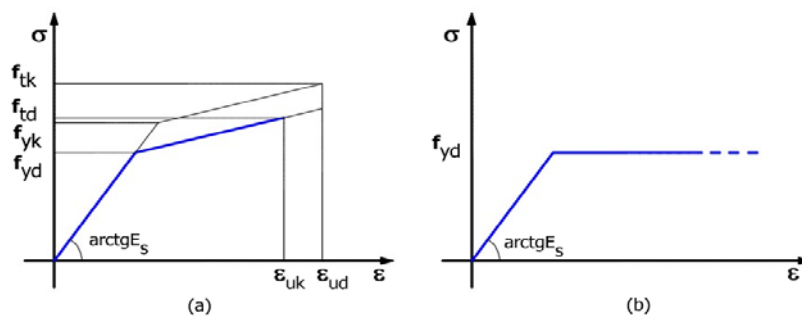
$$\varepsilon_{c2} = 0.002 + 0.000085 \cdot (f_{ck} - 50)^{0.53}$$

$$\varepsilon_{c2} = 0.0026 + 0.0035 \cdot [(90 - f_{ck}) / 100]^4$$

DIAGRAMMA DI CALCOLO TENSIONE-DEFORMAZIONE DEL CALCESTRUZZO

I diagrammi tensione-deformazione dell'acciaio utilizzati sono: (a) bilineare finito con incrudimento; (b) elastico-perfettamente plastico indefinito.

Come deformazione ultima di progetto va assunto il valore di $\varepsilon_{ud} = 0,9 \varepsilon_{uk}$, essendo ε_{uk} la deformazione uniforme ultima che deve essere $\geq 0,075$ per l'acciaio B450C e $k = f_{tk}/f_{yk}$ (rapporto di sovrarresistenza) compreso tra 1,15 e 1,35.



Volendo fissare, in assenza di specifici dati sperimentali, un diagramma di progetto che tenga conto del valore minimo d'incrudimento $k=1,15$ si può porre:

$$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s = 4500 / 1,15 = 3913 \text{ daN/cm}^2$$

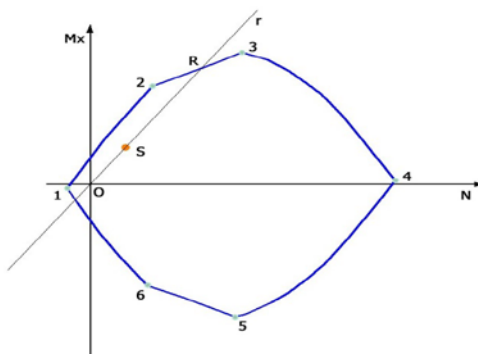
$$\varepsilon_{ud} = 0,9 \times 0,075 = 0,0675$$

$$f_{td} = k \times f_{yd} \approx k \times f_{yd} = 1,15 \times 3913 = 4500$$

VERIFICA DI PRESSOFLESSIONE

Assegnata una generica coppia di sollecitazioni di progetto NS-MxS rappresentata in figura dal punto S, la sezione si considera verificata se S risulta interno al dominio di resistenza o, al massimo,

appartenente alla curva di frontiera del dominio medesimo. Per esprimere, invece, il controllo per via numerica si sceglie una retta passante per il punto S e si determina l'intersezione R con la frontiera del dominio. La sezione si considera verificata se il rapporto tra le lunghezze dei segmenti è ≥ 1 , essendo O un punto qualsiasi della retta purché interno al dominio.



La retta utilizzata per il confronto è quella passante per l'origine O degli assi N-Mx denominata r in figura, è importante notare che i momenti Mx sono riferiti al baricentro della sezione di verifica.

VERIFICA A TAGLIO

Il calcolo di verifica a taglio è basato sul rispetto della (4.1.22) DM 2018:

$$V_{Ed} \leq V_{Rd}$$

con V_{Rd} si indica il taglio resistente. La verifica viene effettuata considerando dapprima la sezione senza armatura a taglio, in tal caso il taglio resistente verrà valutato dalla seguente relazione (4.1.2.1.3.1 NTC):

$$V_{Rd} = \left\{ \frac{0.18 \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_l \cdot f_{ck})^{1/3}}{\gamma_c} + 0.15 \cdot \sigma_{cp} \right\} \cdot b_w \cdot d \geq (V_{min} + 0.15 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d \quad (4.1.23)$$

In sostanza la resistenza a taglio dipende fortemente dall'altezza utile d della sezione, ma anche dalla classe del calcestruzzo f_{ck} e dall'aliquota di armatura tesa longitudinale a flessione $\rho_l = A_{sl} / (b_w \cdot d)$. Nel nostro caso è marginale o nullo l'incremento della resistenza da sforzo normale costituita dal termine $0,15 \sigma_{cp}$.

Il programma MDC opera un primo dimensionamento delle armature a flessione ottenendo così un valore iniziale dell'aliquota ρ_l . Se applicando la suddetta (4.1.23) la corrispondente resistenza a taglio V_{Rd} non soddisfa la (4.1.26) vengono aggiunte ulteriori barre longitudinali a flessione incrementando così ρ_l fino ad un massimo dell'1% ($\rho_l = 0,01$). Se anche con la percentuale di armatura tesa dell'1% la sezione non è verificata a taglio è necessario procedere all'incremento dell'altezza utile d della sezione e/o all'impiego di un calcestruzzo con una maggiore resistenza caratteristica f_{ck} .

In genere l'aumento del numero di barre longitudinali tese avviene solo in ristrette zone poste in prossimità del nodo di convergenza della mensola con la fondazione. Se in tali zone, sia pure con verifica a taglio positiva, il progettista dovesse valutare un eccessivo scostamento tra il momento di progetto e quello resistente (segno di un notevole incremento delle barre longitudinali tese), potrà ritenere opportuno incrementare, a suo giudizio, la dimensione trasversale d dell'elemento interessato (e/o utilizzare un calcestruzzo di classe superiore) onde ridurre o annullare il suddetto incremento.

MINIMI DI ARMATURA

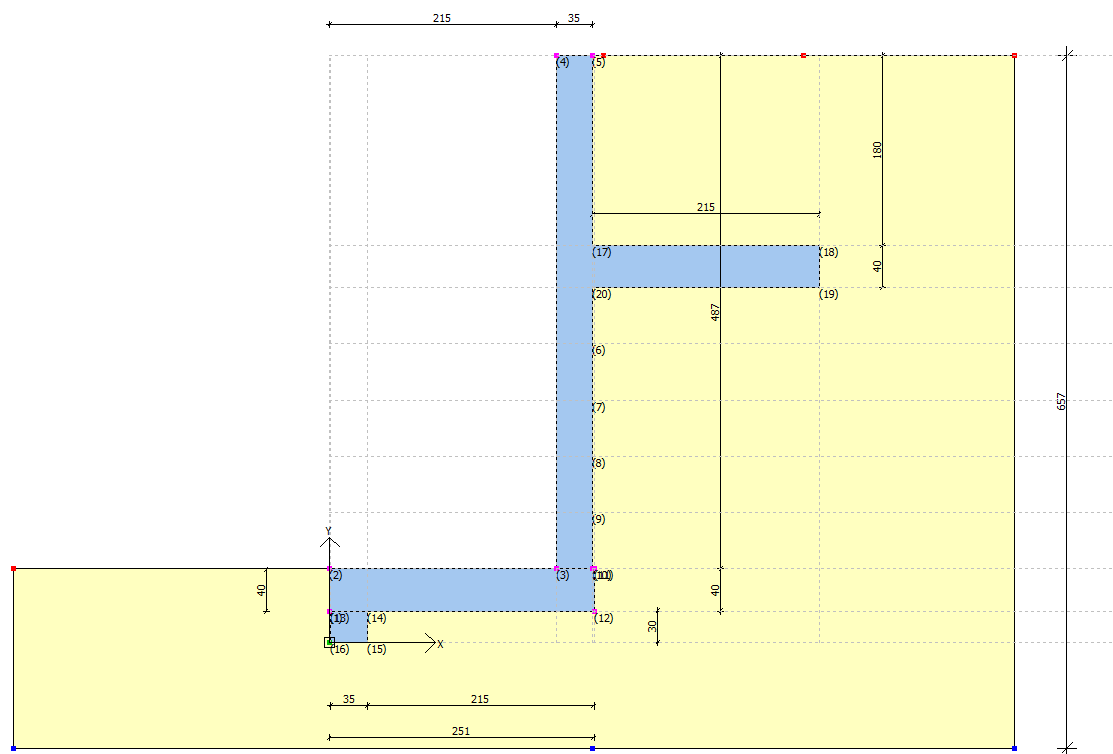
La percentuale geometrica ρ di armatura longitudinale di calcolo, con ρ rapporto tra l'area dell'armatura longitudinale e l'area della sezione del pilastro, deve essere compresa entro i seguenti limiti:

$$1\% \leq \rho \leq 4\% \quad (7.4.28)$$

Le verifiche delle combinazioni sismiche per le strutture di fondazione (pali compresi) verranno eseguite in modalità e sostanzialmente elastica cioè la resistenza a flessione (semplice o composta) verrà limitata al raggiungimento del momento di prima plasticizzazione, cioè al momento più piccolo tra quello che comporta il raggiungimento della tensione di snervamento nell'acciaio e quello che comporta il raggiungimento della deformazione unitaria di compressione pari a 0.002 nel calcestruzzo (il programma per il calcestruzzo utilizza comunque il legame costitutivo parabolico). Ciò comporterà una riduzione della resistenza a flessione (rispetto a quella calcolata allo stato limite ultimo) di circa il 10% nelle strutture con piccolo o nullo sforzo assiale e fino al 30% per i pali di fondazione. Per le travi di fondazione l'armatura minima superiore ed inferiore deve essere almeno pari allo 0,2% dell'area della sezione trasversale.

3 DISCONTINUITA' A

3.1 Dati generali muro



Altezza muro	487,0 cm
Spessore testa muro	35,0 cm
Risega muro lato valle	0,0 cm
Risega muro lato monte	0,0 cm
Sporgenza mensola a valle	215,0 cm
Sporgenza mensola a monte	1,0 cm
Svaso mensola a valle	0,0 cm
Altezza estremità mensola a valle	40,0 cm
Altezza estremità mensola a monte	40,0 cm
Distanza mensola dalla testa del muro	180,0 cm
Larghezza mensola	215,0 cm
Larghezza mensola	40,0 cm
Distanza dente lato monte	215,0 cm
Altezza dente	30,0 cm
Spessore dente	35,0 cm

3.2 Parametri sismici

Dati generali

Tipo opera:	2 - Opere ordinarie
Classe d'uso:	Classe II
Vita nominale:	50,0 [anni]
Vita di riferimento:	50,0 [anni]

Parametri sismici su sito di riferimento

Categoria sottosuolo:	B
Categoria topografica:	T1

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s ²]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	30,0	0,18	2,56	0,16
S.L.D.	50,0	0,23	2,55	0,19
S.L.V.	475,0	0,48	2,68	0,28
S.L.C.	975,0	0,58	2,76	0,31

Coefficienti sismici orizzontali e verticali

Opera:		Classe II		
S.L. Stato limite	amax [m/s ²]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	0,216	1,0	0,022	0,011
S.L.D.	0,276	0,47	0,0132	0,0066
S.L.V.	0,576	0,38	0,0223	0,0112
S.L.C.	0,696	1,0	0,071	0,0355

3.3 Caratteristiche di resistenza dei materiali impiegati

Calcestruzzo:

Nr.	Classe Calcestruzzo	fck,cubi [Mpa]	Ec [Mpa]	fck [Mpa]	fcd [Mpa]	fctd [Mpa]	fctm [Mpa]
1	C28/35	35	32300	28	15,86	1,28	2,76

Acciaio:

Nr.	Classe acciaio	Es [Mpa]	fyk [Mpa]	fyd [Mpa]	ftk [Mpa]	ftd [Mpa]	ep_tk	epd_ult	β1*β2 iniziale	β1*β2 finale
1	B450C	200000	450	391,3	540	391,3	.075	.0675	1	0,5

Copriferro, Elevazione	5,0 cm
Copriferro, Fondazione	5,0 cm
Copriferro, Dente di fondazione	5,0 cm

3.4 Stratigrafia

Ns	Spessore strato (cm)	Inclinazione dello strato. (°)	Peso unità di volume (KN/m³)	Angolo di resistenza a taglio (°)	Coesione (kPa)	Angolo di attrito terra muro (°)	Presenza di falda (Si/No)	Litologia	Descrizione
1	657	0	19,00	31	0,00	24	No		

3.5 Fattori di combinazione e verifiche

A1+M1+R3

Nr.	Azioni	Fattore combinazione
1	Peso muro	1,00
2	Spinta terreno	1,30
3	Peso terreno mensola	1,30
4	Spinta falda	1,00
5	Spinta sismica in x	1,00
6	Spinta sismica in y	1,00

Nr.	Parametro	Coefficienti parziali
1	Tangente angolo res. taglio	1
2	Coesione efficace	1
3	Resistenza non drenata	1
4	Peso unità volume	1

Nr.	Verifica	Coefficienti resistenze
1	Carico limite	1,4
2	Scorrimento	1,1
3	Partecipazione spinta passiva	1,4
	Ribaltamento	1,15

A_Unitari+M1+RSLV

Nr.	Azioni	Fattore combinazione
1	Peso muro	1,00
2	Spinta terreno	1,00
3	Peso terreno mensola	1,00
4	Spinta falda	1,00
5	Spinta sismica in x	1,00
6	Spinta sismica in y	1,00

Nr.	Parametro	Coefficienti parziali
1	Tangente angolo res. taglio	1
2	Coesione efficace	1
3	Resistenza non drenata	1
4	Peso unità volume	1

Nr.	Verifica	Coefficienti resistenze
1	Carico limite	1,2
2	Scorrimento	1
3	Partecipazione spinta passiva	1,2
	Ribaltamento	1

A_Unitari+M1+RSLV+Beta (+50%)

Nr.	Azioni	Fattore combinazione
1	Peso muro	1,00
2	Spinta terreno	1,00
3	Peso terreno mensola	1,00
4	Spinta falda	1,00
5	Spinta sismica in x	1,00
6	Spinta sismica in y	1,00

Nr.	Parametro	Coefficienti parziali
1	Tangente angolo res. taglio	1
2	Coesione efficace	1
3	Resistenza non drenata	1
4	Peso unità volume	1

Nr.	Verifica	Coefficienti resistenze
1	Carico limite	1,2
2	Scorrimento	1
3	Partecipazione spinta passiva	1,2
	Ribaltamento	1

A1+M1+R3 [GEO+STR]

Coefficiente sismico orizzontale Kh 0,0223

Coefficiente sismico verticale Kv 0,0112

CALCOLO SPINTE

Discretizzazione terreno

Qi Quota iniziale strato (cm);
 Qf Quota finale strato
 G Peso unità di volume (KN/m³);
 Eps Inclinazione dello strato. (°);
 Fi Angolo di resistenza a taglio (°);
 Delta Angolo attrito terra muro;

c Coesione (kPa);
 β Angolo perpendicolare al paramento lato monte (°);
 Note Nelle note viene riportata la presenza della falda

Qi	Qf	G	Eps	Fi	Delta	c	β	Note
557,0	377,0	19,0	0,0	31,0	24,0	0,0	0,0	
377,0	337,0	19,0	0,0	31,0	24,0	0,0	0,0	
337,0	283,6	19,0	0,0	31,0	24,0	0,0	0,0	
283,6	230,2	19,0	0,0	31,0	24,0	0,0	0,0	
230,2	176,8	19,0	0,0	31,0	24,0	0,0	0,0	
176,8	123,4	19,0	0,0	31,0	24,0	0,0	0,0	
123,4	70,0	19,0	0,0	31,0	24,0	0,0	0,0	

Coefficienti di spinta ed inclinazioni

μ Angolo di direzione della spinta.
 Ka Coefficiente di spinta attiva.
 Kd Coefficiente di spinta dinamica.
 Dk Coefficiente di incremento dinamico.
 Kax, Kay Componenti secondo x e y del coefficiente di spinta attiva.
 Dkx, Dky Componenti secondo x e y del coefficiente di incremento dinamico.

μ	Ka	Kd	Dk	Kax	Kay	Dkx	Dky
24,0	0,29	0,3	0,02	0,26	0,12	0,02	0,01
24,0	0,29	0,3	0,02	0,26	0,12	0,02	0,01
24,0	0,29	0,3	0,02	0,26	0,12	0,02	0,01
24,0	0,29	0,3	0,02	0,26	0,12	0,02	0,01
24,0	0,29	0,3	0,02	0,26	0,12	0,02	0,01
24,0	0,29	0,3	0,02	0,26	0,12	0,02	0,01
24,0	0,29	0,3	0,02	0,26	0,12	0,02	0,01

Spinte risultanti e punto di applicazione

Qi Quota inizio strato.
 Qf Quota inizio strato.
 Rpx, Rpy Componenti della spinta nella zona j-esima (kN);
 Z(Rpx) Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);
 Z(Rpy) Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);

	Qi	Qf	Rpx	Rpy	z(Rpx)	z(Rpy)
1	557,0	377,0	12,59	5,61	443,34	443,34
2	377,0	337,0	5,49	2,45	356,41	356,41
3	337,0	283,6	8,86	3,95	309,42	309,42
4	283,6	230,2	10,61	4,72	256,17	256,17
5	230,2	176,8	12,36	5,5	202,87	202,87
6	176,8	123,4	14,11	6,28	149,55	149,55

7	123,4	70,0	15,86	7,06	96,21	96,21
---	-------	------	-------	------	-------	-------

CARATTERISTICHE MURO (Peso, Baricentro, Inerzi a)

Py Peso del muro (kN);
Px Forza inerziale (kN);
Xp, Yp Coordinate baricentro dei pesi (cm);

Quota	Px	Py	Xp	Yp
377,0	0,35	15,75	232,5	467,0
337,0	0,91	40,75	298,5	399,5
283,6	1,01	45,43	291,7	390,3
230,2	1,12	50,1	286,1	377,9
176,8	1,22	54,78	281,6	363,0
123,4	1,33	59,45	277,7	346,3
70,0	1,43	64,1	274,4	328,1

Sollecitazioni sul muro

Quota Origine ordinata minima del muro (cm).
Fx Forza in direzione x (kN);
Fy Forza in direzione y (kN);
M Momento (kNm);
H Altezza sezione di calcolo (cm);

Quota	Fx	Fy	M	H
377,0	12,94	21,36	7,69	35,0
337,0	18,99	48,8	-18,54	35,0
283,6	27,96	57,42	-6,77	35,0
230,2	38,68	66,82	10,16	35,0
176,8	51,14	77,0	33,06	35,0
123,4	65,36	87,96	63,01	35,0
70,0	81,32	99,67	100,87	35,0

Armature - Verifiche sezioni (S.L.U.)

Afv Area dei ferri lato valle.
Afm Area dei ferri lato monte.
Nu Sforzo normale ultimo (kN);
Mu Momento flettente ultimo (kNm);
Vrd Resistenza a taglio senza armature trasversali Vrd (kN);
Vwd Resistenza a taglio piegati (kN);
Sic. VT $\min\{Vrd; Vwd\}/Vsdu$
Vsdu Taglio di calcolo (kN);

Afv	Afm	Nu	Mu	Ver.	Vrd	Vwd	Sic. VT
5016 (10,05)	5016 (10,05)	21,92	111,19	S	136,48	0,0	10,34
5016 (10,05)	5016 (10,05)	49,76	114,86	S	140,08	0,0	7,23
5016 (10,05)	5016 (10,05)	58,4	116,0	S	141,21	0,0	4,95
5016 (10,05)	5016 (10,05)	68,12	117,27	S	142,44	0,0	3,61
5016 (10,05)	5016 (10,05)	78,38	118,6	S	143,78	0,0	2,76
5016 (10,05)	5016 (10,05)	89,56	120,06	S	145,21	0,0	2,18
5016 (10,05)	5016 (10,05)	101,86	121,65	S	146,75	0,0	1,77

VERIFICHE GLOBALI

Piano di rottura passante per (xr1, yr1) = (251,0/30,0)

Piano di rottura passante per (xr2, yr2) = (251,0/557,0)

Centro di rotazione (xro, yro) = (0,0/30,0)

Discretizzazione terreno

Qi	Quota iniziale strato (cm);
Qf	Quota finale strato
G	Peso unità di volume (KN/m³);
Eps	Inclinazione dello strato. (°);
Fi	Angolo di resistenza a taglio (°);
Delta	Angolo attrito terra muro;
c	Coesione (kPa);
β	Angolo perpendicolare al paramento lato monte (°);
Note	Nelle note viene riportata la presenza della falda

Qi	Qf	G	Eps	Fi	Delta	c	β	Note
557,0	377,0	19,0	0,0	31,0	31,0	0,0	0,0	
377,0	337,0	19,0	0,0	31,0	24,0	0,0	0,0	
337,0	283,6	19,0	0,0	31,0	31,0	0,0	0,0	
283,6	230,2	19,0	0,0	31,0	31,0	0,0	0,0	
230,2	176,8	19,0	0,0	31,0	31,0	0,0	0,0	
176,8	123,4	19,0	0,0	31,0	31,0	0,0	0,0	
123,4	70,0	19,0	0,0	31,0	31,0	0,0	0,0	
70,0	30,0	19,0	0,0	31,0	24,0	0,0	0,0	

Coefficienti di spinta ed inclinazioni

μ	Angolo di direzione della spinta.
Ka	Coefficiente di spinta attiva.
Kd	Coefficiente di spinta dinamica.
Dk	Coefficiente di incremento dinamico.
Kax, Kay	Componenti secondo x e y del coefficiente di spinta attiva.
Dkx, Dky	Componenti secondo x e y del coefficiente di incremento dinamico.

μ	Ka	Kd	Dk	Kax	Kay	Dkx	Dky
31,0	0,29	0,3	0,02	0,25	0,15	0,02	0,01
24,0	0,29	0,3	0,02	0,26	0,12	0,02	0,01
31,0	0,29	0,3	0,02	0,25	0,15	0,02	0,01
31,0	0,29	0,3	0,02	0,25	0,15	0,02	0,01
31,0	0,29	0,3	0,02	0,25	0,15	0,02	0,01
31,0	0,29	0,3	0,02	0,25	0,15	0,02	0,01
31,0	0,29	0,3	0,02	0,25	0,15	0,02	0,01
24,0	0,29	0,3	0,02	0,26	0,12	0,02	0,01

Spinte risultanti e punto di applicazione

Qi Quota inizio strato.
 Qf Quota inizio strato.
 Rpx, Rpy Componenti della spinta nella zona j-esima (kN);
 Z(Rpx) Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);
 Z(Rpy) Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);

	Qi	Qf	Rpx	Rpy	z(Rpx)	z(Rpy)
1	557,0	377,0	12,2	7,26	443,99	443,78
2	377,0	337,0	5,28	3,08	356,38	356,53
3	337,0	283,6	8,53	4,9	309,44	309,4
4	283,6	230,2	10,18	5,89	256,18	256,15
5	230,2	176,8	11,82	6,88	202,88	202,86
6	176,8	123,4	13,47	7,87	149,56	149,54
7	123,4	70,0	15,12	8,86	96,22	96,2
8	70,0	30,0	12,43	7,22	49,74	49,8

SPINTE IN FONDAZIONE

Discretizzazione terreno

Qi Quota iniziale strato (cm);
 Qf Quota finale strato
 G Peso unità di volume (KN/m³);
 Eps Inclinazione dello strato. (°);
 Fi Angolo di resistenza a taglio (°);
 Delta Angolo attrito terra muro;
 c Coesione (kPa);
 β Angolo perpendicolare al paramento lato monte (°);
 Note Nelle note viene riportata la presenza della falda

Qi	Qf	G	Eps	Fi	Delta	c	β	Note
70,0	30,0	19,0	180,0	31,0	24,0	0,0	180,0	
30,0	0,0	19,0	180,0	31,0	31,0	0,0	180,0	

Coefficienti di spinta ed inclinazioni

μ	Angolo di direzione della spinta.
K_p	Coefficiente di resistenza passiva.
K_{px}, K_{py}	Componenti secondo x e y del coefficiente di resistenza passiva.

μ	K_p	K_{px}	K_{py}
204,0	3,12	-2,85	-1,27
211,0	3,12	-2,68	-1,61

Spinte risultanti e punto di applicazione

Q_i	Quota inizio strato.
Q_f	Quota inizio strato.
R_{px}, R_{py}	Componenti della spinta nella zona j-esima (kN);
$Z(R_{px})$	Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);
$Z(R_{py})$	Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);

	Q_i	Q_f	R_{px}	R_{py}	$z(R_{px})$	$z(R_{py})$
1	70,0	30,0	-4,34	-1,93	43,33	43,33
2	30,0	0,0	-8,8	-4,27	13,7	13,39

Sollecitazioni totali

F_x	Forza in direzione x (kN);
F_y	Forza in direzione y (kN);
M	Momento (kNm);

	F_x	F_y	M
Spinta terreno	89,02	51,97	33,16
Peso muro	1,43	64,1	-171,63
Peso fondazione	0,56	25,1	-31,39
Peso dente	0,06	2,63	-0,49
Sovraccarico	0,0	0,0	0,0
Terr. fondazione	0,02	1,11	-2,73
Spinte fondazione	-13,14	-6,21	0,86
	77,96	138,7	-172,23

Momento stabilizzante -339,67 kNm

Momento ribaltante 167,44 kNm

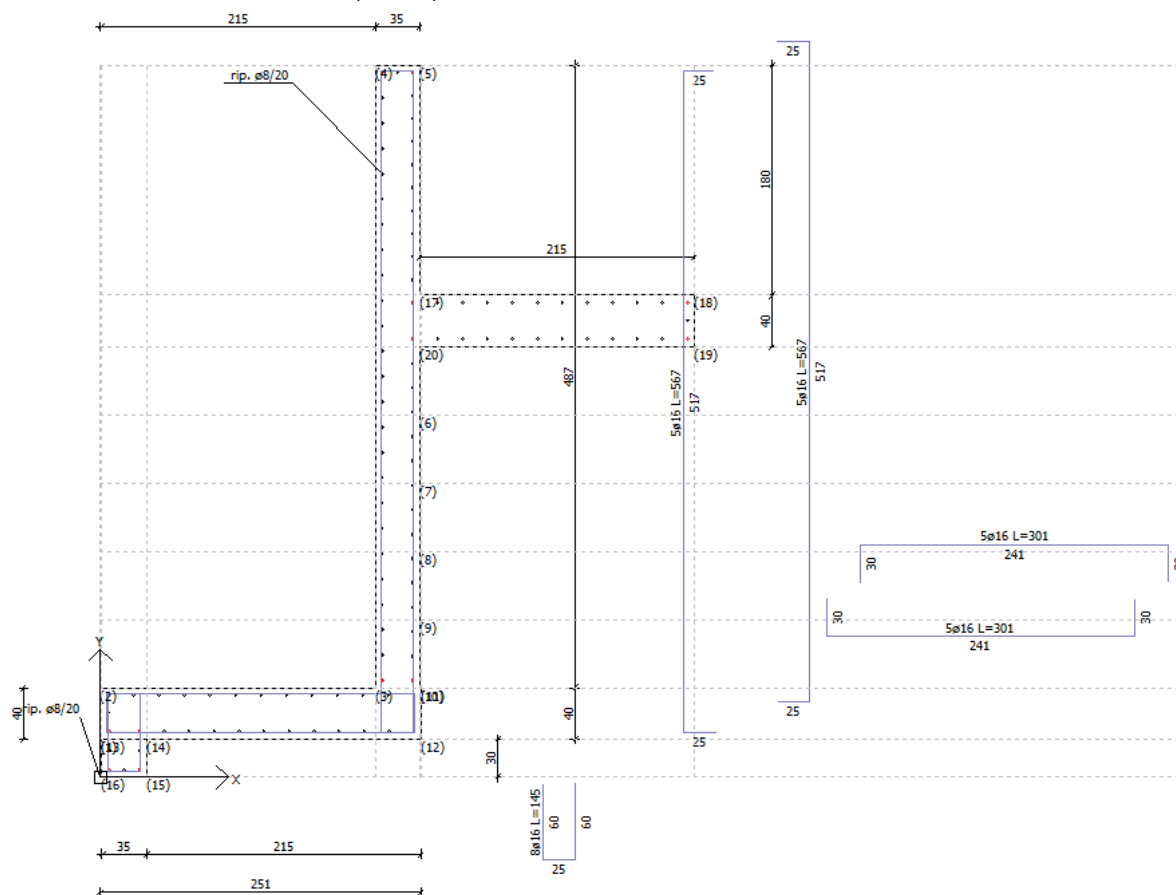
MENSOLA A VALLE

$X_{progr.}$	Ascissa progressiva (cm);
F_x	Forza in direzione x (kN);

Fy Forza in direzione y (kN);
M Momento (kNm);
H Altezza sezione (cm);

Xprogr.	Fx	Fy	M	H
1,0	-4,34	-2,4	0,27	40,0
36,0	-4,34	-18,76	-3,44	40,0
215,0	-4,34	-99,78	-110,22	40,0

Armature - Verifiche sezioni (S.L.U.)



Afi Area dei ferri inferiori.
Afs Area dei ferri superiori.
Nu Sforzo normale ultimo (kN);
Mu Momento flettente ultimo (kNm);
Vrd Resistenza a taglio senza armature trasversali Vrd (kN);
Vwd Resistenza a taglio piegati (kN);
Sic. VT $\min\{Vrd; Vwd\}/Vsdu$
Vsdu Taglio di calcolo (kN);

Afi	Afs	Nu	Mu	Ver.	Vrd	Vwd	Sic. VT
5Ø16 (10,05)	5Ø16 (10,05)	4,3	128,21	S	143,97	0,0	58,81
5Ø16 (10,05)	5Ø16 (10,05)	4,3	128,21	S	143,97	0,0	7,53
5Ø16 (10,05)	5Ø16 (10,05)	4,3	128,21	S	143,97	0,0	1,42

MENSOLA A MONTE

Xprogr. Ascissa progressiva (cm);
 Fx Forza in direzione x (kN);
 Fy Forza in direzione y (kN);
 M Momento (kNm);
 H Altezza sezione (cm);

Xprogr.	Fx	Fy	M	H
250,0	12,43	52,46	-0,55	40,0

Armature - Verifiche sezioni (S.L.U.)

Afi Area dei ferri inferiori.
 Afs Area dei ferri superiori.
 Nu Sforzo normale ultimo (kN);
 Mu Momento flettente ultimo (kNm);
 Vrd Resistenza a taglio senza armature trasversali Vrd (kN);
 Vwd Resistenza a taglio piegati (kN);
 Sic. VT $\min\{Vrd; Vwd\}/Vsdu$
 Vsdu Taglio di calcolo (kN);

Afi	Afs	Nu	Mu	Ver.	Vrd	Vwd	Sic. VT
5Ø16 (10,05)	5Ø16 (10,05)	12,66	129,51	S	144,87	0,0	2,71

DENTE DI FONDAZIONE

Quota Quota rispetto alla testa del muro.
 Fx Forza in direzione x (kN);
 Fy Forza in direzione y (kN);
 M Momento (kNm);
 H Altezza sezione (cm);

Quota	Fx	Fy	M	H
30,0	8,71	-137,13	147,89	35,0

Armature - Verifiche sezioni (S.L.U.)

Afi Area dei ferri inferiori.
 Afs Area dei ferri superiori.
 Nu Sforzo normale ultimo (kN);
 Mu Momento flettente ultimo (kNm);
 Vrd Resistenza a taglio senza armature trasversali Vrd (kN);
 Vwd Resistenza a taglio piegati (kN);
 Sic. VT $\min\{Vrd; Vwd\}/Vsdu$
 Vsdu Taglio di calcolo (kN);

Afi	Afs	Nu	Mu	Ver.	Vrd	Vwd	Sic. VT
8016 (16,08)	5016 (10,05)	13,61	171,08	S	158,09	0,0	1,15

A_Unitari+M1+RSLV [GEO+STR]

Coefficiente sismico orizzontale Kh 0,0223

Coefficiente sismico verticale Kv 0,0112

CALCOLO SPINTE

Discretizzazione terreno

Qi	Quota iniziale strato (cm);
Qf	Quota finale strato
G	Peso unità di volume (KN/m³);
Eps	Inclinazione dello strato. (°);
Fi	Angolo di resistenza a taglio (°);
Delta	Angolo attrito terra muro;
c	Coesione (kPa);
β	Angolo perpendicolare al paramento lato monte (°);
Note	Nelle note viene riportata la presenza della falda

Qi	Qf	G	Eps	Fi	Delta	c	β	Note
557,0	377,0	19,0	0,0	31,0	24,0	0,0	0,0	
377,0	337,0	19,0	0,0	31,0	24,0	0,0	0,0	
337,0	283,6	19,0	0,0	31,0	24,0	0,0	0,0	
283,6	230,2	19,0	0,0	31,0	24,0	0,0	0,0	
230,2	176,8	19,0	0,0	31,0	24,0	0,0	0,0	
176,8	123,4	19,0	0,0	31,0	24,0	0,0	0,0	
123,4	70,0	19,0	0,0	31,0	24,0	0,0	0,0	

Coefficienti di spinta ed inclinazioni

μ	Angolo di direzione della spinta.
Ka	Coefficiente di spinta attiva.
Kd	Coefficiente di spinta dinamica.
Dk	Coefficiente di incremento dinamico.
Kax, Kay	Componenti secondo x e y del coefficiente di spinta attiva.
Dkx, Dky	Componenti secondo x e y del coefficiente di incremento dinamico.

μ	Ka	Kd	Dk	Kax	Kay	Dkx	Dky
24,0	0,29	0,3	0,02	0,26	0,12	0,02	0,01
24,0	0,29	0,3	0,02	0,26	0,12	0,02	0,01
24,0	0,29	0,3	0,02	0,26	0,12	0,02	0,01
24,0	0,29	0,3	0,02	0,26	0,12	0,02	0,01

24,0	0,29	0,3	0,02	0,26	0,12	0,02	0,01
24,0	0,29	0,3	0,02	0,26	0,12	0,02	0,01
24,0	0,29	0,3	0,02	0,26	0,12	0,02	0,01

Spinte risultanti e punto di applicazione

Qi Quota inizio strato.
 Qf Quota inizio strato.
 Rpx, Rpy Componenti della spinta nella zona j-esima (kN);
 Z(Rpx) Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);
 Z(Rpy) Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);

	Qi	Qf	Rpx	Rpy	z(Rpx)	z(Rpy)
1	557,0	377,0	10,18	4,53	444,83	444,83
2	377,0	337,0	4,31	1,92	356,42	356,42
3	337,0	283,6	6,91	3,08	309,45	309,45
4	283,6	230,2	8,23	3,67	256,18	256,18
5	230,2	176,8	9,56	4,26	202,88	202,88
6	176,8	123,4	10,88	4,85	149,56	149,56
7	123,4	70,0	12,21	5,43	96,22	96,22

CARATTERISTICHE MURO (Peso, Baricentro, Inerzia)

Py Peso del muro (kN);
 Px Forza inerziale (kN);
 Xp, Yp Coordinate baricentro dei pesi (cm);

Quota	Px	Py	Xp	Yp
377,0	0,35	15,75	232,5	467,0
337,0	0,91	40,75	298,5	399,5
283,6	1,01	45,43	291,7	390,3
230,2	1,12	50,1	286,1	377,9
176,8	1,22	54,78	281,6	363,0
123,4	1,33	59,45	277,7	346,3
70,0	1,43	64,1	274,4	328,1

Sollecitazioni sul muro

Quota Origine ordinata minima del muro (cm).
 Fx Forza in direzione x (kN);
 Fy Forza in direzione y (kN);
 M Momento (kNm);
 H Altezza sezione di calcolo (cm);

Quota	Fx	Fy	M	H
377,0	10,54	20,28	6,43	35,0

337,0	15,4	47,2	-19,76	35,0
283,6	22,41	54,95	-10,26	35,0
230,2	30,75	63,29	3,28	35,0
176,8	40,41	72,22	21,43	35,0
123,4	51,4	81,74	45,06	35,0
70,0	63,71	91,83	74,8	35,0

Armature - Verifiche sezioni (S.L.U.)

Afv	Area dei ferri lato valle.
Afm	Area dei ferri lato monte.
Nu	Sforzo normale ultimo (kN);
Mu	Momento flettente ultimo (kNm);
Vrd	Resistenza a taglio senza armature trasversali Vrd (kN);
Vwd	Resistenza a taglio piegati (kN);
Sic. VT	$\min\{Vrd; Vwd\}/Vsdu$
Vsdu	Taglio di calcolo (kN);

Afv	Afm	Nu	Mu	Ver.	Vrd	Vwd	Sic. VT
5Ø16 (10,05)	5Ø16 (10,05)	20,5	111,0		S	136,34	0,0 12,69
5Ø16 (10,05)	5Ø16 (10,05)	48,31	114,67		S	139,87	0,0 8,91
5Ø16 (10,05)	5Ø16 (10,05)	56,0	115,68		S	140,88	0,0 6,16
5Ø16 (10,05)	5Ø16 (10,05)	64,69	116,82		S	141,98	0,0 4,53
5Ø16 (10,05)	5Ø16 (10,05)	73,5	117,97		S	143,15	0,0 3,47
5Ø16 (10,05)	5Ø16 (10,05)	83,25	119,24		S	144,4	0,0 2,76
5Ø16 (10,05)	5Ø16 (10,05)	93,93	120,63		S	145,72	0,0 2,24

VERIFICHE GLOBALI

Piano di rottura passante per (xr1, yr1) = (251,0/30,0)
Piano di rottura passante per (xr2, yr2) = (251,0/557,0)
Centro di rotazione (xro, yro) = (0,0/30,0)

Discretizzazione terreno

Qi	Quota iniziale strato (cm);
Qf	Quota finale strato
G	Peso unità di volume (KN/m³);
Eps	Inclinazione dello strato. (°);
Fi	Angolo di resistenza a taglio (°);
Delta	Angolo attrito terra muro;
c	Coesione (kPa);
β	Angolo perpendicolare al paramento lato monte (°);
Note	Nelle note viene riportata la presenza della falda

Qi	Qf	G	Eps	Fi	Delta	c	β	Note
557,0	377,0	19,0	0,0	31,0	31,0	0,0	0,0	
377,0	337,0	19,0	0,0	31,0	24,0	0,0	0,0	
337,0	283,6	19,0	0,0	31,0	31,0	0,0	0,0	
283,6	230,2	19,0	0,0	31,0	31,0	0,0	0,0	
230,2	176,8	19,0	0,0	31,0	31,0	0,0	0,0	
176,8	123,4	19,0	0,0	31,0	31,0	0,0	0,0	
123,4	70,0	19,0	0,0	31,0	31,0	0,0	0,0	
70,0	30,0	19,0	0,0	31,0	24,0	0,0	0,0	

Coefficienti di spinta ed inclinazioni

μ	Angolo di direzione della spinta.
Ka	Coefficiente di spinta attiva.
Kd	Coefficiente di spinta dinamica.
Dk	Coefficiente di incremento dinamico.
Kax, Kay	Componenti secondo x e y del coefficiente di spinta attiva.
Dkx, Dky	Componenti secondo x e y del coefficiente di incremento dinamico.

μ	Ka	Kd	Dk	Kax	Kay	Dkx	Dky
31,0	0,29	0,3	0,02	0,25	0,15	0,02	0,01
24,0	0,29	0,3	0,02	0,26	0,12	0,02	0,01
31,0	0,29	0,3	0,02	0,25	0,15	0,02	0,01
31,0	0,29	0,3	0,02	0,25	0,15	0,02	0,01
31,0	0,29	0,3	0,02	0,25	0,15	0,02	0,01
31,0	0,29	0,3	0,02	0,25	0,15	0,02	0,01
31,0	0,29	0,3	0,02	0,25	0,15	0,02	0,01
24,0	0,29	0,3	0,02	0,26	0,12	0,02	0,01

Spinte risultanti e punto di applicazione

Qi	Quota inizio strato.
Qf	Quota inizio strato.
Rpx, Rpy	Componenti della spinta nella zona j-esima (kN);
Z(Rpx)	Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);
Z(Rpy)	Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);

	Qi	Qf	Rpx	Rpy	z(Rpx)	z(Rpy)
1	557,0	377,0	9,93	5,9	445,59	445,34
2	377,0	337,0	4,15	2,42	356,4	356,54
3	337,0	283,6	6,66	3,83	309,47	309,43
4	283,6	230,2	7,91	4,58	256,2	256,17
5	230,2	176,8	9,16	5,33	202,89	202,87
6	176,8	123,4	10,41	6,08	149,57	149,55
7	123,4	70,0	11,65	6,83	96,22	96,21

8	70,0	30,0	9,57	5,56	49,74	49,8
---	------	------	------	------	-------	------

SPINTE IN FONDAZIONE

Discretizzazione terreno

Qi	Quota iniziale strato (cm);
Qf	Quota finale strato
G	Peso unità di volume (KN/m³);
Eps	Inclinazione dello strato. (°);
Fi	Angolo di resistenza a taglio (°);
Delta	Angolo attrito terra muro;
c	Coesione (kPa);
β	Angolo perpendicolare al paramento lato monte (°);
Note	Nelle note viene riportata la presenza della falda

Qi	Qf	G	Eps	Fi	Delta	c	β	Note
70,0	30,0	19,0	180,0	31,0	24,0	0,0	180,0	
30,0	0,0	19,0	180,0	31,0	31,0	0,0	180,0	

Coefficienti di spinta ed inclinazioni

μ	Angolo di direzione della spinta.
Kp	Coefficiente di resistenza passiva.
Kpx, Kpy	Componenti secondo x e y del coefficiente di resistenza passiva.

μ	Kp	Kpx	Kpy
204,0	3,12	-2,85	-1,27
211,0	3,12	-2,68	-1,61

Spinte risultanti e punto di applicazione

Qi	Quota inizio strato.
Qf	Quota inizio strato.
Rpx, Rpy	Componenti della spinta nella zona j-esima (kN);
Z(Rpx)	Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);
Z(Rpy)	Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);

	Qi	Qf	Rpx	Rpy	z(Rpx)	z(Rpy)
1	70,0	30,0	-4,34	-1,93	43,33	43,33
2	30,0	0,0	-8,8	-4,27	13,7	13,39

Sollecitazioni total i

Fx	Forza in direzione x (kN);
Fy	Forza in direzione y (kN);
M	Momento (kNm);

	Fx	Fy	M
Spinta terreno	69,44	40,52	27,51
Peso muro	1,43	64,1	-171,63
Peso fondazione	0,56	25,1	-31,39
Peso dente	0,06	2,63	-0,49
Sovraccarico	0,0	0,0	0,0
Terr. fondazione	0,02	0,86	-2,09
Spinte fondazione	-13,14	-6,21	0,86
	58,37	127,0	-177,24

Momento stabilizzante -310,3 kNm
Momento ribaltante 133,07 kNm

MENSOLA A VALLE

Xprogr. Ascissa progressiva (cm);
Fx Forza in direzione x (kN);
Fy Forza in direzione y (kN);
M Momento (kNm);
H Altezza sezione (cm);

Xprogr.	Fx	Fy	M	H
1,0	-4,34	-2,17	0,27	40,0
36,0	-4,34	-11,3	-2,04	40,0
215,0	-4,34	-83,97	-80,87	40,0

Armature - Verifiche sezioni (S.L.U.)

Afi Area dei ferri inferiori.
Afs Area dei ferri superiori.
Nu Sforzo normale ultimo (kN);
Mu Momento flettente ultimo (kNm);
Vrd Resistenza a taglio senza armature trasversali Vrd (kN);
Vwd Resistenza a taglio piegati (kN);
Sic. VT $\min\{Vrd; Vwd\}/Vsdu$
Vsdu Taglio di calcolo (kN);

Afi	Afs	Nu	Mu	Ver.	Vrd	Vwd	Sic. VT
5Ø16 (10,05)	5Ø16 (10,05)	4,3	128,21	S	143,97	0,0	65,2
5Ø16 (10,05)	5Ø16 (10,05)	4,3	128,21	S	143,97	0,0	12,5
5Ø16 (10,05)	5Ø16 (10,05)	4,3	128,21	S	143,97	0,0	1,68

MENSOLA A MONTE

Xprogr. Ascissa progressiva (cm);
 Fx Forza in direzione x (kN);
 Fy Forza in direzione y (kN);
 M Momento (kNm);
 H Altezza sezione (cm);

Xprogr.	Fx	Fy	M	H
250,0	9,57	40,88	-0,43	40,0

Armature - Verifiche sezioni (S.L.U.)

Afi Area dei ferri inferiori.
 Afs Area dei ferri superiori.
 Nu Sforzo normale ultimo (kN);
 Mu Momento flettente ultimo (kNm);
 Vrd Resistenza a taglio senza armature trasversali Vrd (kN);
 Vwd Resistenza a taglio piegati (kN);
 Sic. VT $\min\{Vrd; Vwd\}/Vsdu$
 Vsdu Taglio di calcolo (kN);

Afi	Afs	Nu	Mu	Ver.	Vrd	Vwd	Sic. VT
5Ø16 (10,05)	5Ø16 (10,05)	10,0	129,1	S	144,49	0,0	3,47

DENTE DI FONDAZIONE

Quota Quota rispetto alla testa del muro.
 Fx Forza in direzione x (kN);
 Fy Forza in direzione y (kN);
 M Momento (kNm);
 H Altezza sezione (cm);

Quota	Fx	Fy	M	H
30,0	14,51	-137,73	154,63	35,0

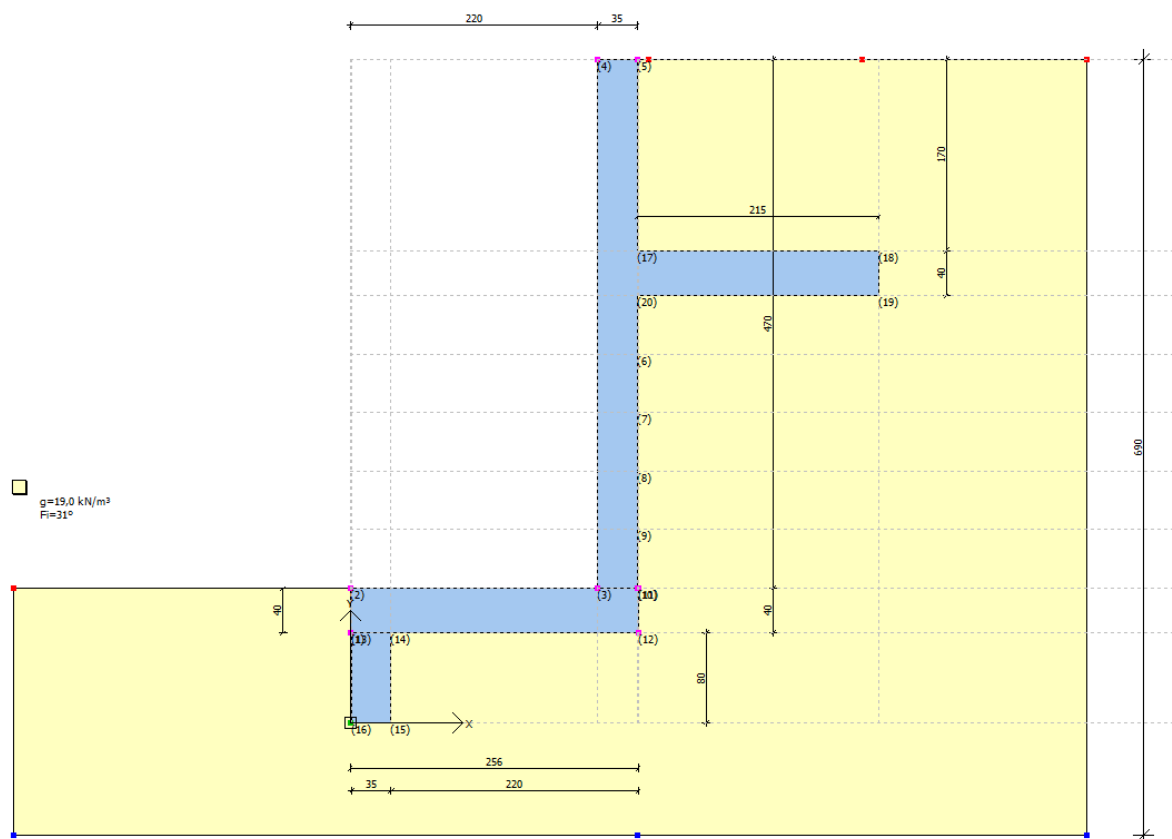
Armature - Verifiche sezioni (S.L.U.)

Afi Area dei ferri inferiori.
 Afs Area dei ferri superiori.
 Nu Sforzo normale ultimo (kN);
 Mu Momento flettente ultimo (kNm);
 Vrd Resistenza a taglio senza armature trasversali Vrd (kN);
 Vwd Resistenza a taglio piegati (kN);
 Sic. VT $\min\{Vrd; Vwd\}/Vsdu$
 Vsdu Taglio di calcolo (kN);

Afi	Afs	Nu	Mu	Ver.	Vrd	Vwd	Sic. VT
8Ø16 (16,08)	5Ø16 (10,05)	13,61	171,08	S	158,09	0,0	1,15
Coefficiente sismico verticale Kv				0,0112			

4 DISCONTINUITA' B

4.1 Dati generali muro



Altezza muro	470,0 cm
Spessore testa muro	35,0 cm
Risega muro lato valle	0,0 cm
Risega muro lato monte	0,0 cm
Sporgenza mensola a valle	220,0 cm
Sporgenza mensola a monte	1,0 cm
Svaso mensola a valle	0,0 cm
Altezza estremità mensola a valle	40,0 cm
Altezza estremità mensola a monte	40,0 cm
Distanza mensola dalla testa del muro	170,0 cm
Larghezza mensola	215,0 cm
Larghezza mensola	40,0 cm
Distanza dente lato monte	220,0 cm
Altezza dente	80,0 cm
Spessore dente	35,0 cm

4.2 Parametri sismici

Dati generali

Tipo opera:	2 - Opere ordinarie
Classe d'uso:	Classe II
Vita nominale:	50,0 [anni]
Vita di riferimento:	50,0 [anni]

Parametri sismici su sito di riferimento

Categoria sottosuolo:	B
Categoria topografica:	T1

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s ²]	FO [-]	TC* [sec]
S.L.O.	30,0	0,18	2,56	0,16
S.L.D.	50,0	0,2	2,56	0,17
S.L.V.	475,0	0,43	2,66	0,27
S.L.C.	975,0	0,52	2,72	0,29

Coefficienti sismici orizzontali e verticali

Opera: Classe II

S.L. Stato limite	amax [m/s ²]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	0,216	1,0	0,022	0,011
S.L.D.	0,24	0,47	0,0115	0,0058
S.L.V.	0,516	0,38	0,02	0,01
S.L.C.	0,624	1,0	0,0636	0,0318

4.3 Caratteristiche di resistenza dei materiali impiegati

Calcestruzzo:

Nr.	Classe Calcestruzzo	fck,cubi [Mpa]	Ec [Mpa]	fck [Mpa]	fcd [Mpa]	fctd [Mpa]	fctm [Mpa]
2	C28/35	35	32300	28	15,86	1,28	2,76

Acciaio:

Nr.	Classe acciaio	Es [Mpa]	fyk [Mpa]	fyd [Mpa]	ftk [Mpa]	ftd [Mpa]	ep_tk	epd_ult	β1*β2 iniziale	β1*β2 finale
1	B450C	20000 0	450	391,3	540	391,3	.075	.0675	1	0,5

Copriferro, Elevazione	5,0 cm
Copriferro, Fondazione	5,0 cm
Copriferro, Dente di fondazione	5,0 cm

4.4 Stratigrafia

Ns	Spessore strato (cm)	Inclinazione dello strato. (°)	Peso unità di volume (KN/m³)	Angolo di resistenza a taglio (°)	Coesione (kPa)	Angolo di attrito terra muro (°)	Presenza di falda (Si/No)	Litologia	Descrizione
1	690	0	19,00	31	0,00	24	No		

4.5 Fattori di combinazione e verifiche

A1+M1+R3

Nr.	Azioni	Fattore combinazione
1	Peso muro	1,00
2	Spinta terreno	1,30
3	Peso terreno mensola	1,30
4	Spinta falda	1,00
5	Spinta sismica in x	1,00
6	Spinta sismica in y	1,00

Nr.	Parametro	Coefficienti parziali
1	Tangente angolo res. taglio	1
2	Coesione efficace	1
3	Resistenza non drenata	1
4	Peso unità volume	1

Nr.	Verifica	Coefficienti resistenze
1	Carico limite	1,4
2	Scorrimento	1,1
3	Partecipazione spinta passiva	1,4
	Ribaltamento	1,15

A_Unitari+M1+RSLV

Nr.	Azioni	Fattore combinazione
1	Peso muro	1,00
2	Spinta terreno	1,00
3	Peso terreno mensola	1,00
4	Spinta falda	1,00
5	Spinta sismica in x	1,00
6	Spinta sismica in y	1,00

Nr.	Parametro	Coefficienti parziali
1	Tangente angolo res. taglio	1
2	Coesione efficace	1

3	Resistenza non drenata	1
4	Peso unità volume	1

Nr.	Verifica	Coefficienti resistenze
1	Carico limite	1,2
2	Scorrimento	1
3	Partecipazione spinta passiva	1,2
	Ribaltamento	1

A_Unitari+M1+RSLV+Beta (+50%)

Nr.	Azioni	Fattore combinazione
1	Peso muro	1,00
2	Spinta terreno	1,00
3	Peso terreno mensola	1,00
4	Spinta falda	1,00
5	Spinta sismica in x	1,00
6	Spinta sismica in y	1,00

Nr.	Parametro	Coefficienti parziali
1	Tangente angolo res. taglio	1
2	Coesione efficace	1
3	Resistenza non drenata	1
4	Peso unità volume	1

Nr.	Verifica	Coefficienti resistenze
1	Carico limite	1,2
2	Scorrimento	1
3	Partecipazione spinta passiva	1,2
	Ribaltamento	1

A1+M1+R3 [GEO+STR]

Coefficiente sismico orizzontale Kh 0,02

Coefficiente sismico verticale Kv 0,01

CALCOLO SPINTE

Discretizzazione terreno

Qi	Quota iniziale strato (cm);
Qf	Quota finale strato
G	Peso unità di volume (KN/m ³);
Eps	Inclinazione dello strato. (°);
Fi	Angolo di resistenza a taglio (°);
Delta	Angolo attrito terra muro;
c	Coesione (kPa);
β	Angolo perpendicolare al paramento lato monte (°);
Note	Nelle note viene riportata la presenza della falda

Qi	Qf	G	Eps	Fi	Delta	c	β	Note
590,0	420,0	19,0	0,0	31,0	24,0	0,0	0,0	
420,0	380,0	19,0	0,0	31,0	24,0	0,0	0,0	
380,0	328,0	19,0	0,0	31,0	24,0	0,0	0,0	
328,0	276,0	19,0	0,0	31,0	24,0	0,0	0,0	
276,0	224,0	19,0	0,0	31,0	24,0	0,0	0,0	
224,0	172,0	19,0	0,0	31,0	24,0	0,0	0,0	
172,0	120,0	19,0	0,0	31,0	24,0	0,0	0,0	

Coefficienti di spinta ed inclinazioni

μ	Angolo di direzione della spinta.
Ka	Coefficiente di spinta attiva.
Kd	Coefficiente di spinta dinamica.
Dk	Coefficiente di incremento dinamico.
Kax, Kay	Componenti secondo x e y del coefficiente di spinta attiva.
Dkx, Dky	Componenti secondo x e y del coefficiente di incremento dinamico.

μ	Ka	Kd	Dk	Kax	Kay	Dkx	Dky
24,0	0,29	0,3	0,02	0,26	0,12	0,01	0,01
24,0	0,29	0,3	0,02	0,26	0,12	0,01	0,01
24,0	0,29	0,3	0,02	0,26	0,12	0,01	0,01
24,0	0,29	0,3	0,02	0,26	0,12	0,01	0,01
24,0	0,29	0,3	0,02	0,26	0,12	0,01	0,01
24,0	0,29	0,3	0,02	0,26	0,12	0,01	0,01
24,0	0,29	0,3	0,02	0,26	0,12	0,01	0,01

Spinte risultanti e punto di applicazione

Qi	Quota inizio strato.
Qf	Quota inizio strato.
Rpx, Rpy	Componenti della spinta nella zona j-esima (kN);
Z(Rpx)	Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);
Z(Rpy)	Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);

	Qi	Qf	Rpx	Rpy	z(Rpx)	z(Rpy)
1	590,0	420,0	11,07	4,93	482,2	482,2
2	420,0	380,0	5,19	2,31	399,37	399,37
3	380,0	328,0	8,22	3,66	353,12	353,12
4	328,0	276,0	9,89	4,4	301,27	301,27
5	276,0	224,0	11,56	5,15	249,38	249,38
6	224,0	172,0	13,22	5,89	197,45	197,45
7	172,0	120,0	14,89	6,63	145,52	145,52

CARATTERISTICHE MURO (Peso, Baricentro, Inerzi a)

Py Peso del muro (kN);
Px Forza inerziale (kN);
Xp, Yp Coordinate baricentro dei pesi (cm);

Quota	Px	Py	Xp	Yp
420,0	0,3	14,88	237,5	505,0
380,0	0,8	39,88	304,9	439,2
328,0	0,89	44,43	298,0	430,4
276,0	0,98	48,98	292,4	418,5
224,0	1,07	53,53	287,7	404,2
172,0	1,16	58,08	283,8	388,0
120,0	1,25	62,63	280,4	370,4

Sollecitazioni sul muro

Quota Origine ordinata minima del muro (cm).
Fx Forza in direzione x (kN);
Fy Forza in direzione y (kN);
M Momento (kNm);
H Altezza sezione di calcolo (cm);

Quota	Fx	Fy	M	H
420,0	11,37	19,8	6,28	35,0
380,0	17,06	47,11	-20,32	35,0
328,0	25,37	55,33	-10,01	35,0
276,0	35,35	64,28	4,93	35,0
224,0	47,0	73,98	25,39	35,0
172,0	60,32	84,41	52,17	35,0
120,0	75,3	95,59	86,22	35,0

Armature - Verifiche sezioni (S.L.U.)

Afv Area dei ferri lato valle.
Afm Area dei ferri lato monte.
Nu Sforzo normale ultimo (kN);
Mu Momento flettente ultimo (kNm);
Vrd Resistenza a taglio senza armature trasversali Vrd (kN);
Vwd Resistenza a taglio piegati (kN);
Sic. VT $\min\{Vrd; Vwd\}/Vsdu$
Vsdu Taglio di calcolo (kN);

Afv	Afm	Nu	Mu	Ver.	Vrd	Vwd	Sic. VT
5016 (10,05)	5016 (10,05)	20,02	110,94	S	136,28	0,0	11,76
5016 (10,05)	5016 (10,05)	48,31	114,67	S	139,86	0,0	8,04
5016 (10,05)	5016 (10,05)	56,48	115,74	S	140,93	0,0	5,45
5016 (10,05)	5016 (10,05)	65,68	116,95	S	142,11	0,0	3,94
5016 (10,05)	5016 (10,05)	75,46	118,22	S	143,38	0,0	2,99
5016 (10,05)	5016 (10,05)	86,17	119,62	S	144,75	0,0	2,35
5016 (10,05)	5016 (10,05)	97,4	121,08	S	146,21	0,0	1,9

VERIFICHE GLOBALI

Piano di rottura passante per (xr1, yr1) = (256,0/80,0)

Piano di rottura passante per (xr2, yr2) = (256,0/590,0)

Centro di rotazione (xro, yro) = (0,0/80,0)

Discretizzazione terreno

Qi	Quota iniziale strato (cm);
Qf	Quota finale strato
G	Peso unità di volume (KN/m³);
Eps	Inclinazione dello strato. (°);
Fi	Angolo di resistenza a taglio (°);
Delta	Angolo attrito terra muro;
c	Coesione (kPa);
β	Angolo perpendicolare al paramento lato monte (°);
Note	Nelle note viene riportata la presenza della falda

Qi	Qf	G	Eps	Fi	Delta	c	β	Note
590,0	420,0	19,0	0,0	31,0	31,0	0,0	0,0	
420,0	380,0	19,0	0,0	31,0	24,0	0,0	0,0	
380,0	328,0	19,0	0,0	31,0	31,0	0,0	0,0	
328,0	276,0	19,0	0,0	31,0	31,0	0,0	0,0	
276,0	224,0	19,0	0,0	31,0	31,0	0,0	0,0	
224,0	172,0	19,0	0,0	31,0	31,0	0,0	0,0	
172,0	120,0	19,0	0,0	31,0	31,0	0,0	0,0	
120,0	80,0	19,0	0,0	31,0	24,0	0,0	0,0	

Coefficienti di spinta ed inclinazioni

μ	Angolo di direzione della spinta.
Ka	Coefficiente di spinta attiva.
Kd	Coefficiente di spinta dinamica.
Dk	Coefficiente di incremento dinamico.
Kax, Kay	Componenti secondo x e y del coefficiente di spinta attiva.
Dkx, Dky	Componenti secondo x e y del coefficiente di incremento dinamico.

μ	Ka	Kd	Dk	Kax	Kay	Dkx	Dky
31,0	0,29	0,3	0,02	0,25	0,15	0,01	0,01
24,0	0,29	0,3	0,02	0,26	0,12	0,01	0,01
31,0	0,29	0,3	0,02	0,25	0,15	0,01	0,01
31,0	0,29	0,3	0,02	0,25	0,15	0,01	0,01
31,0	0,29	0,3	0,02	0,25	0,15	0,01	0,01
31,0	0,29	0,3	0,02	0,25	0,15	0,01	0,01
31,0	0,29	0,3	0,02	0,25	0,15	0,01	0,01
24,0	0,29	0,3	0,02	0,26	0,12	0,01	0,01

Spinte risultanti e punto di applicazione

Qi Quota inizio strato.
 Qf Quota inizio strato.
 Rpx, Rpy Componenti della spinta nella zona j-esima (kN);
 Z(Rpx) Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);
 Z(Rpy) Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);

	Qi	Qf	Rpx	Rpy	z(Rpx)	z(Rpy)
1	590,0	420,0	10,71	6,38	482,8	482,6
2	420,0	380,0	4,99	2,91	399,34	399,5
3	380,0	328,0	7,91	4,54	353,14	353,1
4	328,0	276,0	9,48	5,48	301,28	301,25
5	276,0	224,0	11,05	6,42	249,38	249,36
6	224,0	172,0	12,62	7,37	197,46	197,45
7	172,0	120,0	14,19	8,31	145,52	145,51
8	120,0	80,0	12,01	6,98	99,73	99,79

SPINTE IN FONDAZIONE

Discretizzazione terreno

Qi Quota iniziale strato (cm);
 Qf Quota finale strato
 G Peso unità di volume (kN/m³);
 Eps Inclinazione dello strato. (°);
 Fi Angolo di resistenza a taglio (°);
 Delta Angolo attrito terra muro;
 c Coesione (kPa);
 β Angolo perpendicolare al paramento lato monte (°);
 Note Nelle note viene riportata la presenza della falda

Qi	Qf	G	Eps	Fi	Delta	c	β	Note
120,0	80,0	19,0	180,0	31,0	24,0	0,0	180,0	
80,0	0,0	19,0	180,0	31,0	31,0	0,0	180,0	

Coefficienti di spinta ed inclinazioni

μ	Angolo di direzione della spinta.
K_p	Coefficiente di resistenza passiva.
K_{px}, K_{py}	Componenti secondo x e y del coefficiente di resistenza passiva.

μ	K_p	K_{px}	K_{py}
204,0	3,12	-2,85	-1,27
211,0	3,12	-2,68	-1,61

Spinte risultanti e punto di applicazione

Q_i	Quota inizio strato.
Q_f	Quota inizio strato.
R_{px}, R_{py}	Componenti della spinta nella zona j-esima (kN);
$Z(R_{px})$	Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);
$Z(R_{py})$	Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);

	Q_i	Q_f	R_{px}	R_{py}	$z(R_{px})$	$z(R_{py})$
1	120,0	80,0	-4,34	-1,93	93,33	93,33
2	80,0	0,0	-33,63	-17,51	33,55	32,55

Sollecitazioni totali

F_x	Forza in direzione x (kN);
F_y	Forza in direzione y (kN);
M	Momento (kNm);

	F_x	F_y	M
Spinta terreno	82,97	48,38	23,03
Peso muro	1,25	62,63	-171,96
Peso fondazione	0,51	25,6	-32,67
Peso dente	0,14	7,0	-1,35
Sovraccarico	0,0	0,0	0,0
Terr. fondazione	0,02	1,06	-2,67
Spinte fondazione	-37,97	-19,44	15,05
	46,92	125,22	-170,58

Momento stabilizzante -320,66 kNm

Momento ribaltante 150,09 kNm

MENSOLA A VALLE

$X_{progr.}$	Ascissa progressiva (cm);
F_x	Forza in direzione x (kN);

Fy Forza in direzione y (kN);
M Momento (kNm);
H Altezza sezione (cm);

Xprogr.	Fx	Fy	M	H
1,0	-4,34	-2,22	0,27	40,0
36,0	-4,34	-13,02	-2,37	40,0
220,0	-4,34	-84,63	-88,43	40,0

Armature - Verifiche sezioni (S.L.U.)

Afi Area dei ferri inferiori.
Afs Area dei ferri superiori.
Nu Sforzo normale ultimo (kN);
Mu Momento flettente ultimo (kNm);
Vrd Resistenza a taglio senza armature trasversali Vrd (kN);
Vwd Resistenza a taglio piegati (kN);
Sic. VT $\min\{Vrd; Vwd\}/Vsdu$
Vsdu Taglio di calcolo (kN);

Afi	Afs	Nu	Mu	Ver.	Vrd	Vwd	Sic. VT
5Ø16 (10,05)	5Ø16 (10,05)	4,3	128,21	S	143,97	0,0	63,48
5Ø16 (10,05)	5Ø16 (10,05)	4,3	128,21	S	143,97	0,0	10,84
5Ø16 (10,05)	5Ø16 (10,05)	4,3	128,21	S	143,97	0,0	1,67

MENSOLA A MONTE

Xprogr. Ascissa progressiva (cm);
Fx Forza in direzione x (kN);
Fy Forza in direzione y (kN);
M Momento (kNm);
H Altezza sezione (cm);

Xprogr.	Fx	Fy	M	H
255,0	12,01	48,79	-0,52	40,0

Armature - Verifiche sezioni (S.L.U.)

Afi Area dei ferri inferiori.
Afs Area dei ferri superiori.
Nu Sforzo normale ultimo (kN);
Mu Momento flettente ultimo (kNm);
Vrd Resistenza a taglio senza armature trasversali Vrd (kN);
Vwd Resistenza a taglio piegati (kN);
Sic. VT $\min\{Vrd; Vwd\}/Vsdu$

Vsdu		Taglio di calcolo (kN);					
Afi	Afs	Nu	Mu	Ver.	Vrd	Vwd	Sic. VT
5Ø16 (10,05)	5Ø16 (10,05)	12,13	129,42	S	144,82	0,0	2,91

DENTE DI FONDAZIONE

Quota	Quota rispetto alla testa del muro.			
Fx	Forza in direzione x (kN);			
Fy	Forza in direzione y (kN);			
M	Momento (kNm);			
H	Altezza sezione (cm);			
Quota	Fx	Fy	M	H
80,0	6,21	-216,58	160,38	35,0

Armature - Verifiche sezioni (S.L.U.)

Afi	Area dei ferri inferiori.						
Afs	Area dei ferri superiori.						
Nu	Sforzo normale ultimo (kN);						
Mu	Momento flettente ultimo (kNm);						
Vrd	Resistenza a taglio senza armature trasversali Vrd (kN);						
Vwd	Resistenza a taglio piegati (kN);						
Sic. VT	min{Vrd; Vwd}/Vsdu						
Vsdu	Taglio di calcolo (kN);						
Afi	Afs	Nu	Mu	Ver.	Vrd	Vwd	Sic. VT
23Ø16 (46,24)	5Ø16 (10,05)	5,26	429,67	S	223,0	0,0	1,05

A_Unitari+M1+RSLV [GEO+STR]

Coefficiente sismico orizzontale Kh 0,02
 Coefficiente sismico verticale Kv 0,01

CALCOLO SPINTE

Discretizzazione terreno

Qi	Quota iniziale strato (cm);
Qf	Quota finale strato
G	Peso unità di volume (KN/m³);
Eps	Inclinazione dello strato. (°);
Fi	Angolo di resistenza a taglio (°);
Delta	Angolo attrito terra muro;

c Coesione (kPa);
 β Angolo perpendicolare al paramento lato monte (°);
 Note Nelle note viene riportata la presenza della falda

Qi	Qf	G	Eps	Fi	Delta	c	β	Note
590,0	420,0	19,0	0,0	31,0	24,0	0,0	0,0	
420,0	380,0	19,0	0,0	31,0	24,0	0,0	0,0	
380,0	328,0	19,0	0,0	31,0	24,0	0,0	0,0	
328,0	276,0	19,0	0,0	31,0	24,0	0,0	0,0	
276,0	224,0	19,0	0,0	31,0	24,0	0,0	0,0	
224,0	172,0	19,0	0,0	31,0	24,0	0,0	0,0	
172,0	120,0	19,0	0,0	31,0	24,0	0,0	0,0	

Coefficienti di spinta ed inclinazioni

μ Angolo di direzione della spinta.
 Ka Coefficiente di spinta attiva.
 Kd Coefficiente di spinta dinamica.
 Dk Coefficiente di incremento dinamico.
 Kax, Kay Componenti secondo x e y del coefficiente di spinta attiva.
 Dkx, Dky Componenti secondo x e y del coefficiente di incremento dinamico.

μ	Ka	Kd	Dk	Kax	Kay	Dkx	Dky
24,0	0,29	0,3	0,02	0,26	0,12	0,01	0,01
24,0	0,29	0,3	0,02	0,26	0,12	0,01	0,01
24,0	0,29	0,3	0,02	0,26	0,12	0,01	0,01
24,0	0,29	0,3	0,02	0,26	0,12	0,01	0,01
24,0	0,29	0,3	0,02	0,26	0,12	0,01	0,01
24,0	0,29	0,3	0,02	0,26	0,12	0,01	0,01
24,0	0,29	0,3	0,02	0,26	0,12	0,01	0,01

Spinte risultanti e punto di applicazione

Qi Quota inizio strato.
 Qf Quota inizio strato.
 Rpx, Rpy Componenti della spinta nella zona j-esima (kN);
 Z(Rpx) Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);
 Z(Rpy) Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);

	Qi	Qf	Rpx	Rpy	z(Rpx)	z(Rpy)
1	590,0	420,0	8,92	3,97	483,54	483,54
2	420,0	380,0	4,06	1,81	399,39	399,39
3	380,0	328,0	6,4	2,85	353,14	353,14
4	328,0	276,0	7,67	3,41	301,29	301,29
5	276,0	224,0	8,93	3,98	249,39	249,39
6	224,0	172,0	10,2	4,54	197,46	197,46

7	172,0	120,0	11,46	5,1	145,52	145,52
---	-------	-------	-------	-----	--------	--------

CARATTERISTICHE MURO (Peso, Baricentro, Inerzi a)

Py Peso del muro (kN);
Px Forza inerziale (kN);
Xp, Yp Coordinate baricentro dei pesi (cm);

Quota	Px	Py	Xp	Yp
420,0	0,3	14,88	237,5	505,0
380,0	0,8	39,88	304,9	439,2
328,0	0,89	44,43	298,0	430,4
276,0	0,98	48,98	292,4	418,5
224,0	1,07	53,53	287,7	404,2
172,0	1,16	58,08	283,8	388,0
120,0	1,25	62,63	280,4	370,4

Sollecitazioni sul muro

Quota Origine ordinata minima del muro (cm).
Fx Forza in direzione x (kN);
Fy Forza in direzione y (kN);
M Momento (kNm);
H Altezza sezione di calcolo (cm);

Quota	Fx	Fy	M	H
420,0	9,22	18,85	5,23	35,0
380,0	13,78	45,66	-21,28	35,0
328,0	20,28	53,06	-12,98	35,0
276,0	28,04	61,02	-1,08	35,0
224,0	37,06	69,55	15,11	35,0
172,0	47,35	78,64	36,19	35,0
120,0	58,9	88,29	62,89	35,0

Armature - Verifiche sezioni (S.L.U.)

Afv Area dei ferri lato valle.
Afm Area dei ferri lato monte.
Nu Sforzo normale ultimo (kN);
Mu Momento flettente ultimo (kNm);
Vrd Resistenza a taglio senza armature trasversali Vrd (kN);
Vwd Resistenza a taglio piegati (kN);
Sic. VT $\min\{Vrd; Vwd\}/Vsdu$
Vsdu Taglio di calcolo (kN);

Afv	Afm	Nu	Mu	Ver.	Vrd	Vwd	Sic. VT
5016 (10,05)	5016 (10,05)	19,07	110,81	S	136,15	0,0	14,48
5016 (10,05)	5016 (10,05)	46,39	114,42	S	139,67	0,0	9,94
5016 (10,05)	5016 (10,05)	54,08	115,43	S	140,64	0,0	6,8
5016 (10,05)	5016 (10,05)	62,24	116,5	S	141,68	0,0	4,96
5016 (10,05)	5016 (10,05)	71,06	117,65	S	142,8	0,0	3,78
5016 (10,05)	5016 (10,05)	80,33	118,86	S	143,99	0,0	2,98
5016 (10,05)	5016 (10,05)	90,05	120,12	S	145,26	0,0	2,42

VERIFICHE GLOBALI

Piano di rottura passante per (xr1, yr1) = (256,0/80,0)

Piano di rottura passante per (xr2, yr2) = (256,0/590,0)

Centro di rotazione (xro, yro) = (0,0/80,0)

Discretizzazione terreno

Qi	Quota iniziale strato (cm);
Qf	Quota finale strato
G	Peso unità di volume (KN/m³);
Eps	Inclinazione dello strato. (°);
Fi	Angolo di resistenza a taglio (°);
Delta	Angolo attrito terra muro;
c	Coesione (kPa);
β	Angolo perpendicolare al paramento lato monte (°);
Note	Nelle note viene riportata la presenza della falda

Qi	Qf	G	Eps	Fi	Delta	c	β	Note
590,0	420,0	19,0	0,0	31,0	31,0	0,0	0,0	
420,0	380,0	19,0	0,0	31,0	24,0	0,0	0,0	
380,0	328,0	19,0	0,0	31,0	31,0	0,0	0,0	
328,0	276,0	19,0	0,0	31,0	31,0	0,0	0,0	
276,0	224,0	19,0	0,0	31,0	31,0	0,0	0,0	
224,0	172,0	19,0	0,0	31,0	31,0	0,0	0,0	
172,0	120,0	19,0	0,0	31,0	31,0	0,0	0,0	
120,0	80,0	19,0	0,0	31,0	24,0	0,0	0,0	

Coefficienti di spinta ed inclinazioni

μ	Angolo di direzione della spinta.
Ka	Coefficiente di spinta attiva.
Kd	Coefficiente di spinta dinamica.
Dk	Coefficiente di incremento dinamico.
Kax, Kay	Componenti secondo x e y del coefficiente di spinta attiva.
Dkx, Dky	Componenti secondo x e y del coefficiente di incremento dinamico.

μ	Ka	Kd	Dk	Kax	Kay	Dkx	Dky
31,0	0,29	0,3	0,02	0,25	0,15	0,01	0,01
24,0	0,29	0,3	0,02	0,26	0,12	0,01	0,01
31,0	0,29	0,3	0,02	0,25	0,15	0,01	0,01
31,0	0,29	0,3	0,02	0,25	0,15	0,01	0,01
31,0	0,29	0,3	0,02	0,25	0,15	0,01	0,01
31,0	0,29	0,3	0,02	0,25	0,15	0,01	0,01
31,0	0,29	0,3	0,02	0,25	0,15	0,01	0,01
24,0	0,29	0,3	0,02	0,26	0,12	0,01	0,01

Spinte risultanti e punto di applicazione

Qi Quota inizio strato.
 Qf Quota inizio strato.
 Rpx, Rpy Componenti della spinta nella zona j-esima (kN);
 Z(Rpx) Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);
 Z(Rpy) Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);

	Qi	Qf	Rpx	Rpy	z(Rpx)	z(Rpy)
1	590,0	420,0	8,69	5,16	484,23	484,0
2	420,0	380,0	3,92	2,28	399,36	399,51
3	380,0	328,0	6,17	3,54	353,16	353,12
4	328,0	276,0	7,36	4,26	301,3	301,27
5	276,0	224,0	8,56	4,97	249,4	249,38
6	224,0	172,0	9,75	5,69	197,47	197,45
7	172,0	120,0	10,94	6,4	145,53	145,52
8	120,0	80,0	9,25	5,37	99,73	99,79

SPINTE IN FONDAZIONE

Discretizzazione terreno

Qi Quota iniziale strato (cm);
 Qf Quota finale strato
 G Peso unità di volume (KN/m³);
 Eps Inclinazione dello strato. (°);
 Fi Angolo di resistenza a taglio (°);
 Delta Angolo attrito terra muro;
 c Coesione (kPa);
 β Angolo perpendicolare al paramento lato monte (°);
 Note Nelle note viene riportata la presenza della falda

Qi	Qf	G	Eps	Fi	Delta	c	β	Note
120,0	80,0	19,0	180,0	31,0	24,0	0,0	180,0	
80,0	0,0	19,0	180,0	31,0	31,0	0,0	180,0	

Coefficienti di spinta ed inclinazioni

μ	Angolo di direzione della spinta.
K_p	Coefficiente di resistenza passiva.
K_{px}, K_{py}	Componenti secondo x e y del coefficiente di resistenza passiva.

μ	K_p	K_{px}	K_{py}
204,0	3,12	-2,85	-1,27
211,0	3,12	-2,68	-1,61

Spinte risultanti e punto di applicazione

Q_i	Quota inizio strato.
Q_f	Quota inizio strato.
R_{px}, R_{py}	Componenti della spinta nella zona j-esima (kN);
$Z(R_{px})$	Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);
$Z(R_{py})$	Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);

	Q_i	Q_f	R_{px}	R_{py}	$z(R_{px})$	$z(R_{py})$
1	120,0	80,0	-4,34	-1,93	93,33	93,33
2	80,0	0,0	-33,63	-17,51	33,55	32,55

Sollecitazioni totali

F_x	Forza in direzione x (kN);
F_y	Forza in direzione y (kN);
M	Momento (kNm);

	F_x	F_y	M
Spinta terreno	64,63	37,67	19,28
Peso muro	1,25	62,63	-171,96
Peso fondazione	0,51	25,6	-32,67
Peso dente	0,14	7,0	-1,35
Sovraccarico	0,0	0,0	0,0
Terr. fondazione	0,02	0,82	-2,04
Spinte fondazione	-37,97	-19,44	15,05
	28,58	114,27	-173,7

Momento stabilizzante -292,62 kNm

Momento ribaltante 118,92 kNm

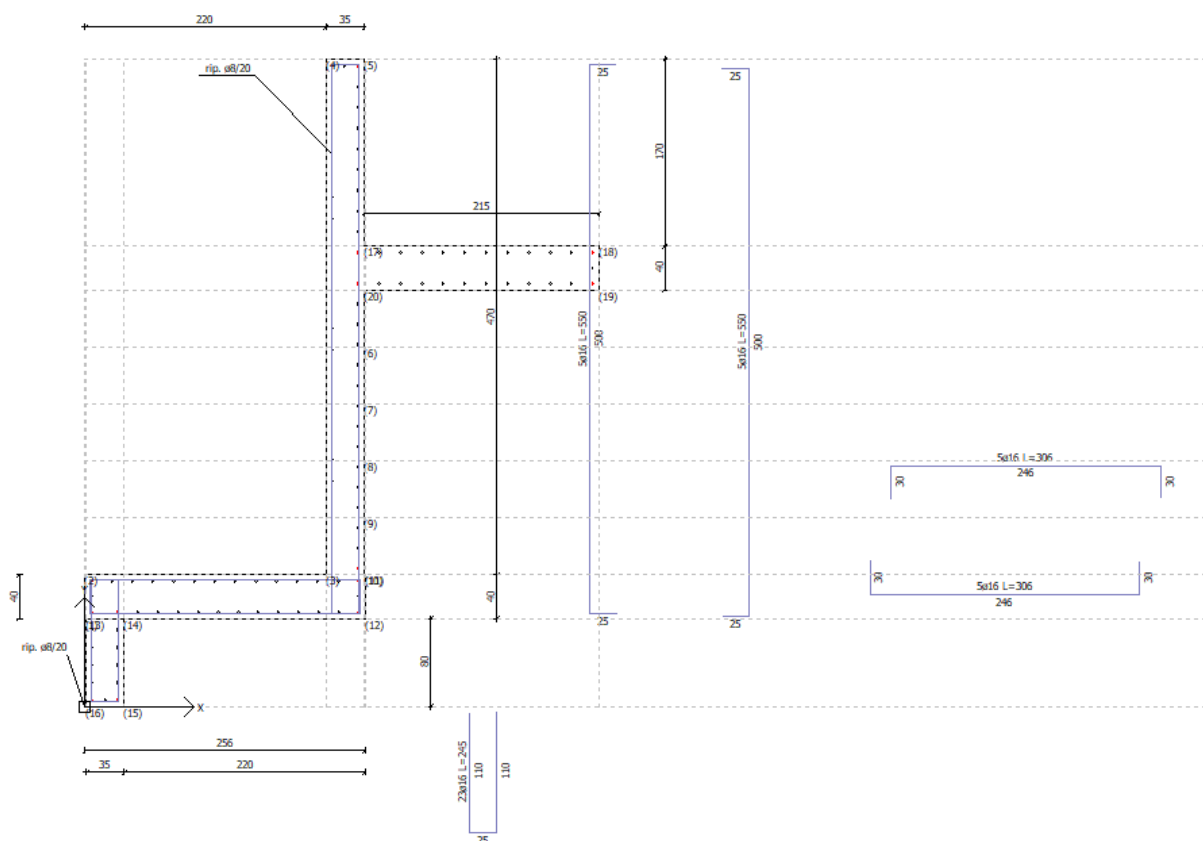
MENSOLA A VALLE

$X_{progr.}$	Ascissa progressiva (cm);
F_x	Forza in direzione x (kN);

Fy Forza in direzione y (kN);
M Momento (kNm);
H Altezza sezione (cm);

Xprogr.	Fx	Fy	M	H
1,0	-4,34	-2,03	0,27	40,0
36,0	-4,34	-6,63	-1,17	40,0
220,0	-4,34	-70,37	-61,82	40,0

Armature - Verifiche sezioni (S.L.U.)



Afi Area dei ferri inferiori.
Afs Area dei ferri superiori.
Nu Sforzo normale ultimo (kN);
Mu Momento flettente ultimo (kNm);
Vrd Resistenza a taglio senza armature trasversali Vrd (kN);
Vwd Resistenza a taglio piegati (kN);
Sic. VT min{Vrd; Vwd}/Vsdu
Vsdu Taglio di calcolo (kN);

Afi	Afs	Nu	Mu	Ver.	Vrd	Vwd	Sic. VT
5Ø16 (10,05)	5Ø16 (10,05)	4,3	128,21	S	143,97	0,0	69,62
5Ø16 (10,05)	5Ø16 (10,05)	4,3	128,21	S	143,97	0,0	21,3
5Ø16 (10,05)	5Ø16 (10,05)	4,3	128,21	S	143,97	0,0	2,01

MENSOLA A MONTE

Xprogr. Ascissa progressiva (cm);
 Fx Forza in direzione x (kN);
 Fy Forza in direzione y (kN);
 M Momento (kNm);
 H Altezza sezione (cm);

Xprogr.	Fx	Fy	M	H
255,0	9,25	37,97	-0,4	40,0

Armature - Verifiche sezioni (S.L.U.)

Afi Area dei ferri inferiori.
 Afs Area dei ferri superiori.
 Nu Sforzo normale ultimo (kN);
 Mu Momento flettente ultimo (kNm);
 Vrd Resistenza a taglio senza armature trasversali Vrd (kN);
 Vwd Resistenza a taglio piegati (kN);
 Sic. VT $\min\{Vrd; Vwd\}/Vsdu$
 Vsdu Taglio di calcolo (kN);

Afi	Afs	Nu	Mu	Ver.	Vrd	Vwd	Sic. VT
5Ø16 (10,05)	5Ø16 (10,05)	9,48	129,02	S	144,45	0,0	3,73

DENTE DI FONDAZIONE

Quota Quota rispetto alla testa del muro.
 Fx Forza in direzione x (kN);
 Fy Forza in direzione y (kN);
 M Momento (kNm);
 H Altezza sezione (cm);

Quota	Fx	Fy	M	H
80,0	5,2	-209,77	165,57	35,0

Armature - Verifiche sezioni (S.L.U.)

Afi Area dei ferri inferiori.
 Afs Area dei ferri superiori.
 Nu Sforzo normale ultimo (kN);
 Mu Momento flettente ultimo (kNm);
 Vrd Resistenza a taglio senza armature trasversali Vrd (kN);
 Vwd Resistenza a taglio piegati (kN);
 Sic. VT $\min\{Vrd; Vwd\}/Vsdu$

Vsdu		Taglio di calcolo (kN);					
Afi	Afs	Nu	Mu	Ver.	Vrd	Vwd	Sic. VT
23Ø16 (46,24)	5Ø16 (10,05)	5,26	429,67	S	223,0	0,0	1,05
Coefficiente sismico verticale Kv			0,01				

5 CONCLUSIONI

Nel rispetto di quanto richiesto nel capitolo 10 dalle Norme Tecniche per le Costruzioni 2018 ed al fine di fornire un giudizio motivato di accettabilità dei valori raggiunti, alla luce delle verifiche e dei calcoli effettuati, di cui è data spiegazione nel presente documento, il progettista strutturale ritiene che i risultati ottenuti relativamente al progetto in oggetto siano conformi a quanto previsto dai regolamenti e dalle leggi vigenti in materia.

A supporto di tale affermazione il progettista dichiara di aver controllato accuratamente i tabulati ottenuti mediante codice di calcolo, di aver preliminarmente esaminato il software di calcolo, ritenendolo affidabile ed idoneo alla struttura in oggetto, di aver confrontato i risultati ottenuti da analisi computazionale con semplici calcoli di massima svolti dallo stesso progettista e di aver infine esaminato gli stati tensionali e deformativi, ritenendoli consistenti e coerenti con la modellazione della struttura analizzata.

Morazzone, Dicembre 2020

Dott. Ing. Stefano Molinari

