

Rio Bonorchis

Interventi per il superamento delle problematiche idrauliche del canale coperto "rio bonorchis" in località "s'olia" e realizzazione di un bacino di laminazione a monte dell'abitato"
(CUP G99H18000060002)

PROGETTO FATTIBILITÀ TECNICA ED ECONOMICA

committente: Comune di Abbasanta

responsabile servizio/settore (PO):

Arch. Gianfranco Sedda

responsabile unico del procedimento (RUP): Arch. Gianfranco Sedda

affidatario: ATI Sud Ovest Engineering S.r.l. - Abacus S.r.l.

progettista responsabile: Dott. Ing. Andrea LOSTIA - Dott. Ing. Maurizio SERAFINI

integrazione specialistica: Dott. Ing. Andrea LOSTIA

integrazione geologica: Dott. Geol. Tiziana CARRUS

coordinatore sicurezza CSP: Dott. Ing. Maurizio SERAFINI

integrazione archeologica: Archeologa Pierangela DEFRASSU

SOGGETTO INCARICATO - ATI Sud Ovest Engineering S.r.l. (mandataria) - ABACUS S.r.l.

SOE Sud Ovest Engineering S.r.l.

SOE S.r.l. - Società di Ingegneria

Direttore Tecnico: Dott. Ing. Andrea Lostia

Sede legale: Via Giotto n. 27, 09121 Cagliari

codice fiscale e partita IVA: 03454150925

capitale sociale 10.000,00 € i.v.

Sede operativa: Via Cavalcanti 12, 09047 Selargius (CA)

Tel./Fax: 070.8571341 - Mobile: (+39)3471485312

Pec: soesrl@legalmail.it

E.mail: sudovestengineering@gmail.com

progettazione.soesrl@gmail.com

cantiere.soesrl@gmail.com

Web: www.sudovestengineering.it

Struttura Operativa

Andrea Lostia (Ingegnere)

Tiziana Carrus (Geologo)

Marta Dentoni (Ingegnere)

Luca Tendas (Ingegnere)

Claudia Argiolas (Architetto)

Daniela Loddi (Ingegnere)

Francesco Secci (Geometra)

Antonio Sias (Ingegnere)

Marco Urru (Ingegnere)

Josué Ariel Manunta (Geometra)

ABACUS

Società di Ingegneria

Direttore Tecnico: Ing. Maurizio Serafini

Via Campo di Marte n. 8/a

06124 Perugia (PG)

info@abacusprogetti.it

www.abacusprogetti.it

Dott. Ing. Maurizio Serafini

Dott. Ing. Roberto Pedicini

Dott. Ing. Sara Berretta

Dott. Ing. Chiara Pimpinelli



COMUNE DI ABBASANTA
SERVIZIO TECNICO E VIGILANZA

relazione geotecnica e delle strutture

ELABORATO		TAVOLA		SCALA		ALLEGATO	
A5							
COMMESSA		APPROVAZIONE		REVISIONE/RIAPPROVAZIONE		APPROVAZIONE DEFINITIVA	
2004 (2020_04)							

livello	emissione	data	redazione	verifica	approvazione	VISTO COMMITTENTE
preliminare	RE00	SET-2022		Ing. A. LOSTIA	Ing. A. LOSTIA	

INDICE

PREMESSA.....	1
QUADRO NORMATIVO	3
CRITERI DI PROGETTAZIONE E DI CALCOLO.....	5
MODELLO GEOTECNICO	7
PERICOLOSITÀ SISMICA DI BASE	7
VERIFICHE SEZIONI.....	11
VERIFICA A SIFONAMENTO	12
ALLEGATI	12

PREMESSA

Il presente elaborato è parte integrante del **progetto di fattibilità tecnica ed economica** per la realizzazione dell'intervento "**Interventi per il superamento delle problematiche idrauliche del canale coperto "rio bonorchis" loc. "s'olia" realizzazione di un bacino di laminazione a monte dell'abitato**" da realizzarsi nel Comune di **Abbasanta**.

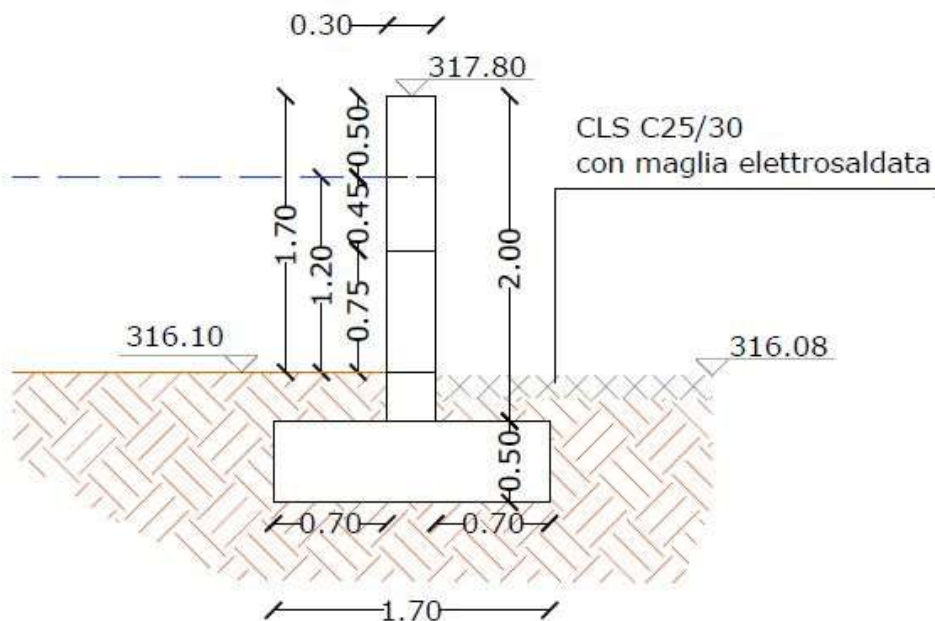
Le opere da eseguirsi consistono complessivamente in:

- realizzazione una cassa di espansione ("B") in linea, capace di invasare **circa 6.500 m³**, completamente interrata, posta a monte della Via Oristano, realizzata mediante una soglia con bocca tarata posta trasversalmente al rio;
- realizzazione una cassa di espansione ("A") in linea, capace di invasare circa **14.200 m³**, completamente interrata, posta a monte dell'attraversamento ferroviario in prossimità dell'imbocco del canale tombato, realizzata mediante una soglia con bocca tarata posta trasversalmente al rio;
- parziale risagomatura e riprofilatura dei canali esistenti a sezione trapezia e savanella centrale (come richiesto dal Servizio Genio civile di Oristano)
- il tratto a valle, delle soglie a bocca tarata, sarà raccordato ai manufatti esistenti mediante riprofilatura della sezione dell'alveo e protetta dall'erosione mediante rivestimento in cls;
- demolizione del canale tombato nel tratto in cui deve realizzarsi la cassa di espansione "A" e risagomatura della sezione dell'alveo con definizione della savanella;
- sostituzione della copertura del canale con una griglia carrabile (come richiesto dal Servizio Genio civile di Oristano), in prossimità dell'imbocco del canale all'inizio del centro urbano;
- spostamento di alcuni sottoservizi e linee aeree posti nelle aree di intervento, secondo le indicazioni degli enti competenti;
- recinzione della casse di espansione con ripristino degli accessi ai terreni privati;
- ricarica con materiale proveniente dagli scavi degli stradelli posti in prossimità delle casse di espansione;
- sistemazione a verde dell'area in prossimità dell'imbocco del canale, tra la ferrovia e la Via del Lavoro.

La presente relazione tratta delle verifiche eseguite su una sezione rappresentativa della soglia a bocca tarata denominata "A" e della soglia denominata "B".

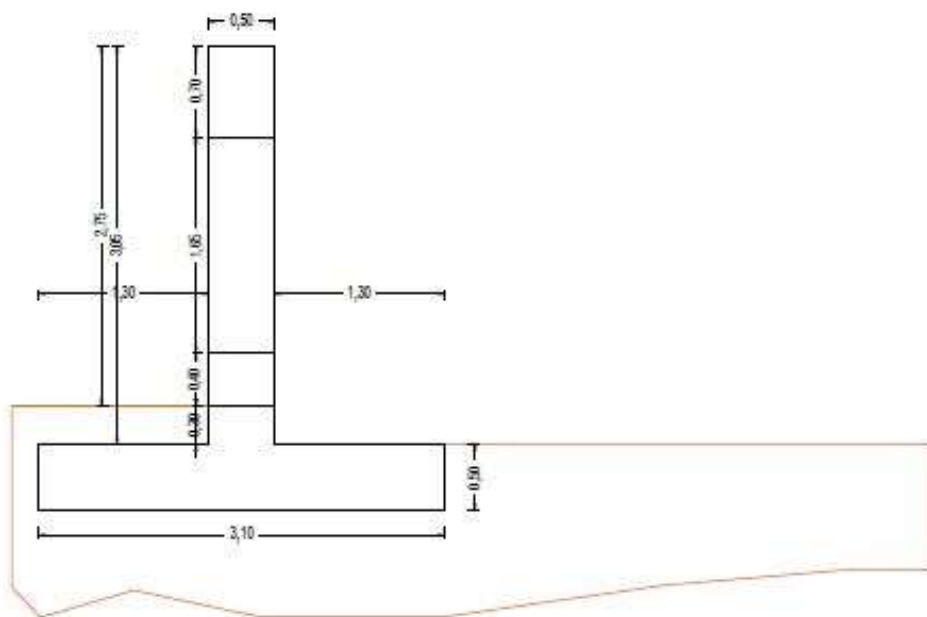
La sezione tipo della soglia A è chiamata sezione X1 ed è rappresentata nella seguente immagine.

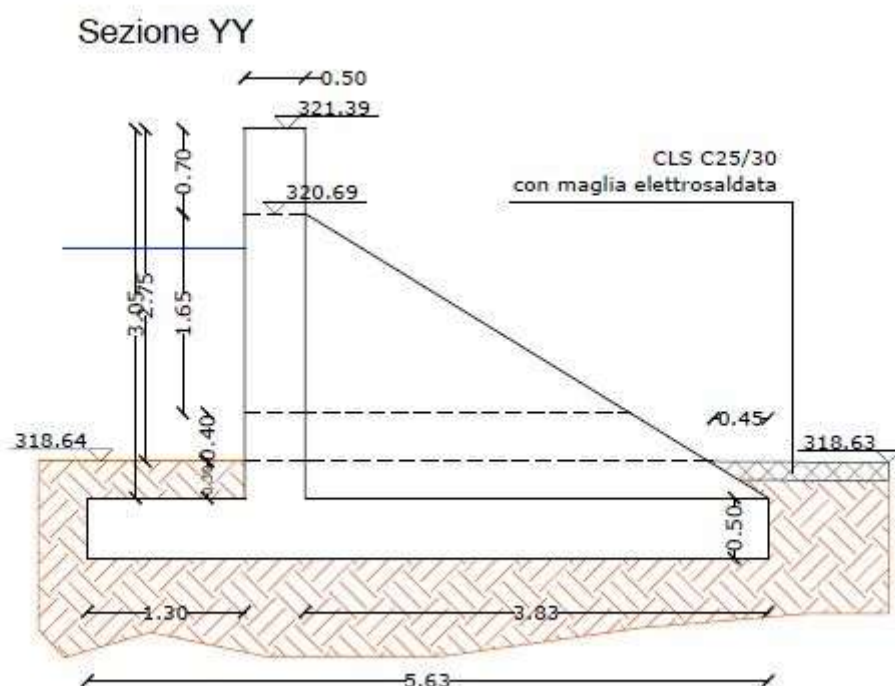
Sezione X1



La soglia B è invece composta da una parte strutturale, a forma di T rovescia (di cui vengono eseguite le verifiche) e da una parte non strutturale, in calcestruzzo armato, componente lo scivolo della soglia stessa.

Sezione YY parte strutturale





Le verifiche della soglia B vengono condotte sulla sola parte strutturale; la soglia completa è invece composta dalla parte strutturale e dallo scivolo in c.a. che, nonostante non abbia funzione strutturale, verrà opportunamente armato come indicato nella Tavola di dettaglio.

QUADRO NORMATIVO

- D.M. 17.01.2018 "Norme Tecniche sulle Costruzioni"
- L. 05.11.1971, n. 1086 Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica
- L. 02.02.1974, n. 64 Provvedimenti per costruzioni con particolari prescrizioni per zone sismiche.
- Circolare n. 7 C.S.LL.PP. del 21 gennaio 2019, Istruzioni per l'applicazione dell' "Aggiornamento delle 'norme tecniche per le costruzioni' di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018
- Eurocodice 2 "Progettazione delle strutture in calcestruzzo"
- Eurocodice 3 "Progettazione delle strutture in acciaio"
- Eurocodice 4 "Progettazione delle strutture in sezione mista acciaio- calcestruzzo".
- Norma armonizzata UNI EN 1090 "Progettazione delle strutture in sezione mista acciaio- calcestruzzo".
- D.P.R. 380/2001 testo unico dell'edilizia;
- D.M. 11 marzo 1988 "Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione" e relative istruzioni tecniche (Circolare LL.PP. 24.09.1988, n. 30483);
- O.P.C.M 20 marzo 2003, n. 3274 "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica" e la successiva n. 3519 del 28/04/2006;
- Circolare n. 617 C.S.LL.PP. del 02/02/2009;

- D.M. 17/01/2018 Norme tecniche delle costruzioni e s.m.i.;
- Circolare 617 del 02/02/2009: "Istruzioni per l'applicazione delle Norme Tecniche per le costruzioni di cui al D.M. 14/01/2008".
- D.M. 26 giugno 2014, "Norme tecniche per la progettazione e la costruzione degli sbarramenti di ritenuta (dighe e traverse).

CRITERI DI PROGETTAZIONE E DI CALCOLO

Secondo le disposizioni del D.M. 17/01/18 le opere strutturali devono essere verificate:

- a) per gli stati limite ultimi (SLU) che possono presentarsi, in conseguenza alle diverse combinazioni delle azioni;
- b) per gli stati limite di esercizio (SLE) definiti in relazione alle prestazioni attese.

Nel metodo semiprobabilistico agli stati limite, la sicurezza strutturale deve essere verificata tramite il confronto tra la resistenza e l'effetto delle azioni espresso dalla seguente disequazione:

$$Ed \leq Rd$$

dove:

Ed = e il valore di progetto dell'effetto delle azioni, valutato in base ai valori di progetto delle azioni (combinazioni dei carichi);

Rd = e la resistenza di progetto, valutata in base ai valori di progetto della resistenza dei materiali e ai valori nominali delle grandezze geometriche interessate.

La verifica di stabilità globale del complesso opera di sostegno-terreno deve essere effettuata, analogamente a quanto previsto al § 6.8, secondo l'Approccio 1, con la Combinazione 2 (A2+M2+R2), tenendo conto dei coefficienti parziali riportati nelle Tabelle 6.2.I e 6.2.II per le azioni e i parametri geotecnici e nella Tab. 6.8.I per le verifiche di sicurezza di opere di materiali sciolti e fronti di scavo.

Le rimanenti verifiche devono essere effettuate secondo l'Approccio 2, con la combinazione (A1+M1+R3), tenendo conto dei valori dei coefficienti parziali riportati nelle Tabelle 6.2.I, 6.2.II e 6.5.I. Nella verifica a ribaltamento i coefficienti R3 della Tab. 6.5.I si applicano agli effetti delle azioni stabilizzanti.

Tab. 6.2.I – Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni

	Effetto	Coefficiente Parziale γ_F (o γ_E)	EQU	(A1)	(A2)
Carichi permanenti G_1	Favorevole	γ_{G1}	0,9	1,0	1,0
	Sfavorevole		1,1	1,3	1,0
Carichi permanenti $G_2^{(1)}$	Favorevole	γ_{G2}	0,8	0,8	0,8
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3
Azioni variabili Q	Favorevole	γ_Q	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3

⁽¹⁾ Per i carichi permanenti G_2 si applica quanto indicato alla Tabella 2.6.I. Per la spinta delle terre si fa riferimento ai coefficienti γ_{c1}

Tab. 6.2.II – Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

Parametro	Grandezza alla quale applicare il coefficiente parziale	Coefficiente parziale γ_M	(M1)	(M2)
Tangente dell'angolo di resistenza al taglio	$\tan \phi'_k$	$\gamma_{\phi'}$	1,0	1,25
Coesione efficace	c'_k	$\gamma_{c'}$	1,0	1,25
Resistenza non drenata	c_{uk}	γ_{cu}	1,0	1,4
Peso dell'unità di volume	γ_Y	γ_Y	1,0	1,0

Tab. 6.5.I – Coefficienti parziali γ_R per le verifiche agli stati limite ultimi di muri di sostegno

Verifica	Coefficiente parziale (R3)
Capacità portante della fondazione	$\gamma_R = 1,4$
Scorrimento	$\gamma_R = 1,1$
Ribaltamento	$\gamma_R = 1,15$
Resistenza del terreno a valle	$\gamma_R = 1,4$

Tab. 6.8.I - Coefficienti parziali per le verifiche di sicurezza di opere di materiali sciolti e di fronti di scavo

COEFFICIENTE	R2
γ_R	1,1

Inoltre, le Norme Tecniche per le costruzioni 2018 prescrivono, al § 7.11.6.2.2, che per i muri di sostegno ubicati in corrispondenza di versanti o in prossimità di pendii naturali devono essere soddisfatte le condizioni di stabilità del pendio, in presenza della nuova opera, con i metodi di analisi di cui al § 7.11.3.5. Deve inoltre essere soddisfatta la verifica di stabilità del complesso muro-terreno con i criteri indicati al § 7.11.4 nonché le verifiche di sicurezza delle fondazioni riportate al § 7.11.5.

Nelle verifiche di sicurezza si deve controllare che la resistenza del sistema sia maggiore delle azioni nel rispetto della condizione [6.2.1], ponendo pari all'unità i coefficienti parziali sulle azioni e sui parametri geotecnici (§ 7.11.1) e impiegando le resistenze di progetto con i coefficienti parziali γ_R indicati nella tabella 7.11.III.

Tab. 7.11.III - Coefficienti parziali γ_R per le verifiche degli stati limite (SLV) dei muri di sostegno.

Verifica	Coefficiente parziale γ_R
Carico limite	1.2
Scorrimento	1.0
Ribaltamento	1.0
Resistenza del terreno a valle	1.2

MODELLO GEOTECNICO

Dal modello geologico desunto dalle indagini e dalle prove di laboratorio è stato possibile caratterizzare i terreni di posa della fondazione delle opere previste e ricostruire la base del modello geotecnico del sito in esame, facendo riferimento al volume significativo che rappresenta la parte di sottosuolo influenzata direttamente o indirettamente dalla costruzione del manufatto e che influenza il manufatto stesso.

Nel modello geotecnico vengono rappresentate le condizioni stratigrafiche, il regime delle pressioni interstiziali e la caratterizzazione fisico meccanica dei terreni e delle rocce.

Il modello geotecnico dell'area di studio riprende quello geologico con l'indicazione dei parametri geotecnici che saranno utilizzati per le verifiche previste dalla normativa.

AREA A					
Profondità dal p.c. (mt)	descrizione	Peso di volume γ (kg/m ³)	Coesione c (kg/cm ²)	Angolo di attrito φ °	Modulo elasticità dinamico (MPa)
0,00-0,90/2,40 max	Materiale basaltico eterometrico composto da blocchi, ciottoli e ghiaia immersi in matrice limo argillosa bruno scuro, umido, presenza di falda dopo 1,70 m dal p.c.	1800	0,04	19	900
0,90/2,40 - 2,80	Roccia basaltica in posto alterata e friabile al tetto, poi sempre più consistente	2400	15,29	25	1500
AREA B					
0,00-0,60	Materiale sabbioso immerso in matrice limo argillosa bruno scuro	1700	0,09	29	1500
0,60 - 3,20	Roccia basaltica in posto alterata e friabile, escavabile dalla benna con relativa facilità per circa 1,00 m, poi sempre più consistente	2400	18,35	27	2200

A causa di limitazione del programma di calcolo, per gli strati di roccia basaltica, non è stato possibile inserire i corretti valori di coesione, in quanto considerati troppo elevati dal programma e con i quali il programma non è in grado di calcolare il valore del momento ribaltante; i valori dei coefficienti di coesione adottati sono inferiori rispetto a quelli ottenuti dalle indagini eseguite, per cui ci si pone in una condizione a favore di sicurezza.

PERICOLOSITÀ SISMICA DI BASE

Lo studio di pericolosità, allegato all'O.P.C.M. n. 3519 del 28/04/2006, integrato con il D.M. 14/01/2008, ha fornito alle Regioni uno strumento aggiornato per la classificazione del proprio territorio, introducendo degli intervalli di accelerazione (ag), con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni, da attribuire alle 4 zone sismiche. Con l'entrata in vigore delle NTC del 17.01.2018 il termine accelerogramma viene sostituito con la storia temporale del moto del terreno, venendo eliminata la definizione di zona sismica, il sito su cui sorge la costruzione e/o l'opera sarà contraddistinto esclusivamente dall'accelerazione al suolo.

Con riferimento alla classificazione sismica del territorio nazionale con l'Ordinanza D.P.C.M. n. 3274 del 20/03/2003 e la successiva n. 3519 del 28/04/2006 il comune di **Abbasanta** è classificato come zona sismica 4 "pericolosità molto bassa"; pertanto in funzione della tipologia dell'opera l'azione sismica è da ritenersi trascurabile.

Con l'aggiornamento delle nuove Norme Tecniche per le Costruzioni D.M. 17/01/2018 (NTC 2018) si eliminano completamente la divisione in zone sismiche, di conseguenza sarà utilizzato il metodo agli Stati Limite. Limitatamente alle zone caratterizzate da $agS < 0.075$ si semplifica la verifica sismica richiedendo la sola verifica allo Stato Limite di salvaguardia della vita (SLV) con una combinazione di carichi semplificata.

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto da parte del progettista, si rende

necessario valutare l'effetto della risposta sismica locale mediante specifiche analisi. Nel caso in esame, si può definire l'azione sismica utilizzando l'approccio semplificato, che si basa sull'individuazione delle categorie di sottosuolo di riferimento.

Le forme spettrali previste dalle NTC sono definite, su sito di riferimento rigido orizzontale, in funzione dei tre parametri:

- a_g accelerazione orizzontale massima del terreno;
- F_0 valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;
- T_c^* periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

TABELLA 2: Valori di a_g , F_0 , T_c^* per le isole, con l'esclusione della Sicilia, Ischia, Procida e Capri.

Isole	$T_n=30$			$T_n=50$			$T_n=72$			$T_n=101$			$T_n=140$			$T_n=201$			$T_n=475$			$T_n=975$			$T_n=2475$		
	a_g	F_0	T_c^*	a_g	F_0	T_c^*	a_g	F_0	T_c^*	a_g	F_0	T_c^*	a_g	F_0	T_c^*	a_g	F_0	T_c^*	a_g	F_0	T_c^*	a_g	F_0	T_c^*	a_g	F_0	T_c^*
Arcipelago Toscano; Isole Eolie; Pantelleria; Faraglioni; Lampedusa; Gomphonisi; Palmarola, Zannone	0,186	2,61	0,273	0,235	2,67	0,296	0,274	2,70	0,303	0,314	2,73	0,397	0,351	2,78	0,313	0,393	2,82	0,322	0,500	2,88	0,340	0,603	2,98	0,372	0,747	3,09	0,481
Veneta: Santo Stefano;	0,239	2,61	0,345	0,303	2,61	0,272	0,347	2,61	0,298	0,389	2,66	0,336	0,430	2,69	0,366	0,481	2,71	0,481	0,600	2,92	0,476	0,707	3,07	0,517	0,852	3,27	0,564
Ustica, Tremi	0,429	2,50	0,400	0,554	2,50	0,400	0,661	2,50	0,400	0,776	2,50	0,400	0,901	2,50	0,400	1,056	2,50	0,400	1,300	2,58	0,400	1,967	2,50	0,400	2,725	2,50	0,400
Akkoli, Filisuli	0,330	2,70	0,400	0,558	2,70	0,400	0,807	2,70	0,400	1,020	2,70	0,400	1,234	2,70	0,400	1,460	2,70	0,400	2,471	2,70	0,400	3,212	2,70	0,400	4,877	2,70	0,400
Panarea, Stromboli, Lipari, Vulcano, Salina	0,618	2,45	0,287	0,817	2,48	0,290	0,993	2,51	0,294	1,166	2,52	0,290	1,354	2,56	0,290	1,580	2,56	0,292	2,200	2,58	0,306	2,823	2,65	0,316	3,746	2,76	0,324

Dai risultati dei sopralluoghi, in relazione alla stratigrafica che caratterizza la zona e dal database dell'ISPRA (indagini nel sottosuolo) ai sensi dell'OPCM 3274/03 ed in base alla classificazione di cui al paragrafo 3.2.2 delle NTC 2018, il suolo di fondazione può essere attribuito in via cautelativa alla *Categoria B* (cfr.Tab. 3.2.II NTC 2018).

Tab. 3.2.II – Categorie di sottosuolo che permettono l'utilizzo dell'approccio semplificato.

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
A	Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 m.
B	Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.
C	Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.
D	Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 e 180 m/s.
E	Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D, con profondità del substrato non superiore a 30 m.

Oltre a tener conto delle condizioni stratigrafiche del terreno interessato, è necessario considerare anche le condizioni topografiche, poiché entrambi questi fattori contribuiscono a modificare l'azione sismica in superficie. Le caratteristiche morfologiche e topografiche del sito in esame rispecchiano quelle della categoria topografica T1.

Tab. 3.2.III – *Categorie topografiche*

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$
T2	Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$
T3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$
T4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$

La vita nominale di progetto V_N di un'opera è convenzionalmente definita come il numero di anni nel quale è previsto che l'opera, purché soggetta alla necessaria manutenzione, mantenga specifici livelli prestazionali.

Tab. 2.4.I – *Valori minimi della Vita nominale V_N di progetto per i diversi tipi di costruzioni*

TIPI DI COSTRUZIONI		Valori minimi di V_N (anni)
1	Costruzioni temporanee e provvisorie	10
2	Costruzioni con livelli di prestazioni ordinari	50
3	Costruzioni con livelli di prestazioni elevati	100

Con riferimento alle conseguenze di un'interruzione di operatività o di un eventuale collasso, le costruzioni sono suddivise in classi d'uso così definite:

Classe I: Costruzioni con presenza solo occasionale di persone, edifici agricoli.

Classe II: Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali. Industrie con attività non pericolose per l'ambiente. Ponti, opere infrastrutturali, reti viarie non ricadenti in Classe d'uso III o in Classe d'uso IV, reti ferroviarie la cui interruzione non provochi situazioni di emergenza. Dighe il cui collasso non provochi conseguenze rilevanti.

Classe III: Costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi. Industrie con attività pericolose per l'ambiente. Reti viarie extraurbane non ricadenti in Classe d'uso IV. Ponti e reti ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza. Dighe rilevanti per le conseguenze di un loro eventuale collasso.

Classe IV: Costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, anche con riferimento alla gestione della protezione civile in caso di calamità. Industrie con attività particolarmente pericolose per l'ambiente. Reti viarie di tipo A o B, di cui al DM 5/11/2001, n. 6792, "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade", e di tipo C quando appartenenti ad itinerari di collegamento tra capoluoghi di provincia non altresì serviti da strade di tipo A o B. Ponti e reti ferroviarie di importanza critica per il mantenimento delle vie di comunicazione, particolarmente dopo un evento sismico. Dighe connesse al funzionamento di acquedotti e a impianti di produzione di energia elettrica.

Le caratteristiche dell'opera oggetto di progettazione (con vita nominale di progetto $V_N \geq 50$ anni) sono inserite in classe d'uso II (Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali), cui corrisponde un coefficiente d'uso $C_U = 1$.

Tab. 2.4.II – *Valori del coefficiente d'uso C_U*

CLASSE D'USO	I	II	III	IV
COEFFICIENTE C_U	0,7	1,0	1,5	2,0

Le azioni sismiche sulle costruzioni vengono valutate in relazione ad un periodo di riferimento V_R che si ricava, per ciascun tipo di costruzione, moltiplicandone la vita nominale di progetto V_N per il coefficiente d'uso C_U :

$$V_R = V_N * C_U = 50 * 1 = 50 \text{ anni}$$

Tabella 3.2.V – Espressioni di S_s e di C_c

Categoria sottosuolo	S_s	C_c
A	1,00	1,00
B	$1,00 \leq 1,40 - 0,40 \cdot F_0 \cdot \frac{n_f}{g} \leq 1,20$	$1,10 \cdot (T_c^*)^{-0,20}$
C	$1,00 \leq 1,70 - 0,60 \cdot F_0 \cdot \frac{n_f}{g} \leq 1,50$	$1,05 \cdot (T_c^*)^{-0,33}$
D	$0,90 \leq 2,40 - 1,50 \cdot F_0 \cdot \frac{n_f}{g} \leq 1,80$	$1,25 \cdot (T_c^*)^{-0,50}$
E	$1,00 \leq 2,00 - 1,10 \cdot F_0 \cdot \frac{n_f}{g} \leq 1,60$	$1,15 \cdot (T_c^*)^{-0,40}$

SITO IN ESAME

Sardegna

Classe: II

Vita nominale: 50

Coordinate WGS84

latitudine: 40.086143

longitudine: 8.980026

Parametri sismici

Categoria sottosuolo: A

Categoria topografica: T1

Periodo di riferimento: 50 anni

Coefficienti Sismici Muri di sostegno NTC18

	SLO	SLD	SLV	SLC
SS Amplificazione stratigrafica	1,00	1,00	1,00	1,00
CC Coeff. funz categoria	1,00	1,00	1,00	1,00
ST Amplificazione topografica	1,00	1,00	1,00	1,00

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0.000	0.011	0.019	0.000
kv	--	0.006	0.010	--
Amax [m/s²]	0.182	0.230	0.490	0.591
Beta	--	0.470	0.380	--

Coefficienti Sismici stabilità dei pendii e fondazioni NTC18

	SLO	SLD	SLV	SLC
SS Amplificazione stratigrafica	1,00	1,00	1,00	1,00
CC Coeff. funz categoria	1,00	1,00	1,00	1,00
ST Amplificazione topografica	1,00	1,00	1,00	1,00

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0.004	0.005	0.010	0.012
kv	0.002	0.002	0.005	0.006
Amax [m/s²]	0.182	0.230	0.490	0.591
Beta	0.200	0.200	0.200	0.200

VERIFICHE SEZIONI

Le verifiche eseguite consistono nella verifica a ribaltamento, la verifica allo scorrimento, carico limite. Le verifiche sono condotte mediante l'utilizzo del software MDC, versione 2022.30.8.1040 della software house GeoStru. Queste verifiche sono state condotte con riferimento alle seguenti sezioni/condizioni, per le quali si riporta una tabella riassuntiva dei risultati ottenuti; le corrispondenti relazioni di calcolo complete sono nell'allegato 'Allegato relazione di calcolo gabbioni'.

- Soglia A - condizione senza acqua a monte della soglia

Combinazione	Fs ribaltamento [-]	Fs scorrimento [-]	Fs carico limite [-]
A1+M1+R	6.13	12.91	7.38
A_Unitari+M1+RSLV [GEO+STR]	58.69	21.58	7.12
A_Unitari+M1+RSLV+B eta (+50%) [GEO+STR]	38.68		

- Soglia A- condizione con presenza di acqua a monte della soglia

Combinazione	Fs ribaltamento [-]	fs scorrimento [-]	Fs carico limite [-]
A1+M1+R	1.64	8.34	21.01
A_Unitari+M1+RSLV [GEO+STR]	5.04	12.33	2.72
A_Unitari+M1+RSLV+B eta (+50%) [GEO+STR]	4.59		

- Soglia B- condizione senza acqua a monte della soglia

Combinazione	Fs ribaltamento [-]	Fs scorrimento - [-]	Fs carico limite - [-]
A1+M1+R	3.62	53.65	21.8
A_Unitari+M1+RSLV [GEO+STR]	7.15	89.69	22.9
A_Unitari+M1+RSLV+B eta (+50%) [GEO+STR]	6.88	-	-

- Soglia B- condizione con presenza di acqua a monte della soglia

Combinazione	Fs ribaltamento [-]	Fs scorrimento [-]	Fs carico limite [-]
A1+M1+R	1.09	12.87	98.71

A_Unitari+M1+RSLV [GEO+STR]	1.83	18.75	110.34
A_Unitari+M1+RSLV+B eta (+50%) [GEO+STR]	1.83	-	-

La verifica di stabilità globale viene condotta mediante l'utilizzo del software SLOPE, versione 2022.30.6.1489 della software house GeoStru, con riferimento alle seguenti sezioni/ condizioni per le quali si riporta una tabella riassuntiva dei risultati ottenuti; le corrispondenti relazioni di calcolo complete sono nell'allegato 'Allegato relazione di calcolo gabbioni'

Soglia A - condizione senza acqua a monte della soglia

Soglia A- condizione con presenza di acqua a monte della soglia

Soglia B- condizione senza acqua a monte della soglia

Soglia B- condizione con presenza di acqua a monte della soglia

Sezione	Presenza di acqua a monte della soglia	FS
Soglia A	No	18.18
Soglia A	Si	8.60
Soglia B	No	18.18
Soglia B	Si	13.04

VERIFICA A SIFONAMENTO

Il fenomeno di sifonamento, che comporta il trasporto dei granuli del terreno, si può verificare in terreni di tipo sciolto o comunque con coesione molto bassa. Nel presente caso di studio il terreno di fondazione ha una coesione molto elevata, dell'ordine di 15,29 kg/cm² per la soglia A e di 18,35 kg/cm² per la soglia B, in quanto in entrambi i casi si ha una roccia basaltica. Considerando inoltre che la porzione di terreno a valle dei manufatti è rivestita da uno strato di cls armato dello spessore di 15 cm che si estende senza soluzione di continuità per decine di metri (gli interventi prevedono questo rivestimento per scongiurare fenomeni erosivi e di scalzamento alla base dei manufatti), il fenomeno di sifonamento non si può innescare, pertanto questa verifica non viene effettuata.

ALLEGATI

- Relazione di calcolo soglie

Il Progettista
(ATI Sud Ovest Engineering S.r.l. – Abacus S.r.l.)

ALLEGATO DI CALCOLO

RELAZIONE DI CALCOLO

Le verifiche eseguite consistono nella verifica a ribaltamento, la verifica allo scorrimento, carico limite, verifica per lo scorrimento all'interfaccia tra i gabbioni. Le verifiche sono condotte mediante l'utilizzo del software MDC, versione 2022.30.8.1040 della software house GeoStru. La verifica di stabilità globale viene condotta mediante l'utilizzo del software SLOPE, versione 2022.30.6.1489 della software house GeoStru.

NORMATIVA DI RIFERIMENTO:

CIRCOLARE 21 gennaio 2019 , n. 7 C.S.LL.PP.

DECRETO 17 gennaio 2018-Aggiornamento delle «Norme tecniche per le costruzioni».

NTC 2008 Norme tecniche per le costruzioni D.M. 14 gennaio 2008.

CIRCOLARE 2 febbraio 2009, n. 617 - Istruzioni per l'applicazione delle 'Nuove norme tecniche per le costruzioni' di cui al decreto ministeriale 14 gennaio 2008. (GU n. 47 del 26-2-2009 - Suppl. Ordinario n.27).

TEORIA DI CALCOLO VERIFICHE ESEGUITE CON GDW GEOSTRU

Calcolo della spinta attiva con Coulomb

Il calcolo della spinta attiva con il metodo di Coulomb è basato sullo studio dell'equilibrio limite globale del sistema formato dal muro e dal prisma di terreno omogeneo retrostante l'opera e coinvolto nella rottura nell'ipotesi di parete ruvida.

Per terreno omogeneo ed asciutto il diagramma delle pressioni si presenta lineare con distribuzione:

$$P_t = K_a \cdot \gamma_t \cdot z$$

La spinta S_t è applicata ad $1/3 H$ di valore

$$S_t = \frac{1}{2} \gamma_t \cdot H^2 \cdot K_a$$

Avendo indicato con:

$$K_a = \frac{\sin^2(\beta - \varphi)}{\sin^2\beta \cdot \sin(\beta + \delta) \cdot \left[1 + \sqrt{\frac{\sin(\delta + \varphi) \cdot \sin(\varphi - \varepsilon)}{\sin(\beta + \delta) \cdot \sin(\beta - \varepsilon)}} \right]^2}$$

Valori limite di K_a :

$d < (b - \varphi - e)$ secondo Muller-Breslau

γ_t = Peso unità di volume del terreno;

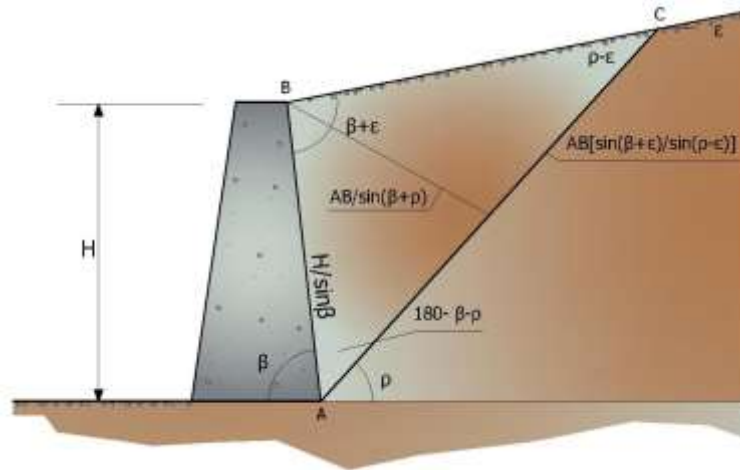
b = Inclinazione della parete interna rispetto al piano orizzontale passante per il piede;

j = Angolo di resistenza al taglio del terreno;

d = Angolo di attrito terra-muro;

e = Inclinazione del piano campagna rispetto al piano orizzontale, positiva se antioraria;

H = Altezza della parete.



Cuneo di rottura usato per la derivazione dell'equazione di Coulomb relativa alla pressione attiva.

Calcolo della spinta attiva con Rankine

Se $e = d = 0$ e $b = 90^\circ$ (muro con parete verticale liscia e terrapieno con superficie orizzontale) la spinta S_t si semplifica nella forma:

$$S_t = \frac{\gamma \cdot H^2}{2} \frac{(1 - \sin\phi)}{(1 + \sin\phi)} = \frac{\gamma \cdot H^2}{2} \tan^2\left(45 - \frac{\phi}{2}\right)$$

che coincide con l'equazione di Rankine per il calcolo della spinta attiva del terreno con terrapieno orizzontale.

In effetti Rankine adottò essenzialmente le stesse ipotesi fatte da Coulomb, ad eccezione del fatto che trascurò l'attrito terra-muro e la presenza di coesione. Nella sua formulazione generale l'espressione di K_a di Rankine si presenta come segue:

$$K_a = \cos\epsilon \frac{\cos\epsilon - \sqrt{\cos^2\epsilon - \cos^2\phi}}{\cos\epsilon + \sqrt{\cos^2\epsilon - \cos^2\phi}}$$

Calcolo della spinta attiva con Mononobe & Okabe

Il calcolo della spinta attiva con il metodo di Mononobe & Okabe riguarda la valutazione della spinta in condizioni sismiche con il metodo pseudo-statico. Esso è basato sullo studio dell'equilibrio limite globale del sistema formato dal muro e dal prisma di terreno omogeneo retrostante l'opera e coinvolto nella rottura in una configurazione fittizia di calcolo nella quale l'angolo ϵ , di inclinazione del piano campagna rispetto al piano orizzontale, e l'angolo β , di inclinazione della parete interna rispetto al piano orizzontale passante per il piede, vengono aumentati di una quantità ϑ tale che:

$$\tan\vartheta = \left(\frac{k_h}{1 \pm k_h} \right)$$

con k_h coefficiente sismico orizzontale e k_v verticale.

Calcolo coefficienti sismici

Nelle verifiche, i valori dei coefficienti sismici orizzontale k_h e verticale k_v possono essere valutati mediante le espressioni (NTC 2018):

$$k_h = \beta_m \cdot \left(\frac{a_{\max}}{g} \right); \quad k_v = \pm 0.5 \cdot k_h$$

dove

β_m = coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito;

a_{\max} = accelerazione orizzontale massima attesa al sito;

g = accelerazione di gravità.

In assenza di analisi specifiche della risposta sismica locale, l'accelerazione massima può essere valutata con la relazione:

$$a_{\max} = S \cdot a_g = S_S \cdot S_T \cdot a_g$$

dove

S = coefficiente che comprende l'effetto dell'amplificazione stratigrafica (S_S) e dell'amplificazione topografica (S_T), di cui al § 3.2.3.2;

a_g = accelerazione orizzontale massima attesa su sito di riferimento rigido.

Nella precedente espressione, il coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito è pari a:

$\beta_m = 0.38$ nelle verifiche allo stato limite ultimo (SLV)

$\beta_m = 0.47$ nelle verifiche allo stato limite di esercizio (SLD).

Per muri non liberi di subire spostamenti relativi rispetto al terreno, il coefficiente β_m assume valore unitario. I valori del coefficiente β_m possono essere incrementati in ragione di particolari caratteristiche prestazionali del muro, prendendo a riferimento il diagramma di Figura 7.11.3 di cui al successivo § 7.11.6.3.2.

Nel caso di muri di sostegno liberi di traslare o di ruotare intorno al piede, si può assumere che l'incremento di spinta dovuta al sisma agisca nello stesso punto di quella statica. Negli altri casi, in assenza di specifici studi, si deve assumere che tale incremento sia applicato a metà altezza del muro.

Lo stato limite di ribaltamento deve essere trattato impiegando coefficienti parziali unitari sulle azioni e sui parametri geotecnici (§ 7.11.1) e utilizzando valori di β_m incrementati del 50% rispetto a quelli innanzi indicati e comunque non superiori all'unità.

Le NTC 2008 calcolano i coefficienti k_h e k_v in dipendenza di vari fattori:

$$k_h = \beta_m \cdot \left(\frac{a_{\max}}{g} \right); \quad k_v = \pm 0.5 \cdot k_h$$

β_m coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito; per i muri che non siano in grado di subire spostamenti relativi rispetto al terreno il coefficiente β_m assume valore unitario. Per i muri liberi di traslare o ruotare intorno al piede, si può assumere che l'incremento di spinta dovuto al sisma agisca nello stesso punto di quella statica. Negli altri casi, in assenza di studi specifici, si assume che tale incremento sia applicato a

metà altezza del muro.

a_{max} = Accelerazione orizzontale massima attesa al sito;

g = Accelerazione di gravità.

Tutti i fattori presenti nelle precedenti formule dipendono dall'accelerazione massima attesa sul sito di riferimento rigido e dalle caratteristiche geomorfologiche del territorio.

$$a_{max} = S \cdot a_g = S_S \cdot S_T \cdot a_g$$

S = coefficiente comprendente l'effetto di amplificazione stratigrafica S_S e di amplificazione topografica S_T .

a_g = accelerazione orizzontale massima attesa su sito di riferimento rigido.

Questi valori sono calcolati come funzione del punto in cui si trova il sito oggetto di analisi. Il parametro di entrata per il calcolo è il tempo di ritorno dell'evento sismico che è valutato come segue:

$$T_R = - \frac{V_R}{\ln(1 - PVR)}$$

Con V_R vita di riferimento della costruzione e PVR probabilità di superamento, nella vita di riferimento, associata allo stato limite considerato. La vita di riferimento dipende dalla vita nominale della costruzione e dalla classe d'uso della costruzione (in linea con quanto previsto al punto 2.4.3 delle NTC). In ogni caso V_R dovrà essere maggiore o uguale a 35 anni.

Per l'applicazione dell'Eurocodice 8 (progettazione geotecnica in campo sismico) il coefficiente sismico orizzontale viene così definito:

$$k_h = \frac{a_{gR} \cdot \gamma_I \cdot S}{g}$$

a_{gR} = Accelerazione di picco di riferimento su suolo rigido affiorante;

γ_I = Fattore di importanza;

S = Soil factor e dipende dal tipo di terreno (da A ad E);

$a_g = a_{gRYI}$ è la "design ground acceleration on type A ground".

Il coefficiente sismico verticale k_v è definito in funzione di k_h , e vale:

$$k_v = \pm 0.5 \cdot k_h$$

Effetto dovuto alla coesione

La coesione induce delle pressioni negative costanti pari a:

$$P_c = -2 \cdot c \cdot \sqrt{K_a}$$

Non essendo possibile stabilire a priori quale sia il decremento indotto nella spinta per effetto della coesione, è stata calcolata un'altezza critica Z_c come segue:

$$Z_c = \frac{2 \cdot c}{\gamma} \cdot \frac{1}{\sqrt{K_A}} - \frac{Q \cdot \frac{\sin \beta}{\sin(\beta + \varepsilon)}}{\gamma}$$

dove

Q = Carico agente sul terrapieno.

Se $Z_c < 0$ è possibile sovrapporre direttamente gli effetti, con decremento pari a:

$$S_c = P_c \cdot H$$

con punto di applicazione pari a $H/2$.

Carico uniforme sul terrapieno

Un carico Q , uniformemente distribuito sul piano campagna induce delle pressioni costanti pari a:

$$P_q = K_a \cdot Q \cdot \frac{\sin \beta}{\sin(\beta + \varepsilon)}$$

Per integrazione, una spinta pari a S_q :

$$S_q = K_a \cdot Q \cdot H \cdot \frac{\sin \beta}{\sin(\beta + \varepsilon)}$$

Con punto di applicazione ad $H/2$, avendo indicato con K_a il coefficiente di spinta attiva secondo Muller-Breslau.

Spinta attiva in condizioni sismiche

In presenza di sisma la forza di calcolo esercitata dal terrapieno sul muro è data da:

$$E_d = \frac{1}{2} \gamma \cdot (1 \pm k_v) \cdot KH^2 + E_{ws} + E_{wd}$$

Dove:

H = Altezza muro;

k_v = Coefficiente sismico verticale;

g = Peso per unità di volume del terreno;

K = Coefficienti di spinta attiva totale (statico + dinamico);

E_{ws} = Spinta idrostatica dell'acqua;

E_{wd} = Spinta idrodinamica.

Per terreni impermeabili la spinta idrodinamica $E_{wd} = 0$, ma viene effettuata una

correzione sulla valutazione dell'angolo ϑ della formula di Mononobe & Okabe così come di seguito:

$$\operatorname{tg} \vartheta = \frac{\gamma_{\text{sat}}}{\gamma_{\text{sat}} - \gamma_w} \frac{k_h}{1 \mp k_v}$$

Nei terreni ad elevata permeabilità in condizioni dinamiche continua a valere la correzione di cui sopra, ma la spinta idrodinamica assume la seguente espressione:

$$E_{\text{wd}} = \frac{7}{12} k_h \gamma_w H'^2$$

Con H' altezza del livello di falda misurato a partire dalla base del muro.

Spinta idrostatica

La falda con superficie distante H_w dalla base del muro induce delle pressioni idrostatiche normali alla parete che, alla profondità z , sono espresse come segue:

$$P_w(z) = \gamma_w \cdot z$$

Con risultante pari a:

$$S_w = \frac{1}{2} \gamma_w \cdot H^2$$

La spinta del terreno immerso si ottiene sostituendo g_t con g'_t ($g'_t = g_{\text{saturo}} - g_w$), peso efficace del materiale immerso in acqua.

Resistenza passiva

Per terreno omogeneo il diagramma delle pressioni risulta lineare del tipo:

$$P_t = K_p \cdot \gamma_t \cdot z$$

per integrazione si ottiene la spinta passiva:

$$S_p = \frac{1}{2} \cdot \gamma_t \cdot H^2 \cdot K_p$$

Avendo indicato con:

$$K_p = \frac{\sin^2(\varphi + \beta)}{\sin^2\beta \cdot \sin(\beta - \delta) \cdot \left[1 - \sqrt{\frac{\sin(\delta + \varphi) \cdot \sin(\varphi + \varepsilon)}{\sin(\beta - \delta) \cdot \sin(\beta - \varepsilon)}} \right]^2}$$

(Muller-Breslau) con valori limiti di δ pari a:

$$\delta < \beta - \varphi - \varepsilon$$

L'espressione di K_p secondo la formulazione di Rankine assume la seguente forma:

$$K_p = \frac{\cos \varepsilon + \sqrt{\cos^2 \varepsilon - \cos^2 \varphi}}{\cos \varepsilon - \sqrt{\cos^2 \varepsilon - \cos^2 \varphi}}$$

Carico limite di fondazioni superficiali su terreni

VESIC - Analisi a breve termine

Affinché la fondazione di un muro possa resistere il carico di progetto con sicurezza nei riguardi della rottura generale deve essere soddisfatta la seguente disuguaglianza:

$$V_d \leq R_d$$

Dove V_d è il carico di progetto, normale alla base della fondazione, comprendente anche il peso del muro; mentre R_d è il carico limite di progetto della fondazione nei confronti di carichi normali, tenendo conto anche dell'effetto di carichi inclinati o eccentrici.

Nella valutazione analitica del carico limite di progetto R_d si devono considerare le situazioni a breve e a lungo termine nei terreni a grana fine. Il carico limite di progetto in condizioni non drenate si calcola come:

$$\frac{R}{A'} \leq (2 + \pi) \cdot c_u \cdot s_c \cdot i_c \cdot d_c + q$$

Dove:

$A' = B' \cdot L'$ area della fondazione efficace di progetto, intesa, in caso di carico eccentrico, come l'area ridotta al cui centro viene applicata la risultante del carico.

c_u = Coesione non drenata;

q = Pressione litostatica totale sul piano di posa;

s_c = Fattore di forma;

$s_c = 0.2 \cdot \left(\frac{B'}{L'} \right)$ per fondazioni rettangolari, il valore di s_c viene assunto pari ad 1 per fondazioni nastriformi

d_c = Fattore di profondità;

$d_c = 0.4 \cdot K$ con $K = \frac{D}{B}$ se $\frac{D}{B} \leq 1$ altrimenti $K = \arctan \frac{D}{B}$

i_c = Fattore correttivo per l'inclinazione del carico dovuta ad un carico H ;

$$i_c = 1 - \frac{2H}{A_f \cdot c_a \cdot N_c}$$

A_f = Area efficace della fondazione;

c_a = Aderenza alla base, pari alla coesione o ad una sua frazione.

VESIC - Analisi a lungo termine

Per le condizioni drenate il carico limite di progetto è calcolato come segue.

$$\frac{R}{A'} \leq c' \cdot N_c \cdot s_c \cdot i_c \cdot d_c + q' \cdot N_q \cdot s_q \cdot i_q \cdot d_q + 0.5 \cdot \gamma' \cdot B' \cdot N_\gamma \cdot s_\gamma \cdot i_\gamma \cdot d_\gamma$$

Dove:

$$N_q = e^{\pi \tan \varphi'} \tan^2 \left(45 + \frac{\varphi'}{2} \right)$$

$$N_c = (N_q - 1) \cdot \cot \varphi'$$

$$N_\gamma = 2 \cdot (N_q + 1) \cdot \tan \varphi'$$

Fattori di forma

$$s_q = 1 + \left(\frac{B'}{L'} \right) \cdot \tan \varphi' \quad \text{per forma rettangolare}$$

$$s_\gamma = 1 - 0.4 \cdot \left(\frac{B'}{L'} \right) \quad \text{per forma rettangolare}$$

$$s_c = 1 + \frac{N_q}{N_c} \cdot \frac{B'}{L'} \quad \text{per forma rettangolare, quadrata o circolare}$$

Fattori inclinazione risultante dovuta ad un carico orizzontale H parallelo a B'

$$i_q = \left(1 - \frac{H}{V + A_f \cdot c_a \cot \varphi'} \right)^m$$

$$i_\gamma = \left(1 - \frac{H}{V + A_f \cdot c_a \cot \varphi'} \right)^{m+1}$$

$$i_c = i_q - \frac{1 - i_q}{N_c \cdot \tan \varphi'}$$

$$m = \frac{2 + \frac{B'}{L'}}{1 + \frac{B'}{L'}}$$

Fattori di profondità

$$d_c = 1 + 0.4K$$

$$d_q = 1 + 2 \tan \varphi' \cdot (1 - \sin \varphi') \cdot K$$

$$\text{con } K = \frac{D}{B} \text{ se } \frac{D}{B} \leq 1 \text{ altrimenti } K = \arctan \frac{D}{B}$$

$$d_\gamma = 1$$

HANSEN - Analisi a breve termine

$$\frac{R}{A'} \leq (2 + \pi) \cdot c_u (1 + s_c + d_c - i_c) + q$$

Dove:

$A' = B' L'$ area della fondazione efficace di progetto, intesa, in caso di carico eccentrico, come l'area ridotta al cui centro viene applicata la risultante del carico.

c_u = Coesione non drenata;

q = Pressione litostatica totale sul piano di posa;

s_c = Fattore di forma, $s_c = 0$ per fondazioni nastriformi;

d_c = Fattore di profondità;

$d_c = 0.4 \cdot K$ con $K = \frac{D}{B}$ se $\frac{D}{B} \leq 1$ altrimenti $K = \arctan \frac{D}{B}$

i_c = Fattore correttivo di inclinazione del carico;

$$i_c = 0.5 - 0.5 \sqrt{1 - \frac{H}{A_f c_a}}$$

A_f = Area efficace della fondazione;

c_a = Aderenza alla base, pari alla coesione o ad una sua frazione.

HANSEN- Analisi a lungo termine

Per le condizioni drenate il carico limite di progetto è calcolato come segue.

$$\frac{R}{A'} \leq c' \cdot N_c \cdot s_c \cdot i_c \cdot d_c + q' \cdot N_q \cdot s_q \cdot i_q \cdot d_q + 0.5 \cdot \gamma' \cdot B' \cdot N_\gamma \cdot s_\gamma \cdot i_\gamma \cdot d_\gamma$$

Dove:

$$N_q = e^{\pi \tan \varphi'} \tan^2 \left(45 + \frac{\varphi'}{2} \right)$$

$$N_c = (N_q - 1) \cdot \cot \varphi'$$

$$N_\gamma = 1.5 \cdot (N_q - 1) \cdot \tan \varphi'$$

Fattori di forma

$$s_q = 1 + \left(\frac{B'}{L'} \right) \cdot \tan \varphi' \quad \text{per forma rettangolare}$$

$$s_\gamma = 1 - 0.4 \cdot \left(\frac{B'}{L'} \right) \quad \text{per forma rettangolare}$$

$$s_c = 1 + \frac{N_q}{N_c} \cdot \frac{B'}{L'} \quad \text{per forma rettangolare, quadrata o circolare.}$$

$$s_c = s_q = s_\gamma = 1 \quad \text{per fondazione nastriforme}$$

Fattori inclinazione risultante dovuta ad un carico orizzontale H parallelo a B'

$$i_q = \left(1 - \frac{0.5 \cdot H}{V + A_f \cdot c_a \cot \phi'} \right)^5$$

$$i_\gamma = \left(1 - \frac{0.7 \cdot H}{V + A_f \cdot c_a \cot \phi'} \right)^5$$

$$i_c = i_q - \frac{1 - i_q}{N_q - 1}$$

Fattori di profondità

$$d_c = 1 + 0.4K$$

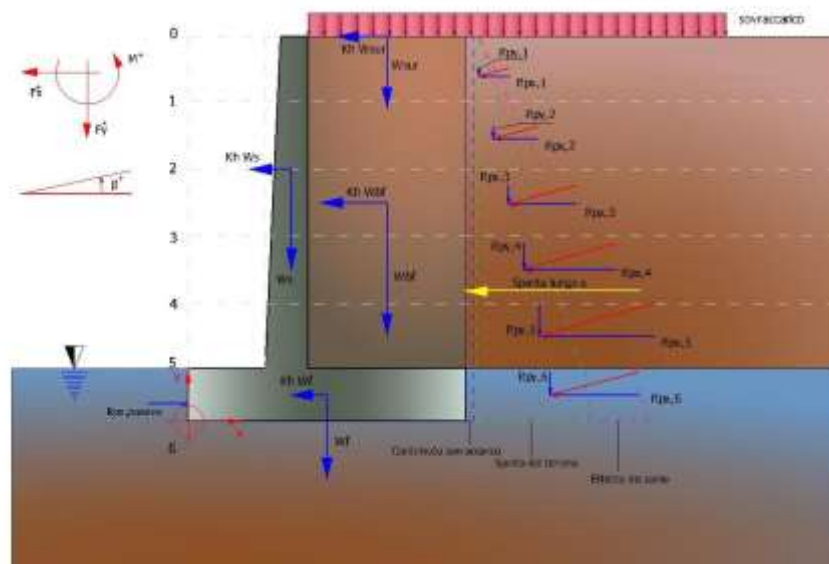
$$d_q = 1 + 2 \tan \phi (1 - \sin \phi) \cdot K$$

$$\text{con } K = \frac{D}{B} \text{ se } \frac{D}{B} \leq 1 \text{ altrimenti } K = \arctan \frac{D}{B}$$

$$d_\gamma = 1$$

Sollecitazioni muro

Per il calcolo delle sollecitazioni il muro è stato discretizzato in n-tratti in funzione delle sezioni significative e per ogni tratto sono state calcolate le spinte del terreno (valutate secondo un piano di rottura passante per il paramento lato monte), le risultanti delle forze orizzontali e verticali e le forze inerziali.



Schema delle forze agenti su un muro e convenzioni sui segni

Calcolo delle spinte per le verifiche globali

Le spinte sono state valutate ipotizzando un piano di rottura passante per l'estradosso della mensola di fondazione lato monte, tale piano è stato discretizzato in n-tratti.

Convenzione segni

Forze verticali positive se dirette dall'alto verso il basso;
Forze orizzontali positive se dirette da monte verso valle;
Coppie positive se antiorarie;
Angoli positivi se antiorari.

TEORIA DI CALCOLO VERIFICHE ESEGUITE CON SLOPE GEOStru

Definizione

Per pendio s'intende una porzione di versante naturale il cui profilo originario è stato modificato da interventi artificiali rilevanti rispetto alla stabilità. Per frana s'intende una situazione di instabilità che interessa versanti naturali e coinvolgono volumi considerevoli di terreno.

Introduzione all'analisi di stabilità

La risoluzione di un problema di stabilità richiede la presa in conto delle equazioni di campo e dei legami costitutivi. Le prime sono di equilibrio, le seconde descrivono il comportamento del terreno. Tali equazioni risultano particolarmente complesse in quanto i terreni sono dei sistemi multifase, che possono essere ricondotti a sistemi monofase solo in condizioni di terreno secco, o di analisi in condizioni drenate.

Nella maggior parte dei casi ci si trova a dover trattare un materiale che se saturo è per lo meno bifase, ciò rende la trattazione delle equazioni di equilibrio notevolmente complicata. Inoltre è praticamente impossibile definire una legge costitutiva di validità generale, in quanto i terreni presentano un comportamento non-lineare già a piccole deformazioni, sono anisotropi ed inoltre il loro comportamento dipende non solo dallo sforzo deviatorico ma anche da quello normale. A causa delle suddette difficoltà vengono introdotte delle ipotesi semplificative:

Si usano leggi costitutive semplificate: modello rigido perfettamente plastico. Si assume che la resistenza del materiale sia espressa unicamente dai parametri coesione (c) e angolo di resistenza al taglio (ϕ), costanti per il terreno e caratteristici dello stato plastico; quindi si suppone valido il criterio di rottura di Mohr-Coulomb.

In alcuni casi vengono soddisfatte solo in parte le equazioni di equilibrio.

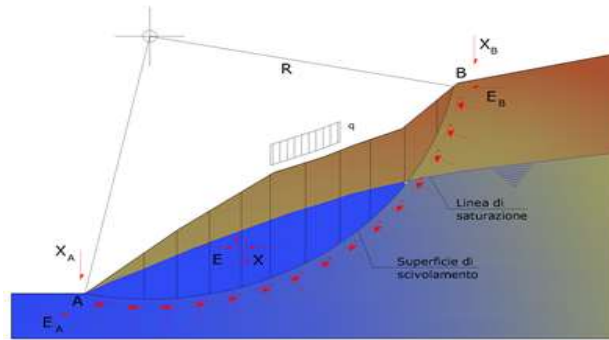
Metodo equilibrio limite (LEM)

Il metodo dell'equilibrio limite consiste nello studiare l'equilibrio di un corpo rigido, costituito dal pendio e da una superficie di scorrimento di forma qualsiasi (linea retta, arco di cerchio, spirale logaritmica); da tale equilibrio vengono calcolate le tensioni da taglio (t) e confrontate con la resistenza disponibile (t_f), valutata secondo il criterio di rottura di Coulomb, da tale confronto ne scaturisce la prima indicazione sulla stabilità attraverso il coefficiente di sicurezza:

$$F = \tau_f / \tau$$

Tra i metodi dell'equilibrio limite alcuni considerano l'equilibrio globale del corpo rigido (Culman), altri a causa della non omogeneità dividono il corpo in conci considerando l'equilibrio di ciascuno (Fellenius, Bishop, Janbu ecc.).

Di seguito vengono discussi i metodi dell'equilibrio limite dei conci.



Metodo dei concii

La massa interessata dallo scivolamento viene suddivisa in un numero conveniente di concii. Se il numero dei concii è pari a n , il problema presenta le seguenti incognite:

- n valori delle forze normali N_i agenti sulla base di ciascun concio;
- n valori delle forze di taglio alla base del concio T_i ;
- $(n-1)$ forze normali E_i agenti sull'interfaccia dei concii;
- $(n-1)$ forze tangenziali X_i agenti sull'interfaccia dei concii;
- n valori della coordinata a che individua il punto di applicazione delle E_i ;
- $(n-1)$ valori della coordinata che individua il punto di applicazione delle X_i ;
- una incognita costituita dal fattore di sicurezza F .

Complessivamente le incognite sono $(6n-2)$.

Mentre le equazioni a disposizione sono:

- equazioni di equilibrio dei momenti n ;
- equazioni di equilibrio alla traslazione verticale n ;
- equazioni di equilibrio alla traslazione orizzontale n ;
- equazioni relative al criterio di rottura n .

Totale numero di equazioni $4n$.

Il problema è staticamente indeterminato ed il grado di indeterminazione è pari a :

$$i = (6n - 2) - (4n) = 2n - 2$$

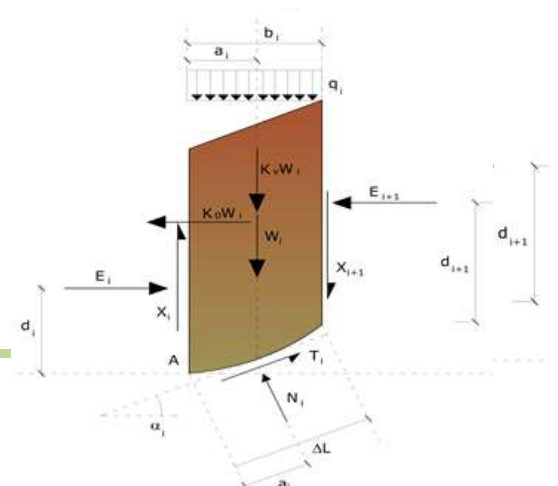
Il grado di indeterminazione si riduce ulteriormente a $(n-2)$ in quanto si fa l'assunzione che N_i sia applicato nel punto medio della striscia. Ciò equivale ad ipotizzare che le tensioni normali totali siano uniformemente distribuite.

I diversi metodi che si basano sulla teoria dell'equilibrio limite si differenziano per il modo in cui vengono eliminate le $(n-2)$ indeterminazioni.

Metodo di Fellenius (1927)

Con questo metodo (valido solo per superfici di scorrimento di forma circolare) vengono trascurate le forze di interstriscia pertanto le incognite si riducono a:

- n valori delle forze normali N_i ;
- n valori delle forze da taglio T_i ;



1 fattore di sicurezza.

Incognite (2n+1).

Le equazioni a disposizione sono:

n equazioni di equilibrio alla traslazione verticale;

n equazioni relative al criterio di rottura;

equazione di equilibrio dei momenti globale.

$$F = \frac{\sum \{ c_i \times l_i + (W_i \times \cos \alpha_i - u_i \times l_i) \times \tan \varphi_i \}}{\sum W_i \times \sin \alpha_i}$$

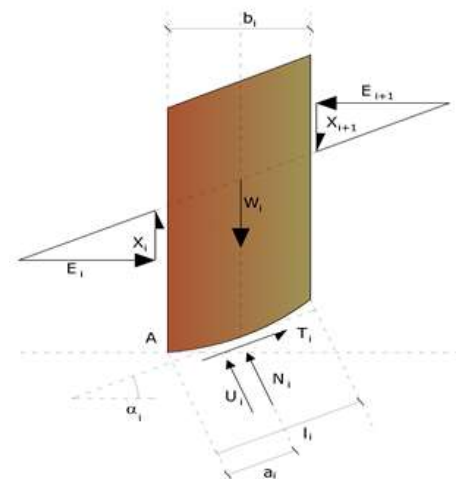
Questa equazione è semplice da risolvere ma si è trovato che fornisce risultati conservativi (fattori di sicurezza bassi) soprattutto per superfici profonde.

Metodo di Bishop (1955)

Con tale metodo non viene trascurato nessun contributo di forze agenti sui blocchi e fu il primo a descrivere i problemi legati ai metodi convenzionali. Le equazioni usate per risolvere il problema sono:

$$\sum F_y = 0, \quad \sum M_0 = 0 \quad \text{Criterio di rottura}$$

$$F = \frac{\sum \{ c_i \times b_i + (W_i - u_i \times b_i + \Delta X_i) \times \tan \varphi_i \} \times \frac{\sec \alpha_i}{1 + \tan \alpha_i \times \tan \varphi_i / F}}{\sum W_i \times \sin \alpha_i}$$



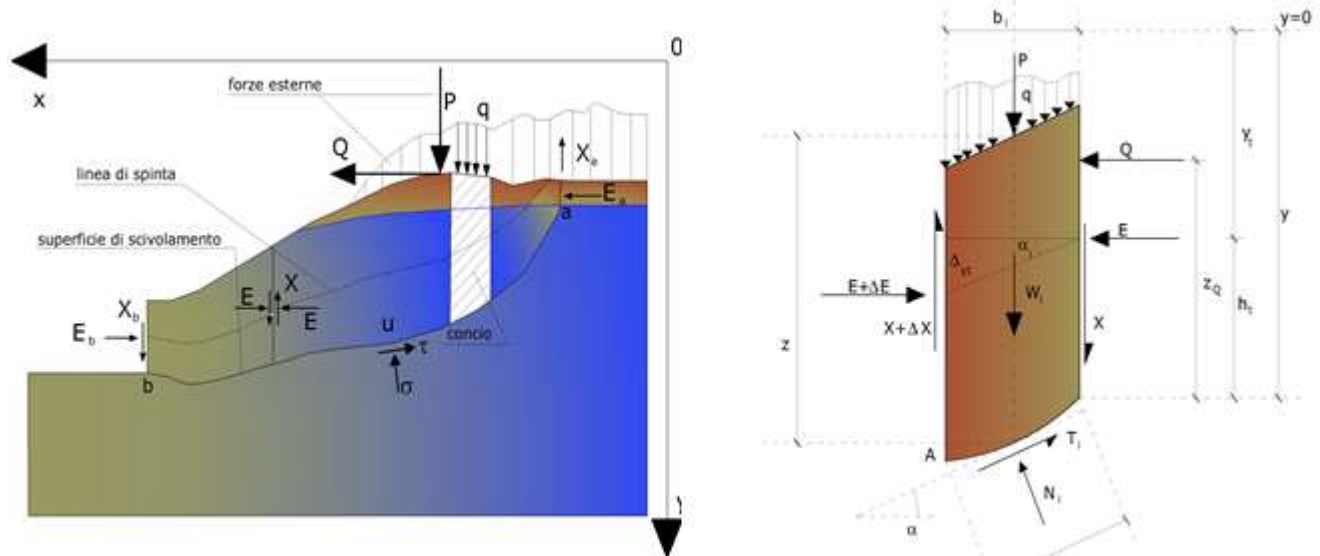
I valori di F e di DX per ogni elemento che soddisfano questa equazione danno una soluzione rigorosa al problema. Come prima approssimazione conviene porre DX = 0 ed iterare per il calcolo del fattore di sicurezza, tale procedimento è noto come metodo di Bishop ordinario, gli errori commessi rispetto al metodo completo sono di circa 1 %.

Metodo di Janbu (1967)

Janbu estese il metodo di Bishop a superfici di scorrimento di forma qualsiasi.

Quando vengono trattate superfici di scorrimento di forma qualsiasi il braccio delle forze cambia (nel caso delle superfici circolari resta costante e pari al raggio). A tal motivo risulta più conveniente valutare l'equazione del momento rispetto allo spigolo di ogni blocco.

$$F = \frac{\sum \{ c_i \times b + (W_i - u_i \times b_i + \Delta X_i) \times \tan \varphi_i \} \times \frac{\sec^2 \alpha_i}{1 + \tan \alpha_i \times \tan \varphi_i / F}}{\sum W_i \times \tan \alpha_i}$$

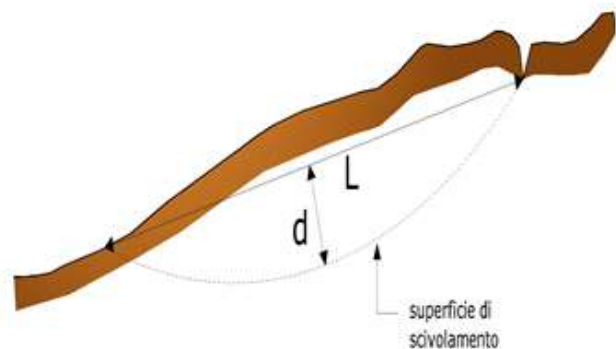
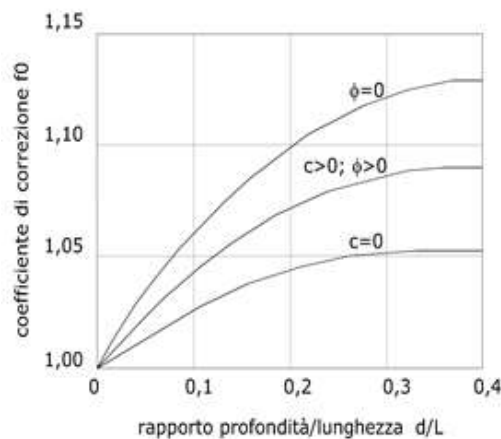


Azioni sul concio i-esimo secondo le ipotesi di Janbu e rappresentazione d'insieme dell'ammasso

Assumendo $DX_i = 0$ si ottiene il metodo ordinario. Janbu propose inoltre un metodo per la correzione del fattore di sicurezza ottenuto con il metodo ordinario secondo la seguente:

$$F_{\text{corretto}} = f_0 \cdot F$$

dove f_0 è riportato in grafici funzione di geometria e parametri geotecnici. Tale correzione è molto attendibile per pendii poco inclinati.



SOGLIA A – CONDIZIONE SENZA ACQUA A MONTE DELLA SOGLIA

La condizione esaminata rappresenta una sezione rappresentativa della soglia A. Le verifiche sono condotte nella condizione in cui a monte della soglia non viene invasata acqua. Viene presa in conto la presenza della sottospinta.

VERIFICA A RIBALTAMENTO, VERIFICA ALLO SCORRIMENTO, CARICO LIMITE**Dati progetto:**

Titolo progetto COMUNE DI ABBASANTA' Interventi per il superamento delle problematiche idrauliche del canale coperto "rio bonorchis" loc. "s'olia" realizzazione di un bacino di laminazione a monte dell'abitato

Descrizione del progetto Soglia A- condizione senza acqua a monte della soglia

Committente COMUNE DI ABBASANTA

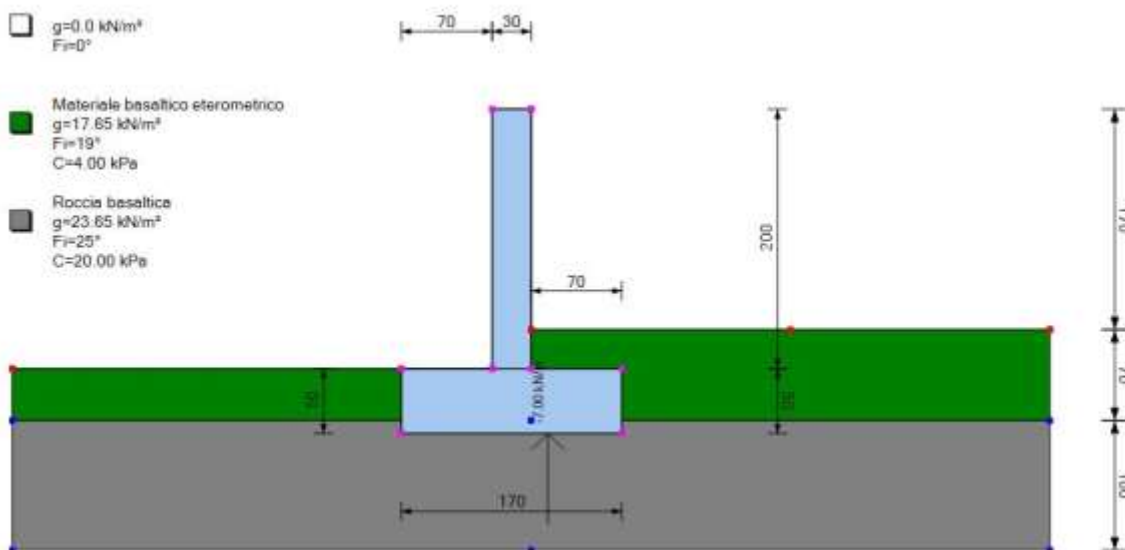
Progettista Dott. Ing. Andrea Lostia Sud Ovest Engineering S.r.l.

Dati generali:

Condizioni ambientali	Ordinarie
Normativa GEO	NTC 2018
Normativa STR	NTC 2018
Spinta	Rankine [1857]

Dati generali muro

Altezza muro	200.0	cm
Spessore testa muro	30.0	cm
Risega muro lato valle	0.0	cm
Risega muro lato monte	0.0	cm
Sporgenza mensola a valle	70.0	cm
Sporgenza mensola a monte	70.0	cm
Svaso mensola a valle	0.0	cm
Altezza estremità mensola a valle	50.0	cm
Altezza estremità mensola a monte	50.0	cm



Caratteristiche di resistenza dei materiali impiegati**Conglomerati**

Classe Calcestruzzo	fck,cubi [Mpa]	Ec [Mpa]	fck [Mpa]	fcd [Mpa]	fctd [Mpa]	fctm [Mpa]
C25/30	30	31470	25	14.16	1.19	2.56

Acciai:

Classe acciaio	Es [Mpa]	fyk [Mpa]	fyd [Mpa]	ftk [Mpa]	ftd [Mpa]	ep_tk	epd_ult	B1*B2 iniziale	B1*B2 finale
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

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	170	0	.00	0	0.00	0	No			
2	70	0	17.65	19	4.00	13	Si		Material e basaltico eterometrico	
3	100	0	23.65	25	20.00	16	Si		Roccia basaltica	

Carichi concentrati

Descrizione	Posizione x (cm)	Posizione y (cm)	Fx (kN/m)	Fy (kN/m)	Mz (kNm/m)
Sottospinta	113.0	0.0	0.0	-7.00	0.0

Fattori di combinazione**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	1.50
5	Spinta sismica in x	1.50
6	Spinta sismica in y	1.50
7	Sottospinta	1.50

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
7	Sottopinta	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
7	Sottopinta	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 K_h 0.019Coefficiente sismico verticale K_v 0.01**CALCOLO SPINTE****Discretizzazione terreno**

Qi	Quota iniziale strato (cm);
Qf	Quota finale strato (cm);
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
250.0	210.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
210.0	170.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
170.0	130.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
130.0	90.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
90.0	80.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
80.0	50.0	17.65	0.0	19.0	0.0	4.0	0.0	Falda

Coefficienti di spinta ed inclinazioni

μ	Angolo di direzione della spinta.
K_a	Coefficiente di spinta attiva.
K_d	Coefficiente di spinta dinamica.
D_k	Coefficiente di incremento dinamico.
K_{ax}, K_{ay}	Componenti secondo x e y del coefficiente di spinta attiva.
D_{kx}, D_{ky}	Componenti secondo x e y del coefficiente di incremento dinamico.

μ	K_a	K_d	D_k	K_{ax}	K_{ay}	D_{kx}	D_{ky}
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	0.51	0.54	0.04	0.51	0.0	0.04	0.0

Spinte risultanti e punto di applicazione

Qi	Quota iniziale strato (cm)
----	----------------------------

Qf Quota finale strato (cm)

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	250.0	210.0	0.0	0.0	230.0	230.0
2	210.0	170.0	0.0	0.0	190.0	190.0
3	170.0	130.0	0.0	0.0	150.0	150.0
4	130.0	90.0	0.0	0.0	110.0	110.0
5	90.0	80.0	0.0	0.0	85.0	85.0
6	80.0	50.0	0.68	0.0	60.29	50.0

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
	210.0	0.06	3.0	85.0	230.0
	170.0	0.11	6.0	85.0	210.0
	130.0	0.17	9.0	85.0	190.0
	90.0	0.23	12.0	85.0	170.0
	80.0	0.24	12.75	85.0	165.0
	50.0	0.29	15.0	85.0	150.0

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
	210.0	0.06	3.0	0.01	30.0
	170.0	0.11	6.0	0.05	30.0
	130.0	0.17	9.0	0.1	30.0
	90.0	0.23	12.0	0.18	30.0
	80.0	0.24	12.75	0.21	30.0
	50.0	0.97	15.0	0.36	30.0

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
6Ø12 (6.79)	6Ø12 (6.79)	2.94	61.07	S	103.07	0.0	1773.3
6Ø12 (6.79)	6Ø12 (6.79)	6.11	61.43	S	103.11	0.0	886.98
6Ø12 (6.79)	6Ø12 (6.79)	9.28	61.78	S	103.15	0.0	591.54
6Ø12 (6.79)	6Ø12 (6.79)	12.43	62.14	S	103.19	0.0	443.82
6Ø12 (6.79)	6Ø12 (6.79)	13.06	62.21	S	103.2	0.0	417.75
6Ø12 (6.79)	6Ø12 (6.79)	15.59	62.5	S	103.22	0.0	104.69

VERIFICHE GLOBALI

Piano di rottura passante per $(xr1, yr1) = (170.0/0.0)$

Piano di rottura passante per $(xr2, yr2) = (170.0/80.0)$

Centro di rotazione $(xro, yro) = (0.0/0.0)$

Discretizzazione terreno

Qi Quota iniziale strato (cm);
 Qf Quota finale strato (cm);
 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
80.0	50.0	17.65	0.0	19.0	0.0	4.0	0.0	Falda
50.0	10.0	17.65	0.0	19.0	0.0	4.0	0.0	Falda
10.0	0.0	23.65	0.0	25.0	0.0	20.0	0.0	Falda

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
0.0	0.51	0.54	0.04	0.51	0.0	0.04	0.0
0.0	0.51	0.54	0.04	0.51	0.0	0.04	0.0
0.0	0.41	0.43	0.03	0.41	0.0	0.03	0.0

Spinte risultanti e punto di applicazione

Qi Quota iniziale strato (cm)

Qf Quota finale strato (cm)

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	80.0	50.0	0.75	0.0	60.73	50.0
2	50.0	10.0	3.0	0.0	27.46	10.0
3	10.0	0.0	1.11	0.0	4.89	0.0

SPINTE IN FONDAZIONE**Discretizzazione terreno**

Qi Quota iniziale strato (cm);

Qf Quota finale strato (cm);

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
50.0	0.0	23.65	180.0	25.0	0.0	20.0	180.0	Falda

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
180.0	2.46	-2.46	0.0

Spinte risultanti e punto di applicazione

Qi Quota iniziale strato (cm)

Qf Quota finale strato (cm)

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	50.0	0.0	-36.88	0.0	23.76	16.67

Sollecitazioni totali

Fx Forza in direzione x (kN);

Fy Forza in direzione y (kN);

M Momento (kNm);

Spinta terreno	4.86	0.0	1.33
Carichi esterni	0.0	-10.5	11.87
Peso muro	0.43	15.0	-12.11
Peso fondazione	0.61	21.25	-17.91
Sovraccarico	0.0	0.0	0.0
Terr. fondazione	0.11	4.82	-6.44
Spinte fondazione	-36.88	0.0	-8.76
	-30.89	30.57	-32.02

Momento stabilizzante -37.32 kNm

Momento ribaltante 5.3 kNm

Verifica alla traslazione [A1+MA+R3]

Sommatoria forze orizzontali	6.0	kN
Sommatoria forze verticali	30.57	kN
Coefficiente di attrito	0.47	
Adesione	20.0	kPa
Angolo piano di scorrimento	-360.0	°
Forze normali al piano di scorrimento	30.57	kN
Forze parall. al piano di scorrimento	6.0	kN
Resistenza terreno	85.14	kN
Coeff. sicurezza traslazione Csd	12.91	
Traslazione verificata Csd > 1		

Verifica al ribaltamento [A1+MA+R3]

Momento stabilizzante	-37.32	kNm
Momento ribaltante	5.3	kNm
Coeff. sicurezza ribaltamento Csv	6.13	
Muro verificato a ribaltamento Csv > 1		

Carico limite verticale VESIC [A1+MA+R3]

Somma forze in direzione x (Fx)	-30.89 kN	
Somma forze in direzione y (Fy)	30.57 kN	
Somma momenti	-32.02 kNm	
Larghezza fondazione	170.0 cm	
Lunghezza	800.0 cm	
Eccentricità su B	19.75 cm	
Peso unità di volume	23.65 kN/m ³	
Angolo di resistenza al taglio	25.0 °	
Coesione	20.0 kPa	
Terreno sulla fondazione	50.0 cm	
Peso terreno sul piano di posa	17.65 kN/m ³	
Nq	10.66	
Nc	20.72	
Ng	10.88	
Fattori di forma		
sq	1.08	
sc	1.08	
sg	0.93	
Inclinazione carichi		
iq	0.44	
ic	0.38	
ig	0.28	
Fattori di profondità		
dq	1.12	
dc	1.15	
dg	1.0	
Carico limite verticale (Qlim)	315.97	kN
Fattore sicurezza (Csq=Qlim/Fy)	7.38	

Carico limite verificato $C_{sq} > 1$ **Tensioni sul terreno**

Ascissa centro sollecitazione	104.75	cm
Larghezza della fondazione	170.0	cm
x = 0.0 cm	5.45	kPa
x = 170.0 cm	30.52	kPa

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
70.0	-36.88	1.33	1.34	50.0

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
6Ø12 (6.79)	6Ø12 (6.79)	37.57	120.44	S	153.55	0.0	113.53

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
100.0	1.11	-15.79	3.42	50.0
113.0	1.11	-4.86	1.39	50.0

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
6Ø12 (6.79)	6Ø12 (6.79)	1.19	113.09	S	153.06	0.0	9.5
6Ø12 (6.79)	6Ø12 (6.79)	1.19	113.09	S	153.06	0.0	30.88

A_Unitari+M1+RSLV [GEO+STR]

Coefficiente sismico orizzontale Kh	0.019
Coefficiente sismico verticale Kv	0.01

CALCOLO SPINTE**Discretizzazione terreno**

Qi	Quota iniziale strato (cm);
Qf	Quota finale strato (cm);
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
250.0	210.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
210.0	170.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
170.0	130.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
130.0	90.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
90.0	80.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
80.0	50.0	17.65	0.0	19.0	0.0	4.0	0.0	Falda

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
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	0.51	0.54	0.04	0.51	0.0	0.04	0.0

Spinte risultanti e punto di applicazione

Qi Quota iniziale strato (cm)
 Qf Quota finale strato (cm)
 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	250.0	210.0	0.0	0.0	230.0	230.0
2	210.0	170.0	0.0	0.0	190.0	190.0
3	170.0	130.0	0.0	0.0	150.0	150.0
4	130.0	90.0	0.0	0.0	110.0	110.0
5	90.0	80.0	0.0	0.0	85.0	85.0
6	80.0	50.0	0.45	0.0	60.29	50.0

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
	210.0	0.06	3.0	85.0	230.0
	170.0	0.11	6.0	85.0	210.0
	130.0	0.17	9.0	85.0	190.0
	90.0	0.23	12.0	85.0	170.0
	80.0	0.24	12.75	85.0	165.0
	50.0	0.29	15.0	85.0	150.0

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
	210.0	0.06	3.0	0.01	30.0
	170.0	0.11	6.0	0.05	30.0
	130.0	0.17	9.0	0.1	30.0
	90.0	0.23	12.0	0.18	30.0
	80.0	0.24	12.75	0.21	30.0
	50.0	0.74	15.0	0.33	30.0

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

Afv Area dei ferri lato valle.
 Afrm 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. VTmin{Vrd; Vwd}/Vsdu
 Vsdu Taglio di calcolo (kN);

Afv	Afrm	Nu	Mu	Ver.	Vrd	Vwd	Sic. VT
6Ø12 (6.79)	6Ø12 (6.79)	2.94	61.07	S	103.07	0.0	1773.3
6Ø12 (6.79)	6Ø12 (6.79)	6.11	61.43	S	103.11	0.0	886.98
6Ø12 (6.79)	6Ø12 (6.79)	9.28	61.78	S	103.15	0.0	591.54
6Ø12 (6.79)	6Ø12 (6.79)	12.43	62.14	S	103.19	0.0	443.82
6Ø12 (6.79)	6Ø12 (6.79)	13.06	62.21	S	103.2	0.0	417.75
6Ø12 (6.79)	6Ø12 (6.79)	15.59	62.5	S	103.22	0.0	136.86

VERIFICHE GLOBALI

Piano di rottura passante per (xr1,yr1) = (170.0/0.0)

Piano di rottura passante per (xr2,yr2) = (170.0/80.0)

Centro di rotazione (xro,yro) = (0.0/0.0)

Discretizzazione terreno

Qi Quota iniziale strato (cm);
 Qf Quota finale strato (cm);
 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
80.0	50.0	17.65	0.0	19.0	0.0	4.0	0.0	Falda
50.0	10.0	17.65	0.0	19.0	0.0	4.0	0.0	Falda
10.0	0.0	23.65	0.0	25.0	0.0	20.0	0.0	Falda

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
0.0	0.51	0.54	0.04	0.51	0.0	0.04	0.0
0.0	0.51	0.54	0.04	0.51	0.0	0.04	0.0
0.0	0.41	0.43	0.03	0.41	0.0	0.03	0.0

Spinte risultanti e punto di applicazione

Qi Quota iniziale strato (cm)
 Qf Quota finale strato (cm)
 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	80.0	50.0	0.5	0.0	60.73	50.0
2	50.0	10.0	2.0	0.0	27.46	10.0
3	10.0	0.0	0.74	0.0	4.89	0.0

SPINTE IN FONDAZIONE

Discretizzazione terreno

Qi Quota iniziale strato (cm);
 Qf Quota finale strato (cm);
 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
50.0	0.0	23.65	180.0	25.0	0.0	20.0	180.0	Falda

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
180.0	2.46	-2.46	0.0

Spinte risultanti e punto di applicazione

Qi	Quota iniziale strato (cm)
Qf	Quota finale strato (cm)
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	50.0	0.0	-36.88	0.0	23.76	16.67

Sollecitazioni totali

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

	Fx	Fy	M
Spinta terreno	3.24	0.0	0.89
Carichi esterni	0.0	-7.0	7.91
Peso muro	0.29	15.0	-12.32
Peso fondazione	0.4	21.25	-17.96
Sovraccarico	0.0	0.0	0.0
Terr. fondazione	0.07	3.71	-4.96
Spinte fondazione	-36.88	0.0	-8.76
	-32.89	32.96	-35.21

Momento stabilizzante	-35.82 kNm
Momento ribaltante	0.61 kNm

Verifica alla traslazione [A Unitari+M1+RSLV]

Sommatoria forze orizzontali	4.0 kN
Sommatoria forze verticali	32.96 kN
Coefficiente di attrito	0.47
Adesione	20.0 kPa
Angolo piano di scorrimento	-360.0 °
Forze normali al piano di scorrimento	32.96 kN
Forze parall. al piano di scorrimento	4.0 kN
Resistenza terreno	86.25 kN
Coeff. sicurezza traslazione Csd	21.58
Traslazione verificata Csd>1	

Verifica al ribaltamento [A Unitari+M1+RSLV]

Momento stabilizzante	-35.82 kNm
-----------------------	------------

Momento ribaltante 0.61 kNm
Coeff. sicurezza ribaltamento C_{sv} 58.69
Muro verificato a ribaltamento $C_{sv} > 1$

Carico limite verticale VESIC [A Unitari+M1+RSLV]

Somma forze in direzione x (F_x)	-32.89 kN	
Somma forze in direzione y (F_y)	32.96 kN	
Somma momenti	-35.21 kNm	
Larghezza fondazione	170.0 cm	
Lunghezza	800.0 cm	
Eccentricità su B	21.83 cm	
Peso unità di volume	23.65 kN/m ³	
Angolo di resistenza al taglio	25.0 °	
Coesione	20.0 kPa	
Terreno sulla fondazione	50.0 cm	
Peso terreno sul piano di posa	17.65 kN/m ³	
N_q	10.66	
N_c	20.72	
N_g	10.88	
Fattori di forma		
s_q	1.07	
s_c	1.08	
s_g	0.94	
Inclinazione carichi		
i_q	0.41	
i_c	0.35	
i_g	0.26	
Fattori di profondità		
d_q	1.12	
d_c	1.16	
d_g	1.0	
Carico limite verticale (Q_{lim})	281.55	kN
Fattore sicurezza ($C_{sq} = Q_{lim} / F_y$)	7.12	

Carico limite verificato $C_{sq} > 1$

Tensioni sul terreno

Ascissa centro sollecitazione	106.83	cm
Larghezza della fondazione	170.0	cm

$x = 0.0$ cm	4.45	kPa
$x = 170.0$ cm	34.32	kPa

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
70.0	-36.88	1.33	1.43	50.0

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
6Ø12 (6.79)	6Ø12 (6.79)	37.57	120.44	S	153.55	0.0	113.53

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
100.0	0.74	-14.26	3.8	50.0
113.0	0.74	-6.57	1.99	50.0

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
6Ø12 (6.79)	6Ø12 (6.79)	0.73	112.99	S	153.05	0.0	10.52
6Ø12 (6.79)	6Ø12 (6.79)	0.73	112.99	S	153.05	0.0	22.85

A_Unitari+M1+RSLV+Beta (+50%) [GEO+STR]

Coefficiente sismico orizzontale Kh	0.019
Coefficiente sismico verticale Kv	0.01

CALCOLO SPINTE**Discretizzazione terreno**

Qi	Quota iniziale strato (cm);
Qf	Quota finale strato (cm);
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
250.0	210.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
210.0	170.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
170.0	130.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
130.0	90.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
90.0	80.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
80.0	50.0	17.65	0.0	19.0	0.0	4.0	0.0	Falda

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
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	0.51	0.56	0.06	0.51	0.0	0.06	0.0

Spinte risultanti e punto di applicazione

Qi Quota iniziale strato (cm)
 Qf Quota finale strato (cm)
 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	250.0	210.0	0.0	0.0	230.0	230.0
2	210.0	170.0	0.0	0.0	190.0	190.0
3	170.0	130.0	0.0	0.0	150.0	150.0
4	130.0	90.0	0.0	0.0	110.0	110.0
5	90.0	80.0	0.0	0.0	85.0	85.0
6	80.0	50.0	0.46	0.0	60.45	50.0

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
	210.0	0.09	3.0	85.0	230.0
	170.0	0.17	6.0	85.0	210.0
	130.0	0.26	9.0	85.0	190.0
	90.0	0.34	12.0	85.0	170.0
	80.0	0.36	12.75	85.0	165.0
	50.0	0.43	15.0	85.0	150.0

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
	210.0	0.09	3.0	0.02	30.0
	170.0	0.17	6.0	0.07	30.0
	130.0	0.26	9.0	0.15	30.0
	90.0	0.34	12.0	0.27	30.0
	80.0	0.36	12.75	0.31	30.0
	50.0	0.89	15.0	0.48	30.0

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. VTmin{Vrd; Vwd}/Vsdu
 Vsdu Taglio di calcolo (kN);

Afv	Afm	Nu	Mu	Ver.	Vrd	Vwd	Sic. VT
6Ø12 (6.79)	6Ø12 (6.79)	2.94	61.07	S	103.07	0.0	1182.2
6Ø12 (6.79)	6Ø12 (6.79)	6.11	61.43	S	103.11	0.0	591.32
6Ø12 (6.79)	6Ø12 (6.79)	9.28	61.78	S	103.15	0.0	394.36
6Ø12 (6.79)	6Ø12 (6.79)	12.43	62.14	S	103.19	0.0	295.88
6Ø12 (6.79)	6Ø12 (6.79)	13.06	62.21	S	103.2	0.0	278.5
6Ø12 (6.79)	6Ø12 (6.79)	15.59	62.5	S	103.22	0.0	113.81

VERIFICHE GLOBALI

Piano di rottura passante per (xr1,yr1) = (170.0/0.0)

Piano di rottura passante per (xr2,yr2) = (170.0/80.0)

Centro di rotazione (xro,yro) = (0.0/0.0)

Discretizzazione terreno

Qi Quota iniziale strato (cm);
 Qf Quota finale strato (cm);
 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
80.0	50.0	17.65	0.0	19.0	0.0	4.0	0.0	Falda
50.0	10.0	17.65	0.0	19.0	0.0	4.0	0.0	Falda
10.0	0.0	23.65	0.0	25.0	0.0	20.0	0.0	Falda

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
0.0	0.51	0.56	0.06	0.51	0.0	0.06	0.0
0.0	0.51	0.56	0.06	0.51	0.0	0.06	0.0
0.0	0.41	0.44	0.04	0.41	0.0	0.04	0.0

Spinte risultanti e punto di applicazione

Qi Quota iniziale strato (cm)
 Qf Quota finale strato (cm)
 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	80.0	50.0	0.53	0.0	61.06	50.0
2	50.0	10.0	2.02	0.0	27.53	10.0
3	10.0	0.0	0.74	0.0	4.9	0.0

SPINTE IN FONDAZIONE

Discretizzazione terreno

Qi Quota iniziale strato (cm);
 Qf Quota finale strato (cm);
 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
50.0	0.0	23.65	180.0	25.0	0.0	20.0	180.0	Falda

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
180.0	2.46	-2.46	0.0

Spinte risultanti e punto di applicazione

Qi	Quota iniziale strato (cm)
Qf	Quota finale strato (cm)
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	50.0	0.0	-36.88	0.0	23.76	16.67

Sollecitazioni totali

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

	Fx	Fy	M
Spinta terreno	3.29	0.0	0.92
Carichi esterni	0.0	-7.0	7.91
Peso muro	0.43	15.0	-12.11
Peso fondazione	0.61	21.25	-17.91
Sovraccarico	0.0	0.0	0.0
Terr. fondazione	0.11	3.71	-4.94
Spinte fondazione	-36.88	0.0	-8.76
	-32.45	32.96	-34.89

Momento stabilizzante -35.82 kNm

Momento ribaltante 0.93 kNm

Verifica al ribaltamento [A Unitari+M1+RSLV+Beta]

Momento stabilizzante -35.82 kNm

Momento ribaltante 0.93 kNm

Coeff. sicurezza ribaltamento Csv 38.68**Muro verificato a ribaltamento Csv>1****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
---------	----	----	---	---

70.0 -36.88 1.06 1.31 50.0

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
6Ø12 (6.79)	6Ø12 (6.79)	37.57	120.44	S	153.55	0.0	141.84

MENSOLA A MONTE

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

Xprogr.	Fx	Fy	M	H
100.0	0.74	-13.99	3.69	50.0
113.0	0.74	-6.31	1.91	50.0

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
6Ø12 (6.79)	6Ø12 (6.79)	0.73	112.99	S	153.05	0.0	10.73
6Ø12 (6.79)	6Ø12 (6.79)	0.73	112.99	S	153.05	0.0	23.78

Verifica di stabilità globale

Calcolo eseguito secondo	NTC 2018
Numero di strati	2.0
Numero dei conci	10.0
Grado di sicurezza ritenuto accettabile	1.0
Coefficiente parziale resistenza (R)	1.1
Analisi	Condizione drenata
Superficie di forma circolare	

Maglia dei Centri

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	1.91	m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	6.14	m
Ascissa vertice destro superiore xs	5.52	m
Ordinata vertice destro superiore ys	7.57	m
Passo di ricerca	10.0	
Numero di celle lungo x	10.0	
Numero di celle lungo y	10.0	

Coefficienti sismici [N.T.C.]**Dati generali**

Tipo opera:	
Classe d'uso:	II
Vita nominale:	50.0 [anni]
Vita di riferimento:	50.0 [anni]

Parametri sismici su sito di riferimento

Categoria sottosuolo:	A
Categoria topografica:	T1

	SLO	SLD	SLV	SLC
SS Amplificazione stratigrafica	1,00	1,00	1,00	1,00
CC Coeff. funz categoria	1,00	1,00	1,00	1,00
ST Amplificazione topografica	1,00	1,00	1,00	1,00

Coefficienti sismici orizzontali e verticali

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0.004	0.005	0.010	0.012
kv	0.002	0.002	0.005	0.006
Amax [m/s²]	0.182	0.230	0.490	0.591
Beta	0.200	0.200	0.200	0.200

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0.000	0.013	0.023	0.000
kv	--	0.007	0.011	--
Amax [m/s²]	0.219	0.277	0.588	0.710
Beta	--	0.470	0.380	--

Coefficiente azione sismica orizzontale 0.01

Coefficiente azione sismica verticale 0.005

Vertici profilo

Nr	X (m)	y (m)
1	2.0	5.5
2	5.0	5.5
3	5.7	5.5
4	6.0	7.5
5	6.0	5.8
6	8.0	5.8
7	10.0	5.8
8	13.0	5.8

Falda

Nr.	X (m)	y (m)
1	2.0	5.5
2	5.0	5.5
3	5.7	5.5
4	6.0	5.8
5	10.0	5.8

Vertici strato 1

N	X (m)	y (m)
1	2.0	5.1
2	5.0	5.1
3	5.7	5.1
4	6.0	5.1
5	13.0	5.1

Coefficienti parziali azioni

Sfavorevoli: Permanenti, variabili 1.3 1.5

Favorevoli: Permanenti, variabili 1.0 0.0

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

Tangente angolo di resistenza al taglio 1.25

Coesione efficace 1.25

Coesione non drenata 1.4

Riduzione parametri geotecnici terreno Si

Stratigrafia

Strato	Coesione (kN/m2)	Coesione non drenata	Angolo resistenza al	Peso unità di volume	Peso saturo (kN/m3)	Litologia	
--------	---------------------	-------------------------	-------------------------	-------------------------	------------------------	-----------	--

		(kN/m ²)	taglio (°)	(kN/m ³)			
1	4		19	17.65	20.65	Materiale basaltico eterometrico	
2	100		25	23.65	26.65	Roccia basaltica	

Carichi concentrati

N°	x (m)	y (m)	F _x (kN)	F _y (kN)	M (kNm)
1	6.13	5	0	-7.0	0

Risultati analisi pendio [A2+M2+R2]

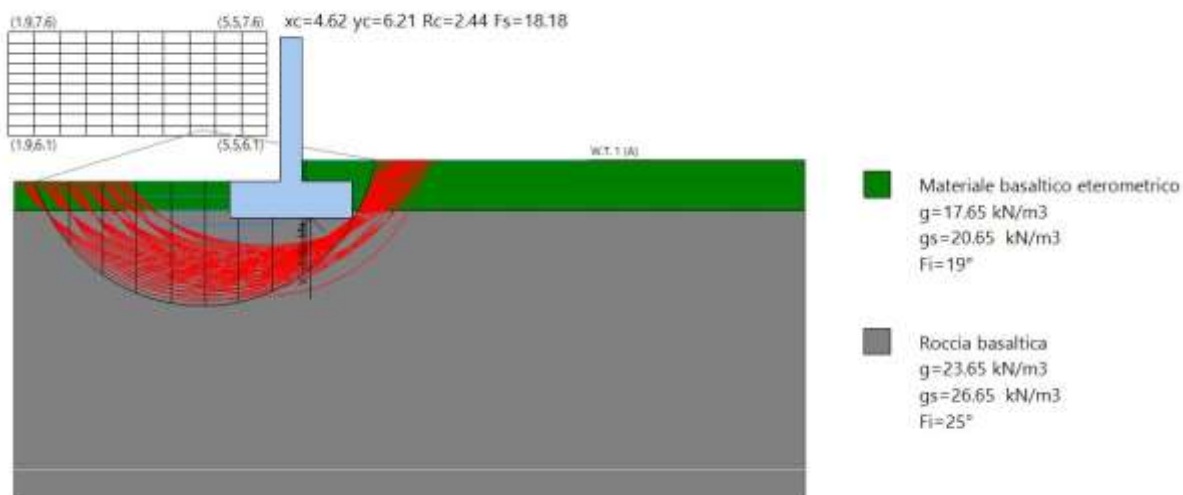
Fs minimo individuato 18.18

Ascissa centro superficie 4.62 m

Ordinata centro superficie 6.21 m

Raggio superficie 2.844m

Come si evince dall'analisi di stabilità globale, il fattore di sicurezza minimo individuato è pari a 18.18, pertanto maggiore rispetto a quanto previsto dalla normativa. Di seguito viene rappresentato lo schema di analisi di stabilità globale mediante l'analisi delle superfici potenziali di scivolamento.



SOGLIA A – CONDIZIONE CON PRESENZA DI ACQUA A MONTE DELLA SOGLIA

La condizione esaminata rappresenta una sezione rappresentativa della soglia A. Le verifiche sono condotte nella condizione in cui a monte della soglia è presente un quantitativo di acqua che raggiunge la sommità della soglia stessa. Viene presa in conto la presenza della sottospinta.

VERIFICA A RIBALTAMENTO, VERIFICA ALLO SCORRIMENTO, CARICO LIMITE**5.1.1 Dati progetto:**

Titolo progetto COMUNE DI ABBASANTA' Interventi per il superamento delle problematiche idrauliche del canale coperto "rio bonorchis" loc. "s'olia" realizzazione di un bacino di laminazione a monte dell'abitato

Descrizione del progetto Soglia A- condizione con presenza di acqua a monte della soglia

Committente COMUNE DI ABBASANTA

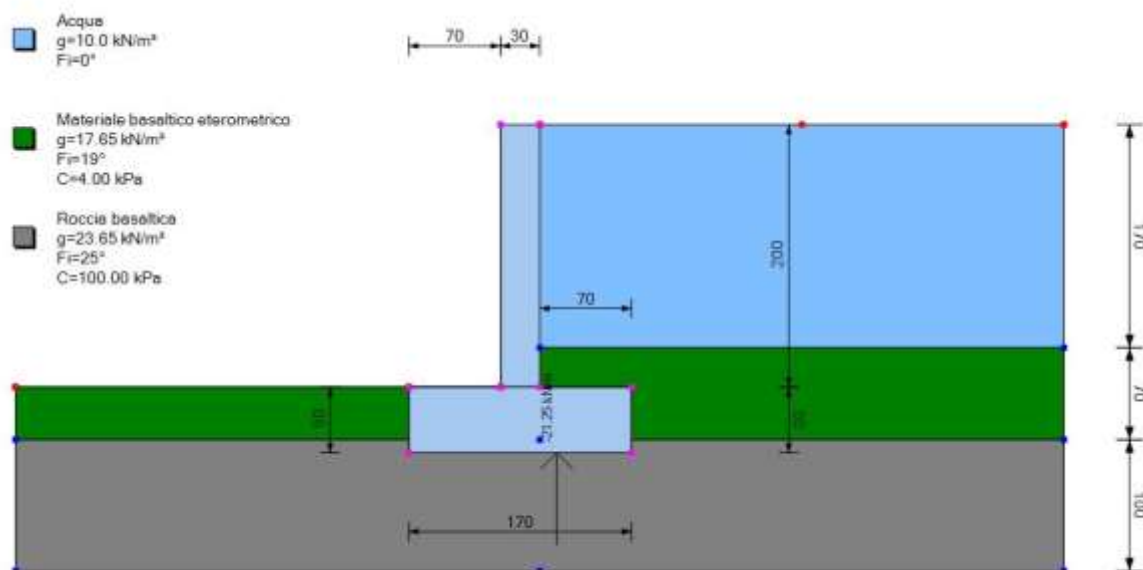
Progettista Dott. Ing. Andrea Lostia Sud Ovest Engineering S.r.l.

Dati generali:

Condizioni ambientali	Ordinarie
Normativa GEO	NTC 2018
Normativa STR	NTC 2018
Spinta	Rankine [1857]

Dati generali muro

Altezza muro	200.0	cm
Spessore testa muro	30.0	cm
Risega muro lato valle	0.0	cm
Risega muro lato monte	0.0	cm
Sporgenza mensola a valle	70.0	cm
Sporgenza mensola a monte	70.0	cm
Svaso mensola a valle	0.0	cm
Altezza estremità mensola a valle	50.0	cm
Altezza estremità mensola a monte	50.0	cm



Caratteristiche di resistenza dei materiali impiegati

Conglomerati

Classe	fck,cubi	Ec	fck	fcd	fctd	fctm
Calcestruzzo	[Mpa]	[Mpa]	[Mpa]	[Mpa]	[Mpa]	[Mpa]
C25/30	30	31470	25	14.16	1.19	2.56

Acciai:

Classe	Es	fyk	fyd	ftk	ftd	ep_tk	epd_ult	$\beta_1 \cdot \beta_2$ iniziale	$\beta_1 \cdot \beta_2$ finale
acciaio	[Mpa]	[Mpa]	[Mpa]	[Mpa]	[Mpa]				
B450C	200000	450	391.3	540	391.3	.075	.0675	1	0.5

Copriferro, Elevazione 5.0 cm

Copriferro, Fondazione 5.0 cm

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	170	0	10.00	0	0.00	0	No		Acqua
2	70	0	17.65	19	4.00	13	Si		Materiale basaltico eterometrico
3	100	0	23.65	25	100.00	16	Si		Roccia basaltica

Carichi concentrati

Descrizione	Posizione x (cm)	Posizione y (cm)	Fx (kN/m)	Fy (kN/m)	Mz (kNm/m)
Sottospinta	113.0	0.0	0.0	-21.25	0.0

Fattori di combinazione

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	1.50
5	Spinta sismica in x	1.50
6	Spinta sismica in y	1.50
7	Sottopinta	1.50

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
7	Sottopinta	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
7	Sottopinta	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 0.019

Coefficiente sismico verticale Kv 0.01

CALCOLO SPINTE**Discretizzazione terreno**

Qi Quota iniziale strato (cm);
 Qf Quota finale strato (cm);
 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
250.0	210.0	10.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
210.0	170.0	10.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
170.0	130.0	10.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
130.0	90.0	10.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
90.0	80.0	10.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	

80.0 50.0 17.65 0.0 19.0 0.0 4.0 0.0 Falda

Coefficienti di spinta ed inclinazioni

μ Angolo di direzione della spinta.
 K_a Coefficiente di spinta attiva.
 K_d Coefficiente di spinta dinamica.
 D_k Coefficiente di incremento dinamico.
 K_{ax}, K_{ay} Componenti secondo x e y del coefficiente di spinta attiva.
 D_{kx}, D_{ky} Componenti secondo x e y del coefficiente di incremento dinamico.

μ	K_a	K_d	D_k	K_{ax}	K_{ay}	D_{kx}	D_{ky}
0.0	1.0	1.0	0.01	1.0	0.0	0.01	0.0
0.0	1.0	1.0	0.01	1.0	0.0	0.01	0.0
0.0	1.0	1.0	0.01	1.0	0.0	0.01	0.0
0.0	1.0	1.0	0.01	1.0	0.0	0.01	0.0
0.0	1.0	1.0	0.01	1.0	0.0	0.01	0.0
0.0	0.51	0.54	0.04	0.51	0.0	0.04	0.0

Spinte risultanti e punto di applicazione

Q_i Quota iniziale strato (cm)
 Q_f Quota finale strato (cm)
 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	250.0	210.0	1.18	0.0	224.21	210.0
2	210.0	170.0	3.24	0.0	187.88	170.0
3	170.0	130.0	5.3	0.0	148.71	130.0
4	130.0	90.0	7.35	0.0	109.07	90.0
5	90.0	80.0	2.16	0.0	84.95	80.0
6	80.0	50.0	5.32	0.0	64.18	50.0

CARATTERISTICHE MURO (Peso, Baricentro, Inerzia)

P_y Peso del muro (kN);
 P_x Forza inerziale (kN);
 X_p, Y_p Coordinate baricentro dei pesi (cm);

Quota	P_x	P_y	X_p	Y_p
210.0	0.06	3.0	85.0	230.0
170.0	0.11	6.0	85.0	210.0
130.0	0.17	9.0	85.0	190.0
90.0	0.23	12.0	85.0	170.0
80.0	0.24	12.75	85.0	165.0

50.0 0.29 15.0 85.0 150.0

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
210.0	1.24	3.0	0.18	30.0
170.0	4.54	6.0	1.27	30.0
130.0	9.89	9.0	4.08	30.0
90.0	17.3	12.0	9.45	30.0
80.0	19.47	12.75	11.29	30.0
50.0	24.83	15.0	17.89	30.0

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. VTmin{Vrd; Vwd}/Vsdu

Vsdu Taglio di calcolo (kN);

Afv	Afm	Nu	Mu	Ver.	Vrd	Vwd	Sic. VT
6Ø12 (6.79)	6Ø12 (6.79)	2.94	61.07	S	103.07	0.0	81.49
6Ø12 (6.79)	6Ø12 (6.79)	6.11	61.43	S	103.11	0.0	22.29
6Ø12 (6.79)	6Ø12 (6.79)	9.28	61.78	S	103.15	0.0	10.23
6Ø12 (6.79)	6Ø12 (6.79)	12.43	62.14	S	103.19	0.0	5.85
6Ø12 (6.79)	6Ø12 (6.79)	13.06	62.21	S	103.2	0.0	5.2
6Ø12 (6.79)	6Ø12 (6.79)	15.59	62.5	S	103.22	0.0	4.08

VERIFICHE GLOBALI

Piano di rottura passante per (xr1,yr1) = (170.0/0.0)

Piano di rottura passante per (xr2,yr2) = (170.0/250.0)

Centro di rotazione (xro,yro) = (0.0/0.0)

Discretizzazione terreno

Qi Quota iniziale strato (cm);

Qf Quota finale strato (cm);

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
250.0	210.0	10.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
210.0	170.0	10.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
170.0	130.0	10.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
130.0	90.0	10.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
90.0	80.0	10.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
80.0	50.0	17.65	0.0	19.0	0.0	4.0	0.0	Falda
50.0	10.0	17.65	0.0	19.0	0.0	4.0	0.0	Falda
10.0	0.0	23.65	0.0	25.0	0.0	100.0	0.0	Falda

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
0.0	1.0	1.0	0.01	1.0	0.0	0.01	0.0
0.0	1.0	1.0	0.01	1.0	0.0	0.01	0.0
0.0	1.0	1.0	0.01	1.0	0.0	0.01	0.0
0.0	1.0	1.0	0.01	1.0	0.0	0.01	0.0
0.0	1.0	1.0	0.01	1.0	0.0	0.01	0.0
0.0	0.51	0.54	0.04	0.51	0.0	0.04	0.0
0.0	0.51	0.54	0.04	0.51	0.0	0.04	0.0
0.0	0.41	0.43	0.03	0.41	0.0	0.03	0.0

Spinte risultanti e punto di applicazione

Qi	Quota iniziale strato (cm)
Qf	Quota finale strato (cm)
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	250.0	210.0	1.28	0.0	224.63	210.0

2	210.0	170.0	3.33	0.0	187.94	170.0
3	170.0	130.0	5.39	0.0	148.73	130.0
4	130.0	90.0	7.44	0.0	109.08	90.0
5	90.0	80.0	2.18	0.0	84.95	80.0
6	80.0	50.0	5.39	0.0	64.19	50.0
7	50.0	10.0	9.91	0.0	28.95	10.0
8	10.0	0.0	1.11	0.0	4.89	0.0

SPINTE IN FONDAZIONE**Discretizzazione terreno**

Qi	Quota iniziale strato (cm);
Qf	Quota finale strato (cm);
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
50.0	0.0	23.65	180.0	25.0	0.0	100.0	180.0	Falda

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
180.0	2.46	-2.46	0.0

Spinte risultanti e punto di applicazione

Qi	Quota iniziale strato (cm)
Qf	Quota finale strato (cm)
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	50.0	0.0	-162.46	0.0	24.72	16.67

Sollecitazioni totali

Fx	Forza in direzione x (kN);
----	----------------------------

Fy	Forza in direzione y (kN);		
M	Momento (kNm);		
	Fx	Fy	M
Spinta terreno	36.03	0.0	33.5
Carichi esterni	0.0	-31.88	36.02
Peso muro	0.43	15.0	-12.11
Peso fondazione	0.61	21.25	-17.91
Sovraccarico	0.0	0.0	0.0
Terr. fondazione	0.44	20.29	-26.76
Spinte fondazione	-162.46	0.0	-40.16
	-124.95	24.66	-27.42

Momento stabilizzante -58.2 kNm
 Momento ribaltante 30.78 kNm

Verifica alla traslazione [A1+M1+R3]

Sommatoria forze orizzontali	37.5	kN
Sommatoria forze verticali	24.66	kN
Coefficiente di attrito	0.47	
Adesione	100.0	kPa
Angolo piano di scorrimento	-360.0	°
Forze normali al piano di scorrimento	24.66	kN
Forze parall. al piano di scorrimento	37.5	kN
Resistenza terreno	343.96	kN
Coeff. sicurezza traslazione Csd	8.34	
Traslazione verificata Csd>1		

Verifica al ribaltamento [A1+M1+R3]

Momento stabilizzante	-58.2	kNm
Momento ribaltante	30.78	kNm
Coeff. sicurezza ribaltamento Csv	1.64	
Muro verificato a ribaltamento Csv>1		

Carico limite verticale VESIC [A1+M1+R3]

Somma forze in direzione x (Fx)	-124.95	kN
Somma forze in direzione y (Fy)	24.66	kN
Somma momenti	-27.42	kNm
Larghezza fondazione	170.0	cm
Lunghezza	800.0	cm
Eccentricità su B	26.19	cm
Peso unità di volume	23.65	kN/m³
Angolo di resistenza al taglio	25.0	°
Coesione	100.0	kPa

Terreno sulla fondazione	50.0	cm
Peso terreno sul piano di posa	17.65	KN/m ³
Nq	10.66	
Nc	20.72	
Ng	10.88	
Fattori di forma		
sq	1.07	
sc	1.08	
sg	0.94	
Inclinazione carichi		
iq	0.33	
ic	0.26	
ig	0.18	
Fattori di profondità		
dq	1.13	
dc	1.17	
dg	1.0	
Carico limite verticale (Qlim)	725.55	kN
Fattore sicurezza (Csq=Qlim/Fy)	21.01	

Carico limite verificato $Csq > 1$ **Tensioni sul terreno**

Ascissa centro sollecitazione	111.19	cm
Larghezza della fondazione	170.0	cm
x = 0.0 cm	1.10	kPa
x = 170.0 cm	27.92	kPa

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
70.0	-162.46	4.11	2.35	50.0

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
6Ø12 (6.79)	6Ø12 (6.79)	165.73	145.6	S	155.28	0.0	37.04

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
100.0	1.11	-23.19	1.33	50.0
113.0	1.11	6.49	-1.83	50.0

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
6Ø12 (6.79)	6Ø12 (6.79)	1.19	113.09	S	153.06	0.0	6.47
6Ø12 (6.79)	6Ø12 (6.79)	1.19	113.09	S	153.06	0.0	23.14

A_Unitari+M1+RSLV [GEO+STR]

Coefficiente sismico orizzontale Kh 0.019

Coefficiente sismico verticale Kv 0.01

CALCOLO SPINTE**Discretizzazione terreno**

Qi Quota iniziale strato (cm);

Qf Quota finale strato (cm);

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
250.0	210.0	10.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
210.0	170.0	10.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
170.0	130.0	10.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
130.0	90.0	10.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
90.0	80.0	10.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
80.0	50.0	17.65	0.0	19.0	0.0	4.0	0.0	Falda

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
0.0	1.0	1.0	0.01	1.0	0.0	0.01	0.0
0.0	1.0	1.0	0.01	1.0	0.0	0.01	0.0
0.0	1.0	1.0	0.01	1.0	0.0	0.01	0.0
0.0	1.0	1.0	0.01	1.0	0.0	0.01	0.0
0.0	1.0	1.0	0.01	1.0	0.0	0.01	0.0
0.0	0.51	0.54	0.04	0.51	0.0	0.04	0.0

Spinte risultanti e punto di applicazione

Qi Quota iniziale strato (cm)
 Qf Quota finale strato (cm)
 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	250.0	210.0	0.9	0.0	224.1	210.0
2	210.0	170.0	2.48	0.0	187.87	170.0
3	170.0	130.0	4.06	0.0	148.7	130.0
4	130.0	90.0	5.65	0.0	109.07	90.0
5	90.0	80.0	1.66	0.0	84.95	80.0
6	80.0	50.0	4.02	0.0	64.24	50.0

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
210.0	0.06	3.0	85.0	230.0
170.0	0.11	6.0	85.0	210.0
130.0	0.17	9.0	85.0	190.0
90.0	0.23	12.0	85.0	170.0
80.0	0.24	12.75	85.0	165.0
50.0	0.29	15.0	85.0	150.0

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
210.0	0.95	3.0	0.14	30.0
170.0	3.49	6.0	0.97	30.0
130.0	7.61	9.0	3.14	30.0
90.0	13.31	12.0	7.27	30.0
80.0	14.99	12.75	8.69	30.0
50.0	19.05	15.0	13.76	30.0

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. VTmin{Vrd; Vwd}/Vsdu
 Vsdu Taglio di calcolo (kN);

Afv	Afm	Nu	Mu	Ver.	Vrd	Vwd	Sic. VT
6Ø12 (6.79)	6Ø12 (6.79)	2.94	61.07	S	103.07	0.0	106.11
6Ø12 (6.79)	6Ø12 (6.79)	6.11	61.43	S	103.11	0.0	28.98
6Ø12 (6.79)	6Ø12 (6.79)	9.28	61.78	S	103.15	0.0	13.29
6Ø12 (6.79)	6Ø12 (6.79)	12.43	62.14	S	103.19	0.0	7.6

6Ø12 (6.79)	6Ø12 (6.79)	13.06	62.21	S	103.2	0.0	6.75
6Ø12 (6.79)	6Ø12 (6.79)	15.59	62.5	S	103.22	0.0	5.31

VERIFICHE GLOBALI

Piano di rottura passante per (xr1,yr1) = (170.0/0.0)

Piano di rottura passante per (xr2,yr2) = (170.0/250.0)

Centro di rotazione (xro,yro) = (0.0/0.0)

Discretizzazione terreno

Qi	Quota iniziale strato (cm);
Qf	Quota finale strato (cm);
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
250.0	210.0	10.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
210.0	170.0	10.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
170.0	130.0	10.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
130.0	90.0	10.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
90.0	80.0	10.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
80.0	50.0	17.65	0.0	19.0	0.0	4.0	0.0	Falda
50.0	10.0	17.65	0.0	19.0	0.0	4.0	0.0	Falda
10.0	0.0	23.65	0.0	25.0	0.0	100.0	0.0	Falda

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
0.0	1.0	1.0	0.01	1.0	0.0	0.01	0.0
0.0	1.0	1.0	0.01	1.0	0.0	0.01	0.0
0.0	1.0	1.0	0.01	1.0	0.0	0.01	0.0
0.0	1.0	1.0	0.01	1.0	0.0	0.01	0.0
0.0	1.0	1.0	0.01	1.0	0.0	0.01	0.0
0.0	0.51	0.54	0.04	0.51	0.0	0.04	0.0

0.0	0.51	0.54	0.04	0.51	0.0	0.04	0.0
0.0	0.41	0.43	0.03	0.41	0.0	0.03	0.0

Spinte risultanti e punto di applicazione

Qi Quota iniziale strato (cm)

Qf Quota finale strato (cm)

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	250.0	210.0	0.96	0.0	224.48	210.0
2	210.0	170.0	2.54	0.0	187.92	170.0
3	170.0	130.0	4.13	0.0	148.72	130.0
4	130.0	90.0	5.71	0.0	109.08	90.0
5	90.0	80.0	1.67	0.0	84.95	80.0
6	80.0	50.0	4.07	0.0	64.25	50.0
7	50.0	10.0	7.31	0.0	29.02	10.0
8	10.0	0.0	0.74	0.0	4.89	0.0

SPINTE IN FONDAZIONE**Discretizzazione terreno**

Qi Quota iniziale strato (cm);

Qf Quota finale strato (cm);

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
50.0	0.0	23.65	180.0	25.0	0.0	100.0	180.0	Falda

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
180.0	2.46	-2.46	0.0

Spinte risultanti e punto di applicazione

Qi Quota iniziale strato (cm)
 Qf Quota finale strato (cm)
 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	50.0	0.0	-162.46	0.0	24.72	16.67

Sollecitazioni totali

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

	Fx	Fy	M
Spinta terreno	27.13	0.0	25.48
Carichi esterni	0.0	-21.25	24.01
Peso muro	0.29	15.0	-12.32
Peso fondazione	0.4	21.25	-17.96
Sovraccarico	0.0	0.0	0.0
Terr. fondazione	0.3	15.61	-20.65
Spinte fondazione	-162.46	0.0	-40.16
	-134.34	30.61	-41.6

Momento stabilizzante -51.88 kNm

Momento ribaltante 10.29 kNm

Verifica alla traslazione [A Unitari+M1+RSLV]

Sommatoria forze orizzontali	28.11 kN
Sommatoria forze verticali	30.61 kN
Coefficiente di attrito	0.47
Adesione	100.0 kPa
Angolo piano di scorrimento	-360.0 °
Forze normali al piano di scorrimento	30.61 kN
Forze parall. al piano di scorrimento	28.11 kN
Resistenza terreno	346.73 kN
Coeff. sicurezza traslazione Csd	12.33
Traslazione verificata Csd > 1	

Verifica al ribaltamento [A Unitari+M1+RSLV]

Momento stabilizzante	-51.88 kNm
Momento ribaltante	10.29 kNm
Coeff. sicurezza ribaltamento Csv	5.04

Muro verificato a ribaltamento $C_{sv} > 1$ **Carico limite verticale VESIC [A Unitari+M1+RSLV]**

Somma forze in direzione x (F_x)	-134.34	kN
Somma forze in direzione y (F_y)	30.61	kN
Somma momenti	-41.6	kNm
Larghezza fondazione	170.0	cm
Lunghezza	800.0	cm
Eccentricità su B	50.91	cm
Peso unità di volume	23.65	kN/m ³
Angolo di resistenza al taglio	25.0	°
Coesione	100.0	kPa
Terreno sulla fondazione	50.0	cm
Peso terreno sul piano di posa	17.65	kN/m ³
N_q	10.66	
N_c	20.72	
N_g	10.88	
Fattori di forma		
s_q	1.04	
s_c	1.04	
s_g	0.97	
Inclinazione carichi		
i_q	0.06	
i_c	0.06	
i_g	0.02	
Fattori di profondità		
d_q	1.23	
d_c	1.29	
d_g	1.0	
Carico limite verticale (Q_{lim})	100.07	kN
Fattore sicurezza ($C_{sq}=Q_{lim}/F_y$)	2.72	

Carico limite verificato $C_{sq} > 1$ **Tensioni sul terreno**

Ascissa centro sollecitazione	135.91	cm
Larghezza della fondazione	170.0	cm

$x = 67.72$ cm 0.00 kPa
 $x = 170.0$ cm 59.85 kPa

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
67.72	-162.46	8.45	3.32	50.0
70.0	-162.46	8.73	3.52	50.0

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
6Ø12 (6.79)	6Ø12 (6.79)	165.73	145.68	S	155.28	0.0	18.02
6Ø12 (6.79)	6Ø12 (6.79)	165.7	145.68	S	155.28	0.0	17.44

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
100.0	0.74	-24.45	5.41	50.0
113.0	0.74	-4.77	2.12	50.0

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
6Ø12 (6.79)	6Ø12 (6.79)	0.73	112.99	S	153.05	0.0	6.14
6Ø12 (6.79)	6Ø12 (6.79)	0.73	112.99	S	153.05	0.0	31.45

A_Unitari+M1+RSLV+Beta (+50%) [GEO+STR]

Coefficiente sismico orizzontale Kh	0.019
Coefficiente sismico verticale Kv	0.01

CALCOLO SPINTE**Discretizzazione terreno**

Qi	Quota iniziale strato (cm);
Qf	Quota finale strato (cm);
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
250.0	210.0	10.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
210.0	170.0	10.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
170.0	130.0	10.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
130.0	90.0	10.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
90.0	80.0	10.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
80.0	50.0	17.65	0.0	19.0	0.0	4.0	0.0	Falda

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
0.0	1.0	1.0	0.01	1.0	0.0	0.01	0.0
0.0	1.0	1.0	0.01	1.0	0.0	0.01	0.0
0.0	1.0	1.0	0.01	1.0	0.0	0.01	0.0
0.0	1.0	1.0	0.01	1.0	0.0	0.01	0.0
0.0	1.0	1.0	0.01	1.0	0.0	0.01	0.0
0.0	0.51	0.56	0.06	0.51	0.0	0.06	0.0

Spinte risultanti e punto di applicazione

Qi Quota iniziale strato (cm)

Qf Quota finale strato (cm)

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	250.0	210.0	0.95	0.0	224.44	210.0
2	210.0	170.0	2.52	0.0	187.92	170.0
3	170.0	130.0	4.1	0.0	148.72	130.0
4	130.0	90.0	5.67	0.0	109.07	90.0
5	90.0	80.0	1.66	0.0	84.95	80.0
6	80.0	50.0	4.03	0.0	64.26	50.0

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
210.0	0.09	3.0	85.0	230.0
170.0	0.17	6.0	85.0	210.0
130.0	0.26	9.0	85.0	190.0
90.0	0.34	12.0	85.0	170.0
80.0	0.36	12.75	85.0	165.0
50.0	0.43	15.0	85.0	150.0

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
210.0	1.03	3.0	0.15	30.0
170.0	3.64	6.0	1.03	30.0
130.0	7.82	9.0	3.27	30.0
90.0	13.58	12.0	7.5	30.0
80.0	15.26	12.75	8.94	30.0
50.0	19.36	15.0	14.11	30.0

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

Afv Area dei ferri lato valle.
 Afrm 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. VTmin{Vrd; Vwd}/Vsdu
 Vsdu Taglio di calcolo (kN);

Afv	Afrm	Nu	Mu	Ver.	Vrd	Vwd	Sic. VT
6Ø12 (6.79)	6Ø12 (6.79)	2.94	61.07	S	103.07	0.0	98.08
6Ø12 (6.79)	6Ø12 (6.79)	6.11	61.43	S	103.11	0.0	27.8
6Ø12 (6.79)	6Ø12 (6.79)	9.28	61.78	S	103.15	0.0	12.94
6Ø12 (6.79)	6Ø12 (6.79)	12.43	62.14	S	103.19	0.0	7.45
6Ø12 (6.79)	6Ø12 (6.79)	13.06	62.21	S	103.2	0.0	6.63
6Ø12 (6.79)	6Ø12 (6.79)	15.59	62.5	S	103.22	0.0	5.23

VERIFICHE GLOBALI

Piano di rottura passante per (xr1,yr1) = (170.0/0.0)

Piano di rottura passante per (xr2,yr2) = (170.0/250.0)

Centro di rotazione (xro,yro) = (0.0/0.0)

Discretizzazione terreno

Qi Quota iniziale strato (cm);
 Qf Quota finale strato (cm);
 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
250.0	210.0	10.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
210.0	170.0	10.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
170.0	130.0	10.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
130.0	90.0	10.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
90.0	80.0	10.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
80.0	50.0	17.65	0.0	19.0	0.0	4.0	0.0	Falda
50.0	10.0	17.65	0.0	19.0	0.0	4.0	0.0	Falda
10.0	0.0	23.65	0.0	25.0	0.0	100.0	0.0	Falda

Coefficienti di spinta ed inclinazioni

μ	Angolo di direzione della spinta.
K_a	Coefficiente di spinta attiva.
K_d	Coefficiente di spinta dinamica.
D_k	Coefficiente di incremento dinamico.
K_{ax}, K_{ay}	Componenti secondo x e y del coefficiente di spinta attiva.
D_{kx}, D_{ky}	Componenti secondo x e y del coefficiente di incremento dinamico.

μ	K_a	K_d	D_k	K_{ax}	K_{ay}	D_{kx}	D_{ky}
0.0	1.0	1.0	0.01	1.0	0.0	0.01	0.0
0.0	1.0	1.0	0.01	1.0	0.0	0.01	0.0
0.0	1.0	1.0	0.01	1.0	0.0	0.01	0.0
0.0	1.0	1.0	0.01	1.0	0.0	0.01	0.0
0.0	1.0	1.0	0.01	1.0	0.0	0.01	0.0
0.0	0.51	0.56	0.06	0.51	0.0	0.06	0.0
0.0	0.51	0.56	0.06	0.51	0.0	0.06	0.0
0.0	0.41	0.44	0.04	0.41	0.0	0.04	0.0

Spinte risultanti e punto di applicazione

Q_i	Quota iniziale strato (cm)
Q_f	Quota finale strato (cm)
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	250.0	210.0	1.04	0.0	224.95	210.0
2	210.0	170.0	2.62	0.0	187.99	170.0
3	170.0	130.0	4.19	0.0	148.75	130.0
4	130.0	90.0	5.77	0.0	109.09	90.0
5	90.0	80.0	1.69	0.0	84.95	80.0
6	80.0	50.0	4.1	0.0	64.27	50.0
7	50.0	10.0	7.34	0.0	29.03	10.0
8	10.0	0.0	0.74	0.0	4.9	0.0

SPINTE IN FONDAZIONE**Discretizzazione terreno**

Q_i	Quota iniziale strato (cm);
Q_f	Quota finale strato (cm);
G	Peso unità di volume (KN/m ³);
E_{ps}	Inclinazione dello strato. (°);
F_i	Angolo di resistenza a taglio (°);
Δ	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
50.0	0.0	23.65	180.0	25.0	0.0	100.0	180.0	Falda

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
180.0	2.46	-2.46	0.0

Spinte risultanti e punto di applicazione

Qi Quota iniziale strato (cm)

Qf Quota finale strato (cm)

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	50.0	0.0	-162.46	0.0	24.72	16.67

Sollecitazioni totali

Fx Forza in direzione x (kN);

Fy Forza in direzione y (kN);

M Momento (kNm);

	Fx	Fy	M
Spinta terreno	27.48	0.0	26.02
Carichi esterni	0.0	-21.25	24.01
Peso muro	0.43	15.0	-12.11
Peso fondazione	0.61	21.25	-17.91
Sovraccarico	0.0	0.0	0.0
Terr. fondazione	0.44	15.61	-20.44
Spinte fondazione	-162.46	0.0	-40.16
	-133.5	30.61	-40.58

Momento stabilizzante -51.88 kNm

Momento ribaltante 11.3 kNm

Verifica al ribaltamento [A Unitari+M1+RSLV+Beta]

Momento stabilizzante -51.88 kNm

Momento ribaltante 11.3 kNm

Coeff. sicurezza ribaltamento Csv 4.59**Muro verificato a ribaltamento Csv>1****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
57.77	-162.46	7.23	2.54	50.0
70.0	-162.46	8.39	3.51	50.0

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. VTmin{Vrd; Vwd}/Vsdu

Vsdu Taglio di calcolo (kN);

Afi	Afs	Nu	Mu	Ver.	Vrd	Vwd	Sic. VT
6Ø12 (6.79)	6Ø12 (6.79)	165.73	145.68	S	155.28	0.0	21.08
6Ø12 (6.79)	6Ø12 (6.79)	165.73	145.68	S		155.28	0.0 18.16

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
100.0	0.74	-23.17	4.67	50.0
113.0	0.74	-3.36	1.55	50.0

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
6Ø12 (6.79)	6Ø12 (6.79)	0.73	112.99	S	153.05	0.0	6.48
6Ø12 (6.79)	6Ø12 (6.79)	0.73	112.99	S	153.05	0.0	44.68

Verifica di stabilità globale

Analisi di stabilità dei pendii con : BISHOP (1955)

Calcolo eseguito secondo NTC 2018

Numero di strati 3.0

Numero dei conci 10.0

Grado di sicurezza ritenuto accettabile 1.0

Coefficiente parziale resistenza (R) 1.1

Analisi Condizione drenata

Superficie di forma circolare

Maglia dei Centri

Ascissa vertice sinistro inferiore xi 1.81 m

Ordinata vertice sinistro inferiore yi 5.96 m

Ascissa vertice destro superiore xs 5.61 m

Ordinata vertice destro superiore ys 7.61 m

Passo di ricerca 10.0

Numero di celle lungo x 10.0

Numero di celle lungo y 10.0

Coefficienti sismici [N.T.C.]**Dati generali**

Tipo opera:

Classe d'uso: II

Vita nominale: 50.0 [anni]

Vita di riferimento: 50.0 [anni]

Parametri sismici su sito di riferimento

Categoria sottosuolo: A

Categoria topografica: T1

	SLO	SLD	SLV	SLC
SS Amplificazione stratigrafica	1,00	1,00	1,00	1,00
CC Coeff. funz categoria	1,00	1,00	1,00	1,00
ST Amplificazione topografica	1,00	1,00	1,00	1,00

Coefficienti sismici orizzontali e verticali

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0.004	0.005	0.010	0.012
kv	0.002	0.002	0.005	0.006
Amax [m/s²]	0.182	0.230	0.490	0.591
Beta	0.200	0.200	0.200	0.200

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0.000	0.013	0.023	0.000
kv	--	0.007	0.011	--
Amax [m/s²]	0.219	0.277	0.588	0.710
Beta	--	0.470	0.380	--

Coefficiente azione sismica orizzontale 0.01

Coefficiente azione sismica verticale 0.005

Vertici profilo

Nr	X (m)	y (m)
1	2.0	5.5
2	5.0	5.5
3	5.7	5.5
4	6.0	7.5
5	6.0	7.5
6	8.0	7.5
7	10.0	7.5
8	13.0	7.5

Falda

Nr.	X (m)	y (m)
1	2.0	5.5
2	5.0	5.5
3	5.7	5.5
4	6.0	5.8
5	10.0	5.8

Vertici strato 1

N	X (m)	y (m)
1	2.0	5.5
2	5.0	5.5
3	5.7	5.5
4	6.0	5.8
5	13.0	5.8

Vertici strato 2

N	X (m)	y (m)
1	2.0	5.1
2	6.0	5.1
3	13.0	5.1

Coefficienti parziali azioni

Sfavorevoli: Permanenti, variabili 1.3 1.5

Favorevoli: Permanenti, variabili 1.0 0.0

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

Tangente angolo di resistenza al taglio 1.25

Coesione efficace 1.25

Coesione non drenata 1.4

Riduzione parametri geotecnici terreno Si

Stratigrafia

Strato	Coesione (kN/m2)	Coesione non drenata (kN/m2)	Angolo resistenza al taglio (°)	Peso unità di volume (kN/m3)	Peso saturo (kN/m3)	Litologia	
1	0.000001		0.000001	10.0	10.00	Acqua	
2	4		19	17.65	20.65	Materiale basaltico eterometrico	
3	100.002		25	23.65	26.65	Roccia basaltica	

Carichi concentrati

N°	x (m)	y (m)	Fx (kN)	Fy (kN)	M (kNm)
1	6.13	5	0	-21.25	0

Risultati analisi pendio [A2+M2+R2]

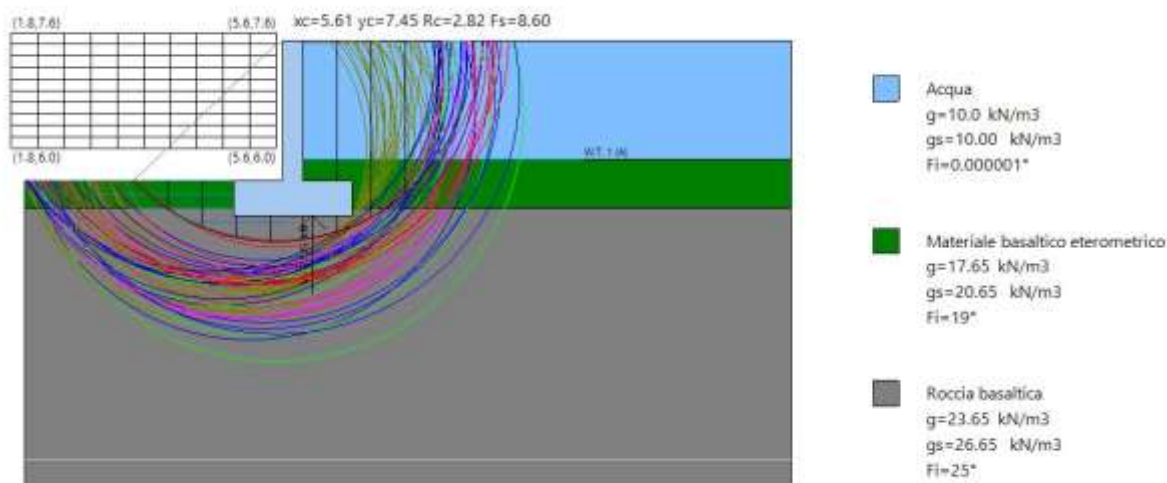
Fs minimo individuato 8.6

Ascissa centro superficie 5.61 m

Ordinata centro superficie 7.45 m

Raggio superficie 2.82 m

Come si evince dall'analisi di stabilità globale, il fattore di sicurezza minimo individuato è pari a 8.60, pertanto maggiore rispetto a quanto previsto dalla normativa. Di seguito viene rappresentato lo schema di analisi di stabilità globale mediante l'analisi delle superfici potenziali di scivolamento.



SOGLIA B – CONDIZIONE SENZA ACQUA A MONTE DELLA SOGLIA

La condizione esaminata rappresenta una sezione rappresentativa della soglia B. Le verifiche sono condotte nella condizione in cui a monte della soglia non viene invasata acqua. Viene presa in conto la presenza della sottospinta.

VERIFICA A RIBALTAMENTO, VERIFICA ALLO SCORRIMENTO, CARICO LIMITE**5.1.1 Dati progetto:**

Titolo progetto COMUNE DI ABBASANTA' Interventi per il superamento delle problematiche idrauliche del canale coperto "rio bonorchis" loc. "s'olia" realizzazione di un bacino di laminazione a monte dell'abitato

Descrizione del progetto Soglia B- condizione senza acqua a monte della soglia

Committente COMUNE DI ABBASANTA

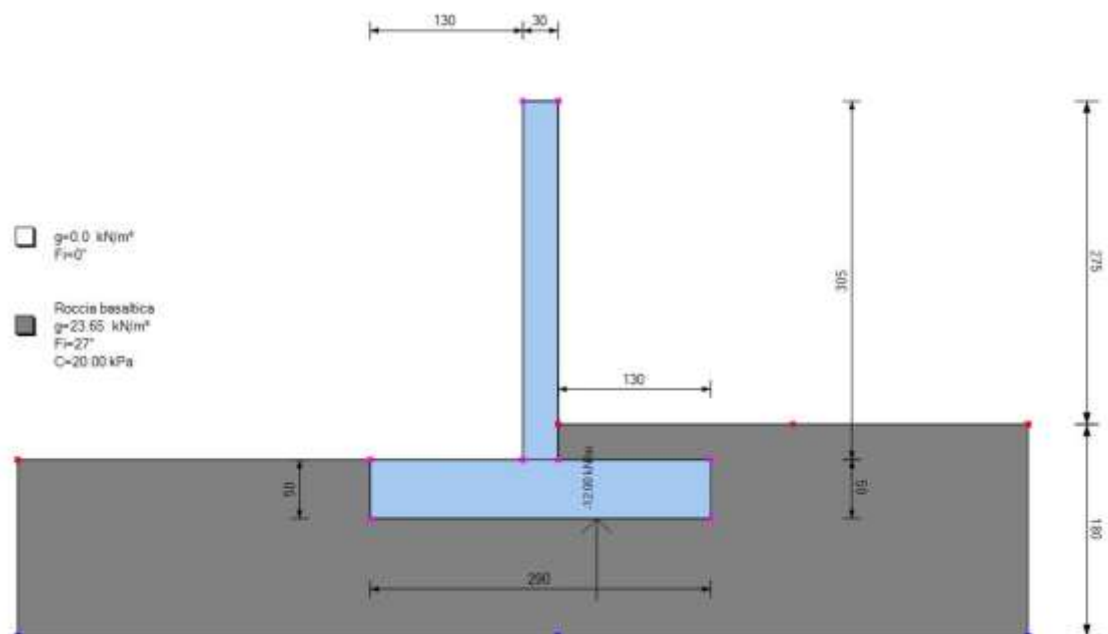
Progettista Dott. Ing. Andrea Lostia Sud Ovest Engineering S.r.l.

Dati generali:

Condizioni ambientali	Ordinarie
Normativa GEO	NTC 2018
Normativa STR	NTC 2018
Spinta	Rankine [1857]

Dati generali muro

Altezza muro	305.0	cm
Spessore testa muro	30.0	cm
Risega muro lato valle	0.0	cm
Risega muro lato monte	0.0	cm
Sporgenza mensola a valle	130.0	cm
Sporgenza mensola a monte	130.0	cm
Svaso mensola a valle	0.0	cm
Altezza estremità mensola a valle	50.0	cm
Altezza estremità mensola a monte	50.0	cm

**Caratteristiche di resistenza dei materiali impiegati****Conglomerati**

Classe Calcestruzzo	fck,cubi [Mpa]	Ec [Mpa]	fck [Mpa]	fcd [Mpa]	fctd [Mpa]	fctm [Mpa]
C25/30	30	31470	25	14.16	1.19	2.56

Acciai:

Classe acciaio	Es [Mpa]	fyk [Mpa]	fyd [Mpa]	ftk [Mpa]	ftd [Mpa]	ep_tk	epd_ult	β1*β2 iniziale	β1*β2 finale
B450C	200000	450	391.3	540	391.3	.075	.0675	1	0.5

Copriferro, Elevazione 5.0 cm

Copriferro, Fondazione 5.0 cm

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	275	0	.00	0	0.00	0	No		
2	180	0	23.65	27	20.00	18	No		Roccia basaltica

Carichi concentrati

Descrizione	Posizione x (cm)	Posizione y (cm)	Fx (kN/m)	Fy (kN/m)	Mz (kNm/m)
Sottospinta	193.0	0.0	0.0	-12	0.0

Fattori di combinazione**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	1.50
5	Spinta sismica in x	1.50
6	Spinta sismica in y	1.50
7	Sottopinta	1.50

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
7	Sottopinta	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
7	Sottopinta	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
4	Ribaltamento	1

A1+M1+R3 [GEO+STR]

Coefficiente sismico orizzontale Kh	0.019
Coefficiente sismico verticale Kv	0.01

CALCOLO SPINTE**Discretizzazione terreno**

Qi	Quota iniziale strato (cm);
Qf	Quota finale strato (cm);
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
355.0	294.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
294.0	233.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
233.0	172.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
172.0	111.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
111.0	80.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
80.0	50.0	23.65	0.0	27.0	0.0	20.0	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
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	0.38	0.39	0.02	0.38	0.0	0.02	0.0

Spinte risultanti e punto di applicazione

Qi Quota iniziale strato (cm)

Qf Quota finale strato (cm)

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	355.0	294.0	0.0	0.0	324.5	324.5
2	294.0	233.0	0.0	0.0	263.5	263.5
3	233.0	172.0	0.0	0.0	202.5	202.5
4	172.0	111.0	0.0	0.0	141.5	141.5
5	111.0	80.0	0.0	0.0	95.5	95.5
6	80.0	50.0	0.03	0.0	60.0	50.0

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
294.0	0.09	4.58	145.0	324.5
233.0	0.17	9.15	145.0	294.0
172.0	0.26	13.73	145.0	263.5
111.0	0.35	18.3	145.0	233.0
80.0	0.39	20.63	145.0	217.5
50.0	0.43	22.88	145.0	202.5

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
294.0	0.09	4.58	0.03	30.0
233.0	0.17	9.15	0.11	30.0
172.0	0.26	13.73	0.24	30.0
111.0	0.35	18.3	0.42	30.0
80.0	0.39	20.63	0.54	30.0
50.0	0.46	22.88	0.67	30.0

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. $V_{Tmin}\{Vrd; Vwd\}/V_{sdu}$
Vsdu Taglio di calcolo (kN);

Afv	Afm	Nu	Mu	Ver.	Vrd	Vwd	Sic. VT
6Ø12 (6.79)	6Ø12 (6.79)	4.85	61.28	S	103.09	0.0	1163.05
6Ø12 (6.79)	6Ø12 (6.79)	9.28	61.78	S	103.15	0.0	581.85
6Ø12 (6.79)	6Ø12 (6.79)	14.01	62.32	S	103.21	0.0	388.12
6Ø12 (6.79)	6Ø12 (6.79)	18.83	62.86	S	103.27	0.0	291.26
6Ø12 (6.79)	6Ø12 (6.79)	20.77	63.08	S	103.3	0.0	258.5
6Ø12 (6.79)	6Ø12 (6.79)	23.36	63.37	S	103.45	0.0	220.59

VERIFICHE GLOBALI

Piano di rottura passante per (xr1,yr1) = (290.0/0.0)
Piano di rottura passante per (xr2,yr2) = (290.0/80.0)
Centro di rotazione (xro,yro) = (0.0/0.0)

Discretizzazione terreno

Qi Quota iniziale strato (cm);
Qf Quota finale strato (cm);
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
80.0	50.0	23.65	0.0	27.0	0.0	20.0	0.0	
50.0	0.0	23.65	0.0	27.0	0.0	20.0	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
0.0	0.38	0.39	0.02	0.38	0.0	0.02	0.0
0.0	0.38	0.39	0.02	0.38	0.0	0.02	0.0

Spinte risultanti e punto di applicazione

Qi	Quota iniziale strato (cm)
Qf	Quota finale strato (cm)
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	80.0	50.0	0.03	0.0	60.0	50.0
2	50.0	0.0	0.15	0.0	21.21	0.0

SPINTE IN FONDAZIONE**Discretizzazione terreno**

Qi	Quota iniziale strato (cm);
Qf	Quota finale strato (cm);
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
50.0	0.0	23.65	180.0	27.0	0.0	20.0	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}
180.0	2.66	-2.66	0.0

Spinte risultanti e punto di applicazione

Q_i Quota iniziale strato (cm)
 Q_f Quota finale strato (cm)
 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	50.0	0.0	-40.51	0.0	23.38	0.0

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	0.18	0.0	0.05
Carichi esterni	0.0	-18.0	34.74
Peso muro	0.65	22.88	-31.85
Peso fondazione	1.03	36.25	-52.3
Sovraccarico	0.0	0.0	0.0
Terr. fondazione	0.26	11.99	-26.81
Spinte fondazione	-40.51	0.0	-9.47
	-38.38	53.12	-85.64

Momento stabilizzante -112.71 kNm
 Momento ribaltante 27.07 kNm

Verifica alla traslazione

Sommatoria forze orizzontali	2.13 kN
Sommatoria forze verticali	53.12 kN
Coefficiente di attrito	0.51
Adesione	20.0 kPa
Angolo piano di scorrimento	-360.0 °
Forze normali al piano di scorrimento	53.12 kN

Forze parall. al piano di scorrimento	2.13	kN
Resistenza terreno	125.57	kN
Coeff. sicurezza traslazione Csd	53.65	
Traslazione verificata Csd > 1		

Verifica al ribaltamento

Momento stabilizzante	-112.71	kNm
Momento ribaltante	27.07	kNm
Coeff. sicurezza ribaltamento Csv	3.62	
Muro verificato a ribaltamento Csv > 1		

Carico limite verticale VESIC

Somma forze in direzione x (Fx)	-38.38	kN
Somma forze in direzione y (Fy)	53.12	kN
Somma momenti	-85.64	kNm
Larghezza fondazione	290.0	cm
Lunghezza	1200.0	cm
Eccentricità su B	16.24	cm
Peso unità di volume	23.65	kN/m ³
Angolo di resistenza al taglio	27.0	°
Coesione	20.0	kPa
Terreno sulla fondazione	50.0	cm
Peso terreno sul piano di posa	23.65	kN/m ³
Nq	13.2	
Nc	23.94	
Ng	14.47	
Fattori di forma		
sq	1.11	
sc	1.12	
sg	0.91	
Inclinazione carichi		
iq	0.59	
ic	0.56	
ig	0.45	
Fattori di profondità		
dq	1.06	
dc	1.08	
dg	1.0	
Carico limite verticale (Qlim)	1574.81	kN
Fattore sicurezza (Csq = Qlim / Fy)	21.18	

Carico limite verificato Csq > 1

Tensioni sul terreno

Ascissa centro sollecitazione	161.24	cm
-------------------------------	--------	----

Larghezza della fondazione 290.0 cm

x = 0.0 cm 12.16 kPa

x = 290.0 cm 24.47 kPa

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
130.0	-40.51	-3.15	-0.61	50.0

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. VTmin{Vrd; Vwd}/Vsdu
Vsdu Taglio di calcolo (kN);

Afi	Afs	Nu	Mu	Ver.	Vrd	Vwd	Sic. VT
6Ø12 (6.79)	6Ø12 (6.79)	41.39	121.21	S	153.6	0.0	47.86

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
160.0	0.15	-20.74	8.5	50.0
193.0	0.15	-2.72	1.64	50.0

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. VTmin{Vrd; Vwd}/Vsdu
 Vsdu Taglio di calcolo (kN);

Afi	Afs	Nu	Mu	Ver.	Vrd	Vwd	Sic. VT
6Ø12 (6.79)	6Ø12 (6.79)	0.28	112.9	S	153.04	0.0	7.24
6Ø12 (6.79)	6Ø12 (6.79)	0.28	112.9	S	153.04	0.0	55.09

A_Unitari+M1+RSLV [GEO+STR]

Coefficiente sismico orizzontale Kh 0.019
 Coefficiente sismico verticale Kv 0.01

CALCOLO SPINTE

Discretizzazione terreno

Qi Quota iniziale strato (cm);
 Qf Quota finale strato (cm);
 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
355.0	294.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
294.0	233.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
233.0	172.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
172.0	111.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
111.0	80.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
80.0	50.0	23.65	0.0	27.0	0.0	20.0	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
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	0.38	0.39	0.02	0.38	0.0	0.02	0.0

Spinte risultanti e punto di applicazione

Qi Quota iniziale strato (cm)
 Qf Quota finale strato (cm)
 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	355.0	294.0	0.0	0.0	324.5	324.5
2	294.0	233.0	0.0	0.0	263.5	263.5
3	233.0	172.0	0.0	0.0	202.5	202.5
4	172.0	111.0	0.0	0.0	141.5	141.5
5	111.0	80.0	0.0	0.0	95.5	95.5
6	80.0	50.0	0.02	0.0	60.0	50.0

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
294.0	0.09	4.58	145.0	324.5
233.0	0.17	9.15	145.0	294.0
172.0	0.26	13.73	145.0	263.5
111.0	0.35	18.3	145.0	233.0
80.0	0.39	20.63	145.0	217.5
50.0	0.43	22.88	145.0	202.5

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
-------	----	----	---	---

294.0	0.09	4.58	0.03	30.0
233.0	0.17	9.15	0.11	30.0
172.0	0.26	13.73	0.24	30.0
111.0	0.35	18.3	0.42	30.0
80.0	0.39	20.63	0.54	30.0
50.0	0.45	22.88	0.66	30.0

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
6Ø12 (6.79)	6Ø12 (6.79)	4.85	61.28	S	103.09	0.0	1163.05
6Ø12 (6.79)	6Ø12 (6.79)	9.28	61.78	S	103.15	0.0	581.85
6Ø12 (6.79)	6Ø12 (6.79)	14.01	62.32	S	103.21	0.0	388.12
6Ø12 (6.79)	6Ø12 (6.79)	18.83	62.86	S	103.27	0.0	291.26
6Ø12 (6.79)	6Ø12 (6.79)	20.77	63.08	S	103.3	0.0	258.5
6Ø12 (6.79)	6Ø12 (6.79)	23.36	63.37	S	103.45	0.0	224.71

VERIFICHE GLOBALI

Piano di rottura passante per (xr1,yr1) = (290.0/0.0)

Piano di rottura passante per (xr2,yr2) = (290.0/80.0)

Centro di rotazione (xro,yro) = (0.0/0.0)

Discretizzazione terreno

Qi Quota iniziale strato (cm);
 Qf Quota finale strato (cm);
 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
80.0	50.0	23.65	0.0	27.0	0.0	20.0	0.0	

50.0 0.0 23.65 0.0 27.0 0.0 20.0 0.0

Coefficienti di spinta ed inclinazioni

μ Angolo di direzione della spinta.
 K_a Coefficiente di spinta attiva.
 K_d Coefficiente di spinta dinamica.
 D_k Coefficiente di incremento dinamico.
 K_{ax}, K_{ay} Componenti secondo x e y del coefficiente di spinta attiva.
 D_{kx}, D_{ky} Componenti secondo x e y del coefficiente di incremento dinamico.

μ	K_a	K_d	D_k	K_{ax}	K_{ay}	D_{kx}	D_{ky}
0.0	0.38	0.39	0.02	0.38	0.0	0.02	0.0
0.0	0.38	0.39	0.02	0.38	0.0	0.02	0.0

Spinte risultanti e punto di applicazione

Q_i Quota iniziale strato (cm)
 Q_f Quota finale strato (cm)
 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	80.0	50.0	0.02	0.0	60.0	50.0
2	50.0	0.0	0.1	0.0	21.21	0.0

SPINTE IN FONDAZIONE

Discretizzazione terreno

Q_i Quota iniziale strato (cm);
 Q_f Quota finale strato (cm);
 G Peso unità di volume (KN/m³);
 E_{ps} Inclinazione dello strato. (°);
 F_i Angolo di resistenza a taglio (°);
 Δ Angolo attrito terra muro;
 c Coesione (kPa);
 β Angolo perpendicolare al paramento lato monte (°);
Note Nelle note viene riportata la presenza della falda

Q_i	Q_f	G	E_{ps}	F_i	Δ	c	β	Note
50.0	0.0	23.65	180.0	27.0	0.0	20.0	180.0	

Coefficienti di spinta ed inclinazioni

μ Angolo di direzione della spinta.
 K_p Coefficiente di resistenza passiva.

Kpx, Kpy Componenti secondo x e y del coefficiente di resistenza passiva.

μ	Kp	Kpx	Kpy
180.0	2.66	-2.66	0.0

Spinte risultanti e punto di applicazione

Qi Quota iniziale strato (cm)
 Qf Quota finale strato (cm)
 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	50.0	0.0	-40.51	0.0	23.38	0.0

Sollecitazioni totali

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

Fx	Fy	M	
Spinta terreno	0.12	0.0	0.03
Carichi esterni	0.0	-12.0	23.16
Peso muro	0.43	22.88	-32.29
Peso fondazione	0.69	36.25	-52.39
Sovraccarico	0.0	0.0	0.0
Terr. fondazione	0.18	9.22	-20.64
Spinte fondazione	-40.51	0.0	-9.47
	-39.09	56.35	-91.6

Momento stabilizzante -106.48 kNm

Momento ribaltante 14.89 kNm

Verifica alla traslazione

Sommatoria forze orizzontali	1.42	kN
Sommatoria forze verticali	56.35	kN
Coefficiente di attrito	0.51	
Adesione	20.0	kPa
Angolo piano di scorrimento	-360.0	°
Forze normali al piano di scorrimento	56.35	kN
Forze parall. al piano di scorrimento	1.42	kN
Resistenza terreno	127.22	kN
Coeff. sicurezza traslazione Csd	89.69	

Traslazione verificata $C_{sd} > 1$ **Verifica al ribaltamento**

 Momento stabilizzante -106.48 kNm

Momento ribaltante 14.89 kNm

Coeff. sicurezza ribaltamento C_{sv} 7.15**Muro verificato a ribaltamento $C_{sv} > 1$** **Carico limite verticale VESIC**

Somma forze in direzione x (F_x)	-39.09 kN	
Somma forze in direzione y (F_y)	56.35 kN	
Somma momenti	-91.6 kNm	
Larghezza fondazione	290.0 cm	
Lunghezza	1200.0 cm	
Eccentricità su B	17.55 cm	
Peso unità di volume	23.65 kN/m ³	
Angolo di resistenza al taglio	27.0 °	
Coesione	20.0 kPa	
Terreno sulla fondazione	50.0 cm	
Peso terreno sul piano di posa	23.65 kN/m ³	
N_q	13.2	
N_c	23.94	
N_g	14.47	
Fattori di forma		
s_q	1.11	
s_c	1.12	
s_g	0.92	
Inclinazione carichi		
i_q	0.59	
i_c	0.56	
i_g	0.44	
Fattori di profondità		
d_q	1.06	
d_c	1.08	
d_g	1.0	
Carico limite verticale (Q_{lim})	1548.58 kN	
Fattore sicurezza ($C_{sq} = Q_{lim}/F_y$)	22.9	

Carico limite verificato $C_{sq} > 1$ **Tensioni sul terreno**

Ascissa centro sollecitazione	162.55 cm
Larghezza della fondazione	290.0 cm

x = 0.0 cm 12.37 kPa

x = 290.0 cm 26.49 kPa

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
130.0	-40.51	-3.95	-1.02	50.0

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. VTmin{Vrd; Vwd}/Vsdu
 Vsdu Taglio di calcolo (kN);

Afi	Afs	Nu	Mu	Ver.	Vrd	Vwd	Sic. VT
6Ø12 (6.79)	6Ø12 (6.79)	41.39	121.21	S	153.6	0.0	38.12

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
160.0	0.1	-16.86	8.01	50.0
193.0	0.1	-4.4	2.51	50.0

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. VTmin{Vrd; Vwd}/Vsdu

Vsdu Taglio di calcolo (kN);

Afi	Afs	Nu	Mu	Ver.	Vrd	Vwd	Sic. VT
6Ø12 (6.79)	6Ø12 (6.79)	0.28	112.9	S	153.04	0.0	8.9
6Ø12 (6.79)	6Ø12 (6.79)	0.28	112.9	S	153.04	0.0	34.1

A_Unitari+M1+RSLV+Beta (+50%) [GEO]

Coefficiente sismico orizzontale Kh 0.019

Coefficiente sismico verticale Kv 0.01

CALCOLO SPINTE**Discretizzazione terreno**

Qi Quota iniziale strato (cm);

Qf Quota finale strato (cm);

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
355.0	294.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
294.0	233.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
233.0	172.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
172.0	111.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
111.0	80.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
80.0	50.0	23.65	0.0	27.0	0.0	20.0	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
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	0.38	0.39	0.02	0.38	0.0	0.02	0.0

Spinte risultanti e punto di applicazione

Qi	Quota iniziale strato (cm)
Qf	Quota finale strato (cm)
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	355.0	294.0	0.0	0.0	324.5	324.5
2	294.0	233.0	0.0	0.0	263.5	263.5
3	233.0	172.0	0.0	0.0	202.5	202.5
4	172.0	111.0	0.0	0.0	141.5	141.5
5	111.0	80.0	0.0	0.0	95.5	95.5
6	80.0	50.0	0.03	0.0	60.0	50.0

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
	294.0	0.13	4.58	145.0	324.5
	233.0	0.26	9.15	145.0	294.0
	172.0	0.39	13.73	145.0	263.5
	111.0	0.52	18.3	145.0	233.0
	80.0	0.59	20.63	145.0	217.5
	50.0	0.65	22.88	145.0	202.5

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
294.0	0.13	4.58	0.04	30.0
233.0	0.26	9.15	0.16	30.0

172.0	0.39	13.73	0.36	30.0
111.0	0.52	18.3	0.64	30.0
80.0	0.59	20.63	0.81	30.0
50.0	0.68	22.88	1.0	30.0

VERIFICHE GLOBALI

Piano di rottura passante per (xr1,yr1) = (290.0/0.0)

Piano di rottura passante per (xr2,yr2) = (290.0/80.0)

Centro di rotazione (xro,yro) = (0.0/0.0)

Discretizzazione terreno

Qi	Quota iniziale strato (cm);
Qf	Quota finale strato (cm);
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
80.0	50.0	23.65	0.0	27.0	0.0	20.0	0.0	
50.0	0.0	23.65	0.0	27.0	0.0	20.0	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
0.0	0.38	0.39	0.02	0.38	0.0	0.02	0.0
0.0	0.38	0.39	0.02	0.38	0.0	0.02	0.0

Spinte risultanti e punto di applicazione

Qi	Quota iniziale strato (cm)
Qf	Quota finale strato (cm)
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	80.0	50.0	0.03	0.0	60.0	50.0
2	50.0	0.0	0.16	0.0	21.21	0.0

SPINTE IN FONDAZIONE**Discretizzazione terreno**

Qi	Quota iniziale strato (cm);
Qf	Quota finale strato (cm);
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
50.0	0.0	23.65	180.0	27.0	0.0	20.0	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
180.0	2.66	-2.66	0.0

Spinte risultanti e punto di applicazione

Qi	Quota iniziale strato (cm)
Qf	Quota finale strato (cm)
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	50.0	0.0	-40.51	0.0	23.38	0.0

Sollecitazioni totali

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

	Fx	Fy	M
Spinta terreno	0.18	0.0	0.05
Carichi esterni	0.0	-12.0	23.16
Peso muro	0.65	22.88	-31.85
Peso fondazione	1.03	36.25	-52.3
Sovraccarico	0.0	0.0	0.0
Terr. fondazione	0.26	9.22	-20.58
Spinte fondazione	-40.51	0.0	-9.47
	-38.38	56.35	-91.0

Momento stabilizzante -106.48 kNm

Momento ribaltante 15.49 kNm

Verifica al ribaltamento

Momento stabilizzante -106.48 kNm

Momento ribaltante 15.49 kNm

Coeff. sicurezza ribaltamento Csv 6.88

Muro verificato a ribaltamento Csv > 1

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
130.0	-40.51	-4.25	-1.26	50.0

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
160.0	0.16	-16.53	7.74	50.0
193.0	0.16	-4.12	2.34	50.0

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
6Ø12 (6.79)	6Ø12 (6.79)	0.28	112.9	S	153.04	0.0	9.08
6Ø12 (6.79)	6Ø12 (6.79)	0.28	112.9	S	153.04	0.0	36.46

Verifica di stabilità globale

Calcolo eseguito secondo	NTC 2018
Numero di strati	2.0
Numero dei conci	10.0
Grado di sicurezza ritenuto accettabile	1.0
Coefficiente parziale resistenza (R)	1.1
Analisi	Condizione drenata
Superficie di forma circolare	

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	1.81	m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	5.92	m
Ascissa vertice destro superiore xs	6.19	m
Ordinata vertice destro superiore ys	8.65	m
Passo di ricerca	10.0	
Numero di celle lungo x	10.0	
Numero di celle lungo y	10.0	

Coefficienti sismici [N.T.C.]**Dati generali**

Tipo opera:

Classe d'uso: II

Vita nominale: 50.0 [anni]

Vita di riferimento: 50.0 [anni]

Parametri sismici su sito di riferimento

Categoria sottosuolo: A

Categoria topografica: T1

	SLO	SLD	SLV	SLC
SS Amplificazione stratigrafica	1,00	1,00	1,00	1,00
CC Coeff. funz categoria	1,00	1,00	1,00	1,00
ST Amplificazione topografica	1,00	1,00	1,00	1,00

Coefficienti sismici orizzontali e verticali

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0.004	0.005	0.010	0.012
kv	0.002	0.002	0.005	0.006
Amax [m/s²]	0.182	0.230	0.490	0.591
Beta	0.200	0.200	0.200	0.200

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0.000	0.013	0.023	0.000
kv	--	0.007	0.011	--
Amax [m/s²]	0.219	0.277	0.588	0.710
Beta	--	0.470	0.380	--

Coefficiente azione sismica orizzontale 0.01

Coefficiente azione sismica verticale 0.005

Vertici profilo

Nr	X (m)	y (m)
1	2.0	5.5
2	5.0	5.5
3	6.3	5.5
4	6.6	8.55
5	6.6	5.8
6	8.6	5.8
7	10.6	5.8
8	15.18	5.8

Coefficienti parziali azioni

Sfavorevoli: Permanenti, variabili 1.3 1.5

Favorevoli: Permanenti, variabili 1.0 0.0

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

Tangente angolo di resistenza al taglio 1.25

Coesione efficace 1.25

Coesione non drenata 1.4

Riduzione parametri geotecnici terreno Sì

Stratigrafia

Strato	Coesione (kN/m²)	Coesione non drenata (kN/m²)	Angolo resistenza al taglio (°)	Peso unità di volume (kN/m³)	Peso saturo (kN/m³)	Litologia	
1	150		27	23.65	26.65	Roccia basaltica	

Carichi concentrati

N°	x (m)	y (m)	Fx (kN)	Fy (kN)	M (kNm)
1	6.93	5	0	-12	0

Risultati analisi pendio [A2+M2+R2]

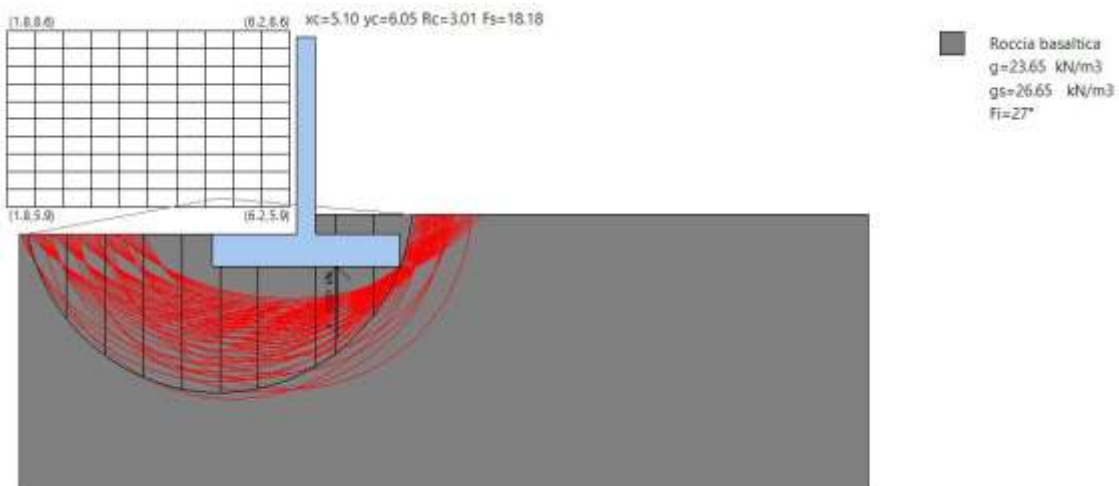
Fs minimo individuato 18.18

Ascissa centro superficie 5.1 m

Ordinata centro superficie 6.05 m

Raggio superficie 3.1 m

Come si evince dall'analisi di stabilità globale, il fattore di sicurezza minimo individuato è pari a 18.18, pertanto maggiore rispetto a quanto previsto dalla normativa. Di seguito viene rappresentato lo schema di analisi di stabilità globale mediante l'analisi delle superfici potenziali di scivolamento.



SOGLIA B- CONDIZIONE CON PRESENZA DI ACQUA A MONTE DELLA SOGLIA

La condizione esaminata rappresenta una sezione rappresentativa della soglia B. Le verifiche sono condotte nella condizione in cui a monte della soglia è presente un quantitativo di acqua che raggiunge la sommità della soglia stessa. Viene presa in conto la presenza della sottospinta.

VERIFICA A RIBALTAMENTO, VERIFICA ALLO SCORRIMENTO, CARICO LIMITE**5.1.1 Dati progetto:**

Titolo progetto COMUNE DI ABBASANTA' Interventi per il superamento delle problematiche idrauliche del canale coperto "rio bonorchis" loc. "s'olia" realizzazione di un bacino di laminazione a monte dell'abitato

Descrizione del progetto Soglia B- condizione con presenza di acqua a monte della soglia

Committente COMUNE DI ABBASANTA

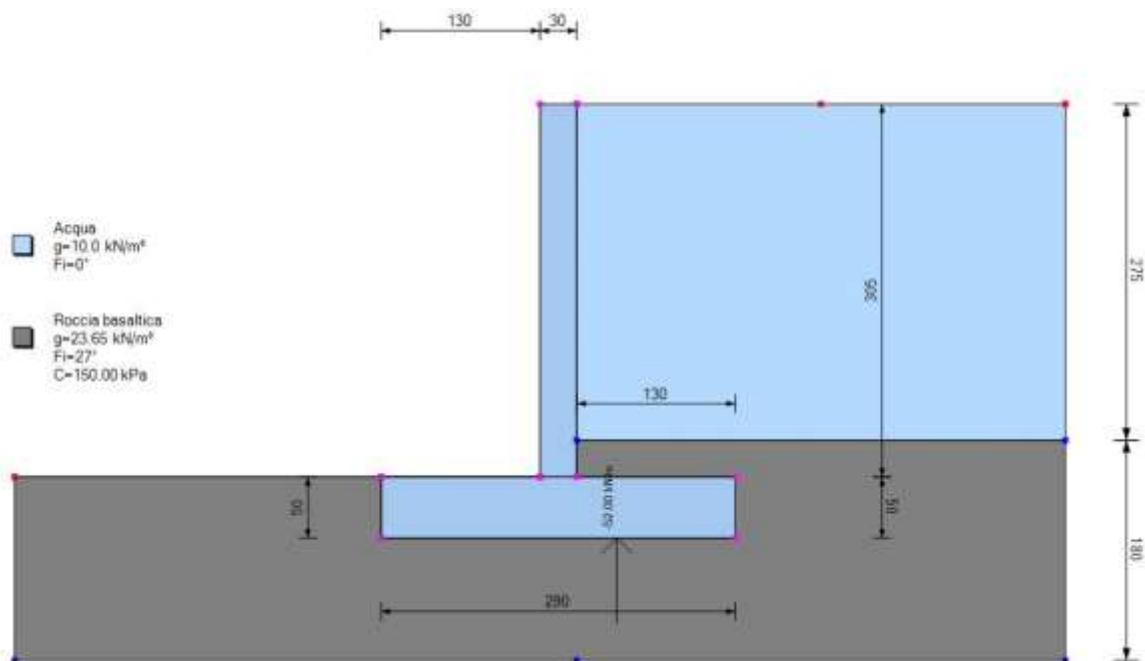
Progettista Dott. Ing. Andrea Lostia Sud Ovest Engineering S.r.l.

Dati generali:

Condizioni ambientali	Ordinarie
Normativa GEO	NTC 2018
Normativa STR	NTC 2018
Spinta	Rankine [1857]

Dati generali muro

Altezza muro	305.0	cm
Spessore testa muro	30.0	cm
Risega muro lato valle	0.0	cm
Risega muro lato monte	0.0	cm
Sporgenza mensola a valle	130.0	cm
Sporgenza mensola a monte	130.0	cm
Svaso mensola a valle	0.0	cm
Altezza estremità mensola a valle	50.0	cm
Altezza estremità mensola a monte	50.0	cm

**Caratteristiche di resistenza dei materiali impiegati****Conglomerati**

Classe	fck,cubi	Ec	fck	fcd	fctd	fctm
Calcestruzzo	[Mpa]	[Mpa]	[Mpa]	[Mpa]	[Mpa]	[Mpa]
C25/30	30	31470	25	14.16	1.19	2.56

Acciai:

Classe	Es	fyk	fyd	ftk	ftd	ep_tk	epd_ult	β1*β2 iniziale	β1*β2 finale
acciaio	[Mpa]	[Mpa]	[Mpa]	[Mpa]	[Mpa]				
B450C	200000	450	391.3	540	391.3	.075	.0675	1	0.5

Copriferro, Elevazione 5.0 cm

Copriferro, Fondazione 5.0 cm

Stratigrafia

Ns	Spessor e strato (cm)	Inclinazi one dello strato. (°)	Peso unità di volume (KN/m³)	Angolo di resisten za a taglio (°)	Coesion e (kPa)	Angolo di attrito terra muro (°)	Presenz a di falda (Si/No)	Litologia	Descrizione
1	275	0	10.00	0	0.00	0	No		Acqua
2	180	0	23.65	27	150.00	18	No		Roccia basaltica

Carichi concentrati

Descrizione	Posizione x (cm)	Posizione y (cm)	Fx (kN/m)	Fy (kN/m)	Mz (kNm/m)
Sottospinta	193.0	0.0	0.0	-52.0	0.0

Fattori di combinazione

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	1.50
5	Spinta sismica in x	1.50
6	Spinta sismica in y	1.50
7	Sottopinta	1.50

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
7	Sottopinta	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
7	Sottopinta	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
4	Ribaltamento	1

A1+M1+R3 [GEO+STR]

Coefficiente sismico orizzontale Kh 0.019

Coefficiente sismico verticale Kv 0.01

CALCOLO SPINTE**Discretizzazione terreno**

Qi Quota iniziale strato (cm);
 Qf Quota finale strato (cm);
 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
355.0	294.0	10.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
294.0	233.0	10.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
233.0	172.0	10.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
172.0	111.0	10.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
111.0	80.0	10.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
80.0	50.0	23.65	0.0	27.0	0.0	160.0	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
0.0	1.0	1.0	0.01	1.0	0.0	0.01	0.0
0.0	1.0	1.0	0.01	1.0	0.0	0.01	0.0
0.0	1.0	1.0	0.01	1.0	0.0	0.01	0.0
0.0	1.0	1.0	0.01	1.0	0.0	0.01	0.0
0.0	1.0	1.0	0.01	1.0	0.0	0.01	0.0
0.0	0.38	0.39	0.02	0.38	0.0	0.02	0.0

Spinte risultanti e punto di applicazione

Qi Quota iniziale strato (cm)
Qf Quota finale strato (cm)
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	355.0	294.0	2.45	0.0	314.33	294.0
2	294.0	233.0	7.34	0.0	260.11	233.0
3	233.0	172.0	12.23	0.0	200.47	172.0
4	172.0	111.0	17.13	0.0	140.05	111.0
5	111.0	80.0	10.58	0.0	95.19	80.0
6	80.0	50.0	0.15	0.0	64.15	50.0

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
294.0	0.09	4.58	145.0	324.5
233.0	0.17	9.15	145.0	294.0
172.0	0.26	13.73	145.0	263.5
111.0	0.35	18.3	145.0	233.0
80.0	0.39	20.63	145.0	217.5
50.0	0.43	22.88	145.0	202.5

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
294.0	2.53	4.58	0.52	30.0
233.0	9.96	9.15	4.09	30.0
172.0	22.28	13.73	13.67	30.0
111.0	39.49	18.3	32.26	30.0
80.0	50.12	20.63	46.12	30.0
50.0	50.31	22.88	61.18	30.0

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. VTmin{Vrd; Vwd}/Vsdu

Vsdu Taglio di calcolo (kN);

Afv	Afm	Nu	Mu	Ver.	Vrd	Vwd	Sic. VT
6Ø12 (6.79)	6Ø12 (6.79)	4.85	61.28	S	103.09	0.0	39.9
6Ø12 (6.79)	6Ø12 (6.79)	9.28	61.78	S	103.15	0.0	10.16
6Ø12 (6.79)	6Ø12 (6.79)	14.01	62.32	S	103.21	0.0	4.54
6Ø12 (6.79)	6Ø12 (6.79)	18.83	62.86	S	103.27	0.0	2.56
6Ø12 (6.79)	6Ø12 (6.79)	20.77	63.08	S	103.3	0.0	2.02
6Ø12 (6.79)	6Ø12 (6.79)	23.36	63.37	S	103.45	0.0	2.02

VERIFICHE GLOBALI

Piano di rottura passante per (xr1,yr1) = (290.0/0.0)

Piano di rottura passante per (xr2,yr2) = (290.0/355.0)

Centro di rotazione (xro,yro) = (0.0/0.0)

Discretizzazione terreno

Qi Quota iniziale strato (cm);

Qf Quota finale strato (cm);

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
355.0	294.0	10.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
294.0	233.0	10.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
233.0	172.0	10.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
172.0	111.0	10.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
111.0	80.0	10.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
80.0	50.0	23.65	0.0	27.0	0.0	160.0	0.0	
50.0	0.0	23.65	0.0	27.0	0.0	160.0	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
0.0	1.0	1.0	0.01	1.0	0.0	0.01	0.0
0.0	1.0	1.0	0.01	1.0	0.0	0.01	0.0
0.0	1.0	1.0	0.01	1.0	0.0	0.01	0.0
0.0	1.0	1.0	0.01	1.0	0.0	0.01	0.0
0.0	1.0	1.0	0.01	1.0	0.0	0.01	0.0
0.0	0.38	0.39	0.02	0.38	0.0	0.02	0.0
0.0	0.38	0.39	0.02	0.38	0.0	0.02	0.0

Spinte risultanti e punto di applicazione

Qi	Quota iniziale strato (cm)
Qf	Quota finale strato (cm)
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	355.0	294.0	2.45	0.0	314.33	294.0
2	294.0	233.0	7.34	0.0	260.11	233.0
3	233.0	172.0	12.23	0.0	200.47	172.0
4	172.0	111.0	17.13	0.0	140.05	111.0
5	111.0	80.0	10.58	0.0	95.19	80.0
6	80.0	50.0	0.15	0.0	64.15	50.0
7	50.0	0.0	0.36	0.0	23.38	0.0

SPINTE IN FONDAZIONE

Discretizzazione terreno

Qi	Quota iniziale strato (cm);
Qf	Quota finale strato (cm);
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
50.0	0.0	23.65	180.0	27.0	0.0	160.0	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
180.0	2.66	-2.66	0.0

Spinte risultanti e punto di applicazione

Qi	Quota iniziale strato (cm)
Qf	Quota finale strato (cm)
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	50.0	0.0	-268.97	0.0	24.76	0.0

Sollecitazioni totali

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

Spinta terreno	50.23	0.0	85.54
Carichi esterni	0.0	-78.0	150.54
Peso muro	0.65	22.88	-31.85
Peso fondazione	1.03	36.25	-52.3
Sovraccarico	0.0	0.0	0.0
Terr. fondazione	1.28	58.47	-129.16
Spinte fondazione	-268.97	0.0	-66.59
	-215.77	39.59	-43.82

Momento stabilizzante -217.28 kNm
Momento ribaltante 173.46 kNm

Verifica alla traslazione

Sommatoria forze orizzontali	53.2	kN
Sommatoria forze verticali	39.59	kN
Coefficiente di attrito	0.51	
Adesione	160.0	kPa
Angolo piano di scorrimento	-360.0	°
Forze normali al piano di scorrimento	39.59	kN
Forze parall. al piano di scorrimento	53.2	kN
Resistenza terreno	753.14	kN
Coeff. sicurezza traslazione Csd	12.87	
Traslazione verificata Csd>1		

Verifica al ribaltamento

Momento stabilizzante	-217.28	kNm
Momento ribaltante	173.46	kNm
Coeff. sicurezza ribaltamento Csv	1.09	
Muro verificato a ribaltamento Csv>1		

Carico limite verticale VESIC

Somma forze in direzione x (Fx)	-215.77	kN
Somma forze in direzione y (Fy)	39.59	kN
Somma momenti	-43.82	kNm
Larghezza fondazione	290.0	cm
Lunghezza	1200.0	cm
Eccentricità su B	34.31	cm
Peso unità di volume	23.65	KN/m³
Angolo di resistenza al taglio	27.0	°
Coesione	160.0	kPa
Terreno sulla fondazione	50.0	cm
Peso terreno sul piano di posa	23.65	KN/m³
Nq	13.2	
Nc	23.94	
Ng	14.47	
Fattori di forma		
sq	1.09	
sc	1.1	
sg	0.93	
Inclinazione carichi		
iq	0.53	
ic	0.49	
ig	0.37	
Fattori di profondità		

dq	1.07
dc	1.09
dg	1.0
Carico limite verticale (Qlim)	5471.32 kN
Fattore sicurezza (Csq=Qlim/Fy)	98.71

Carico limite verificato Csq>1**Tensioni sul terreno**

Ascissa centro sollecitazione	110.69 cm
Larghezza della fondazione	290.0 cm

x = 0.0 cm	23.34 kPa
x = 290.0 cm	3.96 kPa

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
130.0	-268.97	-8.44	-6.07	50.0

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
6Ø12 (6.79)	6Ø12 (6.79)	274.49	166.35	S	167.91	0.0	19.5

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
160.0	0.36	-27.57	-8.27	50.0
193.0	0.36	38.7	-19.29	50.0

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. VTmin{Vrd; Vwd}/Vsdu
 Vsdu Taglio di calcolo (kN);

Afi	Afs	Nu	Mu	Ver.	Vrd	Vwd	Sic. VT
6Ø12 (6.79)	6Ø12 (6.79)	0.28	112.9	S	153.04	0.0	5.44
6Ø12 (6.79)	6Ø12 (6.79)	0.28	112.9	S	153.04	0.0	3.88

A_Unitari+M1+RSLV [GEO+STR]

Coefficiente sismico orizzontale Kh 0.019
 Coefficiente sismico verticale Kv 0.01

CALCOLO SPINTE**Discretizzazione terreno**

Qi Quota iniziale strato (cm);
 Qf Quota finale strato (cm);
 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
355.0	294.0	10.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
294.0	233.0	10.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
233.0	172.0	10.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
172.0	111.0	10.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	

111.0	80.0	10.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
80.0	50.0	23.65	0.0	27.0	0.0	160.0	0.0

Coefficienti di spinta ed inclinazioni

μ	Angolo di direzione della spinta.
K_a	Coefficiente di spinta attiva.
K_d	Coefficiente di spinta dinamica.
D_k	Coefficiente di incremento dinamico.
K_{ax}, K_{ay}	Componenti secondo x e y del coefficiente di spinta attiva.
D_{kx}, D_{ky}	Componenti secondo x e y del coefficiente di incremento dinamico.

μ	K_a	K_d	D_k	K_{ax}	K_{ay}	D_{kx}	D_{ky}
0.0	1.0	1.0	0.01	1.0	0.0	0.01	0.0
0.0	1.0	1.0	0.01	1.0	0.0	0.01	0.0
0.0	1.0	1.0	0.01	1.0	0.0	0.01	0.0
0.0	1.0	1.0	0.01	1.0	0.0	0.01	0.0
0.0	1.0	1.0	0.01	1.0	0.0	0.01	0.0
0.0	0.38	0.39	0.02	0.38	0.0	0.02	0.0

Spinte risultanti e punto di applicazione

Q_i	Quota iniziale strato (cm)
Q_f	Quota finale strato (cm)
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	355.0	294.0	1.88	0.0	314.33	294.0
2	294.0	233.0	5.64	0.0	260.11	233.0
3	233.0	172.0	9.4	0.0	200.47	172.0
4	172.0	111.0	13.15	0.0	140.05	111.0
5	111.0	80.0	8.12	0.0	95.19	80.0
6	80.0	50.0	0.1	0.0	64.15	50.0

CARATTERISTICHE MURO (Peso, Baricentro, Inerzia)

P_y	Peso del muro (kN);
P_x	Forza inerziale (kN);
X_p, Y_p	Coordinate baricentro dei pesi (cm);

Quota	P_x	P_y	X_p	Y_p
294.0	0.09	4.58	145.0	324.5
233.0	0.17	9.15	145.0	294.0
172.0	0.26	13.73	145.0	263.5
111.0	0.35	18.3	145.0	233.0

80.0	0.39	20.63	145.0	217.5
50.0	0.43	22.88	145.0	202.5

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
294.0	1.97	4.58	0.41	30.0
233.0	7.69	9.15	3.16	30.0
172.0	17.17	13.73	10.55	30.0
111.0	30.41	18.3	24.88	30.0
80.0	38.58	20.63	35.55	30.0
50.0	38.72	22.88	47.14	30.0

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
6Ø12 (6.79)	6Ø12 (6.79)	4.85	61.28	S	103.09	0.0	51.42
6Ø12 (6.79)	6Ø12 (6.79)	9.28	61.78	S	103.15	0.0	13.15
6Ø12 (6.79)	6Ø12 (6.79)	14.01	62.32	S	103.21	0.0	5.89
6Ø12 (6.79)	6Ø12 (6.79)	18.83	62.86	S	103.27	0.0	3.33
6Ø12 (6.79)	6Ø12 (6.79)	20.77	63.08	S	103.3	0.0	2.63
6Ø12 (6.79)	6Ø12 (6.79)	23.36	63.37	S	103.45	0.0	2.62

VERIFICHE GLOBALI

Piano di rottura passante per (xr1,yr1) = (290.0/0.0)

Piano di rottura passante per (xr2,yr2) = (290.0/355.0)

Centro di rotazione (xro,yro) = (0.0/0.0)

Discretizzazione terreno

Qi Quota iniziale strato (cm);

Qf	Quota finale strato (cm);
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
355.0	294.0	10.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
294.0	233.0	10.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
233.0	172.0	10.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
172.0	111.0	10.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
111.0	80.0	10.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
80.0	50.0	23.65	0.0	27.0	0.0	160.0	0.0	
50.0	0.0	23.65	0.0	27.0	0.0	160.0	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
0.0	1.0	1.0	0.01	1.0	0.0	0.01	0.0
0.0	1.0	1.0	0.01	1.0	0.0	0.01	0.0
0.0	1.0	1.0	0.01	1.0	0.0	0.01	0.0
0.0	1.0	1.0	0.01	1.0	0.0	0.01	0.0
0.0	1.0	1.0	0.01	1.0	0.0	0.01	0.0
0.0	0.38	0.39	0.02	0.38	0.0	0.02	0.0
0.0	0.38	0.39	0.02	0.38	0.0	0.02	0.0

Spinte risultanti e punto di applicazione

Qi	Quota iniziale strato (cm)
Qf	Quota finale strato (cm)
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	355.0	294.0	1.88	0.0	314.33	294.0
2	294.0	233.0	5.64	0.0	260.11	233.0

3	233.0	172.0	9.4	0.0	200.47	172.0
4	172.0	111.0	13.15	0.0	140.05	111.0
5	111.0	80.0	8.12	0.0	95.19	80.0
6	80.0	50.0	0.1	0.0	64.15	50.0
7	50.0	0.0	0.24	0.0	23.38	0.0

SPINTE IN FONDAZIONE**Discretizzazione terreno**

Qi	Quota iniziale strato (cm);
Qf	Quota finale strato (cm);
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
50.0	0.0	23.65	180.0	27.0	0.0	160.0	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
180.0	2.66	-2.66	0.0

Spinte risultanti e punto di applicazione

Qi	Quota iniziale strato (cm)
Qf	Quota finale strato (cm)
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	50.0	0.0	-268.97	0.0	24.76	0.0

Sollecitazioni totali

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

Fx	Fy	M	
Spinta terreno	38.53	0.0	65.68
Carichi esterni	0.0	-52.0	100.36
Peso muro	0.43	22.88	-32.29
Peso fondazione	0.69	36.25	-52.39
Sovraccarico	0.0	0.0	0.0
Terr. fondazione	0.85	44.97	-99.6
Spinte fondazione	-268.97	0.0	-66.59
	-228.46	52.1	-84.82

Momento stabilizzante -186.92 kNm

Momento ribaltante 102.1 kNm

Verifica alla traslazione

Sommatoria forze orizzontali	40.51	kN
Sommatoria forze verticali	52.1	kN
Coefficiente di attrito	0.51	
Adesione	160.0	kPa
Angolo piano di scorrimento	-360.0	°
Forze normali al piano di scorrimento	52.1	kN
Forze parall. al piano di scorrimento	40.51	kN
Resistenza terreno	759.51	kN
Coeff. sicurezza traslazione Csd	18.75	

Traslazione verificata Csd > 1

Verifica al ribaltamento

Momento stabilizzante	-186.92	kNm
Momento ribaltante	102.1	kNm
Coeff. sicurezza ribaltamento Csv	1.83	

Muro verificato a ribaltamento Csv > 1

Carico limite verticale VESIC

Somma forze in direzione x (Fx)	-228.46	kN
Somma forze in direzione y (Fy)	52.1	kN
Somma momenti	-84.82	kNm
Larghezza fondazione	290.0	cm
Lunghezza	1200.0	cm
Eccentricità su B	17.81	cm
Peso unità di volume	23.65	KN/m³
Angolo di resistenza al taglio	27.0	°
Coesione	160.0	kPa
Terreno sulla fondazione	50.0	cm
Peso terreno sul piano di posa	23.65	KN/m³

Nq	13.2	
Nc	23.94	
Ng	14.47	
Fattori di forma		
sq	1.11	
sc	1.12	
sg	0.92	
Inclinazione carichi		
iq	0.57	
ic	0.53	
ig	0.41	
Fattori di profondità		
dq	1.06	
dc	1.08	
dg	1.0	
Carico limite verticale (Qlim)	6898.31	kN
Fattore sicurezza (Csq=Qlim/Fy)	110.34	

Carico limite verificato $Csq > 1$ **Tensioni sul terreno**

Ascissa centro sollecitazione	162.81	cm
Larghezza della fondazione	290.0	cm

x = 0.0 cm 11.34 kPa

x = 290.0 cm 24.59 kPa

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
130.0	-268.97	-2.35	-0.04	50.0

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. $VT_{\min}\{V_{rd}; V_{wd}\}/V_{sdu}$

V_{sdu} Taglio di calcolo (kN);

Afi	Afs	Nu	Mu	Ver.	Vrd	Vwd	Sic. VT
6Ø12 (6.79)	6Ø12 (6.79)	274.49	166.35	S	167.91	0.0	69.97

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
160.0	0.24	-18.88	-3.54	50.0
193.0	0.24	23.99	-11.29	50.0

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. $VT_{\min}\{V_{rd}; V_{wd}\}/V_{sdu}$

V_{sdu} Taglio di calcolo (kN);

Afi	Afs	Nu	Mu	Ver.	Vrd	Vwd	Sic. VT
6Ø12 (6.79)	6Ø12 (6.79)	0.28	112.9	S	153.04	0.0	7.95
6Ø12 (6.79)	6Ø12 (6.79)	0.28	112.9	S	153.04	0.0	6.26

A_Unitari+M1+RSLV+Beta (+50%) [GEO+STR]

Coefficiente sismico orizzontale Kh 0.019

Coefficiente sismico verticale Kv 0.01

CALCOLO SPINTE

Discretizzazione terreno

Qi Quota iniziale strato (cm);

Qf Quota finale strato (cm);

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
355.0	294.0	10.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
294.0	233.0	10.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
233.0	172.0	10.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
172.0	111.0	10.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
111.0	80.0	10.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
80.0	50.0	23.65	0.0	27.0	0.0	160.0	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
0.0	1.0	1.0	0.01	1.0	0.0	0.01	0.0
0.0	1.0	1.0	0.01	1.0	0.0	0.01	0.0
0.0	1.0	1.0	0.01	1.0	0.0	0.01	0.0
0.0	1.0	1.0	0.01	1.0	0.0	0.01	0.0
0.0	1.0	1.0	0.01	1.0	0.0	0.01	0.0
0.0	0.38	0.39	0.02	0.38	0.0	0.02	0.0

Spinte risultanti e punto di applicazione

Qi Quota iniziale strato (cm)
 Qf Quota finale strato (cm)
 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	355.0	294.0	1.88	0.0	314.33	294.0
2	294.0	233.0	5.64	0.0	260.11	233.0
3	233.0	172.0	9.4	0.0	200.47	172.0
4	172.0	111.0	13.15	0.0	140.05	111.0
5	111.0	80.0	8.12	0.0	95.19	80.0
6	80.0	50.0	0.1	0.0	64.15	50.0

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
294.0	0.09	4.58	145.0	324.5
233.0	0.17	9.15	145.0	294.0
172.0	0.26	13.73	145.0	263.5
111.0	0.35	18.3	145.0	233.0
80.0	0.39	20.63	145.0	217.5
50.0	0.43	22.88	145.0	202.5

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
294.0	1.97	4.58	0.41	30.0
233.0	7.69	9.15	3.16	30.0
172.0	17.17	13.73	10.55	30.0
111.0	30.41	18.3	24.88	30.0
80.0	38.58	20.63	35.55	30.0
50.0	38.72	22.88	47.14	30.0

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

Afv Area dei ferri lato valle.
 Afrm 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	Afrm	Nu	Mu	Ver.	Vrd	Vwd	Sic. VT
6Ø12 (6.79)	6Ø12 (6.79)	4.85	61.28	S	103.09	0.0	51.42
6Ø12 (6.79)	6Ø12 (6.79)	9.28	61.78	S	103.15	0.0	13.15
6Ø12 (6.79)	6Ø12 (6.79)	14.01	62.32	S	103.21	0.0	5.89
6Ø12 (6.79)	6Ø12 (6.79)	18.83	62.86	S	103.27	0.0	3.33
6Ø12 (6.79)	6Ø12 (6.79)	20.77	63.08	S	103.3	0.0	2.63

6Ø12 (6.79) 6Ø12 (6.79) 23.36 63.37 S 103.45 0.0 2.62

VERIFICHE GLOBALI

Piano di rottura passante per (xr1,yr1) = (290.0/0.0)

Piano di rottura passante per (xr2,yr2) = (290.0/355.0)

Centro di rotazione (xro,yro) = (0.0/0.0)

Discretizzazione terreno

Qi Quota iniziale strato (cm);
Qf Quota finale strato (cm);
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
355.0	294.0	10.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
294.0	233.0	10.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
233.0	172.0	10.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
172.0	111.0	10.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
111.0	80.0	10.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
80.0	50.0	23.65	0.0	27.0	0.0	160.0	0.0	
50.0	0.0	23.65	0.0	27.0	0.0	160.0	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
0.0	1.0	1.0	0.01	1.0	0.0	0.01	0.0
0.0	1.0	1.0	0.01	1.0	0.0	0.01	0.0
0.0	1.0	1.0	0.01	1.0	0.0	0.01	0.0
0.0	1.0	1.0	0.01	1.0	0.0	0.01	0.0
0.0	1.0	1.0	0.01	1.0	0.0	0.01	0.0
0.0	0.38	0.39	0.02	0.38	0.0	0.02	0.0
0.0	0.38	0.39	0.02	0.38	0.0	0.02	0.0

Spinte risultanti e punto di applicazione

Qi	Quota iniziale strato (cm)
Qf	Quota finale strato (cm)
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	355.0	294.0	1.88	0.0	314.33	294.0
2	294.0	233.0	5.64	0.0	260.11	233.0
3	233.0	172.0	9.4	0.0	200.47	172.0
4	172.0	111.0	13.15	0.0	140.05	111.0
5	111.0	80.0	8.12	0.0	95.19	80.0
6	80.0	50.0	0.1	0.0	64.15	50.0
7	50.0	0.0	0.24	0.0	23.38	0.0

SPINTE IN FONDAZIONE**Discretizzazione terreno**

Qi	Quota iniziale strato (cm);
Qf	Quota finale strato (cm);
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
50.0	0.0	23.65	180.0	27.0	0.0	160.0	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
180.0	2.66	-2.66	0.0

Spinte risultanti e punto di applicazione

Qi	Quota iniziale strato (cm)
Qf	Quota finale strato (cm)
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	50.0	0.0	-268.97	0.0	24.76	0.0

Sollecitazioni totali

Fx Forza in direzione x (kN);

Fy Forza in direzione y (kN);

M Momento (kNm);

	Fx	Fy	M
Spinta terreno	38.53	0.0	65.68
Carichi esterni	0.0	-52.0	100.36
Peso muro	0.43	22.88	-32.29
Peso fondazione	0.69	36.25	-52.39
Sovraccarico	0.0	0.0	0.0
Terr. fondazione	0.85	44.97	-99.6
Spinte fondazione	-268.97	0.0	-66.59
	-228.46	52.1	-84.82

Momento stabilizzante -186.92 kNm

Momento ribaltante 102.1 kNm

Verifica alla traslazione

Sommatoria forze orizzontali	40.51 kN
Sommatoria forze verticali	52.1 kN
Coefficiente di attrito	0.51
Adesione	160.0 kPa
Angolo piano di scorrimento	-360.0 °
Forze normali al piano di scorrimento	52.1 kN
Forze parall. al piano di scorrimento	40.51 kN
Resistenza terreno	759.51 kN
Coeff. sicurezza traslazione Csd	18.75
Traslazione verificata Csd > 1	

Verifica al ribaltamento

Momento stabilizzante	-186.92 kNm
Momento ribaltante	102.1 kNm
Coeff. sicurezza ribaltamento Csv	1.83
Muro verificato a ribaltamento Csv > 1	

Carico limite verticale VESIC

Somma forze in direzione x (Fx)	-228.46	kN
Somma forze in direzione y (Fy)	52.1	kN
Somma momenti	-84.82	kNm
Larghezza fondazione	290.0	cm
Lunghezza	1200.0	cm
Eccentricità su B	17.81	cm
Peso unità di volume	23.65	KN/m ³
Angolo di resistenza al taglio	27.0	°
Coesione	160.0	kPa
Terreno sulla fondazione	50.0	cm
Peso terreno sul piano di posa	23.65	KN/m ³
Nq	13.2	
Nc	23.94	
Ng	14.47	
Fattori di forma		
sq	1.11	
sc	1.12	
sg	0.92	
Inclinazione carichi		
iq	0.57	
ic	0.53	
ig	0.41	
Fattori di profondità		
dq	1.06	
dc	1.08	
dg	1.0	
Carico limite verticale (Qlim)	6898.31	kN
Fattore sicurezza (Csq=Qlim/Fy)	110.34	

Carico limite verificato $Csq > 1$

Tensioni sul terreno

Ascissa centro sollecitazione	162.81	cm
Larghezza della fondazione	290.0	cm

x = 0.0 cm	11.34 kPa
x = 290.0 cm	24.59 kPa

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
---------	----	----	---	---

130.0 -268.97 -2.35 -0.04 50.0

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
6Ø12 (6.79)	6Ø12 (6.79)	274.49	166.35	S	167.91	0.0	69.97

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
160.0	0.24	-18.88	-3.54	50.0
193.0	0.24	23.99	-11.29	50.0

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
6Ø12 (6.79)	6Ø12 (6.79)	0.28	112.9	S	153.04	0.0	7.95
6Ø12 (6.79)	6Ø12 (6.79)	0.28	112.9	S	153.04	0.0	6.26

Verifica di stabilità globale

Analisi di stabilità dei pendii con : BISHOP (1955)

Calcolo eseguito secondo NTC 2018

Numero di strati 3.0

Numero dei conci 10.0

Grado di sicurezza ritenuto accettabile 1.0

Coefficiente parziale resistenza (R) 1.1

Analisi Condizione drenata

Superficie di forma circolare

Maglia dei Centri

Ascissa vertice sinistro inferiore xi 1.81 m

Ordinata vertice sinistro inferiore yi 5.96 m

Ascissa vertice destro superiore xs 5.61 m

Ordinata vertice destro superiore ys 7.61 m

Passo di ricerca 10.0

Numero di celle lungo x 10.0

Numero di celle lungo y 10.0

Coefficienti sismici [N.T.C.]**Dati generali**

Tipo opera:

Classe d'uso: II

Vita nominale: 50.0 [anni]

Vita di riferimento: 50.0 [anni]

Parametri sismici su sito di riferimento

Categoria sottosuolo: A

Categoria topografica: T1

	SLO	SLD	SLV	SLC
SS Amplificazione stratigrafica	1,00	1,00	1,00	1,00
CC Coeff. funz categoria	1,00	1,00	1,00	1,00
ST Amplificazione topografica	1,00	1,00	1,00	1,00

Coefficienti sismici orizzontali e verticali

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0.004	0.005	0.010	0.012
kv	0.002	0.002	0.005	0.006
Amax [m/s²]	0.182	0.230	0.490	0.591
Beta	0.200	0.200	0.200	0.200

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0.000	0.013	0.023	0.000
kv	--	0.007	0.011	--
Amax [m/s²]	0.219	0.277	0.588	0.710
Beta	--	0.470	0.380	--

Coefficiente azione sismica orizzontale 0.01

Coefficiente azione sismica verticale 0.005

Vertici profilo

Nr	X (m)	y (m)
1	2.0	5.5
2	5.0	5.5
3	6.3	5.5
4	6.6	8.55
5	6.6	8.55
6	8.6	8.55
7	10.6	8.55
8	15.18	8.55

Vertici strato

N	X (m)	y (m)
1	2.0	5.5
2	5.0	5.5
3	6.3	5.5
4	6.6	5.8
5	15.18	5.8

Coefficienti parziali azioni

Sfavorevoli: Permanenti, variabili 1.3 1.5

Favorevoli: Permanenti, variabili 1.0 0.0

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

Tangente angolo di resistenza al taglio 1.25

Coesione efficace 1.25

Coesione non drenata 1.4

Riduzione parametri geotecnici terreno Si

Stratigrafia

Strato	Coesione (kN/m2)	Coesione non drenata (kN/m2)	Angolo resistenza al taglio (°)	Peso unità di volume (kN/m3)	Peso saturo (kN/m3)	Litologia	
1	0.000001		0.000001	10.00016	10.00016	Acqua	
2	160.003		27	23.65	26.62	Roccia basaltica	

Carichi concentrati

N°	x (m)	y (m)	Fx (kN)	Fy (kN)	M (kNm)
1	6.193	5	0	-52	0

Risultati analisi pendio [A2+M2+R2]

Fs minimo individuato 13.04

Ascissa centro superficie 6.07 m

Ordinata centro superficie 8.03 m

Raggio superficie 4.67 m

Come si evince dall'analisi di stabilità globale, il fattore di sicurezza minimo individuato è pari a 13.04, pertanto maggiore rispetto a quanto previsto dalla normativa. Di seguito viene rappresentato lo schema di analisi di stabilità globale mediante l'analisi delle superfici potenziali di scivolamento.

