



AGENZIA DEL DEMANIO

AGENZIA DEL DEMANIO

Direzione Regionale Calabria

PROGETTO
PRELIMINARE

PROGETTO
DEFINITIVO

PROGETTO
ESECUTIVO

OGGETTO: Progettazione definitiva ed esecutiva, coordinamento della sicurezza in fase di progettazione e di esecuzione, direzione lavori, contabilità dei lavori ed accatastamento, finalizzati al completamento ed all'ampliamento del polifunzionale "Manganelli" per la nuova sede del XII Reparto Mobile della Polizia di Stato, in Reggio Calabria, Località Santa Caterina.

UBICAZIONE: Località Santa Caterina - Reggio Calabria

COMMITTENTE: Agenzia del Demanio - Direzione Regionale Calabria

CODICE CIG: 7121966045

CODICE CUP: G36D17000050001

PROGETTO STRUTTURALE

REV.	DATA	MODIFICA	DISEGNATORE / COMPILATORE
00	26/11/2018	Prima Emissione	Ing. Mariano Salvatore
01	08/01/2019	Modifiche a seguito di verifica del RINA	VERIFICATO DA: Ing. Carlo Carletti
			APPROVATO DA: Arch. Valentino Tropeano

CODICE D'IDENTIFICAZIONE	ELABORATO :
05/17- PS.RC01/01	MURI DI SOSTEGNO <ul style="list-style-type: none"> Relazione di calcolo muro di contenimento da 1,00m a 6,00m

IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO Ing. Salvatore CONCETTINO	IL COORDINATORE DELLA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE Arch. Valentino TROPEANO
---	--

<p>RESPONSABILI</p> <p>RESPONSABILE PROGETTAZIONE ARCHITETTONICA Arch. Gianfranco PICARIELLO</p> <p>RESPONSABILE PROGETTAZIONE STRUTTURALE Ing. Carlo CARLETTI</p> <p>RESPONSABILE INDAGINI GEOGNOSTICHE Geol. Carmine MAZZAROTTI</p> <p>RESPONSABILE PROGETTAZIONE IMPIANTI MECCANICI Ing. Bruno MATTIA</p> <p>RESPONSABILE PROGETTAZIONE IMPIANTI ELETTRICI Ing. Mauro GUERRIERO</p> <p>RESPONSABILE PROGETTAZIONE SICUREZZA Arch. Patrizia GAMMA</p>	<p>PROGETTISTA RESPONSABILE COORDINATORE Arch. Valentino TROPEANO</p>	<p>GRUPPO DI LAVORO</p> <p>Ing. Antonio GRAZIANO Ing. Lella Liana IMBRIANI Ing. Mariano SALVATORE Ing. Domenico DE MATTIA Ing. Rosa LO PRIORE Arch. Ivan GUERRIERO Arch. Stanislao SACCARDO Geom. Gennarino IANDIORIO Geom. Franco IMBIMBO Per.Ind. Antonio FESTA</p> <p>CONSULENTI SCIENTIFICI</p> <p>Prof. Ing. Luigi PETTI Prof. Geol. Francesco Maria GUADAGNO</p>
--	--	--

Sommario

PREMESSA	2
ASPETTI GEOLOGICI	3
NORME DI RIFERIMENTO	5
DESCRIZIONE DELLE INDAGINI E MODELLO GEOTECNICO	5
ANALISI DEI CARICHI	11
DICHIARAZIONI PUNTO 10.2 NTC 2018	12
CRITERI DI CALCOLO E VERIFICA	19
VERIFICHE MURI DA 1 A 6 M FUORI TERRA	24
MURI SOSTEGNO ALTEZZA FUORI TERRA 1,0 M.....	24
MURO DI SOSTEGNO ALTEZZA FUORI TERRA 2,0 M	37
MURO DI SOSTEGNO ALTEZZA FUORI TERRA 3,0 M	49
MURO DI SOSTEGNO ALTEZZA FUORI TERRA 4,0 M	61
MURO DI SOSTEGNO ALTEZZA FUORI TERRA 5,0 M	73
MURO DI SOSTEGNO ALTEZZA FUORI TERRA 6,0 M	85

PREMESSA

La presente relazione illustra gli aspetti descrittivi, normativi, geotecnici e di calcolo inerenti la verifica ed il dimensionamento delle opere di sostegno (muri di contenimento) nell'area immediatamente adiacente al Polifunzionale Manganelli. L'area oggetto di indagine è ubicata in Via Enotria, nel settore nord - occidentale della città di Reggio Calabria, a circa 450 metri dalla costa.

Geograficamente il sito ricade nella parte meridionale del settore calabrese dell'Arco Calabro-Peloritano, in corrispondenza dello Stretto di Messina;

Di seguito il dettaglio topografico con l'ubicazione dell'area e dei serbatoi:



In situ sono state effettuate specifiche campagne di indagine per la definizione delle caratteristiche

meccaniche e fisiche dei terreni di fondazione. Per maggiori dettagli si rimanda ai seguenti documenti:

Relazione sulle indagini geognostiche e stratigrafiche eseguite dal Dott. Geol. Francesco Borgese;

Indagine Geofisica tramite tecnica MASW – Elaborazione MASW1 e MASW2 a firma della Dott.ssa geol. Annalisa Vietri;

Indagine Geofisica in Foro Down-Hole a firma del Dott. Geol. Francesco Borgese;

Relazione sulle Indagini a firma del Dott. geol. Alberto Caprara.

ASPETTI GEOLOGICI

Rimandando alla relazione Geologica per gli aspetti di dettaglio, si riportano di seguito le principali notizie utili alla definizione del modello geotecnico di calcolo.

Lungo la fascia costiera dei Monti Peloritani, sia sul lato ionico che tirrenico, e nel settore calabrese, affiorano notevoli volumi di sedimenti conglomeratico-sabbiosi poggianti in discordanza su diversi termini del substrato e sul basamento.

Lungo la sponda reggina, nel settore oggetto del presente studio, affiora una sequenza attribuita alle “ghiaie e sabbie di Messina” (MSS), caratterizzata dalla presenza di sabbie e ghiaie grigio-giallastre o rossastre nei livelli più alti, con abbondante matrice.

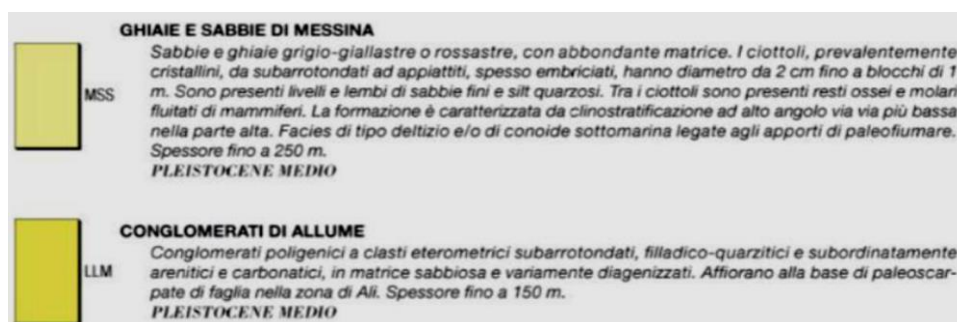
I clasti, prevalentemente cristallini, da subarrotondati ad appiattiti, spesso embriciati, hanno dimensioni compresa tra quelle centimetriche dei ciottoli fino a quelle metriche dei blocchi; sono inoltre presenti livelli e lembi di sabbie fini e silt quarzosi.

In tutta l’area dello Stretto di Messina, i depositi conglomeratici affioranti costituiscono la successione tipo delle ghiaie e sabbie di Messina, nota anche come “Formazione di Messina”.

Originariamente riferita al Calabriano, è stata successivamente considerata discordante e trasgressiva sul substrato, ed ascritta in modo dubitativo al Pleistocene inferiore-medio, sebbene altri autori attribuiscono la formazione ad un ambiente deltizio alimentato dalle fiumare (dividendola in una facies deltizia marina ed una deltizia continentale, complessivamente di età infrapleistocenica) o la considerino come una “facies deltizia”, regressiva e diacrona a progradazione centripeta verso l’asse dello Stretto, generata dall’accelerazione del sollevamento dell’entroterra cristallino.

Nell’entroterra reggino, alle pendici dell’Aspromonte, la formazione raggiunge i 400 m di spessore. Questa formazione è di fatto quella che costituisce l’ossatura dell’area e, quindi, litotipo di riferimento nelle valutazioni di ordine geologico nonché geotecnico.

Si evidenzia inoltre, il sussistere a luoghi di significativi spessori di depositi di copertura nonché di alteriti, frutto sia dei processi evolutivi sia delle azioni antropiche. Si riporta di seguito l’inquadramento delle formazioni presenti nel sito:



I tratti geomorfologici più significativi dell'area oggetto del presente studio sono rappresentati dalla dorsale dei Monti Peloritani e dall'estesa fascia alluvionale che borda la terminazione occidentale del Massiccio dell'Aspromonte.

Entrambi le dorsali sono incise da valli con versanti molto acclivi nel tratto a monte, che conferiscono al paesaggio un aspetto aspro.

Verso valle il paesaggio è caratterizzato da una successione continua di superfici subpianeggianti variamente estese, degradanti e separate da evidenti gradini, che danno al versante ionico una tipica conformazione a gradinata.

Esso è disseccato da incisioni fluviali, che nel loro tratto terminale svasano in pianure alluvionali, in genere più ampie sul versante calabrese.

NORME DI RIFERIMENTO

Il progetto e la verifica della struttura di sostegno a gravità, è redatto in accordo alle seguenti normative:

D. M. Infrastrutture Trasporti 17/01/2018 (G.U. 20/02/2018 n. 42 - Suppl. Ord.) “Aggiornamento delle Norme tecniche per le Costruzioni”;

Circolare 2 febbraio 2009 n. 617 del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti (G.U. 26 febbraio 2009 n. 27 – Suppl. Ord.) “Istruzioni per l'applicazione delle Norme Tecniche per le Costruzioni” di cui al D.M. 14 gennaio 2008”.

DESCRIZIONE DELLE INDAGINI E MODELLO GEOTECNICO

Dai certificati di collaudo e dalla documentazione originaria disponibile, risulta che i terreni di fondazione sono essenzialmente caratterizzati da ghiaia e ciottoli in matrice sabbiosa.

Le caratteristiche meccaniche dei terreni furono accertate in due fasi: la prima consistente in tre sondaggi ubicati nelle zone ove era prevista l'esecuzione delle fondazioni a pozzo; la seconda, di approfondimento, per valutare la qualità dei terreni nell'intorno del serbatoio interrato di cui era stata disposta la rimozione.

Anche in quest'ultima zona fu confermata la natura granulare del terreno, ma con valori di densità relativa più bassi.

Dalla relazione di collaudo emerge inoltre che i sondaggi in corrispondenza del reticolo di travi rovesce, fornirono una risposta, in termini di grado di addensamento, minore di quelle precedenti, e pertanto fu eseguito un trattamento di bonifica.

In particolare, la bonifica comportò la posa in opera di misto granulare compattato in corrispondenza delle travi rovesce e strati alternati di misto granulare compattato e cls magro di 25cm al di sotto dei plinti.

Al fine di confermare la natura e le caratteristiche meccaniche e fisiche del terreno sono state eseguite campagne di indagini geognostiche e geofisiche. Per i dettagli si rimanda a:

Relazione sulle indagini geognostiche e stratigrafiche eseguite dal Dott. Geol. Francesco Borgese;

Indagine Geofisica tramite tecnica MASW – Elaborazione MASW1 e MASW2 a firma della Dott.ssa geol. Annalisa Vietri;

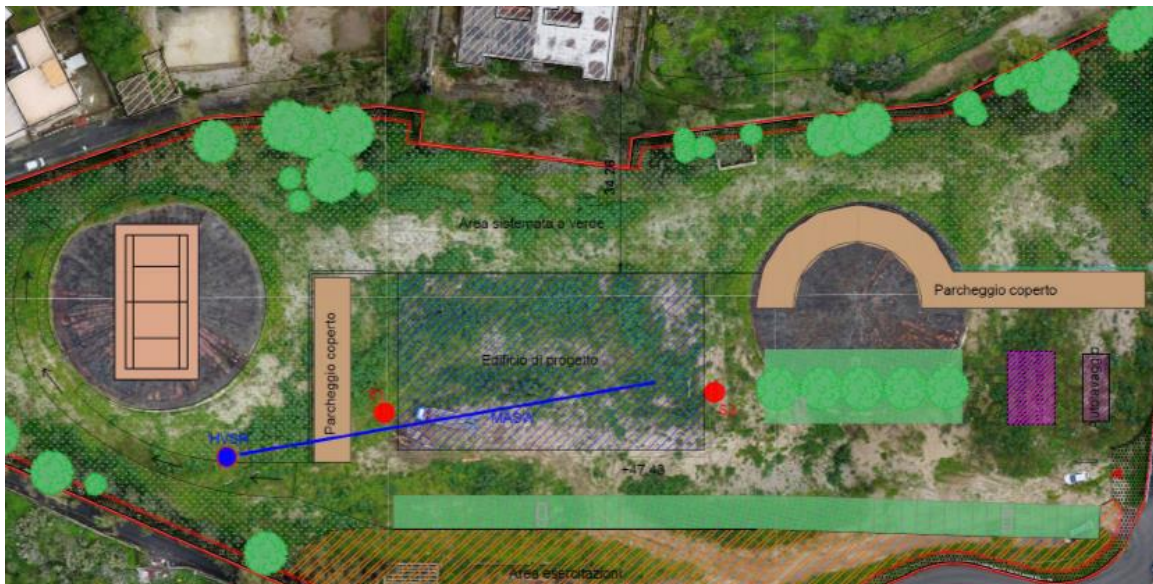
Indagine Geofisica in Foro Down-Hole a firma del Dott. Geol. Francesco Borgese;

Relazione sulle Indagini a firma del Dott. Geol. Alberto Caprara.

Di seguito si riportano i principali stralci.



Ubicazione dei sondaggi stratigrafici (S1, S2)



Ubicazione delle indagini DPSH e MASW

STRATIGRAFIA - S1

SCALA 1 : 125 Pagina 1/1

Riferimento: Indagini Geognostiche Realizzazione Nuova Sede XII Reparto Mobile PS	Sondaggio: S1
Località: Santa Caterina - Reggio Calabria	Quota:
Impresa esecutrice:	Data:
Coordinate:	Redattore:
Perforazione: A Carotaggio Continuo	

Ø mm	R v	A r s	Pz	metri batt.	LITOLOGIA	Campioni	RP	VT	Prel. % 0 --- 100	S.P.T.		RQD % 0 --- 100	prof. m	DESCRIZIONE
										S.P.T.	N			
				1.										Terreno di riporto composto da sabbia limo-argillosa, con presenza di ghiaia, ciottoli e frammenti di laterizio, scarsamente addensato, di colore marrone chiaro.
				2.										
				3.										
				4.								3.8		
				4.3		1) She < 4,50 5,00						4.3		Sabbia in matrice argillosa, con presenza di ciottoli, mediamente addensata, di colore marrone chiaro.
				5.						3-9-16	25			Sabbia a granulometria fine e grossolana, in matrice limo-argillosa, mediamente addensata, di colore marrone chiaro.
				6.										
				7.										
				8.										
				9.										
				10.										
				11.										
				12.										
				13.										
				14.								14.0		Sabbia in matrice limo-argillosa, debolmente ghiaiosa, mediamente addensata, di colore marrone chiaro.
				15.										
				16.										
				16.5								16.5		Sabbia a granulometria grossolana, in matrice limo-argillosa, mediamente addensata, di colore marrone chiaro.
				17.										
				18.										
				19.										
				20.										
				21.										
				21.0								21.0		Sabbia debolmente limosa, con presenza di ciottoli, mediamente addensata, di colore marrone chiaro.
				22.										
				22.3								22.3		Sabbia argillosa a granulometria da fine a molto fine, con presenza di un frammento di trovanite di genesi metamorfica, mediamente addensata, di colore marrone.
				23.										
				24.										
				25.										
				26.										
				26.0								26.0		Frammenti di trovanite in matrice argillosa, di colore grigio scuro.
				27.										
				27.0								27.0		Sabbia argillosa con presenza di locali livelletti debolmente ghiaiosi, mediamente addensata, di colore marrone chiaro.
				28.										
				29.										
				30.										
				30.0								30.0		

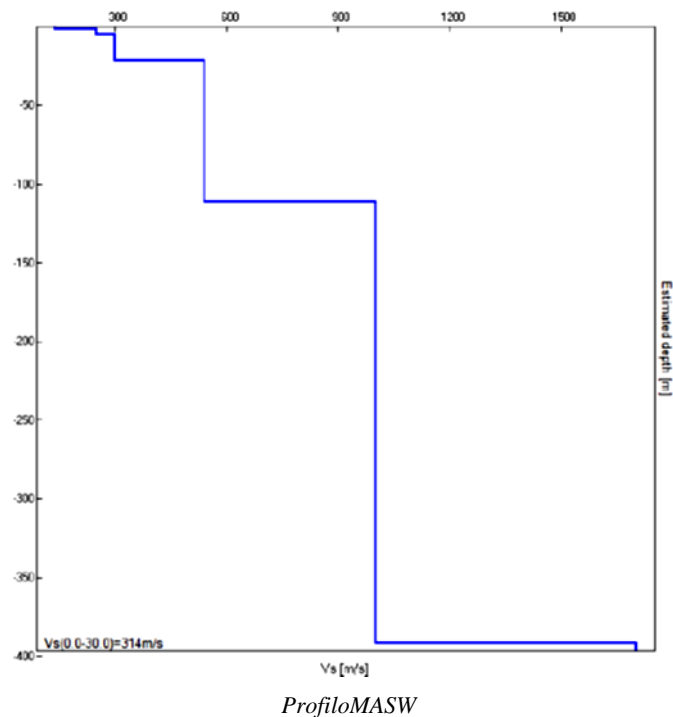
Colonna stratigrafica S1

STRATIGRAFIA - S2

SCALA 1 : 125 Pagina 1/1

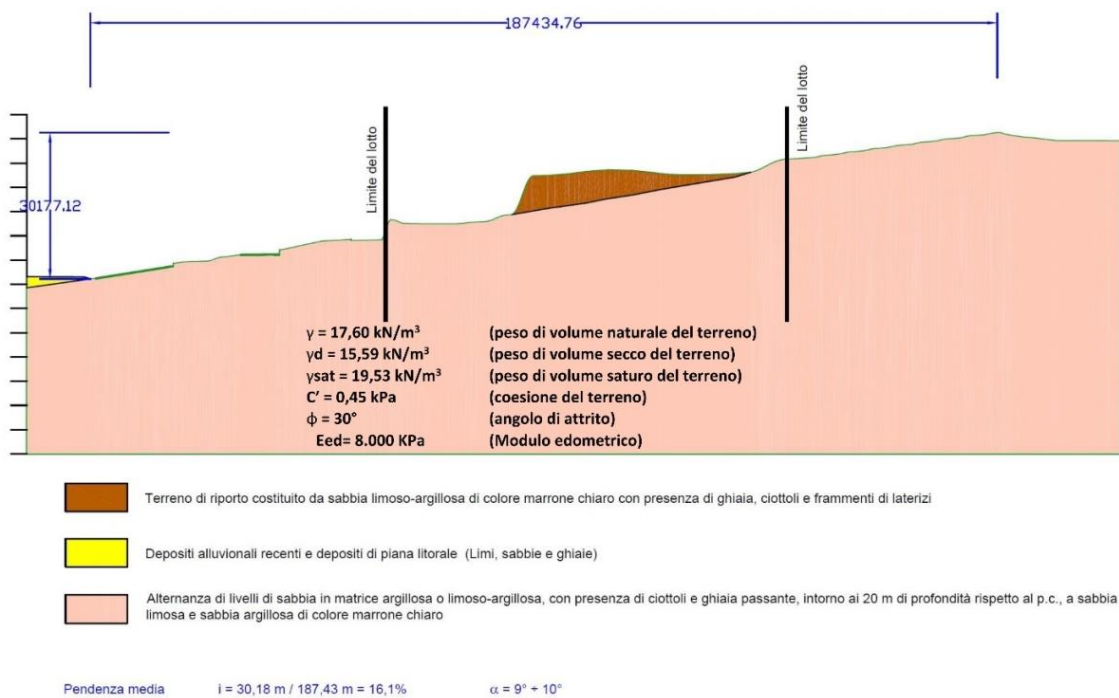
Riferimento: Indagini Geognostiche Realizzazione Nuova Sede XII Reparto Mobile PS										Sondaggio: S2			
Località: Santa Caterina - Reggio Calabria										Quota:			
Impresa esecutrice:										Data:			
Coordinate:										Redattore:			
Perforazione: A Carotaggio Continuo													
o mm	R v	A r	Pz	metri batt.	LITOLOGIA	Campioni	RP	VT	S.P.T.		RQD % 0 --- 100	prof. m	DESCRIZIONE
									Prel. % 0 --- 100	S.P.T. N			
													Terreno di riporto composto da sabbia limo-argillosa, con presenza di ciottoli e frammenti di trovante, scarsamente addensato, di colore marrone chiaro.
												4.2	Sabbia debolmente argillosa, ghiaiosa, mediamente addensata, di colore marrone chiaro.
						1) She < 5,50 6,00				12-18-26	44	6.0	Frammenti di trovante in matrice sabbioso-argillosa, di colore grigio chiaro.
												7.0	Sabbia a granulometria medio-grossolana, debolmente limosa, mediamente addensata, di colore marrone chiaro.
												8.8	Sabbia debolmente limosa, con presenza di ciottoli e frammenti di trovante, mediamente addensata, di colore marrone chiaro.
												9.5	Sabbia debolmente limosa, mediamente addensata, di colore marrone chiaro.
												12.8	Sabbia debolmente limosa, mediamente addensata, di colore marrone chiaro.
												16.5	Sabbia a granulometria medio grossolana, debolmente limosa, con presenza di piccoli livelletti debolmente ghiaiosi, mediamente addensata, di colore marrone.
												18.0	Sabbia in matrice limosa con presenza di ciottoli e frammenti di trovante di genesi metamorfica, mediamente addensata, di colore grigio chiaro.
												22.5	Sabbia debolmente argillosa, con presenza di sporadici livelletti debolmente ghiaiosi, mediamente addensata, di colore marrone.
												30.0	Sabbia debolmente argillosa, con presenza di rari ciottoli di piccole dimensioni, mediamente addensata, di colore marrone chiaro.

Colonna stratigrafica S2



Dai risultati ottenuti dalle indagini condotte è stato estrapolato, vedi Relazione Geologica, il modello geotecnico del terreno di fondazione come di seguito rappresentato.

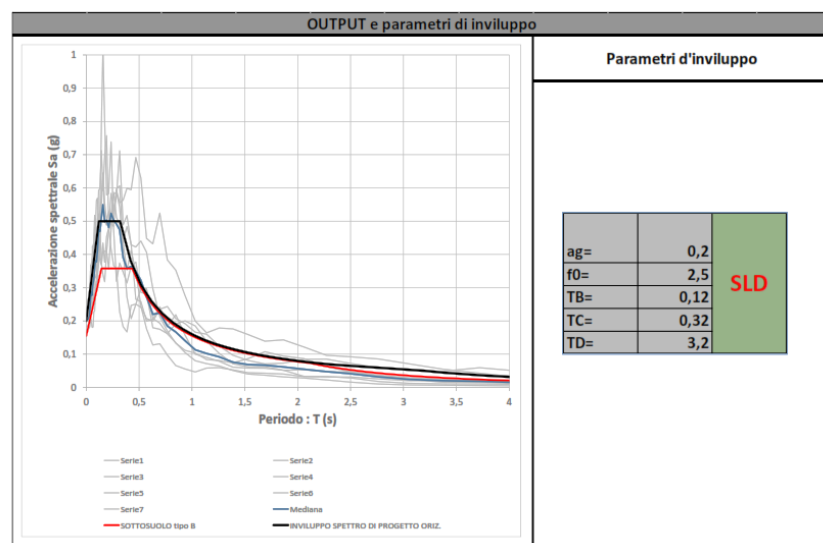
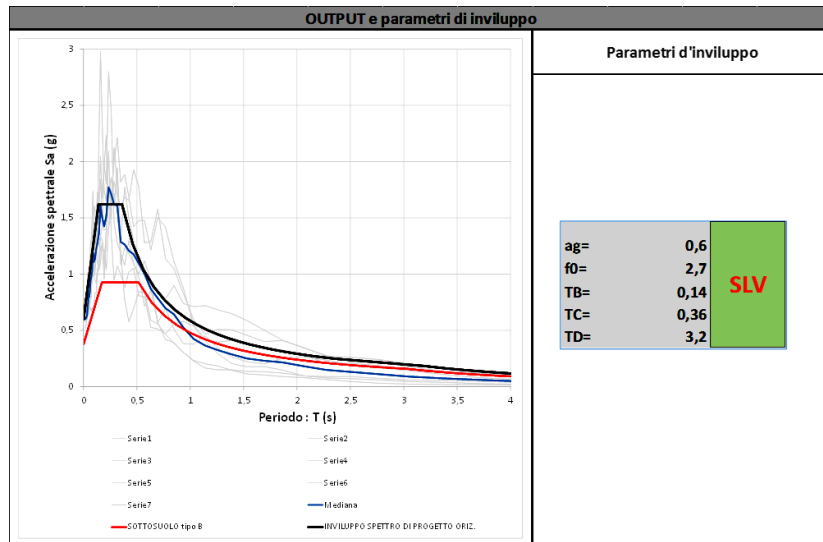
SEZIONE GEOLOGICA SCHEMATICA - Scala 1 : 1.000

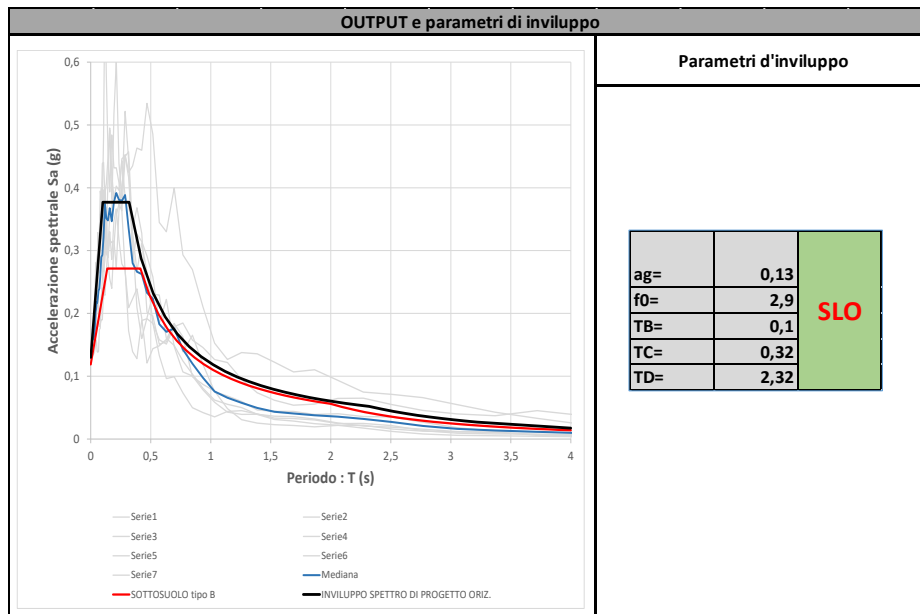


Modello geotecnico di riferimento ottenuto

In relazione alle diverse condizioni di stato limite e alle risposte spettrali attese dalle strutture di

sostegno, sono stati selezionati differenti set di accelerogrammi di spettrocompatibilità per la verifica delle condizioni di amplificazione di sito. Per la struttura oggetto di indagine, considerati i periodi principali di vibrazione, si fa riferimento alle valutazioni dell'amplificazione sismica locale nell'intervallo di periodi 0,10-1,50s. Inoltre, nel caso specifico dei serbatoi, considerate le risultanze delle indagini geologiche e della tipologia di terreni si adotta un angolo di attrito pari a 36° che meglio descrive le condizioni per il calcolo delle spinte. L'analisi della risposta sismica è stata eseguita attraverso il software STRATA (Kottke and Rathje, 2013) che, come noto, prevede la risoluzione dell'equazione del moto sismico dell'onda di taglio nel dominio delle frequenze (Seed e Idriss, 1971) in condizioni di campo libero. Rimandando alla relazione sugli effetti di amplificazione per i dettagli, si riportano di seguito i parametri per il calcolo della domanda sismica per gli stati limite considerati





Infine, ai fini del calcolo della domanda sismica, come si rileva dalla Relazione Geologica, il lotto individuato per il completamento del polifunzionale “Manganelli” in loc. Santa Caterina di Reggio Calabria è situato lungo un versante caratterizzato da una pendenza media pari a circa il 16% (corrispondente ad un angolo di $9 \div 10^\circ$ rispetto all’orizzontale), ad una quota media di 53 m s.l.m., per cui, ai fini della valutazione dell’azione sismica di progetto, la suddetta area rientra nella categoria topografica T1.

ANALISI DEI CARICHI

Ai fini delle verifiche si assume per tutte le tipologie di muri calcolati, a vantaggio di sicurezza, l’assenza di carichi sul piano a valle dei muri di contenimento. Inoltre si evidenzia che a monte è prevista una sistemazione a verde che ne esclude l’uso. Pertanto non si prevedono in condizioni sismiche carichi accidentali, oltre i pesi propri degli elementi strutturali.

DICHIARAZIONI PUNTO 10.2 NTC 2018

Analisi e verifiche svolte con l'ausilio di codici di calcolo

Il sottoscritto, in qualità di calcolatore delle opere in progetto, dichiara quanto segue.

Tipo di analisi svolta

L'analisi strutturale e le verifiche sono condotte con l'ausilio di un codice di calcolo automatico. La verifica della sicurezza degli elementi strutturali è stata valutata con i metodi della scienza delle costruzioni.

Il calcolo dei muri di sostegno viene eseguito secondo le seguenti fasi:

- Calcolo della spinta del terreno
 - Verifica a ribaltamento
 - Verifica a scorrimento del muro sul piano di posa
 - Verifica della stabilità complesso fondazione terreno (carico limite)
 - Verifica della stabilità globale
 - Calcolo delle sollecitazioni sia del muro che della fondazione, progetto delle armature e relative verifiche dei materiali.
- L'analisi strutturale sotto le azioni sismiche è condotta con il metodo dell'analisi statica equivalente secondo le disposizioni del capitolo 7 del DM 17/01/2018.

La verifica delle sezioni degli elementi strutturali è eseguita con il metodo degli Stati Limite. Le combinazioni di carico adottate sono esaustive relativamente agli scenari di carico più gravosi cui l'opera sarà soggetta.

Origine e caratteristiche dei codici di calcolo

Titolo	MAX - Analisi e Calcolo Muri di Sostegno
Versione	14.00
Produttore	Aztec Informatica srl, Casole Bruzio (CS)
Licenza	AIU00809Y

Affidabilità dei codici di calcolo

Un attento esame preliminare della documentazione a corredo del software ha consentito di valutarne l'affidabilità. La documentazione fornita dal produttore del software contiene un'esauriente descrizione delle basi teoriche, degli algoritmi impiegati e l'individuazione dei campi d'impiego. La società produttrice Aztec Informatica srl ha verificato l'affidabilità e la robustezza del codice di calcolo attraverso un numero significativo di casi prova in cui i risultati dell'analisi numerica sono stati confrontati con soluzioni teoriche.

Modalità di presentazione dei risultati

La relazione di calcolo strutturale presenta i dati di calcolo tale da garantirne la leggibilità, la corretta interpretazione e la riproducibilità. La relazione di calcolo illustra in modo esaustivo i dati in ingresso ed i risultati delle analisi in forma tabellare.

Informazioni generali sull'elaborazione

Il software prevede una serie di controlli automatici che consentono l'individuazione di errori di modellazione, di non rispetto di limitazioni geometriche e di armatura e di presenza di elementi non verificati. Il codice di calcolo consente di visualizzare e controllare, sia in forma grafica che tabellare, i dati del modello strutturale, in modo da avere una visione consapevole del comportamento corretto del modello strutturale.

Giudizio motivato di accettabilità dei risultati

I risultati delle elaborazioni sono stati sottoposti a controlli dal sottoscritto utente del software. Tale valutazione ha compreso il confronto con i risultati di semplici calcoli, eseguiti con metodi tradizionali. Inoltre sulla base di considerazioni riguardanti gli stati tensionali e deformativi determinati, si è valutata la validità delle scelte operate in sede di schematizzazione e di modellazione della struttura e delle azioni. In base a quanto sopra, io sottoscritto asserisco che l'elaborazione è corretta ed idonea al caso specifico, pertanto i risultati di calcolo sono da ritenersi validi ed accettabili. In particolare si è confrontato il valore della spinta sul muro da calcolo con il valore derivante dalla formula di Coulomb semplificata ottenendo dei risultati del tutto confrontabili e quindi coerenti

$$S = P \cdot tg \left(\frac{90-\varphi}{2} \right) = \frac{\gamma_t}{2} \cdot H^2 \cdot tg^2 \left(\frac{90-\varphi}{2} \right) = \frac{\gamma_t}{2} \cdot H^2 \cdot K_a \quad \text{formula di Coulomb semplificata}$$

K_a = coefficiente di spinta attiva

Dettaglio numerico dei controlli effettuati sui risultati ottenuti con comparazione rispetto a valutazioni semplificate

Muro da 1 m (valutazione semplificata spinta in condizioni statiche)

Descrizione	Muro a mensola in c.a.
Altezza del paramento	1,00 [m]
Spessore in sommità	0,30 [m]
Spessore all'attacco con la fondazione	0,30 [m]
Inclinazione paramento esterno	0,00 [°]
Inclinazione paramento interno	0,00 [°]
Lunghezza del muro	10,00 [m]

Geometria profilo terreno a monte del muro

Simbologia adottata e sistema di riferimento

(Sistema di riferimento con origine in testa al muro, ascissa X positiva verso monte, ordinata Y positiva verso l'alto)

N numero ordine del punto
 X ascissa del punto espressa in [m]
 Y ordinata del punto espressa in [m]
 A inclinazione del tratto espressa in [°]

N	X	Y	A
1	6,00	0,00	0,00

Terreno a valle del muro

Inclinazione terreno a valle del muro rispetto all'orizzontale	0,00	[°]
Altezza del rinterro rispetto all'attacco fondaz.valle-paramento	0,10	[m]

Descrizione terreni

Simbologia adottata

Nr.	Indice del terreno
Descrizione	Descrizione terreno
γ	Peso di volume del terreno espresso in [kg/mc]
γ_s	Peso di volume saturo del terreno espresso in [kg/mc]
ϕ	Angolo d'attrito interno espresso in [°]
δ	Angolo d'attrito terra-muro espresso in [°]
c	Coesione espressa in [kg/cm ²]
c_a	Adesione terra-muro espressa in [kg/cm ²]

Descrizione	γ	γ_s	ϕ	δ	c	c_a
Sabbia limosa	1760	1760	30.00	25.00	0,004	0,004

Calcolo semplificato spinta in condizioni statiche

$$S = P \cdot tg \left(\frac{90-\varphi}{2} \right) = \frac{\gamma_t \cdot H^2 \cdot tg^2 \left(\frac{90-\varphi}{2} \right)}{2} = \frac{\gamma_t}{2} \cdot H^2 \cdot K_a \quad \text{formula di Coulomb semplificata}$$

K_a = coefficiente di spinta attiva

spinta con inclinazione β pari a 0		45	*	0,7853982	radianti
	$45^\circ - \Pi/2$	30	*	0,5235988	radianti
$S_a = \frac{1}{2} \gamma_t * H^2 * tg^2 \left(45^\circ - \frac{\varphi}{2} \right)$	$\tan(45^\circ - \Pi/2)$	0,5773503			
	$\tan^2(45^\circ - \Pi/2)$	0,3333333			
		SPINTA ATTIVA		422,40	kg/m

Confronto tra i valori calcolati

Valore calcolato con calcolo semplificato : 422,40 kg/m – valore calcolato dal software utilizzato : 421.60 kg/m

Muro da 2 m (valutazione semplificata spinta in condizioni statiche)

Descrizione	Muro a mensola in c.a.
Altezza del paramento	2,10 [m]
Spessore in sommità	0,30 [m]
Spessore all'attacco con la fondazione	0,30 [m]
Inclinazione paramento esterno	0,00 [°]
Inclinazione paramento interno	0,00 [°]
Lunghezza del muro	10,00 [m]

Geometria profilo terreno a monte del muro*Simbologia adottata e sistema di riferimento*

(Sistema di riferimento con origine in testa al muro, ascissa X positiva verso monte, ordinata Y positiva verso l'alto)

N numero ordine del punto

X ascissa del punto espressa in [m]

Y ordinata del punto espressa in [m]

A inclinazione del tratto espressa in [°]

N	X	Y	A
1	6,00	0,00	0,00

Terreno a valle del muro

Inclinazione terreno a valle del muro rispetto all'orizzontale	0,00	[°]
Altezza del rinterro rispetto all'attacco fondaz.valle-paramento	0,10	[m]

Descrizione terreni*Simbologia adottata*

Nr.	Indice del terreno
Descrizione	Descrizione terreno
γ	Peso di volume del terreno espresso in [kg/mc]
γ_s	Peso di volume saturo del terreno espresso in [kg/mc]
ϕ	Angolo d'attrito interno espresso in [°]
δ	Angolo d'attrito terra-muro espresso in [°]
c	Coesione espressa in [kg/cm ²]
c_a	Adesione terra-muro espressa in [kg/cm ²]

Descrizione	γ	γ_s	ϕ	δ	c	c_a
Sabbia limosa	1760	1760	30,00	20,00	0,004	0,004

Calcolo semplificato spinta in condizioni statiche

$$S = P \cdot \operatorname{tg} \left(\frac{90^\circ - \varphi}{2} \right) = \frac{\gamma_t \cdot H^2 \cdot \operatorname{tg}^2 \left(\frac{90^\circ - \varphi}{2} \right)}{2} = \frac{\gamma_t \cdot H^2 \cdot K_a}{2} \quad \text{formula di Coulomb semplificata}$$

 K_a = coefficiente di spinta attiva

spinta con inclinazione β pari a 0		45	°	0,7853982	radianti
	$45^\circ - \Pi/2$	30	°	0,5235988	radianti
$S_a = \frac{1}{2} \gamma_t \cdot H^2 \cdot \operatorname{tg}^2 \left(45^\circ - \frac{\varphi}{2} \right)$	$\tan(45^\circ - \Pi/2)$	0,5773503			
	$\tan^2(45^\circ - \Pi/2)$	0,3333333			
		SPINTA ATTIVA		1524,86	kg/m

Confronto tra i valori calcolati**Valore calcolato con calcolo semplificato : 1.529,86 kg/m – valore calcolato dal software utilizzato : 1.519 kg/m**

Muro da 3 m (valutazione semplificata spinta in condizioni statiche)

Descrizione	Muro a mensola in c.a.
Altezza del paramento	3,15 [m]
Spessore in sommità	0,30 [m]
Spessore all'attacco con la fondazione	0,30 [m]
Inclinazione paramento esterno	0,00 [°]
Inclinazione paramento interno	0,00 [°]
Lunghezza del muro	10,00 [m]

Geometria profilo terreno a monte del muro*Simbologia adottata e sistema di riferimento*

(Sistema di riferimento con origine in testa al muro, ascissa X positiva verso monte, ordinata Y positiva verso l'alto)

N numero ordine del punto

X ascissa del punto espressa in [m]

Y ordinata del punto espressa in [m]

A inclinazione del tratto espressa in [°]

N	X	Y	A
1	6,00	0,00	0,00

Terreno a valle del muro

Inclinazione terreno a valle del muro rispetto all'orizzontale	0,00	[°]
Altezza del rinterro rispetto all'attacco fondaz.valle-paramento	0,15	[m]

Descrizione terreni*Simbologia adottata*

Nr.	Indice del terreno
Descrizione	Descrizione terreno
γ	Peso di volume del terreno espresso in [kg/mc]
γ_s	Peso di volume saturo del terreno espresso in [kg/mc]
ϕ	Angolo d'attrito interno espresso in [°]
δ	Angolo d'attrito terra-muro espresso in [°]
c	Coesione espressa in [kg/cm ²]
c_a	Adesione terra-muro espressa in [kg/cm ²]

Descrizione	γ	γ_s	ϕ	δ	c	c_a
Sabbia limosa M	1760	1760	30,00	20,00	0,004	0,004

Calcolo semplificato spinta in condizioni statiche

$$S = P \cdot tg \left(\frac{90-\varphi}{2} \right) = \frac{\gamma_t \cdot H^2 \cdot tg^2 \left(\frac{90-\varphi}{2} \right)}{2} = \frac{\gamma_t \cdot H^2 \cdot K_a}{2} \quad \text{formula di Coulomb semplificata}$$

 K_a = coefficiente di spinta attiva

$S_a = \frac{1}{2} \gamma_t * H^2 * tg^2 \left(45^\circ - \frac{\varphi}{2} \right)$	spinta con inclinazione β pari a 0	45	°	0,7853982	radianti	
		$45^\circ - \phi / 2$	30	°	0,5235988	radianti
		$\tan (45^\circ - \phi / 2)$	0,5773503			
		$\tan^2 (45^\circ - \phi / 2)$	0,3333333			
		SPINTA ATTIVA		3098,33	kg/m	

Confronto tra i valori calcolati**Valore calcolato con calcolo semplificato : 3.098,33 kg/m – valore calcolato dal software utilizzato : 3.125,61 kg/m**

Muro da 6 m (valutazione semplificata spinta in condizioni statiche)

Geometria muro e fondazione

Descrizione	Muro a mensola in c.a.
Altezza del paramento	6,35 [m]
Spessore in sommità	0,45 [m]
Spessore all'attacco con la fondazione	0,56 [m]
Inclinazione paramento esterno	1,00 [°]
Inclinazione paramento interno	0,00 [°]
Lunghezza del muro	10,00 [m]

Geometria profilo terreno a monte del muro

Simbologia adottata e sistema di riferimento

(Sistema di riferimento con origine in testa al muro, ascissa X positiva verso monte, ordinata Y positiva verso l'alto)

N numero ordine del punto

X ascissa del punto espressa in [m]

Y ordinata del punto espressa in [m]

A inclinazione del tratto espressa in [°]

N	X	Y	A
1	8,00	0,00	0,00

Terreno a valle del muro

Inclinazione terreno a valle del muro rispetto all'orizzontale	0,00	[°]
Altezza del rinterro rispetto all'attacco fondaz.valle-paramento	0,35	[m]

Descrizione terreni

Simbologia adottata

Nr.	Indice del terreno
Descrizione	Descrizione terreno
γ	Peso di volume del terreno espresso in [kg/mc]
γ_s	Peso di volume saturo del terreno espresso in [kg/mc]
ϕ	Angolo d'attrito interno espresso in [°]
δ	Angolo d'attrito terra-muro espresso in [°]
c	Coesione espressa in [kg/cm ²]
c_a	Adesione terra-muro espressa in [kg/cm ²]

Descrizione	γ	γ_s	ϕ	δ	c	c_a
Sabbia limosa M	1760	1760	30,00	20,00	0,004	0,004

Calcolo semplificato spinta in condizioni statiche

$$S = P \cdot tg \left(\frac{90-\varphi}{2} \right) = \frac{\gamma_t \cdot H^2 \cdot tg^2 \left(\frac{90-\varphi}{2} \right)}{2} = \frac{\gamma_t \cdot H^2 \cdot K_a}{2} \quad \text{formula di Coulomb semplificata}$$

 K_a = coefficiente di spinta attiva

spinta con inclinazione β pari a 0					
		45	°	0,7853982	radianti
	$45^\circ - \phi / 2$	30	°	0,5235988	radianti
$S_a = \frac{1}{2} \gamma_t * H^2 * tg^2 \left(45^\circ - \frac{\varphi}{2} \right)$	$\tan(45^\circ - \phi / 2)$	0,5773503			
	$\tan^2(45^\circ - \phi / 2)$	0,3333333			
		SPINTA ATTIVA		12971,93	kg/m

Confronto tra i valori calcolati

Valore calcolato con calcolo semplificato :12.971,93 kg/m – valore calcolato dal software utilizzato : 13.007,36 kg/m

CRITERI DI CALCOLO E VERIFICA

Calcolo della spinta sul muro

Valori caratteristici e valori di calcolo

Effettuando il calcolo tramite gli Eurocodici è necessario fare la distinzione fra i parametri caratteristici ed i valori di calcolo (o di progetto) sia delle azioni che delle resistenze.

I valori di calcolo si ottengono dai valori caratteristici mediante l'applicazione di opportuni coefficienti di sicurezza parziali γ . In particolare si distinguono combinazioni di carico di tipo **A1-M1** nelle quali vengono incrementati i carichi e lasciati inalterati i parametri di resistenza del terreno e combinazioni di carico di tipo **A2-M2** nelle quali vengono ridotti i parametri di resistenza del terreno e incrementati i soli carichi variabili.

Metodo di Culmann

Il metodo di Culmann adotta le stesse ipotesi di base del metodo di Coulomb. La differenza sostanziale è che mentre Coulomb considera un terrapieno con superficie a pendenza costante e carico uniformemente distribuito (il che permette di ottenere una espressione in forma chiusa per il coefficiente di spinta) il metodo di Culmann consente di analizzare situazioni con profilo di forma generica e carichi sia concentrati che distribuiti comunque disposti. Inoltre, rispetto al metodo di Coulomb, risulta più immediato e lineare tener conto della coesione del masso spingente. Il metodo di Culmann, nato come metodo essenzialmente grafico, si è evoluto per essere trattato mediante analisi numerica (noto in questa forma come metodo del cuneo di tentativo). Come il metodo di Coulomb anche questo metodo considera una superficie di rottura rettilinea.

I passi del procedimento risolutivo sono i seguenti:

- si impone una superficie di rottura (angolo di inclinazione ρ rispetto all'orizzontale) e si considera il cuneo di spinta delimitato dalla superficie di rottura stessa, dalla parete su cui si calcola la spinta e dal profilo del terreno;
- si valutano tutte le forze agenti sul cuneo di spinta e cioè peso proprio (W), carichi sul terrapieno, resistenza per attrito e per coesione lungo la superficie di rottura (R e C) e resistenza per coesione lungo la parete (A);
- dalle equazioni di equilibrio si ricava il valore della spinta S sulla parete.

Questo processo viene iterato fino a trovare l'angolo di rottura per cui la spinta risulta massima.

La convergenza non si raggiunge se il terrapieno risulta inclinato di un angolo maggiore dell'angolo d'attrito del terreno. Nei casi in cui è applicabile il metodo di Coulomb (profilo a monte rettilineo e carico uniformemente distribuito) i risultati ottenuti col metodo di Culmann coincidono con quelli del metodo di Coulomb.

Le pressioni sulla parete di spinta si ricavano derivando l'espressione della spinta S rispetto all'ordinata z . Noto il diagramma delle pressioni è possibile ricavare il punto di applicazione della spinta.

Spinta in presenza di sisma

Per tener conto dell'incremento di spinta dovuta al sisma si fa riferimento al metodo di Mononobe-Okabe (cui fa riferimento la Normativa Italiana).

La Normativa Italiana suggerisce di tener conto di un incremento di spinta dovuto al sisma nel modo seguente.

Detta ε l'inclinazione del terrapieno rispetto all'orizzontale e β l'inclinazione della parete rispetto alla verticale, si calcola la spinta S' considerando un'inclinazione del terrapieno e della parete pari a

$$\varepsilon' = \varepsilon + \theta$$

$$\beta' = \beta + \theta$$

dove $\theta = \arctg(k_h/(1 \pm k_v))$ essendo k_h il coefficiente sismico orizzontale e k_v il coefficiente sismico verticale, definito in funzione di k_h .

In presenza di falda a monte, θ assume le seguenti espressioni:

Terreno a bassa permeabilità

$$\theta = \arctg[(\gamma_{sat}/(\gamma_{sat}-\gamma_w))*(k_h/(1 \pm k_v))]$$

Terreno a permeabilità elevata

$$\theta = \arctg[(\gamma/(\gamma_{sat}-\gamma_w))*(k_h/(1 \pm k_v))]$$

Detta S la spinta calcolata in condizioni statiche l'incremento di spinta da applicare è espresso da

$$\Delta S = AS' - S$$

dove il coefficiente A vale

$$A = \frac{\cos^2(\beta + \theta)}{\cos^2\beta \cos\theta}$$

In presenza di falda a monte, nel coefficiente A si tiene conto dell'influenza dei pesi di volume nel calcolo di θ .

Adottando il metodo di Mononobe-Okabe per il calcolo della spinta, il coefficiente A viene posto pari a 1.

Tale incremento di spinta è applicato a metà altezza della parete di spinta nel caso di forma rettangolare del diagramma di incremento sismico, allo stesso punto di applicazione della spinta statica nel caso in cui la forma del diagramma di incremento sismico è uguale a quella del diagramma statico.

Oltre a questo incremento bisogna tener conto delle forze d'inerzia orizzontali e verticali che si destano per effetto del sisma. Tali forze vengono valutate come

$$F_{IH} = k_h W \quad F_{IV} = \pm k_v W$$

dove W è il peso del muro, del terreno soprastante la mensola di monte ed i relativi sovraccarichi e va applicata nel baricentro dei pesi.

Il metodo di Culmann tiene conto automaticamente dell'incremento di spinta. Basta inserire nell'equazione risolutiva la forza d'inerzia del cuneo di spinta. La superficie di rottura nel caso di sisma risulta meno inclinata della corrispondente superficie in assenza di sisma.

Verifica a ribaltamento

La verifica a ribaltamento consiste nel determinare il momento risultante di tutte le forze che tendono a fare ribaltare il muro (momento ribaltante M_r) ed il momento risultante di tutte le forze che tendono a stabilizzare il muro (momento stabilizzante M_s) rispetto allo spigolo a valle della fondazione e verificare che il rapporto M_s/M_r sia maggiore di un determinato coefficiente di sicurezza η_r .

Eseguendo il calcolo mediante gli eurocodici si può impostare $\eta_r \geq 1.0$.

Deve quindi essere verificata la seguente disequaglianza

$$\frac{M_s}{M_r} \geq \eta_r$$

Il momento ribaltante M_r è dato dalla componente orizzontale della spinta S , dalle forze di inerzia del muro e del terreno gravante sulla fondazione di monte (caso di presenza di sisma) per i rispettivi bracci. Nel momento stabilizzante interviene il peso del muro (applicato nel baricentro) ed il peso del terreno gravante sulla fondazione di monte. Per quanto riguarda invece la componente verticale della spinta essa sarà stabilizzante se l'angolo d'attrito terra-muro δ è positivo, ribaltante se δ è negativo. δ è positivo quando è il terrapieno che scorre rispetto al muro, negativo quando è il muro che tende a scorrere rispetto al terrapieno (questo può essere il caso di una spalla da ponte gravata da carichi notevoli). Se sono presenti dei tiranti essi contribuiscono al momento stabilizzante.

Questa verifica ha significato solo per fondazione superficiale e non per fondazione su pali.

Verifica a scorrimento

Per la verifica a scorrimento del muro lungo il piano di fondazione deve risultare che la somma di tutte le forze parallele al piano di posa che tendono a fare scorrere il muro deve essere minore di tutte le forze, parallele al piano di scorrimento, che si oppongono allo scivolamento, secondo un certo coefficiente di sicurezza. La verifica a scorrimento risulta soddisfatta se il rapporto fra la risultante delle forze resistenti allo scivolamento F_r e la risultante delle forze che tendono a fare scorrere il muro F_s risulta maggiore di un determinato coefficiente di sicurezza η_s .

Eseguendo il calcolo mediante gli Eurocodici si può impostare $\eta_s \geq 1.0$

$$\frac{F_r}{F_s} \geq \eta_s$$

Le forze che intervengono nella F_s sono: la componente della spinta parallela al piano di fondazione e la componente delle forze d'inerzia parallela al piano di fondazione.

La forza resistente è data dalla resistenza d'attrito e dalla resistenza per adesione lungo la base della fondazione. Detta N la componente normale al piano di fondazione del carico totale gravante in fondazione e indicando con δ_f l'angolo d'attrito terreno-fondazione, con c_a l'adesione terreno-fondazione e con B_f la larghezza della fondazione reagente, la forza resistente può esprimersi come

$$F_r = N \operatorname{tg} \delta_f + c_a B_f$$

La Normativa consente di computare, nelle forze resistenti, una aliquota dell'eventuale spinta dovuta al terreno posto a valle del muro. In tal caso, però, il coefficiente di sicurezza deve essere aumentato opportunamente. L'aliquota di spinta passiva che si può considerare ai fini della verifica a scorrimento non può comunque superare il 50 per cento.

Per quanto riguarda l'angolo d'attrito terra-fondazione, δ_f , diversi autori suggeriscono di assumere un valore di δ_f pari all'angolo d'attrito del terreno di fondazione.

Verifica al carico limite

Il rapporto fra il carico limite in fondazione e la componente normale della risultante dei carichi trasmessi dal muro sul terreno di fondazione deve essere superiore a η_q . Cioè, detto Q_u , il carico limite ed R la risultante verticale dei carichi in fondazione, deve essere:

$$\frac{Q_u}{R} \geq \eta_q$$

Eseguendo il calcolo mediante gli Eurocodici si può impostare $\eta_q \geq 1.0$

Si adotta per il calcolo del carico limite in fondazione il metodo di MEYERHOF.

L'espressione del carico ultimo è data dalla relazione:

$$Q_u = c N_c d_{c_i} + q N_q d_{q_i} + 0.5 \gamma B N_\gamma d_{\gamma_i}$$

In questa espressione

- c coesione del terreno in fondazione;
- ϕ angolo di attrito del terreno in fondazione;
- γ peso di volume del terreno in fondazione;
- B larghezza della fondazione;
- D profondità del piano di posa;
- q pressione geostatica alla quota del piano di posa.

I vari fattori che compaiono nella formula sono dati da:

$$A = e^{\pi \operatorname{tg} \phi}$$

$$N_q = A \operatorname{tg}^2(45^\circ + \phi/2)$$

$$N_c = (N_q - 1) \operatorname{ctg} \phi$$

$$N_\gamma = (N_q - 1) \operatorname{tg} (1.4\phi)$$

Indichiamo con K_p il coefficiente di spinta passiva espresso da:

$$K_p = \operatorname{tg}^2(45^\circ + \phi/2)$$

I fattori d e i che compaiono nella formula sono rispettivamente i fattori di profondità ed i fattori di inclinazione del carico espressi dalle seguenti relazioni:

Fattori di profondità

$$d_q = 1 + 0.2 \frac{D}{B} \sqrt{K_p}$$

$$d_q = d_\gamma = 1 \quad \text{per } \phi = 0$$

$$d_q = d_\gamma = 1 + 0.1 \frac{D}{B} \sqrt{K_p} \quad \text{per } \phi > 0$$

Fattori di inclinazione

Indicando con θ l'angolo che la risultante dei carichi forma con la verticale (espresso in gradi) e con ϕ l'angolo d'attrito del terreno di posa abbiamo:

$$i_c = i_q = (1 - \theta^\circ/90)^\phi$$

$$i_\gamma = (1 - \frac{\theta^\circ}{\phi^\circ})^\phi \quad \text{per } \phi > 0$$

$$i_\gamma = 0 \quad \text{per } \phi = 0$$

Verifica alla stabilità globale

La verifica alla stabilità globale del complesso muro+terreno deve fornire un coefficiente di sicurezza non inferiore a η_g Eseguido il calcolo mediante gli Eurocodici si può impostare $\eta_g \geq 1.0$

Viene usata la tecnica della suddivisione a strisce della superficie di scorrimento da analizzare. La superficie di scorrimento viene supposta circolare e determinata in modo tale da non avere intersezione con il profilo del muro o con i pali di fondazione. Si determina il minimo coefficiente di sicurezza su una maglia di centri di dimensioni 10x10 posta in prossimità della sommità del muro. Il numero di strisce è pari a 50.

Il coefficiente di sicurezza fornito da Fellenius si esprime secondo la seguente formula:

$$\eta = \frac{\sum_i^n \left(\frac{c_i b_i}{\cos \alpha_i} + [W_i \cos \alpha_i - u_i l_i] \tan \phi_i \right)}{\sum_i^n W_i \sin \alpha_i}$$

dove n è il numero delle strisce considerate, b_i e α_i sono la larghezza e l'inclinazione della base della striscia i -esima rispetto all'orizzontale, W_i è il peso della striscia i -esima e c_i e ϕ_i sono le caratteristiche del terreno (coesione ed angolo di attrito) lungo la base della striscia.

Inoltre u_i ed l_i rappresentano la pressione neutra lungo la base della striscia e la lunghezza della base della striscia ($l_i = b_i / \cos \alpha_i$).

Quindi, assunto un cerchio di tentativo lo si suddivide in n strisce e dalla formula precedente si ricava η . Questo procedimento viene eseguito per il numero di centri prefissato e viene assunto come coefficiente di sicurezza della scarpata il minimo dei coefficienti così determinati.

Normativa

N.T.C. 2018

Simbologia adottata

γ_{Gsfav}	Coefficiente parziale sfavorevole sulle azioni permanenti
γ_{Gfav}	Coefficiente parziale favorevole sulle azioni permanenti
γ_{Qsfav}	Coefficiente parziale sfavorevole sulle azioni variabili
γ_{Qfav}	Coefficiente parziale favorevole sulle azioni variabili
$\gamma_{tan\phi'}$	Coefficiente parziale di riduzione dell'angolo di attrito drenato
$\gamma_{c'}$	Coefficiente parziale di riduzione della coesione drenata
γ_{cu}	Coefficiente parziale di riduzione della coesione non drenata
γ_{qu}	Coefficiente parziale di riduzione del carico ultimo
γ_{γ}	Coefficiente parziale di riduzione della resistenza a compressione uniassiale delle rocce

Coefficienti di partecipazione combinazioni statiche

Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni:

<i>Carichi</i>	<i>Effetto</i>		<i>A1</i>	<i>A2</i>	<i>EQU</i>	<i>HYD</i>
Permanenti	Favorevole	γ_{Gfav}	1,00	1,00	1,00	0,90
Permanenti	Sfavorevole	γ_{Gsfav}	1,30	1,00	1,30	1,10
Variabili	Favorevole	γ_{Qfav}	0,00	0,00	0,00	0,00
Variabili	Sfavorevole	γ_{Qsfav}	1,50	1,30	1,50	1,50

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

<i>Parametri</i>			<i>M1</i>	<i>M2</i>	<i>M2</i>	<i>M1</i>
Tangente dell'angolo di attrito	$\gamma_{tan\phi'}$		1,00	1,25	1,25	1,00
Coazione efficace	$\gamma_{c'}$		1,00	1,25	1,25	1,00
Resistenza non drenata	γ_{cu}		1,00	1,40	1,40	1,00
Resistenza a compressione uniassiale	γ_{qu}		1,00	1,60	1,60	1,00
Peso dell'unità di volume	γ_{γ}		1,00	1,00	1,00	1,00

Coefficienti di partecipazione combinazioni sismiche

Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni:

<i>Carichi</i>	<i>Effetto</i>		<i>A1</i>	<i>A2</i>	<i>EQU</i>	<i>HYD</i>
Permanenti	Favorevole	γ_{Gfav}	1,00	1,00	1,00	0,90
Permanenti	Sfavorevole	γ_{Gsfav}	1,00	1,00	1,00	1,10
Variabili	Favorevole	γ_{Qfav}	0,00	0,00	0,00	0,00
Variabili	Sfavorevole	γ_{Qsfav}	1,00	1,00	1,00	1,50

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

<i>Parametri</i>			<i>M1</i>	<i>M2</i>	<i>M2</i>	<i>M1</i>
Tangente dell'angolo di attrito	$\gamma_{tan\phi'}$		1,00	1,00	1,00	1,00
Coazione efficace	$\gamma_{c'}$		1,00	1,00	1,00	1,00
Resistenza non drenata	γ_{cu}		1,00	1,00	1,00	1,00
Resistenza a compressione uniassiale	γ_{qu}		1,00	1,00	1,00	1,00
Peso dell'unità di volume	γ_{γ}		1,00	1,00	1,00	1,00

FONDAZIONE SUPERFICIALE

Coefficienti parziali γ_R per le verifiche agli stati limite ultimi STR e GEO

<i>Verifica</i>	<i>Coefficienti parziali</i>		
	<i>R1</i>	<i>R2</i>	<i>R3</i>
Capacità portante della fondazione	1,00	1,00	1,40
Scorrimento	1,00	1,00	1,10
Resistenza del terreno a valle	1,00	1,00	1,40
Stabilità globale		1,10	

VERIFICHE MURI DA 1 A 6 M FUORI TERRA**MURI SOSTEGNO ALTEZZA FUORI TERRA 1,0 M**

Geometria muro e fondazione H fuori terra = 1 m

Descrizione	Muro a mensola in c.a.
Altezza del paramento	1,00 [m]
Spessore in sommità	0,30 [m]
Spessore all'attacco con la fondazione	0,30 [m]
Inclinazione paramento esterno	0,00 [°]
Inclinazione paramento interno	0,00 [°]
Lunghezza del muro	10,00 [m]
<u>Fondazione</u>	
Lunghezza mensola fondazione di valle	0,10 [m]
Lunghezza mensola fondazione di monte	0,70 [m]
Lunghezza totale fondazione	1,10 [m]
Inclinazione piano di posa della fondazione	0,00 [°]
Spessore fondazione	0,30 [m]
Spessore magrone	0,10 [m]

Materiali utilizzati per la struttura

<i>Calcestruzzo</i>	
Peso specifico	2500,0 [kg/mc]
Classe di Resistenza	C25/30
Resistenza caratteristica a compressione R_{ck}	305,9 [kg/cm ²]
Modulo elastico E	320665,55 [kg/cm ²]
<i>Acciaio</i>	
Tipo	B450C
Tensione di snervamento σ_{fa}	4588,0 [kg/cm ²]

Geometria profilo terreno a monte del muro*Simbologia adottata e sistema di riferimento*

(Sistema di riferimento con origine in testa al muro, ascissa X positiva verso monte, ordinata Y positiva verso l'alto)

N numero ordine del punto
 X ascissa del punto espressa in [m]
 Y ordinata del punto espressa in [m]
 A inclinazione del tratto espressa in [°]

N	X	Y	A
1	6,00	0,00	0,00

Terreno a valle del muro

Inclinazione terreno a valle del muro rispetto all'orizzontale	0,00	[°]
Altezza del rinterro rispetto all'attacco fondaz.valle-paramento	0,10	[m]

Descrizione terreni*Simbologia adottata*

<i>Nr.</i>	Indice del terreno
<i>Descrizione</i>	Descrizione terreno
γ	Peso di volume del terreno espresso in [kg/mc]
γ_s	Peso di volume saturo del terreno espresso in [kg/mc]
ϕ	Angolo d'attrito interno espresso in [°]
δ	Angolo d'attrito terra-muro espresso in [°]
<i>c</i>	Coesione espressa in [kg/cm ²]
<i>c_a</i>	Adesione terra-muro espressa in [kg/cm ²]

Descrizione	γ	γ_s	ϕ	δ	c	c_a
Sabbia limosa	1760	1760	30.00	25.00	0,004	0,004

Stratigrafia

Simbologia adottata

<i>N</i>	Indice dello strato
<i>H</i>	Spessore dello strato espresso in [m]
<i>a</i>	Inclinazione espressa in [°]
<i>K_w</i>	Costante di Winkler orizzontale espressa in Kg/cm ² /cm
<i>K_s</i>	Coefficiente di spinta
<i>Terreno</i>	Terreno dello strato

Nr.	H	a	K_w	K_s	Terreno
2	3,00	0,00	1,23	0,00	Sabbia limosa

Descrizione combinazioni di carico

Simbologia adottata

<i>F/S</i>	Effetto dell'azione (FAV: Favorevole, SFAV: Sfavorevole)
γ	Coefficiente di partecipazione della condizione
Ψ	Coefficiente di combinazione della condizione

Combinazione n° 1 - Caso A1-M1 (STR)

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	1,00	1,00	1,00
Peso proprio terrapieno	FAV	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,30	1,00	1,30

Combinazione n° 2 - Caso EQU (SLU)

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	1,00	1,00	1,00
Peso proprio terrapieno	FAV	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,30	1,00	1,30

Combinazione n° 3 - Caso A2-M2 (GEO-STAB)

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1,00	1,00	1,00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1,00	1,00

Combinazione n° 4 - Caso A1-M1 (STR) - Sisma Vert. positivo

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1,00	1,00	1,00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1,00	1,00

Combinazione n° 5 - Caso A1-M1 (STR) - Sisma Vert. negativo

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1,00	1,00	1,00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1,00	1,00

Combinazione n° 6 - Caso EQU (SLU) - Sisma Vert. negativo

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	1,00	1.00	1,00
Peso proprio terrapieno	FAV	1,00	1.00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1.00	1,00

Combinazione n° 7 - Caso EQU (SLU) - Sisma Vert. positivo

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	1,00	1.00	1,00
Peso proprio terrapieno	FAV	1,00	1.00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1.00	1,00

Combinazione n° 8 - Caso A2-M2 (GEO-STAB) - Sisma Vert. positivo

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1,00	1.00	1,00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,00	1.00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1.00	1,00

Combinazione n° 9 - Caso A2-M2 (GEO-STAB) - Sisma Vert. negativo

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1,00	1.00	1,00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,00	1.00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1.00	1,00

Combinazione n° 10 - Quasi Permanente (SLE)

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	--	1,00	1.00	1,00
Peso proprio terrapieno	--	1,00	1.00	1,00
Spinta terreno	--	1,00	1.00	1,00

Combinazione n° 11 - Frequente (SLE)

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	--	1,00	1.00	1,00
Peso proprio terrapieno	--	1,00	1.00	1,00
Spinta terreno	--	1,00	1.00	1,00

Combinazione n° 12 - Rara (SLE)

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	--	1,00	1.00	1,00
Peso proprio terrapieno	--	1,00	1.00	1,00
Spinta terreno	--	1,00	1.00	1,00

Impostazioni di analisi

Metodo verifica sezioni

Stato limite***Impostazioni verifiche SLU***Coefficienti parziali per resistenze di calcolo dei materiali

Coefficiente di sicurezza calcestruzzo a compressione	1.50
Coefficiente di sicurezza calcestruzzo a trazione	1.50
Coefficiente di sicurezza acciaio	1.15
Fattore riduzione da resistenza cubica a cilindrica	0.83
Fattore di riduzione per carichi di lungo periodo	0.85
Coefficiente di sicurezza per la sezione	1.00

Impostazioni verifiche SLE

Condizioni ambientali

Ordinarie

Armatura ad aderenza migliorata

Verifica fessurazione

Sensibilità delle armature

Poco sensibile

Valori limite delle aperture delle fessure

$w_1 = 0.20$

$w_2 = 0.30$

$w_3 = 0.40$

Metodo di calcolo aperture delle fessure

Circ. Min. 252 (15/10/1996)

Verifica delle tensioni

Combinazione di carico

Rara $\sigma_c < 0.60 f_{ck}$ - $\sigma_f < 0.80 f_{yk}$

Quasi permanente $\sigma_c < 0.45 f_{ck}$

Calcolo della portanza metodo di Meyerhof

Coefficiente correttivo su $N\gamma$ per effetti cinematici (combinazioni sismiche SLU): 1,00

Coefficiente correttivo su $N\gamma$ per effetti cinematici (combinazioni sismiche SLE): 1,00

Impostazioni avanzate

Diagramma correttivo per eccentricità negativa con aliquota di parzializzazione pari a 0.00

Quadro riassuntivo coeff. di sicurezza calcolati

Simbologia adottata

<i>C</i>	Identificativo della combinazione
<i>Tipo</i>	Tipo combinazione
<i>Sisma</i>	Combinazione sismica
<i>CS_{SCO}</i>	Coeff. di sicurezza allo scorrimento
<i>CS_{RIB}</i>	Coeff. di sicurezza al ribaltamento
<i>CS_{QLIM}</i>	Coeff. di sicurezza a carico limite
<i>CS_{STAB}</i>	Coeff. di sicurezza a stabilità globale

C	Tipo	Sisma	CS_{sco}	CS_{rib}	CS_{qlim}	CS_{stab}
1	A1-M1 - [1]	--	3,24	--	6,70	--
2	EQU - [1]	--	--	7,52	--	--
3	STAB - [1]	--	--	--	--	1,84
4	A1-M1 - [2]	Orizzontale + Verticale positivo	1,39	--	2,38	--
5	A1-M1 - [2]	Orizzontale + Verticale negativo	1,23	--	2,28	--
6	EQU - [2]	Orizzontale + Verticale negativo	--	1,57	--	--
7	EQU - [2]	Orizzontale + Verticale positivo	--	2,24	--	--
8	STAB - [2]	Orizzontale + Verticale positivo	--	--	--	1,49
9	STAB - [2]	Orizzontale + Verticale negativo	--	--	--	1,37
10	SLEQ - [1]	--	4,25	--	7,79	--
11	SLEF - [1]	--	4,25	--	7,79	--
12	SLER - [1]	--	4,25	--	7,79	--

Analisi della spinta e verifiche

Sistema di riferimento adottato per le coordinate :

Origine in testa al muro (spigolo di monte)

Ascisse X (espresse in [m]) positive verso monte

Ordinate Y (espresse in [m]) positive verso l'alto

Le forze orizzontali sono considerate positive se agenti da monte verso valle

Le forze verticali sono considerate positive se agenti dall'alto verso il basso

Calcolo riferito ad 1 metro di muro

Tipo di analisi

Calcolo della spinta

metodo di Culmann

Calcolo del carico limite

metodo di Meyerhof

Calcolo della stabilità globale metodo di Fellenius
 Calcolo della spinta in condizioni di Spinta attiva

Sisma

Identificazione del sito

Latitudine 38.129100
 Longitudine 15.657400
 Comune Reggio Di Calabria
 Provincia Reggio Di Calabria
 Regione Calabria

Punti di interpolazione del reticolo 45211 - 45212 - 44990 - 44989

Tipo di opera

Tipo di costruzione Opera ordinaria
 Vita nominale 50 anni
 Classe d'uso IV - Opere strategiche ed industrie molto
 pericolose
 Vita di riferimento 100 anni

Combinazioni SLU

Accelerazione al suolo a_g 5.88 [m/s²]
 Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (S) 1.00
 Coefficiente di amplificazione topografica (St) 1.00
 Coefficiente riduzione (β_m) 0.38
 Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale 0.50
 Coefficiente di intensità sismica orizzontale (percento) $k_h=(a_g/g*\beta_m*St*S) = 22.78$
 Coefficiente di intensità sismica verticale (percento) $k_v=0.50 * k_h = 11.39$

Combinazioni SLE

Accelerazione al suolo a_g 1.96 [m/s²]
 Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (S) 1.00
 Coefficiente di amplificazione topografica (St) 1.00
 Coefficiente riduzione (β_m) 0.47
 Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale 0.50
 Coefficiente di intensità sismica orizzontale (percento) $k_h=(a_g/g*\beta_m*St*S) = 9.40$
 Coefficiente di intensità sismica verticale (percento) $k_v=0.50 * k_h = 4.70$

Forma diagramma incremento sismico Stessa forma diagramma statico

Partecipazione spinta passiva (percento) 50,0
 Lunghezza del muro 10,00 [m]

Peso muro 1575,00 [kg]
 Baricentro del muro X=0,01 Y=-0,84

Superficie di spinta

Punto inferiore superficie di spinta X = 0,70 Y = -1,30
 Punto superiore superficie di spinta X = 0,70 Y = 0,00
 Altezza della superficie di spinta 1,30 [m]
 Inclinazione superficie di spinta (rispetto alla verticale) 0,00 [°]

COMBINAZIONE n° 5

Valore della spinta statica 421,60 [kg]
 Componente orizzontale della spinta statica 387,66 [kg]
 Componente verticale della spinta statica 165,73 [kg]
 Punto d'applicazione della spinta X = 0,70 [m] Y = -0,83 [m]

Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	23,15	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	50,63	[°]		
Incremento sismico della spinta	246,91	[kg]		
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 0,70	[m]	Y = -0,83	[m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	34,70	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	1243,20	[kg]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0,35	[m]	Y = -0,50	[m]
Inerzia del muro	358,73	[kg]		
Inerzia verticale del muro	-179,37	[kg]		
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	283,16	[kg]		
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	-141,58	[kg]		

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	1256,59	[kg]		
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	2760,04	[kg]		
Resistenza passiva a valle del muro	-211,20	[kg]		
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	2760,04	[kg]		
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	1256,59	[kg]		
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0,19	[m]		
Lunghezza fondazione reagente	1,09	[m]		
Risultante in fondazione	3032,63	[kg]		
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	24,48	[°]		
Momento rispetto al baricentro della fondazione	514,87	[kgm]		
Carico ultimo della fondazione	6290,56	[kg]		

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	1,09	[m]		
Tensione terreno allo spigolo di valle	0,5063	[kg/cm ²]		
Tensione terreno allo spigolo di monte	0,0000	[kg/cm ²]		

Fattori per il calcolo della capacità portante

Coeff. capacità portante	$N_c = 30.14$	$N_q = 18.40$	$N_\gamma = 15.67$
Fattori forma	$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_\gamma = 1,00$
Fattori inclinazione	$i_c = 0,53$	$i_q = 0,53$	$i_\gamma = 0,03$
Fattori profondità	$d_c = 1,13$	$d_q = 1,06$	$d_\gamma = 1,06$

I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.

$N'_c = 17.99$	$N'_q = 10.37$	$N'_\gamma = 0.56$
----------------	----------------	--------------------

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	1.23
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	2.28

Sollecitazioni paramento

Combinazione n° 5

L'ordinata Y (espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kgm

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kg

Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kg

Nr.	Y	N	M	T
1	0,10	75,00	1,06	23,13
2	0,25	187,50	8,49	80,51
3	0,40	300,00	26,56	164,62
4	0,55	412,50	56,54	236,22
5	0,70	525,00	98,24	322,52
6	0,85	637,50	154,14	425,56
7	1,00	750,00	226,74	545,05

Sollecitazioni fondazione di valle

Combinazione n° 5

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kgm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kg

Nr.	X	M	T
1	0,01	0,21	42,89
2	0,04	3,40	168,79
3	0,07	10,30	290,50
4	0,10	20,79	408,04

Sollecitazioni fondazione di monte

Combinazione n° 5

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kgm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kg

Nr.	X	M	T
1	0,07	-6,02	-168,36
2	0,28	-83,73	-537,58
3	0,49	-217,47	-702,04
4	0,70	-364,25	-661,75

Armature e tensioni nei materiali del muro

Combinazione n° 5

L'ordinata Y (espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

B base della sezione espressa in [cm]

H altezza della sezione espressa in [cm]

A_{fs} area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [cmq]

A_{fi} area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [cmq]

N_u sforzo normale ultimo espresso in [kg]

M_u momento ultimo espresso in [kgm]

CS coefficiente sicurezza sezione

VRcd Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kg]

Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	1243,20	[kg]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0,35	[m]	Y = -0,50	[m]
Inerzia del muro	538,10	[kg]		
Inerzia verticale del muro	-269,05	[kg]		
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	424,74	[kg]		
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	-212,37	[kg]		

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	1823,98	[kg]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	2704,93	[kg]
Resistenza passiva a valle del muro	-211,20	[kg]
Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle	1260,79	[kgm]
Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle	1978,61	[kgm]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	2704,93	[kg]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	1823,98	[kg]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0,28	[m]
Lunghezza fondazione reagente	0,80	[m]
Risultante in fondazione	3262,44	[kg]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	33,99	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	769,89	[kgm]

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento	1.57
--	------

Stabilità globale muro + terreno

Combinazione n° 9

Le ascisse X sono considerate positive verso monte

Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto

Origine in testa al muro (spigolo contro terra)

W	peso della striscia espresso in [kg]
α	angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso in [°] (positivo antiorario)
ϕ	angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia
c	coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in [kg/cm ²]
b	larghezza della striscia espressa in [m]
u	pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [kg/cm ²]
C _{tn} , C _{tt}	contributo tiranti espresso in [kg]

Metodo di Fellenius

Numero di cerchi analizzati	36
Numero di strisce	25

Cerchio critico

Coordinate del centro	X[m]= -0,62	Y[m]= 1,11
Raggio del cerchio	R[m]= 2,74	
Ascissa a valle del cerchio	X _i [m]= -2,50	
Ascissa a monte del cerchio	X _s [m]= 1,90	
Larghezza della striscia	dx[m]= 0,18	
Coefficiente di sicurezza	C= 1.37	

Le strisce sono numerate da monte verso valle

Caratteristiche delle strisce

Striscia	W	α (°)	Wsin α	b/cos α	ϕ	c	u	C _{tn}	C _{tt}
1	50,84	61.25	44,57	0,37	20.00	0,00	0,00	---	---
2	141,66	55.39	116,59	0,31	26.90	0,00	0,00	---	---
3	212,99	49.33	161,54	0,27	30.00	0,00	0,00	---	---
4	271,01	43.95	188,09	0,24	30.00	0,00	0,00	---	---
5	319,40	39.03	201,13	0,23	30.00	0,00	0,00	---	---
6	360,20	34.43	203,66	0,21	30.00	0,00	0,00	---	---
7	401,09	30.08	201,01	0,20	30.00	0,00	0,00	---	---

8	462,18	25.91	201,93	0,20	30,00	0,00	0,00	---	---
9	486,41	21.88	181,28	0,19	30,00	0,00	0,00	---	---
10	506,23	17.97	156,15	0,19	30,00	0,00	0,00	---	---
11	546,40	14.14	133,45	0,18	30,00	0,00	0,00	---	---
12	662,32	10.37	119,24	0,18	30,00	0,00	0,00	---	---
13	471,58	6.65	54,62	0,18	30,00	0,00	0,00	---	---
14	229,60	2.96	11,85	0,18	30,00	0,00	0,00	---	---
15	227,45	-0.72	-2,87	0,18	30,00	0,00	0,00	---	---
16	225,01	-4.41	-17,28	0,18	30,00	0,00	0,00	---	---
17	219,02	-8.11	-30,89	0,18	30,00	0,00	0,00	---	---
18	209,42	-11.84	-42,98	0,18	30,00	0,00	0,00	---	---
19	196,07	-15.63	-52,83	0,18	30,00	0,00	0,00	---	---
20	178,79	-19.49	-59,66	0,19	30,00	0,00	0,00	---	---
21	157,31	-23.45	-62,60	0,19	30,00	0,00	0,00	---	---
22	131,28	-27.53	-60,67	0,20	30,00	0,00	0,00	---	---
23	100,18	-31.76	-52,74	0,21	30,00	0,00	0,00	---	---
24	63,34	-36.20	-37,41	0,22	30,00	0,00	0,00	---	---
25	19,75	-40.92	-12,93	0,23	30,00	0,00	0,00	---	---

$\Sigma W_i = 6849,52$ [kg]

$\Sigma W_i \sin \alpha_i = 1542,25$ [kg]

$\Sigma W_i \cos \alpha_i \tan \phi_i = 3569,71$ [kg]

$\Sigma c_i b_i / \cos \alpha_i = 215,30$ [kg]

Inviluppo Sollecitazioni paramento

L'ordinata Y (espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in [kgm]

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in [kg]

Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in [kg]

Inviluppo combinazioni SLU

Nr.	Y	Nmin	Nmax	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0,10	75,00	75,00	0,17	1,08	4,99	23,91
2	0,25	187,50	187,50	2,60	8,89	31,16	85,38
3	0,40	300,00	300,00	10,63	28,23	79,37	177,04
4	0,55	412,50	412,50	25,44	60,50	119,07	254,56
5	0,70	525,00	525,00	47,02	105,51	171,00	348,69
6	0,85	637,50	637,50	77,43	166,05	236,74	461,71
7	1,00	750,00	750,00	118,73	244,96	316,04	593,30

Inviluppo combinazioni SLE

Nr.	Y	Nmin	Nmax	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0,10	75,00	75,00	0,13	0,13	3,84	3,84
2	0,25	187,50	187,50	2,00	2,00	23,97	23,97
3	0,40	300,00	300,00	8,18	8,18	61,06	61,06
4	0,55	412,50	412,50	19,47	19,47	90,21	90,21
5	0,70	525,00	525,00	35,75	35,75	128,68	128,68
6	0,85	637,50	637,50	58,61	58,61	177,77	177,77
7	1,00	750,00	750,00	89,61	89,61	237,29	237,29

Inviluppo Sollecitazioni fondazione di valle

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in [kgm]

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in [kg]

Inviluppo combinazioni SLU

Nr.	X	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0,01	0,12	0,25	24,87	49,66
2	0,04	1,98	3,94	98,94	195,79
3	0,07	6,05	11,95	172,23	337,64
4	0,10	12,31	24,16	244,74	475,20

Inviluppo combinazioni SLE

Nr.	X	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0,01	0,11	0,11	22,92	22,92
2	0,04	1,83	1,83	91,31	91,31
3	0,07	5,59	5,59	159,15	159,15
4	0,10	11,37	11,37	226,46	226,46

Inviluppo Sollecitazioni fondazione di monte

L'ascissa X(espressa in m) è considerata positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte
 Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in [kgm]
 Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in [kg]

Inviluppo combinazioni SLU

Nr.	X	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0,07	-6,02	-1,85	-168,36	-52,07
2	0,28	-83,73	-27,17	-537,58	-182,73
3	0,49	-217,47	-75,91	-702,04	-275,04
4	0,70	-364,25	-140,01	-661,75	-248,20

Inviluppo combinazioni SLE

Nr.	X	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0,07	-0,32	-0,32	-8,70	-8,70
2	0,28	-3,49	-3,49	-17,05	-17,05
3	0,49	-5,62	-5,62	1,23	1,23
4	0,70	-1,11	-1,11	46,14	46,14

Inviluppo armature e tensioni nei materiali del muro

L'ordinata Y(espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

B	base della sezione espressa in [cm]
H	altezza della sezione espressa in [cm]
A _{fs}	area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [cmq]
A _{fi}	area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [cmq]
σ _c	tensione nel calcestruzzo espressa in [kg/cmq]
τ _c	tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [kg/cmq]
σ _{fs}	tensione nell'armatura disposta sul lembo di monte in [kg/cmq]
σ _{fi}	tensione nell'armatura disposta sul lembo di valle in [kg/cmq]
N _u	sforzo normale ultimo espresso in [kg]
M _u	momento ultimo espresso in [kgm]
CS	coefficiente sicurezza sezione
VR _{cd}	Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kg]
VR _{sd}	Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kg]
VR _d	Resistenza al taglio, espresso in [kg]

Inviluppo SLU

Nr.	Y	B, H	A _{fs}	A _{fi}	N _u	M _u	CS	V _{Rd}	V _{Rcd}	V _{Rsd}
1	0,10	100, 30	4,52	4,52	370106	-841	4934,75	12342	--	--
2	0,25	100, 30	4,52	4,52	317808	-5132	1694,98	12358	--	--
3	0,40	100, 30	4,52	4,52	211261	-12437	704,20	12373	--	--
4	0,55	100, 30	4,52	4,52	114152	-16743	276,73	12388	--	--
5	0,70	100, 30	4,52	4,52	58472	-11751	111,38	12403	--	--
6	0,85	100, 30	4,52	4,52	34094	-8881	53,48	12418	--	--
7	1,00	100, 30	4,52	4,52	23055	-7530	30,74	12434	--	--

Inviluppo SLE

Nr.	Y	B, H	A _{fs}	A _{fi}	σ _c	τ _c	σ _{fs}	σ _{fi}
1	0,10	100, 30	4,52	4,52	0,02	0,00	-0,35	-0,37
2	0,25	100, 30	4,52	4,52	0,07	0,01	-0,75	-1,04
3	0,40	100, 30	4,52	4,52	0,15	0,03	-0,83	-2,04
4	0,55	100, 30	4,52	4,52	0,25	0,04	-0,54	-3,41
5	0,70	100, 30	4,52	4,52	0,39	0,06	0,35	-5,22
6	0,85	100, 30	4,52	4,52	0,63	0,08	3,58	-8,01
7	1,00	100, 30	4,52	4,52	1,02	0,10	12,83	-12,22

Inviluppo armature e tensioni nei materiali della fondazione

Simbologia adottata

B	base della sezione espressa in [cm]
H	altezza della sezione espressa in [cm]
A _{fi}	area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [cmq]
A _{fs}	area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [cmq]
σ _c	tensione nel calcestruzzo espressa in [kg/cmq]
τ _c	tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [kg/cmq]
σ _{fi}	tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo inferiore in [kg/cmq]
σ _{fs}	tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo superiore in [kg/cmq]
N _u	sfuerzo normale ultimo espresso in [kg]
M _u	momento ultimo espresso in [kgm]
CS	coefficiente sicurezza sezione
V _{Rcd}	Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kg]
V _{Rsd}	Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kg]
V _{Rd}	Resistenza al taglio, espresso in [kg]

Fondazione di valle

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle)

Inviluppo SLU

Nr.	Y	B, H	A _{fs}	A _{fi}	N _u	M _u	CS	V _{Rd}	V _{Rcd}	V _{Rsd}
1	0,01	100, 30	4,52	4,52	0	4710	18938,44	12332	--	--
2	0,04	100, 30	4,52	4,52	0	4710	1195,08	12332	--	--
3	0,07	100, 30	4,52	4,52	0	4710	394,04	12332	--	--
4	0,10	100, 30	4,52	4,52	0	4710	194,98	12332	--	--

Inviluppo SLE

Nr.	X	B, H	A _{fs}	A _{fi}	σ _c	τ _c	σ _{fi}	σ _{fs}
5	0,01	100, 30	4,52	4,52	0,00	0,01	0,10	-0,01
6	0,04	100, 30	4,52	4,52	0,03	0,04	1,61	-0,16
7	0,07	100, 30	4,52	4,52	0,08	0,07	4,91	-0,49
8	0,10	100, 30	4,52	4,52	0,16	0,10	10,00	-0,99

Fondazione di monte

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte)

Inviluppo SLU

Nr.	Y	B, H	A _{fs}	A _{fi}	N _u	M _u	CS	V _{Rd}	V _{Rcd}	V _{Rsd}
1	0,07	100, 30	4,52	4,52	0	-4710	782,61	12332	--	--
2	0,28	100, 30	4,52	4,52	0	-4710	56,26	12332	--	--
3	0,49	100, 30	4,52	4,52	0	-4710	21,66	12332	--	--
4	0,70	100, 30	4,52	4,52	0	-4710	12,93	12332	--	--

Inviluppo SLE

Nr.	X	B, H	A _{fs}	A _{fi}	σ_c	τ_c	σ_{fi}	σ_{fs}
5	0,07	100, 30	4,52	4,52	0,00	0,00	-0,03	0,28
6	0,28	100, 30	4,52	4,52	0,05	-0,01	-0,30	3,07
7	0,49	100, 30	4,52	4,52	0,08	0,00	-0,49	4,94
8	0,70	100, 30	4,52	4,52	0,02	0,02	-0,10	0,98

MURO DI SOSTEGNO ALTEZZA FUORI TERRA 2,0 M

Geometria muro e fondazione

Descrizione	Muro a mensola in c.a.
Altezza del paramento	2,10 [m]
Spessore in sommità	0,30 [m]
Spessore all'attacco con la fondazione	0,30 [m]
Inclinazione paramento esterno	0,00 [°]
Inclinazione paramento interno	0,00 [°]
Lunghezza del muro	10,00 [m]

Fondazione

Lunghezza mensola fondazione di valle	0,10 [m]
Lunghezza mensola fondazione di monte	1,55 [m]
Lunghezza totale fondazione	1,95 [m]
Inclinazione piano di posa della fondazione	0,00 [°]
Spessore fondazione	0,40 [m]
Spessore magrone	0,10 [m]

Materiali utilizzati per la struttura

<i>Calcestruzzo</i>	
Peso specifico	2500,0 [kg/mc]
Classe di Resistenza	C25/30
Resistenza caratteristica a compressione R_{ck}	305,9 [kg/cm ²]
Modulo elastico E	320665,55 [kg/cm ²]
<i>Acciaio</i>	
Tipo	B450C
Tensione di snervamento σ_{fa}	4588,0 [kg/cm ²]

Geometria profilo terreno a monte del muro

Simbologia adottata e sistema di riferimento

(Sistema di riferimento con origine in testa al muro, ascissa X positiva verso monte, ordinata Y positiva verso l'alto)

N numero ordine del punto
 X ascissa del punto espressa in [m]
 Y ordinata del punto espressa in [m]
 A inclinazione del tratto espressa in [°]

N	X	Y	A
1	6,00	0,00	0,00

Terreno a valle del muro

Inclinazione terreno a valle del muro rispetto all'orizzontale	0,00	[°]
Altezza del rinterro rispetto all'attacco fondaz.valle-paramento	0,10	[m]

Descrizione terreni

Simbologia adottata

Nr.	Indice del terreno
Descrizione	Descrizione terreno
γ	Peso di volume del terreno espresso in [kg/mc]
γ_s	Peso di volume saturo del terreno espresso in [kg/mc]
ϕ	Angolo d'attrito interno espresso in [°]
δ	Angolo d'attrito terra-muro espresso in [°]
c	Coesione espressa in [kg/cm ²]

c_a Adesione terra-muro espressa in [kg/cmq]

Descrizione	γ	γ_s	ϕ	δ	c	c_a
Sabbia limosa M	1760	1760	30.00	20.00	0,004	0,004

Stratigrafia

Simbologia adottata

N	Indice dello strato
H	Spessore dello strato espresso in [m]
a	Inclinazione espressa in [°]
K_w	Costante di Winkler orizzontale espressa in Kg/cm ² /cm
K_s	Coefficiente di spinta
Terreno	Terreno dello strato

Nr.	H	a	K_w	K_s	Terreno
1	2,50	0,00	1,61	0,00	Sabbia limosa M

Descrizione combinazioni di carico

Simbologia adottata

F/S	Effetto dell'azione (FAV: Favorevole, SFAV: Sfavorevole)
γ	Coefficiente di partecipazione della condizione
Ψ	Coefficiente di combinazione della condizione

Combinazione n° 1 - Caso A1-M1 (STR)

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	1,00	1,00	1,00
Peso proprio terrapieno	FAV	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,30	1,00	1,30

Combinazione n° 2 - Caso EQU (SLU)

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	1,00	1,00	1,00
Peso proprio terrapieno	FAV	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,30	1,00	1,30

Combinazione n° 3 - Caso A2-M2 (GEO-STAB)

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1,00	1,00	1,00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1,00	1,00

Combinazione n° 4 - Caso A1-M1 (STR) - Sisma Vert. positivo

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1,00	1,00	1,00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1,00	1,00

Combinazione n° 5 - Caso A1-M1 (STR) - Sisma Vert. negativo

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1,00	1,00	1,00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1,00	1,00

Combinazione n° 6 - Caso EQU (SLU) - Sisma Vert. negativo

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	1,00	1,00	1,00
Peso proprio terrapieno	FAV	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1,00	1,00

Combinazione n° 7 - Caso EQU (SLU) - Sisma Vert. positivo

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	1,00	1.00	1,00
Peso proprio terrapieno	FAV	1,00	1.00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1.00	1,00

Combinazione n° 8 - Caso A2-M2 (GEO-STAB) - Sisma Vert. positivo

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1,00	1.00	1,00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,00	1.00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1.00	1,00

Combinazione n° 9 - Caso A2-M2 (GEO-STAB) - Sisma Vert. negativo

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1,00	1.00	1,00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,00	1.00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1.00	1,00

Combinazione n° 10 - Quasi Permanente (SLE)

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	--	1,00	1.00	1,00
Peso proprio terrapieno	--	1,00	1.00	1,00
Spinta terreno	--	1,00	1.00	1,00

Combinazione n° 11 - Frequente (SLE)

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	--	1,00	1.00	1,00
Peso proprio terrapieno	--	1,00	1.00	1,00
Spinta terreno	--	1,00	1.00	1,00

Combinazione n° 12 - Rara (SLE)

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	--	1,00	1.00	1,00
Peso proprio terrapieno	--	1,00	1.00	1,00
Spinta terreno	--	1,00	1.00	1,00

Impostazioni di analisi

Metodo verifica sezioni

Stato limite**Impostazioni verifiche SLU**Coefficienti parziali per resistenze di calcolo dei materiali

Coefficiente di sicurezza calcestruzzo a compressione	1.50
Coefficiente di sicurezza calcestruzzo a trazione	1.50
Coefficiente di sicurezza acciaio	1.15
Fattore riduzione da resistenza cubica a cilindrica	0.83
Fattore di riduzione per carichi di lungo periodo	0.85
Coefficiente di sicurezza per la sezione	1.00

Impostazioni verifiche SLE

Condizioni ambientali

Ordinarie

Armatura ad aderenza migliorata

Verifica fessurazione

Sensibilità delle armature

Poco sensibile

Valori limite delle aperture delle fessure

 $w_1 = 0.20$ $w_2 = 0.30$ $w_3 = 0.40$

Metodo di calcolo aperture delle fessure

Circ. Min. 252 (15/10/1996)

Verifica delle tensioni

Combinazione di carico

Rara $\sigma_c < 0.60 f_{ck}$ - $\sigma_f < 0.80 f_{yk}$

Quasi permanente $\sigma_c < 0.45 f_{ck}$ Calcolo della portanza metodo di MeyerhofCoefficiente correttivo su $N\gamma$ per effetti cinematici (combinazioni sismiche SLU): 1,00Coefficiente correttivo su $N\gamma$ per effetti cinematici (combinazioni sismiche SLE): 1,00**Impostazioni avanzate**

Diagramma correttivo per eccentricità negativa con aliquota di parzializzazione pari a 0.00

Quadro riassuntivo coeff. di sicurezza calcolati**Simbologia adottata**

<i>C</i>	Identificativo della combinazione
<i>Tipo</i>	Tipo combinazione
<i>Sisma</i>	Combinazione sismica
<i>CS_{SCO}</i>	Coeff. di sicurezza allo scorrimento
<i>CS_{RIB}</i>	Coeff. di sicurezza al ribaltamento
<i>CS_{QLM}</i>	Coeff. di sicurezza a carico limite
<i>CS_{STAB}</i>	Coeff. di sicurezza a stabilità globale

C	Tipo	Sisma	CS_{sco}	CS_{rib}	CS_{qlim}	CS_{stab}
1	A1-M1 - [1]	--	3,26	--	4,59	--
2	EQU - [1]	--	--	6,76	--	--
3	STAB - [1]	--	--	--	--	1,50
4	A1-M1 - [2]	Orizzontale + Verticale positivo	1,49	--	1,41	--
5	A1-M1 - [2]	Orizzontale + Verticale negativo	1,29	--	1,29	--
6	EQU - [2]	Orizzontale + Verticale negativo	--	1,44	--	--
7	EQU - [2]	Orizzontale + Verticale positivo	--	2,02	--	--
8	STAB - [2]	Orizzontale + Verticale positivo	--	--	--	1,30
9	STAB - [2]	Orizzontale + Verticale negativo	--	--	--	1,21
10	SLEQ - [1]	--	4,24	--	5,53	--
11	SLEF - [1]	--	4,24	--	5,53	--
12	SLER - [1]	--	4,24	--	5,53	--

Analisi della spinta e verifiche

Sistema di riferimento adottato per le coordinate :

Origine in testa al muro (spigolo di monte)

Ascisse X (espresse in [m]) positive verso monte

Ordinate Y (espresse in [m]) positive verso l'alto

Le forze orizzontali sono considerate positive se agenti da monte verso valle

Le forze verticali sono considerate positive se agenti dall'alto verso il basso

Calcolo riferito ad 1 metro di muro

Tipo di analisi

Calcolo della spinta

Calcolo del carico limite

Calcolo della stabilità globale

Calcolo della spinta in condizioni di

metodo di Culmann

metodo di Meyerhof

metodo di Fellenius

Spinta attiva

Sisma**Identificazione del sito**

Latitudine

38.129100

Longitudine

15.657400

Comune

Reggio Di Calabria

Provincia

Reggio Di Calabria

Regione

Calabria

Punti di interpolazione del reticolo

45211 - 45212 - 44990 - 44989

Tipo di opera

Tipo di costruzione	Opera ordinaria
Vita nominale	50 anni
Classe d'uso	IV - Opere strategiche ed industrie molto
pericolose	
Vita di riferimento	100 anni

Combinazioni SLU

Accelerazione al suolo a_g	5.88 [m/s ²]
Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (S)	1.00
Coefficiente di amplificazione topografica (St)	1.00
Coefficiente riduzione (β_m)	0.38
Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale	0.50
Coefficiente di intensità sismica orizzontale (percento)	$k_h=(a_g/g*\beta_m*St*S) = 22.78$
Coefficiente di intensità sismica verticale (percento)	$k_v=0.50 * k_h = 11.39$

Combinazioni SLE

Accelerazione al suolo a_g	1.96 [m/s ²]
Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (S)	1.00
Coefficiente di amplificazione topografica (St)	1.00
Coefficiente riduzione (β_m)	0.47
Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale	0.50
Coefficiente di intensità sismica orizzontale (percento)	$k_h=(a_g/g*\beta_m*St*S) = 9.40$
Coefficiente di intensità sismica verticale (percento)	$k_v=0.50 * k_h = 4.70$

Forma diagramma incremento sismico

Stessa forma diagramma statico

Partecipazione spinta passiva (percento)
Lunghezza del muro

50,0
10,00 [m]

Peso muro
Baricentro del muro

3525,00 [kg]
X=0,25 Y=-1,74

Superficie di spinta

Punto inferiore superficie di spinta	X = 1,55	Y = -2,50
Punto superiore superficie di spinta	X = 1,55	Y = 0,00
Altezza della superficie di spinta	2,50 [m]	
Inclinazione superficie di spinta(rispetto alla verticale)	0,00 [°]	

COMBINAZIONE n° 5

Valore della spinta statica	1519,24	[kg]		
Componente orizzontale della spinta statica	1427,62	[kg]		
Componente verticale della spinta statica	519,61	[kg]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 1,55	[m]	Y = -1,69	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	20,00	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	56,36	[°]		
Incremento sismico della spinta	846,94	[kg]		
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 1,55	[m]	Y = -1,69	[m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	41,05	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	5728,80	[kg]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0,78	[m]	Y = -1,05	[m]
Inerzia del muro	802,88	[kg]		
Inerzia verticale del muro	-401,44	[kg]		
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	1304,83	[kg]		

Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte -652,42 [kg]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	4331,20	[kg]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	9009,22	[kg]
Resistenza passiva a valle del muro	-330,00	[kg]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	9009,22	[kg]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	4331,20	[kg]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0,39	[m]
Lunghezza fondazione reagente	1,76	[m]
Risultante in fondazione	9996,27	[kg]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	25,68	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	3499,11	[kgm]
Carico ultimo della fondazione	11606,39	[kg]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	1,76	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	1,0239	[kg/cmq]
Tensione terreno allo spigolo di monte	0,0000	[kg/cmq]

Fattori per il calcolo della capacità portante

Coeff. capacità portante	$N_c = 30.14$	$N_q = 18.40$	$N_\gamma = 15.67$
Fattori forma	$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_\gamma = 1,00$
Fattori inclinazione	$i_c = 0,51$	$i_q = 0,51$	$i_\gamma = 0,02$
Fattori profondità	$d_c = 1,09$	$d_q = 1,04$	$d_\gamma = 1,04$

I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.

$N'_c = 16.76$	$N'_q = 9.82$	$N'_\gamma = 0.34$
----------------	---------------	--------------------

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	1.29
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	1.29

Sollecitazioni paramento

Combinazione n° 5

L'ordinata Y (espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kgm

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kg

Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kg

Nr.	Y	N	M	T
1	0,21	157,50	4,15	42,78
2	0,53	393,75	34,67	163,67
3	0,84	630,00	115,26	360,71
4	1,16	866,25	269,92	633,92
5	1,47	1102,50	522,63	983,32
6	1,79	1338,75	897,41	1408,90
7	2,10	1575,00	1418,20	1909,31

Sollecitazioni fondazione di valle

Combinazione n° 5

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kgm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kg

Nr.	X	M	T
1	0,01	0,46	92,10
2	0,04	7,33	364,90

3	0,07	22,30	632,46
4	0,10	45,22	894,79

Sollecitazioni fondazione di monte

Combinazione n° 5

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kgm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kg

Nr.	X	M	T
1	0,16	-56,41	-727,88
2	0,62	-825,57	-2374,08
3	1,08	-2069,36	-2765,87
4	1,55	-3202,84	-1899,64

Armature e tensioni nei materiali del muro

Combinazione n° 5

L'ordinata Y (espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

B base della sezione espressa in [cm]

H altezza della sezione espressa in [cm]

A_{fs} area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [cmq]

A_{fi} area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [cmq]

N_u sforzo normale ultimo espresso in [kg]

M_u momento ultimo espresso in [kgm]

CS coefficiente sicurezza sezione

V_{Rcd} Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kg]

V_{Rsd} Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kg]

VRd Resistenza al taglio, espresso in [kg]

Nr.	Y	B, H	A _{fs}	A _{fi}	N _u	M _u	CS	V _{Rd}	V _{Rcd}	V _{Rsd}
1	0,21	100, 30	10,18	5,65	382173	-10080	2426,50	13083	--	--
2	0,53	100, 30	10,18	5,65	238119	-20968	604,75	13114	--	--
3	0,84	100, 30	10,18	5,65	115975	-21218	184,09	13146	--	--
4	1,16	100, 30	10,18	5,65	52184	-16260	60,24	13178	--	--
5	1,47	100, 30	10,18	5,65	28612	-13563	25,95	13210	--	--
6	1,79	100, 30	10,18	5,65	18509	-12407	13,83	13242	--	--
7	2,10	100, 30	10,18	5,65	13091	-11787	8,31	13274	--	--

Armature e tensioni nei materiali della fondazione

Combinazione n° 5

Simbologia adottata

B base della sezione espressa in [cm]

H altezza della sezione espressa in [cm]

A_{fi} area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [cmq]

A_{fs} area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [cmq]

N_u sforzo normale ultimo espresso in [kg]

M_u momento ultimo espresso in [kgm]

CS coefficiente sicurezza sezione

V_{Rcd} Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kg]

V_{Rsd} Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kg]

VRd Resistenza al taglio, espresso in [kg]

Fondazione di valle

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle)

Nr.	Y	B, H	A _{fs}	A _{fi}	N _u	M _u	CS	V _{Rd}	V _{Rcd}	V _{Rsd}
1	0,01	100, 40	9,05	9,05	0	12725	27605,49	15220	--	--
2	0,04	100, 40	9,05	9,05	0	12725	1736,30	15220	--	--
3	0,07	100, 40	9,05	9,05	0	12725	570,58	15220	--	--
4	0,10	100, 40	9,05	9,05	0	12725	281,38	15220	--	--

Fondazione di monte

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte)

Nr.	Y	B, H	A _{fs}	A _{fi}	N _u	M _u	CS	V _{Rd}	V _{Rcd}	V _{Rsd}
1	0,16	100, 40	9,05	9,05	0	-12725	225,58	15220	--	--
2	0,62	100, 40	9,05	9,05	0	-12725	15,41	15220	--	--
3	1,08	100, 40	9,05	9,05	0	-12725	6,15	15220	--	--
4	1,55	100, 40	9,05	9,05	0	-12725	3,97	15220	--	--

COMBINAZIONE n° 6

Valore della spinta statica	1519,24	[kg]								
Componente orizzontale della spinta statica	1427,62	[kg]								
Componente verticale della spinta statica	519,61	[kg]								
Punto d'applicazione della spinta	X = 1,55	[m]						Y = -1,69		[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	20,00	[°]								
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	56,36	[°]								
Incremento sismico della spinta	1737,68	[kg]								
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 1,55	[m]						Y = -1,69		[m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	29,98	[°]								
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	5728,80	[kg]								
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0,78	[m]						Y = -1,05		[m]
Inerzia del muro	1204,32	[kg]								
Inerzia verticale del muro	-602,16	[kg]								
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	1957,25	[kg]								
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	-978,63	[kg]								

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	6222,08	[kg]								
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	8786,95	[kg]								
Resistenza passiva a valle del muro	-330,00	[kg]								
Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle	7758,10	[kgm]								
Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle	11198,51	[kgm]								
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	8786,95	[kg]								
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	6222,08	[kg]								
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0,58	[m]								
Lunghezza fondazione reagente	1,17	[m]								
Risultante in fondazione	10766,83	[kg]								
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	35,30	[°]								
Momento rispetto al baricentro della fondazione	5126,87	[kgm]								

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento	1.44
--	------

Stabilità globale muro + terrenoCombinazione n° 9

Le ascisse X sono considerate positive verso monte

Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto

Origine in testa al muro (spigolo contro terra)

W	peso della striscia espresso in [kg]
α	angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso in [°] (positivo antiorario)
ϕ	angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia
c	coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in [kg/cm ²]
b	larghezza della striscia espressa in [m]
u	pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [kg/cm ²]
C _m , C _t	contributo tiranti espresso in [kg]

Metodo di Fellenius

Numero di cerchi analizzati 36

Numero di strisce 25

Cerchio critico

Coordinate del centro X[m]= -0,93 Y[m]= 2,10

Raggio del cerchio R[m]= 5,23

Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -4,19

Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 3,86

Larghezza della striscia dx[m]= 0,32

Coefficiente di sicurezza C= 1.21

Le strisce sono numerate da monte verso valle

Caratteristiche delle strisce

Striscia	W	$\alpha(^{\circ})$	$W\sin\alpha$	$b/\cos\alpha$	ϕ	c	u	Ctn	Ctt
1	170,65	61.85	150,46	0,68	30.00	0,00	0,00	---	---
2	475,38	55.74	392,91	0,57	30.00	0,00	0,00	---	---
3	717,78	49.86	548,76	0,50	30.00	0,00	0,00	---	---
4	916,28	44.64	643,84	0,45	30.00	0,00	0,00	---	---
5	1082,71	39.86	693,91	0,42	30.00	0,00	0,00	---	---
6	1223,83	35.39	708,80	0,40	30.00	0,00	0,00	---	---
7	1343,93	31.16	695,42	0,38	30.00	0,00	0,00	---	---
8	1523,88	27.11	694,52	0,36	30.00	0,00	0,00	---	---
9	1627,18	23.21	641,23	0,35	30.00	0,00	0,00	---	---
10	1698,52	19.41	564,58	0,34	30.00	0,00	0,00	---	---
11	1756,39	15.71	475,50	0,33	30.00	0,00	0,00	---	---
12	1804,62	12.07	377,27	0,33	30.00	0,00	0,00	---	---
13	2213,10	8.48	326,19	0,33	30.00	0,00	0,00	---	---
14	649,38	4.92	55,67	0,32	30.00	0,00	0,00	---	---
15	636,96	1.38	15,33	0,32	30.00	0,00	0,00	---	---
16	635,72	-2.15	-23,90	0,32	30.00	0,00	0,00	---	---
17	623,18	-5.70	-61,86	0,32	30.00	0,00	0,00	---	---
18	599,18	-9.26	-96,42	0,33	30.00	0,00	0,00	---	---
19	563,44	-12.86	-125,42	0,33	30.00	0,00	0,00	---	---
20	515,51	-16.51	-146,54	0,34	30.00	0,00	0,00	---	---
21	454,77	-20.24	-157,32	0,34	30.00	0,00	0,00	---	---
22	380,34	-24.05	-155,03	0,35	30.00	0,00	0,00	---	---
23	291,04	-27.99	-136,58	0,36	30.00	0,00	0,00	---	---
24	185,28	-32.07	-98,38	0,38	30.00	0,00	0,00	---	---
25	60,85	-36.35	-36,07	0,40	30.00	0,00	0,00	---	---

$\Sigma W_i = 22149,90$ [kg]

$\Sigma W_i \sin\alpha_i = 5946,86$ [kg]

$\Sigma W_i \cos\alpha_i \tan\phi_i = 11518,69$ [kg]

$\Sigma c_i b_i / \cos\alpha_i = 404,74$ [kg]

Inviluppo Sollecitazioni paramento

L'ordinata Y(espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in [kgm]

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in [kg]

Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in [kg]

Inviluppo combinazioni SLU

Nr.	Y	Nmin	Nmax	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0,21	157,50	157,50	0,44	4,20	7,40	43,68
2	0,53	393,75	393,75	10,56	36,12	67,43	173,31
3	0,84	630,00	630,00	49,58	122,43	190,87	389,02
4	1,16	866,25	866,25	137,47	290,24	377,73	690,83
5	1,47	1102,50	1102,50	294,21	566,69	628,02	1078,75
6	1,79	1338,75	1338,75	539,78	978,90	941,74	1552,78
7	2,10	1575,00	1575,00	894,13	1553,94	1317,75	2111,39

Inviluppo combinazioni SLE

Nr.	Y	Nmin	Nmax	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0,21	157,50	157,50	0,25	0,25	4,42	4,42
2	0,53	393,75	393,75	7,13	7,13	47,38	47,38
3	0,84	630,00	630,00	35,22	35,22	139,11	139,11
4	1,16	866,25	866,25	99,89	99,89	279,63	279,63
5	1,47	1102,50	1102,50	216,51	216,51	468,93	468,93
6	1,79	1338,75	1338,75	400,44	400,44	707,02	707,02
7	2,10	1575,00	1575,00	667,03	667,03	993,04	993,04

Inviluppo Sollecitazioni fondazione di valle

L'ascissa X(espressa in m) è considerata positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in [kgm]

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in [kg]

Inviluppo combinazioni SLU

Nr.	X	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0,01	0,27	0,52	54,46	104,47
2	0,04	4,35	8,32	217,02	414,35
3	0,07	13,28	25,33	378,33	718,96
4	0,10	27,04	51,40	538,39	1018,28

Inviluppo combinazioni SLE

Nr.	X	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0,01	0,25	0,25	50,15	50,15
2	0,04	4,01	4,01	200,00	200,00
3	0,07	12,24	12,24	348,91	348,91
4	0,10	24,93	24,93	496,88	496,88

Inviluppo Sollecitazioni fondazione di monte

L'ascissa X(espressa in m) è considerata positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in [kgm]

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in [kg]

Inviluppo combinazioni SLU

Nr.	X	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0,16	-56,41	-23,91	-727,88	-302,97
2	0,62	-825,57	-341,17	-2374,08	-1011,48

3	1,08	-2069,36	-918,00	-2765,87	-1419,38
4	1,55	-3202,84	-1614,60	-1899,64	-179,28

Inviluppo combinazioni SLE

Nr.	X	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0,16	-7,68	-7,68	-94,92	-94,92
2	0,62	-92,02	-92,02	-230,57	-230,57
3	1,08	-187,44	-187,44	-142,55	-142,55
4	1,55	-189,92	-189,92	169,14	169,14

Inviluppo armature e tensioni nei materiali del muro

L'ordinata Y (espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

B	base della sezione espressa in [cm]
H	altezza della sezione espressa in [cm]
A _{fs}	area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [cmq]
A _{fi}	area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [cmq]
σ _c	tensione nel calcestruzzo espressa in [kg/cmq]
τ _c	tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [kg/cmq]
σ _{fs}	tensione nell'armatura disposta sul lembo di monte in [kg/cmq]
σ _{fi}	tensione nell'armatura disposta sul lembo di valle in [kg/cmq]
N _u	sforzo normale ultimo espresso in [kg]
M _u	momento ultimo espresso in [kgm]
CS	coefficiente sicurezza sezione
VRcd	Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kg]
VRsd	Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kg]
VRd	Resistenza al taglio, espresso in [kg]

Inviluppo SLU

Nr.	Y	B, H	A _{fs}	A _{fi}	N _u	M _u	CS	VRd	VRcd	VRsd
1	0,21	100, 30	10,18	5,65	381874	-1138	2424,60	13083	--	--
2	0,53	100, 30	10,18	5,65	231854	-10242	588,84	13114	--	--
3	0,84	100, 30	10,18	5,65	106539	-20078	169,11	13146	--	--
4	1,16	100, 30	10,18	5,65	46634	-15625	53,83	13178	--	--
5	1,47	100, 30	10,18	5,65	25750	-13236	23,36	13210	--	--
6	1,79	100, 30	10,18	5,65	16683	-12198	12,46	13242	--	--
7	2,10	100, 30	10,18	5,65	11797	-11639	7,49	13274	--	--

Inviluppo SLE

Nr.	Y	B, H	A _{fs}	A _{fi}	σ _c	τ _c	σ _{fs}	σ _{fi}
1	0,21	100, 30	10,18	5,65	0,05	0,00	-0,69	-0,78
2	0,53	100, 30	10,18	5,65	0,17	0,02	-1,27	-2,40
3	0,84	100, 30	10,18	5,65	0,41	0,06	-0,40	-5,54
4	1,16	100, 30	10,18	5,65	1,01	0,12	8,41	-12,58
5	1,47	100, 30	10,18	5,65	2,24	0,20	40,53	-25,38
6	1,79	100, 30	10,18	5,65	4,15	0,31	101,77	-44,02
7	2,10	100, 30	10,18	5,65	6,87	0,43	196,87	-69,69

Inviluppo armature e tensioni nei materiali della fondazione

Simbologia adottata

B	base della sezione espressa in [cm]
H	altezza della sezione espressa in [cm]
A _{fi}	area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [cmq]
A _{fs}	area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [cmq]
σ _c	tensione nel calcestruzzo espressa in [kg/cmq]
τ _c	tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [kg/cmq]
σ _{fi}	tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo inferiore in [kg/cmq]
σ _{fs}	tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo superiore in [kg/cmq]
N _u	sforzo normale ultimo espresso in [kg]
M _u	momento ultimo espresso in [kgm]
CS	coefficiente sicurezza sezione
VRcd	Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kg]

VRsd Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kg]
 VRd Resistenza al taglio, espresso in [kg]

Fondazione di valle

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle)

Inviluppo SLU

Nr.	Y	B, H	A _{fs}	A _{fi}	N _u	M _u	CS	V _{Rd}	V _{Rcd}	V _{Rsd}
1	0,01	100, 40	9,05	9,05	0	12725	24339,11	15220	--	--
2	0,04	100, 40	9,05	9,05	0	12725	1529,78	15220	--	--
3	0,07	100, 40	9,05	9,05	0	12725	502,36	15220	--	--
4	0,10	100, 40	9,05	9,05	0	12725	247,56	15220	--	--

Inviluppo SLE

Nr.	X	B, H	A _{fs}	A _{fi}	σ _c	τ _c	σ _{fi}	σ _{fs}
5	0,01	100, 40	9,05	9,05	0,00	0,02	0,08	-0,01
6	0,04	100, 40	9,05	9,05	0,02	0,06	1,29	-0,23
7	0,07	100, 40	9,05	9,05	0,07	0,11	3,95	-0,69
8	0,10	100, 40	9,05	9,05	0,15	0,16	8,04	-1,40

Fondazione di monte

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte)

Inviluppo SLU

Nr.	Y	B, H	A _{fs}	A _{fi}	N _u	M _u	CS	V _{Rd}	V _{Rcd}	V _{Rsd}
1	0,16	100, 40	9,05	9,05	0	-12725	225,58	15220	--	--
2	0,62	100, 40	9,05	9,05	0	-12725	15,41	15220	--	--
3	1,08	100, 40	9,05	9,05	0	-12725	6,15	15220	--	--
4	1,55	100, 40	9,05	9,05	0	-12725	3,97	15220	--	--

Inviluppo SLE

Nr.	X	B, H	A _{fs}	A _{fi}	σ _c	τ _c	σ _{fi}	σ _{fs}
5	0,16	100, 40	9,05	9,05	0,05	-0,03	-0,43	2,48
6	0,62	100, 40	9,05	9,05	0,55	-0,07	-5,18	29,69
7	1,08	100, 40	9,05	9,05	1,12	-0,05	-10,56	60,47
8	1,55	100, 40	9,05	9,05	1,14	0,05	-10,70	61,27

MURO DI SOSTEGNO ALTEZZA FUORI TERRA 3,0 M

Geometria muro e fondazione

Descrizione	Muro a mensola in c.a.
Altezza del paramento	3,15 [m]
Spessore in sommità	0,30 [m]
Spessore all'attacco con la fondazione	0,30 [m]
Inclinazione paramento esterno	0,00 [°]
Inclinazione paramento interno	0,00 [°]
Lunghezza del muro	10,00 [m]

Fondazione

Lunghezza mensola fondazione di valle	0,50 [m]
Lunghezza mensola fondazione di monte	2,10 [m]
Lunghezza totale fondazione	2,90 [m]
Inclinazione piano di posa della fondazione	0,00 [°]
Spessore fondazione	0,40 [m]
Spessore magrone	0,10 [m]

Materiali utilizzati per la struttura

<i>Calcestruzzo</i>	
Peso specifico	2500,0 [kg/mc]
Classe di Resistenza	C25/30
Resistenza caratteristica a compressione R_{ck}	305,9 [kg/cm ²]
Modulo elastico E	320665,55 [kg/cm ²]
<i>Acciaio</i>	
Tipo	B450C
Tensione di snervamento σ_{fa}	4588,0 [kg/cm ²]

Geometria profilo terreno a monte del muro

Simbologia adottata e sistema di riferimento

(Sistema di riferimento con origine in testa al muro, ascissa X positiva verso monte, ordinata Y positiva verso l'alto)

N numero ordine del punto

X ascissa del punto espressa in [m]

Y ordinata del punto espressa in [m]

A inclinazione del tratto espressa in [°]

N	X	Y	A
1	6,00	0,00	0,00

Terreno a valle del muro

Inclinazione terreno a valle del muro rispetto all'orizzontale	0,00	[°]
Altezza del rinterro rispetto all'attacco fondaz.valle-paramento	0,15	[m]

Descrizione terreni

Simbologia adottata

<i>Nr.</i>	Indice del terreno
<i>Descrizione</i>	Descrizione terreno
γ	Peso di volume del terreno espresso in [kg/mc]
γ_s	Peso di volume saturo del terreno espresso in [kg/mc]
ϕ	Angolo d'attrito interno espresso in [°]
δ	Angolo d'attrito terra-muro espresso in [°]
<i>c</i>	Coesione espressa in [kg/cm ²]
<i>c_a</i>	Adesione terra-muro espressa in [kg/cm ²]

Descrizione	γ	γ_s	ϕ	δ	c	c_a
Sabbia limosa M	1760	1760	30.00	20.00	0,004	0,004

Stratigrafia

Simbologia adottata

N	Indice dello strato
H	Spessore dello strato espresso in [m]
a	Inclinazione espressa in [°]
Kw	Costante di Winkler orizzontale espressa in Kg/cm ² /cm
Ks	Coefficiente di spinta
Terreno	Terreno dello strato

Nr.	H	a	Kw	Ks	Terreno
1	3,20	0,00	1,61	0,00	Sabbia limosa M

Descrizione combinazioni di carico

Simbologia adottata

F/S	Effetto dell'azione (FAV: Favorevole, SFAV: Sfavorevole)
γ	Coefficiente di partecipazione della condizione
Ψ	Coefficiente di combinazione della condizione

Combinazione n° 1 - Caso A1-M1 (STR)

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	1,00	1,00	1,00
Peso proprio terrapieno	FAV	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,30	1,00	1,30

Combinazione n° 2 - Caso EQU (SLU)

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	1,00	1,00	1,00
Peso proprio terrapieno	FAV	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,30	1,00	1,30

Combinazione n° 3 - Caso A2-M2 (GEO-STAB)

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1,00	1,00	1,00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1,00	1,00

Combinazione n° 4 - Caso A1-M1 (STR) - Sisma Vert. positivo

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1,00	1,00	1,00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1,00	1,00

Combinazione n° 5 - Caso A1-M1 (STR) - Sisma Vert. negativo

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1,00	1,00	1,00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1,00	1,00

Combinazione n° 6 - Caso EQU (SLU) - Sisma Vert. negativo

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	1,00	1,00	1,00
Peso proprio terrapieno	FAV	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1,00	1,00

Combinazione n° 7 - Caso EQU (SLU) - Sisma Vert. positivo

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	1,00	1.00	1,00
Peso proprio terrapieno	FAV	1,00	1.00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1.00	1,00

Combinazione n° 8 - Caso A2-M2 (GEO-STAB) - Sisma Vert. positivo

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1,00	1.00	1,00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,00	1.00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1.00	1,00

Combinazione n° 9 - Caso A2-M2 (GEO-STAB) - Sisma Vert. negativo

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1,00	1.00	1,00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,00	1.00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1.00	1,00

Combinazione n° 10 - Quasi Permanente (SLE)

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	--	1,00	1.00	1,00
Peso proprio terrapieno	--	1,00	1.00	1,00
Spinta terreno	--	1,00	1.00	1,00

Combinazione n° 11 - Frequente (SLE)

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	--	1,00	1.00	1,00
Peso proprio terrapieno	--	1,00	1.00	1,00
Spinta terreno	--	1,00	1.00	1,00

Combinazione n° 12 - Rara (SLE)

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	--	1,00	1.00	1,00
Peso proprio terrapieno	--	1,00	1.00	1,00
Spinta terreno	--	1,00	1.00	1,00

Impostazioni di analisi

Metodo verifica sezioni

Stato limite***Impostazioni verifiche SLU***Coefficienti parziali per resistenze di calcolo dei materiali

Coefficiente di sicurezza calcestruzzo a compressione	1.50
Coefficiente di sicurezza calcestruzzo a trazione	1.50
Coefficiente di sicurezza acciaio	1.15
Fattore riduzione da resistenza cubica a cilindrica	0.83
Fattore di riduzione per carichi di lungo periodo	0.85
Coefficiente di sicurezza per la sezione	1.00

Impostazioni verifiche SLE

Condizioni ambientali

Ordinarie

Armatura ad aderenza migliorata

Verifica fessurazione

Sensibilità delle armature

Poco sensibile

Valori limite delle aperture delle fessure

 $w_1 = 0.20$ $w_2 = 0.30$ $w_3 = 0.40$

Metodo di calcolo aperture delle fessure

Circ. Min. 252 (15/10/1996)

Verifica delle tensioni

Combinazione di carico

Rara $\sigma_c < 0.60 f_{ck} - \sigma_f < 0.80 f_{yk}$
 Quasi permanente $\sigma_c < 0.45 f_{ck}$

Calcolo della portanza metodo di MeyerhofCoefficiente correttivo su $N\gamma$ per effetti cinematici (combinazioni sismiche SLU): 1,00Coefficiente correttivo su $N\gamma$ per effetti cinematici (combinazioni sismiche SLE): 1,00**Impostazioni avanzate****Quadro riassuntivo coeff. di sicurezza calcolati***Simbologia adottata*

<i>C</i>	Identificativo della combinazione
<i>Tipo</i>	Tipo combinazione
<i>Sisma</i>	Combinazione sismica
<i>CS_{SCO}</i>	Coeff. di sicurezza allo scorrimento
<i>CS_{RIB}</i>	Coeff. di sicurezza al ribaltamento
<i>CS_{QLIM}</i>	Coeff. di sicurezza a carico limite
<i>CS_{STAB}</i>	Coeff. di sicurezza a stabilità globale

C	Tipo	Sisma	CS_{sco}	CS_{rib}	CS_{qlim}	CS_{stab}
1	A1-M1 - [1]	--	2,91	--	4,67	--
2	EQU - [1]	--	--	7,04	--	--
3	STAB - [1]	--	--	--	--	1,60
4	A1-M1 - [2]	Orizzontale + Verticale positivo	1,40	--	1,41	--
5	A1-M1 - [2]	Orizzontale + Verticale negativo	1,21	--	1,29	--
6	EQU - [2]	Orizzontale + Verticale negativo	--	1,59	--	--
7	EQU - [2]	Orizzontale + Verticale positivo	--	2,27	--	--
8	STAB - [2]	Orizzontale + Verticale positivo	--	--	--	1,32
9	STAB - [2]	Orizzontale + Verticale negativo	--	--	--	1,21
10	SLEQ - [1]	--	3,76	--	5,53	--
11	SLEF - [1]	--	3,76	--	5,53	--
12	SLER - [1]	--	3,76	--	5,53	--

Analisi della spinta e verifiche

Sistema di riferimento adottato per le coordinate :

Origine in testa al muro (spigolo di monte)

Ascisse X (espresse in [m]) positive verso monte

Ordinate Y (espresse in [m]) positive verso l'alto

Le forze orizzontali sono considerate positive se agenti da monte verso valle

Le forze verticali sono considerate positive se agenti dall'alto verso il basso

Calcolo riferito ad 1 metro di muro

Tipo di analisi

Calcolo della spinta

metodo di Culmann

Calcolo del carico limite

metodo di Meyerhof

Calcolo della stabilità globale

metodo di Bishop

Calcolo della spinta in condizioni di

Spinta attiva

Sisma**Identificazione del sito**

Latitudine

38.129100

Longitudine

15.657400

Comune

Reggio Di Calabria

Provincia

Reggio Di Calabria

Regione

Calabria

Punti di interpolazione del reticolo

45211 - 45212 - 44990 - 44989

Tipo di opera

Tipo di costruzione	Opera ordinaria
Vita nominale	50 anni
Classe d'uso	IV - Opere strategiche ed industrie molto
pericolose	
Vita di riferimento	100 anni

Combinazioni SLU

Accelerazione al suolo a_g	5.88 [m/s ²]
Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (S)	1.00
Coefficiente di amplificazione topografica (St)	1.00
Coefficiente riduzione (β_m)	0.38
Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale	0.50
Coefficiente di intensità sismica orizzontale (percento)	$k_h=(a_g/g*\beta_m*St*S) = 22.78$
Coefficiente di intensità sismica verticale (percento)	$k_v=0.50 * k_h = 11.39$

Combinazioni SLE

Accelerazione al suolo a_g	1.96 [m/s ²]
Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (S)	1.00
Coefficiente di amplificazione topografica (St)	1.00
Coefficiente riduzione (β_m)	0.47
Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale	0.50
Coefficiente di intensità sismica orizzontale (percento)	$k_h=(a_g/g*\beta_m*St*S) = 9.40$
Coefficiente di intensità sismica verticale (percento)	$k_v=0.50 * k_h = 4.70$

Forma diagramma incremento sismico

Stessa forma diagramma statico

Partecipazione spinta passiva (percento)
Lunghezza del muro

50,0
10,00 [m]

Peso muro
Baricentro del muro

5262,50 [kg]
X=0,29 Y=-2,55

Superficie di spinta

Punto inferiore superficie di spinta	X = 2,10	Y = -3,55
Punto superiore superficie di spinta	X = 2,10	Y = 0,00
Altezza della superficie di spinta	3,55 [m]	
Inclinazione superficie di spinta(rispetto alla verticale)	0,00 [°]	

COMBINAZIONE n° 5

Valore della spinta statica	3125,61	[kg]		
Componente orizzontale della spinta statica	2909,08	[kg]		
Componente verticale della spinta statica	1143,11	[kg]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 2,10	[m]	Y = -2,38	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	21,45	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	54,59	[°]		
Incremento sismico della spinta	1770,22	[kg]		
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 2,10	[m]	Y = -2,38	[m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	38,91	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	11642,40	[kg]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 1,05	[m]	Y = -1,57	[m]
Inerzia del muro	1198,63	[kg]		
Inerzia verticale del muro	-599,31	[kg]		
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	2651,76	[kg]		
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	-1325,88	[kg]		

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	8407,05	[kg]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	16770,22	[kg]
Resistenza passiva a valle del muro	-399,30	[kg]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	16770,22	[kg]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	8407,05	[kg]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0,40	[m]
Lunghezza fondazione reagente	2,90	[m]
Risultante in fondazione	18759,50	[kg]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	26,62	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	6702,85	[kgm]
Carico ultimo della fondazione	21598,87	[kg]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	2,90	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	1,0565	[kg/cmq]
Tensione terreno allo spigolo di monte	0,1001	[kg/cmq]

Fattori per il calcolo della capacità portante

Coeff. capacità portante	$N_c = 30.14$	$N_q = 18.40$	$N_\gamma = 15.67$
Fattori forma	$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_\gamma = 1,00$
Fattori inclinazione	$i_c = 0,50$	$i_q = 0,50$	$i_\gamma = 0,01$
Fattori profondità	$d_c = 1,07$	$d_q = 1,03$	$d_\gamma = 1,03$

I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.

$N'_c = 15.93$	$N'_q = 9.42$	$N'_\gamma = 0.20$
----------------	---------------	--------------------

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	1.21
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	1.29

Sollecitazioni paramento

Combinazione n° 5

L'ordinata Y (espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kgm

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kg

Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kg

Nr.	Y	N	M	T
1	0,32	236,25	10,47	75,69
2	0,79	590,63	97,90	322,79
3	1,26	945,00	342,36	740,38
4	1,73	1299,37	824,42	1328,49
5	2,21	1653,75	1624,64	2087,13
6	2,68	2008,13	2823,61	3016,30
7	3,15	2362,50	4501,77	4112,95

Sollecitazioni fondazione di valle

Combinazione n° 5

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kgm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kg

Nr.	X	M	T
1	0,05	11,89	474,12
2	0,20	186,90	1847,02
3	0,35	562,28	3145,71
4	0,50	1126,90	4370,20

Sollecitazioni fondazione di monte

Combinazione n° 5

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kgm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kg

Nr.	X	M	T
1	0,21	-117,14	-1091,36
2	0,84	-1629,86	-3492,78
3	1,47	-4243,16	-4585,24
4	2,10	-7132,39	-4368,74

Armature e tensioni nei materiali del muro

Combinazione n° 5

L'ordinata Y (espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

B base della sezione espressa in [cm]

H altezza della sezione espressa in [cm]

A_{fs} area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [cmq]

A_{fi} area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [cmq]

N_u sforzo normale ultimo espresso in [kg]

M_u momento ultimo espresso in [kgm]

CS coefficiente sicurezza sezione

VRcd Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kg]

VRsd Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kg]

VRd Resistenza al taglio, espresso in [kg]

Nr.	Y	B, H	A _{fs}	A _{fi}	N _u	M _u	CS	V _{Rd}	V _{Rcd}	V _{Rsd}
1	0,32	100, 30	9,24	6,16	336914	-14935	1426,09	12677	--	--
2	0,79	100, 30	9,24	6,16	129023	-21387	218,45	12725	--	--
3	1,26	100, 30	9,24	6,16	38068	-13791	40,28	12773	--	--
4	1,73	100, 30	9,24	6,16	18076	-11469	13,91	12820	--	--
5	2,21	100, 30	9,24	6,16	10815	-10625	6,54	12868	--	--
6	2,68	100, 30	9,24	6,16	7263	-10212	3,62	12916	--	--
7	3,15	100, 30	9,24	6,16	5236	-9977	2,22	12964	--	--

Armature e tensioni nei materiali della fondazione

Combinazione n° 5

Simbologia adottata

B base della sezione espressa in [cm]

H altezza della sezione espressa in [cm]

A_{fi} area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [cmq]

A_{fs} area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [cmq]

N_u sforzo normale ultimo espresso in [kg]

M_u momento ultimo espresso in [kgm]

CS coefficiente sicurezza sezione

VRcd Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kg]

VRsd Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kg]

VRd Resistenza al taglio, espresso in [kg]

Fondazione di valle

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle)

Nr.	Y	B, H	A _{fs}	A _{fi}	N _u	M _u	CS	V _{Rd}	V _{Rcd}	V _{Rsd}
1	0,05	100, 40	9,24	9,24	0	12984	1092,22	15220	--	--
2	0,20	100, 40	9,24	9,24	0	12984	69,47	15220	--	--
3	0,35	100, 40	9,24	9,24	0	12984	23,09	15220	--	--
4	0,50	100, 40	9,24	9,24	0	12984	11,52	15220	--	--

Fondazione di monte

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte)

Nr.	Y	B, H	A _{fs}	A _{fi}	N _u	M _u	CS	V _{Rd}	V _{Rcd}	V _{Rsd}
1	0,21	100, 40	9,24	9,24	0	-12984	110,84	15220	--	--
2	0,84	100, 40	9,24	9,24	0	-12984	7,97	15220	--	--
3	1,47	100, 40	9,24	9,24	0	-12984	3,06	15220	--	--
4	2,10	100, 40	9,24	9,24	0	-12984	1,82	15220	--	--

COMBINAZIONE n° 6

Valore della spinta statica	3125,61	[kg]		
Componente orizzontale della spinta statica	2909,08	[kg]		
Componente verticale della spinta statica	1143,11	[kg]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 2,10	[m]	Y = -2,38	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	21,45	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	54,59	[°]		
Incremento sismico della spinta	3630,32	[kg]		
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 2,10	[m]	Y = -2,38	[m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	29,84	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	11642,40	[kg]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 1,05	[m]	Y = -1,57	[m]
Inerzia del muro	1797,94	[kg]		
Inerzia verticale del muro	-898,97	[kg]		
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	3977,64	[kg]		
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	-1988,82	[kg]		

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	12063,48	[kg]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	16487,91	[kg]
Resistenza passiva a valle del muro	-399,30	[kg]
Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle	21647,78	[kgm]
Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle	34444,38	[kgm]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	16487,91	[kg]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	12063,48	[kg]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0,67	[m]
Lunghezza fondazione reagente	2,33	[m]
Risultante in fondazione	20429,85	[kg]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	36,19	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	11110,86	[kgm]

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento	1.59
--	------

Stabilità globale muro + terreno

Combinazione n° 9

Le ascisse X sono considerate positive verso monte

Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto

Origine in testa al muro (spigolo contro terra)

W	peso della striscia espresso in [kg]
α	angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso in [°] (positivo antiorario)
ϕ	angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia
c	coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in [kg/cm ²]
b	larghezza della striscia espressa in [m]
u	pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [kg/cm ²]
C _{tn} , C _{tt}	contributo tiranti espresso in [kg]

Metodo di Bishop

Numero di cerchi analizzati 36
 Numero di strisce 25

Cerchio critico

Coordinate del centro X[m]= -0,96 Y[m]= 2,89
 Raggio del cerchio R[m]= 7,13
 Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -5,00
 Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 5,56
 Larghezza della striscia dx[m]= 0,42
 Coefficiente di sicurezza C= 1.21
 Le strisce sono numerate da monte verso valle

Caratteristiche delle strisce

Striscia	W	$\alpha(^{\circ})$	$W\sin\alpha$	$b/\cos\alpha$	ϕ	c	u	Ctn	Ctt
1	296,24	62.04	261,66	0,90	30.00	0,00	0,00	---	---
2	824,21	55.84	682,01	0,75	30.00	0,00	0,00	---	---
3	1244,44	50.16	955,58	0,66	30.00	0,00	0,00	---	---
4	1590,78	45.11	1126,95	0,60	30.00	0,00	0,00	---	---
5	1882,78	40.47	1222,01	0,56	30.00	0,00	0,00	---	---
6	2131,76	36.14	1257,08	0,52	30.00	0,00	0,00	---	---
7	2344,95	32.03	1243,68	0,50	30.00	0,00	0,00	---	---
8	2527,31	28.10	1190,50	0,48	30.00	0,00	0,00	---	---
9	2782,86	24.31	1145,84	0,46	30.00	0,00	0,00	---	---
10	2937,73	20.64	1035,42	0,45	30.00	0,00	0,00	---	---
11	3045,18	17.05	892,74	0,44	30.00	0,00	0,00	---	---
12	3131,22	13.53	732,33	0,43	30.00	0,00	0,00	---	---
13	3196,93	10.06	558,17	0,43	30.00	0,00	0,00	---	---
14	3661,25	6.62	422,19	0,43	30.00	0,00	0,00	---	---
15	1038,17	3.21	58,17	0,42	30.00	0,00	0,00	---	---
16	928,47	-0.19	-3,02	0,42	30.00	0,00	0,00	---	---
17	911,00	-3.59	-56,96	0,42	30.00	0,00	0,00	---	---
18	881,85	-7.00	-107,42	0,43	30.00	0,00	0,00	---	---
19	833,59	-10.43	-150,96	0,43	30.00	0,00	0,00	---	---
20	765,69	-13.91	-184,06	0,44	30.00	0,00	0,00	---	---
21	677,36	-17.44	-202,98	0,44	30.00	0,00	0,00	---	---
22	567,49	-21.04	-203,70	0,45	30.00	0,00	0,00	---	---
23	434,60	-24.72	-181,77	0,47	30.00	0,00	0,00	---	---
24	276,72	-28.53	-132,15	0,48	30.00	0,00	0,00	---	---
25	91,18	-32.47	-48,95	0,50	30.00	0,00	0,00	---	---

$\Sigma W_i = 39003,76$ [kg]

$\Sigma W_i \sin \alpha_i = 11512,34$ [kg]

$\Sigma W_i \tan \phi_i = 22518,83$ [kg]

$\Sigma \tan \alpha_i \tan \phi_i = 4.08$

Inviluppo Sollecitazioni paramento

L'ordinata Y (espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in [kgm]

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in [kg]

Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in [kg]

Inviluppo combinazioni SLU

Nr.	Y	Nmin	Nmax	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0,32	236,25	236,25	1,94	10,72	20,81	78,43
2	0,79	590,63	590,63	40,54	103,54	166,33	346,42
3	1,26	945,00	945,00	181,60	368,31	454,55	806,30
4	1,73	1299,37	1299,37	492,56	895,72	885,49	1458,10
5	2,21	1653,75	1653,75	1040,86	1776,45	1459,13	2301,83

6	2,68	2008,13	2008,13	1893,92	3101,18	2175,49	3337,50
7	3,15	2362,50	2362,50	3119,07	4960,46	3032,02	4561,68

Inviluppo combinazioni SLE

Nr.	Y	Nmin	Nmax	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0,32	236,25	236,25	1,29	1,29	14,08	14,08
2	0,79	590,63	590,63	28,93	28,93	121,20	121,20
3	1,26	945,00	945,00	133,10	133,10	338,07	338,07
4	1,73	1299,37	1299,37	365,69	365,69	664,71	664,71
5	2,21	1653,75	1653,75	778,54	778,54	1101,13	1101,13
6	2,68	2008,13	2008,13	1423,55	1423,55	1647,33	1647,33
7	3,15	2362,50	2362,50	2352,48	2352,48	2301,36	2301,36

Inviluppo Sollecitazioni fondazione di valle

L'ascissa X(espressa in m) è considerata positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle
 Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in [kgm]
 Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in [kg]

Inviluppo combinazioni SLU

Nr.	X	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0,05	6,28	13,38	251,45	533,79
2	0,20	100,77	210,89	1009,16	2087,91
3	0,35	309,28	636,20	1771,89	3571,12
4	0,50	632,59	1278,68	2539,66	4983,44

Inviluppo combinazioni SLE

Nr.	X	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0,05	5,62	5,62	225,11	225,11
2	0,20	90,46	90,46	908,02	908,02
3	0,35	278,60	278,60	1602,32	1602,32
4	0,50	571,73	571,73	2308,01	2308,01

Inviluppo Sollecitazioni fondazione di monte

L'ascissa X(espressa in m) è considerata positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte
 Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in [kgm]
 Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in [kg]

Inviluppo combinazioni SLU

Nr.	X	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0,21	-117,14	-34,20	-1091,36	-327,40
2	0,84	-1629,86	-563,82	-3492,78	-1368,72
3	1,47	-4243,16	-1777,43	-4585,24	-2368,50
4	2,10	-7132,39	-3730,90	-4368,74	-1299,20

Inviluppo combinazioni SLE

Nr.	X	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0,21	8,33	8,33	75,66	75,66
2	0,84	95,85	95,85	168,69	168,69
3	1,47	178,69	178,69	60,82	60,82
4	2,10	130,29	130,29	-247,96	-247,96

Inviluppo armature e tensioni nei materiali del muro

L'ordinata Y (espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

B	base della sezione espressa in [cm]
H	altezza della sezione espressa in [cm]
A _{fs}	area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [cmq]
A _{fi}	area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [cmq]
σ _c	tensione nel calcestruzzo espressa in [kg/cmq]
τ _c	tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [kg/cmq]
σ _{fs}	tensione nell'armatura disposta sul lembo di monte in [kg/cmq]
σ _{fi}	tensione nell'armatura disposta sul lembo di valle in [kg/cmq]
N _u	sforzo normale ultimo espresso in [kg]
M _u	momento ultimo espresso in [kgm]
CS	coefficiente sicurezza sezione
VRcd	Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kg]
VRsd	Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kg]
VRd	Resistenza al taglio, espresso in [kg]

Inviluppo SLU

Nr.	Y	B, H	A _{fs}	A _{fi}	N _u	M _u	CS	V _{Rd}	V _{Rcd}	V _{Rsd}
1	0,32	100, 30	9,24	6,16	334121	-3278	1414,27	12677	--	--
2	0,79	100, 30	9,24	6,16	118860	-19064	201,24	12725	--	--
3	1,26	100, 30	9,24	6,16	34246	-13347	36,24	12773	--	--
4	1,73	100, 30	9,24	6,16	16345	-11268	12,58	12820	--	--
5	2,21	100, 30	9,24	6,16	9779	-10505	5,91	12868	--	--
6	2,68	100, 30	9,24	6,16	6560	-10131	3,27	12916	--	--
7	3,15	100, 30	9,24	6,16	4723	-9917	2,00	12964	--	--

Inviluppo SLE

Nr.	Y	B, H	A _{fs}	A _{fi}	σ _c	τ _c	σ _{fs}	σ _{fi}
1	0,32	100, 30	9,24	6,16	0,08	0,01	-0,98	-1,22
2	0,79	100, 30	9,24	6,16	0,36	0,05	-0,68	-4,86
3	1,26	100, 30	9,24	6,16	1,37	0,15	17,40	-16,38
4	1,73	100, 30	9,24	6,16	3,88	0,29	97,76	-40,81
5	2,21	100, 30	9,24	6,16	8,20	0,48	259,96	-80,51
6	2,68	100, 30	9,24	6,16	14,88	0,72	524,97	-140,10
7	3,15	100, 30	9,24	6,16	24,44	1,00	915,22	-224,16

Inviluppo armature e tensioni nei materiali della fondazione

Simbologia adottata

B	base della sezione espressa in [cm]
H	altezza della sezione espressa in [cm]
A _{fi}	area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [cmq]
A _{fs}	area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [cmq]
σ _c	tensione nel calcestruzzo espressa in [kg/cmq]
τ _c	tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [kg/cmq]
σ _{fi}	tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo inferiore in [kg/cmq]
σ _{fs}	tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo superiore in [kg/cmq]
N _u	sforzo normale ultimo espresso in [kg]
M _u	momento ultimo espresso in [kgm]
CS	coefficiente sicurezza sezione
VRcd	Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kg]
VRsd	Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kg]
VRd	Resistenza al taglio, espresso in [kg]

Fondazione di valle

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle)

Inviluppo SLU

Nr.	Y	B, H	A _{fs}	A _{fi}	N _u	M _u	CS	V _{Rd}	V _{Rcd}	V _{Rsd}
1	0,05	100, 40	9,24	9,24	0	12984	970,55	15220	--	--
2	0,20	100, 40	9,24	9,24	0	12984	61,57	15220	--	--
3	0,35	100, 40	9,24	9,24	0	12984	20,41	15220	--	--
4	0,50	100, 40	9,24	9,24	0	12984	10,15	15220	--	--

Inviluppo SLE

Nr.	X	B, H	A _{fs}	A _{fi}	σ _c	τ _c	σ _{fi}	σ _{fs}
5	0,05	100, 40	9,24	9,24	0,03	0,07	1,78	-0,31
6	0,20	100, 40	9,24	9,24	0,54	0,29	28,60	-5,07
7	0,35	100, 40	9,24	9,24	1,65	0,51	88,09	-15,60
8	0,50	100, 40	9,24	9,24	3,39	0,73	180,77	-32,01

Fondazione di monte

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte)

Inviluppo SLU

Nr.	Y	B, H	A _{fs}	A _{fi}	N _u	M _u	CS	V _{Rd}	V _{Rcd}	V _{Rsd}
1	0,21	100, 40	9,24	9,24	0	-12984	110,84	15220	--	--
2	0,84	100, 40	9,24	9,24	0	-12984	7,97	15220	--	--
3	1,47	100, 40	9,24	9,24	0	-12984	3,06	15220	--	--
4	2,10	100, 40	9,24	9,24	0	-12984	1,82	15220	--	--

Inviluppo SLE

Nr.	X	B, H	A _{fs}	A _{fi}	σ _c	τ _c	σ _{fi}	σ _{fs}
5	0,21	100, 40	9,24	9,24	0,05	0,02	2,64	-0,47
6	0,84	100, 40	9,24	9,24	0,57	0,05	30,31	-5,37
7	1,47	100, 40	9,24	9,24	1,06	0,02	56,50	-10,01
8	2,10	100, 40	9,24	9,24	0,77	-0,08	41,20	-7,30

MURO DI SOSTEGNO ALTEZZA FUORI TERRA 4,0 M

Geometria muro e fondazione

Descrizione	Muro a mensola in c.a.
Altezza del paramento	4,15 [m]
Spessore in sommità	0,40 [m]
Spessore all'attacco con la fondazione	0,40 [m]
Inclinazione paramento esterno	0,00 [°]
Inclinazione paramento interno	0,00 [°]
Lunghezza del muro	10,00 [m]

Fondazione

Lunghezza mensola fondazione di valle	0,70 [m]
Lunghezza mensola fondazione di monte	2,80 [m]
Lunghezza totale fondazione	3,90 [m]
Inclinazione piano di posa della fondazione	0,00 [°]
Spessore fondazione	0,60 [m]
Spessore magrone	0,10 [m]

Materiali utilizzati per la struttura

<i>Calcestruzzo</i>	
Peso specifico	2500,0 [kg/mc]
Classe di Resistenza	C25/30
Resistenza caratteristica a compressione R_{ck}	305,9 [kg/cm ²]
Modulo elastico E	320665,55 [kg/cm ²]
<i>Acciaio</i>	
Tipo	B450C
Tensione di snervamento σ_{fa}	4588,0 [kg/cm ²]

Geometria profilo terreno a monte del muro

Simbologia adottata e sistema di riferimento

(Sistema di riferimento con origine in testa al muro, ascissa X positiva verso monte, ordinata Y positiva verso l'alto)

N numero ordine del punto

X ascissa del punto espressa in [m]

Y ordinata del punto espressa in [m]

A inclinazione del tratto espressa in [°]

N	X	Y	A
1	6,00	0,00	0,00

Terreno a valle del muro

Inclinazione terreno a valle del muro rispetto all'orizzontale	0,00	[°]
Altezza del rinterro rispetto all'attacco fondaz.valle-paramento	0,15	[m]

Descrizione terreni

Simbologia adottata

<i>Nr.</i>	Indice del terreno
<i>Descrizione</i>	Descrizione terreno
γ	Peso di volume del terreno espresso in [kg/mc]
γ_s	Peso di volume saturo del terreno espresso in [kg/mc]
ϕ	Angolo d'attrito interno espresso in [°]
δ	Angolo d'attrito terra-muro espresso in [°]
<i>c</i>	Coesione espressa in [kg/cm ²]
<i>c_a</i>	Adesione terra-muro espressa in [kg/cm ²]

Descrizione	γ	γ_s	ϕ	δ	c	c_a
Sabbia limosa M	1760	1760	30.00	20.00	0,004	0,004

Stratigrafia

Simbologia adottata

N	Indice dello strato
H	Spessore dello strato espresso in [m]
a	Inclinazione espressa in [°]
Kw	Costante di Winkler orizzontale espressa in Kg/cm ² /cm
Ks	Coefficiente di spinta
Terreno	Terreno dello strato

Nr.	H	a	Kw	Ks	Terreno
1	4,15	0,00	2,85	0,00	Sabbia limosa M

Descrizione combinazioni di carico

Simbologia adottata

F/S	Effetto dell'azione (FAV: Favorevole, SFAV: Sfavorevole)
γ	Coefficiente di partecipazione della condizione
Ψ	Coefficiente di combinazione della condizione

Combinazione n° 1 - Caso A1-M1 (STR)

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	1,00	1,00	1,00
Peso proprio terrapieno	FAV	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,30	1,00	1,30

Combinazione n° 2 - Caso EQU (SLU)

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	1,00	1,00	1,00
Peso proprio terrapieno	FAV	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,30	1,00	1,30

Combinazione n° 3 - Caso A2-M2 (GEO-STAB)

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1,00	1,00	1,00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1,00	1,00

Combinazione n° 4 - Caso A1-M1 (STR) - Sisma Vert. positivo

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1,00	1,00	1,00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1,00	1,00

Combinazione n° 5 - Caso A1-M1 (STR) - Sisma Vert. negativo

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1,00	1,00	1,00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1,00	1,00

Combinazione n° 6 - Caso EQU (SLU) - Sisma Vert. negativo

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	1,00	1,00	1,00
Peso proprio terrapieno	FAV	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1,00	1,00

Combinazione n° 7 - Caso EQU (SLU) - Sisma Vert. positivo

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
--	-----	----------	--------	-----------------

Peso proprio muro	FAV	1,00	1,00	1,00
Peso proprio terrapieno	FAV	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1,00	1,00

Combinazione n° 8 - Caso A2-M2 (GEO-STAB) - Sisma Vert. positivo

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1,00	1,00	1,00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1,00	1,00

Combinazione n° 9 - Caso A2-M2 (GEO-STAB) - Sisma Vert. negativo

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1,00	1,00	1,00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1,00	1,00

Combinazione n° 10 - Quasi Permanente (SLE)

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	--	1,00	1,00	1,00
Peso proprio terrapieno	--	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	--	1,00	1,00	1,00

Combinazione n° 11 - Frequente (SLE)

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	--	1,00	1,00	1,00
Peso proprio terrapieno	--	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	--	1,00	1,00	1,00

Combinazione n° 12 - Rara (SLE)

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	--	1,00	1,00	1,00
Peso proprio terrapieno	--	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	--	1,00	1,00	1,00

Impostazioni di analisi

Metodo verifica sezioni

Stato limite

Impostazioni verifiche SLUCoefficienti parziali per resistenze di calcolo dei materiali

Coefficiente di sicurezza calcestruzzo a compressione	1.50
Coefficiente di sicurezza calcestruzzo a trazione	1.50
Coefficiente di sicurezza acciaio	1.15
Fattore riduzione da resistenza cubica a cilindrica	0.83
Fattore di riduzione per carichi di lungo periodo	0.85
Coefficiente di sicurezza per la sezione	1.00

Impostazioni verifiche SLE

Condizioni ambientali

Ordinarie

Armatura ad aderenza migliorata

Verifica fessurazione

Sensibilità delle armature

Poco sensibile

Valori limite delle aperture delle fessure

 $w_1 = 0.20$ $w_2 = 0.30$ $w_3 = 0.40$

Metodo di calcolo aperture delle fessure

Circ. Min. 252 (15/10/1996)

Verifica delle tensioni

Combinazione di carico

Rara $\sigma_c < 0.60 f_{ck}$ - $\sigma_f < 0.80 f_{yk}$ Quasi permanente $\sigma_c < 0.45 f_{ck}$

Calcolo della portanza metodo di MeyerhofCoefficiente correttivo su $N\gamma$ per effetti cinematici (combinazioni sismiche SLU): 1,00Coefficiente correttivo su $N\gamma$ per effetti cinematici (combinazioni sismiche SLE): 1,00**Impostazioni avanzate**

Quadro riassuntivo coeff. di sicurezza calcolati

Simbologia adottata

<i>C</i>	Identificativo della combinazione
<i>Tipo</i>	Tipo combinazione
<i>Sisma</i>	Combinazione sismica
<i>CS_{SCO}</i>	Coeff. di sicurezza allo scorrimento
<i>CS_{RIB}</i>	Coeff. di sicurezza al ribaltamento
<i>CS_{QLM}</i>	Coeff. di sicurezza a carico limite
<i>CS_{STAB}</i>	Coeff. di sicurezza a stabilità globale

C	Tipo	Sisma	CS_{sco}	CS_{rib}	CS_{qlim}	CS_{stab}
1	A1-M1 - [1]	--	2,92	--	4,66	--
2	EQU - [1]	--	--	7,07	--	--
3	STAB - [1]	--	--	--	--	1,60
4	A1-M1 - [2]	Orizzontale + Verticale positivo	1,40	--	1,43	--
5	A1-M1 - [2]	Orizzontale + Verticale negativo	1,21	--	1,30	--
6	EQU - [2]	Orizzontale + Verticale negativo	--	1,61	--	--
7	EQU - [2]	Orizzontale + Verticale positivo	--	2,30	--	--
8	STAB - [2]	Orizzontale + Verticale positivo	--	--	--	1,32
9	STAB - [2]	Orizzontale + Verticale negativo	--	--	--	1,21
10	SLEQ - [1]	--	3,75	--	5,51	--
11	SLEF - [1]	--	3,75	--	5,51	--
12	SLER - [1]	--	3,75	--	5,51	--

Analisi della spinta e verifiche

Sistema di riferimento adottato per le coordinate :

Origine in testa al muro (spigolo di monte)

Ascisse X (espresse in [m]) positive verso monte

Ordinate Y (espresse in [m]) positive verso l'alto

Le forze orizzontali sono considerate positive se agenti da monte verso valle

Le forze verticali sono considerate positive se agenti dall'alto verso il basso

Calcolo riferito ad 1 metro di muro

Tipo di analisi

Calcolo della spinta	metodo di Culmann
Calcolo del carico limite	metodo di Meyerhof
Calcolo della stabilità globale	metodo di Bishop
Calcolo della spinta in condizioni di	Spinta attiva

Sisma**Identificazione del sito**

Latitudine	38.129100
Longitudine	15.657400
Comune	Reggio Di Calabria
Provincia	Reggio Di Calabria
Regione	Calabria

Punti di interpolazione del reticolo 45211 - 45212 - 44990 - 44989

Tipo di opera

Tipo di costruzione	Opera ordinaria
Vita nominale	50 anni

Classe d'uso IV - Opere strategiche ed industrie molto pericolose
 Vita di riferimento 100 anni

Combinazioni SLU

Accelerazione al suolo a_g 5.88 [m/s²]
 Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (S) 1.00
 Coefficiente di amplificazione topografica (St) 1.00
 Coefficiente riduzione (β_m) 0.38
 Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale 0.50
 Coefficiente di intensità sismica orizzontale (percento) $k_h=(a_g/g*\beta_m*St*S) = 22.78$
 Coefficiente di intensità sismica verticale (percento) $k_v=0.50 * k_h = 11.39$

Combinazioni SLE

Accelerazione al suolo a_g 1.96 [m/s²]
 Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (S) 1.00
 Coefficiente di amplificazione topografica (St) 1.00
 Coefficiente riduzione (β_m) 0.47
 Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale 0.50
 Coefficiente di intensità sismica orizzontale (percento) $k_h=(a_g/g*\beta_m*St*S) = 9.40$
 Coefficiente di intensità sismica verticale (percento) $k_v=0.50 * k_h = 4.70$

Forma diagramma incremento sismico Stessa forma diagramma statico

Partecipazione spinta passiva (percento) 50,0
 Lunghezza del muro 10,00 [m]

Peso muro 10000,00 [kg]
 Baricentro del muro X=0,41 Y=-3,46

Superficie di spinta

Punto inferiore superficie di spinta X = 2,80 Y = -4,75
 Punto superiore superficie di spinta X = 2,80 Y = 0,00
 Altezza della superficie di spinta 4,75 [m]
 Inclinazione superficie di spinta(rispetto alla verticale) 0,00 [°]

COMBINAZIONE n° 5

Valore della spinta statica 5666,32 [kg]
 Componente orizzontale della spinta statica 5252,81 [kg]
 Componente verticale della spinta statica 2124,89 [kg]
 Punto d'applicazione della spinta X = 2,80 [m] Y = -3,17 [m]
 Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie 22,02 [°]
 Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche 54,53 [°]

Incremento sismico della spinta 3215,78 [kg]
 Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta X = 2,80 [m] Y = -3,17 [m]
 Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche 38,72 [°]

Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte 20451,20 [kg]
 Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte X = 1,40 [m] Y = -2,08 [m]
 Inerzia del muro 2277,68 [kg]
 Inerzia verticale del muro -1138,84 [kg]
 Inerzia del terrapieno fondazione di monte 4658,12 [kg]
 Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte -2329,06 [kg]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale 15169,71 [kg]
 Risultante dei carichi applicati in dir. verticale 30314,12 [kg]
 Resistenza passiva a valle del muro -742,50 [kg]

Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	30314,12	[kg]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	15169,71	[kg]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0,52	[m]
Lunghezza fondazione reagente	3,90	[m]
Risultante in fondazione	33897,88	[kg]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	26,58	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	15768,96	[kgm]
Carico ultimo della fondazione	39519,93	[kg]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	3,90	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	1,3993	[kg/cm ²]
Tensione terreno allo spigolo di monte	0,1552	[kg/cm ²]

Fattori per il calcolo della capacità portante

Coeff. capacità portante	$N_c = 30.14$	$N_q = 18.40$	$N_\gamma = 15.67$
Fattori forma	$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_\gamma = 1,00$
Fattori inclinazione	$i_c = 0,50$	$i_q = 0,50$	$i_\gamma = 0,01$
Fattori profondità	$d_c = 1,07$	$d_q = 1,03$	$d_\gamma = 1,03$

I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.

$N'_c = 15.96$	$N'_q = 9.44$	$N'_\gamma = 0.21$
----------------	---------------	--------------------

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	1.21
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	1.30

Sollecitazioni paramento

Combinazione n° 5

L'ordinata Y (espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kgm

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kg

Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kg

Nr.	Y	N	M	T
1	0,42	415,00	24,94	137,81
2	1,04	1037,50	233,46	581,33
3	1,66	1660,00	809,97	1320,16
4	2,28	2282,50	1938,33	2354,32
5	2,91	2905,00	3802,38	3683,82
6	3,53	3527,50	6585,97	5308,66
7	4,15	4150,00	10472,65	7223,58

Sollecitazioni fondazione di valle

Combinazione n° 5

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kgm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kg

Nr.	X	M	T
1	0,07	30,43	866,72
2	0,28	478,07	3373,09
3	0,49	1437,28	5738,78
4	0,70	2878,51	7963,80

Sollecitazioni fondazione di monte

Combinazione n° 5

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kgm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kg

Nr.	X	M	T
1	0,28	-272,59	-1905,41
2	1,12	-3801,28	-6121,08
3	1,96	-9925,76	-8085,88
4	2,80	-16755,31	-7799,81

Armature e tensioni nei materiali del muro

Combinazione n° 5

L'ordinata Y (espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

B	base della sezione espressa in [cm]
H	altezza della sezione espressa in [cm]
A _{fs}	area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [cmq]
A _{fi}	area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [cmq]
N _u	sforzo normale ultimo espresso in [kg]
M _u	momento ultimo espresso in [kgm]
CS	coefficiente sicurezza sezione
VRcd	Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kg]
VRsd	Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kg]
VRd	Resistenza al taglio, espresso in [kg]

Nr.	Y	B, H	A _{fs}	A _{fi}	N _u	M _u	CS	V _{Rd}	V _{Rcd}	V _{Rsd}
1	0,42	100, 40	12,32	6,16	436081	-26210	1050,80	16071	--	--
2	1,04	100, 40	12,32	6,16	167390	-37666	161,34	16157	--	--
3	1,66	100, 40	12,32	6,16	51943	-25345	31,29	16244	--	--
4	2,28	100, 40	12,32	6,16	24839	-21094	10,88	16330	--	--
5	2,91	100, 40	12,32	6,16	14928	-19539	5,14	16416	--	--
6	3,53	100, 40	12,32	6,16	10056	-18775	2,85	16503	--	--
7	4,15	100, 40	12,32	6,16	7267	-18338	1,75	16589	--	--

Armature e tensioni nei materiali della fondazione

Combinazione n° 5

Simbologia adottata

B	base della sezione espressa in [cm]
H	altezza della sezione espressa in [cm]
A _{fi}	area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [cmq]
A _{fs}	area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [cmq]
N _u	sforzo normale ultimo espresso in [kg]
M _u	momento ultimo espresso in [kgm]
CS	coefficiente sicurezza sezione
VRcd	Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kg]
VRsd	Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kg]
VRd	Resistenza al taglio, espresso in [kg]

Fondazione di valle

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle)

Nr.	Y	B, H	A _{fs}	A _{fi}	N _u	M _u	CS	V _{Rd}	V _{Rcd}	V _{Rsd}
1	0,07	100, 60	12,32	12,32	0	26901	884,13	20612	--	--
2	0,28	100, 60	12,32	12,32	0	26901	56,27	20612	--	--
3	0,49	100, 60	12,32	12,32	0	26901	18,72	20612	--	--
4	0,70	100, 60	12,32	12,32	0	26901	9,35	20612	--	--

Fondazione di monte

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte)

Nr.	Y	B, H	A _{fs}	A _{fi}	N _u	M _u	CS	V _{Rd}	V _{Rcd}	V _{Rsd}
1	0,28	100, 60	12,32	12,32	0	-26901	98,69	20612	--	--
2	1,12	100, 60	12,32	12,32	0	-26901	7,08	20612	--	--
3	1,96	100, 60	12,32	12,32	0	-26901	2,71	20612	--	--
4	2,80	100, 60	12,32	12,32	0	-26901	1,61	20612	--	--

COMBINAZIONE n° 6

Valore della spinta statica	5666,32	[kg]		
Componente orizzontale della spinta statica	5252,81	[kg]		
Componente verticale della spinta statica	2124,89	[kg]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 2,80	[m]	Y = -3,17	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	22,02	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	54,53	[°]		
Incremento sismico della spinta	6607,51	[kg]		
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 2,80	[m]	Y = -3,17	[m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	29,84	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	20451,20	[kg]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 1,40	[m]	Y = -2,08	[m]
Inerzia del muro	3416,51	[kg]		
Inerzia verticale del muro	-1708,26	[kg]		
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	6987,18	[kg]		
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	-3493,59	[kg]		

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	21781,82	[kg]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	29852,08	[kg]
Resistenza passiva a valle del muro	-742,50	[kg]
Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle	52342,09	[kgm]
Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle	84221,15	[kgm]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	29852,08	[kg]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	21781,82	[kg]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0,88	[m]
Lunghezza fondazione reagente	3,20	[m]
Risultante in fondazione	36953,95	[kg]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	36,12	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	26332,50	[kgm]

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento	1.61
--	------

Stabilità globale muro + terreno**Combinazione n° 9**

Le ascisse X sono considerate positive verso monte

Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto

Origine in testa al muro (spigolo contro terra)

W	peso della striscia espresso in [kg]
α	angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso in [°] (positivo antiorario)
ϕ	angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia
c	coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in [kg/cm ²]
b	larghezza della striscia espressa in [m]
u	pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [kg/cm ²]
C _m , C _{tt}	contributo tiranti espresso in [kg]

Metodo di Bishop

Numero di cerchi analizzati	36
Numero di strisce	25

Cerchio critico

Coordinate del centro	X[m]= -1,29	Y[m]= 3,87
Raggio del cerchio	R[m]= 9,54	
Ascissa a valle del cerchio	X _i [m]= -6,70	
Ascissa a monte del cerchio	X _s [m]= 7,44	
Larghezza della striscia	dx[m]= 0,57	

Coefficiente di sicurezza $C= 1.21$

Le strisce sono numerate da monte verso valle

Caratteristiche delle strisce

Striscia	W	$\alpha(^{\circ})$	$W\sin\alpha$	$b/\cos\alpha$	ϕ	c	u	Ctn	Ctt
1	531,21	62.10	469,47	1,21	30.00	0,00	0,00	---	---
2	1476,64	55.82	1221,62	1,01	30.00	0,00	0,00	---	---
3	2227,80	50.15	1710,25	0,88	30.00	0,00	0,00	---	---
4	2846,89	45.09	2016,20	0,80	30.00	0,00	0,00	---	---
5	3368,84	40.45	2185,70	0,74	30.00	0,00	0,00	---	---
6	3813,87	36.12	2247,98	0,70	30.00	0,00	0,00	---	---
7	4194,92	32.01	2223,59	0,67	30.00	0,00	0,00	---	---
8	4520,81	28.08	2128,08	0,64	30.00	0,00	0,00	---	---
9	4997,60	24.29	2056,01	0,62	30.00	0,00	0,00	---	---
10	5281,60	20.61	1859,54	0,60	30.00	0,00	0,00	---	---
11	5473,52	17.02	1602,44	0,59	30.00	0,00	0,00	---	---
12	5627,16	13.50	1313,66	0,58	30.00	0,00	0,00	---	---
13	5744,43	10.03	1000,34	0,57	30.00	0,00	0,00	---	---
14	6515,28	6.59	748,16	0,57	30.00	0,00	0,00	---	---
15	1894,78	3.18	105,21	0,57	30.00	0,00	0,00	---	---
16	1684,08	-0.22	-6,37	0,57	30.00	0,00	0,00	---	---
17	1639,50	-3.62	-103,43	0,57	30.00	0,00	0,00	---	---
18	1587,03	-7.03	-194,25	0,57	30.00	0,00	0,00	---	---
19	1500,37	-10.47	-272,62	0,57	30.00	0,00	0,00	---	---
20	1378,55	-13.95	-332,25	0,58	30.00	0,00	0,00	---	---
21	1220,15	-17.48	-366,44	0,59	30.00	0,00	0,00	---	---
22	1023,18	-21.08	-367,98	0,61	30.00	0,00	0,00	---	---
23	784,99	-24.77	-328,88	0,62	30.00	0,00	0,00	---	---
24	502,02	-28.57	-240,11	0,64	30.00	0,00	0,00	---	---
25	169,49	-32.52	-91,12	0,67	30.00	0,00	0,00	---	---

$\Sigma W_i= 70004,71$ [kg]

$\Sigma W_i\sin\alpha_i= 20584,78$ [kg]

$\Sigma W_i\tan\phi_i= 40417,24$ [kg]

$\Sigma\tan\alpha_i\tan\phi_i= 4.07$

Inviluppo Sollecitazioni paramento

L'ordinata Y (espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in [kgm]

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in [kg]

Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in [kg]

Inviluppo combinazioni SLU

Nr.	Y	Nmin	Nmax	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0,42	415,00	415,00	5,14	25,60	40,40	143,14
2	1,04	1037,50	1037,50	98,79	247,12	301,75	623,83
3	1,66	1660,00	1660,00	432,22	871,10	810,80	1436,22
4	2,28	2282,50	2282,50	1159,63	2104,05	1567,54	2580,34
5	2,91	2905,00	2905,00	2435,21	4152,45	2572,00	4056,17
6	3,53	3527,50	3527,50	4413,16	7222,81	3824,16	5863,73
7	4,15	4150,00	4150,00	7247,44	11521,30	5319,62	7997,12

Inviluppo combinazioni SLE

Nr.	Y	Nmin	Nmax	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0,42	415,00	415,00	3,44	3,44	27,93	27,93
2	1,04	1037,50	1037,50	71,53	71,53	222,59	222,59
3	1,66	1660,00	1660,00	320,10	320,10	607,79	607,79

4	2,28	2282,50	2282,50	867,76	867,76	1183,52	1183,52
5	2,91	2905,00	2905,00	1833,12	1833,12	1949,80	1949,80
6	3,53	3527,50	3527,50	3334,80	3334,80	2906,62	2906,62
7	4,15	4150,00	4150,00	5491,21	5491,21	4050,59	4050,59

Inviluppo Sollecitazioni fondazione di valle

L'ascissa X(espressa in m) è considerata positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in [kgm]

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in [kg]

Inviluppo combinazioni SLU

Nr.	X	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0,07	15,86	34,27	453,24	976,64
2	0,28	254,47	540,00	1821,36	3817,54
3	0,49	781,71	1628,29	3202,08	6524,89
4	0,70	1600,22	3271,10	4595,41	9098,69

Inviluppo combinazioni SLE

Nr.	X	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0,07	14,16	14,16	405,05	405,05
2	0,28	228,10	228,10	1636,57	1636,57
3	0,49	703,24	703,24	2892,65	2892,65
4	0,70	1444,73	1444,73	4173,28	4173,28

Inviluppo Sollecitazioni fondazione di monte

L'ascissa X(espressa in m) è considerata positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in [kgm]

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in [kg]

Inviluppo combinazioni SLU

Nr.	X	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0,28	-272,59	-76,13	-1905,41	-547,54
2	1,12	-3801,28	-1268,33	-6121,08	-2324,64
3	1,96	-9925,76	-4038,00	-8085,88	-4094,06
4	2,80	-16755,31	-8554,59	-7799,81	-2287,29

Inviluppo combinazioni SLE

Nr.	X	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0,28	22,85	22,85	155,90	155,90
2	1,12	267,73	267,73	361,66	361,66
3	1,96	520,41	520,41	174,48	174,48
4	2,80	450,83	450,83	-405,64	-405,64

Inviluppo armature e tensioni nei materiali del muro

L'ordinata Y(espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

B base della sezione espressa in [cm]

H altezza della sezione espressa in [cm]

A_{fs} area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [cmq]

A_{fi} area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [cmq]

σ_c tensione nel calcestruzzo espressa in [kg/cmq]

τ_c tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [kg/cmq]

σ_{fs} tensione nell'armatura disposta sul lembo di monte in [kg/cmq]

σ_{fi} tensione nell'armatura disposta sul lembo di valle in [kg/cmq]

N_u sforzo normale ultimo espresso in [kg]

M_u momento ultimo espresso in [kgm]

CS coefficiente sicurezza sezione

VRcd Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kg]

VRsd Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kg]

VRd Resistenza al taglio, espresso in [kg]

Inviluppo SLU

Nr.	Y	B, H	A _{fs}	A _{fi}	N _u	M _u	CS	V _{Rd}	V _{Rcd}	V _{Rsd}
1	0,42	100, 40	12,32	6,16	432154	-6461	1041,34	16071	--	--
2	1,04	100, 40	12,32	6,16	154439	-33841	148,86	16157	--	--
3	1,66	100, 40	12,32	6,16	46744	-24529	28,16	16244	--	--
4	2,28	100, 40	12,32	6,16	22482	-20724	9,85	16330	--	--
5	2,91	100, 40	12,32	6,16	13514	-19317	4,65	16416	--	--
6	3,53	100, 40	12,32	6,16	9096	-18624	2,58	16503	--	--
7	4,15	100, 40	12,32	6,16	6566	-18228	1,58	16589	--	--

Inviluppo SLE

Nr.	Y	B, H	A _{fs}	A _{fi}	σ _c	τ _c	σ _{fs}	σ _{fi}
1	0,42	100, 40	12,32	6,16	0,11	0,01	-1,25	-1,67
2	1,04	100, 40	12,32	6,16	0,49	0,07	-0,57	-6,84
3	1,66	100, 40	12,32	6,16	1,85	0,19	24,46	-23,49
4	2,28	100, 40	12,32	6,16	5,06	0,38	127,88	-59,44
5	2,91	100, 40	12,32	6,16	10,57	0,62	334,40	-118,63
6	3,53	100, 40	12,32	6,16	19,02	0,92	670,33	-207,79
7	4,15	100, 40	12,32	6,16	31,06	1,29	1163,59	-333,71

Inviluppo armature e tensioni nei materiali della fondazione

Simbologia adottata

B	base della sezione espressa in [cm]
H	altezza della sezione espressa in [cm]
A _{fi}	area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [cmq]
A _{fs}	area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [cmq]
σ _c	tensione nel calcestruzzo espressa in [kg/cmq]
τ _c	tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [kg/cmq]
σ _{fi}	tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo inferiore in [kg/cmq]
σ _{fs}	tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo superiore in [kg/cmq]
N _u	sforzo normale ultimo espresso in [kg]
M _u	momento ultimo espresso in [kgm]
CS	coefficiente sicurezza sezione
V _{Rcd}	Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kg]
V _{Rsd}	Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kg]
VRd	Resistenza al taglio, espresso in [kg]

Fondazione di valle

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle)

Inviluppo SLU

Nr.	Y	B, H	A _{fs}	A _{fi}	N _u	M _u	CS	V _{Rd}	V _{Rcd}	V _{Rsd}
1	0,07	100, 60	12,32	12,32	0	26901	784,99	20612	--	--
2	0,28	100, 60	12,32	12,32	0	26901	49,82	20612	--	--
3	0,49	100, 60	12,32	12,32	0	26901	16,52	20612	--	--
4	0,70	100, 60	12,32	12,32	0	26901	8,22	20612	--	--

Inviluppo SLE

Nr.	X	B, H	A _{fs}	A _{fi}	σ _c	τ _c	σ _{fi}	σ _{fs}
5	0,07	100, 60	12,32	12,32	0,04	0,08	2,16	-0,41
6	0,28	100, 60	12,32	12,32	0,60	0,34	34,76	-6,63
7	0,49	100, 60	12,32	12,32	1,83	0,60	107,16	-20,43
8	0,70	100, 60	12,32	12,32	3,77	0,86	220,16	-41,97

Fondazione di monte

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte)

Inviluppo SLU

Nr.	Y	B, H	A _{fs}	A _{fi}	N _u	M _u	CS	V _{Rd}	V _{Rcd}	V _{Rsd}
1	0,28	100, 60	12,32	12,32	0	-26901	98,69	20612	--	--
2	1,12	100, 60	12,32	12,32	0	-26901	7,08	20612	--	--
3	1,96	100, 60	12,32	12,32	0	-26901	2,71	20612	--	--
4	2,80	100, 60	12,32	12,32	0	-26901	1,61	20612	--	--

Inviluppo SLE

Nr.	X	B, H	A _{fs}	A _{fi}	σ _c	τ _c	σ _{fi}	σ _{fs}
5	0,28	100, 60	12,32	12,32	0,06	0,03	3,48	-0,66
6	1,12	100, 60	12,32	12,32	0,70	0,07	40,80	-7,78
7	1,96	100, 60	12,32	12,32	1,36	0,04	79,30	-15,12
8	2,80	100, 60	12,32	12,32	1,18	-0,08	68,70	-13,10

MURO DI SOSTEGNO ALTEZZA FUORI TERRA 5,0 M

Geometria muro e fondazione

Descrizione	Muro a mensola in c.a.
Altezza del paramento	5,25 [m]
Spessore in sommità	0,40 [m]
Spessore all'attacco con la fondazione	0,49 [m]
Inclinazione paramento esterno	1,00 [°]
Inclinazione paramento interno	0,00 [°]
Lunghezza del muro	10,00 [m]

Fondazione

Lunghezza mensola fondazione di valle	0,85 [m]
Lunghezza mensola fondazione di monte	3,51 [m]
Lunghezza totale fondazione	4,85 [m]
Inclinazione piano di posa della fondazione	0,00 [°]
Spessore fondazione	0,70 [m]
Spessore magrone	0,10 [m]

Materiali utilizzati per la struttura

Calcestruzzo

Peso specifico	2500,0 [kg/mc]
Classe di Resistenza	C25/30
Resistenza caratteristica a compressione R_{ck}	305,9 [kg/cm ²]
Modulo elastico E	320665,55 [kg/cm ²]

Acciaio

Tipo	B450C
Tensione di snervamento σ_{fa}	4588,0 [kg/cm ²]

Geometria profilo terreno a monte del muro

Simbologia adottata e sistema di riferimento

(Sistema di riferimento con origine in testa al muro, ascissa X positiva verso monte, ordinata Y positiva verso l'alto)

N numero ordine del punto
 X ascissa del punto espressa in [m]
 Y ordinata del punto espressa in [m]
 A inclinazione del tratto espressa in [°]

N	X	Y	A
1	8,00	0,00	0,00

Terreno a valle del muro

Inclinazione terreno a valle del muro rispetto all'orizzontale	0,00	[°]
Altezza del rinterro rispetto all'attacco fondaz.valle-paramento	0,25	[m]

Descrizione terreni

Simbologia adottata

Nr.	Indice del terreno
Descrizione	Descrizione terreno
γ	Peso di volume del terreno espresso in [kg/mc]
γ_s	Peso di volume saturo del terreno espresso in [kg/mc]
ϕ	Angolo d'attrito interno espresso in [°]

δ	Angolo d'attrito terra-muro espresso in [°]
c	Coesione espressa in [kg/cmq]
c_a	Adesione terra-muro espressa in [kg/cmq]

Descrizione	γ	γ_s	ϕ	δ	c	c_a
Sabbia limosa M	1760	1760	30.00	20.00	0,004	0,004

Stratigrafia

Simbologia adottata

N	Indice dello strato
H	Spessore dello strato espresso in [m]
a	Inclinazione espressa in [°]
K _w	Costante di Winkler orizzontale espressa in Kg/cm ² /cm
K _s	Coefficiente di spinta
Terreno	Terreno dello strato

Nr.	H	a	K _w	K _s	Terreno
1	5,25	0,00	2,85	0,00	Sabbia limosa M

Descrizione combinazioni di carico

Simbologia adottata

F/S	Effetto dell'azione (FAV: Favorevole, SFAV: Sfavorevole)
γ	Coefficiente di partecipazione della condizione
Ψ	Coefficiente di combinazione della condizione

Combinazione n° 1 - Caso A1-M1 (STR)

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	1,00	1,00	1,00
Peso proprio terrapieno	FAV	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,30	1,00	1,30

Combinazione n° 2 - Caso EQU (SLU)

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	1,00	1,00	1,00
Peso proprio terrapieno	FAV	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,30	1,00	1,30

Combinazione n° 3 - Caso A2-M2 (GEO-STAB)

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1,00	1,00	1,00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1,00	1,00

Combinazione n° 4 - Caso A1-M1 (STR) - Sisma Vert. positivo

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1,00	1,00	1,00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1,00	1,00

Combinazione n° 5 - Caso A1-M1 (STR) - Sisma Vert. negativo

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1,00	1,00	1,00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1,00	1,00

Combinazione n° 6 - Caso EQU (SLU) - Sisma Vert. negativo

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	1,00	1,00	1,00
Peso proprio terrapieno	FAV	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1,00	1,00

Combinazione n° 7 - Caso EQU (SLU) - Sisma Vert. positivo

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	1,00	1.00	1,00
Peso proprio terrapieno	FAV	1,00	1.00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1.00	1,00

Combinazione n° 8 - Caso A2-M2 (GEO-STAB) - Sisma Vert. positivo

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1,00	1.00	1,00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,00	1.00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1.00	1,00

Combinazione n° 9 - Caso A2-M2 (GEO-STAB) - Sisma Vert. negativo

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1,00	1.00	1,00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,00	1.00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1.00	1,00

Combinazione n° 10 - Quasi Permanente (SLE)

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	--	1,00	1.00	1,00
Peso proprio terrapieno	--	1,00	1.00	1,00
Spinta terreno	--	1,00	1.00	1,00

Combinazione n° 11 - Frequente (SLE)

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	--	1,00	1.00	1,00
Peso proprio terrapieno	--	1,00	1.00	1,00
Spinta terreno	--	1,00	1.00	1,00

Combinazione n° 12 - Rara (SLE)

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	--	1,00	1.00	1,00
Peso proprio terrapieno	--	1,00	1.00	1,00
Spinta terreno	--	1,00	1.00	1,00

Impostazioni di analisi

Metodo verifica sezioni

Stato limite

Impostazioni verifiche SLUCoefficienti parziali per resistenze di calcolo dei materiali

Coefficiente di sicurezza calcestruzzo a compressione	1.50
Coefficiente di sicurezza calcestruzzo a trazione	1.50
Coefficiente di sicurezza acciaio	1.15
Fattore riduzione da resistenza cubica a cilindrica	0.83
Fattore di riduzione per carichi di lungo periodo	0.85
Coefficiente di sicurezza per la sezione	1.00

Impostazioni verifiche SLE

Condizioni ambientali

Ordinarie

Armatura ad aderenza migliorata

Verifica fessurazione

Sensibilità delle armature

Poco sensibile

Valori limite delle aperture delle fessure

 $w_1 = 0.20$ $w_2 = 0.30$ $w_3 = 0.40$

Metodo di calcolo aperture delle fessure

Circ. Min. 252 (15/10/1996)

Verifica delle tensioni

Combinazione di carico

Rara $\sigma_c < 0.60 f_{ck}$ - $\sigma_f < 0.80 f_{yk}$ Quasi permanente $\sigma_c < 0.45 f_{ck}$ Calcolo della portanza metodo di MeyerhofCoefficiente correttivo su $N\gamma$ per effetti cinematici (combinazioni sismiche SLU): 1,00Coefficiente correttivo su $N\gamma$ per effetti cinematici (combinazioni sismiche SLE): 1,00**Impostazioni avanzate**

Quadro riassuntivo coeff. di sicurezza calcolati

Simbologia adottata

<i>C</i>	Identificativo della combinazione
<i>Tipo</i>	Tipo combinazione
<i>Sisma</i>	Combinazione sismica
<i>CS_{SCO}</i>	Coeff. di sicurezza allo scorrimento
<i>CS_{RIB}</i>	Coeff. di sicurezza al ribaltamento
<i>CS_{QLM}</i>	Coeff. di sicurezza a carico limite
<i>CS_{STAB}</i>	Coeff. di sicurezza a stabilità globale

C	Tipo	Sisma	CS_{sco}	CS_{rib}	CS_{qlim}	CS_{stab}
1	A1-M1 - [1]	--	2,84	--	4,60	--
2	EQU - [1]	--	--	6,88	--	--
3	STAB - [1]	--	--	--	--	1,59
4	A1-M1 - [2]	Orizzontale + Verticale positivo	1,38	--	1,42	--
5	A1-M1 - [2]	Orizzontale + Verticale negativo	1,20	--	1,30	--
6	EQU - [2]	Orizzontale + Verticale negativo	--	1,60	--	--
7	EQU - [2]	Orizzontale + Verticale positivo	--	2,28	--	--
8	STAB - [2]	Orizzontale + Verticale positivo	--	--	--	1,31
9	STAB - [2]	Orizzontale + Verticale negativo	--	--	--	1,20
10	SLEQ - [1]	--	3,65	--	5,45	--
11	SLEF - [1]	--	3,65	--	5,45	--
12	SLER - [1]	--	3,65	--	5,45	--

Analisi della spinta e verifiche

Sistema di riferimento adottato per le coordinate :

Origine in testa al muro (spigolo di monte)

Ascisse X (espresse in [m]) positive verso monte

Ordinate Y (espresse in [m]) positive verso l'alto

Le forze orizzontali sono considerate positive se agenti da monte verso valle

Le forze verticali sono considerate positive se agenti dall'alto verso il basso

Calcolo riferito ad 1 metro di muro

Tipo di analisi

Calcolo della spinta

metodo di Culmann

Calcolo del carico limite

metodo di Meyerhof

Calcolo della stabilità globale

metodo di Bishop

Calcolo della spinta in condizioni di

Spinta attiva

Sisma**Identificazione del sito**

Latitudine

38.129100

Longitudine

15.657400

Comune

Reggio Di Calabria

Provincia

Reggio Di Calabria

Regione

Calabria

Punti di interpolazione del reticolo

45211 - 45212 - 44990 - 44989

Tipo di opera

Tipo di costruzione

Opera ordinaria

Vita nominale

50 anni

Classe d'uso

IV - Opere strategiche ed industrie molto

pericolose

Vita di riferimento

100 anni

Combinazioni SLUAccelerazione al suolo a_g 5.88 [m/s²]

Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (S)

1.00

Coefficiente di amplificazione topografica (St)

1.00

Coefficiente riduzione (β_m)

0.38

Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale

0.50

Coefficiente di intensità sismica orizzontale (per cento)

 $k_h=(a_g/g*\beta_m*St*S) = 22.78$

Coefficiente di intensità sismica verticale (per cento)

 $k_v=0.50 * k_h = 11.39$ **Combinazioni SLE**Accelerazione al suolo a_g 1.96 [m/s²]

Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (S)

1.00

Coefficiente di amplificazione topografica (St)

1.00

Coefficiente riduzione (β_m)

0.47

Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale

0.50

Coefficiente di intensità sismica orizzontale (per cento)

 $k_h=(a_g/g*\beta_m*St*S) = 9.40$

Coefficiente di intensità sismica verticale (per cento)

 $k_v=0.50 * k_h = 4.70$

Forma diagramma incremento sismico

Stessa forma diagramma statico

Partecipazione spinta passiva (per cento)

50,0

Lunghezza del muro

10,00 [m]

Peso muro

14341,75 [kg]

Baricentro del muro

X=0,55 Y=-4,42

Superficie di spinta

Punto inferiore superficie di spinta

X = 3,51

Y = -5,95

Punto superiore superficie di spinta

X = 3,51

Y = 0,00

Altezza della superficie di spinta

5,95 [m]

Inclinazione superficie di spinta(rispetto alla verticale)

0,00 [°]

COMBINAZIONE n° 5

Valore della spinta statica

8961,01 [kg]

Componente orizzontale della spinta statica

8315,21 [kg]

Componente verticale della spinta statica

3340,23 [kg]

Punto d'applicazione della spinta

X = 3,51 [m]

Y = -3,97 [m]

Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie

21,89 [°]

Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche

54,53 [°]

Incremento sismico della spinta

5058,07 [kg]

Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta

X = 3,51 [m]

Y = -3,97 [m]

Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche

38,59 [°]

Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte

32432,40 [kg]

Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte

X = 1,75 [m]

Y = -2,63 [m]

Inerzia del muro

3266,59 [kg]

Inerzia verticale del muro

-1633,29 [kg]

Inerzia del terrapieno fondazione di monte

7387,05 [kg]

Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte -3693,52 [kg]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	23662,38	[kg]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	46672,96	[kg]
Resistenza passiva a valle del muro	-1191,30	[kg]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	46672,96	[kg]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	23662,38	[kg]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0,65	[m]
Lunghezza fondazione reagente	4,85	[m]
Risultante in fondazione	52328,51	[kg]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	26,88	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	30146,48	[kgm]
Carico ultimo della fondazione	60600,56	[kg]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	4,85	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	1,7304	[kg/cmq]
Tensione terreno allo spigolo di monte	0,1936	[kg/cmq]

Fattori per il calcolo della capacità portante

Coeff. capacità portante	$N_c = 30.14$	$N_q = 18.40$	$N_\gamma = 15.67$
Fattori forma	$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_\gamma = 1,00$
Fattori inclinazione	$i_c = 0,49$	$i_q = 0,49$	$i_\gamma = 0,01$
Fattori profondità	$d_c = 1,07$	$d_q = 1,03$	$d_\gamma = 1,03$

I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.

$N'_c = 15.83$	$N'_q = 9.36$	$N'_\gamma = 0.17$
----------------	---------------	--------------------

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	1.20
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	1.30

Sollecitazioni paramento

Combinazione n° 5

L'ordinata Y (espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kgm

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kg

Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kg

Nr.	Y	N	M	T
1	0,53	531,01	42,64	197,15
2	1,31	1350,08	429,02	880,20
3	2,10	2196,21	1535,83	2041,33
4	2,89	3069,40	3739,37	3680,58
5	3,68	3969,65	7415,98	5797,93
6	4,46	4896,95	12941,99	8393,40
7	5,25	5851,32	20693,12	11458,59

Sollecitazioni fondazione di valle

Combinazione n° 5

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kgm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kg

Nr.	X	M	T
-----	---	---	---

1	0,08	55,87	1310,69
2	0,34	878,30	5105,42
3	0,60	2642,12	8694,17
4	0,85	5294,81	12076,93

Sollecitazioni fondazione di monte

Combinazione n° 5

L'ascissa X(espressa in m) è considerata positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kgm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kg

Nr.	X	M	T
1	0,35	-534,92	-2982,95
2	1,40	-7462,89	-9590,17
3	2,46	-19498,96	-12684,96
4	3,51	-32944,54	-12267,30

Armature e tensioni nei materiali del muro

Combinazione n° 5

L'ordinata Y(espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

B base della sezione espressa in [cm]

H altezza della sezione espressa in [cm]

A_{fs} area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [cmq]

A_{fi} area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [cmq]

N_u sforzo normale ultimo espresso in [kg]

M_u momento ultimo espresso in [kgm]

CS coefficiente sicurezza sezione

VRcd Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kg]

VRsd Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kg]

VRd Resistenza al taglio, espresso in [kg]

Nr.	Y	B, H	A _{fs}	A _{fi}	N _u	M _u	CS	VRd	VRcd	VRsd
1	0,53	100, 41	16,08	8,04	412779	-33145	777,34	17774	--	--
2	1,31	100, 42	16,08	8,04	134087	-42609	99,32	18179	--	--
3	2,10	100, 44	16,08	8,04	46360	-32420	21,11	18584	--	--
4	2,89	100, 45	16,08	8,04	24414	-29743	7,95	18990	--	--
5	3,68	100, 46	16,08	8,04	15615	-29172	3,93	19396	--	--
6	4,46	100, 48	16,08	8,04	11083	-29290	2,26	19803	--	--
7	5,25	100, 49	16,08	8,04	8401	-29710	1,44	20210	--	--

Armature e tensioni nei materiali della fondazione

Combinazione n° 5

Simbologia adottata

B base della sezione espressa in [cm]

H altezza della sezione espressa in [cm]

A_{fi} area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [cmq]

A_{fs} area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [cmq]

N_u sforzo normale ultimo espresso in [kg]

M_u momento ultimo espresso in [kgm]

CS coefficiente sicurezza sezione

VRcd Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kg]

VRsd Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kg]

VRd Resistenza al taglio, espresso in [kg]

Fondazione di valle

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle)

Nr.	Y	B, H	A _{fs}	A _{fi}	N _u	M _u	CS	V _{Rd}	V _{Rcd}	V _{Rsd}
1	0,08	100, 70	14,07	14,07	0	36240	648,68	23186	--	--
2	0,34	100, 70	14,07	14,07	0	36240	41,26	23186	--	--
3	0,60	100, 70	14,07	14,07	0	36240	13,72	23186	--	--
4	0,85	100, 70	14,07	14,07	0	36240	6,84	23186	--	--

Fondazione di monte

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte)

Nr.	Y	B, H	A _{fs}	A _{fi}	N _u	M _u	CS	V _{Rd}	V _{Rcd}	V _{Rsd}
1	0,35	100, 70	14,07	14,07	0	-36240	67,75	23186	--	--
2	1,40	100, 70	14,07	14,07	0	-36240	4,86	23186	--	--
3	2,46	100, 70	14,07	14,07	0	-36240	1,86	23186	--	--
4	3,51	100, 70	14,07	14,07	0	-36240	1,10	23186	--	--

COMBINAZIONE n° 6

Valore della spinta statica	8961,01	[kg]								
Componente orizzontale della spinta statica	8315,21	[kg]								
Componente verticale della spinta statica	3340,23	[kg]								
Punto d'applicazione della spinta	X = 3,51	[m]						Y = -3,97		[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	21,89	[°]								
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	54,53	[°]								
Incremento sismico della spinta	10390,04	[kg]								
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 3,51	[m]						Y = -3,97		[m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	29,84	[°]								
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	32432,40	[kg]								
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 1,75	[m]						Y = -2,63		[m]
Inerzia del muro	4899,88	[kg]								
Inerzia verticale del muro	-2449,94	[kg]								
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	11080,57	[kg]								
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	-5540,29	[kg]								

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	33936,90	[kg]								
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	45997,05	[kg]								
Resistenza passiva a valle del muro	-1191,30	[kg]								
Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle	101688,62	[kgm]								
Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle	162564,54	[kgm]								
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	45997,05	[kg]								
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	33936,90	[kg]								
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	1,10	[m]								
Lunghezza fondazione reagente	3,97	[m]								
Risultante in fondazione	57161,54	[kg]								
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	36,42	[°]								
Momento rispetto al baricentro della fondazione	50704,62	[kgm]								

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento	1.60
--	------

Stabilità globale muro + terreno

Combinazione n° 9

Le ascisse X sono considerate positive verso monte

Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto

Origine in testa al muro (spigolo contro terra)

W peso della striscia espresso in [kg]

 α angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso in [°] (positivo antiorario) ϕ angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia

c coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in [kg/cmq]

b larghezza della striscia espressa in [m]

u pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [kg/cmq]

Ctn, Ctt contributo tiranti espresso in [kg]

Metodo di Bishop

Numero di cerchi analizzati 36

Numero di strisce 25

Cerchio critico

Coordinate del centro X[m]= -1,60 Y[m]= 4,81

Raggio del cerchio R[m]= 11,91

Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -8,38

Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 9,30

Larghezza della striscia dx[m]= 0,71

Coefficiente di sicurezza C= 1.20

Le strisce sono numerate da monte verso valle

Caratteristiche delle strisce

Striscia	W	$\alpha(^{\circ})$	$W\sin\alpha$	$b/\cos\alpha$	ϕ	c	u	Ctn	Ctt
1	837,65	62.29	741,57	1,52	30.00	0,00	0,00	---	---
2	2324,29	55.86	1923,82	1,26	30.00	0,00	0,00	---	---
3	3500,88	50.17	2688,65	1,10	30.00	0,00	0,00	---	---
4	4470,13	45.11	3166,72	1,00	30.00	0,00	0,00	---	---
5	5287,01	40.46	3430,79	0,93	30.00	0,00	0,00	---	---
6	5983,32	36.12	3526,78	0,88	30.00	0,00	0,00	---	---
7	6579,36	32.00	3486,97	0,83	30.00	0,00	0,00	---	---
8	7088,99	28.07	3335,73	0,80	30.00	0,00	0,00	---	---
9	7818,40	24.28	3214,35	0,78	30.00	0,00	0,00	---	---
10	8252,10	20.59	2902,33	0,76	30.00	0,00	0,00	---	---
11	8551,90	17.00	2499,68	0,74	30.00	0,00	0,00	---	---
12	8791,74	13.47	2047,48	0,73	30.00	0,00	0,00	---	---
13	8974,62	9.99	1556,92	0,72	30.00	0,00	0,00	---	---
14	9479,82	6.55	1081,41	0,71	30.00	0,00	0,00	---	---
15	2954,74	3.13	161,54	0,71	30.00	0,00	0,00	---	---
16	2629,61	-0.27	-12,44	0,71	30.00	0,00	0,00	---	---
17	2580,11	-3.68	-165,47	0,71	30.00	0,00	0,00	---	---
18	2497,06	-7.10	-308,48	0,71	30.00	0,00	0,00	---	---
19	2360,41	-10.54	-431,82	0,72	30.00	0,00	0,00	---	---
20	2168,62	-14.03	-525,56	0,73	30.00	0,00	0,00	---	---
21	1919,45	-17.56	-579,21	0,74	30.00	0,00	0,00	---	---
22	1609,77	-21.17	-581,40	0,76	30.00	0,00	0,00	---	---
23	1235,37	-24.87	-519,59	0,78	30.00	0,00	0,00	---	---
24	790,64	-28.69	-379,52	0,81	30.00	0,00	0,00	---	---
25	267,99	-32.65	-144,57	0,84	30.00	0,00	0,00	---	---

 $\Sigma W_i = 108953,99$ [kg] $\Sigma W_i \sin\alpha_i = 32116,67$ [kg] $\Sigma W_i \tan\phi_i = 62904,62$ [kg] $\Sigma \tan\alpha_i \tan\phi_i = 4.07$

Inviluppo Sollecitazioni paramento

L'ordinata Y(espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in [kgm]

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in [kg]

Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in [kg]

Inviluppo combinazioni SLU

Nr.	Y	Nmin	Nmax	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0,53	531,01	531,01	10,24	44,13	69,54	206,42
2	1,31	1350,08	1350,08	200,87	457,83	497,06	949,87
3	2,10	2196,21	2196,21	878,54	1662,13	1321,00	2228,84
4	2,89	3069,40	3069,40	2355,25	4078,57	2541,35	4043,32
5	3,68	3969,65	3969,65	4942,97	8128,68	4158,13	6393,34
6	4,46	4896,95	4896,95	8953,72	14234,02	6171,33	9278,89
7	5,25	5851,32	5851,32	14699,00	22815,47	8573,90	12690,56

Inviluppo combinazioni SLE

Nr.	Y	Nmin	Nmax	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0,53	531,01	531,01	6,68	6,68	49,24	49,24
2	1,31	1350,08	1350,08	145,31	145,31	370,03	370,03
3	2,10	2196,21	2196,21	650,91	650,91	995,76	995,76
4	2,89	3069,40	3069,40	1763,43	1763,43	1926,42	1926,42
5	3,68	3969,65	3969,65	3722,81	3722,81	3162,02	3162,02
6	4,46	4896,95	4896,95	6769,03	6769,03	4702,56	4702,56
7	5,25	5851,32	5851,32	11141,64	11141,64	6542,63	6542,63

Inviluppo Sollecitazioni fondazione di valle

L'ascissa X(espressa in m) è considerata positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in [kgm]

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in [kg]

Inviluppo combinazioni SLU

Nr.	X	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0,08	28,97	62,74	682,00	1472,54
2	0,34	465,08	989,08	2741,97	5760,46
3	0,60	1429,15	2984,03	4822,90	9853,81
4	0,85	2926,54	5997,98	6924,80	13752,59

Inviluppo combinazioni SLE

Nr.	X	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0,08	25,77	25,77	607,18	607,18
2	0,34	415,35	415,35	2454,86	2454,86
3	0,60	1281,08	1281,08	4341,71	4341,71
4	0,85	2632,95	2632,95	6267,74	6267,74

Inviluppo Sollecitazioni fondazione di monte

L'ascissa X(espressa in m) è considerata positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in [kgm]

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in [kg]

Inviluppo combinazioni SLU

Nr.	X	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0,35	-534,92	-152,50	-2982,95	-875,59
2	1,40	-7462,89	-2551,60	-9590,17	-3740,69

3	2,46	-19498,96	-8155,87	-12684,96	-6461,60
4	3,51	-32944,54	-17278,43	-12267,30	-3701,28

Inviluppo combinazioni SLE

Nr.	X	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0,35	45,00	45,00	244,04	244,04
2	1,40	511,55	511,55	530,75	530,75
3	2,46	928,26	928,26	149,37	149,37
4	3,51	591,63	591,63	-900,10	-900,10

Inviluppo armature e tensioni nei materiali del muro

L'ordinata Y (espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

B	base della sezione espressa in [cm]
H	altezza della sezione espressa in [cm]
A _{fs}	area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [cmq]
A _{fi}	area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [cmq]
σ _c	tensione nel calcestruzzo espressa in [kg/cmq]
τ _c	tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [kg/cmq]
σ _{fs}	tensione nell'armatura disposta sul lembo di monte in [kg/cmq]
σ _{fi}	tensione nell'armatura disposta sul lembo di valle in [kg/cmq]
N _u	sfuerzo normale ultimo espresso in [kg]
M _u	momento ultimo espresso in [kgm]
CS	coefficiente sicurezza sezione
VRcd	Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kg]
VRsd	Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kg]
VRd	Resistenza al taglio, espresso in [kg]

Inviluppo SLU

Nr.	Y	B, H	A _{fs}	A _{fi}	N _u	M _u	CS	VRd	VRcd	VRsd
1	0,53	100, 41	16,08	8,04	406354	-10524	765,24	17774	--	--
2	1,31	100, 42	16,08	8,04	122539	-41554	90,76	18179	--	--
3	2,10	100, 44	16,08	8,04	41828	-31656	19,05	18584	--	--
4	2,89	100, 45	16,08	8,04	22076	-29335	7,19	18990	--	--
5	3,68	100, 46	16,08	8,04	14114	-28901	3,56	19396	--	--
6	4,46	100, 48	16,08	8,04	10008	-29089	2,04	19803	--	--
7	5,25	100, 49	16,08	8,04	7579	-29552	1,30	20210	--	--

Inviluppo SLE

Nr.	Y	B, H	A _{fs}	A _{fi}	σ _c	τ _c	σ _{fs}	σ _{fi}
1	0,53	100, 41	16,08	8,04	0,15	0,02	-1,44	-2,15
2	1,31	100, 42	16,08	8,04	0,75	0,11	1,63	-10,32
3	2,10	100, 44	16,08	8,04	2,98	0,29	53,57	-37,46
4	2,89	100, 45	16,08	8,04	7,50	0,54	203,22	-89,94
5	3,68	100, 46	16,08	8,04	14,77	0,86	474,51	-173,47
6	4,46	100, 48	16,08	8,04	25,26	1,24	891,28	-293,77
7	5,25	100, 49	16,08	8,04	39,31	1,67	1474,92	-455,46

Inviluppo armature e tensioni nei materiali della fondazione

Simbologia adottata

B	base della sezione espressa in [cm]
H	altezza della sezione espressa in [cm]
A _{fi}	area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [cmq]
A _{fs}	area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [cmq]
σ _c	tensione nel calcestruzzo espressa in [kg/cmq]
τ _c	tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [kg/cmq]
σ _{fi}	tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo inferiore in [kg/cmq]

σ_{fs}	tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo superiore in [kg/cmq]
N_u	sforzo normale ultimo espresso in [kg]
M_u	momento ultimo espresso in [kgm]
CS	coefficiente sicurezza sezione
VRcd	Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kg]
VRsd	Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kg]
VRd	Resistenza al taglio, espresso in [kg]

Fondazione di valle

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle)

Inviluppo SLU

Nr.	Y	B, H	A _{fs}	A _{fi}	N _u	M _u	CS	V _{Rd}	V _{Rcd}	V _{Rsd}
1	0,08	100, 70	14,07	14,07	0	36240	577,65	23186	--	--
2	0,34	100, 70	14,07	14,07	0	36240	36,64	23186	--	--
3	0,60	100, 70	14,07	14,07	0	36240	12,14	23186	--	--
4	0,85	100, 70	14,07	14,07	0	36240	6,04	23186	--	--

Inviluppo SLE

Nr.	X	B, H	A _{fs}	A _{fi}	σ_c	τ_c	σ_{fi}	σ_{fs}
5	0,08	100, 70	14,07	14,07	0,05	0,11	2,92	-0,57
6	0,34	100, 70	14,07	14,07	0,79	0,43	46,99	-9,20
7	0,60	100, 70	14,07	14,07	2,43	0,76	144,94	-28,38
8	0,85	100, 70	14,07	14,07	5,00	1,10	297,89	-58,34

Fondazione di monte

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte)

Inviluppo SLU

Nr.	Y	B, H	A _{fs}	A _{fi}	N _u	M _u	CS	V _{Rd}	V _{Rcd}	V _{Rsd}
1	0,35	100, 70	14,07	14,07	0	-36240	67,75	23186	--	--
2	1,40	100, 70	14,07	14,07	0	-36240	4,86	23186	--	--
3	2,46	100, 70	14,07	14,07	0	-36240	1,86	23186	--	--
4	3,51	100, 70	14,07	14,07	0	-36240	1,10	23186	--	--

Inviluppo SLE

Nr.	X	B, H	A _{fs}	A _{fi}	σ_c	τ_c	σ_{fi}	σ_{fs}
5	0,35	100, 70	14,07	14,07	0,09	0,04	5,09	-1,00
6	1,40	100, 70	14,07	14,07	0,97	0,09	57,88	-11,33
7	2,46	100, 70	14,07	14,07	1,76	0,03	105,02	-20,57
8	3,51	100, 70	14,07	14,07	1,12	-0,16	66,94	-13,11

MURO DI SOSTEGNO ALTEZZA FUORI TERRA 6,0 M

Geometria muro e fondazione

Descrizione	Muro a mensola in c.a.
Altezza del paramento	6,35 [m]
Spessore in sommità	0,45 [m]
Spessore all'attacco con la fondazione	0,56 [m]
Inclinazione paramento esterno	1,00 [°]
Inclinazione paramento interno	0,00 [°]
Lunghezza del muro	10,00 [m]

Fondazione

Lunghezza mensola fondazione di valle	0,85 [m]
Lunghezza mensola fondazione di monte	4,29 [m]
Lunghezza totale fondazione	5,70 [m]
Inclinazione piano di posa della fondazione	0,00 [°]
Spessore fondazione	0,80 [m]
Spessore magrone	0,10 [m]

Materiali utilizzati per la struttura

Calcestruzzo

Peso specifico	2500,0 [kg/mc]
Classe di Resistenza	C25/30
Resistenza caratteristica a compressione R_{ck}	305,9 [kg/cm ²]
Modulo elastico E	320665,55 [kg/cm ²]

Acciaio

Tipo	B450C
Tensione di snervamento σ_{fa}	4588,0 [kg/cm ²]

Geometria profilo terreno a monte del muro

Simbologia adottata e sistema di riferimento

(Sistema di riferimento con origine in testa al muro, ascissa X positiva verso monte, ordinata Y positiva verso l'alto)

N numero ordine del punto
 X ascissa del punto espressa in [m]
 Y ordinata del punto espressa in [m]
 A inclinazione del tratto espressa in [°]

N	X	Y	A
1	8,00	0,00	0,00

Terreno a valle del muro

Inclinazione terreno a valle del muro rispetto all'orizzontale	0,00	[°]
Altezza del rinterro rispetto all'attacco fondaz.valle-paramento	0,35	[m]

Descrizione terreni

Simbologia adottata

Nr.	Indice del terreno
Descrizione	Descrizione terreno
γ	Peso di volume del terreno espresso in [kg/mc]
γ_s	Peso di volume saturo del terreno espresso in [kg/mc]
ϕ	Angolo d'attrito interno espresso in [°]
δ	Angolo d'attrito terra-muro espresso in [°]
c	Coesione espressa in [kg/cm ²]
c_a	Adesione terra-muro espressa in [kg/cm ²]

Descrizione	γ	γ_s	ϕ	δ	c	c_a
Sabbia limosa M	1760	1760	30.00	20.00	0,004	0,004

Stratigrafia

Simbologia adottata

N	Indice dello strato
H	Spessore dello strato espresso in [m]
a	Inclinazione espressa in [°]
Kw	Costante di Winkler orizzontale espressa in Kg/cm ² /cm
Ks	Coefficiente di spinta
Terreno	Terreno dello strato

Nr.	H	a	Kw	Ks	Terreno
1	6,35	0,00	2,85	0,00	Sabbia limosa M

Descrizione combinazioni di carico

Simbologia adottata

F/S	Effetto dell'azione (FAV: Favorevole, SFAV: Sfavorevole)
γ	Coefficiente di partecipazione della condizione
Ψ	Coefficiente di combinazione della condizione

Combinazione n° 1 - Caso A1-M1 (STR)

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	1,00	1,00	1,00
Peso proprio terrapieno	FAV	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,30	1,00	1,30

Combinazione n° 2 - Caso EQU (SLU)

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	1,00	1,00	1,00
Peso proprio terrapieno	FAV	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,30	1,00	1,30

Combinazione n° 3 - Caso A2-M2 (GEO-STAB)

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1,00	1,00	1,00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1,00	1,00

Combinazione n° 4 - Caso A1-M1 (STR) - Sisma Vert. positivo

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1,00	1,00	1,00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1,00	1,00

Combinazione n° 5 - Caso A1-M1 (STR) - Sisma Vert. negativo

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1,00	1,00	1,00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1,00	1,00

Combinazione n° 6 - Caso EQU (SLU) - Sisma Vert. negativo

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	1,00	1,00	1,00
Peso proprio terrapieno	FAV	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1,00	1,00

Combinazione n° 7 - Caso EQU (SLU) - Sisma Vert. positivo

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	1,00	1.00	1,00
Peso proprio terrapieno	FAV	1,00	1.00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1.00	1,00

Combinazione n° 8 - Caso A2-M2 (GEO-STAB) - Sisma Vert. positivo

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1,00	1.00	1,00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,00	1.00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1.00	1,00

Combinazione n° 9 - Caso A2-M2 (GEO-STAB) - Sisma Vert. negativo

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1,00	1.00	1,00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,00	1.00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1.00	1,00

Combinazione n° 10 - Quasi Permanente (SLE)

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	--	1,00	1.00	1,00
Peso proprio terrapieno	--	1,00	1.00	1,00
Spinta terreno	--	1,00	1.00	1,00

Combinazione n° 11 - Frequente (SLE)

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	--	1,00	1.00	1,00
Peso proprio terrapieno	--	1,00	1.00	1,00
Spinta terreno	--	1,00	1.00	1,00

Combinazione n° 12 - Rara (SLE)

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	--	1,00	1.00	1,00
Peso proprio terrapieno	--	1,00	1.00	1,00
Spinta terreno	--	1,00	1.00	1,00

Impostazioni di analisi

Metodo verifica sezioni

Stato limite**Impostazioni verifiche SLU**Coefficienti parziali per resistenze di calcolo dei materiali

Coefficiente di sicurezza calcestruzzo a compressione	1.50
Coefficiente di sicurezza calcestruzzo a trazione	1.50
Coefficiente di sicurezza acciaio	1.15
Fattore riduzione da resistenza cubica a cilindrica	0.83
Fattore di riduzione per carichi di lungo periodo	0.85
Coefficiente di sicurezza per la sezione	1.00

Impostazioni verifiche SLE

Condizioni ambientali

Ordinarie

Armatura ad aderenza migliorata

Verifica fessurazione

Sensibilità delle armature

Poco sensibile

Valori limite delle aperture delle fessure

 $w_1 = 0.20$ $w_2 = 0.30$ $w_3 = 0.40$

Metodo di calcolo aperture delle fessure

Circ. Min. 252 (15/10/1996)

Verifica delle tensioni

Combinazione di carico

Rara $\sigma_c < 0.60 f_{ck}$ - $\sigma_f < 0.80 f_{yk}$

Quasi permanente $\sigma_c < 0.45 f_{ck}$ Calcolo della portanza metodo di MeyerhofCoefficiente correttivo su $N\gamma$ per effetti cinematici (combinazioni sismiche SLU): 1,00Coefficiente correttivo su $N\gamma$ per effetti cinematici (combinazioni sismiche SLE): 1,00**Impostazioni avanzate****Quadro riassuntivo coeff. di sicurezza calcolati***Simbologia adottata*

<i>C</i>	Identificativo della combinazione
<i>Tipo</i>	Tipo combinazione
<i>Sisma</i>	Combinazione sismica
<i>CS_{SCO}</i>	Coeff. di sicurezza allo scorrimento
<i>CS_{RIB}</i>	Coeff. di sicurezza al ribaltamento
<i>CS_{QLM}</i>	Coeff. di sicurezza a carico limite
<i>CS_{STAB}</i>	Coeff. di sicurezza a stabilità globale

C	Tipo	Sisma	CS_{sco}	CS_{rib}	CS_{qlim}	CS_{stab}
1	A1-M1 - [1]	--	2,82	--	4,54	--
2	EQU - [1]	--	--	6,57	--	--
3	STAB - [1]	--	--	--	--	1,59
4	A1-M1 - [2]	Orizzontale + Verticale positivo	1,38	--	1,33	--
5	A1-M1 - [2]	Orizzontale + Verticale negativo	1,19	--	1,21	--
6	EQU - [2]	Orizzontale + Verticale negativo	--	1,55	--	--
7	EQU - [2]	Orizzontale + Verticale positivo	--	2,18	--	--
8	STAB - [2]	Orizzontale + Verticale positivo	--	--	--	1,31
9	STAB - [2]	Orizzontale + Verticale negativo	--	--	--	1,20
10	SLEQ - [1]	--	3,61	--	5,38	--
11	SLEF - [1]	--	3,61	--	5,38	--
12	SLER - [1]	--	3,61	--	5,38	--

Analisi della spinta e verifiche

Sistema di riferimento adottato per le coordinate :

Origine in testa al muro (spigolo di monte)

Ascisse X (espresse in [m]) positive verso monte

Ordinate Y (espresse in [m]) positive verso l'alto

Le forze orizzontali sono considerate positive se agenti da monte verso valle

Le forze verticali sono considerate positive se agenti dall'alto verso il basso

Calcolo riferito ad 1 metro di muro

Tipo di analisi

Calcolo della spinta	metodo di Culmann
Calcolo del carico limite	metodo di Meyerhof
Calcolo della stabilità globale	metodo di Bishop
Calcolo della spinta in condizioni di	Spinta attiva

Sisma**Identificazione del sito**

Latitudine	38.129100
Longitudine	15.657400
Comune	Reggio Di Calabria
Provincia	Reggio Di Calabria
Regione	Calabria

Punti di interpolazione del reticolo 45211 - 45212 - 44990 - 44989

Tipo di opera

Tipo di costruzione	Opera ordinaria
Vita nominale	50 anni
Classe d'uso pericolose	IV - Opere strategiche ed industrie molto
Vita di riferimento	100 anni

Combinazioni SLU

Accelerazione al suolo a_g	5.88 [m/s ²]
Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (S)	1.00
Coefficiente di amplificazione topografica (St)	1.00
Coefficiente riduzione (β_m)	0.38
Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale	0.50
Coefficiente di intensità sismica orizzontale (percento)	$k_h=(a_g/g*\beta_m*St*S) = 22.78$
Coefficiente di intensità sismica verticale (percento)	$k_v=0.50 * k_h = 11.39$

Combinazioni SLE

Accelerazione al suolo a_g	1.96 [m/s ²]
Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (S)	1.00
Coefficiente di amplificazione topografica (St)	1.00
Coefficiente riduzione (β_m)	0.47
Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale	0.50
Coefficiente di intensità sismica orizzontale (percento)	$k_h=(a_g/g*\beta_m*St*S) = 9.40$
Coefficiente di intensità sismica verticale (percento)	$k_v=0.50 * k_h = 4.70$

Forma diagramma incremento sismico

Stessa forma diagramma statico

Partecipazione spinta passiva (percento)

50,0

Lunghezza del muro

10,00 [m]

Peso muro

19425,22 [kg]

Baricentro del muro

X=0,74 Y=-5,32

Superficie di spinta

Punto inferiore superficie di spinta	X = 4,29	Y = -7,15
Punto superiore superficie di spinta	X = 4,29	Y = 0,00
Altezza della superficie di spinta	7,15 [m]	
Inclinazione superficie di spinta(rispetto alla verticale)	0,00 [°]	

COMBINAZIONE n° 5

Valore della spinta statica	13007,36 [kg]	
Componente orizzontale della spinta statica	12077,75 [kg]	
Componente verticale della spinta statica	4829,03 [kg]	
Punto d'applicazione della spinta	X = 4,29 [m]	Y = -4,76 [m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	21,79 [°]	
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	54,47 [°]	
Incremento sismico della spinta	7315,76 [kg]	
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 4,29 [m]	Y = -4,76 [m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	38,53 [°]	
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	47945,04 [kg]	
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 2,15 [m]	Y = -3,18 [m]
Inerzia del muro	4424,44 [kg]	
Inerzia verticale del muro	-2212,22 [kg]	
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	10920,33 [kg]	
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	-5460,16 [kg]	
<u>Risultanti</u>		
Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	34215,42 [kg]	

Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	67242,91	[kg]
Resistenza passiva a valle del muro	-1745,70	[kg]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	67242,91	[kg]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	34215,42	[kg]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0,85	[m]
Lunghezza fondazione reagente	5,70	[m]
Risultante in fondazione	75447,36	[kg]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	26,97	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	57073,27	[kgm]
Carico ultimo della fondazione	81544,85	[kg]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	5,70	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	2,2332	[kg/cmq]
Tensione terreno allo spigolo di monte	0,1259	[kg/cmq]

Fattori per il calcolo della capacità portante

Coeff. capacità portante	$N_c = 30,14$	$N_q = 18,40$	$N_\gamma = 15,67$
Fattori forma	$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_\gamma = 1,00$
Fattori inclinazione	$i_c = 0,49$	$i_q = 0,49$	$i_\gamma = 0,01$
Fattori profondità	$d_c = 1,07$	$d_q = 1,03$	$d_\gamma = 1,03$
I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.			
	$N'_c = 15,82$	$N'_q = 9,34$	$N'_\gamma = 0,17$

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	1.19
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	1.21

Sollecitazioni paramento

Combinazione n° 5

L'ordinata Y (espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro
 Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kgm
 Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kg
 Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kg

Nr.	Y	N	M	T
1	0,64	723,17	73,56	283,30
2	1,59	1840,92	750,66	1277,21
3	2,54	2998,25	2697,77	2969,86
4	3,49	4195,17	6580,14	5361,29
5	4,45	5431,68	13063,02	8451,48
6	5,40	6707,77	22811,66	12240,46
7	6,35	8023,45	36490,26	16715,93

Sollecitazioni fondazione di valle

Combinazione n° 5

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle
 Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kgm
 Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kg

Nr.	X	M	T
1	0,08	73,07	1714,87
2	0,34	1150,98	6699,22
3	0,59	3469,24	11443,21
4	0,85	6966,58	15946,82

Sollecitazioni fondazione di monte

Combinazione n° 5

L'ascissa X(espressa in m) è considerata positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte
 Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kgm
 Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kg

Nr.	X	M	T
1	0,43	-1048,01	-4772,44
2	1,72	-14433,30	-15007,85
3	3,00	-37051,50	-19120,39
4	4,29	-61022,47	-17110,07

Armature e tensioni nei materiali del muro

Combinazione n° 5

L'ordinata Y(espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

B	base della sezione espressa in [cm]
H	altezza della sezione espressa in [cm]
A _{fs}	area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [cmq]
A _{fi}	area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [cmq]
N _u	sforzo normale ultimo espresso in [kg]
M _u	momento ultimo espresso in [kgm]
CS	coefficiente sicurezza sezione
VRcd	Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kg]
VRsd	Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kg]
VRd	Resistenza al taglio, espresso in [kg]

Nr.	Y	B, H	A _{fs}	A _{fi}	N _u	M _u	CS	V _{Rd}	V _{Rcd}	V _{Rsd}
1	0,64	100, 46	15,27	10,18	446910	-45458	617,99	18555	--	--
2	1,59	100, 48	15,27	10,18	114641	-46746	62,27	19040	--	--
3	2,54	100, 49	15,27	10,18	38410	-34560	12,81	19527	--	--
4	3,49	100, 51	20,36	10,18	26888	-42174	6,41	21970	--	--
5	4,45	100, 53	20,36	10,18	17367	-41766	3,20	22491	--	--
6	5,40	100, 54	20,36	10,18	12403	-42179	1,85	23014	--	--
7	6,35	100, 56	20,36	10,18	9445	-42955	1,18	23539	--	--

Armature e tensioni nei materiali della fondazione

Combinazione n° 5

Simbologia adottata

B	base della sezione espressa in [cm]
H	altezza della sezione espressa in [cm]
A _{fi}	area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [cmq]
A _{fs}	area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [cmq]
N _u	sforzo normale ultimo espresso in [kg]
M _u	momento ultimo espresso in [kgm]
CS	coefficiente sicurezza sezione
VRcd	Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kg]
VRsd	Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kg]
VRd	Resistenza al taglio, espresso in [kg]

Fondazione di valle

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle)

Nr.	Y	B, H	A _{fs}	A _{fi}	N _u	M _u	CS	V _{Rd}	V _{Rcd}	V _{Rsd}
1	0,08	100, 80	17,81	17,81	0	52769	722,16	25703	--	--
2	0,34	100, 80	17,81	17,81	0	52769	45,85	25703	--	--
3	0,59	100, 80	17,81	17,81	0	52769	15,21	25703	--	--
4	0,85	100, 80	17,81	17,81	0	52769	7,57	25703	--	--

Fondazione di monte

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte)

Nr.	Y	B, H	A _{fs}	A _{fi}	N _u	M _u	CS	V _{Rd}	V _{Rcd}	V _{Rsd}
1	0,43	100, 80	17,81	17,81	0	-52769	50,35	25703	--	--
2	1,72	100, 80	17,81	17,81	0	-52769	3,66	25703	--	--
3	3,00	100, 80	17,81	17,81	0	-52769	1,42	25703	--	--
4	4,29	100, 80	22,90	17,81	0	-67589	1,11	25703	--	--

COMBINAZIONE n° 6

Valore della spinta statica	13007,36	[kg]								
Componente orizzontale della spinta statica	12077,75	[kg]								
Componente verticale della spinta statica	4829,03	[kg]								
Punto d'applicazione della spinta	X = 4,29	[m]						Y = -4,76		[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	21,79	[°]								
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	54,47	[°]								
Incremento sismico della spinta	15024,06	[kg]								
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 4,29	[m]						Y = -4,76		[m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	29,84	[°]								
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	47945,04	[kg]								
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 2,15	[m]						Y = -3,18		[m]
Inerzia del muro	6636,65	[kg]								
Inerzia verticale del muro	-3318,33	[kg]								
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	16380,49	[kg]								
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	-8190,24	[kg]								

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	49045,20	[kg]								
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	66268,45	[kg]								
Resistenza passiva a valle del muro	-1745,70	[kg]								
Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle	175593,15	[kgm]								
Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle	271595,93	[kgm]								
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	66268,45	[kg]								
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	49045,20	[kg]								
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	1,40	[m]								
Lunghezza fondazione reagente	4,35	[m]								
Risultante in fondazione	82443,55	[kg]								
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	36,51	[°]								
Momento rispetto al baricentro della fondazione	92890,14	[kgm]								

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento	1.55
--	------

Stabilità globale muro + terreno

Combinazione n° 9

Le ascisse X sono considerate positive verso monte

Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto

Origine in testa al muro (spigolo contro terra)

W	peso della striscia espresso in [kg]
α	angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso in [°] (positivo antiorario)
ϕ	angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia
c	coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in [kg/cm ²]
b	larghezza della striscia espressa in [m]
u	pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [kg/cm ²]
C _m , C _{tt}	contributo tiranti espresso in [kg]

Metodo di Bishop

Numero di cerchi analizzati 36

Numero di strisce 25

Cerchio critico

Coordinate del centro X[m]= -1,29 Y[m]= 5,79

Raggio del cerchio R[m]= 14,09

Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -9,02

Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 11,57

Larghezza della striscia dx[m]= 0,82

Coefficiente di sicurezza C= 1.20

Le strisce sono numerate da monte verso valle

Caratteristiche delle strisce

Striscia	W	$\alpha(^{\circ})$	$W\sin\alpha$	$b/\cos\alpha$	ϕ	c	u	Ctn	Ctt
1	1117,90	61.91	986,19	1,75	30.00	0,00	0,00	---	---
2	3109,62	55.67	2567,94	1,46	30.00	0,00	0,00	---	---
3	4696,88	50.09	3602,74	1,28	30.00	0,00	0,00	---	---
4	6009,29	45.11	4257,11	1,17	30.00	0,00	0,00	---	---
5	7118,48	40.53	4625,98	1,08	30.00	0,00	0,00	---	---
6	8066,27	36.25	4769,77	1,02	30.00	0,00	0,00	---	---
7	8879,56	32.20	4731,14	0,97	30.00	0,00	0,00	---	---
8	9576,80	28.31	4542,43	0,94	30.00	0,00	0,00	---	---
9	10249,36	24.57	4261,98	0,91	30.00	0,00	0,00	---	---
10	11159,83	20.94	3987,96	0,88	30.00	0,00	0,00	---	---
11	11575,05	17.39	3459,48	0,86	30.00	0,00	0,00	---	---
12	11909,74	13.91	2863,14	0,85	30.00	0,00	0,00	---	---
13	12167,94	10.48	2213,76	0,84	30.00	0,00	0,00	---	---
14	12352,60	7.09	1525,14	0,83	30.00	0,00	0,00	---	---
15	11877,52	3.73	772,06	0,83	30.00	0,00	0,00	---	---
16	3696,75	0.37	24,16	0,82	30.00	0,00	0,00	---	---
17	3297,92	-2.98	-171,26	0,82	30.00	0,00	0,00	---	---
18	3200,61	-6.34	-353,33	0,83	30.00	0,00	0,00	---	---
19	3032,09	-9.72	-512,00	0,84	30.00	0,00	0,00	---	---
20	2790,55	-13.14	-634,37	0,85	30.00	0,00	0,00	---	---
21	2473,27	-16.61	-706,86	0,86	30.00	0,00	0,00	---	---
22	2076,48	-20.14	-714,88	0,88	30.00	0,00	0,00	---	---
23	1595,08	-23.75	-642,42	0,90	30.00	0,00	0,00	---	---
24	1022,29	-27.47	-471,52	0,93	30.00	0,00	0,00	---	---
25	349,05	-31.31	-181,41	0,96	30.00	0,00	0,00	---	---

 $\Sigma W_i = 153400,92$ [kg] $\Sigma W_i \sin\alpha_i = 44802,92$ [kg] $\Sigma W_i \tan\phi_i = 88566,06$ [kg] $\Sigma \tan\alpha_i \tan\phi_i = 4.20$

Inviluppo Sollecitazioni paramento

L'ordinata Y (espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in [kgm]

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in [kg]

Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in [kg]

Inviluppo combinazioni SLU

Nr.	Y	Nmin	Nmax	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0,64	723,17	723,17	19,47	76,39	106,42	297,61
2	1,59	1840,92	1840,92	366,25	803,00	740,71	1380,73
3	2,54	2998,25	2998,25	1583,94	2924,23	1954,95	3245,82
4	3,49	4195,17	4195,17	4224,60	7184,61	3749,13	5892,91
5	4,45	5431,68	5431,68	8840,30	14328,65	6123,26	9322,00
6	5,40	6707,77	6707,77	15983,11	25100,89	9077,33	13533,10
7	6,35	8023,45	8023,45	26204,22	40244,68	12601,03	18512,45

Inviluppo combinazioni SLE

Nr.	Y	Nmin	Nmax	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0,64	723,17	723,17	13,18	13,18	76,70	76,70
2	1,59	1840,92	1840,92	267,93	267,93	554,86	554,86
3	2,54	2998,25	2998,25	1181,12	1181,12	1479,13	1479,13
4	3,49	4195,17	4195,17	3177,35	3177,35	2849,51	2849,51
5	4,45	5431,68	5431,68	6681,20	6681,20	4665,99	4665,99
6	5,40	6707,77	6707,77	12117,27	12117,27	6928,59	6928,59
7	6,35	8023,45	8023,45	19909,49	19909,49	9629,36	9629,36

Inviluppo Sollecitazioni fondazione di valle

L'ascissa X(espressa in m) è considerata positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle
 Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in [kgm]
 Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in [kg]

Inviluppo combinazioni SLU

Nr.	X	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0,08	39,17	82,13	921,63	1928,09
2	0,34	626,83	1296,46	3687,79	7557,32
3	0,59	1920,10	3916,60	6455,86	12954,02
4	0,85	3919,48	7883,24	9225,83	18118,17

Inviluppo combinazioni SLE

Nr.	X	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0,08	35,10	35,10	826,24	826,24
2	0,34	563,22	563,22	3319,55	3319,55
3	0,59	1729,93	1729,93	5834,73	5834,73
4	0,85	3540,79	3540,79	8371,77	8371,77

Inviluppo Sollecitazioni fondazione di monte

L'ascissa X(espressa in m) è considerata positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte
 Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in [kgm]
 Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in [kg]

Inviluppo combinazioni SLU

Nr.	X	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0,43	-1048,01	-324,34	-4772,44	-1512,95
2	1,72	-14433,30	-5207,86	-15007,85	-6084,14
3	3,00	-37051,50	-16005,72	-19120,39	-10084,61
4	4,29	-61022,47	-32780,32	-17110,07	-4534,16

Inviluppo combinazioni SLE

Nr.	X	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0,43	36,72	36,72	160,87	160,87
2	1,72	375,13	375,13	272,19	272,19
3	3,00	498,41	498,41	-173,44	-173,44
4	4,29	-310,23	-310,23	-1176,01	-1176,01

Inviluppo armature e tensioni nei materiali del muro

L'ordinata Y(espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

B base della sezione espressa in [cm]

H altezza della sezione espressa in [cm]

A_{fs} area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [cmq]

A_{fv} area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [cmq]

σ_c tensione nel calcestruzzo espressa in [kg/cmq]

τ_c	tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [kg/cmq]
σ_{fs}	tensione nell'armatura disposta sul lembo di monte in [kg/cmq]
σ_{fi}	tensione nell'armatura disposta sul lembo di valle in [kg/cmq]
N_u	sforzo normale ultimo espresso in [kg]
M_u	momento ultimo espresso in [kgm]
CS	coefficiente sicurezza sezione
VRcd	Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kg]
VRsd	Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kg]
VRd	Resistenza al taglio, espresso in [kg]

Inviluppo SLU

Nr.	Y	B, H	A _{fs}	A _{fi}	N _u	M _u	CS	V _{Rd}	V _{Rcd}	V _{Rsd}
1	0,64	100, 46	15,27	10,18	438504	-16327	606,36	18555	--	--
2	1,59	100, 48	15,27	10,18	103301	-45059	56,11	19040	--	--
3	2,54	100, 49	15,27	10,18	34667	-33811	11,56	19527	--	--
4	3,49	100, 51	20,36	10,18	24333	-41673	5,80	21970	--	--
5	4,45	100, 53	20,36	10,18	15705	-41428	2,89	22491	--	--
6	5,40	100, 54	20,36	10,18	11204	-41926	1,67	23014	--	--
7	6,35	100, 56	20,36	10,18	8524	-42754	1,06	23539	--	--

Inviluppo SLE

Nr.	Y	B, H	A _{fs}	A _{fi}	σ_c	τ_c	σ_{fs}	σ_{fi}
1	0,64	100, 46	15,27	10,18	0,18	0,02	-1,70	-2,66
2	1,59	100, 48	15,27	10,18	1,04	0,15	4,91	-14,23
3	2,54	100, 49	15,27	10,18	4,30	0,37	98,55	-54,00
4	3,49	100, 51	20,36	10,18	9,84	0,70	267,76	-121,68
5	4,45	100, 53	20,36	10,18	19,21	1,10	606,36	-234,18
6	5,40	100, 54	20,36	10,18	32,65	1,59	1121,70	-395,76
7	6,35	100, 56	20,36	10,18	50,60	2,13	1839,11	-612,14

Inviluppo armature e tensioni nei materiali della fondazione

Simbologia adottata

B	base della sezione espressa in [cm]
H	altezza della sezione espressa in [cm]
A _{fi}	area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [cmq]
A _{fs}	area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [cmq]
σ_c	tensione nel calcestruzzo espressa in [kg/cmq]
τ_c	tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [kg/cmq]
σ_{fi}	tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo inferiore in [kg/cmq]
σ_{fs}	tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo superiore in [kg/cmq]
N_u	sforzo normale ultimo espresso in [kg]
M_u	momento ultimo espresso in [kgm]
CS	coefficiente sicurezza sezione
VRcd	Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kg]
VRsd	Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kg]
VRd	Resistenza al taglio, espresso in [kg]

Fondazione di valle

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle)

Inviluppo SLU

Nr.	Y	B, H	A _{fs}	A _{fi}	N _u	M _u	CS	V _{Rd}	V _{Rcd}	V _{Rsd}
1	0,08	100, 80	17,81	17,81	0	52769	642,53	25703	--	--
2	0,34	100, 80	17,81	17,81	0	52769	40,70	25703	--	--
3	0,59	100, 80	17,81	17,81	0	52769	13,47	25703	--	--
4	0,85	100, 80	17,81	17,81	0	52769	6,69	25703	--	--

Inviluppo SLE

Nr.	X	B, H	A _{fs}	A _{fi}	σ_c	τ_c	σ_{fi}	σ_{fs}
-----	---	------	-----------------	-----------------	------------	----------	---------------	---------------

5	0,08	100,80	17,81	17,81	0,05	0,13	2,73	-0,58
6	0,34	100,80	17,81	17,81	0,77	0,51	43,82	-9,35
7	0,59	100,80	17,81	17,81	2,36	0,89	134,58	-28,71
8	0,85	100,80	17,81	17,81	4,82	1,28	275,46	-58,77

Fondazione di monte

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte)

Involuppo SLU

Nr.	Y	B, H	A _{fs}	A _{fi}	N _u	M _u	CS	V _{Rd}	V _{Rcd}	V _{Rsd}
1	0,43	100,80	17,81	17,81	0	-52769	50,35	25703	--	--
2	1,72	100,80	17,81	17,81	0	-52769	3,66	25703	--	--
3	3,00	100,80	17,81	17,81	0	-52769	1,42	25703	--	--
4	4,29	100,80	22,90	17,81	0	-67589	1,11	25703	--	--

Involuppo SLE

Nr.	X	B, H	A _{fs}	A _{fi}	σ _c	τ _c	σ _{fi}	σ _{fs}
5	0,43	100,80	17,81	17,81	0,05	0,02	2,86	-0,61
6	1,72	100,80	17,81	17,81	0,51	0,04	29,18	-6,23
7	3,00	100,80	17,81	17,81	0,68	-0,03	38,77	-8,27
8	4,29	100,80	22,90	17,81	0,39	-0,18	-4,82	18,92