

S.p.A.

DIREZIONE REGIONALE PER LA SICILIA

PA 12/09

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO - NORD EUROPA

ITINERARIO AGRIGENTO - CALTANISSETTA - A19

S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE"

AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001

Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19

VARIANTE TECNICA N°4

ai sensi dell'art. 176, comma 5, secondo periodo lettera "a" e lettera "b", del D.Lgs. N. 163/2006 e Art. 11 del CSA-NG

CONTRAENTE GENERALE



DIRETTORE DEI LAVORI

Ing. CARLO DAMIANI

OPERE D'ARTE MINORI

MURI IN C.A.

MU.97 - Muro di sottoscarpa da

Prog. 0+014.577 a Prog. 0+015.568 (Rampa 3

Sv.Caltanissetta Sud)

Empedocle 2 s.c.p.a.

Relazione di calcolo

Codice Unico Progetto (CUP) : F91B09000070001

4056-65

Codice Elaborato:

PA12_09 - V 0 5 7 S I 2 0 3 M U 9 7 Z C L 6 6 9 B

Scala:

F																				
E																				
D																				
C																				
B	Aprile 2021	AGGIORNAMENTO CARTIGLIO														A. ANTONELLI	A. FINAMORE			
A	Dicembre 2018	EMISSIONE														A. ANTONELLI	P. PAGLINI			
REV.	DATA	DESCRIZIONE										REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO	AUTORIZZATO					

Il Progettista:

Il Consulente Specialista:

Il Geologo:

Il Coordinatore per la sicurezza:

Il Direttore dei Lavori:



Responsabile del procedimento: Ing. LUIGI MUPO

SOMMARIO

1	GENERALITÀ	2
2	DESCRIZIONE DELLE OPERE	3
2.1	INTRODUZIONE.....	3
2.2	SEZIONE DI CALCOLO.....	5
3	NORMATIVA DI RIFERIMENTO	5
3.1	CODICI DI CALCOLO.....	5
3.2	CARATTERISTICHE DEI MATERIALI.....	5
4	PARAMETRI GEOTECNICI CARATTERISTICI	6
4.1	DESCRIZIONE DEI TERRENI E PARAMETRI GEOTECNICI DI CALCOLO.....	6
5	AZIONI E CARICHI AGENTI	7
5.1	CARICO DA TRANSITO VEICOLARE.....	7
6	AZIONE SISMICA DI PROGETTO	7
6.1	CRITERI GENERALI (§ 7.2.1 NTC-08)	7
6.2	FATTORE DI STRUTTURA (§ 7.3.1 NTC-08)	7
6.3	VITA NOMINALE.....	7
6.4	CLASSI D'USO	9
6.5	PERIODO DI RIFERIMENTO PER L'AZIONE SISMICA.....	9
6.6	STATI LIMITE E RELATIVE PROBABILITÀ DI SUPERAMENTO	10
6.7	CATEGORIE DI SOTTOSUOLO (§ 3.2.2 NTC-08).....	10
6.8	CONDIZIONI TOPOGRAFICHE (§ 3.2.2 NTC-08)	12
6.9	AMPLIFICAZIONE STRATIGRAFICA (§ 3.2.3.2.1 NTC-08).....	12
6.10	AMPLIFICAZIONE TOPOGRAFICA (§ 3.2.3.2.1 NTC-08).....	12
6.11	SPETTRI DI PROGETTO PER GLI STATI LIMITE DI ESERCIZIO (§§ 3.2.3.4 E 7.3.7.1 NTC-08).....	12
6.12	SPETTRI DI PROGETTO PER GLI STATI LIMITE ULTIMI (§ 3.2.3.5 NTC-08).....	13
6.13	CALCOLO DEI PARAMETRI SISMICI	13
7	CODICI DI CALCOLO	15
7.1	CARATTERISTICHE DEL SOFTWARE MAX10.0	15
1.1.1.	Schematizzazione di calcolo.....	15
7.2	VERIFICHE.....	16
7.3	TABULATI DI CALCOLO	18

1 GENERALITÀ

Il presente documento è redatto nell'ambito dei lavori di adeguamento alla categoria B della S.S. 640 secondo le norme del DM 5.11.2001 dell'itinerario Agrigento-Caltanissetta-A19 dal km 44+000 allo svincolo con la A19, con la finalità di illustrare le verifiche del muro di sottoscarpa MU97 ubicate presso lo svincolo "Caltanissetta Sud", a sostegno della rampa 3 in prossimità della sottovia 3.3

La relazione si completa mediante una serie di elaborati che consistono in tabelle schematiche riportanti le caratteristiche della sollecitazione utilizzate alla base della verifica degli elementi strutturali costituenti il manufatto, nonché le verifiche di resistenza dei materiali, eseguite nelle sezioni più significative e maggiormente sollecitate dei manufatti.

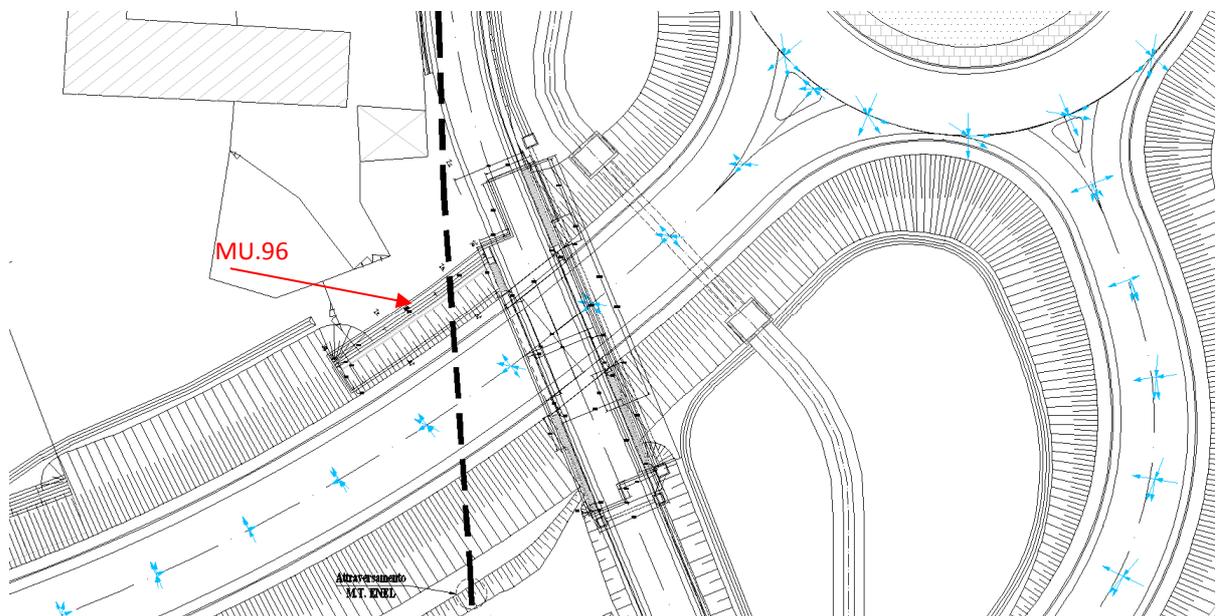


Figura 1 – Stralcio di planimetria dello svincolo Caltanissetta Sud

2 DESCRIZIONE DELLE OPERE

2.1 Introduzione

Dallo studio della planimetria di progetto, delle sezioni stradali previste da PE si è costruito il profilo dell'opera ed è stata calcolata la geometria e l'armatura del muretto in oggetto facendo riferimento alla sezione più gravosa. A seguire vengono riportati stralci degli elaborati.

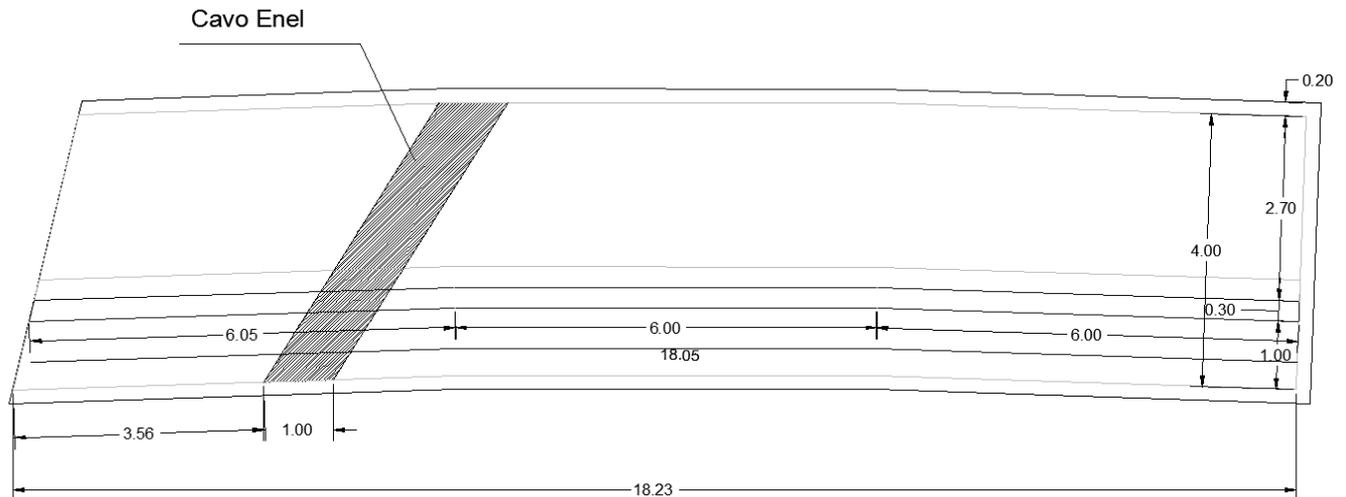


Figura 2 -MU.96: Pianta

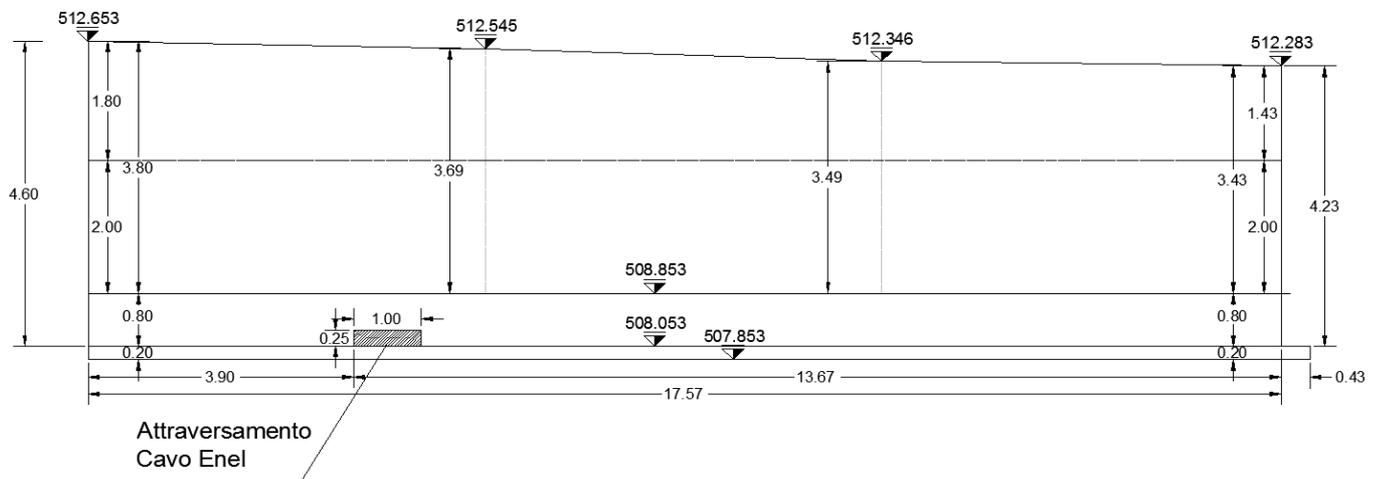


Figura 3 - MU.96: Profilo

PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO

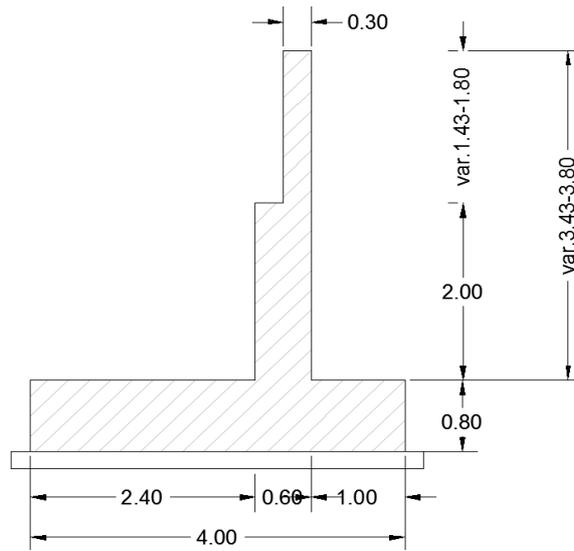


Figura 4 - MU.96: sezione

2.2 Sezione di calcolo

Il calcolo delle sollecitazioni ed il dimensionamento dell'armatura dell' opera, vengono effettuati prendendo in studio la sezione più gravosa dei muri.

3 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Le verifiche statiche e la redazione della presente relazione sono state eseguite nel rispetto della Normativa in vigore e di alcune raccomandazioni, in particolare:

- ✓ D.M. Infrastrutture Min. Interni e Prot. Civile 14 Gennaio 2008 e allegati

"Norme tecniche per le costruzioni".

- ✓ CIRCOLARE 2 febbraio 2009, n. 617

"Istruzioni per l'applicazione delle «Nuove norme tecniche per le costruzioni» di cui al decreto ministeriale 14 gennaio 2008."

3.1 Codici di calcolo

I codici di calcolo utilizzati per le verifiche geotecniche sono i seguenti:

Codice bidimensionale ad elementi finiti Aztec MAX (Versione 10.10).

3.2 Caratteristiche dei materiali

Ai fini del calcolo statico si sono effettuate le verifiche con un cls C32/40, S4-S5 in accordo con la UNI 11417-1 del 2012.

I materiali utilizzati sono di seguito specificati nelle seguenti tabelle:

CALCESTRUZZI E MISCELE	
CALCESTRUZZO MAGRO UNI EN 206-1 (2006)	
CLASSE DI RESISTENZA	C12/15
CLS PER STRUTTURE FONDAZIONE ED ELEVAZIONE	
CLASSE DI RESISTENZA	C32/40
CLASSE DI CONSISTENZA	S4/S5
CLASSE DI ESPOSIZIONE	XA1

Tabella 3-1 - Specifiche dei materiali - Calcestruzzi

ACCIAI	
ACCIAIO PER ARMATURA CLS - BARRE	
CLASSE DI RESISTENZA	B450C
TENSIONE CARATTERISTICA DI SNERVAMENTO (fyk)	450
TENSIONE CARATTERISTICA A ROTTURA (ftk)	540

Tabella 3-2 - Specifiche dei materiali - Acciai

4 PARAMETRI GEOTECNICI CARATTERISTICI

Per i dati geotecnici si fa riferimento alla relazione geotecnica 000 GE 2 09 GT 01 Z RM 001 C, in particolare al modello geotecnico 1 (da prog. 19+500 a prog.22+600), tratto in cui ricade l'opera in esame. Si riportano le parti della relazione geotecnica che riguardano l'opera esaminata, rimandando alla suddetta relazione per ogni altro ulteriore aspetto di dettaglio.

4.1 Descrizione dei terreni e parametri geotecnici di calcolo

Dai sondaggi effettuati nella zona in oggetto è riscontrabile un primo livello sommitale costituito da sabbie e sabbie argillose dello spessore variabile di circa 10,00 metri seguite in profondità da un livello basale di argille marnose.

Sulla base dei valori medi si definisce il modello geotecnico rappresentativo della zona in esame così come riportato nella seguente tabella:

Litotipo	Z	γ	c'_k	ϕ'_k
	[m]	[kN/m ³]	[kPa]	[°]
SLN				
Sabbie e Sabbie argillose: Sabbie giallastre con livelli di argille limo sabbiose con gusci fossili intercalati a livelli quarzarenitici	0÷10,00	18,61	4,20	25,50
GER				
Argille marnose: argille marnose, talora siltose, dalla tipica colorazione grigio-azzurra con intercalazioni di sottili livelli siltosi	>10,00	18,60	22,30	21,00

Tabella 4-1: Parametri geotecnici di progetto

dove:

- γ : peso di volume naturale
- ν : rapporto di Poisson
- E_c/E_u : modulo di deformabilità a compressione vergine/modulo di scarico e ricarico
- ϕ'_k : angolo di resistenza al taglio (valore caratteristico)
- c'_k : coesione efficace (valore caratteristico)

Nella sezione di calcolo si considera come terreno a tergo del paramento un terreno di riempimento puramente attritivo con le seguenti caratteristiche meccaniche.

γ [kN/m ³]	c'_k [Mpa]	ϕ'_k [-]
19	0	35

Tabella 4-2: Parametri geotecnici di progetto

5 AZIONI E CARICHI AGENTI

5.1 Carico da transito veicolare

Le azioni variabili del traffico che insistono sul rilevato posto sopra il muro di sottoscampa sono state valutate pari a $q=20 \text{ kN/m}^2$

6 AZIONE SISMICA DI PROGETTO

Il calcolo dei parametri sismici di progetto è stato effettuato mediante il codice di calcolo implementato nel software di calcolo Atzec SCAT.

6.1 Criteri generali (§ 7.2.1 NTC-08)

La componente verticale deve essere considerata solo in presenza di elementi pressoché orizzontali con luce superiore a 20 m, elementi precompressi (con l'esclusione dei solai di luce inferiore a 8 m), elementi a mensola di luce superiore a 4 m, strutture di tipo spingente, pilastri in falso, edifici con piani sospesi, ponti, costruzioni con isolamento nei casi specificati in § 7.10.5.3.2 e purché il sito nel quale la costruzione sorge non ricada in zona 3 o 4.

6.2 Fattore di struttura (§ 7.3.1 NTC-08)

Il valore del fattore di struttura q da utilizzare per ciascuna direzione della azione sismica, dipende dalla tipologia strutturale, dal suo grado di iperstaticità e dai criteri di progettazione adottati e prende in conto le non linearità di materiale. Esso può essere calcolato tramite la seguente espressione:

$$q = q_0 \cdot K_R$$

dove:

- ✓ q_0 è il valore massimo del fattore di struttura che dipende dal livello di duttilità attesa, dalla tipologia strutturale e dal rapporto α_u/α_1 tra il valore dell'azione sismica per il quale si verifica la formazione di un numero di cerniere plastiche tali da rendere la struttura labile e quello per il quale il primo elemento strutturale raggiunge la plasticizzazione a flessione;
- ✓ K_R è un fattore riduttivo che dipende dalle caratteristiche di regolarità in altezza della costruzione, con valore pari ad 1 per costruzioni regolari in altezza e pari a 0,8 per costruzioni non regolari in altezza.

Per le costruzioni regolari in pianta, qualora non si proceda ad un'analisi non lineare finalizzata alla valutazione del rapporto α_u/α_1 , per esso possono essere adottati i valori indicati nei paragrafi successivi per le diverse tipologie costruttive.

Per le costruzioni non regolari in pianta, si possono adottare valori di α_u/α_1 pari alla media tra 1,0 ed i valori di volta in volta forniti per le diverse tipologie costruttive.

Per la componente verticale dell'azione sismica il valore di q utilizzato, a meno di adeguate analisi giustificative, è $q = 1,5$ per qualunque tipologia strutturale e di materiale, tranne che per i ponti per i quali è $q = 1$.

6.3 Vita nominale

PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO

La vita nominale di un'opera strutturale VN è intesa come il numero di anni nel quale la struttura, purché soggetta alla manutenzione ordinaria, deve potere essere usata per lo scopo al quale è destinata.

La vita nominale dei diversi tipi di opere è quella riportata nella seguente tabella e deve essere precisata nei documenti di progetto.

TIPI DI COSTRUZIONE	Vita Nominale
	V_N (in anni)
Opere provvisorie – Opere provvisionali - Strutture in fase costruttiva (1)	≥ 10
Opere ordinarie, ponti, opere infrastrutturali e dighe di dimensioni contenute o di importanza normale	≥ 50
Grandi opere, ponti, opere infrastrutturali e dighe di grandi dimensioni o di importanza strategica	≥ 100

Tabella 6-1 - VITA NOMINALE VN PER DIVERSI TIPI DI OPERE

(1) Le verifiche sismiche di opere provvisorie o strutture in fase costruttiva possono omettersi quando le relative durate previste in progetto siano inferiori a 2 anni.

6.4 Classi d'uso

In presenza di azioni sismiche, con riferimento alle conseguenze di una interruzione di operatività o di un eventuale collasso, le costruzioni sono suddivise in classi d'uso così definite:

TIPOLOGIA DELLA COSTRUZIONE	CLASSE
Costruzioni con presenza solo occasionale di persone, edifici agricoli.	I
Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali. Industrie con attività non pericolose per l'ambiente. Ponti, opere infrastrutturali, reti viarie non ricadenti in Classe d'uso III o in Classe d'uso IV, reti ferroviarie la cui interruzione non provochi situazioni di emergenza. Dighe il cui collasso non provochi conseguenze rilevanti.	II
Costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi. Industrie con attività pericolose per l'ambiente. Reti viarie extraurbane non ricadenti in Classe d'uso IV. Ponti e reti ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza. Dighe rilevanti per le conseguenze di un loro eventuale collasso.	III
Costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, anche con riferimento alla gestione della protezione civile in caso di calamità. Industrie con attività particolarmente pericolose per l'ambiente. Reti viarie di tipo A o B, di cui al D.M. 5 novembre 2001, n. 6792, "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade", e di tipo C quando appartenenti ad itinerari di collegamento tra capoluoghi di provincia non altresì serviti da strade di tipo A o B. Ponti e reti ferroviarie di importanza critica per il mantenimento delle vie di comunicazione, particolarmente dopo un evento sismico. Dighe connesse al funzionamento di acquedotti e a impianti di produzione di energia elettrica.	IV

6.5 Periodo di riferimento per l'azione sismica

Le azioni sismiche su ciascuna costruzione vengono valutate in relazione ad un periodo di riferimento VR che si ricava, per ciascun tipo di costruzione, moltiplicandone la vita nominale N V per il coefficiente d'uso CU :

$$VR = VN \times CU$$

Il valore del coefficiente d'uso CU è definito, al variare della classe d'uso, come mostrato nella seguente tabella.

CLASSE D'USO	C _U
I	0,7
II	1
III	1,5
IV	2

Tabella 6-2 - Valori del coefficiente d'uso CU

SE $VR \leq 35$ ANNI SI PONE COMUNQUE $VR = 35$ ANNI.

6.6 Stati limite e relative probabilità di superamento

Nei confronti delle azioni sismiche gli stati limite, sia di esercizio che ultimi, sono individuati riferendosi alle prestazioni della costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali e gli impianti.

Gli stati limite di esercizio sono:

Stato Limite di Operatività (SLO): a seguito del terremoto la costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali, le apparecchiature rilevanti alla sua funzione, non deve subire danni ed interruzioni d'uso significativi;

Stato Limite di Danno (SLD): a seguito del terremoto la costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali, le apparecchiature rilevanti alla sua funzione, subisce danni tali da non mettere a rischio gli utenti e da non compromettere significativamente la capacità di resistenza e di rigidità nei confronti delle azioni verticali ed orizzontali, mantenendosi immediatamente utilizzabile pur nell'interruzione d'uso di parte delle apparecchiature

Gli stati limite ultimi sono:

Stato Limite di salvaguardia della Vita (SLV): a seguito del terremoto la costruzione subisce rotture e crolli dei componenti non strutturali ed impiantistici e significativi danni dei componenti strutturali cui si associa una perdita significativa di rigidità nei confronti delle azioni orizzontali; la costruzione conserva invece una parte della resistenza e rigidità per azioni verticali e un margine di sicurezza nei confronti del collasso per azioni sismiche orizzontali;

Stato Limite di prevenzione del Collasso (SLC): a seguito del terremoto la costruzione subisce gravi rotture e crolli dei componenti non strutturali ed impiantistici e danni molto gravi dei componenti strutturali; la costruzione conserva ancora un margine di sicurezza per azioni verticali ed un esiguo margine di sicurezza nei confronti del collasso per azioni orizzontali.

Le probabilità di superamento nel periodo di riferimento PVR, cui riferirsi per individuare l'azione sismica agente in ciascuno degli stati limite considerati sono riportati nella seguente tabella:

STATO LIMITE	PVR
SLO	0,81
SLD	0,63
SLV	0,1
SLC	0,05

Tabella 6-3 - Probabilità di superamento nel periodo di riferimento VR

6.7 Categorie di sottosuolo (§ 3.2.2 NTC-08)

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, si rende necessario valutare l'effetto della risposta sismica locale mediante specifiche analisi, come indicato nel § 7.11.5 delle NTC-08. In assenza di tali analisi, per la definizione

PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO

dell'azione sismica si può fare riferimento a un approccio semplificato, che si basa sull'individuazione di categorie di sottosuolo di riferimento (**Tab. 3.2.II** delle NTC-08).

Tipologia di terreni e rocce	Cat. Sottosuolo
Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di Vs,30 superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m.	A
Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs,30 compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero NSPT,30 > 50 nei terreni a grana grossa e cu,30 > 250 kPa nei terreni a grana fina).	B
Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs,30 compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero 15 < NSPT,30 < 50 nei terreni a grana grossa e 70 < cu,30 < 250 kPa nei terreni a grana fina).	C
Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs,30 inferiori a 180 m/s (ovvero NSPT,30 < 15 nei terreni a grana grossa e cu,30 < 70 kPa nei terreni a grana fina).	D
Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m, posti sul substrato di riferimento (con Vs > 800 m/s).	E

Tabella 6-4 - Categorie di sottosuolo

In presenza di suoli di tipo B, C, D, E, S1, S2 il moto sismico in superficie in genere risulta modificato rispetto al moto sismico al bedrock, in funzione dell'intensità e del contenuto in frequenza dell'input sismico e delle caratteristiche geotecniche sismiche e dello spessore del suolo attraversato dalle onde sismiche per giungere in superficie.

In assenza di una specifica analisi di amplificazione sismica locale per il suolo in esame, per valutare l'accelerazione sismica spettrale in presenza di suoli di tipo B, C, D, E la normativa introduce un fattore di amplificazione S e i periodi T che definiscono lo spettro di risposta di un oscillatore semplice con smorzamento pari al 5%. In presenza di suoli speciali di tipo S1 e S2 la normativa impone uno studio specifico per determinare gli effetti di amplificazione sismica locale.

La classificazione del suolo è convenzionalmente eseguita sulla base della velocità media equivalente di propagazione delle onde di taglio entro 30 m di profondità:

$$V_{s30} = \frac{30}{\sum_{i=1,N} \frac{h_i}{V_i}} \quad \text{con}$$

- ✓ Vi: velocità delle onde di taglio verticali
- ✓ hi : spessore dello strato i-esimo.

6.8 Condizioni topografiche (§ 3.2.2 NTC-08)

Per condizioni topografiche complesse è necessario predisporre specifiche analisi di risposta sismica locale. Per configurazioni superficiali semplici si può adottare la seguente classificazione (**Tab. 3.2.IV** delle NTC-08):

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

Tabella 6-5 - Categorie topografiche

6.9 Amplificazione Stratigrafica (§ 3.2.3.2.1 NTC-08)

Per sottosuolo di categoria A i coefficienti SS e CC valgono 1. Per le categorie di sottosuolo B,C,D ed E i coefficienti SS e CC possono essere calcolati, in funzione dei valori di a_g , F_0 e TC^* relativi al sottosuolo di categoria A, mediante le espressioni fornite nella Tab. 3.2.V delle NTC-08, nelle quali g è l'accelerazione di gravità ed il tempo è espresso in secondi.

6.10 Amplificazione topografica (§ 3.2.3.2.1 NTC-08)

Per tener conto delle condizioni topografiche e in assenza di specifiche analisi di risposta sismica locale, si utilizzano i valori del coefficiente topografico S_T riportati nella **Tab. 3.2.VI** delle NTC-08, in funzione delle categorie topografiche e dell'ubicazione dell'opera o dell'intervento.

Ubicazione dell'opera o dell'intervento	Cat. topografica	S_T
-	T1	1
In corrispondenza della sommità del pendio	T2	1,2
In corrispondenza della cresta del rilievo	T3	1,2
In corrispondenza della cresta del rilievo	T4	1,4

Tabella 6-6 - Valori del coefficiente di amplificazione topografica S_T

La variazione spaziale del coefficiente di amplificazione topografica è definita da un decremento lineare con l'altezza del pendio o rilievo, dalla sommità fino alla base dove S_T assume valore unitario.

6.11 Spettri di progetto per gli stati limite di esercizio (§§ 3.2.3.4 e 7.3.7.1 NTC-08)

Per gli stati limite di esercizio lo spettro di progetto $S_d(T)$ da utilizzare, sia per le componenti orizzontali che per la componente verticale, è lo spettro elastico corrispondente, riferito alla probabilità di superamento nel periodo di riferimento P_{VR} considerata.

Per costruzioni di Classe III e IV, se si vogliono limitare i danneggiamenti strutturali, per tutti gli elementi strutturali, inclusi nodi e connessioni tra elementi, deve essere verificato che il valore di progetto di ciascuna sollecitazione calcolato in presenza delle azioni sismiche corrispondenti allo SLD ed attribuendo ad η il valore di 2/3 corrispondente ad un valore $\xi = 17.5\%$ sia inferiore al corrispondente valore della resistenza di progetto.

6.12 Spettri di progetto per gli stati limite ultimi (§ 3.2.3.5 NTC-08)

Qualora le verifiche agli stati limite ultimi non vengano effettuate tramite l'uso di opportuni accelerogrammi ed analisi dinamiche al passo, ai fini del progetto o della verifica delle strutture le capacità dissipative delle strutture possono essere messe in conto attraverso una riduzione delle forze elastiche che tiene conto in modo semplificato della capacità dissipativa anelastica della struttura, della sua sovrarresistenza, dell'incremento del suo periodo proprio a seguito delle plasticizzazioni. In tal caso lo spettro di progetto $S_d(T)$ da utilizzare, sia per le componenti orizzontali che per la componente verticale, è lo spettro elastico corrispondente riferito alla probabilità di superamento nel periodo di riferimento P_{VR} considerata, con le ordinate ridotte sostituendo con $1/q$, dove q è il fattore di struttura. Si assumerà comunque $S_d(T) \geq 0,2a_g$.

6.13 Calcolo dei parametri sismici

Le azioni sismiche di progetto sono definite a partire dalla pericolosità sismica di base del sito di costruzione. La pericolosità sismica si definisce, per il caso in oggetto, in termini di accelerazione orizzontale massima attesa a_g in condizioni di campo libero, su sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale, in considerazione di prefissate probabilità di eccedenza P_{VR} nel periodo di riferimento V_R .

Nel caso delle opere di presidio in oggetto, aventi carattere permanente, in analogia con quanto già effettuato nel Progetto Esecutivo, si è proceduto alla valutazione delle azioni sismiche in funzione di una vita utile dell'opera. I parametri necessari per la determinazione dell'azione sismica di progetto sono calcolati direttamente per il sito in esame, utilizzando le informazioni disponibili nel reticolo di riferimento (Allegato B del DM 14/01/2008).

Nella seguente tabella si riportano le coordinate del sito in oggetto, la vita nominale dell'opera, il coefficiente d'uso della costruzione, la categoria di sottosuolo, la categoria topografica, il coefficiente di amplificazione stratigrafica e il coefficiente di amplificazione topografica.

Parametro	Valore
Longitudine	14,063289
Latitudine	37,489909
Vita nominale (V_u)	50
Coefficiente d'uso (C_v)	2
Categoria di sottosuolo	C
Categoria topografica	T1
Coeff. Amp. Stratigrafica (S_s)	1,5
Coeff. Amp. Topografica (S_t)	1,0

Tabella 6-7 - Parametri sismici di progetto

Di seguito si riportano le schermate principali del codice di calcolo e indicazione dei valori dei parametri sismici di riferimento, ovvero:

- a_g , accelerazione orizzontale massima del luogo (espressa in g/10, ossia in decimi dell'accelerazione di gravità),
- F_0 , valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale (adimensionale);
- T_C^* , periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro delle componenti orizzontali (espresso in secondi).

Parametri sismici				
	T_R [anni]	a_g [m/s ²]	F_0 [...]	T_C^* [s]
SLO	60	0.356	2.517	0.276
SLD	101	0.430	2.504	0.317
SLV	949	0.893	2.638	0.502
SLC	1950	1.095	2.742	0.540

ID Punto 1 = 48072
 ID Punto 2 = 48073
 ID Punto 3 = 47851
 ID Punto 4 = 47850
Dati sismici rilevati correttamente.

Stato Limite Ultimo

SLV Nessun valore
 SLC

Stato Limite Esercizio

SLO Nessun valore
 SLD

Figura 6-1 – Principali parametri sismici

D.M. 1996

Coefficiente di intensità sismica % 7,00

N.T.C. 2008

Analisi SLU

Accelerazione al suolo a_g [m/s²] **ag/g = 0.09** 0,893

Massimo fattore amplificazione spettro orizzontale F_0 2,638

Periodo inizio tratto spettro a velocità costante T_C^* 0,502

Tipo di sottosuolo - Coefficiente stratigrafico S_s Tipo C **1,500**

Coefficiente di riduzione (β_m) C 0,18

Analisi SLE

Accelerazione al suolo a_g [m/s²] **ag/g = 0.04** 0,430

Massimo fattore amplificazione spettro orizzontale F_0 2,504

Periodo inizio tratto spettro a velocità costante T_C^* 0,317

Tipo di sottosuolo - Coefficiente stratigrafico S_s **1,500**

Coefficiente di riduzione (β_m) C 0,18

Coef. amplificazione topografica S_T T1 **1,00**

$K_h = a_g/g * S_s * S_t * \beta_m$

Coefficiente di intensità sismica orizzontale SLU K_h [%] = 2,46

Coefficiente di intensità sismica orizzontale SLE K_h [%] = 1,18

Intensità sismica Verticale/Orizzontale 0,50

Forma diagramma incremento sismico

Triangolare Rettangolare

Calcolo incremento sismico

Mononobe-Okabe Wood

Figura 6-2 – Schermata dei parametri e coefficienti impostati sul programma di calcolo

7 CODICI DI CALCOLO

7.1 Caratteristiche del software MAX10.0

Il programma MAX10.0© è dedicato all'analisi e al calcolo di muri di sostegno. La versione del programma utilizzata è la Rel. 10.05a del 2010, distribuita dalla società AZTEC, nella forma originale commercializzata senza alcuna modifica apportata da parte dell'utente.

1.1.1. Schematizzazione di calcolo

Partendo dalle caratteristiche meccaniche del terreno, dalla geometria e dai sovraccarichi agenti, il programma esegue le verifiche del muro di sostegno considerando tratti di lunghezza unitaria, restituendo le armature necessarie per metro lineare di opera.

Il calcolo della spinta attiva esercitata dal terrapieno a ridosso del muro, è stato condotto utilizzando il metodo di Culmann, noto anche come "metodo del cuneo di tentativo".

Il metodo in questione considera una superficie di rottura del terrapieno di tipo piano. Il valore della spinta viene determinato per iterazioni successive come segue:

- si impone una superficie di rottura inclinata di un angolo arbitrario 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 agenti sulla superficie del terreno, siano essi concentrati che distribuiti, resistenza per attrito R e per coesione c lungo la superficie di rottura e resistenza per coesione lungo la parete di contatto terra muro A ;

dalle equazioni di equilibrio si ricava quindi il valore della spinta S sulla parete, inclinata dell'angolo δ di attrito terreno–muro rispetto alla normale alla parete.

Per determinare il punto di applicazione della spinta, i passi elementari su esposti vengono applicati discretizzando l'altezza del muro in tanti tratti di ampiezza dz . In corrispondenza di ogni ordinata z_i , si determina il cuneo di rottura e la spinta elementare S_i , ottenendo quindi la distribuzione della spinta $S(z)$ lungo l'altezza della parete. Sulla base della distribuzione delle spinte lungo l'altezza della parete, è possibile determinare la pressione ad una generica profondità z , rispetto alla sommità della parete ponendo:

$$\sigma(z) = \frac{dS}{dz}$$

Noto quindi il diagramma delle pressioni è possibile ricavare il punto di applicazione della spinta. Inoltre dal diagramma delle pressioni è facile ricavare anche l'andamento delle sollecitazioni lungo la parete.

7.2 VERIFICHE

Le verifiche vengono condotte tenendo conto delle condizioni più gravose che si individuano dall'involuppo delle sollecitazioni agenti nelle diverse combinazioni di carico.



Figura 3 – Pianta del muro di sottoscarpa

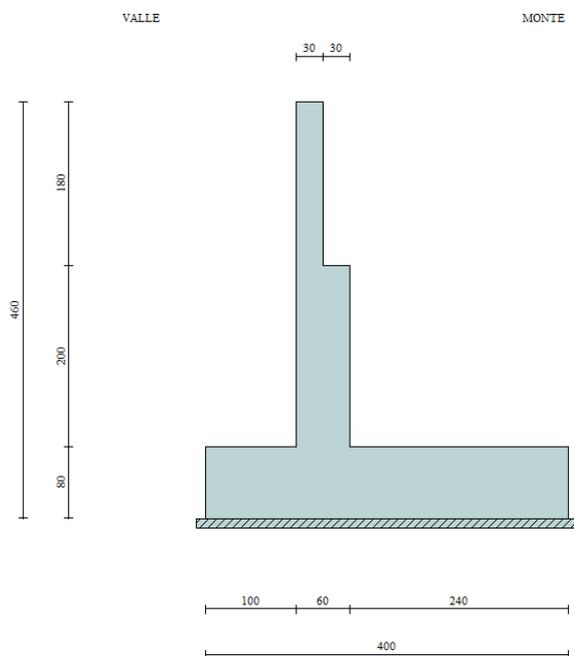


Figura 4 – Geometria del muro di studio (Max Atzec)

PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO

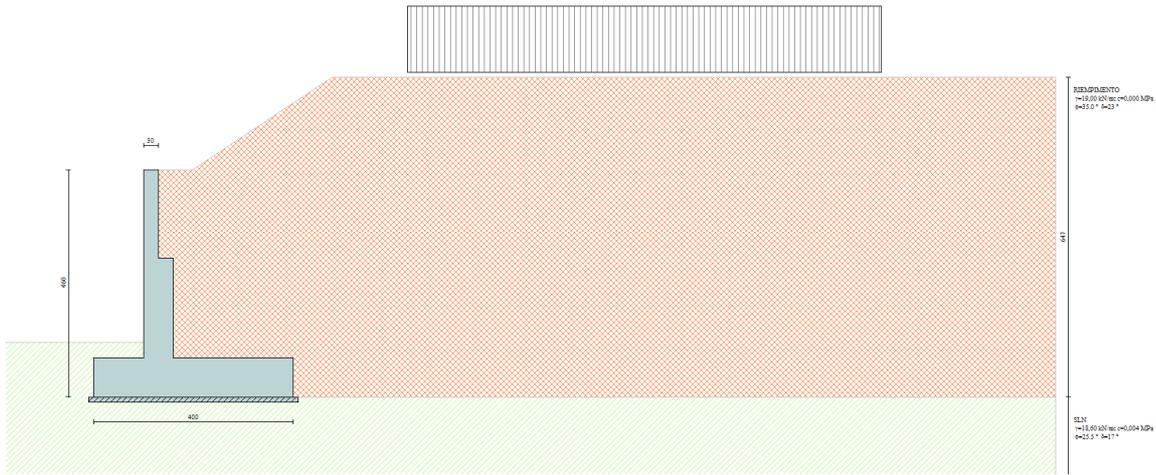


Figura 5 – carichi sul muro e stratigrafia

7.3 Tabulati di calcolo

Normativa

N.T.C. 2008 - Approccio 2

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
γ_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:

Carichi	Effetto		A1	A2	EQU	HYD
Permanenti	Favorevole	γ_{Gfav}	1,00	1,00	0,90	0,90
Permanenti	Sfavorevole	γ_{Gsfav}	1,30	1,00	1,10	1,30
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:

Parametri		M1	M2	M2	M1
Tangente dell'angolo di attrito	$\gamma_{tan\phi}$	1,00	1,25	1,25	1,00
Coesione efficace	γ_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

PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO

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	1,30
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	1,25	1,25	1,00
Coesione efficace	γ_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

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	

Geometria muro e fondazione

Descrizione

Muro a gradoni in c.a.

Descrizione dei gradoni

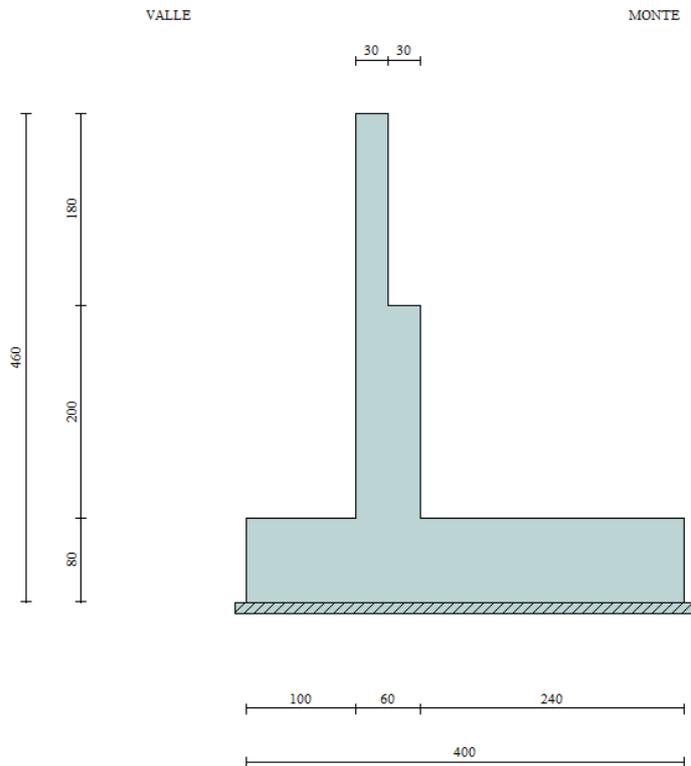
Simbologia adottata

Nr.	numero d'ordine del gradone (a partire dall'alto)
Bs	base superiore del gradone espressa in [m]
Bi	base inferiore del gradone espressa in [m]
Hg	altezza del gradone espressa in [m]
α_e	inclinazione esterna del gradone espressa in [°]
α_i	inclinazione interna del gradone espressa in [°]

Nr.	Bs	Bi	Hg	α_e	α_i
1	0,30	0,30	1,80	0,00	0,00
2	0,60	0,60	2,00	0,00	0,00
Altezza del paramento	3,80 [m]				

Fondazione

Lunghezza mensola fondazione di valle	1,00 [m]
Lunghezza mensola fondazione di monte	2,40 [m]
Lunghezza totale fondazione	4,00 [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	25,000 [kN/mc]
Classe di Resistenza	C32/40
Resistenza caratteristica a compressione R_{ck}	40,00 [MPa]
Modulo elastico E	33642,648 [MPa]

Acciaio

Tipo	B450C
Tensione di snervamento σ_{fa}	449,94 [MPa]

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	0,68	0,00	0,00
2	3,48	1,87	33,74
3	16,00	1,87	0,00
4	17,00	1,87	0,00
5	18,00	1,87	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 0,30 [m]

Descrizione terreni

Simbologia adottata

Nr. Indice del terreno

Descrizione Descrizione terreno

γ Peso di volume del terreno espresso in [kN/mc]

γ_s Peso di volume saturo del terreno espresso in [kN/mc]

ϕ Angolo d'attrito interno espresso in [°]

δ Angolo d'attrito terra-muro espresso in [°]

c Coesione espressa in [MPa]

c_a Adesione terra-muro espressa in [MPa]

PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO

Descrizione	γ	γ_s	ϕ	δ	c	c_a
SLN	18,60	18,60	25.50	17.00	0,0042	0,0030
GER	18,60	18,60	21.00	14.00	0,0223	0,0112
RIEMPIMENTO	19,00	19,00	35.00	23.33	0,0000	0,0000

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>Kw</i>	Costante di Winkler orizzontale espressa in Kg/cm ² /cm
<i>Ks</i>	Coefficiente di spinta
<i>Terreno</i>	Terreno dello strato

Nr.	H	a	Kw	Ks	Terreno
1	4,60	0,00	6,37	0,00	RIEMPIMENTO
2	10,00	0,00	2,64	0,00	SLN
3	2,50	0,00	0,00	0,00	GER

Condizioni di carico

Simbologia e convenzioni di segno adottate

Carichi verticali positivi verso il basso.

Carichi orizzontali positivi verso sinistra.

Momento positivo senso antiorario.

<i>X</i>	Ascissa del punto di applicazione del carico concentrato espressa in [m]
<i>F_x</i>	Componente orizzontale del carico concentrato espressa in [kN]
<i>F_y</i>	Componente verticale del carico concentrato espressa in [kN]
<i>M</i>	Momento espresso in [kNm]
<i>X_i</i>	Ascissa del punto iniziale del carico ripartito espressa in [m]
<i>X_f</i>	Ascissa del punto finale del carico ripartito espressa in [m]

*Corridoio Plurimodale Tirrenico - Nord Europa / Itinerario Agrigento – Caltanissetta - A19 / S.S. n° 640 "di Porto Empedocle"
Ammodernamento e adeguamento alla Cat. B del D.M. 5.11.2001 dal km 44+000 allo svincolo con l'A19*

PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO

Q_x Intensità del carico per $x=X$, espressa in [kN/m]

Q_f Intensità del carico per $x=X_f$, espressa in [kN/m]

D / C Tipo carico : D=distribuito C=concentrato

Condizione n° 1 (Condizione 1)

D	Profilo	$X_i=5,00$	$X_f=14,50$	$Q_i=20,0000$	$Q_f=20,0000$
---	---------	------------	-------------	---------------	---------------

PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO

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
Condizione 1	SFAV	1.30	1.00	1.30

Combinazione n° 2 - Caso EQU (SLU)

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	0,90	1.00	0,90
Peso proprio terrapieno	FAV	0,90	1.00	0,90
Spinta terreno	SFAV	1,10	1.00	1,10
Condizione 1	SFAV	1.10	1.00	1.10

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
Condizione 1	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
Condizione 1	SFAV	1.00	1.00	1.00

PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO

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
Condizione 1	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
Condizione 1	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
Condizione 1	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
Condizione 1	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
Condizione 1	SFAV	1.00	1.00	1.00

PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO

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
Condizione 1	SFAV	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
Condizione 1	SFAV	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
Condizione 1	SFAV	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 Aggressive

Armatura ad aderenza migliorata

PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO

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 Terzaghi

Coefficiente correttivo su N_γ per effetti cinematici (combinazioni sismiche SLU): 1,00

Coefficiente correttivo su N_γ per effetti cinematici (combinazioni sismiche SLE): 1,00

Impostazioni avanzate

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

PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO

Quadro riassuntivo coeff. di sicurezza calcolati

Simbologia adottata

C	Identificativo della combinazione
Tipo	Tipo combinazione
Sisma	Combinazione sismica
CS _{SCO}	Coeff. di sicurezza allo scorrimento
CS _{RIB}	Coeff. di sicurezza al ribaltamento
CS _{QUIM}	Coeff. di sicurezza a carico limite
CS _{STAB}	Coeff. di sicurezza a stabilità globale

C	Tipo	Sisma	CS _{SCO}	CS _{RIB}	CS _{QUIM}	CS _{STAB}
1	A1-M1 - [1]	--	1,11	--	7,25	--
2	EQU - [1]	--	--	3,06	--	--
3	STAB - [1]	--	--	--	--	1,37
4	A1-M1 - [2]	Orizzontale + Verticale positivo	1,23	--	7,44	--
5	A1-M1 - [2]	Orizzontale + Verticale negativo	1,23	--	7,62	--
6	EQU - [2]	Orizzontale + Verticale negativo	--	3,15	--	--
7	EQU - [2]	Orizzontale + Verticale positivo	--	3,22	--	--
8	STAB - [2]	Orizzontale + Verticale positivo	--	--	--	1,31
9	STAB - [2]	Orizzontale + Verticale negativo	--	--	--	1,31
10	SLEQ - [1]	--	1,40	--	7,51	--
11	SLEF - [1]	--	1,40	--	7,51	--
12	SLER - [1]	--	1,40	--	7,51	--

PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO

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 Terzaghi
Calcolo della stabilità globale	metodo di Bishop
Calcolo della spinta in condizioni di	Spinta attiva

Sisma

Identificazione del sito

Latitudine	37.489909
Longitudine	14.063289
Comune	Caltanissetta
Provincia	Caltanissetta
Regione	Sicilia
Punti di interpolazione del reticolo	48072 - 48073 - 47851 - 47850

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

PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO

Accelerazione al suolo a_g	0.89 [m/s ²]
Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (S)	1.50
Coefficiente di amplificazione topografica (St)	1.00
Coefficiente riduzione (β_m)	0.18
Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale	0.50
Coefficiente di intensità sismica orizzontale (percento)	$k_h=(a_g/g*\beta_m*St*S) = 2.46$
Coefficiente di intensità sismica verticale (percento)	$k_v=0.50 * k_h = 1.23$
 Combinazioni SLE	
Accelerazione al suolo a_g	0.43 [m/s ²]
Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (S)	1.50
Coefficiente di amplificazione topografica (St)	1.00
Coefficiente riduzione (β_m)	0.18
Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale	0.50
Coefficiente di intensità sismica orizzontale (percento)	$k_h=(a_g/g*\beta_m*St*S) = 1.18$
Coefficiente di intensità sismica verticale (percento)	$k_v=0.50 * k_h = 0.59$
 Forma diagramma incremento sismico	 Stessa forma diagramma statico
 Partecipazione spinta passiva (percento)	 50,0
Lunghezza del muro	10,00 [m]
 Peso muro	 123,5000 [kN]
Baricentro del muro	X=0,44 Y=-3,50
 <u>Superficie di spinta</u>	
Punto inferiore superficie di spinta	X = 2,70 Y = -4,60
Punto superiore superficie di spinta	X = 2,70 Y = 1,35
Altezza della superficie di spinta	5,95 [m]
Inclinazione superficie di spinta(rispetto alla verticale)	0,00 [°]

PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO

COMBINAZIONE n° 1

Peso muro favorevole e Peso terrapieno favorevole

Valore della spinta statica	142,4255	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	130,7774	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	56,4119	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 2,70	[m]	Y = -2,56	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	23,33	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	56,32	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	209,4287	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 1,50	[m]	Y = -1,56	[m]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	130,7774	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	389,3406	[kN]
Resistenza passiva a valle del muro	-14,1333	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	389,3406	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	130,7774	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0,05	[m]
Lunghezza fondazione reagente	4,00	[m]
Risultante in fondazione	410,7174	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	18,57	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	18,4600	[kNm]
Carico ultimo della fondazione	2823,8887	[kN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	4,00	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	0,10426	[MPa]
Tensione terreno allo spigolo di monte	0,09041	[MPa]

Fattori per il calcolo della capacità portante

Coeff. capacità portante	$N_c = 26.09$	$N_q = 13.44$	$N_\gamma = 8.94$
Fattori forma	$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_\gamma = 1,00$

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

$N'_c = 26.09$	$N'_q = 13.44$	$N'_\gamma = 8.94$
----------------	----------------	--------------------

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	1.11
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	7.25

PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO

Sollecitazioni paramento

Combinazione n° 1

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 kNm

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN

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

Nr.	Y	N	M	T
1	0,00	0,0000	0,0000	0,0000
2	0,20	1,5000	0,0074	0,1109
3	0,40	3,0000	0,0591	0,4435
4	0,60	4,5000	0,1996	0,9978
5	0,80	6,0000	0,4730	1,7738
6	1,00	7,5000	0,9241	2,7799
7	1,20	9,0000	1,6079	4,1454
8	1,40	10,5000	2,6237	6,1216
9	1,60	12,0000	4,0931	8,6512
10	1,80	13,5000	6,1127	11,6144
11	1,80	26,8380	7,8342	14,2207
12	1,98	29,5653	10,7046	17,3965
13	2,16	32,2925	14,1755	20,8249
14	2,35	35,0198	18,2920	24,4966
15	2,53	37,7471	23,0976	28,4034
16	2,71	40,4744	28,6343	32,5384
17	2,89	43,2016	34,9432	36,8958
18	3,07	45,9289	42,0642	41,4705
19	3,25	48,6562	50,0363	46,2583
20	3,44	51,3835	58,8981	51,2557
21	3,62	54,1107	68,6873	56,4597
22	3,80	56,8380	79,4413	61,8682

Sollecitazioni fondazione di valle

Combinazione n° 1

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 kNm

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

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,0000	0,0000
2	0,10	0,4207	8,4085
3	0,20	1,6805	16,7823
4	0,30	3,7760	25,1215
5	0,40	6,7037	33,4262
6	0,50	10,4601	41,6962
7	0,60	15,0418	49,9316
8	0,70	20,4453	58,1323
9	0,80	26,6671	66,2985
10	0,90	33,7038	74,4301

PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO

11	1,00	41,5519	82,5270
----	------	---------	---------

Sollecitazioni fondazione di monte

Combinazione n° 1

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 kNm

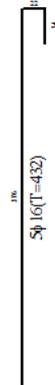
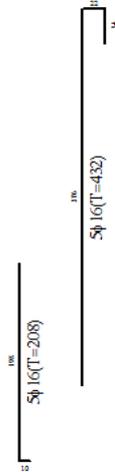
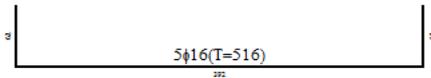
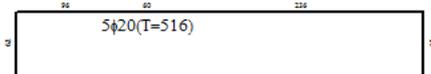
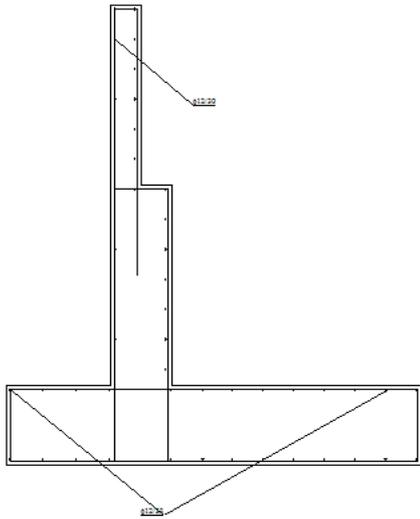
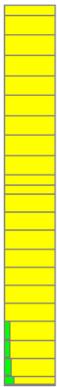
Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,0000	0,0000
2	0,24	-1,5890	-13,0499
3	0,48	-6,1720	-24,9502
4	0,72	-13,4731	-35,7011
5	0,96	-23,2165	-45,3023
6	1,20	-35,1263	-53,7540
7	1,44	-48,9265	-61,0562
8	1,68	-64,3413	-67,2089
9	1,92	-81,0948	-72,2120
10	2,16	-98,9186	-76,2272
11	2,40	-117,6651	-79,9606

PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO

VALLE

MONTE



PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO

Armature e tensioni nei materiali del muro

Combinazione n° 1

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 [kN]
M _u	momento ultimo espresso in [kNm]
CS	coefficiente sicurezza sezione
V _{Rcd}	Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]
V _{Rsd}	Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]
VRd	Resistenza al taglio, espresso in [kN]

Nr.	Y	B, H	A _{fs}	A _{fi}	N _u	M _u	CS	V _{Rd}	V _{Rcd}	V _{Rsd}
1	0,00	100, 30	15,71	10,05	0,00	0,00	1000,00	160,27	--	--
2	0,20	100, 30	15,71	10,05	5451,23	-26,86	3634,16	160,47	--	--
3	0,40	100, 30	15,71	10,05	5246,43	-103,40	1748,81	160,66	--	--
4	0,60	100, 30	15,71	10,05	4480,89	-198,71	995,75	160,86	--	--
5	0,80	100, 30	15,71	10,05	3407,37	-268,62	567,89	161,05	--	--
6	1,00	100, 30	15,71	10,05	2501,83	-308,27	333,58	161,25	--	--
7	1,20	100, 30	15,71	10,05	1651,63	-295,07	183,51	161,44	--	--
8	1,40	100, 30	15,71	10,05	1014,38	-253,47	96,61	161,64	--	--
9	1,60	100, 30	15,71	10,05	637,42	-217,42	53,12	161,83	--	--
10	1,80	100, 30	15,71	10,05	430,76	-195,04	31,91	162,03	--	--
11	1,80	100, 60	15,71	10,05	3384,78	-988,04	126,12	234,20	--	--
12	1,98	100, 60	15,71	10,05	2344,78	-848,96	79,31	234,59	--	--
13	2,16	100, 60	15,71	10,05	1642,10	-720,83	50,85	234,97	--	--
14	2,35	100, 60	15,71	10,05	1193,90	-623,61	34,09	235,35	--	--
15	2,53	100, 60	15,71	10,05	901,49	-551,62	23,88	235,73	--	--
16	2,71	100, 60	15,71	10,05	714,72	-505,64	17,66	236,11	--	--
17	2,89	100, 60	15,71	10,05	585,95	-473,94	13,56	236,50	--	--
18	3,07	100, 60	15,71	10,05	492,32	-450,89	10,72	236,88	--	--
19	3,25	100, 60	15,71	10,05	421,50	-433,45	8,66	237,26	--	--
20	3,44	100, 60	15,71	10,05	366,29	-419,86	7,13	237,64	--	--
21	3,62	100, 60	15,71	10,05	322,21	-409,01	5,95	238,02	--	--
22	3,80	100, 60	15,71	10,05	286,31	-400,17	5,04	238,40	--	--

PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO

Armature e tensioni nei materiali della fondazione

Combinazione n° 1

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 [kN]
M _u	momento ultimo espresso in [kNm]
CS	coefficiente sicurezza sezione
V _{Rcd}	Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]
V _{Rsd}	Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]
V _{Rd}	Resistenza al taglio, espresso in [kN]

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	0,00	100, 80	15,71	10,05	0,00	0,00	1000,00	288,23	--	--
2	0,10	100, 80	15,71	10,05	0,00	290,35	690,14	288,23	--	--
3	0,20	100, 80	15,71	10,05	0,00	290,35	172,77	288,23	--	--
4	0,30	100, 80	15,71	10,05	0,00	290,35	76,89	288,23	--	--
5	0,40	100, 80	15,71	10,05	0,00	290,35	43,31	288,23	--	--
6	0,50	100, 80	15,71	10,05	0,00	290,35	27,76	288,23	--	--
7	0,60	100, 80	15,71	10,05	0,00	290,35	19,30	288,23	--	--
8	0,70	100, 80	15,71	10,05	0,00	290,35	14,20	288,23	--	--
9	0,80	100, 80	15,71	10,05	0,00	290,35	10,89	288,23	--	--
10	0,90	100, 80	15,71	10,05	0,00	290,35	8,61	288,23	--	--
11	1,00	100, 80	15,71	10,05	0,00	290,35	6,99	288,23	--	--

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	0,00	100, 80	15,71	10,05	0,00	0,00	1000,00	288,23	--	--
2	0,24	100, 80	15,71	10,05	0,00	-451,03	283,85	288,23	--	--
3	0,48	100, 80	15,71	10,05	0,00	-451,03	73,08	288,23	--	--
4	0,72	100, 80	15,71	10,05	0,00	-451,03	33,48	288,23	--	--
5	0,96	100, 80	15,71	10,05	0,00	-451,03	19,43	288,23	--	--
6	1,20	100, 80	15,71	10,05	0,00	-451,03	12,84	288,23	--	--
7	1,44	100, 80	15,71	10,05	0,00	-451,03	9,22	288,23	--	--
8	1,68	100, 80	15,71	10,05	0,00	-451,03	7,01	288,23	--	--
9	1,92	100, 80	15,71	10,05	0,00	-451,03	5,56	288,23	--	--
10	2,16	100, 80	15,71	10,05	0,00	-451,03	4,56	288,23	--	--
11	2,40	100, 80	15,71	10,05	0,00	-451,03	3,83	288,23	--	--

PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO

COMBINAZIONE n° 2

Valore della spinta statica	154,2287	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	145,7920	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	50,3108	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 2,70	[m]	Y = -2,53	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	19,04	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	52,81	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	188,4858	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 1,50	[m]	Y = -1,56	[m]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	145,7920	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	349,9466	[kN]
Resistenza passiva a valle del muro	-10,6748	[kN]
Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle	301,3084	[kNm]
Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle	921,8814	[kNm]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	349,9466	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	145,7920	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0,23	[m]
Lunghezza fondazione reagente	4,00	[m]
Risultante in fondazione	379,1015	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	22,62	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	79,3202	[kNm]

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento	3.06
--	------

PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO

Stabilità globale muro + terreno

Combinazione n° 3

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 [kN]
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 [MPa]
b	larghezza della striscia espressa in [m]
u	pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [MPa]

Metodo di Bishop

Numero di cerchi analizzati 36

Numero di strisce 25

Cerchio critico

Coordinate del centro X[m]= -0,82 Y[m]= 3,30

Raggio del cerchio R[m]= 8,65

Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -6,18

Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 7,71

Larghezza della striscia dx[m]= 0,56

Coefficiente di sicurezza C= 1.37

Le strisce sono numerate da monte verso valle

Caratteristiche delle strisce

Striscia	W	$\alpha(^{\circ})$	Wsin α	b/cos α	ϕ	c	u
1	21,1618	73.71	20,3123	0,0194	29.26	0,000	0,000
2	37,0346	63.27	33,0764	0,0121	29.26	0,000	0,000
3	47,1956	55.88	39,0735	0,0097	29.26	0,000	0,000
4	54,9955	49.75	41,9724	0,0084	29.26	0,000	0,000
5	59,9828	44.32	41,9078	0,0076	29.26	0,000	0,000
6	55,4860	39.36	35,1900	0,0071	29.26	0,000	0,000
7	59,9291	34.74	34,1482	0,0066	29.26	0,000	0,000
8	63,3909	30.36	32,0397	0,0063	29.26	0,000	0,000
9	63,3697	26.17	27,9505	0,0061	29.26	0,000	0,000
10	64,6881	22.13	24,3694	0,0059	21.04	0,003	0,000
11	62,9317	18.20	19,6586	0,0057	20.89	0,003	0,000
12	60,6973	14.36	15,0557	0,0056	20.89	0,003	0,000
13	58,2934	10.59	10,7093	0,0055	20.89	0,003	0,000
14	63,5913	6.86	7,5919	0,0055	20.89	0,003	0,000
15	42,5162	3.16	2,3409	0,0055	20.89	0,003	0,000

PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO

16	22,0688	-0.53	-0,2045	0,0055	20.89	0,003	0,000
17	19,6726	-4.22	-1,4478	0,0055	20.89	0,003	0,000
18	18,4779	-7.93	-2,5485	0,0055	20.89	0,003	0,000
19	17,4844	-11.67	-3,5362	0,0056	20.89	0,003	0,000
20	16,0961	-15.46	-4,2909	0,0057	20.89	0,003	0,000
21	14,2936	-19.32	-4,7300	0,0058	20.89	0,003	0,000
22	12,0467	-23.28	-4,7616	0,0059	23.61	0,002	0,000
23	9,2766	-27.36	-4,2637	0,0061	29.26	0,000	0,000
24	5,9517	-31.60	-3,1186	0,0064	29.26	0,000	0,000
25	2,0101	-36.04	-1,1827	0,0067	29.26	0,000	0,000

$\Sigma W_i = 952,6426$ [kN]

$\Sigma W_i \sin \alpha_i = 355,3121$ [kN]

$\Sigma W_i \tan \phi_i = 450,0590$ [kN]

$\Sigma \tan \alpha_i \tan \phi_i = 5.40$

COMBINAZIONE n° 4

Valore della spinta statica	109,5581	[kN]			
Componente orizzontale della spinta statica	100,5980	[kN]			
Componente verticale della spinta statica	43,3938	[kN]			
Punto d'applicazione della spinta	X = 2,70	[m]	Y = -2,56	[m]	
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	23,33	[°]			
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	56,32	[°]			
Incremento sismico della spinta	8,4465	[kN]			
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 2,70	[m]	Y = -2,56	[m]	
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	55,19	[°]			
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	209,4287	[kN]			
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 1,50	[m]	Y = -1,56	[m]	
Inerzia del muro	3,0361	[kN]			
Inerzia verticale del muro	1,5181	[kN]			
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	5,1486	[kN]			
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	2,5743	[kN]			

PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	116,5385	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	383,7603	[kN]
Resistenza passiva a valle del muro	-14,1333	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	383,7603	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	116,5385	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0,02	[m]
Lunghezza fondazione reagente	4,00	[m]
Risultante in fondazione	401,0651	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	16,89	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	9,5061	[kNm]
Carico ultimo della fondazione	2856,6353	[kN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	4,00	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	0,09950	[MPa]
Tensione terreno allo spigolo di monte	0,09238	[MPa]

Fattori per il calcolo della capacità portante

Coeff. capacità portante	$N_c = 26.09$	$N_q = 13.44$	$N_\gamma = 8.94$
Fattori forma	$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_\gamma = 1,00$
I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.			
	$N'_c = 26.09$	$N'_q = 13.44$	$N'_\gamma = 8.94$

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	1.23
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	7.44

PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO

Sollecitazioni paramento

Combinazione n° 4

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 kNm

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN

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

Nr.	Y	N	M	T
1	0,00	0,0000	0,0000	0,0000
2	0,20	1,5000	0,0099	0,1297
3	0,40	3,0000	0,0642	0,4449
4	0,60	4,5000	0,2003	0,9481
5	0,80	6,0000	0,4568	1,6516
6	1,00	7,5000	0,8751	2,5694
7	1,20	9,0000	1,5044	3,7967
8	1,40	10,5000	2,4274	5,5218
9	1,60	12,0000	3,7429	7,6973
10	1,80	13,5000	5,5298	10,2294
11	1,80	23,7600	7,3214	12,2343
12	1,98	26,4873	9,7902	14,9594
13	2,16	29,2145	12,7739	17,8959
14	2,35	31,9418	16,3102	21,0360
15	2,53	34,6691	20,4353	24,3730
16	2,71	37,3964	25,1846	27,9009
17	2,89	40,1236	30,5924	31,6150
18	3,07	42,8509	36,6920	35,5109
19	3,25	45,5782	43,5163	39,5853
20	3,44	48,3055	51,0973	43,8350
21	3,62	51,0327	59,4667	48,2576
22	3,80	53,7600	68,6559	52,8515

Sollecitazioni fondazione di valle

Combinazione n° 4

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 kNm

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

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,0000	0,0000
2	0,10	0,3972	7,9416
3	0,20	1,5877	15,8653
4	0,30	3,5697	23,7712
5	0,40	6,3414	31,6593
6	0,50	9,9010	39,5296
7	0,60	14,2467	47,3821
8	0,70	19,3768	55,2167
9	0,80	25,2895	63,0335
10	0,90	31,9829	70,8325
11	1,00	39,4554	78,6137

Sollecitazioni fondazione di monte

Combinazione n° 4

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 kNm

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

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,0000	0,0000
2	0,24	-0,6998	-5,6929
3	0,48	-2,6659	-10,5522
4	0,72	-5,6982	-14,5780
5	0,96	-9,5967	-17,7702
6	1,20	-14,1612	-20,1289
7	1,44	-19,1918	-21,6539
8	1,68	-24,4884	-22,3454
9	1,92	-29,8510	-22,2034
10	2,16	-35,0852	-21,3521
11	2,40	-40,0896	-20,3347

PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO

Armature e tensioni nei materiali del muro

Combinazione n° 4

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 [kN]
M _u	momento ultimo espresso in [kNm]
CS	coefficiente sicurezza sezione
V _{Rcd}	Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]
V _{Rsd}	Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]
V _{Rd}	Resistenza al taglio, espresso in [kN]

Nr.	Y	B, H	A _{fs}	A _{fi}	N _u	M _u	CS	V _{Rd}	V _{Rcd}	V _{Rsd}
1	0,00	100, 30	15,71	10,05	0,00	0,00	1000,00	160,27	--	--
2	0,20	100, 30	15,71	10,05	5427,51	-35,73	3618,34	160,47	--	--
3	0,40	100, 30	15,71	10,05	5223,81	-111,86	1741,27	160,66	--	--
4	0,60	100, 30	15,71	10,05	4474,90	-199,21	994,42	160,86	--	--
5	0,80	100, 30	15,71	10,05	3477,86	-264,80	579,64	161,05	--	--
6	1,00	100, 30	15,71	10,05	2615,43	-305,16	348,72	161,25	--	--
7	1,20	100, 30	15,71	10,05	1810,20	-302,59	201,13	161,44	--	--
8	1,40	100, 30	15,71	10,05	1143,26	-264,31	108,88	161,64	--	--
9	1,60	100, 30	15,71	10,05	728,77	-227,31	60,73	161,83	--	--
10	1,80	100, 30	15,71	10,05	492,47	-201,72	36,48	162,03	--	--
11	1,80	100, 60	15,71	10,05	3095,02	-953,69	130,26	233,77	--	--
12	1,98	100, 60	15,71	10,05	2260,28	-835,45	85,33	234,16	--	--
13	2,16	100, 60	15,71	10,05	1654,19	-723,29	56,62	234,54	--	--
14	2,35	100, 60	15,71	10,05	1246,78	-636,63	39,03	234,92	--	--
15	2,53	100, 60	15,71	10,05	960,49	-566,15	27,70	235,30	--	--
16	2,71	100, 60	15,71	10,05	771,63	-519,65	20,63	235,68	--	--
17	2,89	100, 60	15,71	10,05	638,60	-486,90	15,92	236,06	--	--
18	3,07	100, 60	15,71	10,05	540,40	-462,73	12,61	236,45	--	--
19	3,25	100, 60	15,71	10,05	465,28	-444,23	10,21	236,83	--	--
20	3,44	100, 60	15,71	10,05	406,21	-429,69	8,41	237,21	--	--
21	3,62	100, 60	15,71	10,05	358,71	-418,00	7,03	237,59	--	--
22	3,80	100, 60	15,71	10,05	319,81	-408,42	5,95	237,97	--	--

Armature e tensioni nei materiali della fondazione

Combinazione n° 4

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 [cm ²]
A_{fs}	area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [cm ²]
N_u	sforzo normale ultimo espresso in [kN]
M_u	momento ultimo espresso in [kNm]
CS	coefficiente sicurezza sezione
V_{Rcd}	Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]
V_{Rsd}	Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]
V_{Rd}	Resistenza al taglio, espresso in [kN]

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	0,00	100, 80	15,71	10,05	0,00	0,00	1000,00	288,23	--	--
2	0,10	100, 80	15,71	10,05	0,00	290,35	730,94	288,23	--	--
3	0,20	100, 80	15,71	10,05	0,00	290,35	182,87	288,23	--	--
4	0,30	100, 80	15,71	10,05	0,00	290,35	81,34	288,23	--	--
5	0,40	100, 80	15,71	10,05	0,00	290,35	45,79	288,23	--	--
6	0,50	100, 80	15,71	10,05	0,00	290,35	29,33	288,23	--	--
7	0,60	100, 80	15,71	10,05	0,00	290,35	20,38	288,23	--	--
8	0,70	100, 80	15,71	10,05	0,00	290,35	14,98	288,23	--	--
9	0,80	100, 80	15,71	10,05	0,00	290,35	11,48	288,23	--	--
10	0,90	100, 80	15,71	10,05	0,00	290,35	9,08	288,23	--	--
11	1,00	100, 80	15,71	10,05	0,00	290,35	7,36	288,23	--	--

Fondazione di monte

PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO

(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	0,00	100, 80	15,71	10,05	0,00	0,00	1000,00	288,23	--	--
2	0,24	100, 80	15,71	10,05	0,00	-451,03	644,49	288,23	--	--
3	0,48	100, 80	15,71	10,05	0,00	-451,03	169,18	288,23	--	--
4	0,72	100, 80	15,71	10,05	0,00	-451,03	79,15	288,23	--	--
5	0,96	100, 80	15,71	10,05	0,00	-451,03	47,00	288,23	--	--
6	1,20	100, 80	15,71	10,05	0,00	-451,03	31,85	288,23	--	--
7	1,44	100, 80	15,71	10,05	0,00	-451,03	23,50	288,23	--	--
8	1,68	100, 80	15,71	10,05	0,00	-451,03	18,42	288,23	--	--
9	1,92	100, 80	15,71	10,05	0,00	-451,03	15,11	288,23	--	--
10	2,16	100, 80	15,71	10,05	0,00	-451,03	12,86	288,23	--	--
11	2,40	100, 80	15,71	10,05	0,00	-451,03	11,25	288,23	--	--

COMBINAZIONE n° 5

Valore della spinta statica	109,5581	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	100,5980	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	43,3938	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 2,70	[m]	Y = -2,56	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	23,33	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	56,32	[°]		
Incremento sismico della spinta	5,7583	[kN]		
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 2,70	[m]	Y = -2,56	[m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	55,19	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	209,4287	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 1,50	[m]	Y = -1,56	[m]
Inerzia del muro	3,0361	[kN]		
Inerzia verticale del muro	-1,5181	[kN]		
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	5,1486	[kN]		
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	-2,5743	[kN]		

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	114,0701	[kN]
--	----------	------

PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO

Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	374,5108	[kN]
Resistenza passiva a valle del muro	-14,1333	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	374,5108	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	114,0701	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0,03	[m]
Lunghezza fondazione reagente	4,00	[m]
Risultante in fondazione	391,4975	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	16,94	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	9,9275	[kNm]
Carico ultimo della fondazione	2854,1229	[kN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	4,00	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	0,09735	[MPa]
Tensione terreno allo spigolo di monte	0,08990	[MPa]

Fattori per il calcolo della capacità portante

Coeff. capacità portante	$N_c = 26.09$	$N_q = 13.44$	$N_\gamma = 8.94$
Fattori forma	$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_\gamma = 1,00$

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

$N'_c = 26.09$	$N'_q = 13.44$	$N'_\gamma = 8.94$
----------------	----------------	--------------------

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	1.23
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	7.62

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 kNm

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN

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

Nr.	Y	N	M	T
1	0,00	0,0000	0,0000	0,0000
2	0,20	1,5000	0,0097	0,1276
3	0,40	3,0000	0,0631	0,4365
4	0,60	4,5000	0,1965	0,9286
5	0,80	6,0000	0,4474	1,6127
6	1,00	7,5000	0,8550	2,5007
7	1,20	9,0000	1,4669	3,6890
8	1,40	10,5000	2,3638	5,3673
9	1,60	12,0000	3,6431	7,4891
10	1,80	13,5000	5,3825	9,9611
11	1,80	23,7600	7,1740	11,9660
12	1,98	26,4873	9,5888	14,6312
13	2,16	29,2145	12,5070	17,5030
14	2,35	31,9418	15,9655	20,5739
15	2,53	34,6691	20,0000	23,8371
16	2,71	37,3964	24,6449	27,2871
17	2,89	40,1236	29,9336	30,9189
18	3,07	42,8509	35,8989	34,7286
19	3,25	45,5782	42,5728	38,7126
20	3,44	48,3055	49,9866	42,8680
21	3,62	51,0327	58,1714	47,1925
22	3,80	53,7600	67,1576	51,6843

PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO

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 kNm

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

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,0000	0,0000
2	0,10	0,3864	7,7257
3	0,20	1,5445	15,4329
4	0,30	3,4724	23,1214
5	0,40	6,1682	30,7913
6	0,50	9,6300	38,4426
7	0,60	13,8561	46,0753
8	0,70	18,8445	53,6893
9	0,80	24,5933	61,2848
10	0,90	31,1008	68,8616
11	1,00	38,3650	76,4198

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 kNm

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

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,0000	0,0000
2	0,24	-0,7708	-6,2835
3	0,48	-2,9490	-11,7290
4	0,72	-6,3336	-16,3362
5	0,96	-10,7234	-20,1054
6	1,20	-15,9172	-23,0365
7	1,44	-21,7139	-25,1294
8	1,68	-27,9123	-26,3842
9	1,92	-34,3112	-26,8009
10	2,16	-40,7155	-26,5039
11	2,40	-47,0224	-26,0361

PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO

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 [kN]
M _u	momento ultimo espresso in [kNm]
CS	coefficiente sicurezza sezione
V _{Rcd}	Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]
V _{Rsd}	Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]
V _{Rd}	Resistenza al taglio, espresso in [kN]

Nr.	Y	B, H	A _{fs}	A _{fi}	N _u	M _u	CS	V _{Rd}	V _{Rcd}	V _{Rsd}
1	0,00	100, 30	15,71	10,05	0,00	0,00	1000,00	160,27	--	--
2	0,20	100, 30	15,71	10,05	5428,84	-35,23	3619,22	160,47	--	--
3	0,40	100, 30	15,71	10,05	5228,73	-110,02	1742,91	160,66	--	--
4	0,60	100, 30	15,71	10,05	4504,51	-196,73	1001,00	160,86	--	--
5	0,80	100, 30	15,71	10,05	3520,44	-262,49	586,74	161,05	--	--
6	1,00	100, 30	15,71	10,05	2660,14	-303,26	354,69	161,25	--	--
7	1,20	100, 30	15,71	10,05	1870,43	-304,85	207,83	161,44	--	--
8	1,40	100, 30	15,71	10,05	1187,26	-267,28	113,07	161,64	--	--
9	1,60	100, 30	15,71	10,05	757,91	-230,10	63,16	161,83	--	--
10	1,80	100, 30	15,71	10,05	510,98	-203,73	37,85	162,03	--	--
11	1,80	100, 60	15,71	10,05	3202,52	-966,96	134,79	233,77	--	--
12	1,98	100, 60	15,71	10,05	2345,38	-849,06	88,55	234,16	--	--
13	2,16	100, 60	15,71	10,05	1721,34	-736,92	58,92	234,54	--	--
14	2,35	100, 60	15,71	10,05	1299,81	-649,69	40,69	234,92	--	--
15	2,53	100, 60	15,71	10,05	996,95	-575,13	28,76	235,30	--	--
16	2,71	100, 60	15,71	10,05	798,60	-526,29	21,36	235,68	--	--
17	2,89	100, 60	15,71	10,05	659,58	-492,07	16,44	236,06	--	--
18	3,07	100, 60	15,71	10,05	557,30	-466,89	13,01	236,45	--	--
19	3,25	100, 60	15,71	10,05	479,28	-447,68	10,52	236,83	--	--
20	3,44	100, 60	15,71	10,05	418,06	-432,61	8,65	237,21	--	--
21	3,62	100, 60	15,71	10,05	368,90	-420,51	7,23	237,59	--	--
22	3,80	100, 60	15,71	10,05	328,69	-410,61	6,11	237,97	--	--

PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO

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 [kN]
M _u	momento ultimo espresso in [kNm]
CS	coefficiente sicurezza sezione
V _{Rcd}	Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]
V _{Rsd}	Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]
VRd	Resistenza al taglio, espresso in [kN]

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	0,00	100, 80	15,71	10,05	0,00	0,00	1000,00	288,23	--	--
2	0,10	100, 80	15,71	10,05	0,00	290,35	751,34	288,23	--	--
3	0,20	100, 80	15,71	10,05	0,00	290,35	187,99	288,23	--	--
4	0,30	100, 80	15,71	10,05	0,00	290,35	83,62	288,23	--	--
5	0,40	100, 80	15,71	10,05	0,00	290,35	47,07	288,23	--	--
6	0,50	100, 80	15,71	10,05	0,00	290,35	30,15	288,23	--	--
7	0,60	100, 80	15,71	10,05	0,00	290,35	20,95	288,23	--	--
8	0,70	100, 80	15,71	10,05	0,00	290,35	15,41	288,23	--	--
9	0,80	100, 80	15,71	10,05	0,00	290,35	11,81	288,23	--	--
10	0,90	100, 80	15,71	10,05	0,00	290,35	9,34	288,23	--	--
11	1,00	100, 80	15,71	10,05	0,00	290,35	7,57	288,23	--	--

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	0,00	100, 80	15,71	10,05	0,00	0,00	1000,00	288,23	--	--
2	0,24	100, 80	15,71	10,05	0,00	-451,03	585,15	288,23	--	--
3	0,48	100, 80	15,71	10,05	0,00	-451,03	152,94	288,23	--	--
4	0,72	100, 80	15,71	10,05	0,00	-451,03	71,21	288,23	--	--
5	0,96	100, 80	15,71	10,05	0,00	-451,03	42,06	288,23	--	--
6	1,20	100, 80	15,71	10,05	0,00	-451,03	28,34	288,23	--	--
7	1,44	100, 80	15,71	10,05	0,00	-451,03	20,77	288,23	--	--
8	1,68	100, 80	15,71	10,05	0,00	-451,03	16,16	288,23	--	--
9	1,92	100, 80	15,71	10,05	0,00	-451,03	13,15	288,23	--	--
10	2,16	100, 80	15,71	10,05	0,00	-451,03	11,08	288,23	--	--
11	2,40	100, 80	15,71	10,05	0,00	-451,03	9,59	288,23	--	--

PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO

COMBINAZIONE n° 6

Valore della spinta statica	140,2079	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	132,5382	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	45,7371	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 2,70	[m]	Y = -2,53	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	19,04	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	52,81	[°]		
Incremento sismico della spinta	6,4115	[kN]		
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 2,70	[m]	Y = -2,53	[m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	51,56	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	209,4287	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 1,50	[m]	Y = -1,56	[m]
Inerzia del muro	3,0361	[kN]		
Inerzia verticale del muro	-1,5181	[kN]		
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	5,1486	[kN]		
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	-2,5743	[kN]		

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	146,7837	[kN]		
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	376,6649	[kN]		
Resistenza passiva a valle del muro	-11,8609	[kN]		
Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle	315,2760	[kNm]		
Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle	992,0234	[kNm]		
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	376,6649	[kN]		
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	146,7837	[kN]		
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0,20	[m]		
Lunghezza fondazione reagente	4,00	[m]		
Risultante in fondazione	404,2548	[kN]		
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	21,29	[°]		
Momento rispetto al baricentro della fondazione	76,5824	[kNm]		

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento	3.15
--	------

PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO

COMBINAZIONE n° 7

Valore della spinta statica	140,2079	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	132,5382	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	45,7371	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 2,70	[m]	Y = -2,53	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	19,04	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	52,81	[°]		
Incremento sismico della spinta	9,8524	[kN]		
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 2,70	[m]	Y = -2,53	[m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	51,62	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	209,4287	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 1,50	[m]	Y = -1,56	[m]
Inerzia del muro	3,0361	[kN]		
Inerzia verticale del muro	1,5181	[kN]		
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	5,1486	[kN]		
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	2,5743	[kN]		

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	150,0364	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	385,9721	[kN]
Resistenza passiva a valle del muro	-11,8609	[kN]
Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle	312,1559	[kNm]
Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle	1006,3556	[kNm]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	385,9721	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	150,0364	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0,20	[m]
Lunghezza fondazione reagente	4,00	[m]
Risultante in fondazione	414,1079	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	21,24	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	77,7445	[kNm]

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento	3.22
--	------

PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO

Stabilità globale muro + terreno

Combinazione n° 8

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 [kN]
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 [MPa]
b	larghezza della striscia espressa in [m]
u	pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [MPa]

Metodo di Bishop

Numero di cerchi analizzati 36

Numero di strisce 25

Cerchio critico

Coordinate del centro X[m]= -0,82 Y[m]= 3,71

Raggio del cerchio R[m]= 9,02

Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -6,27

Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 8,02

Larghezza della striscia dx[m]= 0,57

Coefficiente di sicurezza C= 1.31

Le strisce sono numerate da monte verso valle

Caratteristiche delle strisce

Striscia	W	$\alpha(^{\circ})$	Wsin α	b/cos α	ϕ	c	u
1	21,0290	72.09	20,0099	0,0182	29.26	0,000	0,000
2	36,5927	62.52	32,4630	0,0121	29.26	0,000	0,000
3	47,0520	55.39	38,7238	0,0099	29.26	0,000	0,000
4	55,1671	49.40	41,8878	0,0086	29.26	0,000	0,000
5	61,7922	44.09	42,9909	0,0078	29.26	0,000	0,000
6	59,1457	39.22	37,3950	0,0072	29.26	0,000	0,000
7	60,5772	34.67	34,4572	0,0068	29.26	0,000	0,000
8	64,5336	30.36	32,6153	0,0065	29.26	0,000	0,000
9	65,5811	26.23	28,9870	0,0062	29.26	0,000	0,000
10	66,1204	22.25	25,0343	0,0061	23.64	0,002	0,000
11	65,0841	18.38	20,5170	0,0059	20.89	0,003	0,000
12	62,7452	14.59	15,8033	0,0058	20.89	0,003	0,000
13	60,0305	10.87	11,3155	0,0057	20.89	0,003	0,000
14	62,9253	7.19	7,8738	0,0056	20.89	0,003	0,000
15	50,4752	3.54	3,1176	0,0056	20.89	0,003	0,000

Corridoio Plurimodale Tirrenico - Nord Europa / Itinerario Agrigento – Caltanissetta - A19 / S.S. n° 640 "di Porto Empedocle"
Ammodernamento e adeguamento alla Cat. B del D.M. 5.11.2001 dal km 44+000 allo svincolo con l'A19

PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO

16	22,3264	-0.09	-0,0357	0,0056	20.89	0,003	0,000
17	20,1757	-3.72	-1,3107	0,0056	20.89	0,003	0,000
18	18,7181	-7.37	-2,4021	0,0057	20.89	0,003	0,000
19	17,7319	-11.05	-3,3991	0,0057	20.89	0,003	0,000
20	16,3375	-14.78	-4,1671	0,0058	20.89	0,003	0,000
21	14,5160	-18.57	-4,6224	0,0059	20.89	0,003	0,000
22	12,2370	-22.45	-4,6723	0,0061	24.08	0,002	0,000
23	9,4230	-26.44	-4,1952	0,0063	29.26	0,000	0,000
24	6,0478	-30.57	-3,0759	0,0065	29.26	0,000	0,000
25	2,0514	-34.89	-1,1734	0,0068	29.26	0,000	0,000

$\Sigma W_i = 978,4163$ [kN]

$\Sigma W_i \sin \alpha_i = 364,1373$ [kN]

$\Sigma W_i \tan \phi_i = 465,1897$ [kN]

$\Sigma \tan \alpha_i \tan \phi_i = 5.25$

PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO

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 [kN]
 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 [MPa]
 b larghezza della striscia espressa in [m]
 u pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [MPa]

Metodo di Bishop

Numero di cerchi analizzati 36

Numero di strisce 25

Cerchio critico

Coordinate del centro X[m]= -0,82 Y[m]= 3,71

Raggio del cerchio R[m]= 9,02

Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -6,27

Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 8,02

Larghezza della striscia dx[m]= 0,57

Coefficiente di sicurezza C= 1.31

Le strisce sono numerate da monte verso valle

Caratteristiche delle strisce

Striscia	W	$\alpha(^{\circ})$	Wsin α	b/cos α	ϕ	c	u
1	21,0290	72.09	20,0099	0,0182	29.26	0,000	0,000
2	36,5927	62.52	32,4630	0,0121	29.26	0,000	0,000
3	47,0520	55.39	38,7238	0,0099	29.26	0,000	0,000
4	55,1671	49.40	41,8878	0,0086	29.26	0,000	0,000

*Corridoio Plurimodale Tirrenico - Nord Europa / Itinerario Agrigento – Caltanissetta - A19 / S.S. n° 640 "di Porto Empedocle"
Ammodernamento e adeguamento alla Cat. B del D.M. 5.11.2001 dal km 44+000 allo svincolo con l'A19*

PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO

5	61,7922	44.09	42,9909	0,0078	29.26	0,000	0,000
6	59,1457	39.22	37,3950	0,0072	29.26	0,000	0,000
7	60,5772	34.67	34,4572	0,0068	29.26	0,000	0,000
8	64,5336	30.36	32,6153	0,0065	29.26	0,000	0,000
9	65,5811	26.23	28,9870	0,0062	29.26	0,000	0,000
10	66,1204	22.25	25,0343	0,0061	23.64	0,002	0,000
11	65,0841	18.38	20,5170	0,0059	20.89	0,003	0,000
12	62,7452	14.59	15,8033	0,0058	20.89	0,003	0,000
13	60,0305	10.87	11,3155	0,0057	20.89	0,003	0,000
14	62,9253	7.19	7,8738	0,0056	20.89	0,003	0,000
15	50,4752	3.54	3,1176	0,0056	20.89	0,003	0,000
16	22,3264	-0.09	-0,0357	0,0056	20.89	0,003	0,000
17	20,1757	-3.72	-1,3107	0,0056	20.89	0,003	0,000
18	18,7181	-7.37	-2,4021	0,0057	20.89	0,003	0,000
19	17,7319	-11.05	-3,3991	0,0057	20.89	0,003	0,000
20	16,3375	-14.78	-4,1671	0,0058	20.89	0,003	0,000
21	14,5160	-18.57	-4,6224	0,0059	20.89	0,003	0,000
22	12,2370	-22.45	-4,6723	0,0061	24.08	0,002	0,000
23	9,4230	-26.44	-4,1952	0,0063	29.26	0,000	0,000
24	6,0478	-30.57	-3,0759	0,0065	29.26	0,000	0,000
25	2,0514	-34.89	-1,1734	0,0068	29.26	0,000	0,000

$\Sigma W_i = 978,4163$ [kN]

$\Sigma W_i \sin \alpha_i = 364,1373$ [kN]

$\Sigma W_i \tan \phi_i = 465,1897$ [kN]

$\Sigma \tan \alpha_i \tan \phi_i = 5.25$

COMBINAZIONE n° 10

PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO

Valore della spinta statica	109,5581	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	100,5980	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	43,3938	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 2,70	[m]	Y = -2,56	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	23,33	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	56,32	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	209,4287	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 1,50	[m]	Y = -1,56	[m]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	100,5980	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	376,3224	[kN]
Resistenza passiva a valle del muro	-14,1333	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	376,3224	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	100,5980	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0,04	[m]
Lunghezza fondazione reagente	4,00	[m]
Risultante in fondazione	389,5363	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	14,97	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-16,9196	[kNm]
Carico ultimo della fondazione	2827,4365	[kN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	4,00	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	0,08774	[MPa]
Tensione terreno allo spigolo di monte	0,10043	[MPa]

Fattori per il calcolo della capacità portante

Coeff. capacità portante	$N_c = 26.09$	$N_q = 13.44$	$N_\gamma = 8.94$
Fattori forma	$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_\gamma = 1,00$

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

$N'_c = 26.09$	$N'_q = 13.44$	$N'_\gamma = 8.94$
----------------	----------------	--------------------

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	1.40
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	7.51

PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO

Sollecitazioni paramento

Combinazione n° 10

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 kNm

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN

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

Nr.	Y	N	M	T
1	0,00	0,0000	0,0000	0,0000
2	0,20	1,5000	0,0057	0,0853
3	0,40	3,0000	0,0455	0,3411
4	0,60	4,5000	0,1535	0,7675
5	0,80	6,0000	0,3639	1,3645
6	1,00	7,5000	0,7109	2,1384
7	1,20	9,0000	1,2368	3,1887
8	1,40	10,5000	2,0182	4,7089
9	1,60	12,0000	3,1486	6,6548
10	1,80	13,5000	4,7021	8,9341
11	1,80	23,7600	6,4936	10,9390
12	1,98	26,4873	8,7016	13,3819
13	2,16	29,2145	11,3715	16,0191
14	2,35	31,9418	14,5381	18,8435
15	2,53	34,6691	18,2347	21,8488
16	2,71	37,3964	22,4937	25,0296
17	2,89	40,1236	27,3467	28,3814
18	3,07	42,8509	32,8244	31,9004
19	3,25	45,5782	38,9568	35,5833
20	3,44	48,3055	45,7735	39,4275
21	3,62	51,0327	53,3037	43,4305
22	3,80	53,7600	61,5760	47,5910

Sollecitazioni fondazione di valle

PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO

Combinazione n° 10

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 kNm

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

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,0000	0,0000
2	0,10	0,3392	6,7894
3	0,20	1,3589	13,6106
4	0,30	3,0624	20,4635
5	0,40	5,4527	27,3481
6	0,50	8,5331	34,2644
7	0,60	12,3066	41,2125
8	0,70	16,7766	48,1923
9	0,80	21,9462	55,2038
10	0,90	27,8184	62,2470
11	1,00	34,3966	69,3220

Sollecitazioni fondazione di monte

Combinazione n° 10

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 kNm

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

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,0000	0,0000
2	0,24	-0,4794	-3,9036
3	0,48	-1,8299	-7,2590
4	0,72	-3,9198	-10,0662
5	0,96	-6,6178	-12,3253
6	1,20	-9,7921	-14,0361
7	1,44	-13,3113	-15,1989
8	1,68	-17,0437	-15,8134
9	1,92	-20,8579	-15,8798
10	2,16	-24,6279	-15,5223
11	2,40	-28,3211	-15,2842

PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO

Armature e tensioni nei materiali del muro

Combinazione n° 10

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 [MPa]
τ _c	tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [MPa]
σ _{fs}	tensione nell'armatura disposta sul lembo di monte in [MPa]
σ _{fi}	tensione nell'armatura disposta sul lembo di valle in [MPa]

Nr.	Y	B, H	A _{fs}	A _{fi}	σ _c	τ _c	σ _{fs}	σ _{fi}
1	0,00	100, 30	15,71	10,05	0,000	0,000	0,000	0,000
2	0,20	100, 30	15,71	10,05	0,005	0,000	-0,061	-0,073
3	0,40	100, 30	15,71	10,05	0,012	0,002	-0,101	-0,166
4	0,60	100, 30	15,71	10,05	0,023	0,003	-0,101	-0,303
5	0,80	100, 30	15,71	10,05	0,039	0,006	-0,035	-0,504
6	1,00	100, 30	15,71	10,05	0,068	0,010	0,263	-0,828
7	1,20	100, 30	15,71	10,05	0,117	0,014	1,082	-1,315
8	1,40	100, 30	15,71	10,05	0,189	0,021	2,670	-1,993
9	1,60	100, 30	15,71	10,05	0,293	0,030	5,263	-2,910
10	1,80	100, 30	15,71	10,05	0,434	0,040	9,053	-4,113
11	1,80	100, 60	15,71	10,05	0,168	0,023	2,209	-2,180
12	1,98	100, 60	15,71	10,05	0,228	0,028	3,930	-2,898
13	2,16	100, 60	15,71	10,05	0,301	0,034	6,271	-3,746
14	2,35	100, 60	15,71	10,05	0,387	0,040	9,262	-4,728
15	2,53	100, 60	15,71	10,05	0,486	0,046	12,931	-5,849
16	2,71	100, 60	15,71	10,05	0,600	0,053	17,311	-7,118
17	2,89	100, 60	15,71	10,05	0,728	0,060	22,435	-8,541
18	3,07	100, 60	15,71	10,05	0,873	0,067	28,339	-10,129
19	3,25	100, 60	15,71	10,05	1,033	0,075	35,056	-11,888
20	3,44	100, 60	15,71	10,05	1,211	0,083	42,622	-13,826
21	3,62	100, 60	15,71	10,05	1,407	0,091	51,071	-15,952
22	3,80	100, 60	15,71	10,05	1,622	0,100	60,439	-18,273

PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO

Armature e tensioni nei materiali della fondazione

Combinazione n° 10

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 [cm ²]
A_{fs}	area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [cm ²]
σ_c	tensione nel calcestruzzo espressa in [MPa]
τ_c	tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [MPa]
σ_{fi}	tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo inferiore in [MPa]
σ_{fs}	tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo superiore in [MPa]

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.	X	B, H	A_{fs}	A_{fi}	σ_c	τ_c	σ_{fi}	σ_{fs}
1	0,00	100, 80	15,71	10,05	0,000	0,000	0,000	0,000
2	0,10	100, 80	15,71	10,05	0,006	0,011	0,469	-0,062
3	0,20	100, 80	15,71	10,05	0,024	0,021	1,880	-0,247
4	0,30	100, 80	15,71	10,05	0,055	0,032	4,236	-0,556
5	0,40	100, 80	15,71	10,05	0,098	0,042	7,543	-0,990
6	0,50	100, 80	15,71	10,05	0,153	0,053	11,804	-1,549
7	0,60	100, 80	15,71	10,05	0,220	0,064	17,024	-2,234
8	0,70	100, 80	15,71	10,05	0,300	0,075	23,208	-3,046
9	0,80	100, 80	15,71	10,05	0,393	0,085	30,359	-3,984
10	0,90	100, 80	15,71	10,05	0,498	0,096	38,483	-5,050
11	1,00	100, 80	15,71	10,05	0,616	0,107	47,583	-6,245

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.	X	B, H	A_{fs}	A_{fi}	σ_c	τ_c	σ_{fi}	σ_{fs}
1	0,00	100, 80	15,71	10,05	0,000	0,000	0,000	0,000
2	0,24	100, 80	15,71	10,05	0,008	-0,006	-0,084	0,430
3	0,48	100, 80	15,71	10,05	0,029	-0,011	-0,321	1,643
4	0,72	100, 80	15,71	10,05	0,061	-0,016	-0,687	3,520
5	0,96	100, 80	15,71	10,05	0,104	-0,019	-1,160	5,942
6	1,20	100, 80	15,71	10,05	0,153	-0,022	-1,717	8,792
7	1,44	100, 80	15,71	10,05	0,208	-0,024	-2,333	11,952
8	1,68	100, 80	15,71	10,05	0,267	-0,024	-2,988	15,303
9	1,92	100, 80	15,71	10,05	0,327	-0,025	-3,656	18,728
10	2,16	100, 80	15,71	10,05	0,386	-0,024	-4,317	22,113
11	2,40	100, 80	15,71	10,05	0,444	-0,024	-4,965	25,429

PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO

Verifiche a fessurazione

Combinazione n° 10

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

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]
M_{pf}	Momento di prima fessurazione espressa in [kNm]
M	Momento agente nella sezione espressa in [kNm]
ϵ_m	deformazione media espressa in [%]
s_m	Distanza media tra le fessure espressa in [mm]
w	Apertura media della fessura espressa in [mm]

Verifica fessurazione paramento

N°	Y	A_{fs}	A_{fi}	M_{pf}	M	ϵ_m	s_m	w
1	0,00	15,71	10,05	-29,86	0,00	0,0000	0,00	0,000
2	0,20	15,71	10,05	-29,86	-0,01	0,0000	0,00	0,000
3	0,40	15,71	10,05	-29,86	-0,05	0,0000	0,00	0,000
4	0,60	15,71	10,05	-29,86	-0,15	0,0000	0,00	0,000
5	0,80	15,71	10,05	-29,86	-0,36	0,0000	0,00	0,000
6	1,00	15,71	10,05	-29,86	-0,71	0,0000	0,00	0,000
7	1,20	15,71	10,05	-29,86	-1,24	0,0000	0,00	0,000
8	1,40	15,71	10,05	-29,86	-2,02	0,0000	0,00	0,000
9	1,60	15,71	10,05	-29,86	-3,15	0,0000	0,00	0,000
10	1,80	15,71	10,05	-29,86	-4,70	0,0000	0,00	0,000
11	1,80	15,71	10,05	-113,80	-6,49	0,0000	0,00	0,000
12	1,98	15,71	10,05	-113,80	-8,70	0,0000	0,00	0,000
13	2,16	15,71	10,05	-113,80	-11,37	0,0000	0,00	0,000
14	2,35	15,71	10,05	-113,80	-14,54	0,0000	0,00	0,000
15	2,53	15,71	10,05	-113,80	-18,23	0,0000	0,00	0,000
16	2,71	15,71	10,05	-113,80	-22,49	0,0000	0,00	0,000
17	2,89	15,71	10,05	-113,80	-27,35	0,0000	0,00	0,000
18	3,07	15,71	10,05	-113,80	-32,82	0,0000	0,00	0,000
19	3,25	15,71	10,05	-113,80	-38,96	0,0000	0,00	0,000
20	3,44	15,71	10,05	-113,80	-45,77	0,0000	0,00	0,000
21	3,62	15,71	10,05	-113,80	-53,30	0,0000	0,00	0,000
22	3,80	15,71	10,05	-113,80	-61,58	0,0000	0,00	0,000

PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO

Verifica fessurazione fondazione

N°	Y	A _{fs}	A _{fi}	M _{pf}	M	ε _m	s _m	w
1	-1,30	15,71	10,05	-198,33	0,00	0,0000	0,00	0,000
2	-1,20	15,71	10,05	194,45	0,34	0,0000	0,00	0,000
3	-1,10	15,71	10,05	194,45	1,36	0,0000	0,00	0,000
4	-1,00	15,71	10,05	194,45	3,06	0,0000	0,00	0,000
5	-0,90	15,71	10,05	194,45	5,45	0,0000	0,00	0,000
6	-0,80	15,71	10,05	194,45	8,53	0,0000	0,00	0,000
7	-0,70	15,71	10,05	194,45	12,31	0,0000	0,00	0,000
8	-0,60	15,71	10,05	194,45	16,78	0,0000	0,00	0,000
9	-0,50	15,71	10,05	194,45	21,95	0,0000	0,00	0,000
10	-0,40	15,71	10,05	194,45	27,82	0,0000	0,00	0,000
11	-0,30	15,71	10,05	194,45	34,40	0,0000	0,00	0,000
12	0,30	15,71	10,05	-198,33	-28,32	0,0000	0,00	0,000
13	0,54	15,71	10,05	-198,33	-24,63	0,0000	0,00	0,000
14	0,78	15,71	10,05	-198,33	-20,86	0,0000	0,00	0,000
15	1,02	15,71	10,05	-198,33	-17,04	0,0000	0,00	0,000
16	1,26	15,71	10,05	-198,33	-13,31	0,0000	0,00	0,000
17	1,50	15,71	10,05	-198,33	-9,79	0,0000	0,00	0,000
18	1,74	15,71	10,05	-198,33	-6,62	0,0000	0,00	0,000
19	1,98	15,71	10,05	-198,33	-3,92	0,0000	0,00	0,000
20	2,22	15,71	10,05	-198,33	-1,83	0,0000	0,00	0,000
21	2,46	15,71	10,05	-198,33	-0,48	0,0000	0,00	0,000
22	2,70	15,71	10,05	-198,33	0,00	0,0000	0,00	0,000

COMBINAZIONE n° 11

Valore della spinta statica	109,5581	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	100,5980	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	43,3938	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 2,70	[m]	Y = -2,56	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	23,33	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	56,32	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	209,4287	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 1,50	[m]	Y = -1,56	[m]

PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	100,5980	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	376,3224	[kN]
Resistenza passiva a valle del muro	-14,1333	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	376,3224	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	100,5980	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0,04	[m]
Lunghezza fondazione reagente	4,00	[m]
Risultante in fondazione	389,5363	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	14,97	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-16,9196	[kNm]
Carico ultimo della fondazione	2827,4365	[kN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	4,00	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	0,08774	[MPa]
Tensione terreno allo spigolo di monte	0,10043	[MPa]

Fattori per il calcolo della capacità portante

Coeff. capacità portante	$N_c = 26.09$	$N_q = 13.44$	$N_\gamma = 8.94$
Fattori forma	$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_\gamma = 1,00$
I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.			
	$N'_c = 26.09$	$N'_q = 13.44$	$N'_\gamma = 8.94$

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	1.40
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	7.51

PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO

Sollecitazioni paramento

Combinazione n° 11

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 kNm

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN

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

Nr.	Y	N	M	T
1	0,00	0,0000	0,0000	0,0000
2	0,20	1,5000	0,0057	0,0853
3	0,40	3,0000	0,0455	0,3411
4	0,60	4,5000	0,1535	0,7675
5	0,80	6,0000	0,3639	1,3645
6	1,00	7,5000	0,7109	2,1384
7	1,20	9,0000	1,2368	3,1887
8	1,40	10,5000	2,0182	4,7089
9	1,60	12,0000	3,1486	6,6548
10	1,80	13,5000	4,7021	8,9341
11	1,80	23,7600	6,4936	10,9390
12	1,98	26,4873	8,7016	13,3819
13	2,16	29,2145	11,3715	16,0191
14	2,35	31,9418	14,5381	18,8435
15	2,53	34,6691	18,2347	21,8488
16	2,71	37,3964	22,4937	25,0296
17	2,89	40,1236	27,3467	28,3814
18	3,07	42,8509	32,8244	31,9004
19	3,25	45,5782	38,9568	35,5833
20	3,44	48,3055	45,7735	39,4275
21	3,62	51,0327	53,3037	43,4305
22	3,80	53,7600	61,5760	47,5910

Sollecitazioni fondazione di valle

Combinazione n° 11

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 kNm

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

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,0000	0,0000
2	0,10	0,3392	6,7894
3	0,20	1,3589	13,6106
4	0,30	3,0624	20,4635
5	0,40	5,4527	27,3481
6	0,50	8,5331	34,2644
7	0,60	12,3066	41,2125
8	0,70	16,7766	48,1923
9	0,80	21,9462	55,2038
10	0,90	27,8184	62,2470
11	1,00	34,3966	69,3220

Sollecitazioni fondazione di monte

Combinazione n° 11

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 kNm

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

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,0000	0,0000
2	0,24	-0,4794	-3,9036
3	0,48	-1,8299	-7,2590
4	0,72	-3,9198	-10,0662
5	0,96	-6,6178	-12,3253
6	1,20	-9,7921	-14,0361
7	1,44	-13,3113	-15,1989
8	1,68	-17,0437	-15,8134
9	1,92	-20,8579	-15,8798
10	2,16	-24,6279	-15,5223
11	2,40	-28,3211	-15,2842

Armature e tensioni nei materiali del muro

Combinazione n° 11

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 [MPa]
τ_c	tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [MPa]
σ_{fs}	tensione nell'armatura disposta sul lembo di monte in [MPa]
σ_{fi}	tensione nell'armatura disposta sul lembo di valle in [MPa]

Nr.	Y	B, H	A_{fs}	A_{fi}	σ_c	τ_c	σ_{fs}	σ_{fi}
1	0,00	100, 30	15,71	10,05	0,000	0,000	0,000	0,000
2	0,20	100, 30	15,71	10,05	0,005	0,000	-0,061	-0,073
3	0,40	100, 30	15,71	10,05	0,012	0,002	-0,101	-0,166
4	0,60	100, 30	15,71	10,05	0,023	0,003	-0,101	-0,303
5	0,80	100, 30	15,71	10,05	0,039	0,006	-0,035	-0,504
6	1,00	100, 30	15,71	10,05	0,068	0,010	0,263	-0,828
7	1,20	100, 30	15,71	10,05	0,117	0,014	1,082	-1,315
8	1,40	100, 30	15,71	10,05	0,189	0,021	2,670	-1,993
9	1,60	100, 30	15,71	10,05	0,293	0,030	5,263	-2,910
10	1,80	100, 30	15,71	10,05	0,434	0,040	9,053	-4,113
11	1,80	100, 60	15,71	10,05	0,168	0,023	2,209	-2,180
12	1,98	100, 60	15,71	10,05	0,228	0,028	3,930	-2,898
13	2,16	100, 60	15,71	10,05	0,301	0,034	6,271	-3,746
14	2,35	100, 60	15,71	10,05	0,387	0,040	9,262	-4,728
15	2,53	100, 60	15,71	10,05	0,486	0,046	12,931	-5,849
16	2,71	100, 60	15,71	10,05	0,600	0,053	17,311	-7,118
17	2,89	100, 60	15,71	10,05	0,728	0,060	22,435	-8,541
18	3,07	100, 60	15,71	10,05	0,873	0,067	28,339	-10,129
19	3,25	100, 60	15,71	10,05	1,033	0,075	35,056	-11,888
20	3,44	100, 60	15,71	10,05	1,211	0,083	42,622	-13,826
21	3,62	100, 60	15,71	10,05	1,407	0,091	51,071	-15,952
22	3,80	100, 60	15,71	10,05	1,622	0,100	60,439	-18,273

PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO

Armature e tensioni nei materiali della fondazione

Combinazione n° 11

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 [MPa]
τ _c	tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [MPa]
σ _{fi}	tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo inferiore in [MPa]
σ _{fs}	tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo superiore in [MPa]

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.	X	B, H	A _{fs}	A _{fi}	σ _c	τ _c	σ _{fi}	σ _{fs}
1	0,00	100, 80	15,71	10,05	0,000	0,000	0,000	0,000
2	0,10	100, 80	15,71	10,05	0,006	0,011	0,469	-0,062
3	0,20	100, 80	15,71	10,05	0,024	0,021	1,880	-0,247
4	0,30	100, 80	15,71	10,05	0,055	0,032	4,236	-0,556
5	0,40	100, 80	15,71	10,05	0,098	0,042	7,543	-0,990
6	0,50	100, 80	15,71	10,05	0,153	0,053	11,804	-1,549
7	0,60	100, 80	15,71	10,05	0,220	0,064	17,024	-2,234
8	0,70	100, 80	15,71	10,05	0,300	0,075	23,208	-3,046
9	0,80	100, 80	15,71	10,05	0,393	0,085	30,359	-3,984
10	0,90	100, 80	15,71	10,05	0,498	0,096	38,483	-5,050
11	1,00	100, 80	15,71	10,05	0,616	0,107	47,583	-6,245

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.	X	B, H	A _{fs}	A _{fi}	σ _c	τ _c	σ _{fi}	σ _{fs}
1	0,00	100, 80	15,71	10,05	0,000	0,000	0,000	0,000
2	0,24	100, 80	15,71	10,05	0,008	-0,006	-0,084	0,430
3	0,48	100, 80	15,71	10,05	0,029	-0,011	-0,321	1,643
4	0,72	100, 80	15,71	10,05	0,061	-0,016	-0,687	3,520
5	0,96	100, 80	15,71	10,05	0,104	-0,019	-1,160	5,942
6	1,20	100, 80	15,71	10,05	0,153	-0,022	-1,717	8,792
7	1,44	100, 80	15,71	10,05	0,208	-0,024	-2,333	11,952
8	1,68	100, 80	15,71	10,05	0,267	-0,024	-2,988	15,303
9	1,92	100, 80	15,71	10,05	0,327	-0,025	-3,656	18,728
10	2,16	100, 80	15,71	10,05	0,386	-0,024	-4,317	22,113
11	2,40	100, 80	15,71	10,05	0,444	-0,024	-4,965	25,429

PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO

Verifiche a fessurazione

Combinazione n° 11

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

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]
M_{pf}	Momento di prima fessurazione espressa in [kNm]
M	Momento agente nella sezione espressa in [kNm]
ϵ_m	deformazione media espressa in [%]
s_m	Distanza media tra le fessure espressa in [mm]
w	Apertura media della fessura espressa in [mm]

Verifica fessurazione paramento

N°	Y	A_{fs}	A_{fi}	M_{pf}	M	ϵ_m	s_m	w
1	0,00	15,71	10,05	-29,86	0,00	0,0000	0,00	0,000
2	0,20	15,71	10,05	-29,86	-0,01	0,0000	0,00	0,000
3	0,40	15,71	10,05	-29,86	-0,05	0,0000	0,00	0,000
4	0,60	15,71	10,05	-29,86	-0,15	0,0000	0,00	0,000
5	0,80	15,71	10,05	-29,86	-0,36	0,0000	0,00	0,000
6	1,00	15,71	10,05	-29,86	-0,71	0,0000	0,00	0,000
7	1,20	15,71	10,05	-29,86	-1,24	0,0000	0,00	0,000
8	1,40	15,71	10,05	-29,86	-2,02	0,0000	0,00	0,000
9	1,60	15,71	10,05	-29,86	-3,15	0,0000	0,00	0,000
10	1,80	15,71	10,05	-29,86	-4,70	0,0000	0,00	0,000
11	1,80	15,71	10,05	-113,80	-6,49	0,0000	0,00	0,000
12	1,98	15,71	10,05	-113,80	-8,70	0,0000	0,00	0,000
13	2,16	15,71	10,05	-113,80	-11,37	0,0000	0,00	0,000
14	2,35	15,71	10,05	-113,80	-14,54	0,0000	0,00	0,000
15	2,53	15,71	10,05	-113,80	-18,23	0,0000	0,00	0,000
16	2,71	15,71	10,05	-113,80	-22,49	0,0000	0,00	0,000
17	2,89	15,71	10,05	-113,80	-27,35	0,0000	0,00	0,000
18	3,07	15,71	10,05	-113,80	-32,82	0,0000	0,00	0,000
19	3,25	15,71	10,05	-113,80	-38,96	0,0000	0,00	0,000
20	3,44	15,71	10,05	-113,80	-45,77	0,0000	0,00	0,000
21	3,62	15,71	10,05	-113,80	-53,30	0,0000	0,00	0,000
22	3,80	15,71	10,05	-113,80	-61,58	0,0000	0,00	0,000

PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO

Verifica fessurazione fondazione

N°	Y	A _{fs}	A _{fi}	M _{pf}	M	ε _m	S _m	w
1	-1,30	15,71	10,05	-198,33	0,00	0,0000	0,00	0,000
2	-1,20	15,71	10,05	194,45	0,34	0,0000	0,00	0,000
3	-1,10	15,71	10,05	194,45	1,36	0,0000	0,00	0,000
4	-1,00	15,71	10,05	194,45	3,06	0,0000	0,00	0,000
5	-0,90	15,71	10,05	194,45	5,45	0,0000	0,00	0,000
6	-0,80	15,71	10,05	194,45	8,53	0,0000	0,00	0,000
7	-0,70	15,71	10,05	194,45	12,31	0,0000	0,00	0,000
8	-0,60	15,71	10,05	194,45	16,78	0,0000	0,00	0,000
9	-0,50	15,71	10,05	194,45	21,95	0,0000	0,00	0,000
10	-0,40	15,71	10,05	194,45	27,82	0,0000	0,00	0,000
11	-0,30	15,71	10,05	194,45	34,40	0,0000	0,00	0,000
12	0,30	15,71	10,05	-198,33	-28,32	0,0000	0,00	0,000
13	0,54	15,71	10,05	-198,33	-24,63	0,0000	0,00	0,000
14	0,78	15,71	10,05	-198,33	-20,86	0,0000	0,00	0,000
15	1,02	15,71	10,05	-198,33	-17,04	0,0000	0,00	0,000
16	1,26	15,71	10,05	-198,33	-13,31	0,0000	0,00	0,000
17	1,50	15,71	10,05	-198,33	-9,79	0,0000	0,00	0,000
18	1,74	15,71	10,05	-198,33	-6,62	0,0000	0,00	0,000
19	1,98	15,71	10,05	-198,33	-3,92	0,0000	0,00	0,000
20	2,22	15,71	10,05	-198,33	-1,83	0,0000	0,00	0,000
21	2,46	15,71	10,05	-198,33	-0,48	0,0000	0,00	0,000
22	2,70	15,71	10,05	-198,33	0,00	0,0000	0,00	0,000

COMBINAZIONE n° 12

Valore della spinta statica	109,5581	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	100,5980	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	43,3938	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 2,70	[m]	Y = -2,56	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	23,33	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	56,32	[°]		

Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	209,4287	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 1,50	[m]	Y = -1,56	[m]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	100,5980	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	376,3224	[kN]
Resistenza passiva a valle del muro	-14,1333	[kN]

PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO

Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	376,3224	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	100,5980	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0,04	[m]
Lunghezza fondazione reagente	4,00	[m]
Risultante in fondazione	389,5363	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	14,97	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-16,9196	[kNm]
Carico ultimo della fondazione	2827,4365	[kN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	4,00	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	0,08774	[MPa]
Tensione terreno allo spigolo di monte	0,10043	[MPa]

Fattori per il calcolo della capacità portante

Coeff. capacità portante	$N_c = 26.09$	$N_q = 13.44$	$N_\gamma = 8.94$
Fattori forma	$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_\gamma = 1,00$
I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.			
	$N'_c = 26.09$	$N'_q = 13.44$	$N'_\gamma = 8.94$

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	1.40
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	7.51

PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO

Sollecitazioni paramento

Combinazione n° 12

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 kNm

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN

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

Nr.	Y	N	M	T
1	0,00	0,0000	0,0000	0,0000
2	0,20	1,5000	0,0057	0,0853
3	0,40	3,0000	0,0455	0,3411
4	0,60	4,5000	0,1535	0,7675
5	0,80	6,0000	0,3639	1,3645
6	1,00	7,5000	0,7109	2,1384
7	1,20	9,0000	1,2368	3,1887
8	1,40	10,5000	2,0182	4,7089
9	1,60	12,0000	3,1486	6,6548
10	1,80	13,5000	4,7021	8,9341
11	1,80	23,7600	6,4936	10,9390
12	1,98	26,4873	8,7016	13,3819
13	2,16	29,2145	11,3715	16,0191
14	2,35	31,9418	14,5381	18,8435
15	2,53	34,6691	18,2347	21,8488
16	2,71	37,3964	22,4937	25,0296
17	2,89	40,1236	27,3467	28,3814
18	3,07	42,8509	32,8244	31,9004
19	3,25	45,5782	38,9568	35,5833
20	3,44	48,3055	45,7735	39,4275
21	3,62	51,0327	53,3037	43,4305
22	3,80	53,7600	61,5760	47,5910

Sollecitazioni fondazione di valle

PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO

Combinazione n° 12

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 kNm

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

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,0000	0,0000
2	0,10	0,3392	6,7894
3	0,20	1,3589	13,6106
4	0,30	3,0624	20,4635
5	0,40	5,4527	27,3481
6	0,50	8,5331	34,2644
7	0,60	12,3066	41,2125
8	0,70	16,7766	48,1923
9	0,80	21,9462	55,2038
10	0,90	27,8184	62,2470
11	1,00	34,3966	69,3220

Sollecitazioni fondazione di monte

Combinazione n° 12

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 kNm

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

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,0000	0,0000
2	0,24	-0,4794	-3,9036
3	0,48	-1,8299	-7,2590
4	0,72	-3,9198	-10,0662
5	0,96	-6,6178	-12,3253
6	1,20	-9,7921	-14,0361
7	1,44	-13,3113	-15,1989
8	1,68	-17,0437	-15,8134
9	1,92	-20,8579	-15,8798
10	2,16	-24,6279	-15,5223
11	2,40	-28,3211	-15,2842

Armature e tensioni nei materiali del muro

Combinazione n° 12

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 [MPa]
τ _c	tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [MPa]
σ _{fs}	tensione nell'armatura disposta sul lembo di monte in [MPa]
σ _{fi}	tensione nell'armatura disposta sul lembo di valle in [MPa]

Nr.	Y	B, H	A _{fs}	A _{fi}	σ _c	τ _c	σ _{fs}	σ _{fi}
1	0,00	100, 30	15,71	10,05	0,000	0,000	0,000	0,000
2	0,20	100, 30	15,71	10,05	0,005	0,000	-0,061	-0,073
3	0,40	100, 30	15,71	10,05	0,012	0,002	-0,101	-0,166
4	0,60	100, 30	15,71	10,05	0,023	0,003	-0,101	-0,303
5	0,80	100, 30	15,71	10,05	0,039	0,006	-0,035	-0,504
6	1,00	100, 30	15,71	10,05	0,068	0,010	0,263	-0,828
7	1,20	100, 30	15,71	10,05	0,117	0,014	1,082	-1,315
8	1,40	100, 30	15,71	10,05	0,189	0,021	2,670	-1,993
9	1,60	100, 30	15,71	10,05	0,293	0,030	5,263	-2,910
10	1,80	100, 30	15,71	10,05	0,434	0,040	9,053	-4,113
11	1,80	100, 60	15,71	10,05	0,168	0,023	2,209	-2,180
12	1,98	100, 60	15,71	10,05	0,228	0,028	3,930	-2,898
13	2,16	100, 60	15,71	10,05	0,301	0,034	6,271	-3,746
14	2,35	100, 60	15,71	10,05	0,387	0,040	9,262	-4,728
15	2,53	100, 60	15,71	10,05	0,486	0,046	12,931	-5,849
16	2,71	100, 60	15,71	10,05	0,600	0,053	17,311	-7,118
17	2,89	100, 60	15,71	10,05	0,728	0,060	22,435	-8,541
18	3,07	100, 60	15,71	10,05	0,873	0,067	28,339	-10,129
19	3,25	100, 60	15,71	10,05	1,033	0,075	35,056	-11,888
20	3,44	100, 60	15,71	10,05	1,211	0,083	42,622	-13,826
21	3,62	100, 60	15,71	10,05	1,407	0,091	51,071	-15,952
22	3,80	100, 60	15,71	10,05	1,622	0,100	60,439	-18,273

PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO

Armature e tensioni nei materiali della fondazione

Combinazione n° 12

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 [MPa]
τ _c	tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [MPa]
σ _{fi}	tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo inferiore in [MPa]
σ _{fs}	tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo superiore in [MPa]

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.	X	B, H	A _{fs}	A _{fi}	σ _c	τ _c	σ _{fi}	σ _{fs}
1	0,00	100, 80	15,71	10,05	0,000	0,000	0,000	0,000
2	0,10	100, 80	15,71	10,05	0,006	0,011	0,469	-0,062
3	0,20	100, 80	15,71	10,05	0,024	0,021	1,880	-0,247
4	0,30	100, 80	15,71	10,05	0,055	0,032	4,236	-0,556
5	0,40	100, 80	15,71	10,05	0,098	0,042	7,543	-0,990
6	0,50	100, 80	15,71	10,05	0,153	0,053	11,804	-1,549
7	0,60	100, 80	15,71	10,05	0,220	0,064	17,024	-2,234
8	0,70	100, 80	15,71	10,05	0,300	0,075	23,208	-3,046
9	0,80	100, 80	15,71	10,05	0,393	0,085	30,359	-3,984
10	0,90	100, 80	15,71	10,05	0,498	0,096	38,483	-5,050
11	1,00	100, 80	15,71	10,05	0,616	0,107	47,583	-6,245

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.	X	B, H	A _{fs}	A _{fi}	σ _c	τ _c	σ _{fi}	σ _{fs}
1	0,00	100, 80	15,71	10,05	0,000	0,000	0,000	0,000
2	0,24	100, 80	15,71	10,05	0,008	-0,006	-0,084	0,430
3	0,48	100, 80	15,71	10,05	0,029	-0,011	-0,321	1,643
4	0,72	100, 80	15,71	10,05	0,061	-0,016	-0,687	3,520
5	0,96	100, 80	15,71	10,05	0,104	-0,019	-1,160	5,942
6	1,20	100, 80	15,71	10,05	0,153	-0,022	-1,717	8,792
7	1,44	100, 80	15,71	10,05	0,208	-0,024	-2,333	11,952
8	1,68	100, 80	15,71	10,05	0,267	-0,024	-2,988	15,303
9	1,92	100, 80	15,71	10,05	0,327	-0,025	-3,656	18,728
10	2,16	100, 80	15,71	10,05	0,386	-0,024	-4,317	22,113
11	2,40	100, 80	15,71	10,05	0,444	-0,024	-4,965	25,429

PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO

Verifiche a fessurazione

Combinazione n° 12

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

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]
M_{pf}	Momento di prima fessurazione espressa in [kNm]
M	Momento agente nella sezione espressa in [kNm]
ϵ_m	deformazione media espressa in [%]
s_m	Distanza media tra le fessure espressa in [mm]
w	Apertura media della fessura espressa in [mm]

Verifica fessurazione paramento

N°	Y	A_{fs}	A_{fi}	M_{pf}	M	ϵ_m	s_m	w
1	0,00	15,71	10,05	-29,86	0,00	0,0000	0,00	0,000
2	0,20	15,71	10,05	-29,86	-0,01	0,0000	0,00	0,000
3	0,40	15,71	10,05	-29,86	-0,05	0,0000	0,00	0,000
4	0,60	15,71	10,05	-29,86	-0,15	0,0000	0,00	0,000
5	0,80	15,71	10,05	-29,86	-0,36	0,0000	0,00	0,000
6	1,00	15,71	10,05	-29,86	-0,71	0,0000	0,00	0,000
7	1,20	15,71	10,05	-29,86	-1,24	0,0000	0,00	0,000
8	1,40	15,71	10,05	-29,86	-2,02	0,0000	0,00	0,000
9	1,60	15,71	10,05	-29,86	-3,15	0,0000	0,00	0,000
10	1,80	15,71	10,05	-29,86	-4,70	0,0000	0,00	0,000
11	1,80	15,71	10,05	-113,80	-6,49	0,0000	0,00	0,000
12	1,98	15,71	10,05	-113,80	-8,70	0,0000	0,00	0,000
13	2,16	15,71	10,05	-113,80	-11,37	0,0000	0,00	0,000
14	2,35	15,71	10,05	-113,80	-14,54	0,0000	0,00	0,000
15	2,53	15,71	10,05	-113,80	-18,23	0,0000	0,00	0,000
16	2,71	15,71	10,05	-113,80	-22,49	0,0000	0,00	0,000
17	2,89	15,71	10,05	-113,80	-27,35	0,0000	0,00	0,000
18	3,07	15,71	10,05	-113,80	-32,82	0,0000	0,00	0,000
19	3,25	15,71	10,05	-113,80	-38,96	0,0000	0,00	0,000
20	3,44	15,71	10,05	-113,80	-45,77	0,0000	0,00	0,000
21	3,62	15,71	10,05	-113,80	-53,30	0,0000	0,00	0,000
22	3,80	15,71	10,05	-113,80	-61,58	0,0000	0,00	0,000

PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO

Verifica fessurazione fondazione

N°	Y	A_{fs}	A_{fi}	M_{pf}	M	ε_m	S_m	w
1	-1,30	15,71	10,05	-198,33	0,00	0,0000	0,00	0,000
2	-1,20	15,71	10,05	194,45	0,34	0,0000	0,00	0,000
3	-1,10	15,71	10,05	194,45	1,36	0,0000	0,00	0,000
4	-1,00	15,71	10,05	194,45	3,06	0,0000	0,00	0,000
5	-0,90	15,71	10,05	194,45	5,45	0,0000	0,00	0,000
6	-0,80	15,71	10,05	194,45	8,53	0,0000	0,00	0,000
7	-0,70	15,71	10,05	194,45	12,31	0,0000	0,00	0,000
8	-0,60	15,71	10,05	194,45	16,78	0,0000	0,00	0,000
9	-0,50	15,71	10,05	194,45	21,95	0,0000	0,00	0,000
10	-0,40	15,71	10,05	194,45	27,82	0,0000	0,00	0,000
11	-0,30	15,71	10,05	194,45	34,40	0,0000	0,00	0,000
12	0,30	15,71	10,05	-198,33	-28,32	0,0000	0,00	0,000
13	0,54	15,71	10,05	-198,33	-24,63	0,0000	0,00	0,000
14	0,78	15,71	10,05	-198,33	-20,86	0,0000	0,00	0,000
15	1,02	15,71	10,05	-198,33	-17,04	0,0000	0,00	0,000
16	1,26	15,71	10,05	-198,33	-13,31	0,0000	0,00	0,000
17	1,50	15,71	10,05	-198,33	-9,79	0,0000	0,00	0,000
18	1,74	15,71	10,05	-198,33	-6,62	0,0000	0,00	0,000
19	1,98	15,71	10,05	-198,33	-3,92	0,0000	0,00	0,000
20	2,22	15,71	10,05	-198,33	-1,83	0,0000	0,00	0,000
21	2,46	15,71	10,05	-198,33	-0,48	0,0000	0,00	0,000
22	2,70	15,71	10,05	-198,33	0,00	0,0000	0,00	0,000

Dichiarazioni secondo N.T.C. 2008 (punto 10.2)

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 14/01/2008.

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	10.10
Produttore	Aztec Informatica srl, Casole Bruzio (CS)
Utente	C.M.C. - Cooperativa Muratori & Cementisti di Ravenna
Licenza	AIU4163Y1

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.

Luogo e data

Il progettista

()
