



**STUDIO MACRI'
TECNICI ASSOCIATI**

Progetti integrati
d' Ingegneria
ed Architettura



esebi INGENGERIA
Studio Tecnico Associato Barra Ruzzon
Piazzale Carlo Alberto Dalla Chiesa n. 2
10064 Pinerolo TO

Ing. Renato BARRA

RECAPITI e - mail:
studiomacri@interfree.it
[pec: domenico.macri1@ingpec.eu](mailto:pec:domenico.macri1@ingpec.eu)

SEDE OPERATIVA ED
AMM.VA
Centro Lucrezia della Valle
Via Lucrezia della Valle n.19/40

88100 CATANZARO (CZ)

Tel. e Fax 0961 753475

COMUNE DI CARDINALE

(PROVINCIA DI CATANZARO)

PROGETTO ESECUTIVO

DATA:	A.T.P. (ASSOCIAZIONE TEMPORANEA TRA PROFESSIONISTI)	
DICEMBRE 2020	PROGETTISTI :	DIREZIONE LAVORI:
	ING. DOMENICO MACRI' - CAPOGRUPPO MANDATARIO	ING. DOMENICO MACRI'
	ING. RENATO BARRA - MANDANTE	
	ARCH. MADDALENA TROMBY - MANDANTE GIOVANE PROFESSIONISTA	

	TITOLO DEL PROGETTO:
	INTERVENTI DI SISTEMAZIONE DELLE PENDICI SOVRASTANTI IL CENTRO STORICO DEL COMUNE DI CARDINALE - CODICE CZ042A/10.

Prot. Dis.	Modifiche:	1
	Sostituisce il N.	2
	Sostituito dal N.	3
ALL. N.	Oggetto del Disegno:	
A7.7.2	FASCICOLO DEI CALCOLI - BRIGLIA in c.a. DONNELERIO	

SCALA:	ENTE APPALTANTE:
	AMMINISTRAZIONE COMUNALE DI CARDINALE.
	RESPONSABILE UTC - ING. S. LUPICA e-mail: ufficio.tecnico@comune.cardinale.cz.it

A TERMINI DI LEGGE - ART. 2578 DEL C.C. CI RISERVIAMO L'ESCLUSIVA PROPRIETA' DI QUESTO ELABORATO TECNICO, CON DIVIETO DI COPIARLO O RIPRODURLO SENZA IL NOSTRO CONSENSO SCRITTO

Progetto: Muro di sostegno-Briglia
Ditta:
Comune:
Progettista: Ing. Macrì- Ing. Barra
Direttore dei Lavori:
Impresa:

Normative di riferimento

- Legge nr. 1086 del 05/11/1971.
Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio, normale e precompresso ed a struttura metallica.
- Legge nr. 64 del 02/02/1974.
Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche.
- D.M. LL.PP. del 11/03/1988.
Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione.
- D.M. LL.PP. del 14/02/1992.
Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche.
- D.M. 9 Gennaio 1996
Norme Tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche
- D.M. 16 Gennaio 1996
Norme Tecniche relative ai 'Criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi'
- D.M. 16 Gennaio 1996
Norme Tecniche per le costruzioni in zone sismiche
- Circolare Ministero LL.PP. 15 Ottobre 1996 N. 252 AA.GG./S.T.C.
Istruzioni per l'applicazione delle Norme Tecniche di cui al D.M. 9 Gennaio 1996
- Circolare Ministero LL.PP. 10 Aprile 1997 N. 65/AA.GG.
Istruzioni per l'applicazione delle Norme Tecniche per le costruzioni in zone sismiche di cui al D.M. 16 Gennaio 1996
- Norme Tecniche per le Costruzioni 2018 (D.M. 17 Gennaio 2018)

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

Calcolo della spinta sul muro

Valori caratteristici e valori di calcolo

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

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

Metodo di Culmann

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

I passi del procedimento risolutivo sono i seguenti:

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

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

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

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

Spinta in presenza di sisma

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

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

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

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

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

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

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

Terreno a bassa permeabilità

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

Terreno a permeabilità elevata

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

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

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

dove il coefficiente A vale

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

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

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

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

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

$$F_{iH} = k_h W \quad F_{iV} = \pm k_v W$$

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

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

Verifica a ribaltamento

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

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

Deve quindi essere verificata la seguente disequaglianza

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

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

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

Verifica a scorrimento

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

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

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

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

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

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

Nel caso di fondazione con dente, viene calcolata la resistenza passiva sviluppata lungo il cuneo passante per lo spigolo inferiore del dente, inclinato dell'angolo p (rispetto all'orizzontale). Tale cuneo viene individuato attraverso un procedimento iterativo. In dipendenza della geometria della fondazione e del dente, dei parametri geotecnici del terreno e del carico risultante in fondazione, tale cuneo può avere forma triangolare o trapezoidale. Detta N la componente normale del carico agente sul piano di posa della fondazione, Q l'aliquota di carico gravante sul cuneo passivo, S_p la resistenza passiva, L_c l'ampiezza del cuneo e indicando con δ_f l'angolo d'attrito terreno-fondazione, con c_a l'adesione terreno-fondazione e con B_f la larghezza della fondazione reagente, la forza resistente può esprimersi come

$$F_r = (N - Q) \operatorname{tg} \delta_f + S_p + c_a L_r$$

con $L_r = B_f - L_c$

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

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

Verifica al carico limite

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

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

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

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

L'espressione del carico ultimo è data dalla relazione:

$$Q_u = c N_c d_c i_c + q N_q d_q i_q + 0.5 \gamma B N_\gamma d_\gamma i_\gamma$$

In questa espressione

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

I vari fattori che compaiono nella formula sono dati da:

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

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

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

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

Indichiamo con K_p il coefficiente di spinta passiva espresso da:

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

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

Fattori di profondità

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

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

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

Fattori di inclinazione

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

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

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

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

Verifica alla stabilità globale

La verifica alla stabilità globale del complesso muro+terreno deve fornire un coefficiente di sicurezza non inferiore a η_g

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

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

Si adotta per la verifica di stabilità globale il metodo di Bishop.

Il coefficiente di sicurezza nel metodo di Bishop si esprime secondo la seguente formula:

$$\eta = \frac{\sum_i \left(\frac{c_i b_i + (W_i - u_i b_i) \tan \phi_i}{m} \right)}{\sum_i W_i \sin \alpha_i}$$

dove il termine m è espresso da

$$m = \left(1 + \frac{\tan \phi_i \tan \alpha_i}{\eta} \right) \cos \alpha_i$$

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

L'espressione del coefficiente di sicurezza di Bishop contiene al secondo membro il termine m che è funzione di η . Quindi essa viene risolta per successive approssimazioni assumendo un valore iniziale per η da inserire nell'espressione di m ed iterare finquando il valore calcolato coincide con il valore assunto.

Normativa

N.T.C. 2018

Simbologia adottata

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

Coefficienti di partecipazione combinazioni statiche

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

<i>Carichi</i>	<i>Effetto</i>		<i>A1</i>	<i>A2</i>	<i>EQU</i>	<i>HYD</i>
Permanenti	Favorevole	$\gamma_{G\text{fav}}$	1,00	1,00	1,00	0,90
Permanenti	Sfavorevole	$\gamma_{Gs\text{fav}}$	1,30	1,00	1,30	1,10
Variabili	Favorevole	$\gamma_{Q\text{fav}}$	0,00	0,00	0,00	0,00
Variabili	Sfavorevole	$\gamma_{Qs\text{fav}}$	1,50	1,30	1,50	1,50

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

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

Coefficienti di partecipazione combinazioni sismiche

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

<i>Carichi</i>	<i>Effetto</i>		<i>A1</i>	<i>A2</i>	<i>EQU</i>	<i>HYD</i>
Permanenti	Favorevole	$\gamma_{G\text{fav}}$	1,00	1,00	1,00	0,90
Permanenti	Sfavorevole	$\gamma_{Gs\text{fav}}$	1,00	1,00	1,00	1,10
Variabili	Favorevole	$\gamma_{Q\text{fav}}$	0,00	0,00	0,00	0,00
Variabili	Sfavorevole	$\gamma_{Qs\text{fav}}$	1,00	1,00	1,00	1,50

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

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

FONDAZIONE SUPERFICIALE

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

<i>Verifica</i>	<i>Coefficienti parziali</i>		
	<i>R1</i>	<i>R2</i>	<i>R3</i>
Capacità portante della fondazione	1,00	1,00	1,40

Scorrimento	1,00	1,00	1,10
Resistenza del terreno a valle	1,00	1,00	1,40
Stabilità globale		1,10	

Geometria muro e fondazione

Descrizione	Muro a mensola in c.a.
Altezza del paramento	3,00 [m]
Spessore in sommità	0,40 [m]
Spessore all'attacco con la fondazione	0,40 [m]
Inclinazione paramento esterno	5,00 [°]
Inclinazione paramento interno	-5,00 [°]
Lunghezza del muro	3,70 [m]
<u>Fondazione</u>	
Lunghezza mensola fondazione di valle	3,00 [m]
Lunghezza mensola fondazione di monte	0,70 [m]
Lunghezza totale fondazione	4,10 [m]
Inclinazione piano di posa della fondazione	1,00 [°]
Spessore fondazione	0,40 [m]
Spessore magrone	0,15 [m]
Altezza dello sperone di fondazione	2,00 [m]
Spessore dello sperone di fondazione	0,40 [m]
<u>Contrafforti</u>	
Altezza contrafforti	3,00 [m]
Spessore contrafforti	0,30 [m]
Larghezza in sommità	2,00 [m]
Larghezza alla base	3,00 [m]
Interasse contrafforti	2,80 [m]
Numero contrafforti	2
Posizione :	Valle
Disposizione :	Sfalsati

Materiali utilizzati per la struttura

Calcestruzzo

Peso specifico	2500,0 [kg/mc]
Classe di Resistenza	C20/25
Resistenza caratteristica a compressione R_{ck}	254,9 [kg/cm ²]
Modulo elastico E	307953,37 [kg/cm ²]

Acciaio

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

Geometria profilo terreno a monte del muro

Simbologia adottata e sistema di riferimento

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

N numero ordine del punto

X ascissa del punto espressa in [m]

Y ordinata del punto espressa in [m]

A inclinazione del tratto espressa in [°]

N	X	Y	A
1	5,00	0,00	0,00

Terreno a valle del muro

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

Descrizione terreni

Simbologia adottata

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

Descrizione	γ	γ_s	ϕ	δ	c	c_a
Terreno 1	1800	2000	34.00	22.67	0,000	0,000
Terreno 2	1900	2000	34.00	22.67	0,000	0,000

Stratigrafia

Simbologia adottata

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

Nr.	H	a	K_w	K_s	Terreno
1	3,00	0,00	0,00	0,00	Terreno 1
2	5,00	0,00	1,06	0,00	Terreno 2

Condizioni di carico

Simbologia e convenzioni di segno adottate

Carichi verticali positivi verso il basso.

Carichi orizzontali positivi verso sinistra.

Momento positivo senso antiorario.

X Ascissa del punto di applicazione del carico concentrato espressa in [m]

F_x Componente orizzontale del carico concentrato espressa in [kg]

F_y Componente verticale del carico concentrato espressa in [kg]

M Momento espresso in [kgm]

X_i Ascissa del punto iniziale del carico ripartito espressa in [m]

X_f Ascissa del punto finale del carico ripartito espressa in [m]

Q_i Intensità del carico per $x=X_i$ espressa in [kg/m]

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

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

Condizione n° 1 (Condizione 1)

D	Profilo	$X_i=0,00$	$X_f=4,00$	$Q_i=1000,00$	$Q_f=1000,00$
---	---------	------------	------------	---------------	---------------

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 A1-M1 (STR)

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

Combinazione n° 3 - Caso A1-M1 (STR)

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

Combinazione n° 4 - Caso A1-M1 (STR)

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1,30	1,00	1,30
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° 5 - Caso EQU (SLU)

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

Combinazione n° 6 - 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° 7 - 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° 8 - 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

Combinazione n° 9 - 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° 10 - 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° 11 - 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° 12 - 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

Combinazione n° 13 - 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

Combinazione n° 14 - 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° 15 - 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

Impostazioni di analisi

Metodo verifica sezioni

Stato limite

Impostazioni verifiche SLU

Coefficienti parziali per resistenze di calcolo dei materiali

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

Impostazioni verifiche SLE

Condizioni ambientali	Ordinarie
Armatura ad aderenza migliorata	

Verifica fessurazione

Sensibilità delle armature	Poco sensibile
Valori limite delle aperture delle fessure	$w_1 = 0.20$ $w_2 = 0.30$ $w_3 = 0.40$
Metodo di calcolo aperture delle fessure	Circ. Min. 252 (15/10/1996)
<u>Verifica delle tensioni</u>	
Combinazione di carico	Rara $\sigma_c < 0.60 f_{ck}$ - $\sigma_f < 0.80 f_{yk}$ Quasi permanente $\sigma_c < 0.45 f_{ck}$

Calcolo della portanza metodo di Meyerhof

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

Impostazioni avanzate

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

Quadro riassuntivo coeff. di sicurezza calcolati

Simbologia adottata

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

C	Tipo	Sisma	CS_{sco}	CS_{rib}	CS_{qlim}	CS_{stab}
1	A1-M1 - [1]	--	2,56	--	13,45	--
2	A1-M1 - [1]	--	3,11	--	12,92	--
3	A1-M1 - [1]	--	2,67	--	12,86	--
4	A1-M1 - [1]	--	3,00	--	13,52	--
5	EQU - [1]	--	--	8,88	--	--
6	STAB - [1]	--	--	--	--	1,45
7	A1-M1 - [2]	Orizzontale + Verticale negativo	1,74	--	9,30	--
8	A1-M1 - [2]	Orizzontale + Verticale positivo	1,78	--	8,98	--
9	EQU - [2]	Orizzontale + Verticale negativo	--	3,99	--	--
10	EQU - [2]	Orizzontale + Verticale positivo	--	5,66	--	--
11	STAB - [2]	Orizzontale + Verticale positivo	--	--	--	1,46
12	STAB - [2]	Orizzontale + Verticale negativo	--	--	--	1,42
13	SLER - [1]	--	3,32	--	16,79	--
14	SLEF - [1]	--	3,32	--	16,79	--
15	SLEQ - [1]	--	3,32	--	16,79	--

Analisi della spinta e verifiche

Sistema di riferimento adottato per le coordinate :

Origine in testa al muro (spigolo di monte)

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

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

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

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

Calcolo riferito ad 1 metro di muro

Tipo di analisi

Calcolo della spinta

Calcolo del carico limite

Calcolo della stabilità globale

Calcolo della spinta in condizioni di

metodo di Culmann

metodo di Meyerhof

metodo di Bishop

Spinta attiva

Sisma

Identificazione del sito

Latitudine

38.650988

Longitudine

16.385720

Comune

Cardinale

Provincia

Catanzaro

Regione

Calabria

Punti di interpolazione del reticolo

42780 - 42781 - 42559 - 42558

Tipo di opera

Tipo di costruzione

Opera ordinaria

Vita nominale

50 anni

Classe d'uso

III - Affollamenti significativi e industrie non

pericolose

Vita di riferimento

75 anni

Combinazioni SLU

Accelerazione al suolo a_g

2.67 [m/s²]

Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (S)

1.13

Coefficiente di amplificazione topografica (St)

1.20

Coefficiente riduzione (β_m)

0.31

Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale

0.50

Coefficiente di intensità sismica orizzontale (percento)

$k_h = (a_g/g * \beta_m * St * S) = 11.48$

Coefficiente di intensità sismica verticale (percento)

$k_v = 0.50 * k_h = 5.74$

Combinazioni SLE

Accelerazione al suolo a_g

0.97 [m/s²]

Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (S)

1.20

Coefficiente di amplificazione topografica (St)

1.20

Coefficiente riduzione (β_m)

0.18

Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale

0.50

Coefficiente di intensità sismica orizzontale (percento)

$k_h = (a_g/g * \beta_m * St * S) = 2.57$

Coefficiente di intensità sismica verticale (percento)

$k_v = 0.50 * k_h = 1.28$

Forma diagramma incremento sismico

Stessa forma diagramma statico

Partecipazione spinta passiva (percento)

0,0

Lunghezza del muro

3,70 [m]

Peso muro 9106,37 [kg]
 Baricentro del muro X=-1,60 Y=-2,89

Superficie di spinta

Punto inferiore superficie di spinta X = 0,44 Y = -3,42
 Punto superiore superficie di spinta X = 0,44 Y = 0,00
 Altezza della superficie di spinta 3,42 [m]
 Inclinazione superficie di spinta(rispetto alla verticale) 0,00 [°]

COMBINAZIONE n° 7

Valore della spinta statica 3544,43 [kg]
 Componente orizzontale della spinta statica 3270,67 [kg]
 Componente verticale della spinta statica 1365,92 [kg]
 Punto d'applicazione della spinta X = 0,44 [m] Y = -2,14 [m]
 Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie 22,67 [°]
 Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche 58,35 [°]

Incremento sismico della spinta 831,47 [kg]
 Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta X = 0,44 [m] Y = -2,14 [m]
 Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche 52,10 [°]

Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte 3522,37 [kg]
 Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte X = 0,15 [m] Y = -1,62 [m]
 Numero contrafforti 2
 Peso del singolo contrafforte 5590,88 [kg]
 Peso del contrafforte riferito ad un metro di muro 3022,10 [kg]
 Baricentro contrafforte X = -1,80 [m] Y = -1,59 [m]
 Inerzia del muro 1045,26 [kg]
 Inerzia verticale del muro -522,63 [kg]
 Inerzia del terrapieno fondazione di monte 404,31 [kg]
 Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte -202,16 [kg]
 Inerzia del singolo contrafforte 641,74 [kg]
 Inerzia del contrafforte riferita ad un metro di muro 346,89 [kg]
 Inerzia verticale del singolo contrafforte -320,87 [kg]
 Inerzia verticale del contrafforte riferita ad un metro di muro -173,44 [kg]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale 5834,38 [kg]
 Risultante dei carichi applicati in dir. verticale 16438,94 [kg]
 Resistenza passiva dente di fondazione -2748,25 [kg]
 Sforzo normale sul piano di posa della fondazione 16538,26 [kg]
 Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione 5546,59 [kg]
 Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione -0,12 [m]
 Lunghezza fondazione reagente 4,10 [m]
 Risultante in fondazione 17443,58 [kg]
 Inclinazione della risultante (rispetto alla normale) 18,54 [°]
 Momento rispetto al baricentro della fondazione -2015,38 [kgm]
 Carico ultimo della fondazione 153886,70 [kg]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente 4,10 [m]
 Tensione terreno allo spigolo di valle 0,3314 [kg/cm²]
 Tensione terreno allo spigolo di monte 0,4753 [kg/cm²]

Fattori per il calcolo della capacità portante

Coeff. capacità portante N_c = 42.16

N_q = 29.44

N_γ = 31.15

Fattori forma	$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_\gamma = 1,00$
Fattori inclinazione	$i_c = 0,63$	$i_q = 0,63$	$i_\gamma = 0,21$
Fattori profondità	$d_c = 1,04$	$d_q = 1,02$	$d_\gamma = 1,02$

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

$$N'_c = 27.56$$

$$N'_q = 18.90$$

$$N'_\gamma = 6.56$$

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento

1.74

Coefficiente di sicurezza a carico ultimo

9.30

Involuppo sollecitazioni piastra paramento

Combinazione n° 7

Dimensioni della piastra

Larghezza(m) = 3.70 Altezza(m) = 3.01

Origine all'attacco con la fondazione all'estremità sinistra del muro

Ascissa X positiva verso destra espressa in [m]

Ordinata Y positiva verso l'alto espressa in [m]

I momenti positivi tendono le fibre contro terra

Momento espresso in [kgm]

Taglio e Sforzo Normale espressi in [kg]

Sollecitazioni in direzione Y

Nr.	Y	M _{ymin}	M _{ymax}	T _{ymin}	T _{ymax}	N
1	0,00	-384,79	886,24	-2225,88	667,82	3006,97
2	0,10	-219,99	674,83	-2051,59	801,74	2906,74
3	0,20	-142,65	496,94	-1797,88	572,20	2806,51
4	0,30	-95,29	349,04	-1563,79	443,64	2706,27
5	0,40	-62,10	227,43	-1352,76	362,78	2606,04
6	0,50	-37,24	128,71	-1160,56	307,85	2505,81
7	0,60	-17,66	49,86	-986,21	267,61	2405,58
8	0,70	-12,62	9,41	-839,81	231,89	2305,34
9	0,80	-59,90	12,60	-712,01	200,02	2205,11
10	0,90	-95,45	22,02	-597,22	171,74	2104,88
11	1,00	-120,93	30,69	-497,65	142,87	2004,65
12	1,10	-138,19	37,51	-408,47	115,32	1904,42
13	1,20	-148,58	42,81	-328,64	90,91	1804,18
14	1,30	-153,39	46,72	-260,33	66,34	1703,95
15	1,40	-153,81	49,29	-198,82	42,94	1603,72
16	1,50	-150,62	50,81	-143,26	23,28	1503,49
17	1,60	-144,58	51,42	-94,90	4,10	1403,25
18	1,70	-136,45	51,16	-58,47	0,00	1303,02
19	1,80	-126,61	50,35	-68,00	6,91	1202,79
20	1,90	-115,54	49,02	-75,03	21,58	1102,56
21	2,00	-103,71	47,27	-78,83	48,78	1002,32
22	2,10	-91,31	45,37	-79,60	73,58	902,09
23	2,21	-78,65	43,31	-78,08	88,70	801,86
24	2,31	-66,10	41,16	-73,36	98,55	701,63
25	2,41	-53,77	39,08	-65,67	104,79	601,39
26	2,51	-41,93	36,90	-56,12	104,47	501,16
27	2,61	-30,95	34,37	-44,64	100,35	400,93
28	2,71	-20,96	31,16	-47,44	93,09	300,70
29	2,81	-12,28	26,30	-68,63	79,43	200,46
30	2,91	-5,34	18,09	-110,37	61,56	100,23
31	3,01	-0,81	0,00	-87,10	39,75	0,00

Sollecitazioni in direzione X

Nr.	X	M _{xmin}	M _{xmax}	T _{xmin}	T _{xmax}
1	0,00	-11,63	0,00	-655,60	0,00
2	0,30	-12,26	106,79	-787,07	0,00
3	0,45	0,00	208,55	-824,55	1168,10
4	0,60	-1,11	67,81	-896,97	1004,42
5	0,81	-124,97	0,00	-943,61	779,18
6	1,02	-240,71	0,00	-825,69	606,74
7	1,23	-332,39	0,00	-655,10	445,99
8	1,43	-398,46	0,00	-471,04	297,85

9	1,64	-438,20	0,00	-283,08	164,87
10	1,85	-451,40	0,00	-94,43	94,43
11	2,06	-438,20	0,00	-164,87	283,08
12	2,27	-398,46	0,00	-297,85	471,04
13	2,48	-332,39	0,00	-445,99	655,10
14	2,68	-240,71	0,00	-606,74	825,69
15	2,89	-124,97	0,00	-779,18	943,61
16	3,10	-1,11	67,81	-1004,42	896,97
17	3,25	0,00	208,55	-1168,10	824,55
18	3,40	-12,26	106,79	0,00	787,07
19	3,70	-11,63	0,00	0,00	655,60

Inviluppo sollecitazioni piastra di fondazione

Combinazione n° 7

Dimensioni della piastra

Larghezza(m) = 3.70 Altezza(m) = 4.10

Origine all'attacco con il muro all'estremità sinistra del muro

Ascissa X positiva verso destra

Ordinata Y positiva dall'attacco con il muro verso l'estremo libero

I momenti negativi tendono le fibre superiori

Sollecitazioni in direzione Y

Nr.	Y	M _{ymin}	M _{ymax}	T _{ymin}	T _{ymax}
1	0,00	0,00	6,39	-8,64	645,56
2	0,14	-10,16	35,29	-381,72	842,22
3	0,27	-18,47	32,68	-861,01	638,60
4	0,41	-99,44	29,91	-905,89	743,52
5	0,55	-190,81	38,96	-960,43	670,09
6	0,68	-274,48	50,82	-784,21	625,61
7	0,82	-339,44	72,68	-618,98	515,00
8	0,95	-389,35	93,70	-463,28	401,42
9	1,09	-426,45	110,22	-300,02	300,48
10	1,23	-451,80	121,44	-139,75	206,80
11	1,36	-466,00	126,71	0,00	240,48
12	1,50	-468,47	126,32	-85,06	416,73
13	1,64	-457,28	120,19	-170,12	614,18
14	1,77	-429,69	107,65	-255,35	824,19
15	1,91	-380,96	88,76	-344,51	1067,28
16	2,05	-305,45	62,89	-441,11	1335,64
17	2,18	-195,14	29,97	-528,09	1650,51
18	2,32	-41,08	0,03	-598,96	2004,64
19	2,45	-66,07	169,77	-696,13	2435,93
20	2,59	-136,10	448,16	-842,73	2963,82
21	2,73	-236,95	811,57	-1113,79	3556,02
22	2,86	-407,59	1277,54	-1680,77	4230,23
23	3,00	-815,71	1865,67	-1357,50	4682,25
24	3,40	-545,28	0,00	-795,59	0,00
25	3,54	-409,26	0,00	-1209,10	0,00
26	3,68	-241,53	0,00	-1203,79	0,00
27	3,82	-104,41	0,00	-801,45	0,00
28	3,96	-24,50	0,00	-394,28	0,00
29	4,10	0,00	4,63	-18,37	0,00

Sollecitazioni in direzione X

Nr.	X	M _{xmin}	M _{xmax}	T _{xmin}	T _{xmax}
1	0,00	-25,08	27,52	-18,62	1189,40

2	0,30	-22,11	284,82	-1451,33	1472,64
3	0,45	-346,68	555,52	-2973,76	1704,66
4	0,60	-132,23	204,52	-2563,03	1787,27
5	0,88	-306,25	1,97	-1806,72	1903,42
6	1,16	-568,10	0,41	-1244,21	1575,46
7	1,43	-724,39	0,00	-854,02	1081,53
8	1,71	-796,39	0,00	-585,93	546,32
9	1,99	-796,39	0,00	-546,32	585,93
10	2,27	-724,39	0,00	-1081,53	854,02
11	2,54	-568,10	0,41	-1575,46	1244,21
12	2,82	-306,25	1,97	-1903,42	1806,72
13	3,10	-132,23	204,52	-1787,27	2563,03
14	3,25	-346,68	555,52	-1704,66	2973,76
15	3,40	-22,11	284,82	-1472,64	1451,33
16	3,70	-25,08	27,52	-1189,40	18,62

Sollecitazioni contrafforte

Combinazione n° 7

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

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

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in [kg]

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

Nr.	Y	M	T	N
1	0,00	0,00	0,00	0,00
2	0,10	5,89	176,99	151,63
3	0,20	24,54	304,92	305,81
4	0,30	56,05	434,59	462,55
5	0,40	100,61	568,19	621,84
6	0,50	158,63	707,15	783,70
7	0,60	230,67	852,82	948,10
8	0,70	317,42	1005,77	1115,07
9	0,80	419,61	1165,90	1284,59
10	0,90	537,99	1333,54	1456,67
11	1,00	673,33	1508,54	1631,30
12	1,10	826,36	1690,29	1808,49
13	1,20	997,79	1878,70	1988,23
14	1,30	1188,31	2073,21	2170,53
15	1,40	1398,52	2272,81	2355,39
16	1,50	1628,96	2476,95	2542,81
17	1,60	1880,10	2684,58	2732,78
18	1,70	2152,31	2894,13	2925,30
19	1,80	2445,78	3104,40	3120,39
20	1,90	2760,62	3313,62	3318,03
21	2,00	3096,72	3519,39	3518,22
22	2,10	3453,76	3719,63	3720,97
23	2,21	3831,20	3911,66	3926,28
24	2,31	4228,23	4092,24	4134,15
25	2,41	4643,72	4258,75	4344,57
26	2,51	5076,27	4408,62	4557,54
27	2,61	5524,23	4539,87	4773,08
28	2,71	5985,72	4652,07	4991,17
29	2,81	6458,89	4741,06	5211,81
30	2,91	6941,68	4782,04	5435,01
31	3,01	7428,69	4807,95	5660,77

Armature e tensioni nei materiali del muro

Combinazione n° 7

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

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

Nr.	Y	B, H	A _{fs}	A _{fi}	N _u	M _u	CS	V _{Rd}	V _{Rcd}	V _{Rsd}
1	0,00	100, 40	10,05	10,05	0	13591	1000,00	13909	--	--
2	0,30	100, 40	10,05	10,05	304379	-31545	1012,24	13950	--	--
3	0,60	100, 40	10,05	10,05	330468	29547	549,50	13990	--	--
4	0,90	100, 40	10,05	10,05	308747	31252	342,26	14031	--	--
5	1,20	100, 40	10,05	10,05	301498	31738	250,67	14072	--	--
6	1,50	100, 40	10,05	10,05	310585	31114	206,58	14112	--	--
7	1,80	100, 40	10,05	10,05	344563	28375	190,98	14153	--	--
8	2,10	100, 40	10,05	10,05	427294	19377	203,00	14193	--	--
9	2,41	100, 40	10,05	10,05	448489	-9296	186,44	14234	--	--
10	2,71	100, 40	10,05	10,05	264353	-34094	97,68	14275	--	--
11	3,01	100, 40	10,05	10,05	94680	34012	31,49	14315	--	--

Armature e tensioni nei materiali della fondazione

Combinazione n° 7

Simbologia adottata

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

Fondazione di valle

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

Nr.	Y	B, H	A _{fs}	A _{fi}	N _u	M _u	CS	V _{Rd}	V _{Rcd}	V _{Rsd}
1	0,14	100, 40	18,10	10,05	0	-23928	384,33	16920	--	--
2	0,55	100, 40	10,05	10,05	0	-13591	71,23	13909	--	--
3	0,95	100, 40	10,05	10,05	0	-13591	34,91	13909	--	--
4	1,36	100, 40	10,05	10,05	0	-13591	29,17	13909	--	--
5	1,77	100, 40	10,05	10,05	0	-13591	31,63	13909	--	--
6	2,18	100, 40	10,05	10,05	0	-13591	69,65	13909	--	--
7	2,59	100, 40	10,05	10,05	0	-13591	30,33	13909	--	--
8	3,00	100, 40	10,05	10,05	0	-13591	7,29	13909	--	--

Fondazione di monte

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

Nr.	Y	B, H	A _{fs}	A _{fi}	N _u	M _u	CS	V _{Rd}	V _{Rcd}	V _{Rsd}
1	0,28	100, 40	10,05	10,05	0	-13591	130,17	13909	--	--
2	0,70	100, 40	10,05	10,05	0	-13591	24,93	16920	--	--

Verifica sperone di fondazione

Base sezione B= 100 cm Altezza sezione H=40 [cm]

A_{fi}=8,04 [cmq] A_{fs}=8,04 [cmq]

Sollecitazioni M=7783,1 [kgm] T=5834,4 [kg]

Momento ultimo sezione M_u = 10967,73 [kgm]

Coeff.sicurezza sezione = 1,41

Armature e tensioni piastre

Combinazione n° 7

X	ascissa sezione espressa in [m]
A _{fs}	area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [cmq]
A _{fi}	area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [cmq]
N _u	sforzo normale ultimo espresso in [kg]
M _u	momento ultimo espresso in [kgm]
CS	coefficiente sicurezza sezione

Piastra paramento

Nr.	X	A _{fs}	A _{fi}	N _u	M _u	CS
1	-1,85	10,05	10,05	0	13591	1000,00
2	-1,55	10,05	10,05	0	13591	127,28
3	-1,40	10,05	10,05	0	-13591	65,17
4	-1,25	10,05	10,05	0	13591	200,43
5	-1,04	10,05	10,05	0	13591	108,76
6	-0,83	10,05	10,05	0	13591	56,47
7	-0,62	10,05	10,05	0	13591	40,89
8	-0,42	10,05	10,05	0	13591	34,11
9	-0,21	10,05	10,05	0	13591	31,02
10	0,00	10,05	10,05	0	13591	30,11
11	0,21	10,05	10,05	0	13591	31,02
12	0,42	10,05	10,05	0	13591	34,11
13	0,63	10,05	10,05	0	13591	40,89
14	0,83	10,05	10,05	0	13591	56,47
15	1,04	10,05	10,05	0	13591	108,76
16	1,25	10,05	10,05	0	13591	200,43
17	1,40	10,05	10,05	0	-13591	65,17
18	1,55	10,05	10,05	0	13591	127,28
19	1,85	10,05	10,05	0	13591	1000,00

Piastra fondazione monte

Nr.	X	A _{fs}	A _{fi}	N _u	M _u	CS
1	-1,85	10,05	10,05	0	-13591	684,33
2	-1,55	10,05	10,05	0	13591	1000,00
3	-1,40	10,05	10,05	0	-13591	1000,00
4	-1,25	10,05	10,05	0	13591	1000,00
5	-0,97	10,05	10,05	0	13591	1000,00
6	-0,69	10,05	10,05	0	-13591	1000,00
7	-0,42	10,05	10,05	0	-13591	1000,00
8	-0,14	10,05	10,05	0	-13591	1000,00
9	0,14	10,05	10,05	0	-13591	1000,00
10	0,42	10,05	10,05	0	-13591	1000,00
11	0,69	10,05	10,05	0	-13591	1000,00
12	0,97	10,05	10,05	0	13591	1000,00
13	1,25	10,05	10,05	0	13591	1000,00
14	1,40	10,05	10,05	0	-13591	1000,00
15	1,55	10,05	10,05	0	13591	1000,00
16	1,85	10,05	10,05	0	-13591	684,33

Piastra fondazione valle

Nr.	X	A _{fs}	A _{fi}	N _u	M _u	CS
1	-1,85	10,05	10,05	0	13591	493,79
2	-1,55	10,05	10,05	0	-13591	47,72
3	-1,40	10,05	10,05	0	-13591	24,47
4	-1,25	10,05	10,05	0	-13591	66,46
5	-0,97	10,05	10,05	0	-13591	44,38
6	-0,69	10,05	10,05	0	-13591	23,92
7	-0,42	10,05	10,05	0	-13591	18,76
8	-0,14	10,05	10,05	0	-13591	17,07
9	0,14	10,05	10,05	0	-13591	17,07
10	0,42	10,05	10,05	0	-13591	18,76
11	0,69	10,05	10,05	0	-13591	23,92
12	0,97	10,05	10,05	0	-13591	44,38

13	1,25	10,05	10,05	0	-13591	66,46
14	1,40	10,05	10,05	0	-13591	24,47
15	1,55	10,05	10,05	0	-13591	47,72
16	1,85	10,05	10,05	0	13591	493,79

Armature e tensioni nei materiali del contrafforte

Combinazione n° 7

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

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

Nr.	Y	B, H	A _{fs}	A _{fi}	N _u	M _u	CS	V _{Rcd}	V _{Rsd}
1	0,00	30, 240	10,05	10,05	0	0	1000,00	134413	243848
2	0,10	30, 243	10,05	10,05	1001290	-38886	6603,65	136372	247362
3	0,20	30, 247	10,05	10,05	1001210	-80341	3273,97	138333	250876
4	0,30	30, 250	10,05	10,05	1001539	-121359	2165,26	140293	254389
5	0,40	30, 254	10,05	10,05	1002209	-162147	1611,67	142254	257903
6	0,50	30, 257	10,05	10,05	1003128	-203050	1280,00	144216	261416
7	0,60	30, 260	10,05	10,05	1004224	-244328	1059,19	146178	264930
8	0,70	30, 264	10,05	10,05	1005441	-286211	901,69	148140	268443
9	0,80	30, 267	10,05	10,05	1003938	-327939	781,52	150103	271957
10	0,90	30, 271	10,05	10,05	980129	-361994	672,86	152066	275470
11	1,00	30, 274	10,05	10,05	958158	-395485	587,36	154029	278984
12	1,10	30, 277	10,05	10,05	936634	-427983	517,91	155993	282497
13	1,20	30, 281	10,05	10,05	916471	-459931	460,95	157957	286011
14	1,30	30, 284	10,05	10,05	897171	-491175	413,34	159922	289524
15	1,40	30, 288	10,05	10,05	876774	-520587	372,24	161887	293038
16	1,50	30, 291	10,05	10,05	857685	-549446	337,30	163852	296551
17	1,60	30, 294	10,05	10,05	838442	-576834	306,81	165818	300065
18	1,70	30, 298	10,05	10,05	818405	-602147	279,77	167784	303578
19	1,80	30, 301	10,05	10,05	799883	-626955	256,34	169751	307092
20	1,90	30, 305	10,05	10,05	781543	-650249	235,54	171718	310605
21	2,00	30, 308	10,05	20,11	832571	-732825	236,65	173685	314119
22	2,10	30, 311	10,05	10,05	745766	-692210	200,42	175653	317632
23	2,21	30, 315	10,05	10,05	730301	-712615	186,00	177621	321146
24	2,31	30, 318	10,05	10,05	713840	-730085	172,67	179590	324659
25	2,41	30, 322	10,05	10,05	699159	-747300	160,93	181559	328173
26	2,51	30, 325	10,05	10,05	686196	-764297	150,56	183529	331686
27	2,61	30, 328	10,05	10,05	674882	-781089	141,39	185498	335200
28	2,71	30, 332	0,00	0,00	0	0	0,00	187469	338714
29	2,81	30, 335	0,00	0,00	0	0	0,00	189439	342227
30	2,91	30, 339	0,00	0,00	0	0	0,00	191410	345741
31	3,01	30, 342	0,00	0,00	0	0	0,00	193382	349254

COMBINAZIONE n° 8

Valore della spinta statica	3544,43	[kg]		
Componente orizzontale della spinta statica	3270,67	[kg]		
Componente verticale della spinta statica	1365,92	[kg]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 0,44	[m]	Y = -2,14	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	22,67	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	58,35	[°]		
Incremento sismico della spinta	1221,81	[kg]		
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 0,44	[m]	Y = -2,14	[m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	52,79	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	3522,37	[kg]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0,15	[m]	Y = -1,62	[m]
Numero contrafforti	2			
Peso del singolo contrafforte	5590,88	[kg]		
Peso del contrafforte riferito ad un metro di muro	3022,10	[kg]		
Baricentro contrafforte	X = -1,80	[m]	Y = -1,59	[m]
Inerzia del muro	1045,26	[kg]		
Inerzia verticale del muro	522,63	[kg]		
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	404,31	[kg]		
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	202,16	[kg]		
Inerzia del singolo contrafforte	641,74	[kg]		
Inerzia del contrafforte riferita ad un metro di muro	346,89	[kg]		
Inerzia verticale del singolo contrafforte	320,87	[kg]		
Inerzia verticale del contrafforte riferita ad un metro di muro	173,44	[kg]		

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	6194,57	[kg]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	18385,82	[kg]
Resistenza passiva dente di fondazione	-2748,25	[kg]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	18491,13	[kg]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	5872,75	[kg]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0,14	[m]
Lunghezza fondazione reagente	4,10	[m]
Risultante in fondazione	19401,32	[kg]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	17,62	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-2537,62	[kgm]
Carico ultimo della fondazione	166068,59	[kg]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	4,10	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	0,3604	[kg/cm ²]
Tensione terreno allo spigolo di monte	0,5416	[kg/cm ²]

Fattori per il calcolo della capacità portante

Coeff. capacità portante	N _c = 42.16	N _q = 29.44	N _γ = 31.15
Fattori forma	s _c = 1,00	s _q = 1,00	s _γ = 1,00
Fattori inclinazione	i _c = 0,65	i _q = 0,65	i _γ = 0,23
Fattori profondità	d _c = 1,04	d _q = 1,02	d _γ = 1,02
I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.			
	N' _c = 28.27	N' _q = 19.39	N' _γ = 7.36

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	1.78
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	8.98

Involuppo sollecitazioni piastra paramento

Combinazione n° 8

Dimensioni della piastra

Larghezza(m) = 3.70 Altezza(m) = 3.01

Origine all'attacco con la fondazione all'estremità sinistra del muro

Ascissa X positiva verso destra espressa in [m]

Ordinata Y positiva verso l'alto espressa in [m]

I momenti positivi tendono le fibre contro terra

Momento espresso in [kgm]

Taglio e Sforzo Normale espressi in [kg]

Sollecitazioni in direzione Y

Nr.	Y	M _{ymin}	M _{ymax}	T _{ymin}	T _{ymax}	N
1	0,00	-413,68	955,41	-2402,11	716,30	3006,97
2	0,10	-236,64	727,27	-2213,64	861,05	2906,74
3	0,20	-153,55	535,32	-1939,61	615,34	2806,51
4	0,30	-102,62	375,75	-1686,76	477,72	2706,27
5	0,40	-66,90	244,57	-1458,84	391,03	2606,04
6	0,50	-40,12	138,08	-1251,25	332,04	2505,81
7	0,60	-19,01	53,06	-1062,94	288,74	2405,58
8	0,70	-14,23	10,10	-904,87	250,19	2305,34
9	0,80	-65,24	13,58	-766,84	215,76	2205,11
10	0,90	-103,53	23,78	-642,85	185,21	2104,88
11	1,00	-130,95	33,13	-535,32	153,99	2004,65
12	1,10	-149,50	40,48	-439,02	124,20	1904,42
13	1,20	-160,63	46,18	-352,81	97,81	1804,18
14	1,30	-165,74	50,39	-279,06	71,24	1703,95
15	1,40	-166,13	53,14	-212,64	45,93	1603,72
16	1,50	-162,61	54,77	-152,61	24,68	1503,49
17	1,60	-156,03	55,41	-100,30	3,94	1403,25
18	1,70	-147,19	55,11	-63,80	0,00	1303,02
19	1,80	-136,52	54,22	-74,08	8,31	1202,79
20	1,90	-124,51	52,76	-81,66	24,32	1102,56
21	2,00	-111,70	50,86	-85,76	54,72	1002,32
22	2,10	-98,28	48,78	-86,58	81,09	902,09
23	2,21	-84,58	46,55	-84,94	97,14	801,86
24	2,31	-71,01	44,21	-79,87	107,55	701,63
25	2,41	-57,69	41,95	-71,60	114,08	601,39
26	2,51	-44,91	39,58	-61,36	113,51	501,16
27	2,61	-33,09	36,84	-49,06	108,82	400,93
28	2,71	-22,34	33,38	-51,20	100,73	300,70
29	2,81	-13,03	28,16	-73,69	85,69	200,46
30	2,91	-5,64	19,38	-118,03	66,07	100,23
31	3,01	-0,86	0,00	-93,27	42,15	0,00

Sollecitazioni in direzione X

Nr.	X	M _{xmin}	M _{xmax}	T _{xmin}	T _{xmax}
1	0,00	-12,57	0,00	-704,39	0,00
2	0,30	-13,15	115,14	-846,73	0,00
3	0,45	0,00	224,95	-888,25	1259,36
4	0,60	-1,19	73,29	-966,91	1082,28
5	0,81	-134,28	0,00	-1017,49	839,34
6	1,02	-258,43	0,00	-890,32	653,62
7	1,23	-356,85	0,00	-706,27	480,83
8	1,43	-427,79	0,00	-507,75	319,23

9	1,64	-470,48	0,00	-305,11	177,50
10	1,85	-484,66	0,00	-101,77	101,77
11	2,06	-470,48	0,00	-177,50	305,11
12	2,27	-427,79	0,00	-319,23	507,75
13	2,48	-356,85	0,00	-480,83	706,27
14	2,68	-258,43	0,00	-653,62	890,32
15	2,89	-134,28	0,00	-839,34	1017,49
16	3,10	-1,19	73,29	-1082,28	966,91
17	3,25	0,00	224,95	-1259,36	888,25
18	3,40	-13,15	115,14	0,00	846,73
19	3,70	-12,57	0,00	0,00	704,39

Inviluppo sollecitazioni piastra di fondazione

Combinazione n° 8

Dimensioni della piastra

Larghezza(m) = 3.70 Altezza(m) = 4.10

Origine all'attacco con il muro all'estremità sinistra del muro

Ascissa X positiva verso destra

Ordinata Y positiva dall'attacco con il muro verso l'estremo libero

I momenti negativi tendono le fibre superiori

Sollecitazioni in direzione Y

Nr.	Y	M _{ymin}	M _{ymax}	T _{ymin}	T _{ymax}
1	0,00	0,00	6,12	-22,58	642,79
2	0,14	-11,01	47,40	-424,13	821,20
3	0,27	-31,29	48,86	-901,65	624,27
4	0,41	-118,35	47,60	-942,10	745,37
5	0,55	-215,69	57,31	-992,31	678,17
6	0,68	-305,11	69,48	-807,96	632,85
7	0,82	-375,43	91,68	-634,28	525,20
8	0,95	-430,47	112,87	-469,57	411,97
9	1,09	-472,28	129,34	-292,67	309,80
10	1,23	-501,64	140,29	-117,45	212,70
11	1,36	-518,82	144,88	-9,57	319,07
12	1,50	-522,86	143,43	-108,34	515,78
13	1,64	-511,23	135,61	-202,69	739,80
14	1,77	-480,56	120,60	-299,02	979,47
15	1,91	-425,14	98,44	-397,16	1259,81
16	2,05	-338,29	68,30	-507,72	1570,19
17	2,18	-210,53	30,06	-607,02	1936,54
18	2,32	-33,17	0,00	-687,62	2348,97
19	2,45	-82,08	214,49	-814,68	2854,13
20	2,59	-164,97	539,54	-995,88	3470,78
21	2,73	-285,84	964,28	-1334,90	4162,42
22	2,86	-492,84	1509,23	-2043,26	4951,06
23	3,00	-991,56	2197,34	-1665,97	5477,96
24	3,40	-389,63	0,00	-365,87	0,00
25	3,54	-309,14	0,00	-850,99	0,00
26	3,68	-185,23	0,00	-931,54	0,00
27	3,82	-79,40	0,00	-617,93	0,00
28	3,96	-18,65	0,00	-301,07	0,00
29	4,10	0,00	3,53	-14,33	0,00

Sollecitazioni in direzione X

Nr.	X	M _{xmin}	M _{xmax}	T _{xmin}	T _{xmax}
1	0,00	-28,97	24,10	-10,44	1453,41

2	0,30	-25,24	325,44	-1249,83	1782,56
3	0,45	-264,49	634,19	-3433,71	2046,44
4	0,60	-116,95	226,92	-2964,89	2118,23
5	0,88	-376,76	1,91	-2097,65	2244,60
6	1,16	-693,74	0,31	-1431,95	1852,38
7	1,43	-887,91	0,00	-971,25	1271,36
8	1,71	-979,96	0,00	-616,42	642,45
9	1,99	-979,96	0,00	-642,45	616,42
10	2,27	-887,91	0,00	-1271,36	971,25
11	2,54	-693,74	0,31	-1852,38	1431,95
12	2,82	-376,76	1,91	-2244,60	2097,65
13	3,10	-116,95	226,92	-2118,23	2964,89
14	3,25	-264,49	634,19	-2046,44	3433,71
15	3,40	-25,24	325,44	-1782,56	1249,83
16	3,70	-28,97	24,10	-1453,41	10,44

Sollecitazioni contrafforte

Combinazione n° 8

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

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

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in [kg]

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

Nr.	Y	M	T	N
1	0,00	0,00	0,00	0,00
2	0,10	6,17	187,15	151,63
3	0,20	25,84	322,76	305,81
4	0,30	59,13	460,32	462,55
5	0,40	106,27	602,18	621,84
6	0,50	167,70	749,85	783,70
7	0,60	244,03	904,80	948,10
8	0,70	335,98	1067,62	1115,07
9	0,80	444,37	1238,22	1284,59
10	0,90	570,00	1416,96	1456,67
11	1,00	713,69	1603,67	1631,30
12	1,10	876,27	1797,71	1808,49
13	1,20	1058,46	1998,96	1988,23
14	1,30	1261,03	2206,85	2170,53
15	1,40	1484,64	2420,26	2355,39
16	1,50	1729,86	2638,62	2542,81
17	1,60	1997,21	2860,79	2732,78
18	1,70	2287,08	3085,06	2925,30
19	1,80	2599,69	3310,16	3120,39
20	1,90	2935,15	3534,17	3318,03
21	2,00	3293,36	3754,50	3518,22
22	2,10	3673,97	3968,91	3720,97
23	2,21	4076,39	4174,48	3926,28
24	2,31	4499,77	4367,73	4134,15
25	2,41	4942,87	4545,81	4344,57
26	2,51	5404,20	4705,92	4557,54
27	2,61	5881,96	4845,91	4773,08
28	2,71	6374,14	4965,23	4991,17
29	2,81	6878,70	5059,32	5211,81
30	2,91	7393,41	5101,45	5435,01
31	3,01	7912,44	5127,36	5660,77

Armature e tensioni nei materiali del muro

Combinazione n° 8

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

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

Nr.	Y	B, H	A _{fs}	A _{fi}	N _u	M _u	CS	V _{Rd}	V _{Rcd}	V _{Rsd}
1	0,00	100, 40	10,05	10,05	0	13591	1000,00	13909	--	--
2	0,30	100, 40	10,05	10,05	291755	-32391	970,26	13950	--	--
3	0,60	100, 40	10,05	10,05	318134	30519	528,99	13990	--	--
4	0,90	100, 40	10,05	10,05	295199	32160	327,24	14031	--	--
5	1,20	100, 40	10,05	10,05	287744	32659	239,23	14072	--	--
6	1,50	100, 40	10,05	10,05	296527	32071	197,23	14112	--	--
7	1,80	100, 40	10,05	10,05	331210	29488	183,58	14153	--	--
8	2,10	100, 40	10,05	10,05	417924	20557	198,55	14193	--	--
9	2,41	100, 40	10,05	10,05	447536	-9871	186,04	14234	--	--
10	2,71	100, 40	10,05	10,05	251067	-34859	92,77	14275	--	--
11	3,01	100, 40	10,05	10,05	82709	34765	27,51	14315	--	--

Armature e tensioni nei materiali della fondazione

Combinazione n° 8

Simbologia adottata

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

Fondazione di valle

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

Nr.	Y	B, H	A _{fs}	A _{fi}	N _u	M _u	CS	V _{Rd}	V _{Rcd}	V _{Rsd}
1	0,14	100, 40	18,10	10,05	0	-23928	286,16	16920	--	--
2	0,55	100, 40	10,05	10,05	0	-13591	63,01	13909	--	--
3	0,95	100, 40	10,05	10,05	0	-13591	31,57	13909	--	--
4	1,36	100, 40	10,05	10,05	0	-13591	26,20	13909	--	--
5	1,77	100, 40	10,05	10,05	0	-13591	28,28	13909	--	--
6	2,18	100, 40	10,05	10,05	0	-13591	64,56	13909	--	--
7	2,59	100, 40	10,05	10,05	0	-13591	25,19	13909	--	--
8	3,00	100, 40	10,05	10,05	0	-13591	6,19	13909	--	--

Fondazione di monte

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

Nr.	Y	B, H	A _{fs}	A _{fi}	N _u	M _u	CS	V _{Rd}	V _{Rcd}	V _{Rsd}
1	0,28	100, 40	10,05	10,05	0	-13591	171,17	13909	--	--
2	0,70	100, 40	10,05	10,05	0	-13591	34,88	16920	--	--

Verifica sperone di fondazione

Base sezione B= 100 cm Altezza sezione H=40 [cm]

A_{fi}=8,04 [cmq] A_{fs}=8,04 [cmq]

Sollecitazioni M=8263,6 [kgm] T=6194,6 [kg]

Momento ultimo sezione M_u = 10967,73 [kgm]

Coeff.sicurezza sezione = 1,33

Armature e tensioni piastre

Combinazione n° 8

X	ascissa sezione espressa in [m]
A _{fs}	area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [cmq]
A _{fi}	area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [cmq]
N _u	sforzo normale ultimo espresso in [kg]
M _u	momento ultimo espresso in [kgm]
CS	coefficiente sicurezza sezione

Piastra paramento

Nr.	X	A _{fs}	A _{fi}	N _u	M _u	CS
1	-1,85	10,05	10,05	0	13591	1000,00
2	-1,55	10,05	10,05	0	13591	118,04
3	-1,40	10,05	10,05	0	-13591	60,42
4	-1,25	10,05	10,05	0	13591	185,45
5	-1,04	10,05	10,05	0	13591	101,22
6	-0,83	10,05	10,05	0	13591	52,59
7	-0,62	10,05	10,05	0	13591	38,09
8	-0,42	10,05	10,05	0	13591	31,77
9	-0,21	10,05	10,05	0	13591	28,89
10	0,00	10,05	10,05	0	13591	28,04
11	0,21	10,05	10,05	0	13591	28,89
12	0,42	10,05	10,05	0	13591	31,77
13	0,63	10,05	10,05	0	13591	38,09
14	0,83	10,05	10,05	0	13591	52,59
15	1,04	10,05	10,05	0	13591	101,22
16	1,25	10,05	10,05	0	13591	185,45
17	1,40	10,05	10,05	0	-13591	60,42
18	1,55	10,05	10,05	0	13591	118,04
19	1,85	10,05	10,05	0	13591	1000,00

Piastra fondazione monte

Nr.	X	A _{fs}	A _{fi}	N _u	M _u	CS
1	-1,85	10,05	10,05	0	-13591	905,07
2	-1,55	10,05	10,05	0	13591	1000,00
3	-1,40	10,05	10,05	0	-13591	1000,00
4	-1,25	10,05	10,05	0	13591	1000,00
5	-0,97	10,05	10,05	0	13591	1000,00
6	-0,69	10,05	10,05	0	13591	1000,00
7	-0,42	10,05	10,05	0	-13591	1000,00
8	-0,14	10,05	10,05	0	-13591	1000,00
9	0,14	10,05	10,05	0	-13591	1000,00
10	0,42	10,05	10,05	0	-13591	1000,00
11	0,69	10,05	10,05	0	13591	1000,00
12	0,97	10,05	10,05	0	13591	1000,00
13	1,25	10,05	10,05	0	13591	1000,00
14	1,40	10,05	10,05	0	-13591	1000,00
15	1,55	10,05	10,05	0	13591	1000,00
16	1,85	10,05	10,05	0	-13591	905,07

Piastra fondazione valle

Nr.	X	A _{fs}	A _{fi}	N _u	M _u	CS
1	-1,85	10,05	10,05	0	13591	469,13
2	-1,55	10,05	10,05	0	13591	41,76
3	-1,40	10,05	10,05	0	-13591	21,43
4	-1,25	10,05	10,05	0	-13591	59,90
5	-0,97	10,05	10,05	0	-13591	36,07
6	-0,69	10,05	10,05	0	-13591	19,59
7	-0,42	10,05	10,05	0	-13591	15,31
8	-0,14	10,05	10,05	0	-13591	13,87
9	0,14	10,05	10,05	0	-13591	13,87
10	0,42	10,05	10,05	0	-13591	15,31
11	0,69	10,05	10,05	0	-13591	19,59
12	0,97	10,05	10,05	0	-13591	36,07

13	1,25	10,05	10,05	0	-13591	59,90
14	1,40	10,05	10,05	0	-13591	21,43
15	1,55	10,05	10,05	0	13591	41,76
16	1,85	10,05	10,05	0	13591	469,13

Armature e tensioni nei materiali del contrafforte

Combinazione n° 8

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

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

Nr.	Y	B, H	A _{fs}	A _{fi}	N _u	M _u	CS	V _{Rcd}	V _{Rsd}
1	0,00	30, 240	10,05	10,05	0	0	1000,00	134413	243848
2	0,10	30, 243	10,05	10,05	1000845	-40694	6600,72	136372	247362
3	0,20	30, 247	10,05	10,05	1000203	-84500	3270,67	138333	250876
4	0,30	30, 250	10,05	10,05	999993	-127840	2161,92	140293	254389
5	0,40	30, 254	10,05	10,05	1000148	-170924	1608,36	142254	257903
6	0,50	30, 257	10,05	10,05	1000568	-214113	1276,73	144216	261416
7	0,60	30, 260	10,05	10,05	1001180	-257686	1055,98	146178	264930
8	0,70	30, 264	10,05	10,05	1001920	-301885	898,53	148140	268443
9	0,80	30, 267	10,05	10,05	986840	-341374	768,21	150103	271957
10	0,90	30, 271	10,05	10,05	962025	-376446	660,43	152066	275470
11	1,00	30, 274	10,05	10,05	938469	-410581	575,29	154029	278984
12	1,10	30, 277	10,05	10,05	915901	-443782	506,45	155993	282497
13	1,20	30, 281	10,05	10,05	895067	-476502	450,18	157957	286011
14	1,30	30, 284	10,05	10,05	872661	-506996	402,05	159922	289524
15	1,40	30, 288	10,05	10,05	851717	-536851	361,60	161887	293038
16	1,50	30, 291	10,05	10,05	830691	-565116	326,68	163852	296551
17	1,60	30, 294	10,05	10,05	808848	-591134	295,98	165818	300065
18	1,70	30, 298	10,05	10,05	788658	-616593	269,60	167784	303578
19	1,80	30, 301	10,05	10,05	767915	-639773	246,10	169751	307092
20	1,90	30, 305	10,05	10,05	747616	-661346	225,32	171718	310605
21	2,00	30, 308	10,05	20,11	795940	-745069	226,23	173685	314119
22	2,10	30, 311	10,05	10,05	710679	-701701	190,99	175653	317632
23	2,21	30, 315	10,05	10,05	692809	-719297	176,45	177621	321146
24	2,31	30, 318	10,05	10,05	676789	-736644	163,71	179590	324659
25	2,41	30, 322	10,05	10,05	662526	-753765	152,50	181559	328173
26	2,51	30, 325	10,05	10,05	647527	-767819	142,08	183529	331686
27	2,61	30, 328	10,05	10,05	633887	-781152	132,80	185498	335200
28	2,71	30, 332	0,00	0,00	0	0	0,00	187469	338714
29	2,81	30, 335	0,00	0,00	0	0	0,00	189439	342227
30	2,91	30, 339	0,00	0,00	0	0	0,00	191410	345741
31	3,01	30, 342	0,00	0,00	0	0	0,00	193382	349254

COMBINAZIONE n° 9

Valore della spinta statica	3544,43	[kg]		
Componente orizzontale della spinta statica	3270,67	[kg]		
Componente verticale della spinta statica	1365,92	[kg]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 0,44	[m]	Y = -2,14	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	22,67	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	58,35	[°]		
Incremento sismico della spinta	1383,99	[kg]		
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 0,44	[m]	Y = -2,14	[m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	48,16	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	3522,37	[kg]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0,15	[m]	Y = -1,62	[m]
Numero contrafforti	2			
Peso del singolo contrafforte	5590,88	[kg]		
Peso del contrafforte riferito ad un metro di muro	3022,10	[kg]		
Baricentro contrafforte	X = -1,80	[m]	Y = -1,59	[m]
Inerzia del muro	1567,89	[kg]		
Inerzia verticale del muro	-783,95	[kg]		
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	606,47	[kg]		
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	-303,23	[kg]		
Inerzia del singolo contrafforte	962,61	[kg]		
Inerzia del contrafforte riferita ad un metro di muro	520,33	[kg]		
Inerzia verticale del singolo contrafforte	-481,31	[kg]		
Inerzia verticale del contrafforte riferita ad un metro di muro	-260,17	[kg]		

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	7242,45	[kg]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	16202,75	[kg]
Resistenza passiva dente di fondazione	-2748,25	[kg]
Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle	11436,55	[kgm]
Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle	45631,35	[kgm]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	16326,68	[kg]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	6958,57	[kg]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0,04	[m]
Lunghezza fondazione reagente	4,10	[m]
Risultante in fondazione	17747,73	[kg]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	23,08	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-724,99	[kgm]

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento	3.99
--	------

Stabilità globale muro + terreno

Combinazione n° 12

Le ascisse X sono considerate positive verso monte

Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto

Origine in testa al muro (spigolo contro terra)

W peso della striscia espresso in [kg]

α angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso in [°] (positivo antiorario)

ϕ angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia

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

b larghezza della striscia espressa in [m]

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

Metodo di Bishop

Numero di cerchi analizzati 36

Numero di strisce 25

Cerchio critico

Coordinate del centro X[m]= -4,10 Y[m]= 3,19

Raggio del cerchio R[m]= 8,58

Ascissa a valle del cerchio X_i [m]= -7,46

Ascissa a monte del cerchio X_s [m]= 3,88

Larghezza della striscia dx[m]= 0,45

Coefficiente di sicurezza C= 1.42

Le strisce sono numerate da monte verso valle

Caratteristiche delle strisce

Striscia	W	$\alpha(^{\circ})$	$W \sin \alpha$	$b / \cos \alpha$	ϕ	c	u
1	838,15	64.28	755,12	1,05	34.00	0,00	0,00
2	1523,19	58.35	1296,71	0,86	34.00	0,00	0,00
3	2069,10	52.95	1651,44	0,75	34.00	0,00	0,00
4	2521,39	48.17	1878,72	0,68	34.00	0,00	0,00
5	2908,47	43.80	2013,05	0,63	34.00	0,00	0,00
6	3256,04	39.73	2081,25	0,59	34.00	0,00	0,00
7	3560,02	35.89	2087,16	0,56	34.00	0,00	0,00
8	3875,03	32.23	2066,83	0,54	34.00	0,00	0,00
9	4131,28	28.72	1984,98	0,52	34.00	0,00	0,00
10	3877,44	25.31	1657,94	0,50	34.00	0,00	0,00
11	1635,42	22.01	612,80	0,49	34.00	0,00	0,00
12	1786,98	18.77	575,09	0,48	34.00	0,00	0,00
13	1914,55	15.60	514,91	0,47	34.00	0,00	0,00
14	2018,93	12.48	436,23	0,46	34.00	0,00	0,00
15	2101,05	9.39	342,88	0,46	34.00	0,00	0,00
16	2301,54	6.33	253,91	0,46	34.00	0,00	0,00
17	2489,69	3.29	143,03	0,45	34.00	0,00	0,00
18	1947,72	0.26	8,92	0,45	34.00	0,00	0,00
19	1756,83	-2.77	-84,85	0,45	34.00	0,00	0,00
20	1545,17	-5.81	-156,32	0,46	34.00	0,00	0,00
21	1312,48	-8.86	-202,17	0,46	34.00	0,00	0,00
22	1058,32	-11.94	-218,98	0,46	34.00	0,00	0,00
23	782,05	-15.06	-203,17	0,47	34.00	0,00	0,00
24	482,77	-18.22	-150,95	0,48	34.00	0,00	0,00
25	159,30	-21.44	-58,23	0,49	34.00	0,00	0,00

$\Sigma W_i = 51852,92$ [kg]

$\Sigma W_i \sin \alpha_i = 19286,28$ [kg]

$\Sigma W_i \tan \phi_i = 34975,23$ [kg]

$$\Sigma \tan \alpha_i \tan \phi_i = 7.00$$

Inviluppo sollecitazioni contrafforte

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

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

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in [kg]

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

Inviluppo combinazioni SLU

Nr.	Y	Nmin	Nmax	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2	0,10	151,63	151,63	3,28	6,17	120,44	187,15
3	0,20	305,81	305,81	15,36	25,84	211,38	322,76
4	0,30	462,55	462,55	36,55	59,13	304,95	460,32
5	0,40	621,84	621,84	67,11	106,27	402,76	602,18
6	0,50	783,70	783,70	107,48	167,70	505,95	749,85
7	0,60	948,10	948,10	158,18	244,03	615,79	904,80
8	0,70	1115,07	1115,07	219,90	335,98	732,78	1067,62
9	0,80	1284,59	1284,59	293,34	444,37	856,83	1238,22
10	0,90	1456,67	1456,67	379,23	570,00	988,32	1416,96
11	1,00	1631,30	1631,30	478,29	713,69	1127,11	1603,67
12	1,10	1808,49	1808,49	591,26	876,27	1272,65	1797,71
13	1,20	1988,23	1988,23	718,82	1058,46	1424,89	1998,96
14	1,30	2170,53	2170,53	861,65	1261,03	1583,33	2206,85
15	1,40	2355,39	2355,39	1020,36	1484,64	1747,00	2420,26
16	1,50	2542,81	2542,81	1195,47	1729,86	1915,44	2638,62
17	1,60	2732,78	2732,78	1387,47	1997,21	2087,68	2860,79
18	1,70	2925,30	2925,30	1596,74	2287,08	2262,19	3085,06
19	1,80	3120,39	3120,39	1823,50	2599,69	2437,91	3310,16
20	1,90	3318,03	3318,03	2067,87	2935,15	2613,15	3534,17
21	2,00	3518,22	3518,22	2329,82	3293,36	2785,64	3754,50
22	2,10	3720,97	3720,97	2609,05	3673,97	2953,42	3968,91
23	2,21	3926,28	3926,28	2905,11	4076,39	3113,93	4174,48
24	2,31	4134,15	4134,15	3217,26	4499,77	3264,02	4367,73
25	2,41	4344,57	4344,57	3544,45	4942,87	3401,12	4545,81
26	2,51	4557,54	4557,54	3885,40	5404,20	3522,55	4705,92
27	2,61	4773,08	4773,08	4238,52	5881,96	3625,98	4845,91
28	2,71	4991,17	4991,17	4602,00	6374,14	3710,32	4965,23
29	2,81	5211,81	5211,81	4973,95	6878,70	3770,82	5059,32
30	2,91	5435,01	5435,01	5352,20	7393,41	3784,44	5101,45
31	3,01	5660,77	5660,77	5731,53	7912,44	3784,44	5127,36

Inviluppo combinazioni SLE

Nr.	Y	Nmin	Nmax	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2	0,10	151,63	151,63	2,52	2,52	92,65	92,65
3	0,20	305,81	305,81	11,81	11,81	162,60	162,60
4	0,30	462,55	462,55	28,11	28,11	234,58	234,58
5	0,40	621,84	621,84	51,62	51,62	309,82	309,82
6	0,50	783,70	783,70	82,67	82,67	389,19	389,19
7	0,60	948,10	948,10	121,68	121,68	473,68	473,68
8	0,70	1115,07	1115,07	169,15	169,15	563,68	563,68
9	0,80	1284,59	1284,59	225,65	225,65	659,10	659,10
10	0,90	1456,67	1456,67	291,71	291,71	760,24	760,24

11	1,00	1631,30	1631,30	367,91	367,91	867,01	867,01
12	1,10	1808,49	1808,49	454,82	454,82	978,96	978,96
13	1,20	1988,23	1988,23	552,94	552,94	1096,07	1096,07
14	1,30	2170,53	2170,53	662,81	662,81	1217,95	1217,95
15	1,40	2355,39	2355,39	784,89	784,89	1343,85	1343,85
16	1,50	2542,81	2542,81	919,59	919,59	1473,42	1473,42
17	1,60	2732,78	2732,78	1067,29	1067,29	1605,90	1605,90
18	1,70	2925,30	2925,30	1228,26	1228,26	1740,15	1740,15
19	1,80	3120,39	3120,39	1402,69	1402,69	1875,31	1875,31
20	1,90	3318,03	3318,03	1590,67	1590,67	2010,12	2010,12
21	2,00	3518,22	3518,22	1792,17	1792,17	2142,80	2142,80
22	2,10	3720,97	3720,97	2006,96	2006,96	2271,86	2271,86
23	2,21	3926,28	3926,28	2234,70	2234,70	2395,33	2395,33
24	2,31	4134,15	4134,15	2474,81	2474,81	2510,78	2510,78
25	2,41	4344,57	4344,57	2726,50	2726,50	2616,24	2616,24
26	2,51	4557,54	4557,54	2988,77	2988,77	2709,65	2709,65
27	2,61	4773,08	4773,08	3260,40	3260,40	2789,22	2789,22
28	2,71	4991,17	4991,17	3540,00	3540,00	2854,09	2854,09
29	2,81	5211,81	5211,81	3826,11	3826,11	2900,63	2900,63
30	2,91	5435,01	5435,01	4117,08	4117,08	2911,10	2911,10
31	3,01	5660,77	5660,77	4408,87	4408,87	2911,10	2911,10

Inviluppo armature e tensioni nei materiali del muro

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

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

Inviluppo SLU

Nr.	Y	B, H	A _{fs}	A _{fi}	N _u	M _u	CS	V _{Rd}	V _{Rcd}	V _{Rsd}
1	0,00	100, 40	10,05	10,05	0	13591	1000,00	13909	--	--
2	0,30	100, 40	10,05	10,05	291755	-25331	963,09	13950	--	--
3	0,60	100, 40	10,05	10,05	318134	23423	504,03	13990	--	--
4	0,90	100, 40	10,05	10,05	295199	26025	315,42	14031	--	--
5	1,20	100, 40	10,05	10,05	287744	26983	229,96	14072	--	--
6	1,50	100, 40	10,05	10,05	296527	26513	186,56	14112	--	--
7	1,80	100, 40	10,05	10,05	331210	23789	166,57	14153	--	--
8	2,10	100, 40	10,05	10,05	417924	15344	160,24	14193	--	--
9	2,41	100, 40	10,05	10,05	447536	-5512	145,42	14234	--	--
10	2,71	100, 40	10,05	10,05	251067	-29631	92,77	14275	--	--
11	3,01	100, 40	10,05	10,05	82709	29255	27,51	14315	--	--

Inviluppo SLE

Nr.	Y	B, H	A _{fs}	A _{fi}	σ _c	τ _c	σ _{fs}	σ _{fi}
1	0,00	100, 40	10,05	10,05	0,00	0,00	-0,02	0,15
2	0,30	100, 40	10,05	10,05	0,14	-0,01	-1,54	-1,84
3	0,60	100, 40	10,05	10,05	0,26	-0,02	-3,50	-3,12

4	0,90	100,40	10,05	10,05	0,42	-0,01	-5,64	-4,37
5	1,20	100,40	10,05	10,05	0,58	0,00	-7,75	-5,58
6	1,50	100,40	10,05	10,05	0,71	0,00	-9,54	-6,66
7	1,80	100,40	10,05	10,05	0,78	0,00	-10,61	-7,50
8	2,10	100,40	10,05	10,05	0,73	-0,01	-10,24	-7,97
9	2,41	100,40	10,05	10,05	0,65	-0,02	-8,87	-9,53
10	2,71	100,40	10,05	10,05	1,45	-0,03	-12,06	-19,21
11	3,01	100,40	10,05	10,05	3,77	-0,03	63,05	-43,24

Inviluppo armature e tensioni nei materiali della fondazione

Simbologia adottata

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

Fondazione di valle

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

Inviluppo SLU

Nr.	Y	B, H	A _{fs}	A _{fi}	N _u	M _u	CS	V _{Rd}	V _{Rcd}	V _{Rsd}
1	0,14	100, 40	18,10	10,05	0	-23928	218,34	16920	--	--
2	0,55	100, 40	10,05	10,05	0	-13591	63,01	13909	--	--
3	0,95	100, 40	10,05	10,05	0	-13591	28,62	13909	--	--
4	1,36	100, 40	10,05	10,05	0	-13591	22,42	13909	--	--
5	1,77	100, 40	10,05	10,05	0	-13591	22,58	13909	--	--
6	2,18	100, 40	10,05	10,05	0	-13591	40,46	13909	--	--
7	2,59	100, 40	10,05	10,05	0	-13591	25,19	13909	--	--
8	3,00	100, 40	10,05	10,05	0	-13591	5,79	13909	--	--

Inviluppo SLE

Nr.	X	B, H	A _{fs}	A _{fi}	σ_c	τ_c	σ_{fi}	σ_{fs}
9	0,14	100, 40	18,10	10,05	0,27	0,09	14,40	2,08
10	0,55	100, 40	10,05	10,05	0,95	0,08	-7,42	46,89
11	0,95	100, 40	10,05	10,05	2,21	0,06	24,35	109,53
12	1,36	100, 40	10,05	10,05	2,84	0,02	37,12	140,49
13	1,77	100, 40	10,05	10,05	2,82	0,10	33,73	139,52
14	2,18	100, 40	10,05	10,05	1,57	0,29	-12,33	77,85
15	2,59	100, 40	10,05	10,05	2,25	0,62	111,47	36,66
16	3,00	100, 40	10,05	10,05	10,99	0,99	543,59	198,99

Fondazione di monte

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

Inviluppo SLU

Nr.	Y	B, H	A _{fs}	A _{fi}	N _u	M _u	CS	V _{Rd}	V _{Rcd}	V _{Rsd}
1	0,28	100, 40	10,05	10,05	0	-13591	98,37	16920	--	--
2	0,70	100, 40	10,05	10,05	0	-13591	18,52	13909	--	--

Inviluppo SLE

Nr.	X	B, H	A _{fs}	A _{fi}	σ_c	τ_c	σ_{fi}	σ_{fs}
3	0,28	100, 40	10,05	10,05	0,41	0,00	-3,22	20,32
4	0,70	100, 40	10,05	10,05	1,98	0,00	-15,49	97,81

Involuppo armature e tensioni piastre

X	ascissa sezione espressa in [m]
A _{fs}	area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [cmq]
A _{fi}	area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [cmq]
N _u	sforzo normale ultimo espresso in [kg]
M _u	momento ultimo espresso in [kgm]
CS	coefficiente sicurezza sezione

Piastra paramento

Nr.	X	A _{fs}	A _{fi}	N _u	M _u	CS
1	-1,85	10,05	10,05	0	13591	1000,00
2	-1,55	10,05	10,05	0	13591	118,04
3	-1,40	10,05	10,05	0	-13591	60,42
4	-1,25	10,05	10,05	0	13591	185,45
5	-1,04	10,05	10,05	0	13591	101,22
6	-0,83	10,05	10,05	0	13591	52,59
7	-0,62	10,05	10,05	0	13591	38,09
8	-0,42	10,05	10,05	0	13591	31,77
9	-0,21	10,05	10,05	0	13591	28,89
10	0,00	10,05	10,05	0	13591	28,04
11	0,21	10,05	10,05	0	13591	28,89
12	0,42	10,05	10,05	0	13591	31,77
13	0,63	10,05	10,05	0	13591	38,09
14	0,83	10,05	10,05	0	13591	52,59
15	1,04	10,05	10,05	0	13591	101,22
16	1,25	10,05	10,05	0	13591	185,45
17	1,40	10,05	10,05	0	-13591	60,42
18	1,55	10,05	10,05	0	13591	118,04
19	1,85	10,05	10,05	0	13591	1000,00

Piastra fondazione monte

Nr.	X	A _{fs}	A _{fi}	N _u	M _u	CS
1	-1,85	10,05	10,05	0	-13591	516,37
2	-1,55	10,05	10,05	0	13591	853,06
3	-1,40	10,05	10,05	0	-13591	1000,00
4	-1,25	10,05	10,05	0	13591	1000,00
5	-0,97	10,05	10,05	0	13591	1000,00
6	-0,69	10,05	10,05	0	13591	1000,00
7	-0,42	10,05	10,05	0	-13591	1000,00
8	-0,14	10,05	10,05	0	-13591	1000,00
9	0,14	10,05	10,05	0	-13591	1000,00
10	0,42	10,05	10,05	0	-13591	1000,00
11	0,69	10,05	10,05	0	13591	1000,00
12	0,97	10,05	10,05	0	13591	1000,00
13	1,25	10,05	10,05	0	13591	1000,00
14	1,40	10,05	10,05	0	-13591	1000,00
15	1,55	10,05	10,05	0	13591	853,06
16	1,85	10,05	10,05	0	-13591	516,37

Piastra fondazione valle

Nr.	X	A _{fs}	A _{fi}	N _u	M _u	CS
-----	---	-----------------	-----------------	----------------	----------------	----

1	-1,85	10,05	10,05	0	13591	289,51
2	-1,55	10,05	10,05	0	-13591	37,45
3	-1,40	10,05	10,05	0	-13591	19,00
4	-1,25	10,05	10,05	0	-13591	48,03
5	-0,97	10,05	10,05	0	-13591	36,07
6	-0,69	10,05	10,05	0	-13591	19,59
7	-0,42	10,05	10,05	0	-13591	15,31
8	-0,14	10,05	10,05	0	-13591	13,87
9	0,14	10,05	10,05	0	-13591	13,87
10	0,42	10,05	10,05	0	-13591	15,31
11	0,69	10,05	10,05	0	-13591	19,59
12	0,97	10,05	10,05	0	-13591	36,07
13	1,25	10,05	10,05	0	-13591	48,03
14	1,40	10,05	10,05	0	-13591	19,00
15	1,55	10,05	10,05	0	-13591	37,45
16	1,85	10,05	10,05	0	13591	289,51

Inviluppo armature e tensioni nei materiali del contrafforte

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

B	base della sezione espressa in [cm]
H	altezza della sezione espressa in [cm]
A _{fs}	area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [cmq]
A _{fi}	area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [cmq]
σ _c	tensione nel calcestruzzo espressa in [kg/cm ²]
τ _c	tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [kg/cm ²]
σ _{fs}	tensione nell'armatura disposta sul lembo di monte in [kg/cm ²]
σ _{fi}	tensione nell'armatura disposta sul lembo di valle in [kg/cm ²]
N _u	sforzo normale ultimo espresso in [kg]
M _u	momento ultimo espresso in [kgm]
CS	coefficiente sicurezza sezione
VRcd	Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kg]
VRsd	Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kg]
VRd	Resistenza al taglio, espresso in [kg]

Inviluppo SLU

Nr.	Y	B, H	A _{fs}	A _{fi}	N _u	M _u	CS	VRcd	VRsd
1	0,00	30, 240	10,05	10,05	0	0	1000,00	134413	243848
2	0,10	30, 243	10,05	10,05	1000845	-21726	6600,72	136372	247362
3	0,20	30, 247	10,05	10,05	1000203	-50645	3270,67	138333	250876
4	0,30	30, 250	10,05	10,05	999993	-79912	2161,92	140293	254389
5	0,40	30, 254	10,05	10,05	1000148	-109492	1608,36	142254	257903
6	0,50	30, 257	10,05	10,05	1000568	-139581	1276,73	144216	261416
7	0,60	30, 260	10,05	10,05	1001180	-170360	1055,98	146178	264930
8	0,70	30, 264	10,05	10,05	1001920	-202009	898,53	148140	268443
9	0,80	30, 267	10,05	10,05	986840	-234658	768,21	150103	271957
10	0,90	30, 271	10,05	10,05	962025	-268355	660,43	152066	275470
11	1,00	30, 274	10,05	10,05	938469	-303145	575,29	154029	278984
12	1,10	30, 277	10,05	10,05	915901	-339048	506,45	155993	282497
13	1,20	30, 281	10,05	10,05	895067	-371151	450,18	157957	286011
14	1,30	30, 284	10,05	10,05	872661	-401059	402,05	159922	289524
15	1,40	30, 288	10,05	10,05	851717	-430967	361,60	161887	293038
16	1,50	30, 291	10,05	10,05	830691	-460491	326,68	163852	296551
17	1,60	30, 294	10,05	10,05	808848	-489729	295,98	165818	300065
18	1,70	30, 298	10,05	10,05	788658	-518835	269,60	167784	303578
19	1,80	30, 301	10,05	10,05	767915	-547370	246,10	169751	307092
20	1,90	30, 305	10,05	10,05	747616	-574297	225,32	171718	310605

21	2,00	30, 308	10,05	20,11	795940	-649867	226,23	173685	314119
22	2,10	30, 311	10,05	10,05	710679	-626943	190,99	175653	317632
23	2,21	30, 315	10,05	10,05	692809	-651480	176,45	177621	321146
24	2,31	30, 318	10,05	10,05	676789	-674601	163,71	179590	324659
25	2,41	30, 322	10,05	10,05	662526	-697229	152,50	181559	328173
26	2,51	30, 325	10,05	10,05	647527	-719344	142,08	183529	331686
27	2,61	30, 328	10,05	10,05	633887	-740539	132,80	185498	335200
28	2,71	30, 332	0,00	0,00	0	0	0,00	187469	338714
29	2,81	30, 335	0,00	0,00	0	0	0,00	189439	342227
30	2,91	30, 339	0,00	0,00	0	0	0,00	191410	345741
31	3,01	30, 342	0,00	0,00	0	0	0,00	193382	349254

Inviluppo SLE

Nr.	Y	B, H	A _{fs}	A _{fi}	σ _c	τ _c	σ _{fs}	σ _{fi}
1	0,00	30, 240	10,05	10,05	0,00	0,00	0,00	0,00
2	0,10	30, 243	10,05	10,05	0,01	0,00	-0,22	-0,22
3	0,20	30, 247	10,05	10,05	0,03	0,01	-0,42	-0,45
4	0,30	30, 250	10,05	10,05	0,05	0,01	-0,60	-0,72
5	0,40	30, 254	10,05	10,05	0,07	0,02	-0,77	-1,00
6	0,50	30, 257	10,05	10,05	0,09	0,02	-0,94	-1,27
7	0,60	30, 260	10,05	10,05	0,11	0,02	-1,08	-1,59
8	0,70	30, 264	10,05	10,05	0,13	0,03	-1,21	-1,93
9	0,80	30, 267	10,05	10,05	0,15	0,03	-1,32	-2,29
10	0,90	30, 271	10,05	10,05	0,18	0,04	-1,41	-2,67
11	1,00	30, 274	10,05	10,05	0,21	0,04	-1,49	-3,07
12	1,10	30, 277	10,05	10,05	0,24	0,04	-1,55	-3,50
13	1,20	30, 281	10,05	10,05	0,26	0,05	-1,63	-3,86
14	1,30	30, 284	10,05	10,05	0,29	0,05	-1,66	-4,32
15	1,40	30, 288	10,05	10,05	0,32	0,06	-1,68	-4,80
16	1,50	30, 291	10,05	10,05	0,36	0,06	-1,68	-5,30
17	1,60	30, 294	10,05	10,05	0,39	0,07	-1,67	-5,82
18	1,70	30, 298	10,05	10,05	0,43	0,07	-1,64	-6,37
19	1,80	30, 301	10,05	10,05	0,47	0,08	-1,60	-6,93
20	1,90	30, 305	10,05	10,05	0,50	0,08	-1,59	-7,35
21	2,00	30, 308	10,05	20,11	0,51	0,09	-1,64	-7,56
22	2,10	30, 311	10,05	10,05	0,58	0,09	-1,44	-8,54
23	2,21	30, 315	10,05	10,05	0,62	0,10	-1,35	-9,16
24	2,31	30, 318	10,05	10,05	0,66	0,10	-1,25	-9,79
25	2,41	30, 322	10,05	10,05	0,70	0,10	-1,15	-10,43
26	2,51	30, 325	10,05	10,05	0,75	0,10	-1,04	-11,07
27	2,61	30, 328	10,05	10,05	0,77	0,11	-0,99	-11,49
28	2,71	30, 332	0,00	0,00	0,86	0,11	-1,90	-12,55
29	2,81	30, 335	0,00	0,00	0,90	0,11	-1,83	-13,05
30	2,91	30, 339	0,00	0,00	0,95	0,11	-1,77	-13,51
31	3,01	30, 342	0,00	0,00	0,99	0,11	-1,72	-13,95

Dichiarazioni secondo N.T.C. 2018 (punto 10.2)

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

Il sottoscritto Ing. Macrì- Ing. Barra, in qualità di calcolatore delle opere in progetto, dichiara quanto segue.

Tipo di analisi svolta

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

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

- Calcolo della spinta del terreno
- Verifica a ribaltamento
- Verifica a scorrimento del muro sul piano di posa
- Verifica della stabilità complesso fondazione terreno (carico limite)
- Verifica della stabilità globale
- Calcolo delle sollecitazioni sia del muro che della fondazione, progetto delle armature e relative verifiche dei materiali.

L'analisi strutturale sotto le azioni sismiche è condotta con il metodo dell'analisi statica equivalente secondo le disposizioni del capitolo 7 del DM 17/01/2018.

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

Origine e caratteristiche dei codici di calcolo

Titolo	MAX - Analisi e Calcolo Muri di Sostegno
Versione	14.00
Produttore	Aztec Informatica srl, Casole Bruzio (CS)
Utente	Studio Macrì Tecnici Associati
Licenza	AIU3843ZI

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
(Ing.Macri- Ing. Barra)
