



REGIONE PIEMONTE
Provincia di Alessandria



COMUNE DI CARTOSIO

INTERVENTO DI CONSOLIDAMENTO DEL MOVIMENTO FRANOSO
IN LOCALITA' PERETTA
EVENTI ALLUVIONALI NOVEMBRE 2016

DETERMINAZIONE N. 3867 DEL 23.12.2016

LIVELLO DI PROGETTAZIONE

DEFINITIVO - ESECUTIVO

Oggetto della tavola

RELAZIONE DI CALCOLO

data MARZO 2017

scala

Progettisti

Ing. Stefano SANDIANO

Via Aspromonte, 16
15121 - Alessandria

revisione

data

tavola n.

SEDE OPERATIVA: Via Aspromonte, 16
15121 Alessandria - Tel-Fax: 0131 288369

A05

Il Responsabile Unico del Procedimento:

Progetto: OPERA STRADALE
Ditta:
Comune: CARTOSIO SC PERETTA
Progettista: ING. SANDIANO STEFANO
Direttore dei Lavori: ING. SANDIANO STEFANO
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 2008 (D.M. 14 Gennaio 2008)

- Circolare 617 del 02/02/2009

- Circolare C.S.L.P. 02/02/2009 n.617 - Istruzioni per l'applicazione delle Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al D.M. 14 gennaio 2008

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 parte pari a

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

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

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

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

Terreno a bassa permeabilità

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

Terreno a permeabilità elevata

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

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

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

dove il coefficiente A vale

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

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

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

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

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

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

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

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

Verifica 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:

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

dove il termine m è espresso da

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

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.

Analisi dei pali

Per l'analisi della capacità portante dei pali occorre determinare alcune caratteristiche del terreno in cui si va ad operare. In particolare bisogna conoscere l'angolo d'attrito ϕ e la coesione c . Per pali soggetti a carichi trasversali è necessario conoscere il modulo di reazione laterale o il modulo elastico laterale.

La capacità portante di un palo solitamente viene valutata come somma di due contributi: portata di base (o di punta) e portata per attrito laterale lungo il fusto. Cioè si assume valida l'espressione:

$$Q_T = Q_P + Q_L - W_P$$

dove:

Q_T	portanza totale del palo
Q_P	portanza di base del palo
Q_L	portanza per attrito laterale del palo
W_P	peso proprio del palo

e le due componenti Q_P e Q_L sono calcolate in modo indipendente fra loro.

Dalla capacità portante del palo si ricava il carico ammissibile del palo Q_A applicando il coefficiente di sicurezza della portanza alla punta η_p ed il coefficiente di sicurezza della portanza per attrito laterale η_l .

Palo compresso:

$$Q_A = Q_P / \eta_p + Q_L / \eta_l - W_P$$

Palo teso:

$$Q_A = Q_L / \eta_l + W_P$$

Capacità portante di punta

In generale la capacità portante di punta viene calcolata tramite l'espressione:

$$Q_P = A_P (c N'_c + q N'_q + 1/2 B \gamma N'_\gamma)$$

dove A_p è l'area portante efficace della punta del palo, c è la coesione, q è la pressione geostatica alla quota della punta del palo, γ è il peso specifico del terreno, D è il diametro del palo ed i coefficienti N'_c N'_q N'_γ sono i coefficienti delle formule della capacità portante corretti per tener conto degli effetti di forma e di profondità. Possono essere utilizzati sia i coefficienti di Hansen che quelli di Vesic con i corrispondenti fattori correttivi per la profondità e la forma.

Il parametro η che compare nell'espressione assume il valore:

$$\eta = \frac{1 + 2K_0}{3}$$

quando si usa la formula di Vesic e viene posto uguale ad 1 per le altre formule.

K_0 rappresenta il coefficiente di spinta a riposo che può essere espresso come: $K_0 = 1 - \sin\phi$.

Capacità portante per resistenza laterale

La resistenza laterale è data dall'integrale esteso a tutta la superficie laterale del palo delle tensioni tangenziali palo-terreno in condizioni limite:

$$Q_L = \int \tau_a dS$$

dove τ_a è dato dalla nota relazione di Coulomb

$$\tau_a = c_a + \sigma_h \tan\delta$$

dove c_a è l'adesione palo-terreno, δ è l'angolo di attrito palo-terreno, γ è il peso specifico del terreno, z è la generica quota a partire dalla testa del palo, L e P sono rispettivamente la lunghezza ed il perimetro del palo, K_s è il coefficiente di spinta che dipende dalle caratteristiche meccaniche e fisiche del terreno dal suo stato di addensamento e dalle modalità di realizzazione del palo.

Portanza trasversale dei pali - Analisi ad elementi finiti

Nel modello di terreno alla Winkler il terreno viene schematizzato come una serie di molle elastiche indipendenti fra di loro. Le molle che schematizzano il terreno vengono caratterizzate tramite una costante elastica K espressa in Kg/cm²/cm che rappresenta la pressione (in Kg/cm²) che bisogna applicare per ottenere l'abbassamento di 1 cm.

Nel metodo degli elementi finiti occorre discretizzare il particolare problema. Nel caso specifico il palo viene suddiviso in un certo numero di elementi di eguale lunghezza. Ogni elemento è caratterizzato da una sezione avente area ed inerzia coincidente con quella del palo.

Il terreno viene schematizzato come una serie di molle orizzontali che reagiscono agli spostamenti nei due versi. La rigidezza assiale della singola molla è proporzionale alla costante di Winkler orizzontale del terreno, al diametro del palo ed alla lunghezza dell'elemento. La molla, però, non viene vista come un elemento infinitamente elastico ma come un elemento con comportamento del tipo elastoplastico perfetto (diagramma sforzi-deformazioni di tipo bilatero). Essa presenta una resistenza crescente al crescere degli spostamenti fino a che l'entità degli spostamenti si mantiene al di sotto di un certo spostamento limite, X_{max} oppure fino a quando non si raggiunge il valore della pressione limite. Superato tale limite non si ha un incremento di resistenza. E' evidente che assumendo un comportamento di questo tipo ci si addentra in un tipico problema non lineare che può essere risolto solo mediante una analisi al passo.

Questa modellazione presenta il notevole vantaggio di poter schematizzare tutti quei comportamenti individuati da Broms e che sarebbe impossibile trattare in un modello numerico. In particolare risulta automatico analizzare casi in cui si ha insufficiente portanza non per rottura del palo ma per rottura del terreno (vedi il caso di un palo molto rigido in un terreno molle).

Determinazione degli scarichi sul palo.

Gli scarichi sui pali vengono determinati mediante il metodo delle rigidezze.

La piastra di fondazione viene considerata infinitamente rigida (3 gradi di libertà) ed i pali vengono considerati incastrati o incernierati (la scelta del vincolo viene fatta dall'Utente nella tabella CARATTERISTICHE del sottomenu PALI) a tale piastra.

Viene effettuata una prima analisi di ogni palo di ciascuna fila (i pali di ogni fila hanno le stesse caratteristiche) per costruire una curva carichi-spostamenti del palo. Questa curva viene costruita considerando il palo elastico. Si tratta, in definitiva, della matrice di rigidezza del palo K_e , costruita imponendo traslazioni e rotazioni unitarie per determinare le corrispondenti sollecitazioni in testa al palo.

Nota la matrice di rigidezza di ogni palo si assembla la matrice globale (di dimensioni 3x3) della palificata, K . A questo punto, note le forze agenti in fondazione (N, T, M) si possono ricavare gli spostamenti della piastra (abbassamento, traslazione e rotazione) e le forze che si scaricano su ciascun palo. Infatti indicando con p il vettore dei carichi e con u il vettore degli spostamenti della piastra abbiamo:

$$u = K^{-1}p$$

Noti gli spostamenti della piastra, e quindi della testa dei pali, abbiamo gli scarichi su ciascun palo. Allora per ciascun palo viene effettuata un'analisi elastoplastica incrementale (tramite il metodo degli elementi finiti) che, tenendo conto della plasticizzazione del terreno, calcola le sollecitazioni in tutte le sezioni del palo., le caratteristiche del terreno (rappresentate da K_h) sono tali che se non è possibile raggiungere l'equilibrio si ha collasso per rottura del terreno.

Normativa

N.T.C. 2008 - Approccio 1

Simbologia adottata

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

Coefficienti di partecipazione combinazioni statiche

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

<i>Carichi</i>	<i>Effetto</i>		<i>A1</i>	<i>A2</i>	<i>EQU</i>	<i>HYD</i>
Permanenti	Favorevole	γ_{Gfav}	1,00	1,00	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:

<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	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	$\gamma_{c'}$		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

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	

PALI DI FONDAZIONECARICHI VERTICALI. Coefficienti parziali γ_R per le verifiche dei pali**Pali trivellati**

		R1	R2	R3
Punta	γ_b	1,00	1,70	1,35
Laterale compressione	γ_s	1,00	1,45	1,15
Totale compressione	γ_t	1,00	1,60	1,30
Laterale trazione	γ_{st}	1,00	1,60	1,25

CARICHI TRASVERSALI. Coefficienti parziali γ_T per le verifiche dei pali.

		R1	R2	R3
	γ_T	1,00	1,60	1,30

Coefficienti di riduzione ξ per la determinazione della resistenza caratteristica dei pali

Numero di verticali indagate	1	$\xi_3=1,70$	$\xi_4=1,70$
------------------------------	---	--------------	--------------

TIRANTI DI ANCORAGGIOCoefficienti parziali γ_R per le verifiche dei tiranti

Resistenza		Tiranti
Laterale	γ_{st}	1,20

Coefficienti di riduzione ξ per la determinazione della resistenza caratteristica dei tiranti.

Numero di verticali indagate	1	$\xi_3=1,80$	$\xi_4=1,80$
------------------------------	---	--------------	--------------

Geometria muro e fondazione

Descrizione	Muro a mensola in c.a.
Altezza del paramento	0,30 [m]
Spessore in sommità	1,00 [m]
Spessore all'attacco con la fondazione	1,00 [m]
Inclinazione paramento esterno	0,00 [°]
Inclinazione paramento interno	0,00 [°]
Lunghezza del muro	25,00 [m]
<u>Fondazione</u>	
Lunghezza mensola fondazione di valle	0,00 [m]
Lunghezza mensola fondazione di monte	0,00 [m]
Lunghezza totale fondazione	1,00 [m]
Inclinazione piano di posa della fondazione	0,00 [°]
Spessore fondazione	0,50 [m]
Spessore magrone	0,00 [m]



Descrizione pali di fondazione

Pali armati con profilato tubolare

Numero di file di pali 2
 Vincolo pali/fondazione Cerniera
 Tipo di portanza Portanza laterale

Simbologia adottata

N numero d'ordine della fila
 X ascissa della fila misurata dallo spigolo di monte della fondazione espressa in [m]
 nr. Numero di pali della fila
 D diametro dei pali della fila espresso in [cm]
 L lunghezza dei pali della fila espressa in [m]
 alfa inclinazione dei pali della fila rispetto alla verticale espressa in [°]
 ALL allineamento dei pali della fila rispetto al baricentro della fondazione (CENTRATI o SFALSATI)
 Dt diametro esterno del tubolare espresso in [mm]
 St spessore del tubolare espresso in [mm]

N	X	nr.	D	L	alfa	ALL	Dt	St
1	0,20	11	16,00	6,00	0,00	Centrati	88,80	8,00
2	0,80	14	16,00	6,00	0,00	Sfalsati	88,80	8,80

Descrizione tiranti di ancoraggio

Numero di file di tiranti 1

Tiranti passivi armati con tubolare

	MEDIO	MINIMO
Angolo d'attrito tirante-terreno (°)	32,00	32,00
Aderenza tirante-terreno kg/cm ²	0,50	0,50
Coefficiente di espansione laterale	1,00	
Superficie di ancoraggio:	ANGOLO DI ATTRITO	
Coefficiente di spinta:	SPINTA A RIPOSO	

Simbologia adottata

N numero d'ordine della fila
 Y ordinata della fila misurata dalla testa del muro espressa in [m]
 nr. numero di tiranti della fila
 D diametro della perforazione espresso in [cm]
 alfa inclinazione dei tiranti della fila rispetto all'orizzontale espressa in [°]
 ALL allineamento dei tiranti della fila (CENTRATI o SFALSATI)
 Dt diametro esterno del tubolare espresso in [mm]
 St spessore del tubolare espresso in [mm]

N	Y	nr.	D	alfa	ALL	Dt	St
1	0,10	4	16,00	30,00	Sfalsati	88,80	8,80

Materiali utilizzati per la struttura

Calcestruzzo

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

Acciaio

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

Calcestruzzo utilizzato per i pali

Classe di Resistenza	C25/30
Resistenza caratteristica a compressione R_{ck}	306 [kg/cm ²]
Modulo elastico E	320665,55 [kg/cm ²]

Acciaio utilizzato per i pali

Tipo	Fe 510
Tensione ammissibile σ_{fa}	2400,0 [kg/cm ²]
Tensione di snervamento σ_{fa}	3600,0 [kg/cm ²]

Malta utilizzata per i tiranti

Classe di Resistenza	C25/30
Resistenza caratteristica a compressione R_{ck}	306 [kg/cm ²]
Tensione tangenziale ammissibile τ_{c0}	6,1 [kg/cm ²]
Tensione tangenziale ammissibile τ_{c1}	18,5 [kg/cm ²]

Acciaio utilizzato per i tiranti

Tipo	Precomp
Tensione ammissibile σ_{fa}	10000 [kg/cm ²]
Tensione di snervamento σ_{fa}	16000 [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
2	10,00	10,00	63,43
3	15,00	10,00	0,00

Terreno a valle del muro

Inclinazione terreno a valle del muro rispetto all'orizzontale	0,00	[°]
Altezza del rinterro rispetto all'attacco fondaz.valle-paramento	0,00	[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 ^q]
c_a	Adesione terra-muro espressa in [kg/cm ^q]

Descrizione	γ	γ_s	ϕ	δ	c	c_a
COLTRE	1800	2000	28.00	18.67	0,000	0,000
MARNA	2150	2150	45.00	40.00	0,000	0,000

Parametri medi

Descrizione	γ	γ_s	ϕ	δ	c	c_a
COLTRE	1800	2000	28.00	18.67	0,000	0,000
MARNA	2150	2150	45.00	40.00	0,000	0,000

Parametri minimi

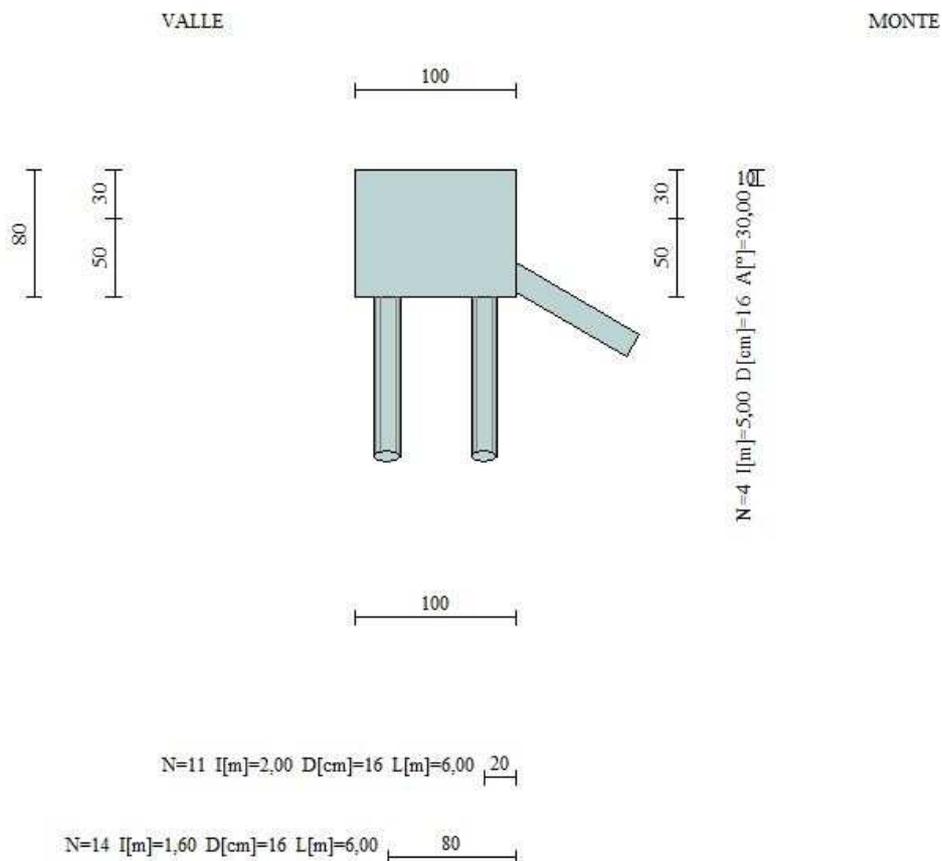
Descrizione	γ	γ_s	ϕ	δ	c	c_a
COLTRE	1800	2000	25.00	16.67	0,000	0,000
MARNA	2150	2150	45.00	40.00	0,000	0,000

Stratigrafia

Simbologia adottata

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

Nr.	H	a	Kw	Ks	Terreno
1	15,00	0,00	45,00	1,80	MARNA



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)

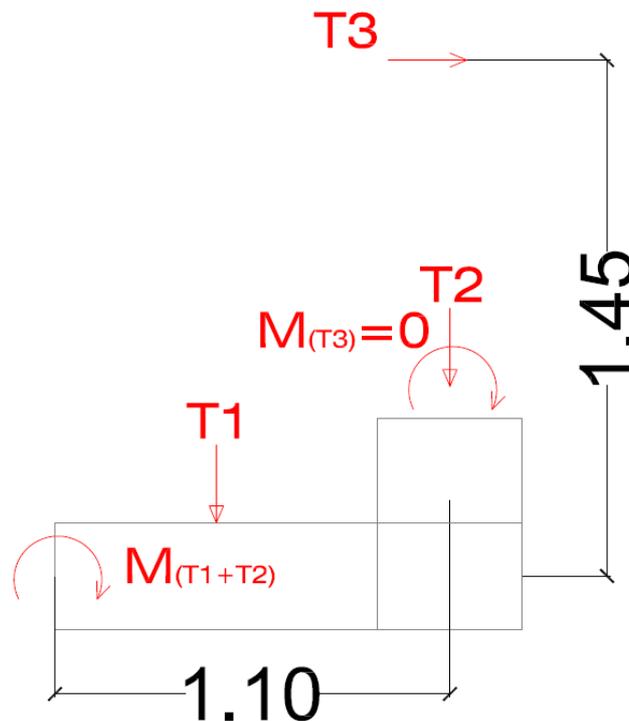
C	Fondazione	$X=-0,50$	$Y=-0,50$	$F_x=0,00$	$F_y=2155,00$	$M=2267,25$
C	Paramento	$X=-0,50$	$Y=0,00$	$F_x=1670,00$	$F_y=100,00$	$M=0,00$
D	Profilo	$X_i=0,00$	$X_f=5,00$	$Q_i=1100,00$	$Q_f=1100,00$	

Condizione n° 2 (Condizione 3)

D	Profilo	$X_i=0,00$	$X_f=5,00$	$Q_i=600,00$	$Q_f=600,00$	
---	---------	------------	------------	--------------	--------------	--

Sul paramento è stato modellato una carico atto a simulare la presenza del sicurvia e del veicolo in svio, secondo quanto sotto esposto.

Lo schema a cui si è fatto riferimento è il seguente:



Nello schema sono rappresentate le azioni esercitate sulla sezione di incastro della mensola. I valori sono da intendersi per metro lineare di profondità secondo quanto segue:

T1 comprende il peso proprio della mensola ed il pacchetto bitumato il cui peso è assunto pari a 3000daN/mc

T2 tiene conto del dado di estremità

Complessivamente $T1+T2=2155daN/m$

La sezione di incastro, per effetto delle azioni orizzontali sarà soggetto ad un momento M pari a:

$M(T1+T2)= 2267.25daNm/m$

L'azione T3 è rappresentata dall'urto del veicolo in svio, per il quale la norma ritiene di considerare pari a 100kN, posta ad 1.0 m di altezza.

Si ammette che per effetto della deformabilità della barriera e del raggiungimento del momento di plasticizzazione all'attacco, la stessa barriera non trasmetta momento, e distribuisca l'azione d'urto su almeno tre montanti, per uno sviluppo lineare di 6.0 m.

Ne discende un valore di $T3= 1670daN/m$

Descrizione combinazioni di carico*Simbologia adottata*

F/S Effetto dell'azione (FAV: Favorevole, SFAV: Sfavorevole)

 γ Coefficiente di partecipazione della condizione Ψ Coefficiente di combinazione della condizioneCombinazione 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	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° 4 - 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° 5 - Caso A2-M2 (GEO)

	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 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)

	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
Condizione 3	SFAV	1.50	1.00	1.50

Combinazione n° 8 - 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
Condizione 3	SFAV	1.50	1.00	1.50

Combinazione n° 9 - 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
Condizione 3	SFAV	1.50	1.00	1.50

Combinazione n° 10 - 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
Condizione 3	SFAV	1.50	1.00	1.50

Combinazione n° 11 - Caso A2-M2 (GEO)

	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
Condizione 3	SFAV	1.30	1.00	1.30

Combinazione n° 12 - 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
Condizione 3	SFAV	1.30	1.00	1.30

Combinazione n° 13 - 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
Condizione 3	SFAV	1.50	0.75	1.12

Combinazione n° 14 - 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
Condizione 3	SFAV	1.50	0.75	1.12

Combinazione n° 15 - 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
Condizione 3	SFAV	1.50	0.75	1.12

Combinazione n° 16 - 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
Condizione 3	SFAV	1.50	0.75	1.12

Combinazione n° 17 - Caso A2-M2 (GEO)

	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
Condizione 3	SFAV	1.30	0.75	0.98

Combinazione n° 18 - 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
Condizione 3	SFAV	1.30	0.75	0.98

Combinazione n° 19 - 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° 20 - 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° 21 - Caso A2-M2 (GEO) - 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° 22 - Caso A2-M2 (GEO) - 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° 23 - 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° 24 - 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° 25 - Caso A1-M1 (STR) - 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° 26 - 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
Condizione 3	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 27 - 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
Condizione 3	SFAV	1.00	0.75	0.75

Combinazione n° 28 - 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° 29 - 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
Condizione 3	SFAV	1.00	0.75	0.75

Combinazione n° 30 - 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° 31 - Rara (SLE) - Sisma Vert. positivo

	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
Condizione 3	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 32 - Rara (SLE) - Sisma Vert. negativo

	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
Condizione 3	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 33 - Frequente (SLE) - Sisma Vert. positivo

	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
Condizione 3	SFAV	1.00	0.75	0.75

Combinazione n° 34 - Frequente (SLE) - Sisma Vert. negativo

	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
Condizione 3	SFAV	1.00	0.75	0.75

Combinazione n° 35 - Quasi Permanente (SLE) - Sisma Vert. positivo

	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° 36 - Quasi Permanente (SLE) - Sisma Vert. negativo

	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° 37 - Rara (SLE) - Sisma Vert. positivo

	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
Condizione 3	SFAV	1.00	0.75	0.75

Combinazione n° 38 - Rara (SLE) - Sisma Vert. negativo

	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
Condizione 3	SFAV	1.00	0.75	0.75

Combinazione n° 39 - Frequente (SLE) - Sisma Vert. positivo

	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° 40 - Frequente (SLE) - Sisma Vert. negativo

	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 analisi pali

<u>Numero elementi palo</u>	20
<u>Tipo carico palo</u>	Concentrato
<u>Calcolo della portanza</u>	metodo di Berezantzev
<u>Costante di Winkler</u>	Costante pari a 45,00 Kg/cm ² /cm

Criterio di rottura del sistema terreno-palo
Pressione limite passiva con moltiplicatore pari a 1,00

Andamento pressione verticale
Geostatica

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

E.C. 2

Verifica delle tensioni

Combinazione di carico

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

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

Impostazioni avanzate

Componente verticale della spinta nel calcolo delle sollecitazioni

Tiro di esercizio dei tiranti passivi per il calcolo delle sollecitazioni sul paramento

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	A1-M1 - [1]	--	--	--	--	--
3	A1-M1 - [1]	--	--	--	--	--
4	A1-M1 - [1]	--	--	--	--	--
5	A2-M2 - [1]	--	--	--	--	--
6	STAB - [1]	--	--	--	--	18,32
7	A1-M1 - [2]	--	--	--	--	--
8	A1-M1 - [2]	--	--	--	--	--
9	A1-M1 - [2]	--	--	--	--	--
10	A1-M1 - [2]	--	--	--	--	--
11	A2-M2 - [2]	--	--	--	--	--
12	STAB - [2]	--	--	--	--	16,33
13	A1-M1 - [3]	--	--	--	--	--
14	A1-M1 - [3]	--	--	--	--	--
15	A1-M1 - [3]	--	--	--	--	--
16	A1-M1 - [3]	--	--	--	--	--
17	A2-M2 - [3]	--	--	--	--	--
18	STAB - [3]	--	--	--	--	16,87
19	A1-M1 - [4]	Orizzontale + Verticale positivo	--	--	--	--
20	A1-M1 - [4]	Orizzontale + Verticale negativo	--	--	--	--
21	A2-M2 - [4]	Orizzontale + Verticale positivo	--	--	--	--
22	A2-M2 - [4]	Orizzontale + Verticale negativo	--	--	--	--
23	STAB - [4]	Orizzontale + Verticale positivo	--	--	--	10,55
24	STAB - [4]	Orizzontale + Verticale negativo	--	--	--	10,16
25	A1-M1 - [5]	Orizzontale + Verticale positivo	--	--	--	--
26	SLER - [2]	--	--	--	--	--
27	SLEF - [2]	--	--	--	--	--
28	SLEQ - [2]	--	--	--	--	--
29	SLER - [3]	--	--	--	--	--
30	SLEF - [3]	--	--	--	--	--
31	SLER - [2]	Orizzontale + Verticale positivo	--	--	--	--
32	SLER - [2]	Orizzontale + Verticale negativo	--	--	--	--
33	SLEF - [2]	Orizzontale + Verticale positivo	--	--	--	--
34	SLEF - [2]	Orizzontale + Verticale negativo	--	--	--	--
35	SLEQ - [2]	Orizzontale + Verticale positivo	--	--	--	--
36	SLEQ - [2]	Orizzontale + Verticale negativo	--	--	--	--
37	SLER - [3]	Orizzontale + Verticale positivo	--	--	--	--
38	SLER - [3]	Orizzontale + Verticale negativo	--	--	--	--
39	SLEF - [3]	Orizzontale + Verticale positivo	--	--	--	--
40	SLEF - [3]	Orizzontale + Verticale negativo	--	--	--	--

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 della stabilità globale	metodo di Bishop
Calcolo della spinta in condizioni di	Spinta a riposo

Sisma

Identificazione del sito

Latitudine	44.591259
Longitudine	8.421722
Comune	Cartosio
Provincia	Alessandria
Regione	Piemonte
Punti di interpolazione del reticolo	16023 - 15801 - 15800 - 16022

Tipo di opera

Tipo di costruzione	Opera ordinaria
Vita nominale	50 anni
Classe d'uso pericolose	II - Normali affollamenti e industrie non
Vita di riferimento	50 anni

Combinazioni SLU

Accelerazione al suolo a_g	0.51 [m/s ²]
Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (S)	1.20
Coefficiente di amplificazione topografica (St)	1.40
Coefficiente riduzione (β_m)	1.00
Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale	0.50
Coefficiente di intensità sismica orizzontale (percento)	$k_h=(a_g/g*\beta_m*St*S) = 8.76$
Coefficiente di intensità sismica verticale (percento)	$k_v=0.50 * k_h = 4.38$

Combinazioni SLE

Accelerazione al suolo a_g	0.23 [m/s ²]
Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (S)	1.20
Coefficiente di amplificazione topografica (St)	1.40
Coefficiente riduzione (β_m)	1.00
Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale	0.50
Coefficiente di intensità sismica orizzontale (percento)	$k_h=(a_g/g*\beta_m*St*S) = 3.93$
Coefficiente di intensità sismica verticale (percento)	$k_v=0.50 * k_h = 1.96$

Forma diagramma incremento sismico	Rettangolare
------------------------------------	--------------

Partecipazione spinta passiva (percento)	0,0
Lunghezza del muro	25,00 [m]

Peso muro 2000,00 [kg]
 Baricentro del muro X=-0,50 Y=-0,40

Superficie di spinta

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

COMBINAZIONE n° 11

Valore della spinta statica 563,67 [kg]
 Componente orizzontale della spinta statica 468,00 [kg]
 Componente verticale della spinta statica 314,16 [kg]
 Punto d'applicazione della spinta X = 0,00 [m] Y = -0,44 [m]
 Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie 33,87 [°]
 Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche 60,17 [°]

Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte 0,00 [kg]
 Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte X = 0,00 [m] Y = 0,00 [m]

Risultanti sforzo tiranti : Fase di esercizio

Sforzo tiranti in direzione X -2108,42 [kg]
 Sforzo tiranti in direzione Y 1217,30 [kg]
 Punto d'applicazione dello sforzo dei tiranti X = -1,00 [m] Y = -0,10 [m]

Risultanti sforzo tiranti : Fase di ribaltamento

Sforzo tiranti in direzione X -2108,42 [kg]
 Sforzo tiranti in direzione Y 1217,30 [kg]
 Punto d'applicazione dello sforzo dei tiranti X = [m] Y = -0,10 [m]

Risultanti sforzo tiranti : Fase di scorrimento

Sforzo tiranti in direzione X 0,00 [kg]
 Sforzo tiranti in direzione Y 0,00 [kg]
 Punto d'applicazione dello sforzo dei tiranti X = 0,00 [m] Y = 0,00 [m]

Risultanti carichi esterni

Componente dir. X 1670 [kg]
 Componente dir. Y 2255 [kg]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale 29,58 [kg]
 Risultante dei carichi applicati in dir. verticale 5786,46 [kg]
 Sforzo normale sul piano di posa della fondazione 5786,46 [kg]
 Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione 29,58 [kg]
 Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione 0,48 [m]
 Lunghezza fondazione reagente 0,07 [m]
 Risultante in fondazione 5786,53 [kg]
 Inclinazione della risultante (rispetto alla normale) 0,29 [°]
 Momento rispetto al baricentro della fondazione 2749,61 [kgm]

Inviluppo sollecitazioni piastra paramento

Combinazione n° 11

Dimensioni della piastra(Simmetria)

Larghezza(m) = 12.50 Altezza(m) = 0.30

Origine all'attacco con la fondazione sull'asse di simmetria

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	-4653,82	522,09	-2128,94	35765,88	948,30
2	0,05	-2811,26	431,85	-2110,33	35790,53	805,27
3	0,10	-1545,26	343,03	-1805,88	33522,63	662,87
4	0,15	-421,68	255,51	-1739,30	42563,48	521,11
5	0,20	-132,10	2588,71	-19375,22	42580,76	380,00
6	0,25	-55,60	637,59	-19363,13	6069,36	239,54
7	0,30	-23,04	22,30	-6970,49	0,00	100,00

Sollecitazioni in direzione X

Nr.	X	M _{xmin}	M _{xmax}	T _{xmin}	T _{xmax}
1	0,00	-0,18	0,00	0,00	0,24
2	0,10	-0,20	0,00	0,00	0,77
3	0,20	-0,25	0,00	0,00	1,43
4	0,30	-0,35	0,00	0,00	2,32
5	0,40	-0,50	0,00	0,00	3,59
6	0,50	-0,73	0,00	0,00	5,45
7	0,60	-1,09	0,00	0,00	8,22
8	0,70	-1,62	0,00	0,00	12,33
9	0,80	-2,42	0,00	0,00	18,47
10	0,90	-3,62	0,00	0,00	27,64
11	1,00	-5,41	0,00	0,00	41,34
12	1,10	-8,09	0,00	0,00	61,82
13	1,20	-12,12	0,00	0,00	92,45
14	1,30	-18,19	0,00	0,00	138,43
15	1,40	-27,38	0,00	0,00	207,83
16	1,50	-41,38	0,00	0,00	313,69
17	1,60	-62,87	0,00	0,00	477,46
18	1,70	-95,88	0,00	0,00	734,86
19	1,80	-146,03	0,00	0,00	1143,90
20	1,90	-219,33	0,00	0,00	1884,26
21	2,00	-316,70	0,00	0,00	3218,28
22	2,10	-439,09	0,00	0,00	5573,03
23	2,20	-526,59	0,00	-3204,71	9172,24
24	2,30	-352,11	0,00	-11974,83	11911,70
25	2,40	-157,38	936,07	-35214,15	11898,72
26	2,50	0,00	3004,10	-35236,13	35236,13
27	2,60	-157,38	936,07	-11898,72	35214,15
28	2,70	-352,11	0,00	-11911,70	11974,83
29	2,80	-526,59	0,00	-9172,24	3204,71
30	2,90	-439,09	0,00	-5573,03	0,00
31	3,00	-316,70	0,00	-3218,28	0,00
32	3,10	-219,33	0,00	-1884,26	0,00
33	3,20	-146,03	0,00	-1143,90	0,00
34	3,30	-95,88	0,00	-734,86	0,00

35	3,40	-62,87	0,00	-477,46	0,00
36	3,50	-41,38	0,00	-313,69	0,00
37	3,60	-27,38	0,00	-207,83	0,00
38	3,70	-18,19	0,00	-138,43	0,00
39	3,80	-12,12	0,00	-92,45	0,00
40	3,90	-8,09	0,00	-61,82	0,00
41	4,00	-5,41	0,00	-41,34	0,00
42	4,10	-3,62	0,00	-27,64	0,00
43	4,20	-2,42	0,00	-18,47	0,00
44	4,30	-1,62	0,00	-12,33	0,00
45	4,40	-1,09	0,00	-8,22	0,00
46	4,50	-0,73	0,00	-5,45	0,00
47	4,60	-0,50	0,00	-3,59	0,00
48	4,70	-0,35	0,00	-2,32	0,00
49	4,80	-0,25	0,00	-1,43	0,00
50	4,90	-0,20	0,00	-0,77	0,00
51	5,00	-0,18	0,00	-0,24	0,24
52	5,10	-0,20	0,00	0,00	0,77
53	5,20	-0,25	0,00	0,00	1,43
54	5,30	-0,35	0,00	0,00	2,32
55	5,40	-0,50	0,00	0,00	3,59
56	5,50	-0,73	0,00	0,00	5,45
57	5,60	-1,09	0,00	0,00	8,22
58	5,70	-1,62	0,00	0,00	12,33
59	5,80	-2,42	0,00	0,00	18,47
60	5,90	-3,62	0,00	0,00	27,64
61	6,00	-5,41	0,00	0,00	41,34
62	6,10	-8,09	0,00	0,00	61,82
63	6,20	-12,12	0,00	0,00	92,45
64	6,30	-18,19	0,00	0,00	138,43
65	6,40	-27,38	0,00	0,00	207,83
66	6,50	-41,38	0,00	0,00	313,69
67	6,60	-62,87	0,00	0,00	477,46
68	6,70	-95,88	0,00	0,00	734,86
69	6,80	-146,03	0,00	0,00	1143,90
70	6,90	-219,33	0,00	0,00	1884,26
71	7,00	-316,70	0,00	0,00	3218,28
72	7,10	-439,09	0,00	0,00	5573,03
73	7,20	-526,59	0,00	-3204,71	9172,24
74	7,30	-352,11	0,00	-11974,83	11911,70
75	7,40	-157,38	936,07	-35214,15	11898,72
76	7,50	0,00	3004,10	-35236,13	35236,13
77	7,60	-157,38	936,07	-11898,72	35214,15
78	7,70	-352,11	0,00	-11911,70	11974,83
79	7,80	-526,59	0,00	-9172,24	3204,71
80	7,90	-439,09	0,00	-5573,03	0,00
81	8,00	-316,70	0,00	-3218,28	0,00
82	8,10	-219,33	0,00	-1884,26	0,00
83	8,20	-146,03	0,00	-1143,90	0,00
84	8,30	-95,88	0,00	-734,86	0,00
85	8,40	-62,87	0,00	-477,46	0,00
86	8,50	-41,38	0,00	-313,69	0,00
87	8,60	-27,37	0,00	-207,83	0,00
88	8,70	-18,19	0,00	-138,43	0,00
89	8,80	-12,12	0,00	-92,46	0,00
90	8,90	-8,09	0,00	-61,83	0,00
91	9,00	-5,41	0,00	-41,35	0,00
92	9,10	-3,61	0,00	-27,66	0,00
93	9,20	-2,42	0,00	-18,49	0,00
94	9,30	-1,61	0,00	-12,36	0,00
95	9,40	-1,08	0,00	-8,26	0,00
96	9,50	-0,72	0,00	-5,52	0,00

97	9,60	-0,48	0,00	-3,69	0,00
98	9,70	-0,32	0,00	-2,46	0,00
99	9,80	-0,22	0,00	-1,65	0,00
100	9,90	-0,14	0,00	-1,10	0,00
101	10,00	-0,10	0,00	-0,74	0,00
102	10,10	-0,06	0,00	-0,49	0,00
103	10,20	-0,04	0,00	-0,33	0,00
104	10,30	-0,03	0,00	-0,22	0,00
105	10,40	-0,02	0,00	-0,15	0,00
106	10,50	-0,01	0,00	-0,10	0,00
107	10,60	-0,01	0,00	-0,07	0,00
108	10,70	-0,01	0,00	-0,04	0,00
109	10,80	0,00	0,00	-0,03	0,00
110	10,90	0,00	0,00	-0,02	0,00
111	11,00	0,00	0,00	-0,01	0,00
112	11,10	0,00	0,00	-0,01	0,00
113	11,20	0,00	0,00	-0,01	0,00
114	11,30	0,00	0,00	-0,01	0,00
115	11,40	0,00	0,00	-0,01	0,00
116	11,50	0,00	0,00	-0,01	0,00
117	11,60	0,00	0,00	-0,01	0,00
118	11,70	0,00	0,00	-0,02	0,00
119	11,80	0,00	0,00	-0,04	0,00
120	11,90	0,00	0,00	-0,08	0,03
121	12,00	0,00	0,00	-0,13	0,11
122	12,10	-0,01	0,00	-0,17	0,31
123	12,20	-0,03	0,00	-0,20	0,65
124	12,30	-0,10	0,01	-0,20	1,39
125	12,40	-0,21	0,04	0,00	6,16
126	12,50	-0,40	0,00	0,00	6,07

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]
N _u	sforzo normale ultimo espresso in [kg]
M _u	momento ultimo espresso in [kgm]
CS	coefficiente sicurezza sezione
VR _{cd}	Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kg]
VR _{sd}	Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kg]
VR _d	Resistenza al taglio, espresso in [kg]

Nr.	Y	B, H	A _{fs}	A _{fi}	N _u	M _u	CS	V _{Rd}	V _{Rcd}	V _{Rsd}
1	0,00	100, 100	16,08	16,08	901585	207714	9015,85	30138	--	--
2	0,15	100, 100	16,08	16,08	153120	-203413	293,83	30198	--	--
3	0,30	100, 100	16,08	16,08	13113	-185594	13,83	30259	--	--

Armature e tensioni piastre

Combinazione n° 11

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	0,00	5,13	5,13	0	19068	1000,00
2	0,10	5,13	5,13	0	19068	1000,00
3	0,20	5,13	5,13	0	19068	1000,00
4	0,30	5,13	5,13	0	19068	1000,00
5	0,40	5,13	5,13	0	19068	1000,00
6	0,50	5,13	5,13	0	19068	1000,00
7	0,60	5,13	5,13	0	19068	1000,00
8	0,70	5,13	5,13	0	19068	1000,00
9	0,80	5,13	5,13	0	19068	1000,00
10	0,90	5,13	5,13	0	19068	1000,00
11	1,00	5,13	5,13	0	19068	1000,00
12	1,10	5,13	5,13	0	19068	1000,00
13	1,20	5,13	5,13	0	19068	1000,00
14	1,30	5,13	5,13	0	19068	1000,00
15	1,40	5,13	5,13	0	19068	696,53
16	1,50	5,13	5,13	0	19068	460,80

17	1,60	5,13	5,13	0	19068	303,31
18	1,70	5,13	5,13	0	19068	198,87
19	1,80	5,13	5,13	0	19068	130,57
20	1,90	5,13	5,13	0	19068	86,93
21	2,00	5,13	5,13	0	19068	60,21
22	2,10	5,13	5,13	0	19068	43,43
23	2,20	5,13	5,13	0	19068	36,21
24	2,30	5,13	5,13	0	19068	54,15
25	2,40	5,13	5,13	0	-19068	20,37
26	2,50	5,13	5,13	0	-19068	6,35
27	2,60	5,13	5,13	0	-19068	20,37
28	2,70	5,13	5,13	0	19068	54,15
29	2,80	5,13	5,13	0	19068	36,21
30	2,90	5,13	5,13	0	19068	43,43
31	3,00	5,13	5,13	0	19068	60,21
32	3,10	5,13	5,13	0	19068	86,93
33	3,20	5,13	5,13	0	19068	130,57
34	3,30	5,13	5,13	0	19068	198,87
35	3,40	5,13	5,13	0	19068	303,31
36	3,50	5,13	5,13	0	19068	460,80
37	3,60	5,13	5,13	0	19068	696,53
38	3,70	5,13	5,13	0	19068	1000,00
39	3,80	5,13	5,13	0	19068	1000,00
40	3,90	5,13	5,13	0	19068	1000,00
41	4,00	5,13	5,13	0	19068	1000,00
42	4,10	5,13	5,13	0	19068	1000,00
43	4,20	5,13	5,13	0	19068	1000,00
44	4,30	5,13	5,13	0	19068	1000,00
45	4,40	5,13	5,13	0	19068	1000,00
46	4,50	5,13	5,13	0	19068	1000,00
47	4,60	5,13	5,13	0	19068	1000,00
48	4,70	5,13	5,13	0	19068	1000,00
49	4,80	5,13	5,13	0	19068	1000,00
50	4,90	5,13	5,13	0	19068	1000,00
51	5,00	5,13	5,13	0	19068	1000,00
52	5,10	5,13	5,13	0	19068	1000,00
53	5,20	5,13	5,13	0	19068	1000,00
54	5,30	5,13	5,13	0	19068	1000,00
55	5,40	5,13	5,13	0	19068	1000,00
56	5,50	5,13	5,13	0	19068	1000,00
57	5,60	5,13	5,13	0	19068	1000,00
58	5,70	5,13	5,13	0	19068	1000,00
59	5,80	5,13	5,13	0	19068	1000,00
60	5,90	5,13	5,13	0	19068	1000,00
61	6,00	5,13	5,13	0	19068	1000,00
62	6,10	5,13	5,13	0	19068	1000,00
63	6,20	5,13	5,13	0	19068	1000,00
64	6,30	5,13	5,13	0	19068	1000,00
65	6,40	5,13	5,13	0	19068	696,53
66	6,50	5,13	5,13	0	19068	460,80
67	6,60	5,13	5,13	0	19068	303,31
68	6,70	5,13	5,13	0	19068	198,87
69	6,80	5,13	5,13	0	19068	130,57
70	6,90	5,13	5,13	0	19068	86,93
71	7,00	5,13	5,13	0	19068	60,21
72	7,10	5,13	5,13	0	19068	43,43
73	7,20	5,13	5,13	0	19068	36,21
74	7,30	5,13	5,13	0	19068	54,15
75	7,40	5,13	5,13	0	-19068	20,37
76	7,50	5,13	5,13	0	-19068	6,35
77	7,60	5,13	5,13	0	-19068	20,37
78	7,70	5,13	5,13	0	19068	54,15

79	7,80	5,13	5,13	0	19068	36,21
80	7,90	5,13	5,13	0	19068	43,43
81	8,00	5,13	5,13	0	19068	60,21
82	8,10	5,13	5,13	0	19068	86,93
83	8,20	5,13	5,13	0	19068	130,57
84	8,30	5,13	5,13	0	19068	198,87
85	8,40	5,13	5,13	0	19068	303,31
86	8,50	5,13	5,13	0	19068	460,80
87	8,60	5,13	5,13	0	19068	696,54
88	8,70	5,13	5,13	0	19068	1000,00
89	8,80	5,13	5,13	0	19068	1000,00
90	8,90	5,13	5,13	0	19068	1000,00
91	9,00	5,13	5,13	0	19068	1000,00
92	9,10	5,13	5,13	0	19068	1000,00
93	9,20	5,13	5,13	0	19068	1000,00
94	9,30	5,13	5,13	0	19068	1000,00
95	9,40	5,13	5,13	0	19068	1000,00
96	9,50	5,13	5,13	0	19068	1000,00
97	9,60	5,13	5,13	0	19068	1000,00
98	9,70	5,13	5,13	0	19068	1000,00
99	9,80	5,13	5,13	0	19068	1000,00
100	9,90	5,13	5,13	0	19068	1000,00
101	10,00	5,13	5,13	0	19068	1000,00
102	10,10	5,13	5,13	0	19068	1000,00
103	10,20	5,13	5,13	0	19068	1000,00
104	10,30	5,13	5,13	0	19068	1000,00
105	10,40	5,13	5,13	0	19068	1000,00
106	10,50	5,13	5,13	0	19068	1000,00
107	10,60	5,13	5,13	1E20	1E20	1000,00
108	10,70	5,13	5,13	1E20	1E20	1000,00
109	10,80	5,13	5,13	1E20	1E20	1000,00
110	10,90	5,13	5,13	1E20	1E20	1000,00
111	11,00	5,13	5,13	1E20	1E20	1000,00
112	11,10	5,13	5,13	1E20	1E20	1000,00
113	11,20	5,13	5,13	1E20	1E20	1000,00
114	11,30	5,13	5,13	1E20	1E20	1000,00
115	11,40	5,13	5,13	1E20	1E20	1000,00
116	11,50	5,13	5,13	1E20	1E20	1000,00
117	11,60	5,13	5,13	1E20	1E20	1000,00
118	11,70	5,13	5,13	1E20	1E20	1000,00
119	11,80	5,13	5,13	1E20	1E20	1000,00
120	11,90	5,13	5,13	1E20	1E20	1000,00
121	12,00	5,13	5,13	1E20	1E20	1000,00
122	12,10	5,13	5,13	1E20	1E20	1000,00
123	12,20	5,13	5,13	0	19068	1000,00
124	12,30	5,13	5,13	0	19068	1000,00
125	12,40	5,13	5,13	0	19068	1000,00
126	12,50	5,13	5,13	0	19068	1000,00

Analisi dei pali

Combinazione n° 11

Risultanti sulla base della fondazione (per metro lineare di muro)

Orizzontale	[kg]	29,6
Verticale	[kg]	5786,5
Momento	[kgm]	-2749,6

Spostamenti della piastra di fondazione

Orizzontale	[cm]	0,00133
Verticale	[cm]	0,01851
Rotazione	[°]	-0,04619

Scarichi in testa ai pali

Fila nr.	N.pali	N [kg]	T [kg]	M [kgm]	Tu [kg]	Mu [kgm]
1	11	-1534	30	0	-2144	0
2	14	11538	30	0	-2144	0

Calcolo della portanza

τ_m	tensione tangenziale media palo-terreno in [kg/cm ²]
σ_p	tensione sul terreno alla punta del palo in [kg/cm ²]
N_c, N_q, N_γ	fattori di capacità portante
N'_c, N'_q, N'_γ	fattori di capacità portante corretti
P_l	portanza caratteristica per attrito e aderenza laterale in [kg]
P_p	portanza caratteristica di punta in [kg]
P_d	portanza di progetto, in [kg]
W_p	peso del palo, in [kg]
PT	Parametri Terreno utilizzati

Fila	N_c	N'_c	N_q	N'_q	N_γ	N'_γ	τ_m	σ_p
1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.08	4.10
2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.66	-41.43

Fila	P_l	P_p	W_p	P_d	PT
1	17283	0	356	11158	MEDI
1	17283	0	356	11158	MINIMI
2	17283	0	362	11557	MEDI
2	17283	0	362	11557	MINIMI

Verifica a punzonamento della fondazione

D	diametro dei pali della fila espresso in [cm]
H _f	altezza della fondazione in corrispondenza della fila espressa in [cm]
S _i	superficie di aderenza palo-fondazione (H _f D) espressa in [cmq]
N	sforzo normale trasmesso dal palo alla fondazione espresso in [kg]
τ _c	tensione tangenziale palo-fondazione espressa in [kg/cmq]

Fila	D	H _f	S _i	N	τ _c
1	16,0	80,0	4021,2	-1534	-0,38
2	16,0	80,0	4021,2	11538	2,87

Sollecitazioni nei pali e verifiche delle sezioni

Combinazione n° 11

Nr.	numero d'ordine della sezione a partire dall'attacco palo-fondazione
Y	ordinata della sezione a partire dall'attacco palo-fondazione positiva verso il basso (in [m])
M	momento flettente espresso in [kgm]
N	sforzo normale espresso in [kg]
T	taglio espresso in [kg]
M _u	momento ultimo espresso in [kgm]
N _u	sforzo normale ultimo espresso in [kg]
T _u	taglio ultimo espresso in [kg]
CS	coefficiente di sicurezza

Sollecitazioni e tensioni per la fila di pali nr. 1

Nr.	Y	M	N	T	A _f	M _u	N _u	T _u	CS
1	0,00	0	-1534	30	20,31	0	-63571	31785	41,44
2	0,30	-5	-1511	0	20,31	174	-57549	31785	38,08
3	0,60	-5	-1479	-5	20,31	180	-57348	31785	38,79
4	0,90	-3	-1436	-5	20,31	128	-59121	31785	41,18
5	1,20	-2	-1383	-4	20,31	69	-61176	31785	44,24
6	1,50	-1	-1320	-2	20,31	24	-62738	31785	47,53
7	1,80	0	-1247	-1	20,31	1	-63522	31785	50,94
8	2,10	0	-1164	0	20,31	11	-63190	31785	54,28
9	2,40	0	-1071	0	20,31	12	-63170	31785	58,96
10	2,70	0	-968	0	20,31	8	-63279	31785	65,34
11	3,00	0	-855	0	20,31	5	-63409	31785	74,12
12	3,30	0	-733	0	20,31	2	-63513	31785	86,71
13	3,60	0	-600	0	20,31	0	-63562	31785	106,02
14	3,90	0	-457	0	20,31	1	-63528	31785	139,15
15	4,20	0	-304	0	20,31	2	-63511	31785	209,23
16	4,50	0	-141	0	20,31	2	-63487	31785	451,77
17	4,80	0	32	0	20,31	7	86661	31785	1000,00
18	5,10	0	216	0	20,31	0	86714	31785	402,30
19	5,40	0	409	0	20,31	0	86714	31785	212,22
20	5,70	0	612	0	20,31	0	86714	31785	141,76
21	6,00	0	825	0	20,31	0	86714	31785	105,14

Sollecitazioni e tensioni per la fila di pali nr. 2

Nr.	Y	M	N	T	A _f	M _u	N _u	T _u	CS
1	0,00	0	11538	30	22,12	0	92378	34618	8,01
2	0,30	-5	11506	0	22,12	37	92079	34618	8,00
3	0,60	-5	11372	-5	22,12	38	92069	34618	8,10
4	0,90	-3	11137	-5	22,12	26	92164	34618	8,28
5	1,20	-2	10802	-4	22,12	14	92266	34618	8,54
6	1,50	-1	10364	-2	22,12	5	92339	34618	8,91

7	1,80	0	9826	-1	22,12	0	92377	34618	9,40
8	2,10	0	9187	0	22,12	2	92362	34618	10,05
9	2,40	0	8446	0	22,12	2	92360	34618	10,94
10	2,70	0	7605	0	22,12	2	92365	34618	12,15
11	3,00	0	6662	0	22,12	1	92371	34618	13,87
12	3,30	0	5618	0	22,12	0	92375	34618	16,44
13	3,60	0	4473	0	22,12	0	92378	34618	20,65
14	3,90	0	3226	0	22,12	0	92376	34618	28,63
15	4,20	0	1879	0	22,12	0	92375	34618	49,17
16	4,50	0	430	0	22,12	1	92368	34618	214,72
17	4,80	0	-1120	0	22,12	0	-69229	34618	61,83
18	5,10	0	-2771	0	22,12	0	-69235	34618	24,99
19	5,40	0	-4523	0	22,12	0	-69235	34618	15,31
20	5,70	0	-6376	0	22,12	0	-69235	34618	10,86
21	6,00	0	-8330	0	22,12	0	-69235	34618	8,31

Analisi dei tirantiCombinazione n° 11

Nr.	numero della fila
Nt	numero di tiranti della fila
D	diámetro dei tiranti della fila espresso in cm
α	inclinazione dei tiranti della fila espressa gradi
N	sforzo in ogni tirante della fila espresso in [kg]
L_f	lunghezza di fondazione del tirante espressa in [m]
L	lunghezza totale del tirante espressa in [m]
σ_f	tensione nell'acciaio del tirante espressa in [kg/cm ²]

Nr.	NT	D	α	N	L_f	L	σ_f
1	4	16,00	30,00	15216	8,60	9,90	688,0

COMBINAZIONE n° 21

Valore della spinta statica	429,53	[kg]		
Componente orizzontale della spinta statica	356,63	[kg]		
Componente verticale della spinta statica	239,40	[kg]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 0,00	[m]	Y = -0,45	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	33,87	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	60,17	[°]		

Incremento sismico della spinta	124,69	[kg]		
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 0,00	[m]	Y = -0,40	[m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	56,05	[°]		

Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	0,00	[kg]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0,00	[m]	Y = 0,00	[m]
Inerzia del muro	175,19	[kg]		
Inerzia verticale del muro	87,59	[kg]		
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	0,00	[kg]		
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	0,00	[kg]		

Risultanti sforzo tiranti : Fase di esercizio

Sforzo tiranti in direzione X	-2331,84	[kg]		
Sforzo tiranti in direzione Y	1346,29	[kg]		
Punto d'applicazione dello sforzo dei tiranti	X = -1,00	[m]	Y = -0,10	[m]

Risultanti sforzo tiranti : Fase di ribaltamento

Sforzo tiranti in direzione X	-2331,84	[kg]		
Sforzo tiranti in direzione Y	1346,29	[kg]		
Punto d'applicazione dello sforzo dei tiranti	X =	[m]	Y = -0,10	[m]

Risultanti sforzo tiranti : Fase di scorrimento

Sforzo tiranti in direzione X	0,00	[kg]		
Sforzo tiranti in direzione Y	0,00	[kg]		
Punto d'applicazione dello sforzo dei tiranti	X = 0,00	[m]	Y = 0,00	[m]

Risultanti carichi esterni

Componente dir. X	1868	[kg]		
Componente dir. Y	2255	[kg]		

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	171,03	[kg]		
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	5997,77	[kg]		
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	5997,77	[kg]		
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	171,03	[kg]		
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0,47	[m]		
Lunghezza fondazione reagente	0,10	[m]		
Risultante in fondazione	6000,21	[kg]		
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	1,63	[°]		
Momento rispetto al baricentro della fondazione	2790,97	[kgm]		

Inviluppo sollecitazioni piastra paramento

Combinazione n° 21

Dimensioni della piastra(Simmetria)

Larghezza(m) = 12.50 Altezza(m) = 0.30

Origine all'attacco con la fondazione sull'asse di simmetria

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	-5191,50	532,91	-2224,07	39685,36	940,74
2	0,05	-3147,07	439,70	-2199,63	39718,33	798,98
3	0,10	-1739,99	348,41	-1856,16	37217,04	657,86
4	0,15	-490,10	258,87	-1775,58	47222,83	517,37
5	0,20	-162,26	2846,85	-21272,01	47246,64	377,54
6	0,25	-69,76	696,88	-21255,25	6872,35	238,35
7	0,30	-25,51	24,64	-7542,91	55,61	100,00

Sollecitazioni in direzione X

Nr.	X	M _{xmin}	M _{xmax}	T _{xmin}	T _{xmax}
1	0,00	-0,20	0,00	0,00	0,27
2	0,10	-0,22	0,00	0,00	0,86
3	0,20	-0,28	0,00	0,00	1,58
4	0,30	-0,38	0,00	0,00	2,57
5	0,40	-0,55	0,00	0,00	3,98
6	0,50	-0,81	0,00	0,00	6,05
7	0,60	-1,20	0,00	0,00	9,11
8	0,70	-1,79	0,00	0,00	13,67
9	0,80	-2,68	0,00	0,00	20,47
10	0,90	-4,00	0,00	0,00	30,64
11	1,00	-5,98	0,00	0,00	45,83
12	1,10	-8,95	0,00	0,00	68,52
13	1,20	-13,41	0,00	0,00	102,48
14	1,30	-20,12	0,00	0,00	153,42
15	1,40	-30,28	0,00	0,00	230,34
16	1,50	-45,76	0,00	0,00	347,63
17	1,60	-69,53	0,00	0,00	529,06
18	1,70	-106,04	0,00	0,00	814,14
19	1,80	-161,51	0,00	0,00	1267,08
20	1,90	-242,57	0,00	0,00	2086,28
21	2,00	-350,26	0,00	0,00	3562,89
22	2,10	-485,62	0,00	0,00	6170,39
23	2,20	-582,39	0,00	-3537,56	10146,83
24	2,30	-389,43	0,00	-13239,28	13175,39
25	2,40	-174,06	1035,26	-38942,43	13158,12
26	2,50	0,00	3322,43	-38973,14	38973,14
27	2,60	-174,06	1035,26	-13158,12	38942,43
28	2,70	-389,43	0,00	-13175,39	13239,28
29	2,80	-582,39	0,00	-10146,83	3537,56
30	2,90	-485,62	0,00	-6170,39	0,00
31	3,00	-350,26	0,00	-3562,89	0,00
32	3,10	-242,57	0,00	-2086,28	0,00
33	3,20	-161,51	0,00	-1267,08	0,00
34	3,30	-106,04	0,00	-814,14	0,00

35	3,40	-69,53	0,00	-529,06	0,00
36	3,50	-45,76	0,00	-347,63	0,00
37	3,60	-30,28	0,00	-230,34	0,00
38	3,70	-20,12	0,00	-153,42	0,00
39	3,80	-13,41	0,00	-102,48	0,00
40	3,90	-8,95	0,00	-68,52	0,00
41	4,00	-5,98	0,00	-45,83	0,00
42	4,10	-4,00	0,00	-30,64	0,00
43	4,20	-2,68	0,00	-20,47	0,00
44	4,30	-1,79	0,00	-13,67	0,00
45	4,40	-1,20	0,00	-9,11	0,00
46	4,50	-0,81	0,00	-6,05	0,00
47	4,60	-0,55	0,00	-3,98	0,00
48	4,70	-0,38	0,00	-2,57	0,00
49	4,80	-0,28	0,00	-1,58	0,00
50	4,90	-0,22	0,00	-0,86	0,00
51	5,00	-0,20	0,00	-0,27	0,27
52	5,10	-0,22	0,00	0,00	0,86
53	5,20	-0,28	0,00	0,00	1,58
54	5,30	-0,38	0,00	0,00	2,57
55	5,40	-0,55	0,00	0,00	3,98
56	5,50	-0,81	0,00	0,00	6,05
57	5,60	-1,20	0,00	0,00	9,11
58	5,70	-1,79	0,00	0,00	13,67
59	5,80	-2,68	0,00	0,00	20,47
60	5,90	-4,00	0,00	0,00	30,64
61	6,00	-5,98	0,00	0,00	45,83
62	6,10	-8,95	0,00	0,00	68,52
63	6,20	-13,41	0,00	0,00	102,48
64	6,30	-20,12	0,00	0,00	153,42
65	6,40	-30,28	0,00	0,00	230,34
66	6,50	-45,76	0,00	0,00	347,63
67	6,60	-69,53	0,00	0,00	529,06
68	6,70	-106,04	0,00	0,00	814,14
69	6,80	-161,51	0,00	0,00	1267,08
70	6,90	-242,57	0,00	0,00	2086,28
71	7,00	-350,26	0,00	0,00	3562,89
72	7,10	-485,62	0,00	0,00	6170,39
73	7,20	-582,39	0,00	-3537,56	10146,83
74	7,30	-389,43	0,00	-13239,28	13175,39
75	7,40	-174,06	1035,26	-38942,43	13158,12
76	7,50	0,00	3322,43	-38973,14	38973,14
77	7,60	-174,06	1035,26	-13158,12	38942,43
78	7,70	-389,43	0,00	-13175,39	13239,28
79	7,80	-582,39	0,00	-10146,83	3537,56
80	7,90	-485,62	0,00	-6170,39	0,00
81	8,00	-350,26	0,00	-3562,89	0,00
82	8,10	-242,57	0,00	-2086,28	0,00
83	8,20	-161,51	0,00	-1267,08	0,00
84	8,30	-106,04	0,00	-814,14	0,00
85	8,40	-69,53	0,00	-529,06	0,00
86	8,50	-45,76	0,00	-347,63	0,00
87	8,60	-30,28	0,00	-230,34	0,00
88	8,70	-20,12	0,00	-153,43	0,00
89	8,80	-13,41	0,00	-102,48	0,00
90	8,90	-8,95	0,00	-68,53	0,00
91	9,00	-5,98	0,00	-45,84	0,00
92	9,10	-4,00	0,00	-30,66	0,00
93	9,20	-2,67	0,00	-20,50	0,00
94	9,30	-1,79	0,00	-13,70	0,00
95	9,40	-1,19	0,00	-9,16	0,00
96	9,50	-0,80	0,00	-6,12	0,00

97	9,60	-0,53	0,00	-4,09	0,00
98	9,70	-0,36	0,00	-2,73	0,00
99	9,80	-0,24	0,00	-1,83	0,00
100	9,90	-0,16	0,00	-1,22	0,00
101	10,00	-0,11	0,00	-0,82	0,00
102	10,10	-0,07	0,00	-0,54	0,00
103	10,20	-0,05	0,00	-0,36	0,00
104	10,30	-0,03	0,00	-0,24	0,00
105	10,40	-0,02	0,00	-0,16	0,00
106	10,50	-0,01	0,00	-0,11	0,00
107	10,60	-0,01	0,00	-0,07	0,00
108	10,70	-0,01	0,00	-0,05	0,00
109	10,80	0,00	0,00	-0,03	0,00
110	10,90	0,00	0,00	-0,02	0,00
111	11,00	0,00	0,00	-0,02	0,00
112	11,10	0,00	0,00	-0,01	0,00
113	11,20	0,00	0,00	-0,01	0,00
114	11,30	0,00	0,00	-0,01	0,00
115	11,40	0,00	0,00	-0,01	0,00
116	11,50	0,00	0,00	-0,01	0,00
117	11,60	0,00	0,00	-0,02	0,00
118	11,70	0,00	0,00	-0,03	0,00
119	11,80	0,00	0,01	-0,06	0,00
120	11,90	0,00	0,01	-0,11	0,04
121	12,00	0,00	0,01	-0,18	0,16
122	12,10	-0,01	0,00	-0,23	0,43
123	12,20	-0,05	0,00	-0,27	0,90
124	12,30	-0,14	0,01	-0,28	1,91
125	12,40	-0,29	0,04	0,00	8,41
126	12,50	-0,55	0,00	0,00	8,25

Armature e tensioni nei materiali del muro

Combinazione n° 21

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
VR _{cd}	Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kg]
VR _{sd}	Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kg]
VR _d	Resistenza al taglio, espresso in [kg]

Nr.	Y	B, H	A _{fs}	A _{fi}	N _u	M _u	CS	V _{Rd}	V _{Rcd}	V _{Rsd}
1	0,00	100, 100	16,08	16,08	848486	216439	8484,86	30138	--	--
2	0,15	100, 100	16,08	16,08	112608	-199990	217,65	30197	--	--
3	0,30	100, 100	16,08	16,08	11540	-179994	12,27	30258	--	--

Armature e tensioni piastre

Combinazione n° 21

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	0,00	5,13	5,13	0	19068	1000,00
2	0,10	5,13	5,13	0	19068	1000,00
3	0,20	5,13	5,13	0	19068	1000,00
4	0,30	5,13	5,13	0	19068	1000,00
5	0,40	5,13	5,13	0	19068	1000,00
6	0,50	5,13	5,13	0	19068	1000,00
7	0,60	5,13	5,13	0	19068	1000,00
8	0,70	5,13	5,13	0	19068	1000,00
9	0,80	5,13	5,13	0	19068	1000,00
10	0,90	5,13	5,13	0	19068	1000,00
11	1,00	5,13	5,13	0	19068	1000,00
12	1,10	5,13	5,13	0	19068	1000,00
13	1,20	5,13	5,13	0	19068	1000,00
14	1,30	5,13	5,13	0	19068	947,84
15	1,40	5,13	5,13	0	19068	629,79
16	1,50	5,13	5,13	0	19068	416,65

17	1,60	5,13	5,13	0	19068	274,25
18	1,70	5,13	5,13	0	19068	179,81
19	1,80	5,13	5,13	0	19068	118,06
20	1,90	5,13	5,13	0	19068	78,61
21	2,00	5,13	5,13	0	19068	54,44
22	2,10	5,13	5,13	0	19068	39,26
23	2,20	5,13	5,13	0	19068	32,74
24	2,30	5,13	5,13	0	19068	48,96
25	2,40	5,13	5,13	0	-19068	18,42
26	2,50	5,13	5,13	0	-19068	5,74
27	2,60	5,13	5,13	0	-19068	18,42
28	2,70	5,13	5,13	0	19068	48,96
29	2,80	5,13	5,13	0	19068	32,74
30	2,90	5,13	5,13	0	19068	39,26
31	3,00	5,13	5,13	0	19068	54,44
32	3,10	5,13	5,13	0	19068	78,61
33	3,20	5,13	5,13	0	19068	118,06
34	3,30	5,13	5,13	0	19068	179,81
35	3,40	5,13	5,13	0	19068	274,25
36	3,50	5,13	5,13	0	19068	416,65
37	3,60	5,13	5,13	0	19068	629,79
38	3,70	5,13	5,13	0	19068	947,84
39	3,80	5,13	5,13	0	19068	1000,00
40	3,90	5,13	5,13	0	19068	1000,00
41	4,00	5,13	5,13	0	19068	1000,00
42	4,10	5,13	5,13	0	19068	1000,00
43	4,20	5,13	5,13	0	19068	1000,00
44	4,30	5,13	5,13	0	19068	1000,00
45	4,40	5,13	5,13	0	19068	1000,00
46	4,50	5,13	5,13	0	19068	1000,00
47	4,60	5,13	5,13	0	19068	1000,00
48	4,70	5,13	5,13	0	19068	1000,00
49	4,80	5,13	5,13	0	19068	1000,00
50	4,90	5,13	5,13	0	19068	1000,00
51	5,00	5,13	5,13	0	19068	1000,00
52	5,10	5,13	5,13	0	19068	1000,00
53	5,20	5,13	5,13	0	19068	1000,00
54	5,30	5,13	5,13	0	19068	1000,00
55	5,40	5,13	5,13	0	19068	1000,00
56	5,50	5,13	5,13	0	19068	1000,00
57	5,60	5,13	5,13	0	19068	1000,00
58	5,70	5,13	5,13	0	19068	1000,00
59	5,80	5,13	5,13	0	19068	1000,00
60	5,90	5,13	5,13	0	19068	1000,00
61	6,00	5,13	5,13	0	19068	1000,00
62	6,10	5,13	5,13	0	19068	1000,00
63	6,20	5,13	5,13	0	19068	1000,00
64	6,30	5,13	5,13	0	19068	947,84
65	6,40	5,13	5,13	0	19068	629,79
66	6,50	5,13	5,13	0	19068	416,65
67	6,60	5,13	5,13	0	19068	274,25
68	6,70	5,13	5,13	0	19068	179,81
69	6,80	5,13	5,13	0	19068	118,06
70	6,90	5,13	5,13	0	19068	78,61
71	7,00	5,13	5,13	0	19068	54,44
72	7,10	5,13	5,13	0	19068	39,26
73	7,20	5,13	5,13	0	19068	32,74
74	7,30	5,13	5,13	0	19068	48,96
75	7,40	5,13	5,13	0	-19068	18,42
76	7,50	5,13	5,13	0	-19068	5,74
77	7,60	5,13	5,13	0	-19068	18,42
78	7,70	5,13	5,13	0	19068	48,96

79	7,80	5,13	5,13	0	19068	32,74
80	7,90	5,13	5,13	0	19068	39,26
81	8,00	5,13	5,13	0	19068	54,44
82	8,10	5,13	5,13	0	19068	78,61
83	8,20	5,13	5,13	0	19068	118,06
84	8,30	5,13	5,13	0	19068	179,81
85	8,40	5,13	5,13	0	19068	274,25
86	8,50	5,13	5,13	0	19068	416,65
87	8,60	5,13	5,13	0	19068	629,80
88	8,70	5,13	5,13	0	19068	947,86
89	8,80	5,13	5,13	0	19068	1000,00
90	8,90	5,13	5,13	0	19068	1000,00
91	9,00	5,13	5,13	0	19068	1000,00
92	9,10	5,13	5,13	0	19068	1000,00
93	9,20	5,13	5,13	0	19068	1000,00
94	9,30	5,13	5,13	0	19068	1000,00
95	9,40	5,13	5,13	0	19068	1000,00
96	9,50	5,13	5,13	0	19068	1000,00
97	9,60	5,13	5,13	0	19068	1000,00
98	9,70	5,13	5,13	0	19068	1000,00
99	9,80	5,13	5,13	0	19068	1000,00
100	9,90	5,13	5,13	0	19068	1000,00
101	10,00	5,13	5,13	0	19068	1000,00
102	10,10	5,13	5,13	0	19068	1000,00
103	10,20	5,13	5,13	0	19068	1000,00
104	10,30	5,13	5,13	0	19068	1000,00
105	10,40	5,13	5,13	0	19068	1000,00
106	10,50	5,13	5,13	0	19068	1000,00
107	10,60	5,13	5,13	1E20	1E20	1000,00
108	10,70	5,13	5,13	1E20	1E20	1000,00
109	10,80	5,13	5,13	1E20	1E20	1000,00
110	10,90	5,13	5,13	1E20	1E20	1000,00
111	11,00	5,13	5,13	1E20	1E20	1000,00
112	11,10	5,13	5,13	1E20	1E20	1000,00
113	11,20	5,13	5,13	1E20	1E20	1000,00
114	11,30	5,13	5,13	1E20	1E20	1000,00
115	11,40	5,13	5,13	1E20	1E20	1000,00
116	11,50	5,13	5,13	1E20	1E20	1000,00
117	11,60	5,13	5,13	1E20	1E20	1000,00
118	11,70	5,13	5,13	1E20	1E20	1000,00
119	11,80	5,13	5,13	1E20	1E20	1000,00
120	11,90	5,13	5,13	1E20	1E20	1000,00
121	12,00	5,13	5,13	1E20	1E20	1000,00
122	12,10	5,13	5,13	0	19068	1000,00
123	12,20	5,13	5,13	0	19068	1000,00
124	12,30	5,13	5,13	0	-19068	1000,00
125	12,40	5,13	5,13	0	19068	1000,00
126	12,50	5,13	5,13	0	19068	1000,00

Analisi dei pali

Combinazione n° 21

Risultanti sulla base della fondazione (per metro lineare di muro)

Orizzontale	[kg]	171,0
Verticale	[kg]	5997,8
Momento	[kgm]	-2791,0

Spostamenti della piastra di fondazione

Orizzontale	[cm]	0,00770
Verticale	[cm]	0,01934
Rotazione	[°]	-0,04546

Scarichi in testa ai pali

Fila nr.	N.pali	N [kg]	T [kg]	M [kgm]	Tu [kg]	Mu [kgm]
1	11	-1206	171	0	-2144	0
2	14	11658	171	0	-2144	0

Calcolo della portanza

τ_m	tensione tangenziale media palo-terreno in [kg/cmq]
σ_p	tensione sul terreno alla punta del palo in [kg/cmq]
N_c, N_q, N_γ	fattori di capacità portante
N'_c, N'_q, N'_γ	fattori di capacità portante corretti
P_l	portanza caratteristica per attrito e aderenza laterale in [kg]
P_p	portanza caratteristica di punta in [kg]
P_d	portanza di progetto, in [kg]
W_p	peso del palo, in [kg]
PT	Parametri Terreno utilizzati

Fila	N_c	N'_c	N_q	N'_q	N_γ	N'_γ	τ_m	σ_p
1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.06	2.96
2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.67	-41.85

Fila	P_l	P_p	W_p	P_d	PT
1	17283	0	356	14182	MEDI
1	17283	0	356	14182	MINIMI
2	17283	0	362	14667	MEDI
2	17283	0	362	14667	MINIMI

Verifica a punzonamento della fondazione

D diametro dei pali della fila espresso in [cm]
 H_f altezza della fondazione in corrispondenza della fila espressa in [cm]
 S_i superficie di aderenza palo-fondazione (H_fID) espressa in [cmq]
 N sforzo normale trasmesso dal palo alla fondazione espresso in [kg]
 τ_c tensione tangenziale palo-fondazione espressa in [kg/cmq]

Fila	D	H _f	S _i	N	τ _c
1	16,0	80,0	4021,2	-1206	-0,30
2	16,0	80,0	4021,2	11658	2,90

Sollecitazioni nei pali e verifiche delle sezioni**Combinazione n° 21**

Nr. numero d'ordine della sezione a partire dall'attacco palo-fondazione
 Y ordinata della sezione a partire dall'attacco palo-fondazione positiva verso il basso (in [m])
 M momento flettente espresso in [kgm] - N sforzo normale espresso in [kg]
 T taglio espresso in [kg] - M_u momento ultimo espresso in [kgm]
 N_u sforzo normale ultimo espresso in [kg] - T_u taglio ultimo espresso in [kg]
 CS coefficiente di sicurezza

Sollecitazioni e tensioni per la fila di pali nr. 1

Nr.	Y	M	N	T	A _f	M _u	N _u	T _u	CS
1	0,00	0	-1206	171	20,31	0	-63571	31785	52,69
2	0,30	-51	-1185	2	20,31	1101	-25420	31785	21,45
3	0,60	-52	-1156	-57	20,31	1118	-24830	31785	21,47
4	0,90	-35	-1120	-58	20,31	954	-30497	31785	27,22
5	1,20	-18	-1077	-40	20,31	662	-40623	31785	37,70
6	1,50	-6	-1027	-20	20,31	295	-53337	31785	51,93
7	1,80	0	-970	-7	20,31	20	-62881	31785	64,86
8	2,10	2	-905	0	20,31	147	-58468	31785	64,63
9	2,40	2	-833	3	20,31	154	-58227	31785	69,92
10	2,70	1	-753	2	20,31	115	-59599	31785	79,10
11	3,00	1	-667	2	20,31	65	-61318	31785	91,93
12	3,30	0	-573	1	20,31	24	-62751	31785	109,46
13	3,60	0	-472	0	20,31	3	-63453	31785	134,33
14	3,90	0	-364	0	20,31	17	-62969	31785	172,90
15	4,20	0	-249	0	20,31	23	-62758	31785	252,23
16	4,50	0	-126	0	20,31	30	-62545	31785	495,64
17	4,80	0	4	0	20,31	604	77039	31785	1000,00
18	5,10	0	141	0	20,31	6	86670	31785	615,85
19	5,40	0	285	0	20,31	0	86714	31785	304,22
20	5,70	0	437	0	20,31	0	86714	31785	198,62
21	6,00	0	595	0	20,31	0	86714	31785	145,65

Sollecitazioni e tensioni per la fila di pali nr. 2

Nr.	Y	M	N	T	A _f	M _u	N _u	T _u	CS
1	0,00	0	11658	171	22,12	0	92378	34618	7,92
2	0,30	-51	11625	4	22,12	391	88691	34618	7,63
3	0,60	-52	11490	-56	22,12	403	88373	34618	7,69
4	0,90	-36	11253	-58	22,12	285	90059	34618	8,00
5	1,20	-18	10913	-40	22,12	151	91149	34618	8,35
6	1,50	-6	10472	-21	22,12	53	91947	34618	8,78
7	1,80	0	9928	-7	22,12	1	92368	34618	9,30
8	2,10	2	9282	0	22,12	22	92196	34618	9,93
9	2,40	2	8533	2	22,12	24	92181	34618	10,80
10	2,70	2	7683	3	22,12	18	92231	34618	12,00
11	3,00	1	6731	2	22,12	10	92294	34618	13,71
12	3,30	0	5676	1	22,12	4	92345	34618	16,27
13	3,60	0	4519	0	22,12	0	92376	34618	20,44
14	3,90	0	3260	0	22,12	3	92356	34618	28,33
15	4,20	0	1899	0	22,12	5	92340	34618	48,63
16	4,50	0	435	0	22,12	14	92268	34618	211,91
17	4,80	0	-1130	0	22,12	2	-69166	34618	61,20
18	5,10	0	-2798	0	22,12	0	-69225	34618	24,74
19	5,40	0	-4568	0	22,12	0	-69234	34618	15,16
20	5,70	0	-6440	0	22,12	0	-69235	34618	10,75
21	6,00	0	-8414	0	22,12	0	-69235	34618	8,23

Analisi dei tiranti

Combinazione n° 21

Nr.	numero della fila
Nt	numero di tiranti della fila
D	diametro dei tiranti della fila espresso in cm
α	inclinazione dei tiranti della fila espressa gradi
N	sforzo in ogni tirante della fila espresso in [kg]
L_f	lunghezza di fondazione del tirante espressa in [m]
L	lunghezza totale del tirante espressa in [m]
σ_f	tensione nell'acciaio del tirante espressa in [kg/cm ²]

Nr.	NT	D	α	N	L_f	L	σ_f
1	4	16,00	30.00	16829	9,30	10,60	760,9

Stabilità globale muro + terreno

Combinazione n° 24

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]= 0,00 Y[m]= 0,86

Raggio del cerchio R[m]= 7,71

Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -7,63

Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 7,03

Larghezza della striscia dx[m]= 0,59

Coefficiente di sicurezza C= 10.16

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	7938,74	61.22	6958,06	1,22	38.66	0,00	0,00
2	7625,03	53.06	6094,51	0,98	38.66	0,00	0,00
3	7025,24	46.28	5077,24	0,85	38.66	0,00	0,00
4	6815,04	40.27	4405,03	0,77	38.66	0,00	0,00
5	7524,48	34.76	4289,86	0,71	38.66	0,00	0,00
6	7990,48	29.60	3946,72	0,67	38.66	0,00	0,00
7	8370,03	24.69	3496,71	0,65	38.66	0,00	0,00
8	8674,04	19.98	2963,27	0,62	38.66	0,00	0,00
9	8909,95	15.40	2365,56	0,61	38.66	0,00	0,00
10	9082,86	10.92	1720,08	0,60	38.66	0,00	0,00
11	9196,17	6.50	1041,58	0,59	38.66	0,00	0,00
12	9246,28	2.13	343,51	0,59	38.66	0,00	0,00
13	11025,73	-2.23	-429,55	0,59	38.66	0,00	0,00
14	8547,87	-6.61	-983,60	0,59	38.66	0,00	0,00
15	8056,73	-11.02	-1540,32	0,60	38.66	0,00	0,00
16	7882,38	-15.50	-2106,99	0,61	38.66	0,00	0,00
17	7644,92	-20.09	-2625,51	0,62	38.66	0,00	0,00
18	7339,21	-24.81	-3079,34	0,65	38.66	0,00	0,00
19	6957,75	-29.72	-3449,21	0,67	38.66	0,00	0,00
20	6489,52	-34.88	-3711,56	0,71	38.66	0,00	0,00
21	5917,76	-40.40	-3835,77	0,77	38.66	0,00	0,00
22	5215,28	-46.43	-3778,63	0,85	38.66	0,00	0,00
23	4332,89	-53.24	-3471,08	0,98	38.66	0,00	0,00
24	3160,26	-61.44	-2775,72	1,23	38.66	0,00	0,00
25	1205,07	-73.87	-1157,63	2,11	38.66	0,00	0,00

$\Sigma W_i = 182173,72$ [kg]

$\Sigma W_i \sin\alpha_i = 9757,24$ [kg]

$\Sigma W_i \tan\phi_i = 145738,98$ [kg]

$\Sigma \tan\alpha_i \tan\phi_i = -2.81$

Analisi dei tiranti

Combinazione n° 24

Nr.	numero della fila
Nt	numero di tiranti della fila
D	diametro dei tiranti della fila espresso in cm
α	inclinazione dei tiranti della fila espressa gradi
N	sforzo in ogni tirante della fila espresso in [kg]
L_f	lunghezza di fondazione del tirante espressa in [m]
L	lunghezza totale del tirante espressa in [m]
σ_f	tensione nell'acciaio del tirante espressa in [kg/cm ²]

Nr.	NT	D	α	N	L_f	L	σ_f
1	4	16,00	30.00	16765	5,90	7,20	758,0

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, 100	16,08	16,08	848486	202986	7050,35	30138	--	--
2	0,15	100, 100	16,08	16,08	112469	-168983	203,99	30196	--	--
3	0,30	100, 100	16,08	16,08	10591	-146473	10,78	30255	--	--

Inviluppo SLE

Nr.	Y	B, H	A _{fs}	A _{fi}	σ _c	τ _c	σ _{fs}	σ _{fi}
1	0,00	100, 100	16,08	16,08	0,02	0,00	-0,32	-0,31
2	0,15	100, 100	16,08	16,08	0,47	-0,26	-5,86	16,09
3	0,30	100, 100	16,08	16,08	5,13	-0,28	-56,95	304,29

Inviluppo 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	0,00	5,13	5,13	0	19068	1000,00
2	0,10	5,13	5,13	0	19068	1000,00
3	0,20	5,13	5,13	0	19068	1000,00
4	0,30	5,13	5,13	0	19068	1000,00
5	0,40	5,13	5,13	0	19068	1000,00
6	0,50	5,13	5,13	0	19068	1000,00
7	0,60	5,13	5,13	0	19068	1000,00
8	0,70	5,13	5,13	0	19068	1000,00
9	0,80	5,13	5,13	0	19068	1000,00
10	0,90	5,13	5,13	0	19068	1000,00
11	1,00	5,13	5,13	0	19068	1000,00

12	1,10	5,13	5,13	0	19068	1000,00
13	1,20	5,13	5,13	0	19068	1000,00
14	1,30	5,13	5,13	0	19068	828,91
15	1,40	5,13	5,13	0	19068	550,77
16	1,50	5,13	5,13	0	19068	364,37
17	1,60	5,13	5,13	0	19068	239,84
18	1,70	5,13	5,13	0	19068	157,25
19	1,80	5,13	5,13	0	19068	103,25
20	1,90	5,13	5,13	0	19068	68,74
21	2,00	5,13	5,13	0	19068	47,61
22	2,10	5,13	5,13	0	19068	34,34
23	2,20	5,13	5,13	0	19068	28,63
24	2,30	5,13	5,13	0	19068	42,82
25	2,40	5,13	5,13	0	-19068	16,11
26	2,50	5,13	5,13	0	-19068	5,02
27	2,60	5,13	5,13	0	-19068	16,11
28	2,70	5,13	5,13	0	19068	42,82
29	2,80	5,13	5,13	0	19068	28,63
30	2,90	5,13	5,13	0	19068	34,34
31	3,00	5,13	5,13	0	19068	47,61
32	3,10	5,13	5,13	0	19068	68,74
33	3,20	5,13	5,13	0	19068	103,25
34	3,30	5,13	5,13	0	19068	157,25
35	3,40	5,13	5,13	0	19068	239,84
36	3,50	5,13	5,13	0	19068	364,37
37	3,60	5,13	5,13	0	19068	550,77
38	3,70	5,13	5,13	0	19068	828,91
39	3,80	5,13	5,13	0	19068	1000,00
40	3,90	5,13	5,13	0	19068	1000,00
41	4,00	5,13	5,13	0	19068	1000,00
42	4,10	5,13	5,13	0	19068	1000,00
43	4,20	5,13	5,13	0	19068	1000,00
44	4,30	5,13	5,13	0	19068	1000,00
45	4,40	5,13	5,13	0	19068	1000,00
46	4,50	5,13	5,13	0	19068	1000,00
47	4,60	5,13	5,13	0	19068	1000,00
48	4,70	5,13	5,13	0	19068	1000,00
49	4,80	5,13	5,13	0	19068	1000,00
50	4,90	5,13	5,13	0	19068	1000,00
51	5,00	5,13	5,13	0	19068	1000,00
52	5,10	5,13	5,13	0	19068	1000,00
53	5,20	5,13	5,13	0	19068	1000,00
54	5,30	5,13	5,13	0	19068	1000,00
55	5,40	5,13	5,13	0	19068	1000,00
56	5,50	5,13	5,13	0	19068	1000,00
57	5,60	5,13	5,13	0	19068	1000,00
58	5,70	5,13	5,13	0	19068	1000,00
59	5,80	5,13	5,13	0	19068	1000,00
60	5,90	5,13	5,13	0	19068	1000,00
61	6,00	5,13	5,13	0	19068	1000,00
62	6,10	5,13	5,13	0	19068	1000,00
63	6,20	5,13	5,13	0	19068	1000,00
64	6,30	5,13	5,13	0	19068	828,91
65	6,40	5,13	5,13	0	19068	550,77
66	6,50	5,13	5,13	0	19068	364,37
67	6,60	5,13	5,13	0	19068	239,84
68	6,70	5,13	5,13	0	19068	157,25
69	6,80	5,13	5,13	0	19068	103,25
70	6,90	5,13	5,13	0	19068	68,74
71	7,00	5,13	5,13	0	19068	47,61
72	7,10	5,13	5,13	0	19068	34,34
73	7,20	5,13	5,13	0	19068	28,63

74	7,30	5,13	5,13	0	19068	42,82
75	7,40	5,13	5,13	0	-19068	16,11
76	7,50	5,13	5,13	0	-19068	5,02
77	7,60	5,13	5,13	0	-19068	16,11
78	7,70	5,13	5,13	0	19068	42,82
79	7,80	5,13	5,13	0	19068	28,63
80	7,90	5,13	5,13	0	19068	34,34
81	8,00	5,13	5,13	0	19068	47,61
82	8,10	5,13	5,13	0	19068	68,74
83	8,20	5,13	5,13	0	19068	103,25
84	8,30	5,13	5,13	0	19068	157,25
85	8,40	5,13	5,13	0	19068	239,84
86	8,50	5,13	5,13	0	19068	364,38
87	8,60	5,13	5,13	0	19068	550,78
88	8,70	5,13	5,13	0	19068	828,93
89	8,80	5,13	5,13	0	19068	1000,00
90	8,90	5,13	5,13	0	19068	1000,00
91	9,00	5,13	5,13	0	19068	1000,00
92	9,10	5,13	5,13	0	19068	1000,00
93	9,20	5,13	5,13	0	19068	1000,00
94	9,30	5,13	5,13	0	19068	1000,00
95	9,40	5,13	5,13	0	19068	1000,00
96	9,50	5,13	5,13	0	19068	1000,00
97	9,60	5,13	5,13	0	19068	1000,00
98	9,70	5,13	5,13	0	19068	1000,00
99	9,80	5,13	5,13	0	19068	1000,00
100	9,90	5,13	5,13	0	19068	1000,00
101	10,00	5,13	5,13	0	19068	1000,00
102	10,10	5,13	5,13	0	19068	1000,00
103	10,20	5,13	5,13	0	19068	1000,00
104	10,30	5,13	5,13	0	19068	1000,00
105	10,40	5,13	5,13	0	19068	1000,00
106	10,50	5,13	5,13	0	19068	1000,00
107	10,60	5,13	5,13	0	19068	1000,00
108	10,70	5,13	5,13	1E20	1E20	1000,00
109	10,80	5,13	5,13	1E20	1E20	1000,00
110	10,90	5,13	5,13	1E20	1E20	1000,00
111	11,00	5,13	5,13	1E20	1E20	1000,00
112	11,10	5,13	5,13	1E20	1E20	1000,00
113	11,20	5,13	5,13	1E20	1E20	1000,00
114	11,30	5,13	5,13	1E20	1E20	1000,00
115	11,40	5,13	5,13	1E20	1E20	1000,00
116	11,50	5,13	5,13	1E20	1E20	1000,00
117	11,60	5,13	5,13	1E20	1E20	1000,00
118	11,70	5,13	5,13	1E20	1E20	1000,00
119	11,80	5,13	5,13	1E20	1E20	1000,00
120	11,90	5,13	5,13	1E20	1E20	1000,00
121	12,00	5,13	5,13	1E20	1E20	1000,00
122	12,10	5,13	5,13	0	19068	1000,00
123	12,20	5,13	5,13	0	19068	1000,00
124	12,30	5,13	5,13	0	-19068	1000,00
125	12,40	5,13	5,13	0	19068	1000,00
126	12,50	5,13	5,13	0	19068	1000,00

Inviluppo sollecitazioni nei pali e verifiche delle sezioni

Nr.	numero d'ordine della sezione a partire dall'attacco palo-fondazione
Y	ordinata della sezione a partire dall'attacco palo-fondazione positiva verso il basso (in [m])
M	momento flettente espresso in [kgm]
N	sforzo normale espresso in [kg]
T	taglio espresso in [kg]
M _u	momento ultimo espresso in [kgm]
N _u	sforzo normale ultimo espresso in [kg]
T _u	taglio ultimo espresso in [kg]
CS	coefficiente di sicurezza

Inviluppo sollecitazioni fila di pali nr. 1

Nr.	Y	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax	Nmin	Nmax
1	0,00	0,00	0,00	-104,49	171,03	-3046,80	-1206,42
2	0,30	-51,31	31,35	-1,51	2,48	-3017,56	-1185,01
3	0,60	-52,05	31,80	-56,65	34,61	-2965,46	-1156,37
4	0,90	-35,06	21,42	-58,33	35,64	-2890,48	-1120,50
5	1,20	-17,56	10,73	-39,58	24,18	-2792,63	-1077,40
6	1,50	-5,69	3,47	-19,97	12,20	-2671,91	-1027,07
7	1,80	-0,19	0,31	-6,57	4,01	-2528,31	-969,51
8	2,10	-1,39	2,28	-0,15	0,24	-2361,85	-904,73
9	2,40	-1,35	2,20	-1,54	2,52	-2172,51	-832,71
10	2,70	-0,89	1,45	-1,51	2,47	-1960,30	-753,47
11	3,00	-0,43	0,71	-1,00	1,64	-1725,21	-667,00
12	3,30	-0,13	0,22	-0,49	0,80	-1467,26	-573,29
13	3,60	-0,03	0,02	-0,15	0,25	-1186,43	-472,36
14	3,90	-0,10	0,06	-0,02	0,01	-1001,07	-364,20
15	4,20	-0,09	0,06	-0,11	0,07	-880,83	-248,81
16	4,50	-0,06	0,04	-0,10	0,06	-752,99	-126,19
17	4,80	-0,03	0,02	-0,07	0,04	-617,57	165,61
18	5,10	-0,01	0,01	-0,03	0,02	-474,56	560,80
19	5,40	0,00	0,00	-0,01	0,00	-323,96	978,86
20	5,70	0,00	0,00	0,00	0,00	-165,78	1419,80
21	6,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1883,60

Inviluppo verifiche fila di pali nr. 1

Nr.	Y	A _f	M _u	N _u	T _u	CS
1	0,00	20,31	0	-63571	31785	20,86
2	0,30	20,31	72	-25420	31785	15,49
3	0,60	20,31	74	-24830	31785	15,63
4	0,90	20,31	51	-30497	31785	17,50
5	1,20	20,31	27	-40623	31785	20,09
6	1,50	20,31	9	-53337	31785	22,77
7	1,80	20,31	1	-62881	31785	25,08
8	2,10	20,31	4	-58468	31785	26,38
9	2,40	20,31	4	-58227	31785	28,65
10	2,70	20,31	3	-59599	31785	31,93
11	3,00	20,31	1	-61318	31785	36,53
12	3,30	20,31	0	-62751	31785	43,19
13	3,60	20,31	0	-63453	31785	53,56
14	3,90	20,31	0	-62969	31785	63,46
15	4,20	20,31	0	-62758	31785	72,12
16	4,50	20,31	0	-62545	31785	84,38
17	4,80	20,31	0	-63546	31785	102,90
18	5,10	20,31	0	-63560	31785	133,94
19	5,40	20,31	0	-63571	31785	88,59
20	5,70	20,31	0	-63571	31785	61,07
21	6,00	20,31	0	0	31785	46,04

Inviluppo sollecitazioni fila di pali nr. 2

Nr.	Y	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax	Nmin	Nmax
1	0,00	0,00	0,00	-104,49	171,03	11485,75	14994,67
2	0,30	-51,31	31,35	-2,19	3,58	11453,49	14947,50
3	0,60	-52,38	32,00	-55,98	34,20	11320,52	14769,80
4	0,90	-35,59	21,74	-58,41	35,68	11086,86	14461,56
5	1,20	-18,07	11,04	-40,11	24,50	10752,48	14022,80
6	1,50	-6,03	3,69	-20,58	12,57	10317,40	13453,51
7	1,80	-0,09	0,14	-7,02	4,29	9781,62	12753,68
8	2,10	-1,37	2,25	0,00	0,00	9145,13	11923,33
9	2,40	-1,37	2,24	-1,50	2,45	8407,94	10962,44
10	2,70	-0,92	1,51	-1,53	2,50	7570,05	9871,02
11	3,00	-0,46	0,76	-1,04	1,70	6631,44	8780,57
12	3,30	-0,15	0,25	-0,53	0,86	5592,14	8171,36
13	3,60	-0,01	0,01	-0,18	0,29	4452,13	7502,40
14	3,90	-0,10	0,06	-0,01	0,00	3211,41	6773,70
15	4,20	-0,10	0,06	-0,11	0,07	1869,99	5985,26
16	4,50	-0,06	0,04	-0,11	0,06	427,87	5137,08
17	4,80	-0,03	0,02	-0,07	0,04	-1423,74	4229,15
18	5,10	-0,01	0,01	-0,03	0,02	-3559,40	3261,48
19	5,40	0,00	0,00	-0,01	0,00	-5825,60	2234,06
20	5,70	0,00	0,00	0,00	0,00	-8222,32	1146,90
21	6,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-10749,57	0,00

Inviluppo verifiche fila di pali nr. 2

Nr.	Y	A _r	M _u	N _u	T _u	CS
1	0,00	22,12	0	92378	34618	6,16
2	0,30	22,12	16	88691	34618	6,14
3	0,60	22,12	17	88373	34618	6,21
4	0,90	22,12	11	90059	34618	6,36
5	1,20	22,12	6	91149	34618	6,57
6	1,50	22,12	2	91947	34618	6,86
7	1,80	22,12	0	92368	34618	7,24
8	2,10	22,12	1	92196	34618	7,74
9	2,40	22,12	1	92181	34618	8,42
10	2,70	22,12	1	92231	34618	9,36
11	3,00	22,12	0	92294	34618	10,52
12	3,30	22,12	0	92345	34618	11,30
13	3,60	22,12	0	92376	34618	12,31
14	3,90	22,12	0	92356	34618	13,64
15	4,20	22,12	0	92340	34618	15,43
16	4,50	22,12	0	92268	34618	17,98
17	4,80	22,12	0	-69166	34618	21,84
18	5,10	22,12	0	-69225	34618	19,45
19	5,40	22,12	0	-69234	34618	11,88
20	5,70	22,12	0	-69235	34618	8,42
21	6,00	22,12	0	0	34618	6,44

Verifica della sezione di incastro della mensola

Le sollecitazioni precedentemente esposte vengono ampliate dei fattori relativi al peso proprio strutturale (1.3) e variabili (1,5), ovvero:

Taglio verticale $V=2155 \times 1.3=2801.5 \text{ daN}$

Taglio orizzontale $T=1670 \times 1.5=2505 \text{ daN/m}$ assunto come N di trazione

Momento flettente $M=2267.25 \times 1.5=3401 \text{ daNm/m}$

La geometria della sezione è assunta pari a 100x30 cm costituita da calcestruzzo C25/30 e armatura B450C:

OPZIONI:

Metodo di calcolo: Stati Limite; Normativa Tecnica: Norme Tecniche per le Costruzioni 2008;

Sismicità: edif. in zona sismica; Classe duttilità: B;

Elemento costr.: trave in elevazione; Posiz. sezione: in zona critica; Carico conc.: No

Armatura inferiore a taglio: Si; Considera eccentricità aggiuntiva: No; Verifica eccentricità M/N: Si;

Considera eccentricità aggiuntiva e verifica solo nei pilastri: Si;

Trasl. momento flett.: No; Non inserire staffe: Si; Considera solo staffe: No;

Cond. Ambientali: ordinarie; Sensibilità armature: poco sensibili.

MATERIALI:

Calcestruzzo: C25/30; $R_{ck}=305.81$; $E_c=320562.28$; Kg/cm^2 ; $\gamma_c=1.50$

$f_{ck}=253.82$; $f_{cd}=143.83$; $f_{ctk}=18.25$; $f_{ctd}=12.13$; $f_{ctm}=26.10$; $f_{cfm}=31.29$; (in Kg/cm^2)

Grafico tensioni/deformazioni cls: $f_2=143.83$ Kg/cm^2 ; $\epsilon_{cu2}=0.0035$; $\epsilon_{c2}=0.0020$

Acciaio barre: B450C; $\gamma_s=1.15$

$f_{yk}=4587.16$; $f_{yd}=3988.79$; $f_{bd}=27.42$; $E_s=2100000.00$; (in Kg/cm^2);

Grafico tensioni/deformazioni acciaio: $\sigma_u=0.0675$; $k=1.15$

Nelle verifiche delle tensioni SLE trascura sempre la resistenza a trazione del cls: Si

Acciaio staffe: $f_{yks}=4400.00$, $f_{yds}=3826.10$ (in Kg/cm^2)

Percent. torsione limite (TorSoll/TorRes)•100=20.00 %

FORMA DELLA SEZIONE: Rettangolare

Base (cm): $B = 100.00$ cm; Base (cm): $H = 30.00$ cm

Rotazione: $\text{rot} = 0.00$ gradi

Area totale acciaio : $A_{st} = 12.32$ cm^2

Copriferro di progetto : $c = 4.00$ cm

Diametro staffe : $d_s = 8$ mm

GEOMETRIA DELLE MASSE SEZIONE IN CALCESTRUZZO:

Area: $A_{cls} = 3000.00$ cm^2 ; Baricentro: $X_{gCls} = 0.00$ cm; $Y_{gCls} = 0.00$ cm

Momenti d'inerzia: $J_x = 225000.00$ cm^4 ; $J_y = 2500000.00$ cm^4 ; $J_{xy} = 0.00$ cm^4 ;

Momenti principali d'inerzia: $J_{cs1} = 2500000.00$ cm^4 ; $J_{cs2} = 225000.00$ cm^4 ;

Angolo tra l'asse principale d'inerzia cs_1 e l'asse x: $\theta = -1.57$ rad;

COMBINAZIONI DI CARICO:

Azione normale (positiva se di compressione).

Azioni rispetto x e y baricent. paralleli agli assi x e y (Kg, Kgm).

Combinazioni stati limite ultimi:						
comb	N	Mx	Vx	My	Vy	Mt
1	2505	3401	0	0	2801	0

VERIFICA PRESSO-TENSOFFLESSIONE (comb. di carico N.ro 1):

Equaz. asse neutro $ax+by+c=0$: $a=0.000000$; $b=2000.000000$; $c=-22804.281392$

Angolo asse neutro-asse x : $\alpha=0.00000$ gradi sessadec. in senso antiorario

Deformazioni a rottura (valore positivo se di accorciamento)

Sezione parzializzata

Deformazione massima cls : $\epsilon_c = 3.50000 / 1000$

Deformazione massima acciaio : $\epsilon_f = -21.11186 / 1000$

Deformazione minima acciaio : $\epsilon_f' = -1.07216 / 1000$

Azioni sollecitanti rispetto agli assi principali d'inerzia (Kg, Kg•m):
 NS=2505.00; MxiS=0.00; MyiS=-3401.00; TxiS=-2801.00; TyiS=0.00

Ecc. aggiuntiva minima considerata: nessuna

Azioni resistenti a rottura rispetto agli assi principali d'inerzia (Kg, Kg•m):

NR= 2505.81; MxiR= 0.00; MyiR= -6872.91

Mxi0=-0.00, Myi0=-0.00 - Punto base nel grafico Mxi-Myi sul piano NS=cost.

MR=((MxiR-Mxi0)²+(MyiR-Myi0)²)^{1/2}=6872.91; MS=((MxiS-Mxi0)²+(MyiS-Myi0)²)^{1/2}=3401.00

Fattore di sicurezza ad N costante: MR/MS = 2.0209 > 1

VERIFICA POSITIVA

VALORI DI δ (p 4.1.1.1 NTC2008) (x/d= 0.1422)

$\delta = 0.44 + 1.25 \cdot (0.6 + 0.0014/\epsilon_{cu}) \cdot x/d = 0.6178$

VERIFICA AZIONE ASSIALE MASSIMA

Comb. n.ro: 1; NS=2505.00 < Nrd=394320.86 Kg VERIFICA POSITIVA

VERIFICA AZIONE ASSIALE MASSIMA STRUTTURA IN ZONA SISMICA CLASSE CD "B"

Comb. n.ro: 1; NS=2505.00 < Nrd=0.65•Acls•fcd =280474.01 Kg VERIFICA POSITIVA

VERIFICA QUANTITA' ARMATURA LONGITUDINALE (AfTot=12.32 cm²; AreaCls=3000.00 cm²)

Armatura tesa (comb. 1): Aft=12.32 cm² > 0.26•fctm•bt•d/fyk=3.74 cm²

Aft=12.32 cm² > 0.0013•bt•d=3.29 cm²

con: bt=100.00 cm; d=25.30 cm

Aftesa max (comb. 1)=12.32 cm² e Afcompr max (comb. 1)=0.00 cm² < 0.04•AreaCls=120.00 cm²

VERIFICHE POSITIVE

VERIFICA QUANTITA' ARMATURA LONG. NEI BORDI SUPERIORE ED INFERIORE

Area cls=3000.00 cm², fyk=450.00 MPa

Armatura compressa: Af=0.00 cm²; ρ_{comp} =0.000000

Armatura tesa : Af=12.32 cm²; ρ =0.004105

Verifiche positive: $1.4/fyk < \rho < \rho_{comp} + 3.5/fyk$; $\rho_{comp} > \rho/2$;

Sono presenti almeno due barre $\emptyset \geq 14$ mm nei bordi superiore ed inferiore.

VERIFICHE POSITIVE

VERIFICA ARMATURA INFERIORE A TAGLIO

Comb. N.: 1; Vsu=2801.00 Kg; Af inf=6.1575 cm² > Vsu/fyd=0.7022 cm²

VERIFICA POSITIVA

VERIFICHE TAGLIO comb. n.ro: 1; (fcd=143.8328, fctd=12.13, fck=253.82 in Kg/cm²)

Verifica dell'armatura longitudinale per elementi senza armatura trasversale a taglio.

VEd=2801.00 Kg; d=25.30 cm; bw=100.00 cm; ρ_L =0.004868; k=1.8891, σ_{CP} =0.8350, Vmin=0.0458

VRd1=(0.18•k•(100• ρ_L •fck)^{1/3})/ γ_C + 0.15• σ_{CP} •bw•d = 13569.75 Kg

VRd2=(Vmin + 0.15• σ_{CP})•bw•d = 11894.34 Kg

VEd < max(VRd1, VRd2) => VERIFICA POSITIVA

VERTICI SEZIONE:			
Nv	X (cm)	Y (cm)	$\epsilon_c \times 1000$
1	-50.00	-15.00	-25.68
2	-50.00	15.00	3.50
3	50.00	15.00	3.50
4	50.00	-15.00	-25.68

BARRE LONGITUDINALI:				
Nf	X (cm)	Y (cm)	diametro(mm)	$\epsilon_f \times 1000$
1	45.30	10.30	14.00	-1.07
2	45.30	-10.30	14.00	-21.11
3	-45.30	-10.30	14.00	-21.11
4	-45.30	10.30	14.00	-1.07
5	-22.65	10.30	14.00	-1.07
6	22.65	10.30	14.00	-1.07
7	-22.65	-10.30	14.00	-21.11
8	22.65	-10.30	14.00	-21.11

INTERSEZIONI TRA ASSE NEUTRO E PROFILO DELLA SEZIONE:		
Ni	X (cm)	Y (cm)
1	-50.00	11.40
2	50.00	11.40

Fattore di sicurezza SLU per sforzo normale e flessione per tutte le combinazioni

NSi, MSxi, MSyi: azioni sollecitanti rispetto agli assi principali di inerzia

NRi, MRxi, MRyi: azioni resistenti

sic.: fattore Resistenza/Sicurezza a pressoflessione (o per la compressione assiale) SLU

Aft, Afc: armatura in zona tesa e compressa a pressoflessione

TV: tipo verifica N = pressofles. ad N costante; M = pressofles. ad M/N costante; C = NS>Nrd o il fattore NRd/NS risulta piu' sfavorevole (NRd=fcd•Acls•0.65=280474 Kg); T = NS<Nrt o il fattore NRt/NS risulta piu' sfavorevole (NRt=-55754 Kg); E = l'eccentricità della sollecitazione è inferiore al minimo imposto dalla normativa; ? = Sezione non verificabile; 0 = Azioni nulle

V: verifiche - con un asterisco viene indicata la sezione non verificata, con un N se la combinazione non converge

cb	NSi	MSxi	MSyi	NRi	MRxi	MRyi	Aft	Afc	sic.	TV	V
n.ro	(Kg)	(Kgm)	(Kgm)	(Kg)	(Kgm)	(Kgm)	(cm ²)	(cm ²)			
1	2505	0	-3401	2506	0	-6873	12.32	0.00	2.0209	N	

Dichiarazioni secondo N.T.C. 2008 (punto 10.2)**Analisi e verifiche svolte con l'ausilio di codici di calcolo**

Il sottoscritto ING. SANDIANO STEFANO, 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.
- Calcolo della portanza assiale e trasversale dei pali. Progetto e verifica delle armature dei pali inseriti.
- Progetto e verifica della lunghezza di ancoraggio dei tiranti.

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	Ing. Sandiano Stefano
Licenza	AIU47680E

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. SANDIANO STEFANO)
