

CITTA' METROPOLITA DI REGGIO CALABRIA
REGGIO CALABRIA



VARIANTE TECNICA E SUPPLETIVA

Completamento della Sistemazione Idraulica del Torrente Salice nel Comune di Ardore (RC)

Elaborati:

1	- RELAZIONE TECNICA	
2	- COROGRAFIA	Scala 1:25000
3	- PLANIMETRIA GENERALE	Scala 1:1000
4	- PLANIMETRIE CATASTALI (Intervento n. 1 e Intervento n.2)	Scala 1:2000
5a	- RILIEVO PLANIMETRICO E SEZIONI (Intervento n. 1 dalla Sez. 1 alla Sez. 20)	Scala 1:500
5b	- RILIEVO PLANIMETRICO E SEZIONI (Intervento n. 2 dalla Sez. 34 alla Sez. 46)	Scala 1:500
6a	- PLANIMETRIA E SEZIONI DI PROGETTO (Intervento n. 1 dalla Sez. 1 alla Sez. 20)	Scala 1:500
6b	- PLANIMETRIA E SEZIONI DI PROGETTO (Intervento n. 2 dalla Sez 34 alla Sez. 46)	Scala 1:500
7a	- PROFILO STATO DI FATTO E DI PROGETTO (Intervento n. 1 sez 1-20)	Scala 1:1000
7b	- " " " " (Intervento n. 2 sez 34 - 46)	Scala 1:500
8a	- PLANIMETRIA PARTICOLAREGGIATA (Intervento n. 1)	Scala 1:200
8b	- PLANIMETRIA PARTICOLAREGGIATA (Intervento n. 2)	Scala 1:200
9	- RAPPRESENTAZIONE FOTOGRAFICA	
9b	- VISTA AEREA (intervento n. 1 e n.2)	Scala 1:2000
10	- SEZIONI - Muro Argine e Collettore a cielo aperto - Intervento n. 1	Scala 1:50
11	- SEZIONE TIPO Intervento N. 2	Scala 1:50
12	- CALCOLI STATICI (Muro d'argine Intervento n. 1)	
13	- " " (Collettore Aperto in C.A. Intervento n. 1))	
14	- ESECUTIVI CANTIERE (Muro d'Argine Intervento n. 1))	Scala 1:50
15	- " " (Collettore Aperto Intervento n.1)	Scala 1:50
16	- CALCOLO E VERIFICHE IDRAULICHE TORRENTE SALICE	
17	- RELAZIONE SUI MATERIALI	
18	- RELAZIONE GEOTECNICA	
19	- RELAZIONE SULLE FONDAZIONI	
20	- ELENCO PREZZI UNITARI DI PERIZIA	
21	- COMPUTO METRICO DI PERIZIA	
22	- QUADRO COMPARATIVO	
23	- QUADRO ECONOMICO	
24	- SCHEMA ATTO DI SOTTOMISSIONE	
25	- PIANO DI MANUTENZIONE DELL'OPERA	
28	- PIANO SICUREZZA CANTIERE	
29	- ELENCO PREZZI DELLA SICUREZZA DI VARIANTE	
30	- COMPUTO SICUREZZA DI VARIANTE	
31	- CRONOPROGRAMMA DI VARIANTE	

Progettista: Dott.Ing. Francesco OLIVA

Direttore dei Lavori: Dott.Ing. Francesco OLIVA

Reggio Calabria li':

Responsabile Unico del Procedimento:
Geom. Saverio CALAFIORE

RELAZIONE GEOTECNICA MURO D'ARGINE

RIFERIMENTI NORMATIVI

Le fasi di analisi e verifica delle strutture sono state condotte in accordo alle seguenti disposizioni normative, per quanto applicabili in relazione al criterio di calcolo adottato dal progettista, evidenziate nel prosieguo della presente relazione:

D. M. Infrastrutture Trasporti 14 gennaio 2008 (G.U. 4 febbraio 2008 n. 29 - Suppl. Ord.) "Norme tecniche per le Costruzioni"

Inoltre, in mancanza di specifiche indicazioni, ad integrazione della norma precedente e per quanto con esse non in contrasto, sono state utilizzate le indicazioni contenute nella:

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

Eurocodice 7 – "Progettazione geotecnica" - ENV 1997-1 per quanto non in contrasto con le disposizioni del D.M. 2008 "Norme Tecniche per le Costruzioni".

AZIONE SISMICA PER I MURI DI SOSTEGNO

Il moto sismico alla superficie di un sito, associato a ciascuna categoria di sottosuolo, è definito mediante l'accelerazione massima (a_{\max}) attesa in superficie il cui valore può essere ricavato dalla relazione:

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

dove a_g è l'accelerazione massima su sito di riferimento rigido.

L'analisi della sicurezza dei muri di sostegno in condizioni sismiche è eseguita mediante i metodi pseudostatici. L'analisi pseudostatica è condotta mediante i metodi dell'equilibrio limite. L'azione sismica è rappresentata da una forza statica equivalente pari al prodotto delle forze di gravità ed opportuni coefficienti sismici. Nelle verifiche allo stato limite ultimo, i valori dei coefficienti sismici orizzontale k_h e verticale k_v possono essere valutati mediante le espressioni:

$$k_h = \beta_m \cdot \frac{a_{\max}}{g}$$

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

dove:

a_{\max} accelerazione massima al sito

g accelerazione di gravità

β_m coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito (Tab. 7.11-II delle NTC)

VERIFICHE DI SICUREZZA (SLU)

La condizione di verifica è espressa attraverso la seguente disequazione:

$$E_d \leq R_d$$

Dove E_d è il valore di progetto dell'azione o dell'effetto dell'azione e R_d è il valore di resistenza del sistema geotecnico.

SLU di tipo geotecnico (GEO)

Nel caso dei muri di sostegno le verifiche previste dalle NTC 2008 sono:

- Stabilità globale del complesso opera di sostegno-terreno
- Collasso per carico limite del complesso fondazione-terreno
- Collasso per scorrimento sul piano di posa
- Ribaltamento

SLU di tipo strutturale (STR)

-Raggiungimento della resistenza degli elementi strutturali.

CALCOLO DELLA SPINTA ATTIVA CON COULOMB

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

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

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

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

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

Avendo indicato con:

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

Valori limite di K_a :

$\delta < (\beta - \varphi - \varepsilon)$ secondo Muller-Breslau

γ_t Peso unità di volume del terreno;

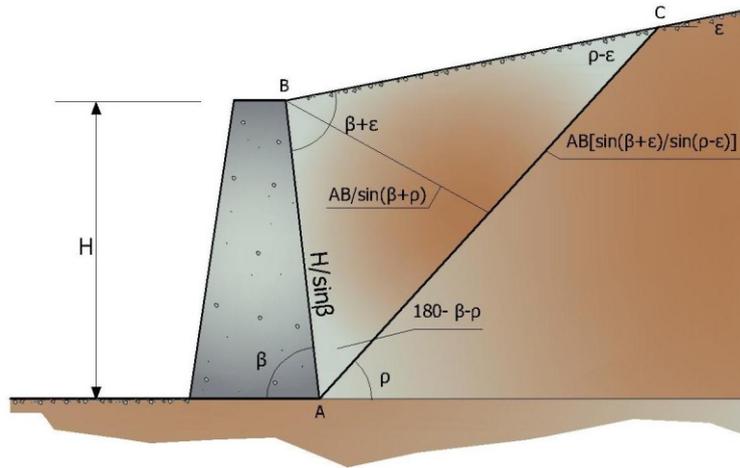
β inclinazione della parete interna rispetto al piano orizzontale passante per il piede;

φ angolo di resistenza al taglio del terreno;

δ angolo di attrito terra-muro;

ε inclinazione del piano campagna rispetto al piano orizzontale, positiva se antioraria;

H altezza della parete.



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

CALCOLO DELLA SPINTA ATTIVA CON RANKINE

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

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

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

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

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

CALCOLO DELLA SPINTA ATTIVA CON MONONOBE & OKABE

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

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

con k_h coefficiente sismico orizzontale e k_v verticale.

EFFETTO DOVUTO ALLA COESIONE

La coesione induce delle pressioni negative costanti pari a:

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

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

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

Dove:

Q = Carico agente sul terrapieno.

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

$$S_c = P_c \cdot H$$

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

CARICO UNIFORME SUL TERRAPIENO

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

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

Per integrazione, una spinta pari a S_q :

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

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

SPINTA ATTIVA IN CONDIZIONI SISMICHE

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

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

Dove:

- H Altezza muro;
k_v Coefficiente sismico verticale;
γ Peso per unità di volume del terreno;
K Coefficienti di spinta attiva totale (statico + dinamico);
E_{ws} Spinta idrostatica dell'acqua;
E_{wd} Spinta idrodinamica.

Per terreni impermeabili la spinta idrodinamica E_{wd} = 0, ma viene effettuata una correzione sulla valutazione dell'angolo ϑ della formula di Mononobe & Okabe così come di seguito:

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

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

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

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

SPINTA IDROSTATICA

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

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

Con risultante pari a:

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

La spinta del terreno immerso si ottiene sostituendo γ_t con γ'_t (γ'_t = γ_{saturo} - γ_w), peso efficace del materiale immerso in acqua.

RESISTENZA PASSIVA

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

CALCOLO DELLE SPINTE PER LE VERIFICHE

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

CONVENZIONI SUI SEGNI

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

CARICO LIMITE DI FONDAZIONI SUPERFICIALI

VESIC – ANALISI A BREVE TERMINE

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

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

Dove:

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

c_u Coesione non drenata;

q Pressione litostatica totale sul piano di posa;

s_c Fattore di forma;

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

d_c Fattore di profondità;

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

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

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

A_f Area efficace della fondazione;

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

VESIC – ANALISI A LUNGO TERMINE

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

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

Dove:

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

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

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

Fattori di forma

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

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

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

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

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

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

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

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

Fattori di profondità

$$d_c = 1 + 0.4K$$

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

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

$$d_\gamma = 1$$

HANSEN – ANALISI A BREVE TERMINE

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

Dove:

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

c_u Coesione non drenata;

q Pressione litostatica totale sul piano di posa;

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

d_c Fattore di profondità;

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

i_c Fattore correttivo di inclinazione del carico;

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

A_f Area efficace della fondazione;

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

HANSEN- ANALISI A LUNGO TERMINE

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

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

Dove:

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

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

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

Fattori di forma

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

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

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

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

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

$$i_q = \left(1 - \frac{0.5 \cdot H}{V + A_f \cdot c_a \cot\phi'} \right)^3$$

$$i_\gamma = \left(1 - \frac{0.7 \cdot H}{V + A_f \cdot c_a \cot\phi'} \right)^3$$

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

Fattori di profondità

$$d_c = 1 + 0.4K$$

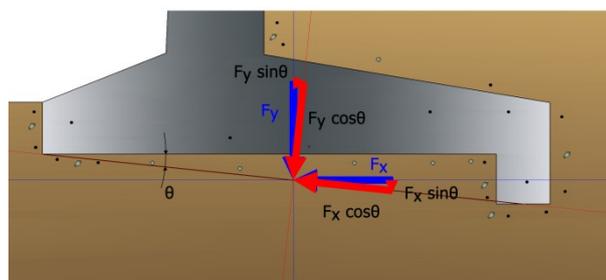
$$d_q = 1 + 2 \tan\phi (1 - \sin\phi) \cdot K$$

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

$$d_\gamma = 1$$

VERIFICA ALLA TRASLAZIONE ORIZZONTALE

Nel caso in cui il piano di scorrimento della fondazione sia inclinato di un certo angolo θ , le risultanti delle azioni F_x ed F_y dovranno essere riferiti a tale piano.



Verifica alla traslazione orizzontale, azioni di progetto

L'azione di progetto è data da:

$$E_d = F_x \cdot \cos\theta - F_y \cdot \sin\theta$$

La forza normale al piano di scorrimento è:

$$P = F_x \cdot \sin \theta + F_y \cdot \cos \theta$$

La resistenza di progetto si determina dalla relazione:

$$R_d = \frac{c_a \cdot B + P \cdot \tan \delta - S_p}{\gamma_r}$$

Dove:

c_a adesione;

B larghezza della fondazione;

$\tan \delta$ coefficiente d'attrito;

γ_r coefficiente parziale sulle resistenze;

S_p contributo della spinta passiva.

Se $\theta = 0$ si ha che $P = F_y$ e $E_d = F_x$

VERIFICA AL RIBALTAMENTO

L'azione di progetto E_d è definita dal momento che tende a far ribaltare il muro, ovvero da tutte le forze responsabili di tale meccanismo, la resistenza R_d coincide con il momento stabilizzante, ovvero dalle forze che tendono a stabilizzare il muro.

Le azioni totali che intervengono nel calcolo sono riportate in tabella, dove $\Sigma M = E_d - R_d$

Azioni	F_x	F_y	Braccio		M
Spinta terreno*	S_{Tx}	S_{Ty}	d_{1x}	d_{1y}	ΔM
Peso muro	W_s	W_s	d_{2x}	d_{2y}	ΔM
Peso fondazione	W_f	W_f	d_{3x}	d_{3y}	ΔM
Sovraccarico	W_{bf}	W_{bf}	d_{4x}	d_{4y}	ΔM
Terreno fondazione	S_{Px}	S_{Py}	d_{5x}	d_{5y}	ΔM
Spinte fondazione***	S_{Px}	S_{Py}	d_{6x}	d_{6y}	ΔM
Totale	ΣF_x	ΣF_y			ΣM

* si tiene conto del contributo del sisma, del sovraccarico, dell'eventuale presenza della falda...

** oltre alla spinta passiva si considera il contributo della sottospinta per l'eventuale presenza di falda.

La condizione di verifica viene espressa dalla relazione:

$$\frac{E_d}{R_d} = \frac{\text{Momento ribaltante}}{\text{Momento stabilizzante}} \leq 1$$

VERIFICA DI STABILITA' GLOBALE DELLE OPERE DI SOSTEGNO

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

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

1. Si usano leggi costitutive semplificate: modello rigido perfettamente plastico. Si assume che la resistenza del materiale sia espressa unicamente dai parametri coesione (c) e angolo di resistenza al taglio (ϕ), costanti per il terreno e caratteristici dello stato plastico; quindi si suppone valido il criterio di rottura di Mohr-Coulomb.
2. In alcuni casi vengono soddisfatte solo in parte le equazioni di equilibrio.

METODO EQUILIBRIO LIMITE (LEM)

Il metodo dell'equilibrio limite consiste nello studiare l'equilibrio di un corpo rigido, costituito dal pendio e da una superficie di scorrimento di forma qualsiasi (linea retta, arco di cerchio, spirale logaritmica); da tale equilibrio vengono calcolate le tensioni da taglio (τ) e confrontate con la resistenza disponibile (τ_f), valutata secondo il criterio di rottura di Coulomb, da tale confronto ne scaturisce la prima indicazione sulla stabilità attraverso il coefficiente di sicurezza:

$$F = \tau_f / \tau$$

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

METODO DEI CONCI

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

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

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

Mentre le equazioni a disposizione sono:

- equazioni di equilibrio dei momenti n ;

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

Totale numero di equazioni 4n.

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

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

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

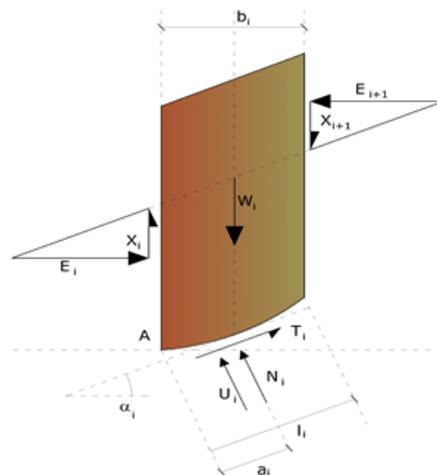
I diversi metodi che si basano sulla teoria dell'equilibrio limite si differenziano per il modo in cui vengono eliminate le (n-2) indeterminazioni.

METODO DI BISHOP (1955)

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

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

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



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

Dati generali

Codice progetto	MURO ARGINE DS
Descrizione	Muro Argine Ds torrente salice
Comune di	Ardore
Tecnico	Ing. Francesco OLIVA
Data	16/06/2017
Condizioni ambientali	Aggressive
Zona	Ardore
Lat./Long. [WGS84]	38,180057/16,203288
Normativa GEO	NTC 2008
Normativa STR	SLU (EC2)
Spinta	Mononobe e Okabe [M.O. 1929]

Dati generali muro

Altezza muro	230,0 cm
Spessore testa muro	35,0 cm
Risega muro lato valle	0,0 cm
Risega muro lato monte	0,0 cm
Sporgenza mensola a valle	20,0 cm
Sporgenza mensola a monte	110,0 cm
Svaso mensola a valle	0,0 cm
Altezza estremità mensola a valle	60,0 cm
Altezza estremità mensola a monte	60,0 cm

Coefficienti sismici [N.T.C.]

Dati generali

Tipo opera:	2 - Opere ordinarie
Classe d'uso:	Classe II
Vita nominale:	50,0 [anni]
Vita di riferimento:	50,0 [anni]

Parametri sismici su sito di riferimento

Categoria sottosuolo:	B
Categoria topografica:	T1

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s ²]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	30,0	0,5	2,35	0,28
S.L.D.	50,0	0,66	2,34	0,3
S.L.V.	475,0	1,92	2,4	0,37
S.L.C.	975,0	2,57	2,42	0,39

Coefficienti sismici orizzontali e verticali

Opera: Opere di sostegno

S.L. Stato limite	amax [m/s ²]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	0,6	0,18	0,011	0,0055
S.L.D.	0,792	0,18	0,0145	0,0073
S.L.V.	2,304	0,24	0,0564	0,0282
S.L.C.	2,946	0,31	0,0931	0,0466

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

Conglomerati

Nr.	Classe Calcestruzzo	fck,cubi [Mpa]	Ec [Mpa]	fck [Mpa]	fcd [Mpa]	fctd [Mpa]	fctm [Mpa]
1	C20/25	25,49	30550,21	20,39	11,55	1,05	2,25
2	C25/30	30,59	32089,96	25,49	14,44	1,21	2,61
3	C28/35	35,69	32936,31	28,55	16,17	1,31	2,81
4	C40/50	50,99	35913,83	40,79	20,22	1,52	3,26

Acciai:

Nr.	Classe acciaio	Es [Mpa]	fyk [Mpa]	fyd [Mpa]	ftk [Mpa]	ftd [Mpa]	ep_tk	epd_ult	β1*β2 iniziale	β1*β2 finale
-----	-------------------	-------------	--------------	--------------	--------------	--------------	-------	---------	-------------------	-----------------

1	B450C	203940	458,87	399,01	550,64	399,01	.075	.0675	1	0,5
2	B450C*	203940	458,87	399,01	550,64	458,87	.075	.0675	1	0,5
3	B450C* *	203940	458,87	399,01	467,33	406,35	.012	.01	1	0,5
4	S235H	203940	244,73	214,14	367,09	214,14	0,012	0,01	1	0,5
5	S275H	203940	285,52	247,79	469,06	248,81	0,012	0,01	1	0,5
6	S355H	203940	367,09	318,15	520,05	367,09	0,012	0,01	1	0,5

Materiali impiegati realizzazione muro C20/25 B450C

Copriferro, Elevazione 5,0 cm
Copriferro, Fondazione 5,0 cm
Copriferro, Dente di fondazione 3,0 cm

Stratigrafia

Ns	Spessore strato (cm)	Inclinazione dello strato. (°)	Peso unità di volume (KN/m³)	Angolo di resistenza a taglio (°)	Coesione (kPa)	Angolo di attrito terra muro (°)	Presenza di falda (Si/No)	Litologia	Descrizione
1	340	0	28,00	28	0,00	18	No		Terreno di riporto (sabbie con ciott)
2	360	0	1900,00	33	0,00	22	No		Sabbie limose con ghiaia
3	590	0	19,50	34	0,00	22	No		ghiaia con limi

FATTORI DI COMBINAZIONE

A1+M1+R1

Nr.	Azioni	Fattore combinazione
1	Peso muro	1,30
2	Spinta terreno	1,00
3	Peso terreno mensola	1,30
4	Spinta falda	1,00
5	Spinta sismica in x	1,00
6	Spinta sismica in y	1,00

Nr.	Parametro	Coefficienti parziali
1	Tangente angolo res. taglio	1
2	Coesione efficace	1
3	Resistenza non drenata	1
4	Peso unità volume	1

Nr.	Verifica	Coefficienti resistenze
1	Carico limite	1
2	Scorrimento	1
3	Partecipazione spinta passiva	1

A2+M2+R2

Nr.	Azioni	Fattore combinazione
1	Peso muro	1,00
2	Spinta terreno	1,00
3	Peso terreno mensola	1,00
4	Spinta falda	1,00
5	Spinta sismica in x	1,00
6	Spinta sismica in y	1,00

Nr.	Parametro	Coefficienti parziali
1	Tangente angolo res. taglio	1,25
2	Coazione efficace	1,25
3	Resistenza non drenata	1,4
4	Peso unità volume	1

Nr.	Verifica	Coefficienti resistenze
1	Carico limite	1
2	Scorrimento	1
3	Partecipazione spinta passiva	1

EQU+M2

Nr.	Azioni	Fattore combinazione
1	Peso muro	0,90
2	Spinta terreno	1,10
3	Peso terreno mensola	1,00
4	Spinta falda	1,00
5	Spinta sismica in x	1,00
6	Spinta sismica in y	0,00

Nr.	Parametro	Coefficienti parziali
1	Tangente angolo res. taglio	1,25
2	Coazione efficace	1,25
3	Resistenza non drenata	1,4
4	Peso unità volume	1

Nr.	Verifica	Coefficienti resistenze
1	Carico limite	1
2	Scorrimento	1
3	Partecipazione spinta passiva	1

A1+M1+R1 [GEO+STR]

Coefficiente sismico orizzontale K_h 0,011
 Coefficiente sismico verticale K_v 0,0055

CALCOLO SPINTE

Discretizzazione terreno

Q_i Quota iniziale strato (cm);
 Q_f Quota finale strato
 G Peso unità di volume (KN/m³);
 E_{ps} Inclinazione dello strato. (°);
 F_i Angolo di resistenza a taglio (°);
 Δ Angolo attrito terra muro;
 c Coazione (kPa);

β Angolo perpendicolare al paramento lato monte (°);
 Note Nelle note viene riportata la presenza della falda

Qi	Qf	G	Eps	Fi	Delta	c	β	Note
290,0	244,0	18,7	0,0	32,0	11,0	0,0	0,0	
244,0	198,0	18,7	0,0	32,0	11,0	0,0	0,0	
198,0	152,0	18,7	0,0	32,0	11,0	0,0	0,0	
152,0	106,0	18,7	0,0	32,0	11,0	0,0	0,0	
106,0	60,0	18,7	0,0	32,0	11,0	0,0	0,0	

Coefficienti di spinta ed inclinazioni

μ Angolo di direzione della spinta.
 Ka Coefficiente di spinta attiva.
 Kd Coefficiente di spinta dinamica.
 Dk Coefficiente di incremento dinamico.
 Kax, Kay Componenti secondo x e y del coefficiente di spinta attiva.
 Dkx, Dky Componenti secondo x e y del coefficiente di incremento dinamico.

μ	Ka	Kd	Dk	Kax	Kay	Dkx	Dky
11,0	0,28	0,29	0,01	0,28	0,05	0,01	0,0
11,0	0,28	0,29	0,01	0,28	0,05	0,01	0,0
11,0	0,28	0,29	0,01	0,28	0,05	0,01	0,0
11,0	0,28	0,29	0,01	0,28	0,05	0,01	0,0
11,0	0,28	0,29	0,01	0,28	0,05	0,01	0,0

Spinte risultanti e punto di applicazione

Qi Quota inizio strato.
 Qf Quota inizio strato.
 Rpx, Rpy Componenti della spinta nella zona j-esima (kN);
 Z(Rpx) Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);
 Z(Rpy) Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);

	Qi	Qf	Rpx	Rpy	z(Rpx)	z(Rpy)
1	290,0	244,0	0,57	0,11	259,33	259,33
2	244,0	198,0	1,7	0,33	218,44	218,44
3	198,0	152,0	2,83	0,55	173,47	173,47
4	152,0	106,0	3,96	0,77	127,9	127,9
5	106,0	60,0	5,1	0,99	82,15	82,15

CARATTERISTICHE MURO (Peso, Baricentro, Inerzi a)

Py Peso del muro (kN);
 Px Forza inerziale (kN);
 Xp, Yp Coordinate baricentro dei pesi (cm);

Quota	Px	Py	Xp	Yp

244,0	0,06	5,13	37,5	267,0
198,0	0,11	10,26	37,5	244,0
152,0	0,17	15,39	37,5	221,0
106,0	0,23	20,53	37,5	198,0
60,0	0,28	25,66	37,5	175,0

Sollecitazioni sul muro

Quota	Origine ordinata minima del muro (cm).
Fx	Forza in direzione x (kN);
Fy	Forza in direzione y (kN);
M	Momento (kNm);
H	Altezza sezione di calcolo (cm);

Quota	Fx	Fy	M	H
244,0	0,62	5,24	0,08	35,0
198,0	2,38	10,7	0,67	35,0
152,0	5,27	16,38	2,29	35,0
106,0	9,29	22,29	5,46	35,0
60,0	14,44	28,41	10,7	35,0

VERIFICHE GLOBALI

Piano di rottura passante per $(x_{r1}, y_{r1}) = (165,0/0,0)$
Piano di rottura passante per $(x_{r2}, y_{r2}) = (165,0/290,0)$
Centro di rotazione $(x_{ro}, y_{ro}) = (0,0/0,0)$

Discretizzazione terreno

Qi	Quota iniziale strato (cm);
Qf	Quota finale strato
G	Peso unità di volume (KN/m ³);
Eps	Inclinazione dello strato. (°);
Fi	Angolo di resistenza a taglio (°);
Delta	Angolo attrito terra muro;
c	Coesione (kPa);
β	Angolo perpendicolare al paramento lato monte (°);
Note	Nelle note viene riportata la presenza della falda

Qi	Qf	G	Eps	Fi	Delta	c	β	Note
290,0	244,0	28,0	0,0	28,0	28,0	0,0	0,0	
244,0	198,0	28,0	0,0	28,0	28,0	0,0	0,0	
198,0	152,0	28,0	0,0	28,0	28,0	0,0	0,0	
152,0	106,0	28,0	0,0	28,0	28,0	0,0	0,0	
106,0	60,0	28,0	0,0	28,0	28,0	0,0	0,0	
60,0	0,0	28,0	0,0	28,0	18,0	0,0	0,0	

Coefficienti di spinta ed inclinazioni

μ	Angolo di direzione della spinta.
Ka	Coefficiente di spinta attiva.

Kd Coefficiente di spinta dinamica.
 Dk Coefficiente di incremento dinamico.
 Kax, Kay Componenti secondo x e y del coefficiente di spinta attiva.
 Dkx, Dky Componenti secondo x e y del coefficiente di incremento dinamico.

μ	Ka	Kd	Dk	Kax	Kay	Dkx	Dky
28,0	0,32	0,33	0,01	0,28	0,15	0,01	0,0
28,0	0,32	0,33	0,01	0,28	0,15	0,01	0,0
28,0	0,32	0,33	0,01	0,28	0,15	0,01	0,0
28,0	0,32	0,33	0,01	0,28	0,15	0,01	0,0
28,0	0,32	0,33	0,01	0,28	0,15	0,01	0,0
18,0	0,32	0,33	0,01	0,31	0,1	0,01	0,0

Spinte risultanti e punto di applicazione

Qi Quota inizio strato.
 Qf Quota fine strato.
 Rpx, Rpy Componenti della spinta nella zona j-esima (kN);
 Z(Rpx) Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);
 Z(Rpy) Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);

	Qi	Qf	Rpx	Rpy	z(Rpx)	z(Rpy)
1	290,0	244,0	0,86	0,46	259,33	259,33
2	244,0	198,0	2,58	1,37	218,44	218,44
3	198,0	152,0	4,29	2,28	173,47	173,47
4	152,0	106,0	6,01	3,2	127,9	127,9
5	106,0	60,0	7,73	4,11	82,15	82,15
6	60,0	0,0	12,79	6,47	28,76	29,2

SPINTE IN FONDAZIONE

Discretizzazione terreno

Qi Quota iniziale strato (cm);
 Qf Quota finale strato
 G Peso unità di volume (KN/m³);
 Eps Inclinazione dello strato. (°);
 Fi Angolo di resistenza a taglio (°);
 Delta Angolo attrito terra muro;
 c Coesione (kPa);
 β Angolo perpendicolare al paramento lato monte (°);
 Note Nelle note viene riportata la presenza della falda

Qi	Qf	G	Eps	Fi	Delta	c	β	Note
60,0	0,0	28,0	180,0	28,0	18,0	0,0	180,0	

Coefficienti di spinta ed inclinazioni

μ Angolo di direzione della spinta.
 Kp Coefficiente di resistenza passiva.
 Kpx, Kpy Componenti secondo x e y del coefficiente di resistenza passiva.

μ	Kp	Kpx	Kpy
198,0	2,75	-2,62	-0,85

Spinte risultanti e punto di applicazione

Qi Quota inizio strato.
 Qf Quota inizio strato.
 Rpx, Rpy Componenti della spinta nella zona j-esima (kN);
 Z(Rpx) Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);
 Z(Rpy) Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);

	Qi	Qf	Rpx	Rpy	z(Rpx)	z(Rpy)
1	60,0	0,0	-13,19	-4,28	20,0	20,0

Sollecitazioni totali

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

	Fx	Fy	M
Spinta terreno	34,26	17,89	3,51
Peso muro	0,28	25,66	-9,13
Peso fondazione	0,35	31,55	-25,93
Sovraccarico	0,0	0,0	0,0
Terr. fondazione	0,52	61,5	-66,74
Spinte fondazione	-13,19	-4,28	-2,64
	22,22	132,32	-100,93

Momento stabilizzante -132,82 kNm
 Momento ribaltante 31,89 kNm

Verifica alla traslazione

Sommatoria forze orizzontali	35,41 kN
Sommatoria forze verticali	136,6 kN
Coefficiente di attrito	0,53
Adesione	0,0 kPa
Angolo piano di scorrimento	-360,0 °
Forze normali al piano di scorrimento	136,6 kN
Forze parall. al piano di scorrimento	35,41 kN
Resistenza terreno	85,82 kN
Coeff. sicurezza traslazione Csd	2,42
Traslazione verificata Csd>1	

Verifica al ribaltamento

Momento stabilizzante	-132,82 kNm
Momento ribaltante	31,89 kNm
Coeff. sicurezza ribaltamento C_{sv}	4,16
Muro verificato a ribaltamento $C_{sv} > 1$	

Carico limite verticale VESIC

Somma forze in direzione x (F_x)	22,22 kN
Somma forze in direzione y (F_y)	132,32 kN
Somma momenti	-100,93 kNm
Larghezza fondazione	165,0 cm
Lunghezza	1000,0 cm
Eccentricità su B	6,22 cm
Peso unità di volume	28,0 kN/m ³
Angolo di resistenza al taglio	28,0 °
Coesione	0,0 kPa
Terreno sulla fondazione	60,0 cm
Peso terreno sul piano di posa	28,0 kN/m ³
N_q	14,72
N_c	25,8
N_g	16,72
Fattori di forma	
s_q	1,08
s_c	1,09
s_g	0,94
Inclinazione carichi	
i_q	0,71
i_c	0,69
i_g	0,59
Fattori di profondità	
d_q	1,12
d_c	1,16
d_g	1,0
Carico limite verticale (Q_{lim})	625,27 kN
Fattore sicurezza ($C_{sq} = Q_{lim}/F_y$)	4,73

Carico limite verificato $C_{sq} > 1$

Tensioni sul terreno

Ascissa centro sollecitazione	76,28 cm
Larghezza della fondazione	165,0 cm
$x = 0,0$ cm	98,34 kPa
$x = 165,0$ cm	62,05 kPa

MENSOLA A VALLE

X_{progr.} Ascissa progressiva (cm);

Fx Forza in direzione x (kN);
 Fy Forza in direzione y (kN);
 M Momento (kNm);
 H Altezza sezione (cm);

Xprogr.	Fx	Fy	M	H
20,0	-13,19	-19,69	-1,1	60,0

MENSOLA A MONTE

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

Xprogr.	Fx	Fy	M	H
55,0	12,79	28,2	-27,95	60,0

A2+M2+R2 [GEO+STR]

Coefficiente sismico orizzontale Kh 0,011
 Coefficiente sismico verticale Kv 0,0055

CALCOLO SPINTE

Discretizzazione terreno

Qi Quota iniziale strato (cm);
 Qf Quota finale strato
 G Peso unità di volume (KN/m³);
 Eps Inclinazione dello strato. (°);
 Fi Angolo di resistenza a taglio (°);
 Delta Angolo attrito terra muro;
 c Coesione (kPa);
 β Angolo perpendicolare al paramento lato monte (°);
 Note Nelle note viene riportata la presenza della falda

Qi	Qf	G	Eps	Fi	Delta	c	β	Note
290,0	244,0	18,7	0,0	26,56	11,0	0,0	0,0	
244,0	198,0	18,7	0,0	26,56	11,0	0,0	0,0	
198,0	152,0	18,7	0,0	26,56	11,0	0,0	0,0	
152,0	106,0	18,7	0,0	26,56	11,0	0,0	0,0	
106,0	60,0	18,7	0,0	26,56	11,0	0,0	0,0	

Coefficienti di spinta ed inclinazioni

μ Angolo di direzione della spinta.
 Ka Coefficiente di spinta attiva.

Kd Coefficiente di spinta dinamica.
 Dk Coefficiente di incremento dinamico.
 Kax, Kay Componenti secondo x e y del coefficiente di spinta attiva.
 Dkx, Dky Componenti secondo x e y del coefficiente di incremento dinamico.

μ	Ka	Kd	Dk	Kax	Kay	Dkx	Dky
11,0	0,35	0,36	0,01	0,34	0,07	0,01	0,0
11,0	0,35	0,36	0,01	0,34	0,07	0,01	0,0
11,0	0,35	0,36	0,01	0,34	0,07	0,01	0,0
11,0	0,35	0,36	0,01	0,34	0,07	0,01	0,0
11,0	0,35	0,36	0,01	0,34	0,07	0,01	0,0

Spinte risultanti e punto di applicazione

Qi Quota inizio strato.
 Qf Quota inizio strato.
 Rpx, Rpy Componenti della spinta nella zona j-esima (kN);
 Z(Rpx) Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);
 Z(Rpy) Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);

	Qi	Qf	Rpx	Rpy	z(Rpx)	z(Rpy)
1	290,0	244,0	0,7	0,14	259,33	259,33
2	244,0	198,0	2,09	0,41	218,44	218,44
3	198,0	152,0	3,48	0,68	173,47	173,47
4	152,0	106,0	4,88	0,95	127,9	127,9
5	106,0	60,0	6,27	1,22	82,15	82,15

CARATTERISTICHE MURO (Peso, Baricentro, Inerzi a)

Py Peso del muro (kN);
 Px Forza inerziale (kN);
 Xp, Yp Coordinate baricentro dei pesi (cm);

Quota	Px	Py	Xp	Yp
244,0	0,04	3,95	37,5	267,0
198,0	0,09	7,89	37,5	244,0
152,0	0,13	11,84	37,5	221,0
106,0	0,17	15,79	37,5	198,0
60,0	0,22	19,74	37,5	175,0

Sollecitazioni sul muro

Quota Origine ordinata minima del muro (cm).
 Fx Forza in direzione x (kN);
 Fy Forza in direzione y (kN);
 M Momento (kNm);
 H Altezza sezione di calcolo (cm);

Quota	Fx	Fy	M	H
-------	----	----	---	---

244,0	0,74	4,08	0,09	35,0
198,0	2,87	8,44	0,8	35,0
152,0	6,4	13,06	2,76	35,0
106,0	11,32	17,95	6,62	35,0
60,0	17,63	23,12	13,01	35,0

VERIFICHE GLOBALI

Piano di rottura passante per $(x_{r1}, y_{r1}) = (165,0/0,0)$

Piano di rottura passante per $(x_{r2}, y_{r2}) = (165,0/290,0)$

Centro di rotazione $(x_{ro}, y_{ro}) = (0,0/0,0)$

Discretizzazione terreno

Qi	Quota iniziale strato (cm);
Qf	Quota finale strato
G	Peso unità di volume (KN/m ³);
Eps	Inclinazione dello strato. (°);
Fi	Angolo di resistenza a taglio (°);
Delta	Angolo attrito terra muro;
c	Coesione (kPa);
β	Angolo perpendicolare al paramento lato monte (°);
Note	Nelle note viene riportata la presenza della falda

Qi	Qf	G	Eps	Fi	Delta	c	β	Note
290,0	244,0	28,0	0,0	23,04	23,04	0,0	0,0	
244,0	198,0	28,0	0,0	23,04	23,04	0,0	0,0	
198,0	152,0	28,0	0,0	23,04	23,04	0,0	0,0	
152,0	106,0	28,0	0,0	23,04	23,04	0,0	0,0	
106,0	60,0	28,0	0,0	23,04	23,04	0,0	0,0	
60,0	0,0	28,0	0,0	23,04	18,0	0,0	0,0	

Coefficienti di spinta ed inclinazioni

μ	Angolo di direzione della spinta.
Ka	Coefficiente di spinta attiva.
Kd	Coefficiente di spinta dinamica.
Dk	Coefficiente di incremento dinamico.
Kax, Kay	Componenti secondo x e y del coefficiente di spinta attiva.
Dkx, Dky	Componenti secondo x e y del coefficiente di incremento dinamico.

μ	Ka	Kd	Dk	Kax	Kay	Dkx	Dky
23,04	0,38	0,39	0,01	0,35	0,15	0,01	0,0
23,04	0,38	0,39	0,01	0,35	0,15	0,01	0,0
23,04	0,38	0,39	0,01	0,35	0,15	0,01	0,0
23,04	0,38	0,39	0,01	0,35	0,15	0,01	0,0
23,04	0,38	0,39	0,01	0,35	0,15	0,01	0,0
18,0	0,39	0,39	0,01	0,37	0,12	0,01	0,0

Spinte risultanti e punto di applicazione

Qi Quota inizio strato.
 Qf Quota inizio strato.
 Rpx, Rpy Componenti della spinta nella zona j-esima (kN);
 Z(Rpx) Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);
 Z(Rpy) Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);

	Qi	Qf	Rpx	Rpy	z(Rpx)	z(Rpy)
1	290,0	244,0	1,07	0,45	259,33	259,33
2	244,0	198,0	3,2	1,36	218,44	218,44
3	198,0	152,0	5,34	2,27	173,47	173,47
4	152,0	106,0	7,48	3,18	127,9	127,9
5	106,0	60,0	9,61	4,09	82,15	82,15
6	60,0	0,0	15,83	6,54	28,8	29,06

SPINTE IN FONDAZIONE

Discretizzazione terreno

Qi Quota iniziale strato (cm);
 Qf Quota finale strato
 G Peso unità di volume (KN/m³);
 Eps Inclinazione dello strato. (°);
 Fi Angolo di resistenza a taglio (°);
 Delta Angolo attrito terra muro;
 c Coesione (kPa);
 β Angolo perpendicolare al paramento lato monte (°);
 Note Nelle note viene riportata la presenza della falda

Qi	Qf	G	Eps	Fi	Delta	c	β	Note
60,0	0,0	28,0	180,0	23,04	18,0	0,0	180,0	

Coefficienti di spinta ed inclinazioni

μ Angolo di direzione della spinta.
 Kp Coefficiente di resistenza passiva.
 Kpx, Kpy Componenti secondo x e y del coefficiente di resistenza passiva.

μ	Kp	Kpx	Kpy
198,0	2,27	-2,16	-0,7

Spinte risultanti e punto di applicazione

Qi Quota inizio strato.
 Qf Quota inizio strato.
 Rpx, Rpy Componenti della spinta nella zona j-esima (kN);
 Z(Rpx) Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);
 Z(Rpy) Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);

Qi	Qf	Rpx	Rpy	z(Rpx)	z(Rpy)
----	----	-----	-----	--------	--------

1	60,0	0,0	-10,88	-3,53	20,0	20,0
---	------	-----	--------	-------	------	------

Sollecitazioni total i

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

	Fx	Fy	M
Spinta terreno	42,53	17,9	11,52
Peso muro	0,22	19,74	-7,02
Peso fondazione	0,27	24,27	-19,94
Sovraccarico	0,0	0,0	0,0
Terr. fondazione	0,52	47,31	-51,13
Spinte fondazione	-10,88	-3,53	-2,18
	32,66	105,69	-68,76

Momento stabilizzante -109,0 kNm
 Momento ribaltante 40,25 kNm

Verifica alla traslazione

Sommatoria forze orizzontali	43,53 kN
Sommatoria forze verticali	109,22 kN
Coefficiente di attrito	0,43
Adesione	0,0 kPa
Angolo piano di scorrimento	-360,0 °
Forze normali al piano di scorrimento	109,22 kN
Forze parall. al piano di scorrimento	43,53 kN
Resistenza terreno	57,34 kN
Coeff. sicurezza traslazione Csd	1,32
Traslazione verificata Csd>1	

Verifica al ribaltamento

Momento stabilizzante	-109,0 kNm
Momento ribaltante	40,25 kNm
Coeff. sicurezza ribaltamento Csv	2,71
Muro verificato a ribaltamento Csv>1	

Carico limite verticale VESIC

Somma forze in direzione x (Fx)	32,66 kN
Somma forze in direzione y (Fy)	105,69 kN
Somma momenti	-68,76 kNm
Larghezza fondazione	165,0 cm

Lunghezza	1000,0 cm
Eccentricità su B	17,44 cm
Peso unità di volume	28,0 KN/m ³
Angolo di resistenza al taglio	23,04 °
Coesione	0,0 kPa
Terreno sulla fondazione	60,0 cm
Peso terreno sul piano di posa	28,0 KN/m ³
Nq	8,7
Nc	18,1
Ng	8,25
Fattori di forma	
sq	1,06
sc	1,06
sg	0,95
Inclinazione carichi	
iq	0,5
ic	0,43
ig	0,34
Fattori di profondità	
dq	1,15
dc	1,18
dg	1,0
Carico limite verticale (Qlim)	178,37 kN
Fattore sicurezza (Csq=Qlim/Fy)	1,69

Carico limite verificato $C_{sq} > 1$

Tensioni sul terreno

Ascissa centro sollecitazione	65,06 cm
Larghezza della fondazione	165,0 cm
x = 0,0 cm	104,68 kPa
x = 165,0 cm	23,43 kPa

MENSOLA A VALLE

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

Xprogr.	Fx	Fy	M	H
20,0	-10,88	-20,54	-1,36	60,0

MENSOLA A MONTE

Xprogr. Ascissa progressiva (cm);
Fx Forza in direzione x (kN);

Fy Forza in direzione y (kN);
M Momento (kNm);
H Altezza sezione (cm);

Xprogr. Fx Fy M H

55,0 15,83 49,36 -42,63 60,0

EQU+M2 [GEO+STR]

Coefficiente sismico orizzontale Kh 0,011
Coefficiente sismico verticale Kv 0,0055

CALCOLO SPINTE

Discretizzazione terreno

Qi Quota iniziale strato (cm);
Qf Quota finale strato
G Peso unità di volume (KN/m³);
Eps Inclinazione dello strato. (°);
Fi Angolo di resistenza a taglio (°);
Delta Angolo attrito terra muro;
c Coesione (kPa);
β Angolo perpendicolare al paramento lato monte (°);
Note Nelle note viene riportata la presenza della falda

Qi Qf G Eps Fi Delta c β Note

290,0 244,0 18,7 0,0 26,56 11,0 0,0 0,0
244,0 198,0 18,7 0,0 26,56 11,0 0,0 0,0
198,0 152,0 18,7 0,0 26,56 11,0 0,0 0,0
152,0 106,0 18,7 0,0 26,56 11,0 0,0 0,0
106,0 60,0 18,7 0,0 26,56 11,0 0,0 0,0

Coefficienti di spinta ed inclinazioni

μ Angolo di direzione della spinta.
Ka Coefficiente di spinta attiva.
Kd Coefficiente di spinta dinamica.
Dk Coefficiente di incremento dinamico.
Kax, Kay Componenti secondo x e y del coefficiente di spinta attiva.
Dkx, Dky Componenti secondo x e y del coefficiente di incremento dinamico.

μ Ka Kd Dk Kax Kay Dkx Dky

11,0 0,35 0,36 0,01 0,34 0,07 0,01 0,0
11,0 0,35 0,36 0,01 0,34 0,07 0,01 0,0
11,0 0,35 0,36 0,01 0,34 0,07 0,01 0,0
11,0 0,35 0,36 0,01 0,34 0,07 0,01 0,0
11,0 0,35 0,36 0,01 0,34 0,07 0,01 0,0

Spinte risultanti e punto di applicazione

Qi Quota inizio strato.
 Qf Quota inizio strato.
 Rpx, Rpy Componenti della spinta nella zona j-esima (kN);
 Z(Rpx) Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);
 Z(Rpy) Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);

	Qi	Qf	Rpx	Rpy	z(Rpx)	z(Rpy)
1	290,0	244,0	0,76	0,15	259,33	259,33
2	244,0	198,0	2,29	0,44	218,44	218,44
3	198,0	152,0	3,82	0,73	173,47	173,47
4	152,0	106,0	5,35	1,02	127,9	127,9
5	106,0	60,0	6,88	1,31	82,15	82,15

CARATTERISTICHE MURO (Peso, Baricentro, Inerzi a)

Py Peso del muro (kN);
 Px Forza inerziale (kN);
 Xp, Yp Coordinate baricentro dei pesi (cm);

	Quota	Px	Py	Xp	Yp
	244,0	0,04	3,55	37,5	267,0
	198,0	0,08	7,1	37,5	244,0
	152,0	0,12	10,66	37,5	221,0
	106,0	0,16	14,21	37,5	198,0
	60,0	0,2	17,76	37,5	175,0

Sollecitazioni sul muro

Quota Origine ordinata minima del muro (cm).
 Fx Forza in direzione x (kN);
 Fy Forza in direzione y (kN);
 M Momento (kNm);
 H Altezza sezione di calcolo (cm);

	Quota	Fx	Fy	M	H
	244,0	0,8	3,7	0,1	35,0
	198,0	3,14	7,69	0,87	35,0
	152,0	7,0	11,96	3,02	35,0
	106,0	12,39	16,53	7,24	35,0
	60,0	19,31	21,39	14,24	35,0

VERIFICHE GLOBALI

Piano di rottura passante per $(x_{r1}, y_{r1}) = (165,0/0,0)$
 Piano di rottura passante per $(x_{r2}, y_{r2}) = (165,0/290,0)$
 Centro di rotazione $(x_{ro}, y_{ro}) = (0,0/0,0)$

Discretizzazione terreno

Qi	Quota iniziale strato (cm);
Qf	Quota finale strato
G	Peso unità di volume (KN/m ³);
Eps	Inclinazione dello strato. (°);
Fi	Angolo di resistenza a taglio (°);
Delta	Angolo attrito terra muro;
c	Coesione (kPa);
β	Angolo perpendicolare al paramento lato monte (°);
Note	Nelle note viene riportata la presenza della falda

Qi	Qf	G	Eps	Fi	Delta	c	β	Note
290,0	244,0	28,0	0,0	23,04	23,04	0,0	0,0	
244,0	198,0	28,0	0,0	23,04	23,04	0,0	0,0	
198,0	152,0	28,0	0,0	23,04	23,04	0,0	0,0	
152,0	106,0	28,0	0,0	23,04	23,04	0,0	0,0	
106,0	60,0	28,0	0,0	23,04	23,04	0,0	0,0	
60,0	0,0	28,0	0,0	23,04	18,0	0,0	0,0	

Coefficienti di spinta ed inclinazioni

μ	Angolo di direzione della spinta.
Ka	Coefficiente di spinta attiva.
Kd	Coefficiente di spinta dinamica.
Dk	Coefficiente di incremento dinamico.
Kax, Kay	Componenti secondo x e y del coefficiente di spinta attiva.
Dkx, Dky	Componenti secondo x e y del coefficiente di incremento dinamico.

μ	Ka	Kd	Dk	Kax	Kay	Dkx	Dky
23,04	0,38	0,39	0,01	0,35	0,15	0,01	0,0
23,04	0,38	0,39	0,01	0,35	0,15	0,01	0,0
23,04	0,38	0,39	0,01	0,35	0,15	0,01	0,0
23,04	0,38	0,39	0,01	0,35	0,15	0,01	0,0
23,04	0,38	0,39	0,01	0,35	0,15	0,01	0,0
18,0	0,39	0,39	0,01	0,37	0,12	0,01	0,0

Spinte risultanti e punto di applicazione

Qi	Quota inizio strato.
Qf	Quota inizio strato.
Rpx, Rpy	Componenti della spinta nella zona j-esima (kN);
Z(Rpx)	Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);
Z(Rpy)	Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);

	Qi	Qf	Rpx	Rpy	z(Rpx)	z(Rpy)
1	290,0	244,0	1,17	0,49	259,33	259,33
2	244,0	198,0	3,52	1,46	218,44	218,44
3	198,0	152,0	5,86	2,43	173,47	173,47
4	152,0	106,0	8,2	3,4	127,9	127,9
5	106,0	60,0	10,55	4,38	82,15	82,15

6 60,0 0,0 17,37 7,0 28,8 29,06

SPINTE IN FONDAZIONE

Discretizzazione terreno

Qi Quota iniziale strato (cm);
 Qf Quota finale strato
 G Peso unità di volume (KN/m³);
 Eps Inclinazione dello strato. (°);
 Fi Angolo di resistenza a taglio (°);
 Delta Angolo attrito terra muro;
 c Coesione (kPa);
 β Angolo perpendicolare al paramento lato monte (°);
 Note Nelle note viene riportata la presenza della falda

Qi	Qf	G	Eps	Fi	Delta	c	β	Note
60,0	0,0	28,0	180,0	23,04	18,0	0,0	180,0	

Coefficienti di spinta ed inclinazioni

μ Angolo di direzione della spinta.
 Kp Coefficiente di resistenza passiva.
 Kpx, Kpy Componenti secondo x e y del coefficiente di resistenza passiva.

μ	Kp	Kpx	Kpy
198,0	2,27	-2,16	-0,7

Spinte risultanti e punto di applicazione

Qi Quota inizio strato.
 Qf Quota inizio strato.
 Rpx, Rpy Componenti della spinta nella zona j-esima (kN);
 Z(Rpx) Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);
 Z(Rpy) Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);

	Qi	Qf	Rpx	Rpy	z(Rpx)	z(Rpy)
1	60,0	0,0	-10,88	-3,53	20,0	20,0

Sollecitazioni total i

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

	Fx	Fy	M
Spinta terreno	46,67	19,16	13,43
Peso muro	0,2	17,76	-6,32
Peso fondazione	0,24	21,84	-17,95

Sovraccarico	0,0	0,0	0,0
Terr. fondazione	0,52	47,31	-51,13
Spinte fondazione	-10,88	-3,53	-2,18
	36,75	102,55	-64,15

Momento stabilizzante	-108,34 kNm
Momento ribaltante	44,2 kNm

Verifica alla traslazione

Sommatoria forze orizzontali	47,62 kN
Sommatoria forze verticali	106,08 kN
Coefficiente di attrito	0,43
Adesione	0,0 kPa
Angolo piano di scorrimento	-360,0 °
Forze normali al piano di scorrimento	106,08 kN
Forze parall. al piano di scorrimento	47,62 kN
Resistenza terreno	56,0 kN
Coeff. sicurezza traslazione Csd	1,18
Traslazione verificata Csd>1	

Verifica al ribaltamento

Momento stabilizzante	-108,34 kNm
Momento ribaltante	44,2 kNm
Coeff. sicurezza ribaltamento Csv	2,45
Muro verificato a ribaltamento Csv>1	

Carico limite verticale VESIC

Somma forze in direzione x (Fx)	36,75 kN
Somma forze in direzione y (Fy)	102,55 kN
Somma momenti	-64,15 kNm
Larghezza fondazione	165,0 cm
Lunghezza	1000,0 cm
Eccentricità su B	19,95 cm
Peso unità di volume	28,0 KN/m ³
Angolo di resistenza al taglio	23,04 °
Coesione	0,0 kPa
Terreno sulla fondazione	60,0 cm
Peso terreno sul piano di posa	28,0 KN/m ³
Nq	8,7
Nc	18,1
Ng	8,25
Fattori di forma	
sq	1,05
sc	1,06
sg	0,95
Inclinazione carichi	
iq	0,43

ic	0,36
ig	0,28
Fattori di profondità	
dq	1,15
dc	1,19
dg	1,0
Carico limite verticale (Qlim)	143,57 kN
Fattore sicurezza (Csq=Qlim/Fy)	1,4

Carico limite verificato Csq>1

Tensioni sul terreno

—	
Ascissa centro sollecitazione	62,55 cm
Larghezza della fondazione	165,0 cm
x = 0,0 cm	107,23 kPa
x = 165,0 cm	17,07 kPa

MENSOLA A VALLE

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

Xprogr.	Fx	Fy	M	H
—				
20,0	-10,88	-21,23	-1,43	60,0

MENSOLA A MONTE

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

Xprogr.	Fx	Fy	M	H
—				
55,0	17,37	52,73	-45,81	60,0

Indice

1.Dati generali	15
2.CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI	16
3.Stratigrafia	17
4.Fattori combinazione	17
5.A1+M1+R1 [GEO+STR]	18
5.1.1-(Peso, Baricentro, Inerzia)	19
5.2.1-Sollecitazioni totali	22
5.3.1-Verifica alla traslazione	22
5.4.1-Verifica al ribaltamento	22
5.5.1-Carico limite	23
5.6.1-Tensioni sul terreno	23
6.A2+M2+R2 [GEO+STR]	24
6.1.2-(Peso, Baricentro, Inerzia)	25
6.2.2-Sollecitazioni totali	28
6.3.2-Verifica alla traslazione	28
6.4.2-Verifica al ribaltamento	28
6.5.2-Carico limite	29
6.6.2-Tensioni sul terreno	29
7.EQU+M2 [GEO+STR]	30
7.1.3-(Peso, Baricentro, Inerzia)	31
7.2.3-Sollecitazioni totali	34
7.3.3-Verifica alla traslazione	34
7.4.3-Verifica al ribaltamento	34
7.5.3-Carico limite	34
7.6.3-Tensioni sul terreno	35
Indice	37

RELAZIONE GEOTECNICA COLLETTORE APERTO

RELAZIONE GEOTECNICA

(NTC 2008 CAP. 6 E CIRCOLARE 617/2009 punto C.2.2.5)

Generalità:

OGGETTO: Lavori di completamento della Sistemazione Idraulica del Torrente Salice nel Comune di Ardore (RC)

COMUNE: Ardore (RC)

ZONA SISMICA: Zona 1

ALTITUDINE: 15,00 mt s.l.m.

TIPOLOGIA STRUTTURALI: Collettore in c.a. con sezione a U ;

TIPOLOGIA FONDAZIONI: Fondazione diretta a piastra

NORMATIVA: D.M. 14/01/2008

DESCRIZIONE DELL'OPERA E DEGLI INTERVENTI:

UBICAZIONE:

l'opera si colloca nel territorio interno al comune di Ardore e precisamente lungo la parte terminale dell'ata fluviale del Torrente Salice, ad una Quota compresa tra 12,00 e 15,00 mt s.l.m.

L'area d'intervento è localizzata nel tratto compreso tra la Via Alcide De Gasperi e la Via Dromello, e presenta una pendenza media del 2 %, la morfologia del sito conforma un bacino idrografico di modestissime dimensioni caratterizzato da forte pendenze nella zona alta in terreni facilmente erodibili e per questo risulta incassato nel terreno.

La vigente delimitazione della Cartografia Del P.A.I. (Piano di Assetto Idrogeologico) della Regione Calabria non segnala attenzioni o vincoli per il rischio idraulico del torrente Salice.

CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE GEOLOGICA DEL SITO:

Programma di indagini geognostiche:

Per la progettazione è stato necessario studiare la conformazione del terreno attraverso una serie di indagini in situ ed in laboratorio. Sono state eseguite prove penetrometriche con penetrometro dinamico, attraverso queste prove sono stati individuati sostanzialmente tre strati di terreno e precisamente: un primo strato dallo spessore di 0,50 mt costituito da terreno vegetale, un secondo strato di spessore compreso tra -0,50 e -4,10 mt costituito da sabbie limose con ghiaia e sabbie ghiaiose, un terzo strato di spessore variabile tra -4,10 e -5,00 mt costituito prevalentemente da ghiaie sabbiose con limi. Non è stata rilevata la presenza di falda.

Dall'elaborazione dei dati forniti dalle prove in situ, sono stati ricavati i parametri di resistenza di questi litotipi.

- Lo strato A tra quota 0,00 e - 0,50 mt dal p.c. il peso di volume è di 1,80 t/mc, l'angolo di attrito interno pari a 28° - 29° la coesione $C=0$ il modulo di edometrico 70 Kg/cmq.
- Lo strato B compreso tra - 0,50 e -4,10 mt dal p.c. il peso di volume è di 1,80-1,90 t/mc , l'attrito interno 33° - 35° , la coesione $C=0$ Kg/cmq ed il modulo di compressibilità 150 kg/cmq.
- Lo strato C compreso tra -4,10 e -5,00 mt dal p.c. il peso di volume è di 1,90-1,95 t/mc, l'angolo di attrito interno pari a 34° - 36° la coesione $C=0$ Kg/cmq il modulo edometrico 200 Kg/cmq.

CATEGORIA DEL SUOLO:

Per definire l'azione sismica di progetto è necessario, secondo le disposizioni della Nuova Normativa Sismica definire la categoria del suolo.

La stratigrafia emersa dalle indagini e dalle prove eseguite, evidenziano un:

Suolo TIPO B

(Depositi a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con spessori superiori a 30,00 mt, caratterizzati da graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_s 30$ compresa tra 180 m/s e 360 m/s.) Attraverso la prospezione sismica MASW è stato calcolato il valore di $V_s 30$ che è risultato di 403 m/sec.

VERIFICHE E CARATTERIZZAZIONE SISMICA DEL SITO:

La scelta progettuale prevede la verifica agli stati limiti ultimi SLU (SLV) pertanto le caratteristiche della struttura sono i seguenti:

Ing. Francesco OLIVA - Garibaldi, 89032, Bianco, (R.C.) - Tel.0964911624, Fax:0964911624, e-mail:ingfranco.oliva@libero.it, - C.F.LVOFNC55E06Z110C,

- **VN** - Vita Nominale delle strutture di tipo 2 (opere ordinarie, ponti opere infrastrutturali e dighe di dimensioni contenute o di importanza normale) VN > 50 anni.

Cu – Classe d’Uso II (costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolose per l’ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali. Industrie con attività non pericolose per l’ambiente. Ponti, opere infrastrutturali, reti viarie non ricadenti in Classe d’uso III o in Classe d’uso IV, reti ferroviarie la cui interruzione non provochi situazioni di emergenza. Dighe il cui collasso non provochi conseguenze rilevanti.) Cu = 1,00.

- **VR** – Periodo di riferimento per l’azione sismica

Secondo la normativa NTC 2008 – nel nostro caso, risulta:

$$VR = VN \times Cu$$

$$VR = 50 \times 1 = 50$$

AZIONE SISMICA

Stati limiti e relative probabilità di superamento:

La normativa definisce quattro stati limiti, per interpretare in comportamento della struttura dal punto di vista sismico e precisamente:

STATI LIMITI DI ESERCIZIO (SLE)
SLO= Stato limite di Operatività : la struttura non deve subire danni
SLD= Stato limite di Danno: la struttura può subire danni lievi ma rimane in esercizio

STATI LIMITI ULTIMI (SLU)
SLV = Stato Limite di Salvaguardia Vita: crolli parziali,, buona resitenza verticale e margine di sicurezza orizzontale di collasso.
SLC = Stato Limite di Prevenzione Collasso: danni gravi, margini di sicurezza buono azioni verticali. Esiguo esiguo

Ad ogni stato limite corrisponde una probabilità di superamento come sotto indicato:

Stati Limiti		PvR: Probabilità di superamento nel periodo di riferimento VR
Stati limiti di esercizio	SLO	81%
	SLD	63%
Stati limiti ultimi	SLV	10%
	SLC	5%

Il valore di Rd sia in condizioni sismiche che no la verifica deve essere eseguita per lo Stato Limite ultimo (SLV) con PvR pari al 10%.

CONDIZIONI TOPOGRAFICHE:

La NTC 2008 prevede la seguente classificazione:

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
-----------	--

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

Nel nostro caso si considera la categoria Topografia T1.

Amplificazione Stratigrafica:

Per il sottosuolo di categoria B i coefficienti Ss e Cc valgono:

Categoria Sottosuolo	Ss	Cc
B	$1,00 < 1,40 - 0,40 - F_0 \times a_{g/g} < 1,20$	$1,10 \times (T_c)^{-0,20}$

Amplificazione Topografica:

Per tenere conto dell'amplificazione topografica si utilizzano il coefficiente topografico S_T che nel nostro caso specifico per la classificazione di suolo di tipo T1 il coefficiente S_T vale 1,0.

ZONE SISMICHE:

Con l'entrata in vigore del D.M. 14.01.2008 la stima della pericolosità sismica, intesa come accelerazione massima orizzontale su suolo rigido ($V_{30} > 800$ m/s), viene calcolata puntualmente sul sito e non attraverso parametri di zona del sito, difatti, la pericolosità sismica viene valutata valutando le coordinate del sito, che quasi sempre ricade all'interno di una maglia di quattro punti di cui sono noti i valori dell'accelerazione puntuale e attraverso una media pesata viene calcolata il valore dell'accelerazione sismica del punto considerato ed effettuare la lettura dei parametri spettrali che nel nostro caso sono:

- Accelerazione massima al sito $A_g = 0,196$
- Valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro orizzontale in accelerazione orizzontale $F_0 = 2,401$
- Periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale $T_c^* = 0,369$

Questi parametri descrivono i caratteri del moto sismico orizzontale sul sito di riferimento rigido le cui grandezze, definiscono le forma spettrali relative alla particolare P_{VR}

Spettro di Risposta Elastico del sito:

I valori dei parametri caratteristici per il calcolo delle azioni sismiche, relative all'area di verifica, riferite al suolo di categoria c sono quelli di seguito indicati:

SITO IN ESAME.

Località: Salice ,

Ing. Francesco OLIVA - Garibaldi, 89032, Bianco, (R.C.) - Tel.0964911624, Fax:0964911624, e-mail:ingfranco.oliva@libero.it, - C.F.LVOFNC55E06Z110C,

Comune: Ardore (RC)

PERICOLOSITÀ SISMICA DI BASE

Data: 21/10/2017

Vita nominale (Vn): 50 [anni]
Classe d'uso: II
Coefficiente d'uso (Cu): 1
Periodo di riferimento (Vr): 50 [anni]

Periodo di ritorno (Tr) SLO: 30 [anni]
Periodo di ritorno (Tr) SLD: 50 [anni]
Periodo di ritorno (Tr) SLV: 475 [anni]
Periodo di ritorno (Tr) SLC: 975 [anni]

Tipo di interpolazione: Media ponderata

Coordinate geografiche del punto

Latitudine (WGS84): 38,1797791 [°]
Longitudine (WGS84): 16,2036381 [°]
Latitudine (ED50): 38,1808167 [°]
Longitudine (ED50): 16,2044353 [°]

Coordinate dei punti della maglia elementare del reticolo di riferimento che contiene il sito e valori della distanza rispetto al punto in esame

Punto	ID	Latitudine (ED50) [°]	Longitudine (ED50) [°]	Distanza [m]
1	44775	38,202300	16,156680	4808,69
2	44776	38,200720	16,220140	2604,10
3	44998	38,150750	16,218090	3550,14
4	44997	38,152320	16,154710	5379,47

Parametri di pericolosità sismica per TR diversi da quelli previsti nelle NTC08, per i nodi della maglia elementare del reticolo di riferimento

Punto 1

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	30	0,054	2,349	0,276
SLD	50	0,071	2,321	0,303
	72	0,086	2,341	0,316
	101	0,102	2,345	0,328
	140	0,120	2,352	0,336
	201	0,143	2,355	0,346
SLV	475	0,209	2,403	0,368
SLC	975	0,279	2,424	0,390

Ing. Francesco OLIVA - Garibaldi, 89032, Bianco, (R.C.) - Tel.0964911624, Fax:0964911624, e-mail:ingfranco.oliva@libero.it, - C.F.LVFOFNC55E06Z110C,

	2475	0,388	2,479	0,431
--	------	-------	-------	-------

Punto 2

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	30	0,051	2,346	0,279
SLD	50	0,066	2,346	0,303
	72	0,079	2,370	0,320
	101	0,095	2,363	0,330
	140	0,111	2,363	0,340
	201	0,132	2,364	0,351
SLV	475	0,194	2,403	0,370
SLC	975	0,259	2,418	0,390
	2475	0,359	2,480	0,430

Punto 3

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	30	0,048	2,347	0,280
SLD	50	0,063	2,365	0,304
	72	0,076	2,368	0,321
	101	0,090	2,371	0,331
	140	0,106	2,370	0,341
	201	0,126	2,371	0,352
SLV	475	0,185	2,400	0,371
SLC	975	0,248	2,420	0,389
	2475	0,343	2,477	0,430

Punto 4

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	30	0,052	2,346	0,276
SLD	50	0,069	2,328	0,302
	72	0,082	2,355	0,317
	101	0,098	2,351	0,328
	140	0,116	2,353	0,337
	201	0,138	2,356	0,347
SLV	475	0,202	2,397	0,367
SLC	975	0,271	2,413	0,389
	2475	0,376	2,479	0,430

Punto d'indagine

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	30	0,051	2,347	0,278
SLD	50	0,067	2,343	0,303
SLV	475	0,196	2,401	0,369
SLC	975	0,262	2,418	0,389

PERICOLOSITÀ SISMICA DI SITO

Coefficiente di smorzamento viscoso ξ : 5 %

Fattore di alterazione dello spettro elastico $\eta = [10/(5+\xi)]^{(1/2)}$: 1,000

Categoria sottosuolo:

B: Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero NSPT30 maggiore di 50 nei terreni a grana grossa e c_{u30} maggiore di 250 kPa nei terreni a grana fine).

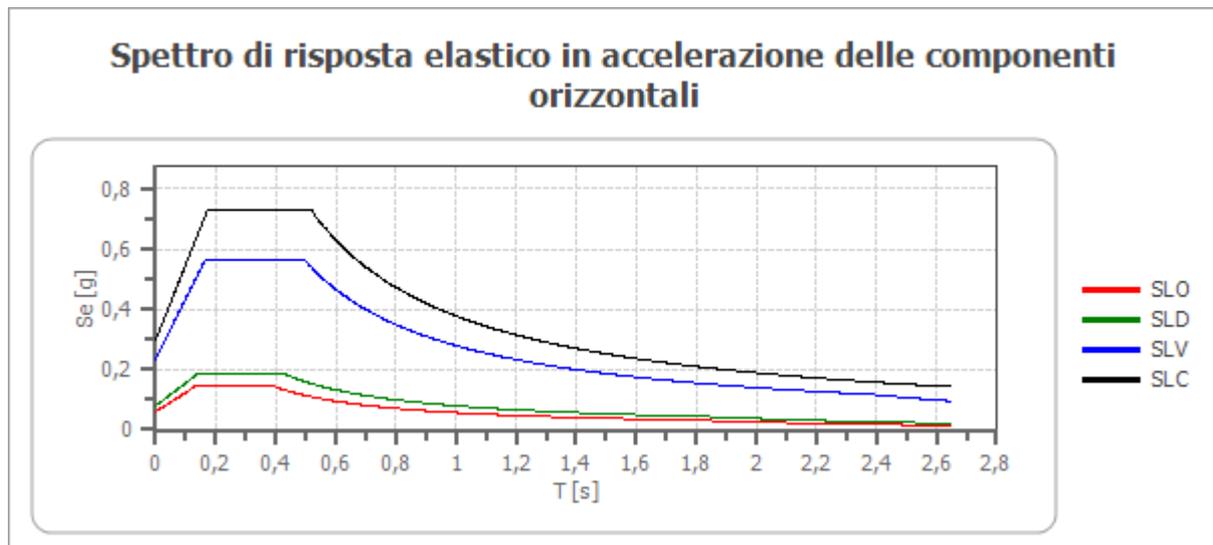
Categoria topografica:

T1: Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media minore o uguale a 15°

Coefficienti sismici per muri di sostegno

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0,011	0,014	0,056	0,093
kv	0,006	0,007	0,028	0,047
amax [m/s ²]	0,600	0,784	2,306	2,958
Beta	0,180	0,180	0,240	0,310

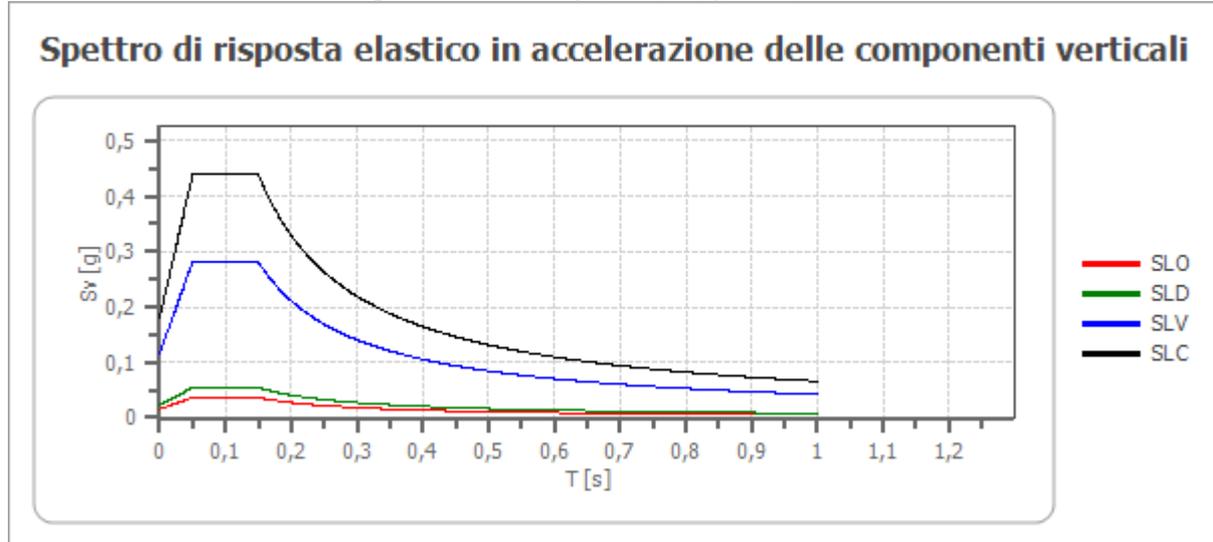
Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti orizzontali



	cu	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	S [-]	η [-]	TB [s]	TC [s]	TD [s]	Se(0) [g]	Se(T B) [g]
SLO	1,0	0,051	2,347	0,278	1,200	1,420	1,000	1,200	1,000	0,132	0,395	1,804	0,061	0,144
SLD	1,0	0,067	2,343	0,303	1,200	1,400	1,000	1,200	1,000	0,141	0,424	1,866	0,080	0,187
SLV	1,0	0,196	2,401	0,369	1,200	1,340	1,000	1,200	1,000	0,165	0,495	2,384	0,235	0,565
SLC	1,0	0,262	2,418	0,389	1,150	1,330	1,000	1,150	1,000	0,173	0,518	2,649	0,302	0,729

Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti verticali

Coefficiente di smorzamento viscoso ξ : 5 %
 Fattore di alterazione dello spettro elastico $\eta = [10/(5+\xi)]^{(1/2)}$: 1,000



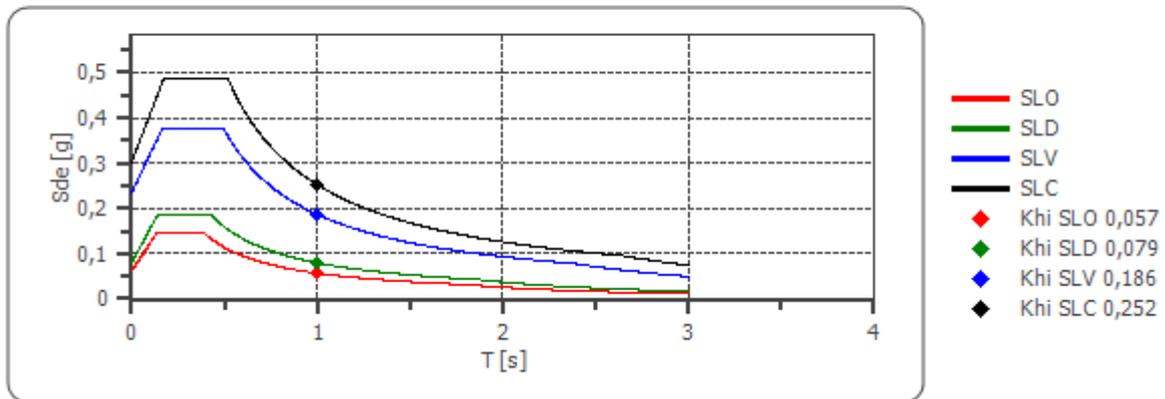
	cu	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	S [-]	η [-]	TB [s]	TC [s]	TD [s]	Se(0) [g]	Se(T B) [g]
SLO	1,0	0,051	2,347	0,278	1	1,420	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000	0,016	0,037
SLD	1,0	0,067	2,343	0,303	1	1,400	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000	0,023	0,054
SLV	1,0	0,196	2,401	0,369	1	1,340	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000	0,117	0,281
SLC	1,0	0,262	2,418	0,389	1	1,330	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000	0,181	0,438

Spettro di progetto

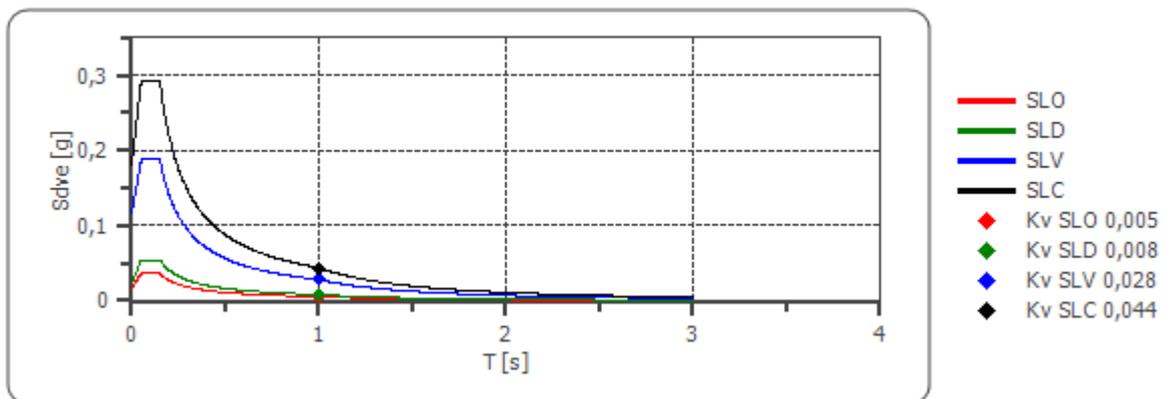
Fattore di struttura spettro orizzontale q: 1,50
 Fattore di struttura spettro verticale q: 1,50
 Periodo fondamentale T: 1,00 [s]

	SLO	SLD	SLV	SLC
k _{hi} = S _d e(T) Orizzontale [g]	0,057	0,079	0,186	0,252
k _v = S _d v _e (T) Verticale [g]	0,005	0,008	0,028	0,044

Spettro di progetto delle componenti orizzontali



Spettro di progetto delle componenti verticali



	cu	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	S [-]	q [-]	TB [s]	TC [s]	TD [s]	Sd(0) [g]	Sd(T B) [g]
SLO orizzontale	1,0	0,051	2,347	0,278	1,200	1,420	1,000	1,200	1,000	0,132	0,395	1,804	0,061	0,144
SLO verticale	1,0	0,051	2,347	0,278	1,200	1,420	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000	0,016	0,037
SLD orizzontale	1,0	0,067	2,343	0,303	1,200	1,400	1,000	1,200	1,000	0,141	0,424	1,866	0,080	0,187
SLD verticale	1,0	0,067	2,343	0,303	1,200	1,400	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000	0,023	0,054
SLV orizzontale	1,0	0,196	2,401	0,369	1,200	1,340	1,000	1,200	1,500	0,165	0,495	2,384	0,235	0,376

SLV vertic ale	1,0	0,196	2,401	0,369	1,200	1,340	1,000	1,000	1,500	0,050	0,150	1,000	0,117	0,187
SLC orizz ontal e	1,0	0,262	2,418	0,389	1,150	1,330	1,000	1,150	1,500	0,173	0,518	2,649	0,302	0,486
SLC vertic ale	1,0	0,262	2,418	0,389	1,150	1,330	1,000	1,000	1,500	0,050	0,150	1,000	0,181	0,292

IL PROGETTISTA:

Dott. Ing. Francesco OLIVA: _____