

Ing. Giuseppe Margani

**Ditta: Bbbbbbbbbb Antonino Francesco nato a Milano il _____
e residente a Milano in via _____**

**Relazione di calcolo di una paratia
realizzata con tubi in acciaio a sostegno di
fabbricati adiacenti all'area di intervento**

**RELAZIONE E TABULATO
DI CALCOLO
PARATIA**

la ditta

l'impresa esecutrice

RELAZIONE E TABULATO DI CALCOLO

Fra le opere di ingegneria, le paratie rappresentano sia dal punto di vista progettuale che dal punto di vista realizzativo, una delle opere più importanti da realizzare.

Vengono utilizzate sia negli interventi di stabilizzazione dei pendii, sia come opere provvisorie a sostegno di scavi. Se l'altezza non è elevata si può realizzare una paratia a mensola.

A seconda l'uso che se ne vuole fare possono essere realizzate in cemento armato, in acciaio oppure in legno (altezze modeste).

La differenza fra muri di sostegno e paratie, dal momento che gli stessi svolgono lo stesso compito consiste principalmente nel modo con cui gli stessi trasmettono la spinta del terrapieno sostenuto al sottostante terreno. Per i muri di sostegno la trasmissione avviene attraverso una fondazione, per le paratie la trasmissione avviene mediante prolungamento della parete nel sottostante terreno. La scelta se realizzare una paratia oppure un muro di sostegno dipende da vari fattori: i muri di sostegno sono opere definitive, le paratie possono essere provvisorie; i muri di sostegno vengono utilizzati per contenere terreni sciolti o di riporto; le paratie di solito vengono realizzate su terreno naturale che è interessato ad un successivo scavo di sbancamento risultando in questo modo più sicure e più economicamente convenienti rispetto ad un muro di sostegno che richiederebbe onerose opere provvisorie qualora dovrebbe realizzarsi in prossimità di manufatti esistenti.

È chiaro che il calcolo della profondità di immissione dipende dai carichi che dovranno agire a monte della stessa.

Nella maggior parte dei casi si è a monte in presenza della spinta dovuta dal terrapieno e da una eventuale spinta dovuta ad un carico uniformemente distribuito che può essere di tipo statico o/e dinamico. Ai fini del calcolo della profondità di infissione le pressioni di contatto sulla paratia si considerano lineari e orizzontali calcolati secondo la teoria di Rankine al fine di ottenere valori più bassi della spinta passiva (K_p) e quindi a vantaggio della sicurezza valori più alti della profondità di infissione.

Per cui in assenza di coesione avremo a monte una pressione data da $\sigma_z = (\gamma \cdot z + q) \cdot K_a$ mentre a valle una pressione data da $\sigma_z = (\gamma \cdot z) \cdot K_p$. Con

$$K_a = \tan^2(45^\circ - \varphi/2), K_p = \tan^2(45^\circ + \varphi/2)$$

Trattandosi di paratia a mensola la lunghezza di infissione viene calcolata assicurando l'equilibrio fra spinta attiva, agente da monte sulla parte fuori terra, spinta passiva, agente dalla parte a valle sulla parte antistante la paratia, e dalla contospinta, agente da monte sulla parte interrata al di sotto dell'ipotetico centro di rotazione.

La paratia, supposta rigida, ruota intorno ad un centro di rotazione disposto al di sotto della linea di fondo scavo ad una profondità h . Nel ruotare la paratia incontra la resistenza del terreno antistante posto al di sotto della linea di fondo scavo ed al di sopra del centro di rotazione (spinta passiva) e la resistenza del terreno a monte nel tratto posto al di sotto del centro di rotazione (contospinta) fino all'estremità inferiore della paratia.

La lunghezza di infissione viene determinata imponendo l'equilibrio alla rotazione ed alla traslazione delle spinte agenti a monte ed a valle della paratia.

Il presente programma realizzato all'interno dello studio tecnico *Margani ST* tratta il calcolo di paratie, in c.a. oppure in acciaio tubolare, da realizzare all'interno dei centri urbani.

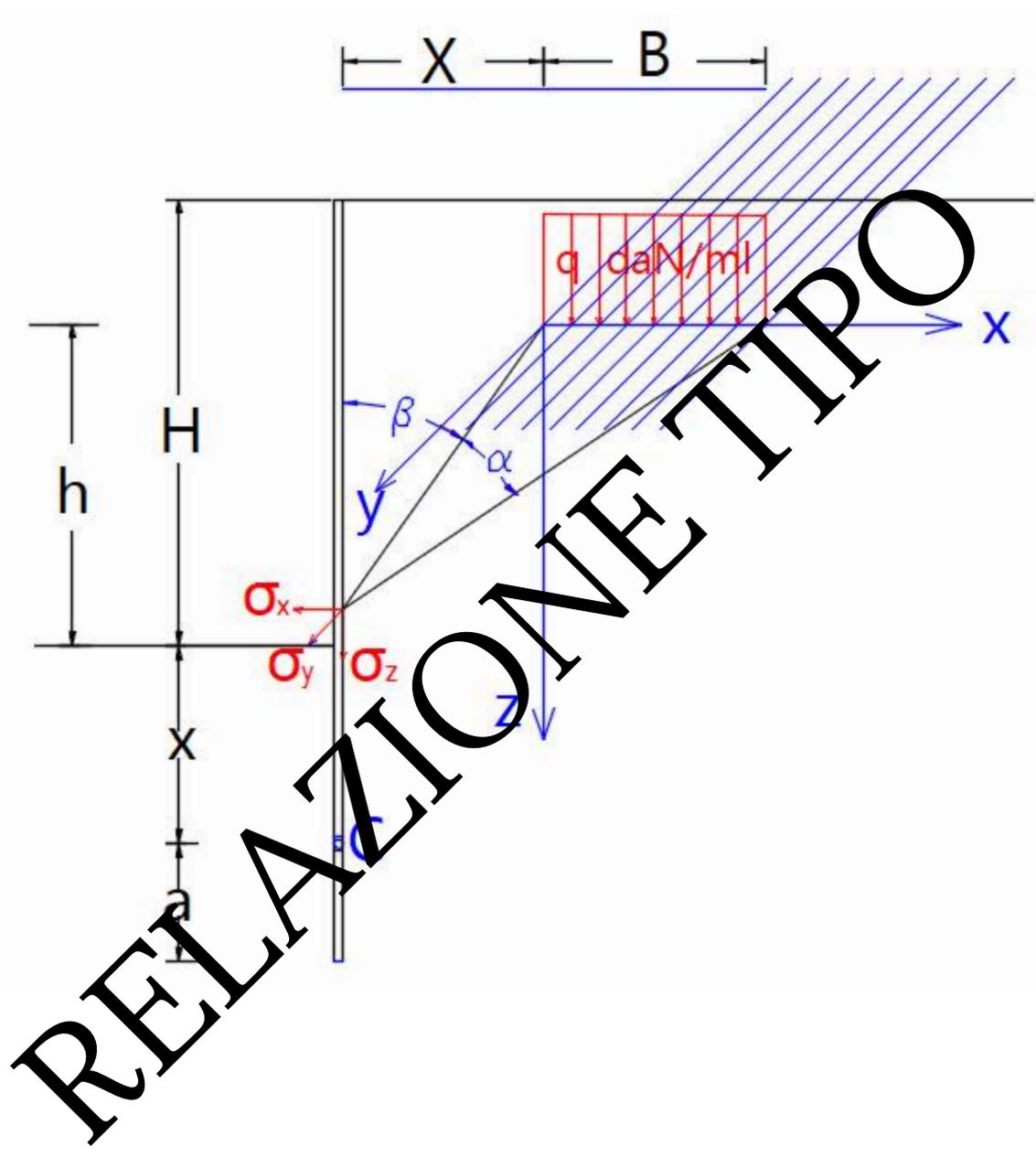
All'interno del sito *margani.eu* è possibile trovare una documentazione più esaustiva. A tal proposito è stata posta una maggiore attenzione allo studio di carichi trasmessi da fabbricati esistenti adiacenti in prossimità della paratia da realizzare. I carichi trasmessi dal fabbricato possono essere ad una distanza orizzontale X dalla paratia e nel contempo ad una profondità $H-h$ rispetto alla sommità della paratia.

In quest'ultimo caso il carico q sarà del tipo nastriforme e la distribuzione delle pressioni orizzontali e verticali sulla paratia, alla generica quota z , può essere ricavata dalla teoria dell'elasticità di Boussinesq.

Le pressioni σ_x e σ_z sono date dalle seguenti espressioni:

$$\sigma_x = q/\pi * [\alpha - \sin \alpha * \cos (\alpha + 2\beta)] ; \sigma_z = q/\pi * [\alpha + \sin \alpha * \cos (\alpha + 2\beta)]$$

Dove α e β sono espressi in radianti; $\beta < 0$ quando il punto si trova sotto la striscia
 q valore del carico per unità di superficie.



CALCOLO LUNGHEZZA DI INFISSIONE

Trattandosi di paratia a mensola la lunghezza di infissione viene calcolata assicurando l'equilibrio fra spinta attiva, agente da monte sulla parte fuori terra, spinta passiva, agente dalla parte a valle sulla parte antistante la paratia, e dalla controspinta, agente da monte sulla parte interrata al di sotto dell'ipotetico centro di rotazione.

La paratia, supposta rigida, ruota intorno ad un centro di rotazione disposto al di sotto della linea di fondo scavo ad una profondita' x . Nel ruotare la paratia incontra la resistenza del terreno antistante posto al di sotto della linea di fondo scavo ed al di sopra del centro di rotazione (spinta passiva) e la resistenza del terreno a monte nel tratto posto al di sotto del centro di rotazione (controspinta) fino all'estremita' inferiore della paratia. La lunghezza di infissione viene determinata imponendo l'equilibrio alla rotazione ed alla traslazione delle spinte agenti a monte ed a valle della paratia. Distinguiamo due casi a seconda del sovraccarico:

Spinte dovute al terrapieno e carico distribuito:

In questo caso la pressione a monte della paratia è data da: $\sigma_z = (\gamma * z + q) * K_a$ mentre a valle la pressione è data da $\sigma_z = (\gamma * (z-h)) * K_p$. L'equilibrio alla rotazione delle due spinte, rispetto al polo C, determinerà l'aliquota della profondita' di infissione x . L'equilibrio alla traslazione delle stesse determina il valore della controspinta F , applicata nel centro di rotazione C, agente da monte verso valle. Dall'equilibrio alla traslazione tra la controspinta F e le azioni agenti al di sotto del centro di rotazione C, si determina l'aliquota della profondita' di infissione a .

In definitiva la lunghezza di infissione d è data dalla somma delle due aliquote $d = x + a$.

Ad a viene applicato un opportuno coefficiente di sicurezza pari a 1.5.

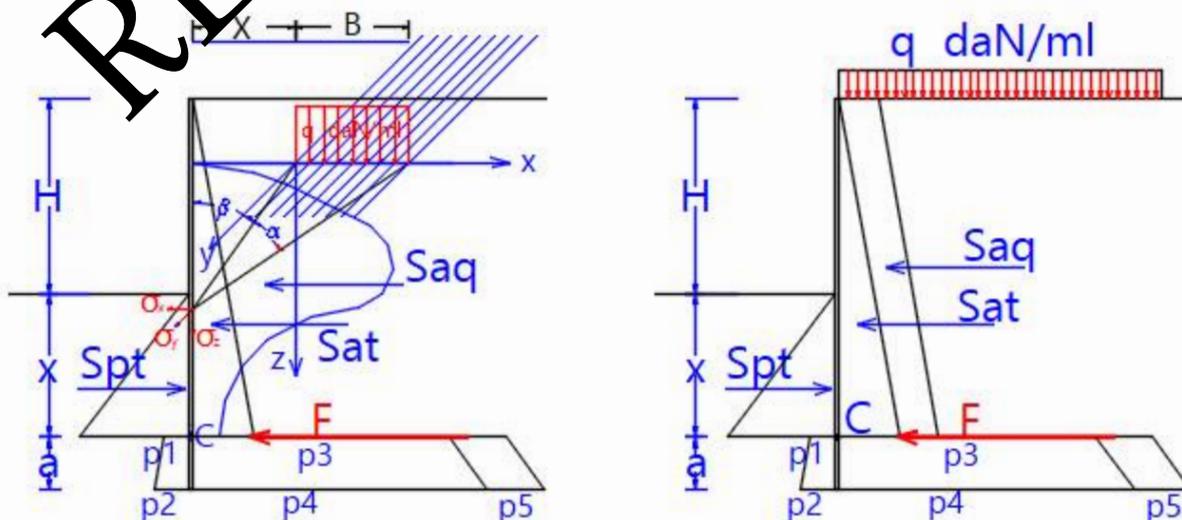
Spinte dovute al terrapieno e carico nasriforme

La differenza rispetto al caso precedente è dovuta alla distribuzione delle pressioni di monte, data da:

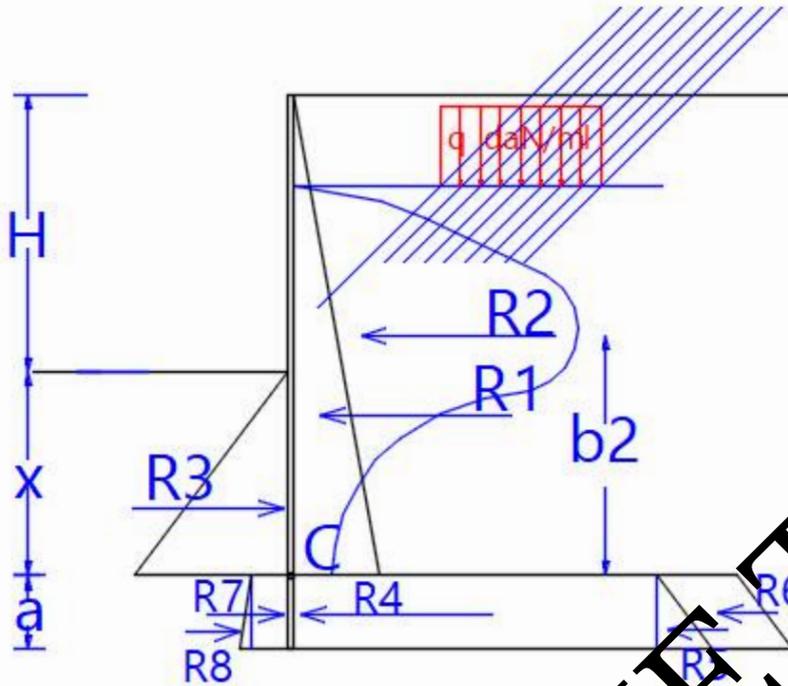
$$\sigma_z = (\gamma * z) * K_a + q / \pi * [\alpha - \sin \alpha * \cos (\alpha + 2\beta)]$$

Il calcolo della lunghezza di infissione è analogo al precedente.

DIAGRAMMA DELLE PRESSIONI



COLLASSO PER ROTAZIONE INTORNO AD UN PUNTO DELL'OPERA



Tra le verifiche da effettuare, in accordo con quanto riportato nelle NTC18 al 6.5.3.1.2, è prevista la verifica al collasso per rotazione intorno a un punto dell'opera.

Le verifiche devono essere effettuate secondo l'Approccio 1 considerando le due combinazioni di coefficienti:

-Combinazione 1: $(A1+M1+R1)$

-Combinazione 2: $(A2+M2+R1)$

tenendo conto dei valori dei coefficienti parziali riportati nelle Tabelle 6.2.I e 6.2.II, con i coefficienti γ_R del gruppo R_1 pari all'unità.

Affinche' la verifica sia soddisfatta occorre che:

$$M_r > M_s$$

con:

- M_r momento resistente

- M_s momento sollecitante

Le spine attive e passive vengono considerate come azioni G_1 e moltiplicate per γ_{G1} , distinguendo le azioni favorevoli da quelle sfavorevoli. I sovraccarichi vengono invece assimilati ad azioni G_2 .

I parametri geometrici M_1 devono essere divisi per i coefficienti parziali γ_M riportati in Tab. 6.2.I NTC18

Considerando C come polo, il momento sollecitante sarà espresso dalla seguente relazione:

$$M_s = \gamma_{G1} * R1 * (H+x)/3 + \gamma_{G2} * R2 * b2 + \gamma_{G1} * R7 * (a/2) + \gamma_{G1} * R8 * (2*a/3)$$

Il momento resistente sarà espresso invece dalla relazione:

$$M_r = \gamma_{G1} * R3 * (x/3) + \gamma_{G1} * R4 * (a/2) + \gamma_{G1} * R5 * (2*a/3) + \gamma_{G2} * R6 * (a/2)$$

CARICO LIMITE PALI

In accordo con quanto riportato nelle NTC 2018 al 6.5.3.1.2, occorre determinare il carico limite di rottura dei pali che compongono la paratia sotto l'azione di carichi verticali di compressione. Le verifiche devono essere effettuate secondo l'Approccio 1 considerando le due combinazioni di coefficienti:

-Combinazione 1: (A1+M1+R1)

-Combinazione 2: (A2+M2+R1)

tenendo conto dei valori dei coefficienti parziali riportati nelle Tabelle 6.2.I e 6.2.II, con i coefficienti γ_R del gruppo R1 pari all'unita'.

Nell'analisi di rottura del complesso palo-terreno, il palo viene assimilato ad un corpo rigido e il terreno ad un continuo rigido plastico o elasto-plastico.

Le formule statiche esprimono il carico limite in funzione della geometria del palo e delle caratteristiche del terreno e dell'interfaccia palo-terreno.

Ai fini del calcolo, il carico limite Q_{lim} viene suddiviso in due aliquote, di cui una rappresenta la resistenza alla punta **P** e l'altra la resistenza laterale **S**:

$$Q_{lim} = (\pi d^2 / 4) * p + \pi d \int_0^L s dz$$

RESISTENZA UNITARIA ALLA PUNTA "p"

La resistenza alla punta **p** viene determinata dalla seguente espressione:

$$p = N_q \sigma_{vL} + N_c * c$$

In condizioni drenate l'espressione si riduce:

$$p = N_q \sigma_{vL}$$

In condizioni non drenate diventa:

$$p = \sigma_{vL} + 9 * c_u$$

Dove σ_{vL} rappresenta la tensione litostatica verticale agente sul piano orizzontale passante per la punta del palo, con **c** viene indicata la coesione, con N_q e N_c fattori di capacita' portante funzione della resistenza a taglio secondo le relazioni:

$$N_q = \text{tg}^2 * (45^\circ + \varphi/2) * e^{\pi * \text{tg} \varphi}$$

$$N_c = (N_q - 1) * \text{ctg} \varphi$$

L'espressione riferita a N_q Per quanto riguarda il valore dell'angolo di attrito φ , viene determinato dalla relazione di Kishida come segue:

$$\varphi' = (\varphi + 40^\circ) \text{ per i pali battuti}$$

$$\varphi' = (\varphi - 3^\circ) \text{ per i pali trivellati}$$

RESISTENZA LATERALE UNITARIA "s"

La resistenza laterale viene espressa dalla seguente espressione:

$$s = a + \sigma_h \mu$$

Nella quale **a** e' un termine di tipo coesivo e μ coefficiente di attrito i cui valori sono riportati nella seguente tabella in funzione della tipologia di palo adottata.

In condizioni drenate si assume $a=0$ e $\sigma_h=k\sigma_{vz}$, con σ_{vz} tensione efficace verticale alla profondita' z , per cui la resistenza laterale si esprime come segue:

Valori di k e μ

Tipo di palo	Valori di k per stato di addensamento		Valori di μ
	sciolto	denso	
Battuto: Profilato d'acciaio	0.7	1.0	0.36
Battuto: Tubo d'acciaio chiuso	1.0	2.0	0.36
Battuto: Calcestruzzo prefabbricato	1.0	2.0	$\text{tg}(3\phi/4)$
Battuto: Calcestruzzo gettato in opera	1.0	3.0	$\text{tg}(\phi)$
Trivellato	0.5	0.4	$\text{tg}(\phi)$
Trivellato-pressato con elica continua	0.7	0.9	$\text{tg}(\phi)$

In condizioni non drenate invece, la resistenza laterale viene espressa:

$$s = \alpha * c_u$$

Con α viene indicata una aliquota della coesione non drenata c_u in funzione del tipo di palo, come riportato nella seguente tabella:

Valori di α

Tipo di palo	Valori di c_u (kPa)	Valori di α
Battuto	$c_u \leq 25$	1.0
	$25 < c_u < 70$	$1 - 0.011(c_u - 25)$
	$c_u \geq 70$	0.5
Trivellato	$c_u \leq 25$	0.7
	$25 < c_u < 70$	$0.7 - 0.008(c_u - 25)$
	$c_u \geq 70$	0.35

Ai fini di una maggior sicurezza il carico limite Q_{lim} viene diviso per un coefficiente $FS=2,5$. La verifica risulta soddisfatta se:

$$Q_{lim}/\gamma_{R1} \geq N$$

Con N carico verticale agente sul palo dovuto a: peso proprio palo, componenti di spinta verticale del terreno ed eventuale carico concentrato alla testa del palo.

Tab. 6.2. Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni

	Effetto	Coefficiente Parziale γ_F (o $\gamma_{E/sub}$)	EQU	(A1)	(A2)
Carichi permanenti G_1	Favorevole	γ_{G1}	0.9	1.0	1.0
	Sfavorevole		1.1	1.3	1.0
Carichi permanenti $G_2^{(1)}$	Favorevole	γ_{G2}	0.8	0.8	0.8
	Sfavorevole		1.5	1.5	1.3
Carichi Variabili Q	Favorevole	γ_{Q1}	0.0	0.0	0.0
	Sfavorevole		1.5	1.5	1.3

Tab. 6.2.II-Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

Parametro	Grandezza alla quale applicare il coefficiente parziale	Coefficiente γ_M	(M1)	(M2)
Tngente dell'angolo di resistenza a taglio	$\tan \varphi_k'$	$\gamma_{\varphi'}$	1.0	1.25
Coesione efficace	c_k'	$\gamma_{c'}$	1.0	1.25
Resistenza non drenata	c_{uk}	γ_{cu}	1.0	1.4
Peso dell'unita' di volume	γ_γ	γ_γ	1.0	1.0

RELAZIONE TIPO

CALCOLO DEGLI SPOSTAMENTI

Nel calcolo degli spostamenti orizzontali la paratia viene discretizzata in $n-1$ conci di trave connessi da n nodi. Il calcolo si riferisce ad una larghezza pari all'interasse tra i pali costituenti la paratia, assumendo un momento di inerzia I relativo alla sezione della paratia adottata ed un modulo elastico E del materiale.

Il terreno, al di sotto del fondo scavo, viene modellato invece come un letto di molle (modellazione alla Winkler) indipendenti tra loro e reagenti al solo sforzo di compressione. Il comportamento del terreno viene assunto di tipo elasto-plastico perfetto, per cui la curva sforzi deformazioni assume un andamento bilatero. Assumendo un criterio di tipo statico, si puo' considerare la resistenza della molla crescente fino ad un valore massimo pari alla pressione passiva, in quanto e' la spinta massima che il terreno puo' sopportare.

Con K rigidezza del terreno il cui valore si ottiene applicando la formula di Bowles.

$$K = 40 * (N_c * c + 0,5 * \gamma * i * N_\gamma) + 40 * (\gamma * N_q * z)$$

con:

γ : peso per unita' di volume;

i : interasse pali;

c : coesione.

Gli spostamenti si ricavano da un processo iterativo, per cui lo spostamento dell' i -esimo nodo e' pari a:

$$v_i = p_i / k_i + v_{i-1}$$

dove:

p_i : forza agente sul punto i -esimo;

k_i : rigidezza del terreno nell' i -esimo punto;

v_{i-1} : spostamento assoluto dell' $i-1$ -esimo punto.

Per quanto riguarda il calcolo degli spostamenti della paratia al di sopra del fondo scavo, viene considerata come una trave su cui grava un carico distribuito dovuto alle pressioni di monte.



VERIFICA DI STABILITA' GLOBALE

L'obbiettivo da perseguire nelle verifiche di stabilita' di un pendio e' quello di calcolare il fattore di sicurezza prima che si verifichi una rottura per un aumento di inclinazione del pendio che puo' avvenire o per costruzione oppure per intervento di forze o/e fenomeni esterni.

La rottura del pendio si verifica qualora lo sforzo di taglio sviluppato nel suolo supera la resistenza a taglio del suolo stesso. Questo fenomeno e' di importanza rilevante nel caso di tagli di rilevati stradali, di dighe in terra o di argini eccc...per i quali si dovra' provvedere a stabilire l'angolo di pendio in relazione al materiale che lo costituisce o alla sua altezza.

Il metodo di calcolo per determinare la stabilita' del pendio si basa sul metodo dell'equilibrio limite, che studia la stabilita' sulla base del rapporto fra la resistenza disponibile e quella effettivamente mobilitata lungo una determinata superficie di rottura.

Il metodo dell'equilibrio limite si basa sulle seguenti assunzioni:

- la massa di terreno e' considerata perfettamente rigida;
- la rottura del versante avviene per scorrimento di una massa di terreno lungo una superficie,
- al momento della rottura, la resistenza del terreno viene completamente mobilitata lungo l'intera superficie.

Il fattore di sicurezza si suppone costante lungo la superficie di scivolamento e si determina imponendo condizioni di equilibrio globale.

Il coefficiente di sicurezza e' dato dal rapporto tra le forze tendenti a resistere allo scivolamento e le forze che tendono a causare lo scivolamento. La forza che tende a causare lo scivolamento e' la componente di peso del terreno superiore che agisce lungo il piano di contatto.

A questa forza tendono ad opporsi sia la forza dovuta alla coesione data dal rapporto $c * l$ sia la componente di attrito ottenuta moltiplicando il coefficiente di attrito fra terreno superiore e quello inferiore per la componente peso perpendicolare al piano di contatto tra i due terreni.

I metodi di calcolo sono numerosi, il programma utilizza il metodo svedese o di **Fellenius** che suppone una superficie di scivolamento di forma circolare.

In condizioni di carico sismico, il pendio e' sottoposto a forze di inerzia che riducono momentaneamente il fattore di sicurezza. L'analisi di stabilita' in condizione sismica viene effettuata mediante il metodo pseudo-statico e puo' essere applicato in pendii con superfici di rottura circolare. Le forze di inerzia F_h e F_v sono applicate al baricentro della massa slittante di ogni concio.

CALCOLO DEL COEFFICIENTE DI SICUREZZA IN ASSENZA SI SISMA (METODO FELLENIUS)

- 1- Dividere la sezione circolare in strisce;
- 2- Calcolare il peso W di ciascuna striscia;
- 3- Calcolare la lunghezza della base della striscia l ;
- 4- Calcolare la componente $T_i = W_i * \sin(\alpha_i)$ per ciascuna striscia, dove α_i e' l'angolo tra la tangente alla superficie di rottura e l'orizzontale;
- 5- Calcolare $N_i = W_i * \cos(\alpha_i)$ per ciascuna striscia;
- 6- Calcolare $T_i * \tan \phi$ per ciascuna striscia;
- 7- Moltiplicare la coesione per la lunghezza di ciascuna striscia $c * l$;

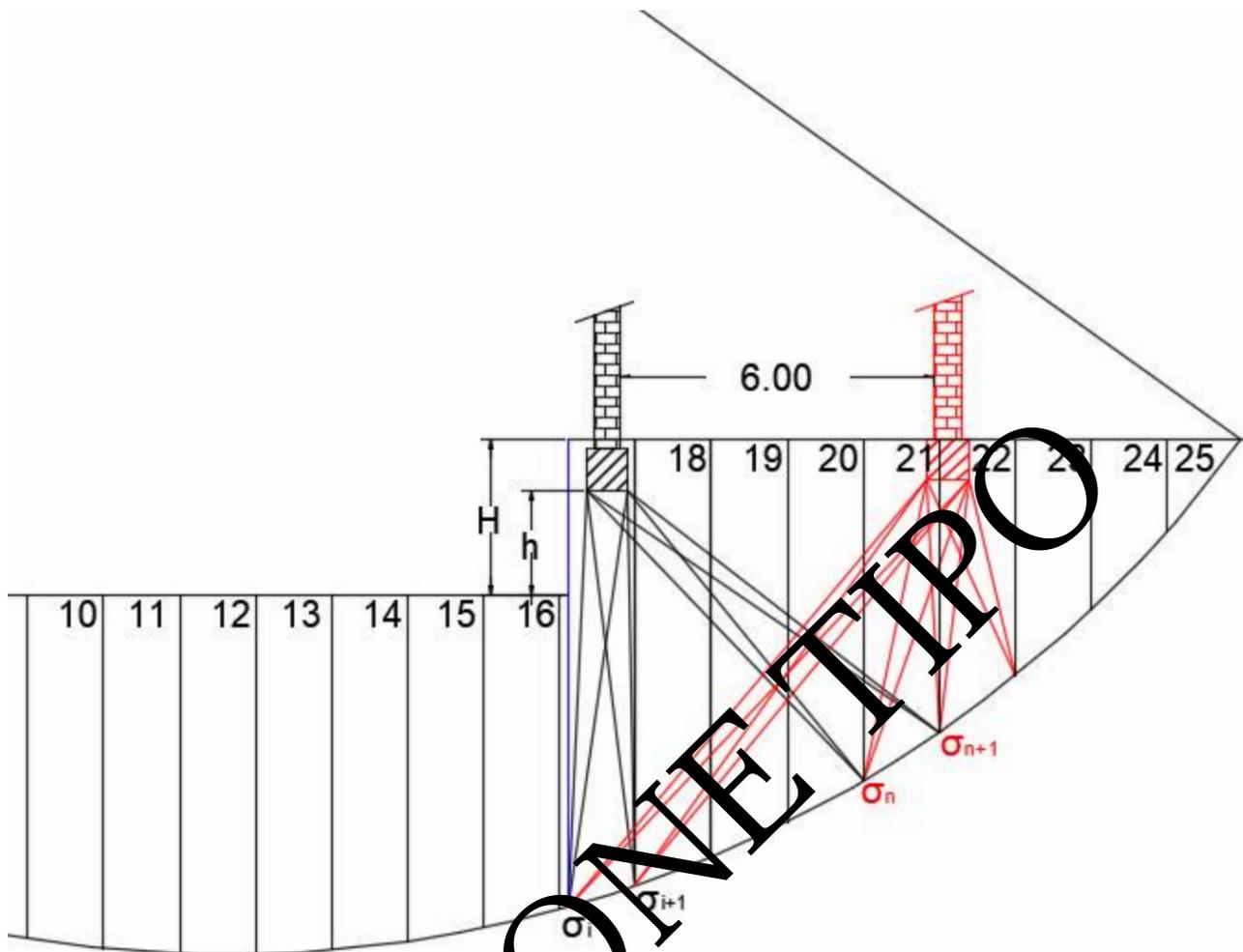
Il coefficiente di sicurezza **FS** e' dato da:

$$FS = (\sum (c_i * l_i + \sum N_i * \tan \phi)) / \sum (W_i * \sin \alpha_i)$$

In presenza di sisma il coefficiente di sicurezza **FS** e' dato da:

FS= NUM / DEN con:

$$\begin{aligned} \text{NUM} &= \sum [(c_i * l_i + ((W_i - F_v) * \cos \alpha_i - F_h * \sin \alpha_i) * \tan \phi] \\ \text{DEN} &= \sum (W_i + F_v) * \sin \alpha_i + F_h * \cos \alpha_i \end{aligned}$$



La verifica di stabilita' globale non risulta influenzata soltanto dai carichi nastriformi agenti in prossimita' della paratia ma anche di quelli agenti a distanza poco lontana. Nel caso in esame le due pareti distano m. 6.00 l'una dall'altra, la tensione scaricata da ciascuna fondazione risulta pari a 2.75 daN/cm^2 , la larghezza di ciascuna fondazione risulta di m. 0.80 con un ammorsamento di m 1.00. Per il cerchio di centro C avente coordinate (6.55,23.00), origine degli assi coincidente con il piede della paratia avente altezza complessiva m. 8.60, si ottengono i risultati dei seguito tabellati. Nel concio n. 25 non agisce nessuna tensione in quanto si trova ad una profondita' inferiore all'ammorsamento delle fondazioni.

concio n.	σ_i kg/cm ²	σ_{i+1} kg/cm ²	σ_n kg/cm ²	σ_{n+1} kg/cm ²
17	1972	2168	598	759
18	2168	1967	759	1025
19	1967	1459	1025	1474
20	1459	881	1474	2343
21	881	441	2343	4233
22	441	171	4233	5145
23	171	23	5145	418
24	23	0	418	0

CALCOLO AZIONE SISMICA CON IL METODO DI MONONOBE-OKABE

Le azioni sismiche vengono combinate con le altre azioni così da poter definire un'azione di progetto S_d :

$$S_d = E + G_1 + G_2 + \Psi_{21} Q_{k1} + \dots$$

Con:

E = azione sismica;

G_1 = carichi permanenti strutturali

G_2 = carichi permanenti non strutturali

$\Psi_{21} Q_{k1}$ = azione dovuta ai carichi accidentali.

La spinta complessiva che agisce sulla parete in condizioni sismiche viene espressa dalla seguente relazione:

$$E = 1/2 \gamma^* (1 \pm k_v) K_{A(P),E} H^2 + E_{ws} + E_{wd}$$

Dove il primo termine rappresenta la spinta passiva o attiva dovuta all'azione del suolo sotto il solido, il secondo termine E_{ws} è invece dovuto alle pressioni idrostatiche agenti sulla paratia e il terzo termine E_{wd} rappresenta l'azione idrodinamica.

I coefficienti di spinta attiva e passiva, verranno espressi dalle seguenti relazioni:

per $\beta \leq \varphi - \Psi$

$$K_{A,E} = \cos^2(\varphi - \theta - \Psi) / \cos \Psi \cdot \cos^2 \theta \cdot \cos(\theta + \delta + \Psi) \cdot [1 + \sqrt{(\sin(\delta + \varphi) \cdot \sin(\varphi - \beta - \Psi) / \cos(\theta + \delta + \Psi) \cdot \cos(\theta - \beta))}^2]$$

per $\beta \geq \varphi - \Psi$

$$K_{A,E} = \cos^2(\varphi - \theta - \Psi) / \cos \Psi \cdot \cos^2 \theta \cdot \cos(\theta + \delta + \Psi)$$

Il coefficiente di spinta passiva $K_{P,E}$:

$$K_{P,E} = \cos^2(\varphi + \theta - \Psi) / \cos \Psi \cdot \cos^2 \theta \cdot \cos(\theta - \delta + \Psi) \cdot [1 - \sqrt{(\sin(\delta + \varphi) \cdot \sin(\varphi + \beta - \Psi) / \cos(\delta - \theta + \Psi) \cdot \cos(\beta - \theta))}^2]$$

Con:

φ = angolo d'attrito del terreno;

δ = angolo d'attrito paratia-terreno;

β = angolo di inclinazione del terrapieno rispetto all'orizzontale;

θ = angolo formato dal parametro interno della paratia con la verticale;

$\Psi = \arctan(k_h / (1 \pm k_v))$ angolo sismico;

k_v = coefficiente di accelerazione sismica verticale;

k_h = coefficiente di accelerazione sismica orizzontale.

Si fa notare che in accordo con quanto espresso dal metodo M-O, nel calcolo della spinta passiva l'angolo di attrito terreno-paratia viene assunto pari a 0.

Nel caso in cui il terreno si presenti asciutto $E_{ws} = E_{wd} = 0$ e $\gamma^* = \gamma_d$

Nel caso in cui il terreno si presenti completamente saturo occorre distinguere tra un terreno dinamicamente impermeabile ($k < 5 \cdot 10^{-4}$ m/s) da un terreno dinamicamente permeabile ($k > 5 \cdot 10^{-4}$ m/s).

CASO DI TERRENO DINAMICAMENTE IMPERMEABILE.

In questo caso il valore di $\gamma^* = \gamma_{sat}$, inoltre la componente idrodinamica si pone uguale a zero $E_{wd} = 0$.

L'acqua in questa situazione, si considera imprigionata nei pori, per cui l'accelerazione sismica agisce su una massa complessiva terreno-acqua e il valore di Ψ utilizzato per il calcolo di $K_{A,E}$ e $K_{P,E}$ sarà espresso dalla formula:

$$\tan \Psi = (\gamma_{sat} / \gamma) \cdot (k_h / (1 \pm k_v))$$

CASO DI TERRENO DINAMICAMENTE PERMABILE.

In questo caso l'acqua puo' muoversi liberamente all'interno dei pori, per cui l'accelerazione sismica agira' solo sullo scheletro solido, per cui $\gamma^* = \gamma'$. Il valore di Ψ utilizzato per il calcolo di $K_{A,E}$ e $K_{P,E}$ sara' espresso dalla formula:

$$\tan \Psi = (\gamma_d/\gamma') * (k_h/(1\pm k_v))$$

Occorre inserire anche sia la spinta idrostatica che quella idrodinamica:

$$E_{ws} = 1/2 \gamma_w H^2$$

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

CASO DI TERRENO STRATIFICATO.

Nel caso di terreno stratificato, il problema si affronta attribuendo i singoli valori dei coefficienti di spinta attiva e passiva $K_{A,E}$ e $K_{P,E}$ in funzione dei parametri geotecnici relativi ad ogni strato considerato.

CASO DI TERRENO PARZIALMENTE IMMERSO.

Un caso molto frequente nelle paratie e' quello di terreno parzialmente immerso ed omogeneo, la risultante complessiva efficace (relativa quindi al solo scheletro solido) viene calcolata come segue:

$$P' = 1/2 (1\pm k_v) [K_{A,E}^d \gamma_d (h^2 - h_w^2) + K_{A,E}^w \gamma' h_w^2]$$

In cui $K_{A,E}^d$ e $K_{A,E}^w$ sono i coefficienti di spinta del metodo generalizzato, riferiti rispettivamente al terreno secco e al terreno sommerso.

Per $K_{A,E}^w$ occorre precisare che si ottengono valori differenti a seconda che il terreno sia dinamicamente permeabile o meno.

Occorre inoltre considerare sia la spinta idrostatica che quella idrodinamica.

RELAZIONE TIPO

COEFFICIENTI SISMICI k_h E k_v .

Come riportato nelle NTC18 al " 7.11.6.3, i coefficienti sismici orizzontali e verticali vengono calcolati come segue:

$$k_h = \alpha * \beta * a_{max}/g$$

$$k_v = \pm 0.5 k_h$$

Con :

$$a_{max} = S * a_g = (S_S S_T) a_g$$

Il valore del coefficiente α può essere ricavato a partire dall'altezza complessiva H della paratia e dalla categoria di sottosuolo, come riportato dalla seguente figura:

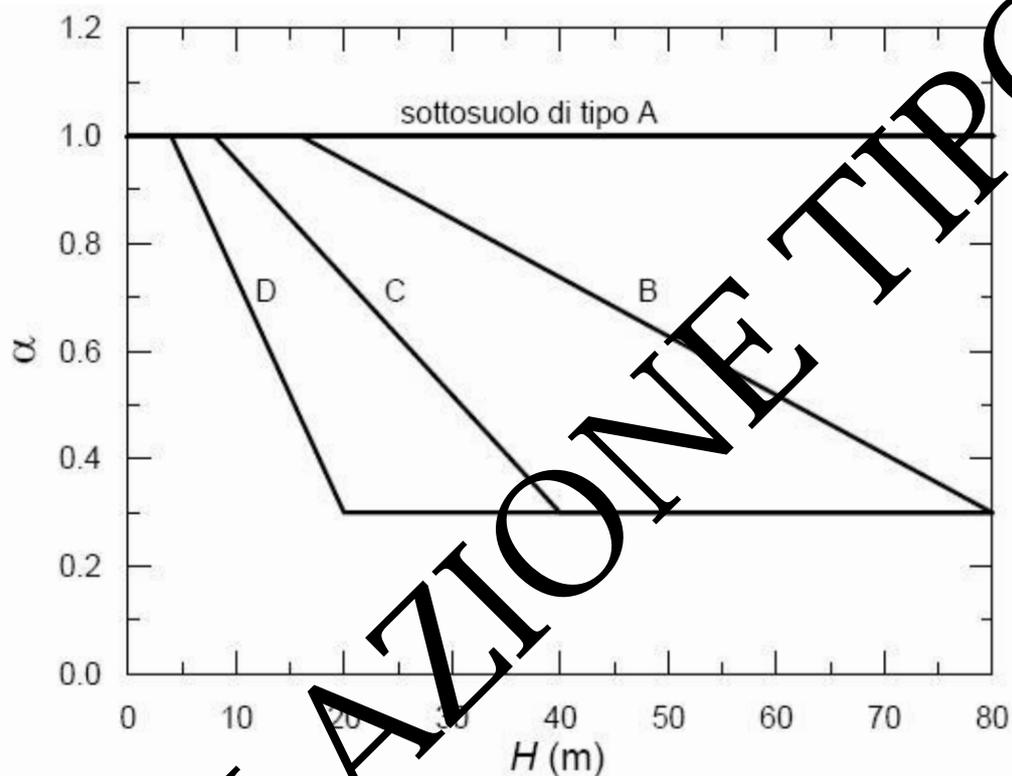


Fig. 7.11.2 - Diagramma per la valutazione del coefficiente di deformabilità α

Per la valutazione della spinta nelle condizioni di equilibrio limite passivo deve porsi $\alpha=1$.

Il valore del coefficiente β , e' funzione del massimo spostamento u_s che la paratia puo' tollerare, verificando l'effettivo sviluppo di meccanismi duttili nel sistema. In assenza di tale verifica, il coefficiente β vale 1.

Lo spostamento massimo tollerato deve comunque essere $\leq 0.005H$.

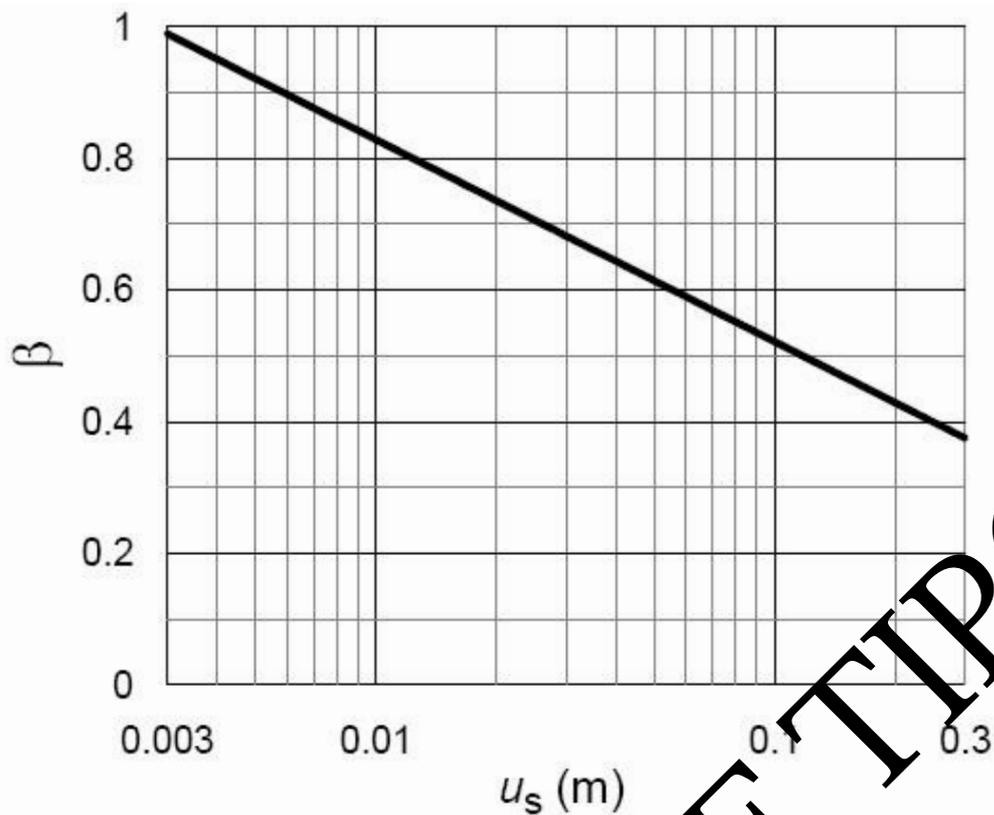


Fig. 7.11.3 – Diagramma per la valutazione del coefficiente di spostamento β .

NORMATIVA DI RIFERIMENTO

La normativa italiana cui viene fatto riferimento nelle fasi di calcolo e progettazione e' la seguente:

- Le sole parti del D.M. 14.02.1992 riguardanti l'utilizzo del metodo delle tensioni ammissibili; per le parti restanti vige attualmente il D.M. 09.01.1996;
- Decreto del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti del 17 gennaio 2018;
- CIRCOLARE 21 gennaio 2019, n. 7 C.S.LL.PP. 'Istruzioni per l'applicazione dell'Aggiornamento delle 'Norme tecniche per le costruzioni' di cui al D.M. 17 gennaio 2018.'

DATI GENERALI-CARATTERISTICHE GEOMETRICHE PARATIA

Ditta Proprietaria	Bbbbbbbbbb Antonino Francesco nato a MILANO il _____ e residente a _____	
Oggetto dei lavori	Relazione di calcolo di una paratia realizzata con tubi in acciaio a sostegno di fabbricati adiacenti all'area di intervento	
Comune	MILANO	
Indirizzo	via P_____	
Tipo di paratia	A SBALZO	
Moto di filtrazione	Assente	
Altezza paratia	m.	3.0
Angolo di inclinaz. terrapieno a monte	gradi	0.0
Primo carico distribuito su terrapieno	daN/ml	21440.0
Distanza primo carico da paratia	m.	0.55
Larghezza primo carico distribuito	m.	0.8
Altezza piano di posa prima fondazione	m.	1.5
Secondo carico distribuito su terrapieno	daN/ml	22160.0
Distanza secondo carico da paratia	m.	3.0
Larghezza secondo carico distribuito	m.	0.8
Altezza piano di posa seconda fondazione	m.	1.5
Interasse pali	m.	0.6
Numero file di pali	n.	1
Diametro pali	m.	0.30

CARATTERISTICHE GEOTECNICHE

I dati geologici del sito oggetto di intervento sono state ampiamente descritte e riportate nella allegata Relazione Geologica per cui si ritiene superfluo riportare le relative risultanze.

Dalla stessa relazione si evince che il terreno interessato all'opera da realizzare, sotto il profilo stratigrafico, ai fini della determinazione dell'azione sismica, ricade in categoria :

C- Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondita' del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprieta' meccaniche con la profondita' e da valori di velocita' equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.

I parametri geotecnici utilizzati sono:

Angolo attrito in gradi : 31.70

Coesione daN/cm² : 0.00
Peso di volume daN/m³ : 1775.0

Modellazione geotecnica Ai fini del calcolo strutturale, il terreno interessato all'opera viene modellato secondo lo schema di Winkler, cioè un sistema costituito da un letto di molle elastiche mutuamente indipendenti. Il suolo elastico alla Winkler è un modello matematico del terreno adottato nel problema del calcolo delle deformazioni in cui si ipotizza che la spinta esercitata dalla paratia sul terreno sia proporzionale allo spostamento. Ciò consente di ricavare le rigidezze offerte dalla palificata che sono state introdotte direttamente nel modello strutturale per tener conto dell'interazione opera/terreno.

RELAZIONE TIPO

CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

Caratteristiche del calcestruzzo e tens. max per SLU

classe calc.	F_{ck} (daN/cm ²)	F_{cd} (daN/cm ²)	E_c (daN/cm ²)	ε'_{yd}
25/30	250.00	141.67	314758	0.0035

Caratteristiche del calcestruzzo e tens. max per SLE combinazione RARA

classe calc.	n	σ_{c_max} (daN/cm ²)	σ_{f_max} (daN/cm ²)	E_c (daN/cm ²)
25/30	15	150.00	3600.00	314758

Acciaio per calcestruzzo

tipo	F_{yk} (daN/cm ²)	F_{cd} (daN/cm ²)	ε_{yk}	ε'_{fu}	E_a (daN/cm ²)
B450C	4500	3913	0.0019	0.010	2100000

CLASSIFICAZIONE DEL PROFILATO IN ACCIAIO

I pali della paratia verranno armati con profilati tubolari in acciaio dello spessore di 8/10 mm. La classe di appartenenza della sezione viene definita nel rispetto a quanto previsto da Eurocodice 3 e dalle NCT 2018, le quali impongono la classificazione della sezione trasversale dei profilati in funzione alla snellezza delle parti che la compongono: flange e anima.

La classificazione viene eseguita facendo riferimento alla tab. 4.2.V del DM 2018

Caratteristiche del profilo tubolare.

Acciaio tipo :	S355
Tensione di snervamento (N/mm ²) :	355
Peso profilato (daN/ml):	39.0
Diametro esterno (mm):	168.3
Spessore (mm) :	10
Classificazione a flessione e/o compressione:	
Acciaio FLESSIONE/COMPRESSIONE in campo 1	

RELAZIONE TIPO

PARAMETRI SISMICI

Le opere oggetto di calcolo ricadono in : via _____
 Comune di : MILANO
 Latitudine (coordinate Wgs84) : _____
 Longitudine (coordinate Wgs84) : _____
 Categoria di sottosuolo : C
 Categoria Topografica : T1
 Vita nominale V_N : 50
 Classe d'Uso : Classe II
 Coefficiente d'Uso C_U : 1.0
 Periodo di riferimento per l'azione sismica $V_R = V_N * C_U$: 1.0

Maglia del reticolo di riferimento del sito interessato con indicazione (in rosso) del sito interessato



Coordinate del reticolo di riferimento

Codice ID	Lat.	Long.	d
49634	37.13	14.553	km 3.70
49635	37.129	14.615	km 2.86
49412	37.18	14.554	km 5.01
49413	37.179	14.616	km 4.39

Pericolosità sismica Ai fini della pericolosità sismica sono stati analizzati i dati relativi alla sismicità dell'area di interesse e ad eventuali effetti di amplificazione stratigrafica e topografica. Si riportano di seguito i dati relativi alla pericolosità come da normativa:

Stato limite	T_r [anni]	a_g	F_0	T_c^*
Operatività (SLO)	30	0.372	2.528	0.247
Danno (SLD)	50	0.535	2.494	0.267
Salvaguardia vita (SLV)	475	2.204	2.285	0.386
Collasso (SLD)	975	3.127	2.360	0.460

Le componenti k_h e k_v dei coefficienti sismici orizzontali e verticali per il sito in questione sono di seguito riportati:

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
k_h	0.0377	0.0535	0.1897	0.2414
k_v	0.0189	0.0268	0.0949	0.1207
a_{max}	0.6104	0.8657	3.0684	3.9047
Beta	0.6066	0.6066	0.6066	0.6066
Alfa	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000

RELAZIONE TIPO

COMBINAZIONE DI CARICO n. 1

Verifica agli SLU di tipo [STR] non connessi con Azione Sismica

Combinazione di carico A1+M1+R1

coefficienti parziali per le azioni tab. 6.2.I

Azioni	Fattori di combinazione
Peso proprio γ_{G1} Sfavorevole	1.3
Spinta Terreno γ_{G2} Sfavorevole	1.5
Carico Variabile Sfavorevole γ_{Qi}	1.5

coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno tab. 6.2.II

Parametro	grandezza alla quale applicare il coeff. parziale	Carico Variabile Sfavorevole γ_M	M1
Tangente dell'angolo di resistenza a taglio	$\tan \phi_k'$	γ_{ϕ}'	1.0
Coesione efficace	c_k'	γ_c'	1.0
Resistenza non drenata	c_{uk}	γ_{cu}'	1.0
Peso dell'inita' di volume	γ_{γ}	γ_{γ}	1.0

VERIFICA A RIBALTAMENTO COMBINAZIONE (A1+M1+R1)

Coefficiente di spinta attiva		0.31
Coefficiente di spinta passiva		3.21
Spinta attiva dovuta al terreno (R1)	daN	20187
Spinta dovuta ai carichi distribuiti (R2)	daN	6806
Braccio carichi distribuiti (b2)	m.	4.87
Spinta passiva (R3)	daN	57774
Controspinta (R4+R5+R6)	daN	30826
Spinta (R7+R8)	daN	2813
Momento Resistente (Mr)	daN*m	98992
Momento Sollecitante (Ms)	daN*m	84743
Rapporto Mr/Ms >1		1.168

VERIFICA CARICO LIMITE (A1+M1+R1)

Resistenza alla punta $p=N_q*\sigma_{vL} + N_c * c$	daN/m ²	149609
Resistenza unitaria laterale s	daN/m ²	2905
N_q		15.90
N_c		27.22
N_g		18.51
Resistenza laterale	daN	12977
Resistenza alla punta	daN	16916
Carico limite	daN	29894
Carico ammissibile	daN	11957
Carico assiale Sollecitante(A1+M1)	daN	15955
Rapporto $Q_{amm}/Q >1$		1.874

RELAZIONE TIPO

SOLLECITAZIONI

Le ordinate z hanno origine nella sommita' superiore della paratia

Ordinata z [m.]	Spinta Orizz. [daN]	Momento [daN*m]	Taglio [daN*m]	Sforzo Normale [daN*m]	Spostamento [cm]
0.10	2	0	2	18	0.0959
0.20	8	0	8	36	0.0882
0.30	19	1	19	55	0.0811
0.40	34	4	34	73	0.0744
0.50	53	8	53	91	0.0682
0.60	77	15	77	110	0.0625
0.70	105	24	105	128	0.0572
0.80	137	36	137	146	0.0523
0.90	174	52	174	165	0.0478
1.00	215	71	215	183	0.0437
1.10	260	95	260	201	0.0400
1.20	310	124	310	220	0.0367
1.30	363	157	363	238	0.0337
1.40	422	196	422	257	0.0310
1.50	484	242	484	275	0.0286
1.60	707	301	707	301	0.0264
1.70	853	387	853	338	0.0246
1.80	972	507	972	386	0.0230
1.90	1069	660	1069	441	0.0216
2.00	1152	852	1152	499	0.0204
2.10	1226	1081	1226	554	0.0194
2.20	1299	1345	1299	605	0.0186
2.30	1373	1644	1373	650	0.0180
2.40	1451	1975	1451	690	0.0175
2.50	1534	2336	1534	725	0.0171
2.60	1623	2726	1623	755	0.0169
2.70	1718	3142	1718	782	0.0167
2.80	1820	3585	1820	806	0.0166
2.90	1928	4052	1928	827	0.0165
3.00	2042	4542	2042	846	0.0165

3.10	2145	5055	2145	864	0.0165
3.20	2224	5265	2224	881	0.0161
3.30	2264	6133	2264	896	0.0157
3.40	2281	6690	2281	910	0.0153
3.50	2269	7254	2269	924	0.0149
3.60	2227	7822	2227	938	0.0145
3.70	2157	8390	2157	951	0.0142
3.80	2059	8596	2059	967	0.0138
3.90	1928	9512	1928	978	0.0134
4.00	1769	10060	1769	991	0.0130
4.10	1584	10224	1584	1009	0.0127
4.20	1363	11114	1363	1017	0.0123
4.30	1117	11235	1117	1033	0.0120
4.40	838	12080	838	1044	0.0116
4.50	531	12527	531	1057	0.0113
4.60	195	12944	195	1071	0.0109
4.70	-171	13328	-171	1084	0.0106
4.80	-567	13676	-567	1098	0.0103
4.90	-992	13984	-992	1112	0.0099
5.00	-1448	14251	-1448	1126	0.0096
5.10	-1934	14472	-1934	1140	0.0093
5.20	-2449	14644	-2449	1155	0.0090
5.30	-2994	14764	-2994	1169	0.0087
5.40	-3569	14830	-3569	1184	0.0084
5.50	-4174	14838	-4174	1198	0.0081
5.60	-4809	14786	-4808	1213	0.0078
5.70	-5473	14669	-5473	1228	0.0075
5.80	-6168	14485	-6168	1243	0.0072
5.90	-6892	14232	-6892	1258	0.0069
6.00	-7646	13809	-7646	1273	0.0067
6.10	-8430	13502	-8430	1289	0.0064
6.20	-9244	13020	-9244	1304	0.0061
6.30	-10088	12456	-10088	1319	0.0059
6.40	-10962	11806	-10962	1335	0.0056
6.50	-11866	11069	-11866	1351	0.0054

REVISIONS
 MONETPRO

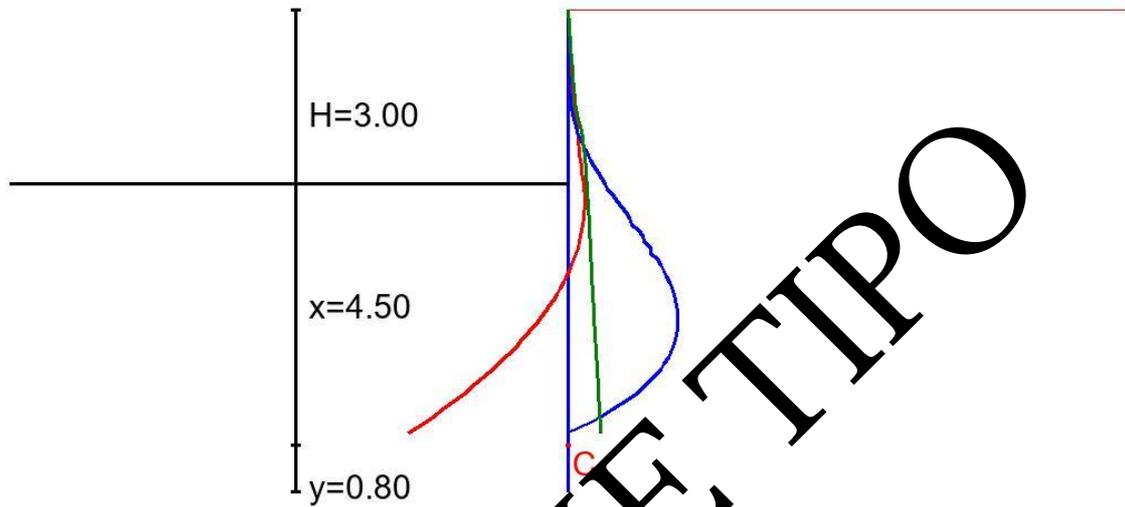
6.60	-12799	10240	-12799	1366	0.0051
6.70	-13763	9316	-13763	1382	0.0049
6.80	-14756	8296	-14756	1398	0.0047
6.90	-15780	7175	-15780	1414	0.0044
7.00	-16833	5951	-16833	1430	0.0042
7.10	-17916	4620	-17916	1446	0.0040
7.20	-19029	3180	-19029	1462	0.0038
7.30	-20172	1627	-20172	1479	0.0036
7.40	-21345	-39	-21345	1495	0.0034

RELAZIONE TIPO

Diagramma delle Sollecitazioni per verifiche agli SLU (A1+M1+R1)

- Diagramma dei Momenti
- Diagramma del Taglio
- Diagramma Sforzo Normale

Licenza d'uso rilasciata a: Ing. Giuseppe Margani



RELAZIONE TIPO

Diagramma degli spostamenti per verifiche agli SLU comb. (A1+M1+R1)
Spostamento massimo cm 0.0959

Licenza d'uso rilasciata a: Ing. Giuseppe Margani

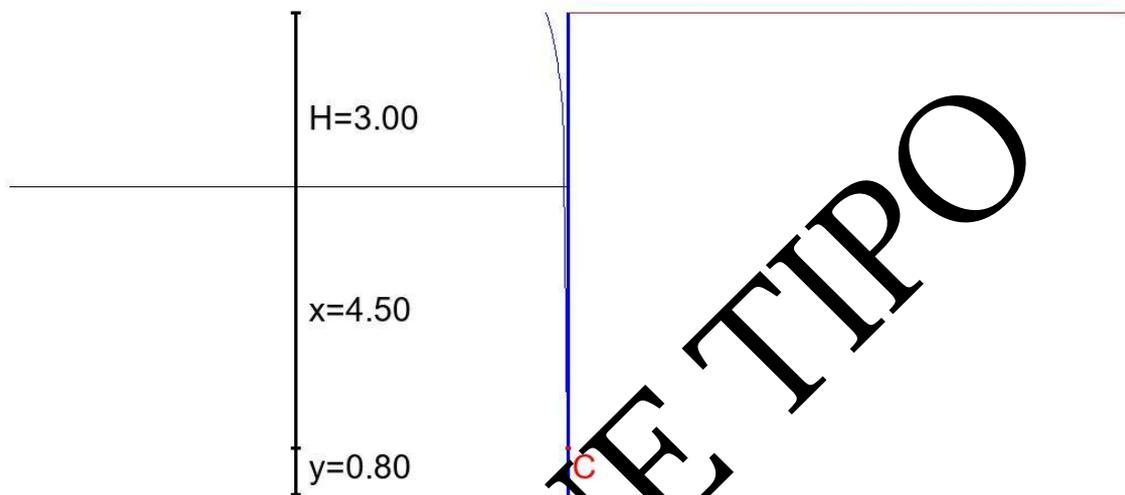
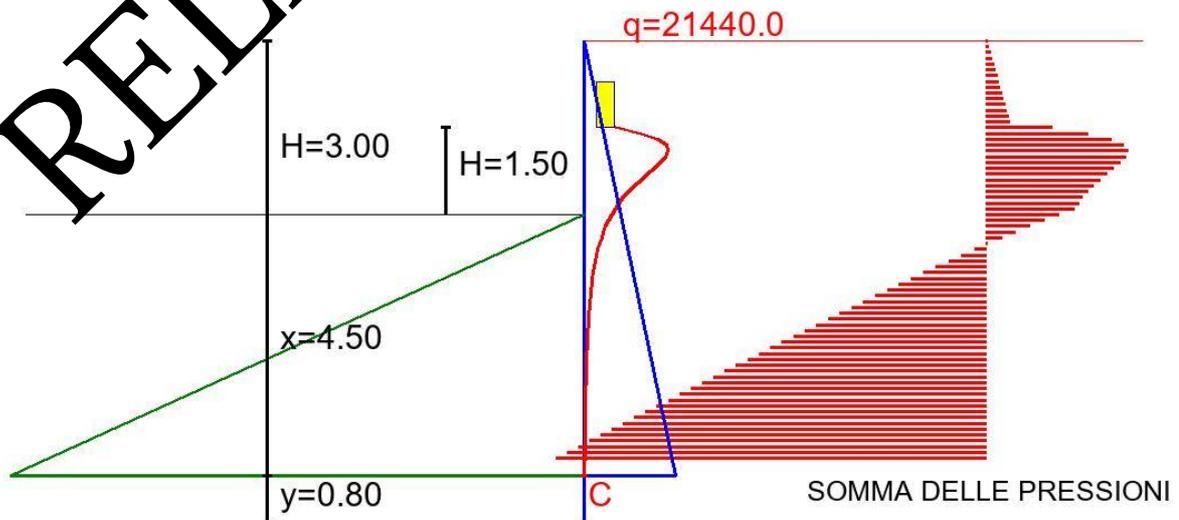


DIAGRAMMA DELLE PRESSIONI COMB. (A1+M1+R1)
Carico distribuito q da N/m^2 21440.0

— Pressione dovuta a spinta attiva terrapieno
— Pressione dovuta a spinta sovraccarico
— Pressione dovuta a spinta passiva
Licenza d'uso rilasciata a: Ing. Giuseppe Margani



SOLLECITAZIONI MASSIME PER LA COMBINAZIONE DI CARICO 1

Momento Massimo (daN*m)	14838
Altezza corrispondente a Momento massimo (m):	5.40
Taglio massimo (daN)	2281
Altezza corrispondente a Taglio massimo (m):	3.30
Taglio minimo (daN)	-21345
Altezza corrispondente a Taglio minimo (m):	7.30
Sforzo Normale massimo (daN)	1495
Altezza corrispondente a Sforzo Normale massimo (m):	7.30
Altezza paratia (m):	3.00
Profondita' di infissione x (m):	4.50
Maggiorazione y (m):	0.80
Altezza totale palo per combinazione di carico(m):	8.30

RELAZIONE TIPO

COMBINAZIONE DI CARICO n. 2

Verifica agli SLU di tipo [GEO] non connessi con Azione Sismica

Combinazione di carico A2+M2+R1

coefficienti parziali per le azioni tab. 2.6.I

Azioni	Fattori di combinazione
Peso proprio γ_{G1} Sfavorevole	1.0
Spinta Terreno γ_{G2} Sfavorevole	1.0
Carico Variabile Sfavorevole γ_{Qi}	1.3

coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno tab. 2.6.II

Parametro	grandezza alla quale applicare il coeff. parziale	Carico Variabile Sfavorevole γ_M	1.25
Tangente dell'angolo di resistenza a taglio	$\tan \varphi_k'$	γ_{φ}'	1.0
Coesione efficace	C_k'	γ_c'	1.0
Resistenza non drenata	C_{uk}	γ_{cu}'	1.0
Peso dell'iniziale di volume	γ_{γ}	γ_{γ}	1.0

VERIFICA A RIBALTAMENTO COMBINAZIONE (A2+M2+R1)

Coefficiente di spinta attiva		0.39	
Coefficiente di spinta passiva		2.59	
Spinta attiva dovuta al terreno (R1)	daNg	20312	
Spinta dovuta ai carichi distribuiti (R2)	daN	5235	
Braccio carichi distribuiti (b2)	m.	5.07	
Spinta passiva (R3)	daN	50785	
Controspinta (R4+R5+R6)	daN	22101	
Spinta (R7+R8)	daN	2055	
Momento Resistente (Mr)	daNm	86194	
Momento Sollecitante (Ms)	daNm	79300	
Rapporto Mr/Ms >1		1.087	

VERIFICA CARICO LIMITE (A2+M2+R1)

Resistenza alla punta $p=N_q*\sigma_{vL} + N_c * c$	daN/m ²	149609
Resistenza unitaria laterale s	daN/m ²	2905
N_q		15.90
N_c		27.22
N_g		18.51
Resistenza laterale	daN	12977
Resistenza alla punta	daN	16916
Carico limite	daN	29894
Carico ammissibile	daN	11957
Carico assiale Sollecitante(A1+M1)	daN	10793
Rapporto $Q_{amm}/Q >1$		2.770

RELAZIONE TIPO

SOLLECITAZIONI

Le ordinate z hanno origine nella sommita' superiore della paratia

Ordinata [m.]	Spinta Orizz. [daN]	Momento [daN*m]	Taglio [daN*m]	Sforzo Normale [daN*m]	Spostamento [cm]
0.10	2	0	2	14	0.0828
0.20	8	0	8	28	0.0764
0.30	18	1	18	42	0.0704
0.40	32	4	32	56	0.0648
0.50	51	8	51	70	0.0597
0.60	74	14	74	84	0.0549
0.70	100	23	100	98	0.0503
0.80	131	35	131	113	0.0464
0.90	166	49	166	127	0.0427
1.00	205	68	205	141	0.0393
1.10	248	91	248	155	0.0362
1.20	296	118	296	169	0.0334
1.30	347	150	347	183	0.0308
1.40	402	188	402	197	0.0286
1.50	462	231	462	212	0.0266
1.60	646	286	646	232	0.0248
1.70	771	363	771	260	0.0233
1.80	877	467	877	297	0.0219
1.90	967	599	967	339	0.0208
2.00	1045	762	1045	383	0.0198
2.10	1119	954	1119	426	0.0190
2.20	1192	1177	1192	465	0.0183
2.30	1267	1426	1267	500	0.0178
2.40	1346	1703	1346	531	0.0174
2.50	1429	2005	1429	558	0.0171
2.60	1518	2330	1518	581	0.0168
2.70	1613	2679	1613	602	0.0167
2.80	1713	3050	1713	620	0.0166
2.90	1819	3441	1819	636	0.0166
3.00	1930	3853	1930	651	0.0165

3.10	2032	4285	2032	664	0.0165
3.20	2117	4486	2117	678	0.0161
3.30	2171	5195	2171	689	0.0158
3.40	2206	5668	2206	700	0.0154
3.50	2218	6148	2218	711	0.0150
3.60	2208	6633	2208	721	0.0146
3.70	2175	7121	2175	732	0.0142
3.80	2120	7332	2120	744	0.0139
3.90	2039	8091	2039	752	0.0135
4.00	1937	8569	1937	762	0.0131
4.10	1813	8754	1813	776	0.0128
4.20	1662	9499	1662	782	0.0124
4.30	1491	9655	1491	795	0.0121
4.40	1295	10368	1295	803	0.0118
4.50	1076	10778	1076	815	0.0114
4.60	834	11166	834	824	0.0111
4.70	569	11531	569	824	0.0108
4.80	280	11869	280	845	0.0104
4.90	-31	12179	-31	855	0.0101
5.00	-366	12458	-366	866	0.0098
5.10	-725	12704	-725	877	0.0095
5.20	-1107	12913	-1107	888	0.0092
5.30	-1513	13084	-1513	899	0.0089
5.40	-1942	13214	-1942	910	0.0086
5.50	-2394	13302	-2394	922	0.0083
5.60	-2877	13343	-2877	933	0.0080
5.70	-3370	13337	-3370	944	0.0077
5.80	-3892	13280	-3892	956	0.0074
5.90	-4439	13171	-4439	968	0.0071
6.00	-5008	12933	-5008	979	0.0069
6.10	-5601	12784	-5601	991	0.0066
6.20	-6218	12502	-6218	1003	0.0063
6.30	-6858	12158	-6858	1015	0.0061
6.40	-7521	11749	-7521	1027	0.0058
6.50	-8208	11273	-8208	1039	0.0056

REVIEW MONETPRO

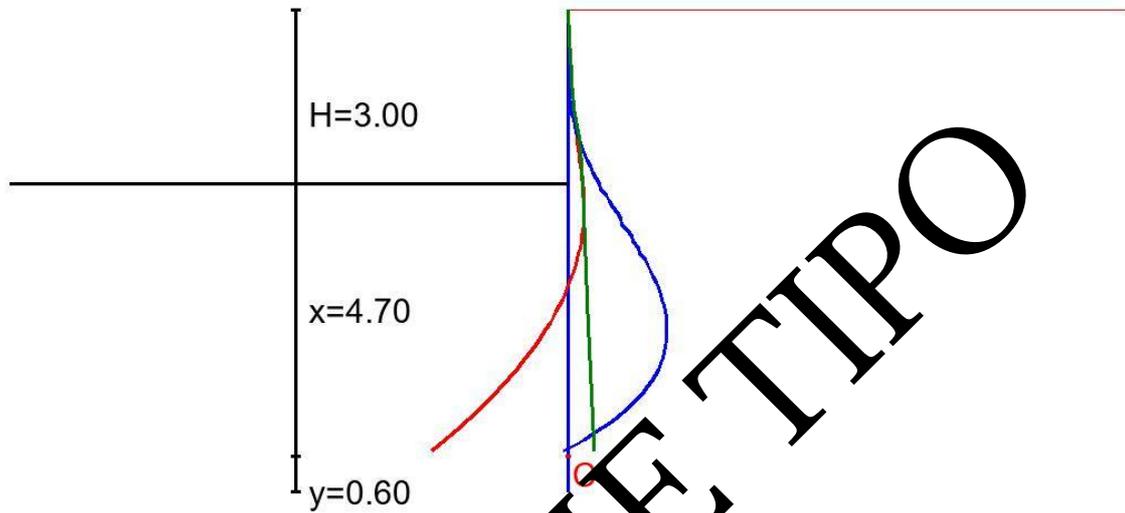
6.60	-8918	10728	-8918	1051	0.0054
6.70	-9652	10111	-9652	1063	0.0051
6.80	-10409	9419	-10409	1075	0.0049
6.90	-11190	8652	-11190	1088	0.0047
7.00	-11994	7805	-11994	1100	0.0044
7.10	-12822	6877	-12822	1112	0.0042
7.20	-13673	5865	-13673	1125	0.0040
7.30	-14548	4768	-14548	1137	0.0038
7.40	-15446	3582	-15446	1150	0.0036
7.50	-16367	2306	-16367	1162	0.0034
7.60	-17312	936	-17312	1175	0.0032
7.70	-18281	-528	-18281	1188	0.0031

RELAZIONE TIPO

Diagramma delle Sollecitazioni per verifiche agli SLU (A2+M2+R1)

- Diagramma dei Momenti
- Diagramma del Taglio
- Diagramma Sforzo Normale

Licenza d'uso rilasciata a: Ing. Giuseppe Margani



RELAZIONE TIPO

Diagramma degli spostamenti per verifiche agli SLU comb. (A2+M2+R1)

Spostamento massimo cm 0.0828

Licenza d'uso rilasciata a: Ing. Giuseppe Margani

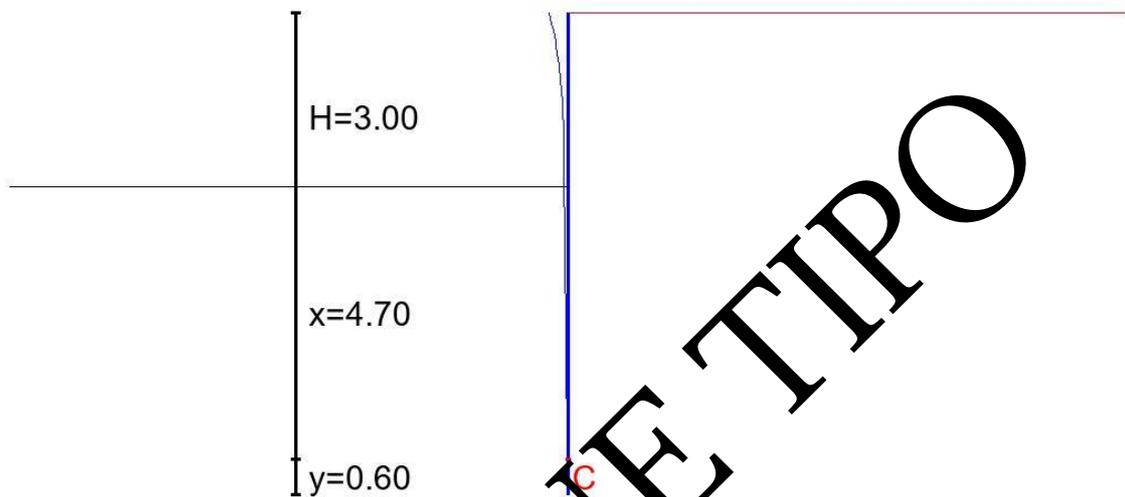


DIAGRAMMA DELLE PRESSIONI COMB. (A2+M2+R1)

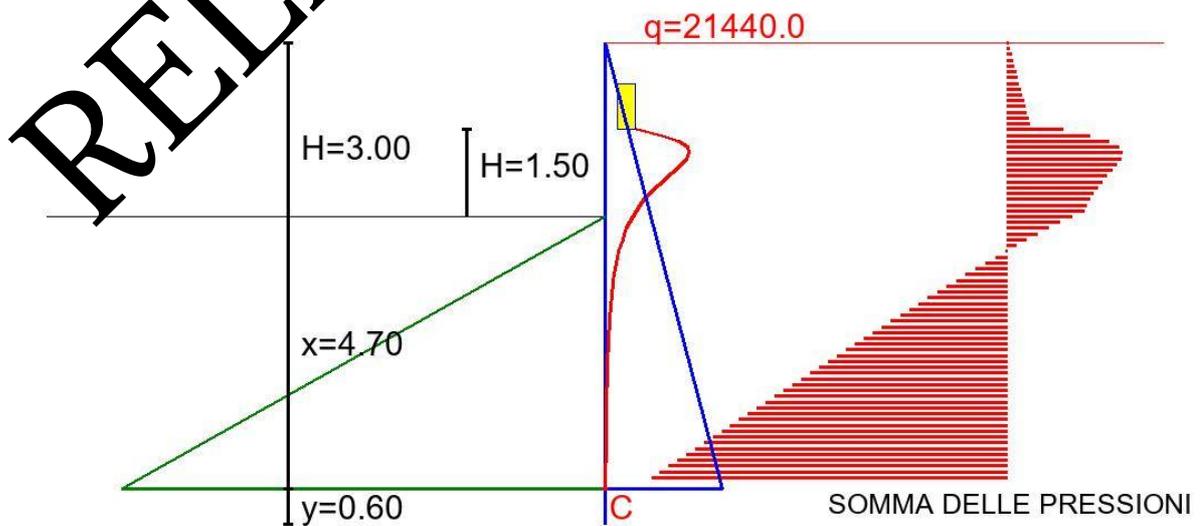
Carico distribuito q da N/m^2 21440.0

Pressione dovuta a spinta attiva terrapieno

Pressione dovuta a spinta sovraccarico

Pressione dovuta a spinta passiva

Licenza d'uso rilasciata a: Ing. Giuseppe Margani



SOLLECITAZIONI MASSIME PER LA COMBINAZIONE DI CARICO 2

Momento Massimo (daN*m)	13343	
Altezza corrispondente a Momento massimo (m):	5.50	
Taglio massimo (daN)	2218	
Altezza corrispondente a Taglio massimo (m):	3.40	
Taglio minimo (daN)	-18281	
Altezza corrispondente a Taglio minimo (m):	7.60	
Sforzo Normale massimo (daN)		1188
Altezza corrispondente a Sforzo Normale massimo (m):	7.60	
Altezza paratia (m):	3.00	
Profondita' di infissione x (m):	4.70	
Maggiorazione y (m):	0.60	
Altezza totale palo per combinazione di carico(m):	8.30	

RELAZIONE TIPO

COMBINAZIONE DI CARICO n. 3

Verifica agli SLU connessi con Azione Sismica per SLV

coefficienti parziali per le azioni tab. 2.6.I

Azioni	Fattori di combinazione
Peso proprio γ_{G1} Sfavorevole	1.0
Spinta Terreno γ_{G2} Sfavorevole	1.0
Carico Variabile Sfavorevole γ_{Qi}	1.0
Spinta Sismica	1.0

coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno tab. 2.6.II

Parametro	grandezza alla quale applicare il coeff. parziale	Carico Variabile Sfavorevole γ_M	1.25
Tangente dell'angolo di resistenza a taglio	$\tan \varphi_k'$	γ_{φ}'	1.0
Coesione efficace	c_k'	γ_c'	1.0
Resistenza non drenata	c_{ku}'	γ_{cu}'	1.0
Peso dell'inita' di volume	γ_γ	γ_γ	1.0

Coefficienti sismici

K_h	K_v	a_{max}	β	α
3.068	0.280	0.111	0.056	3.905

VERIFICA A RIALZAMENTO SLU, CONNESSA CON AZIONE SISMICA -SLV-

Coefficiente di spinta attiva		0.44
Coefficiente di spinta passiva		5.77
Spinta attiva dovuta a terrapieno (R1)	daN	14468
Spinta dovuta ai carichi nastriformi (R2)	daN	18216
Braccio carichi nastriformi (b2)	m.	3.48
Spinta passiva (R3)	daN	49252
Controspinta (R4+R5+R6)	daN	31037
Spinta (R7+R8)	daN	1026
Momento Resistente (Mr)	daNm	57102
Momento Sollecitante (Ms)	daNm	47841
Rapporto Mr/Ms >1		1.194

VERIFICA CARICO LIMITE PER SLV

Resistenza alla punta $p=N_q*\sigma_{vL} + N_c * c$	daN/m ²	98798
Resistenza unitaria laterale s	daN/m ²	1918
N_q		15.90
N_c		27.22
N_g		18.51
Resistenza laterale	daN	5659
Resistenza alla punta	daN	11171
Carico limite	daN	16831
Carico ammissibile	daN	6732
Carico assiale Sollecitante(A1+M1)	daN	10149
Rapporto $Q_{amm}/Q >1$		1.658

RELAZIONE TIPO

SOLLECITAZIONI

Le ordinate z hanno origine nella sommita' superiore della paratia

Ordinata [m.]	Spinta Orizz. [daN]	Momento [daN*m]	Taglio [daN*m]	Sforzo Normale [daN*m]	Spostamento [cm]
0.10	2	0	2	14	0.0829
0.20	10	0	10	28	0.0762
0.30	22	2	22	42	0.0699
0.40	40	5	40	56	0.0641
0.50	63	10	63	70	0.0586
0.60	91	18	91	84	0.0536
0.70	125	29	125	98	0.0496
0.80	163	43	163	113	0.0457
0.90	206	62	206	127	0.0408
1.00	255	85	255	141	0.0372
1.10	309	113	309	155	0.0340
1.20	367	147	367	169	0.0310
1.30	431	187	431	183	0.0284
1.40	500	233	500	197	0.0260
1.50	574	287	574	212	0.0239
1.60	773	354	773	232	0.0221
1.70	915	445	915	260	0.0204
1.80	1039	567	1039	297	0.0190
1.90	1147	713	1147	339	0.0178
2.00	1245	895	1245	383	0.0168
2.10	1439	1108	1339	426	0.0159
2.20	1433	1354	1433	465	0.0152
2.30	1531	1629	1531	500	0.0147
2.40	1633	1933	1633	531	0.0142
2.50	1741	2264	1741	558	0.0139
2.60	1855	2623	1855	581	0.0137
2.70	1976	3006	1976	602	0.0135
2.80	2104	3415	2104	620	0.0134
2.90	2238	3847	2238	636	0.0134
3.00	2379	4302	2379	651	0.0134

3.10	2495	4779	2495	664	0.0134
3.20	2560	5026	2560	678	0.0130
3.30	2561	5777	2561	689	0.0126
3.40	2511	6285	2511	700	0.0122
3.50	2405	6790	2405	711	0.0118
3.60	2244	7287	2244	721	0.0114
3.70	2027	7769	2027	732	0.0110
3.80	1755	7955	1755	744	0.0106
3.90	1424	8665	1424	752	0.0103
4.00	1039	9067	1039	762	0.0099
4.10	600	9147	600	776	0.0096
4.20	100	9754	100	782	0.0092
4.30	-452	9734	-452	795	0.0089
4.40	-1062	10234	-1062	803	0.0085
4.50	-1728	10385	-1728	817	0.0082
4.60	-2451	10469	-2451	824	0.0079
4.70	-3229	10480	-3229	824	0.0076
4.80	-4064	10411	-4064	845	0.0072
4.90	-4955	10258	-4955	855	0.0069
5.00	-5902	10014	-5902	866	0.0066
5.10	-6906	9674	-6906	877	0.0063
5.20	-7966	9222	-7966	888	0.0061
5.30	-9082	8682	-9082	899	0.0058
5.40	-10255	8018	-10255	910	0.0055
5.50	-11484	7236	-11484	922	0.0052
5.60	-12779	6328	-12769	933	0.0050
5.70	-14111	5290	-14111	944	0.0047
5.80	-15509	4116	-15509	956	0.0045
5.90	-16963	2800	-16963	968	0.0043
6.00	-18474	1262	-18474	979	0.0040
6.10	-20041	-280	-20041	991	0.0038

REVISIONS
 MONETPRO

Diagramma delle Sollecit. per verifiche agli SLU
connessi con l'azione sismica SLV

- Diagramma dei Momenti
- Diagramma del Taglio
- Diagramma Sforzo Normale

Licenza d'uso rilasciata a: Ing. Giuseppe Margani

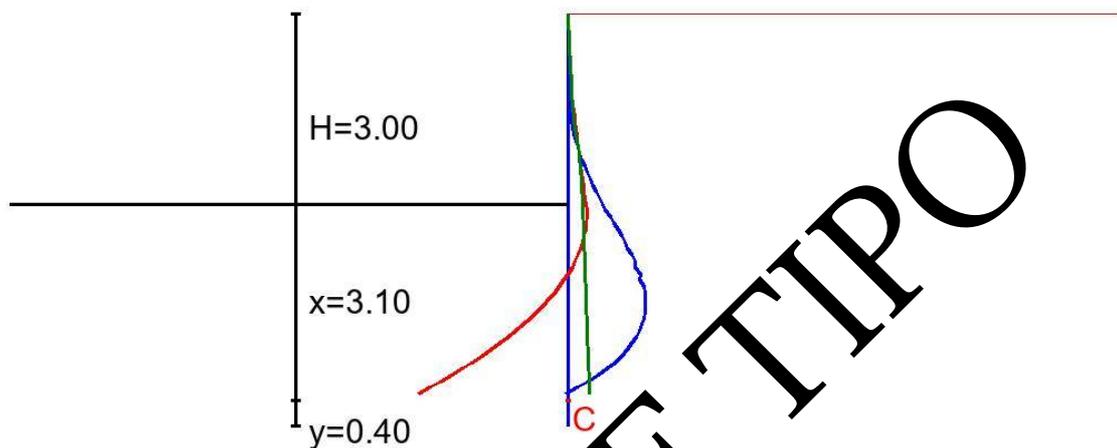


Diagramma degli spostamenti per verifiche agli SLU
connessi con l'azione sismica SLV

Spostamento massimo cm 0.0829

Licenza d'uso rilasciata a: Ing. Giuseppe Margani

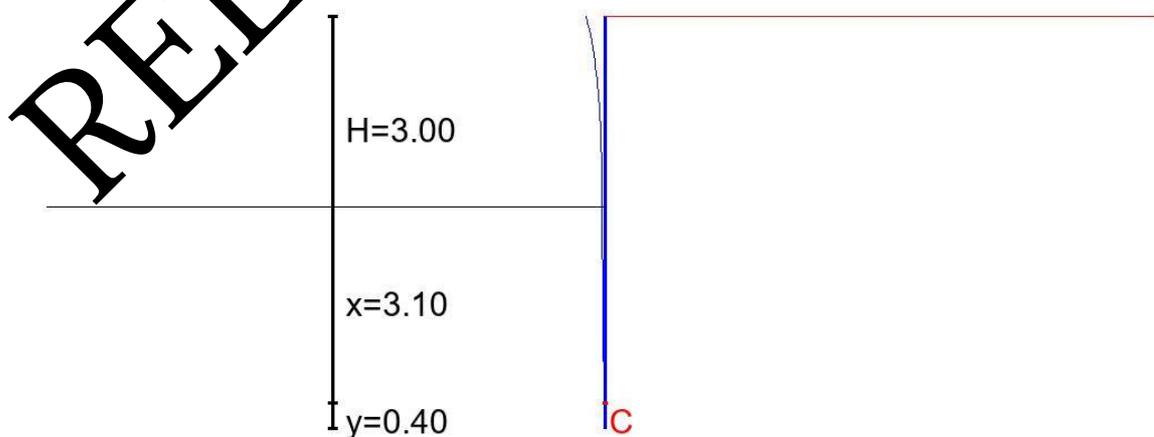
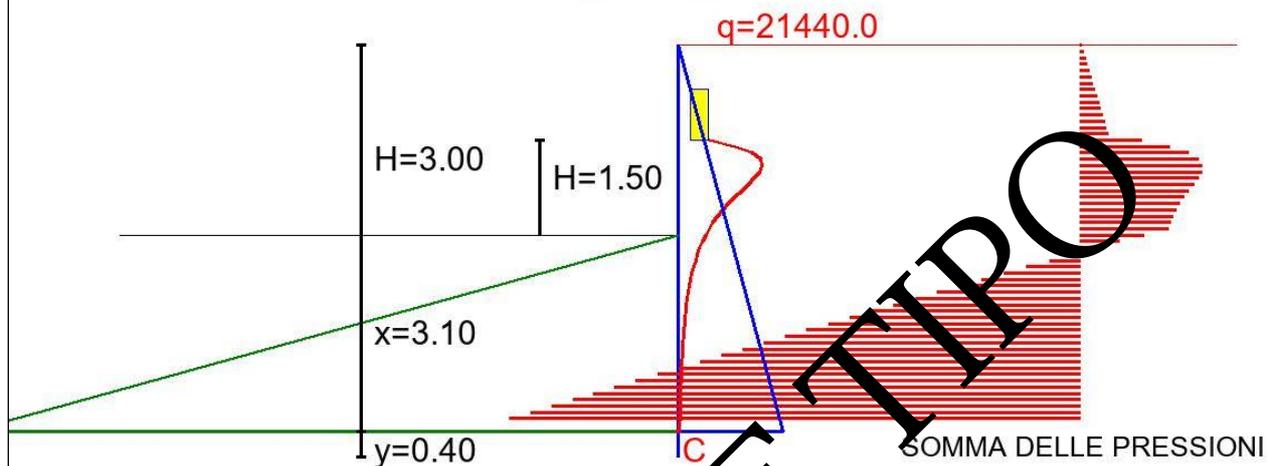


DIAGRAMMA DELLE PRESSIONI COMB. SISMICA SLV
Carico distribuito q daN/ml 21440.0

- Pressione dovuta a spinta attiva terrapieno
- Pressione dovuta a spinta sovraccarico
- Pressione dovuta a spinta passiva

Licenza d'uso rilasciata a: Ing. Giuseppe Margani



RELAZIONE TIPO

SOLLECITAZIONI MASSIME PER LA COMBINAZIONE DI CARICO 3

Momento Massimo (daN*m)	10480
Altezza corrispondente a Momento massimo (m):	4.60
Taglio massimo (daN)	2561
Altezza corrispondente a Taglio massimo (m):	3.20
Taglio minimo (daN)	-20041
Altezza corrispondente a Taglio minimo (m):	6.00
Sforzo Normale massimo (daN)	991
Altezza corrispondente a Sforzo Normale massimo (m):	6.00
Altezza paratia (m):	3.00
Profondita' di infissione x (m):	3.10
Maggiorazione y (m):	0.40
Altezza totale palo per combinazione di carico(m):	6.50

RELAZIONE TIPO

COMBINAZIONE DI CARICO n. 4

Verifica agli SLE connessi con Azione Sismica per SLD

coefficienti parziali per le azioni tab. 2.6.I

Azioni	Fattori di combinazione
Peso proprio γ_{G1} Sfavorevole	1.0
Spinta Terreno γ_{G2} Sfavorevole	1.0
Carico Variabile Sfavorevole γ_{Qi}	1.0
Spinta Sismica	1.0

coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno tab. 2.6.II

Parametro	grandezza alla quale applicare il coeff. parziale	Carico Variabile Sfavorevole γ_M	1.25
Tangente dell'angolo di resistenza a taglio	$\tan \varphi_k'$	γ_{φ}'	1.0
Coesione efficace	c_k'	γ_c'	1.0
Resistenza non drenata	c_{ku}'	γ_{cu}'	1.0
Peso dell'inita' di volume	γ_γ	γ_γ	1.0

Coefficienti sismici

K_h	K_v	a_{max}	β	α
0.009	0.866	0.200	0.088	0.044

VERIFICA A RIALZAMENTO SLE, CONNESSA CON AZIONE SISMICA -SLD-

Coefficiente di spinta attiva		0.31
Coefficiente di spinta passiva		6.78
Spinta attiva dovuta a terrapieno (R1)	daN	8620
Spinta dovuta ai carichi nastriformi (R2)	daN	15144
Braccio carichi nastriformi (b2)	m.	2.99
Spinta passiva (R3)	daN	37608
Controspinta (R4+R5+R6)	daN	27488
Spinta (R7+R8)	daN	615
Momento Resistente (Mr)	daNm	36837
Momento Sollecitante (Ms)	daNm	31071
Rapporto Mr/Ms >1		1.186

VERIFICA CARICO LIMITE PER SLD

Resistenza alla punta $p=N_q*\sigma_{vL} + N_c * c$	daN/m ²	81861
Resistenza unitaria laterale s	daN/m ²	1589
N_q		15.90
N_c		27.22
N_g		18.51
Resistenza laterale	daN	3885
Resistenza alla punta	daN	9256
Carico limite	daN	13141
Carico ammissibile	daN	5256
Carico assiale Sollecitante(A1+M1)	daN	9865
Rapporto $Q_{amm}/Q >1$		1.332

RELAZIONE TIPO

SOLLECITAZIONI

Le ordinate z hanno origine nella sommita' superiore della paratia

Ordinata [m.]	Spinta Orizz. [daN]	Momento [daN*m]	Taglio [daN*m]	Sforzo Normale [daN*m]	Spostamento [cm]
0.10	1	0	1	14	0.0714
0.20	6	0	6	28	0.0652
0.30	15	1	15	42	0.0594
0.40	27	3	27	56	0.0540
0.50	42	7	42	70	0.0490
0.60	61	12	61	84	0.0444
0.70	83	19	83	98	0.0401
0.80	109	29	109	113	0.0362
0.90	138	41	138	127	0.0326
1.00	170	56	170	141	0.0293
1.10	206	75	206	155	0.0263
1.20	246	98	246	169	0.0236
1.30	288	125	288	183	0.0212
1.40	335	156	335	197	0.0190
1.50	384	192	384	212	0.0171
1.60	557	239	557	232	0.0154
1.70	671	306	671	260	0.0139
1.80	765	399	765	297	0.0126
1.90	842	520	842	339	0.0115
2.00	907	669	907	383	0.0105
2.10	957	848	967	426	0.0097
2.20	1025	1054	1025	465	0.0091
2.30	1084	1286	1084	500	0.0086
2.40	1147	1544	1147	531	0.0082
2.50	1213	1825	1213	558	0.0079
2.60	1284	2128	1284	581	0.0077
2.70	1361	2452	1361	602	0.0075
2.80	1442	2797	1442	620	0.0074
2.90	1528	3160	1528	636	0.0074
3.00	1619	3542	1619	651	0.0074

3.10	1678	3941	1678	664	0.0074
3.20	1674	4102	1674	678	0.0071
3.30	1593	4761	1593	689	0.0069
3.40	1449	5167	1449	700	0.0066
3.50	1237	5561	1237	711	0.0064
3.60	957	5935	957	721	0.0062
3.70	608	6282	608	732	0.0059
3.80	193	6319	193	744	0.0057
3.90	-293	6865	-293	752	0.0055
4.00	-847	7087	-847	762	0.0053
4.10	-1466	6970	-1466	776	0.0051
4.20	-2159	7360	-2159	782	0.0049
4.30	-2918	7104	-2918	795	0.0047
4.40	-3746	7346	-3746	803	0.0045
4.50	-4643	7218	-4643	815	0.0043
4.60	-5608	6999	-5608	824	0.0041
4.70	-6641	6681	-6641	824	0.0039
4.80	-7744	6258	-7744	845	0.0037
4.90	-8915	5723	-8915	855	0.0035
5.00	-10155	5068	-10155	866	0.0034
5.10	-11463	4288	-11463	877	0.0032
5.20	-12840	3574	-12840	888	0.0030
5.30	-14286	2920	-14286	899	0.0029
5.40	-15800	2120	-15800	910	0.0027
5.50	-17384	-234	-17384	922	0.0026

RELEASED TO THE PUBLIC

Diagramma delle Sollecit. per verifiche agli SLU
connessi con l'azione sismica SLD

- _____ Diagramma dei Momenti
- _____ Diagramma del Taglio
- _____ Diagramma Sforzo Normale

Licenza d'uso rilasciata a: Ing. Giuseppe Margani

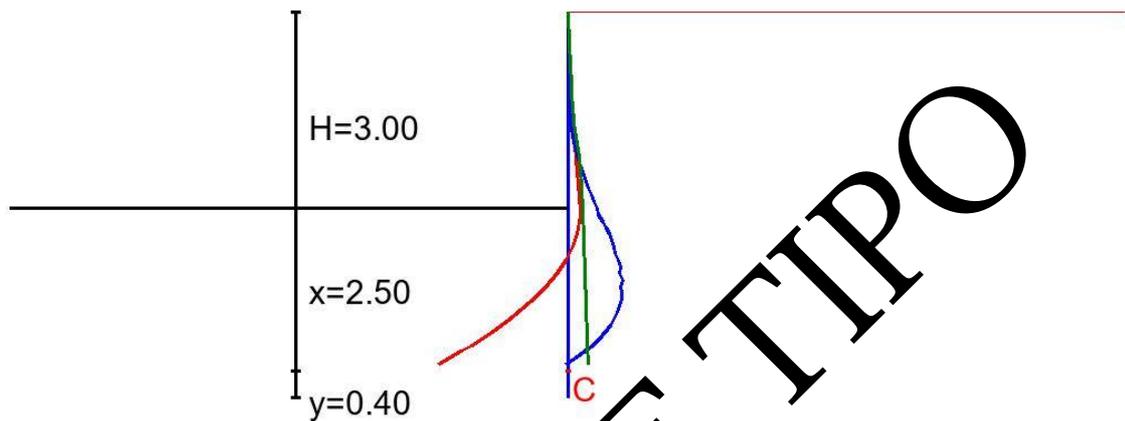


Diagramma degli spostamenti per verifiche agli SLU
connessi con l'azione sismica SLD

Spostamento massimo cm 0.0714

Licenza d'uso rilasciata a: Ing. Giuseppe Margani

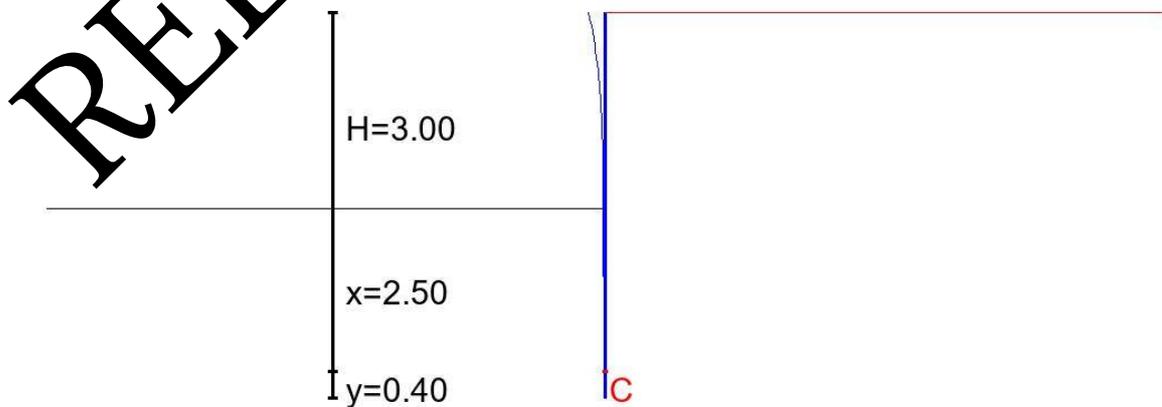


DIAGRAMMA DELLE PRESSIONI COMB. SISMICA SLD

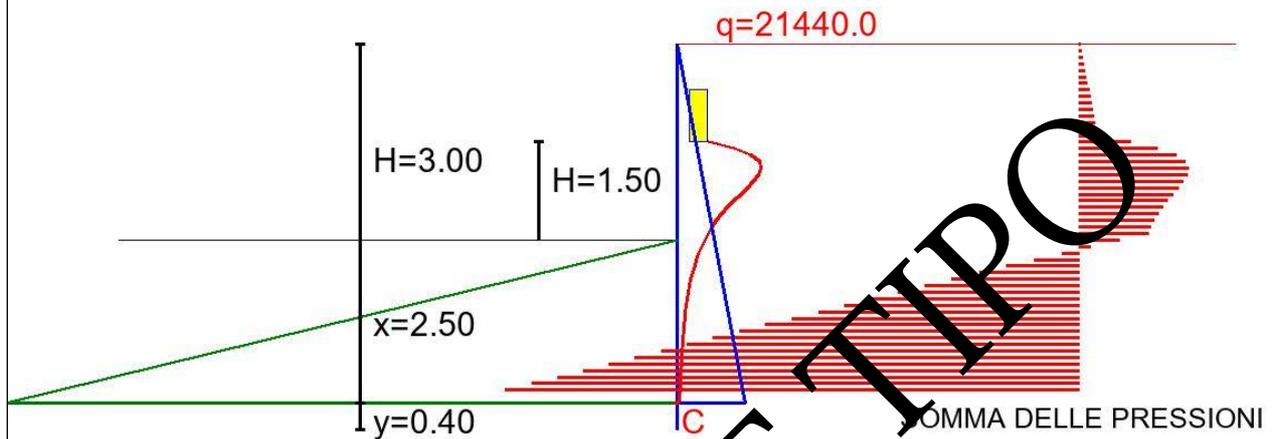
Carico distribuito q daN/ml 21440.0

— Pressione dovuta a spinta attiva terrapieno

— Pressione dovuta a spinta sovraccarico

— Pressione dovuta a spinta passiva

Licenza d'uso rilasciata a: Ing. Giuseppe Margani



RELAZIONE TIPO

SOLLECITAZIONI MASSIME PER LA COMBINAZIONE DI CARICO 4

Momento Massimo (daN*m)	7360
Altezza corrispondente a Momento massimo (m):	4.10
Taglio massimo (daN)	1678
Altezza corrispondente a Taglio massimo (m):	3.00
Taglio minimo (daN)	-17384
Altezza corrispondente a Taglio minimo (m):	5.40
Sforzo Normale massimo (daN)	922
Altezza corrispondente a Sforzo Normale massimo (m):	5.40
Altezza paratia (m):	3.00
Profondita' di infissione x (m):	2.50
Maggiorazione y (m):	0.40
Altezza totale palo per combinazione di carico(m):	5.90

RELAZIONE TIPO

COMBINAZIONE DI CARICO n. 5

Verifica agli SLE

coefficienti parziali per le azioni tab. 2.6.I

Azioni	Fattori di combinazione
Peso proprio γ_{G1} Sfavorevole	1.0
Spinta Terreno γ_{G2} Sfavorevole	1.0
Carico Variabile Sfavorevole γ_{Qi}	1.0
Spinta Sismica	1.0

coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno tab. 2.6.II

Parametro	grandezza alla quale applicare il coeff. parziale	Carico Variabile Sfavorevole γ_M	1.25
Tangente dell'angolo di resistenza a taglio	$\tan \varphi_k'$	γ_{φ}'	1.0
Coazione efficace	c_k'	γ_c'	1.0
Resistenza non drenata	c_u'	γ_{cu}'	1.0
Peso dell'inita' di volume	γ_γ	γ_γ	1.0

RELAZIONE METRO

VERIFICA A RIBALTAMENTO COMBINAZIONE SLE

Coefficiente di spinta attiva		0.31
Coefficiente di spinta passiva		3.21
Spinta attiva dovuta a terrapieno (R1)	daN	13143
Spinta dovuta ai carichi nastriformi (R2)	daN	5204
Braccio carichi nastriformi (b2)	m.	4.30
Spinta passiva (R3)	daN	43394
Controspinta (R4+R5+R6)	daN	28994
Spinta (R7+R8)	daN	1642
Momento Resistente (Mr)	daNm	66561
Momento Sollecitante (Ms)	daNm	53168
Rapporto Mr/Ms >1		1.252

VERIFICA CARICO LIMITE (A1+M1+R1)

Resistenza alla punta $p=N_q*\sigma_{vL} + N_c * c$	daN/m ²	129849
Resistenza unitaria laterale s	daN/m ²	2521
N_q		15.99
N_c		27.92
N_g		18.51
Resistenza laterale	daN	9776
Resistenza alla punta	daN	14682
Carico limite	daN	24458
Carico ammissibile	daN	9783
Carico assiale Sollecitante(A1+M1)	daN	10569
Rapporto Qamm/Q >1		2.314

RELAZIONE TIPO

SOLLECITAZIONI

Le ordinate z hanno origine nella sommita' superiore della paratia

Ordinata [m.]	Spinta Orizz. [daN]	Momento [daN*m]	Taglio [daN*m]	Sforzo Normale [daN*m]	Spostamento [cm]
0.10	1	0	1	14	0.0745
0.20	6	0	6	28	0.0684
0.30	14	1	14	42	0.0626
0.40	26	3	26	56	0.0573
0.50	41	6	41	70	0.0523
0.60	59	11	59	84	0.0477
0.70	81	18	81	98	0.0432
0.80	106	28	106	113	0.0386
0.90	134	40	134	127	0.0360
1.00	165	55	165	141	0.0327
1.10	200	73	200	155	0.0297
1.20	238	95	238	169	0.0271
1.30	279	121	279	183	0.0246
1.40	324	151	324	197	0.0225
1.50	372	186	372	212	0.0205
1.60	544	232	544	232	0.0188
1.70	656	298	656	260	0.0174
1.80	748	387	748	297	0.0161
1.90	822	508	823	339	0.0150
2.00	886	655	886	383	0.0140
2.10	943	831	943	426	0.0133
2.20	999	1035	999	465	0.0126
2.30	1056	1265	1056	500	0.0121
2.40	1116	1519	1116	531	0.0117
2.50	1180	1797	1180	558	0.0114
2.60	1248	2097	1248	581	0.0112
2.70	1322	2417	1322	602	0.0110
2.80	1400	2758	1400	620	0.0110
2.90	1483	3117	1483	636	0.0109
3.00	1570	3494	1570	651	0.0109

3.10	1646	3888	1646	664	0.0109
3.20	1695	4049	1695	678	0.0106
3.30	1706	4714	1706	689	0.0103
3.40	1691	5138	1691	700	0.0100
3.50	1646	5564	1646	711	0.0098
3.60	1571	5988	1571	721	0.0095
3.70	1465	6409	1465	732	0.0092
3.80	1331	6545	1331	744	0.0089
3.90	1163	7221	1163	752	0.0087
4.00	965	7606	965	762	0.0084
4.10	740	7689	740	776	0.0082
4.20	479	8322	479	782	0.0079
4.30	191	8353	191	795	0.0077
4.40	-129	8931	-129	803	0.0074
4.50	-479	9192	-479	815	0.0072
4.60	-861	9417	-861	824	0.0069
4.70	-1273	9605	-1273	824	0.0067
4.80	-1716	9752	-1716	845	0.0065
4.90	-2189	9854	-2189	855	0.0062
5.00	-2694	9909	-2694	866	0.0060
5.10	-3229	9912	-3229	877	0.0058
5.20	-3796	9862	-3796	888	0.0056
5.30	-4393	9755	-4393	899	0.0054
5.40	-5021	9588	-5021	910	0.0052
5.50	-5679	9357	-5679	922	0.0050
5.60	-6369	9059	-6369	933	0.0048
5.70	-7090	8692	-7090	944	0.0046
5.80	-7841	8252	-7841	956	0.0045
5.90	-8624	7736	-8624	968	0.0043
6.00	-9437	7067	-9437	979	0.0041
6.10	-10281	6463	-10281	991	0.0040
6.20	-11156	5700	-11156	1003	0.0038
6.30	-12062	4849	-12062	1015	0.0037
6.40	-12999	3906	-12999	1027	0.0035
6.50	-13967	2868	-13967	1039	0.0034

REVISIONS
 REGISTER

6.60	-14965	1733	-14965	1051	0.0032
6.70	-15995	496	-15995	1063	0.0030
6.80	-17055	-843	-17055	1075	0.0028

RELAZIONE TIPO

Diagramma delle Sollecitazioni per verifiche agli SLE

- Diagramma dei Momenti
- Diagramma del Taglio
- Diagramma Sforzo Normale

Licenza d'uso rilasciata a: Ing. Giuseppe Margani

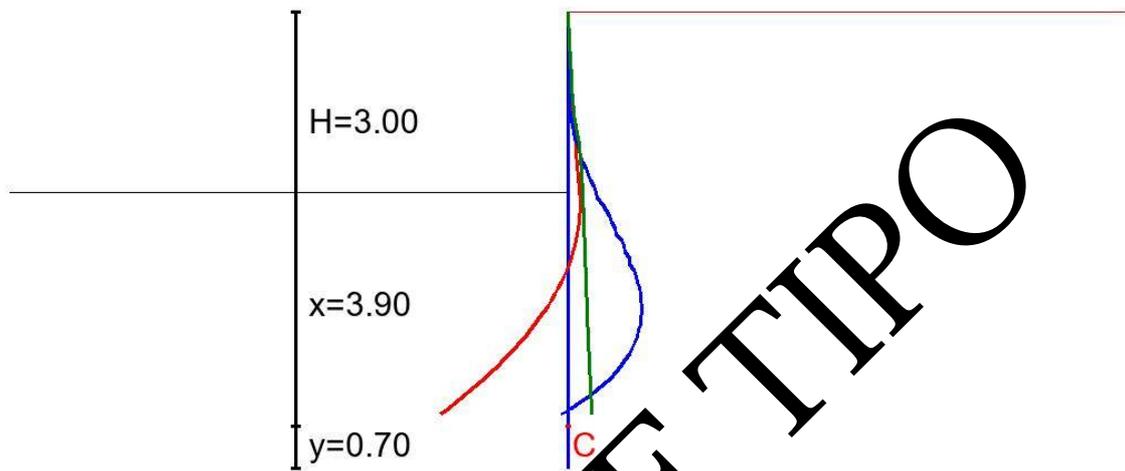
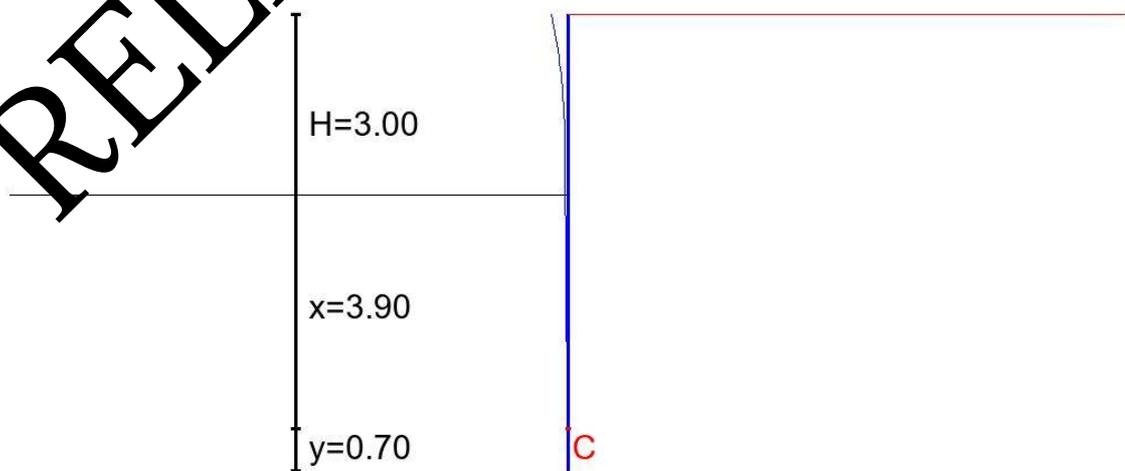


Diagramma degli spostamenti per verifiche agli SLE

Spostamento massimo cm 0.0745

Licenza d'uso rilasciata a: Ing. Giuseppe Margani



RELAZIONE TIPO

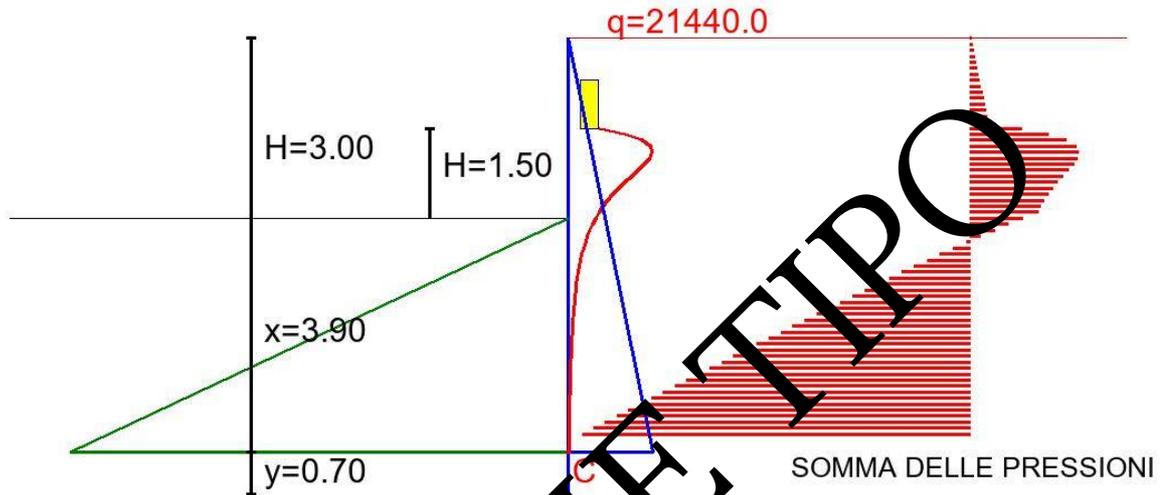
DIAGRAMMA DELLE PRESSIONI VERIFICHE AGLI SLE
Carico distribuito q daN/ml 21440.0

— Pressione dovuta a spinta attiva terrapieno

— Pressione dovuta a spinta sovraccarico

— Pressione dovuta a spinta passiva

Licenza d'uso rilasciata a: Ing. Giuseppe Margani



RELAZIONE TIPO

SOLLECITAZIONI MASSIME PER LA COMBINAZIONE DI CARICO 5

Momento Massimo (daN*m)	9912
Altezza corrispondente a Momento massimo (m):	5.00
Taglio massimo (daN)	1706
Altezza corrispondente a Taglio massimo (m):	3.20
Taglio minimo (daN)	-17384
Altezza corrispondente a Taglio minimo (m):	5.40
Sforzo Normale massimo (daN)	1075
Altezza corrispondente a Sforzo Normale massimo (m):	6.70
Altezza paratia (m):	3.00
Profondita' di infissione x (m):	3.90
Maggiorazione y (m):	0.70
Altezza totale palo per combinazione di carico(m):	7.60

RELAZIONE TIPO

RELAZIONE TIPO

VERIFICA DI STABILITA' GLOBALE IN ASSENZA DI SISMA

Verifica di stabilita' globale di tipo Geotecnico (A2+M2+R2) come prescritto al punto 6.5.3.1.2. I parametri geotecnici vengono trasformati in parametri di calcolo tramite i coefficienti parziali della tab. 6.2.II del D.M. 14.01.2018. L'origine degli assi viene fissata al piede della paratia. Le superfici di scivolamento sono ipotizzate circolari e quindi le verifiche di sicurezza del complesso paratia-terreno vengono eseguite con il metodo di Fellenius .

Angolo di resistenza a taglio del terreno in gradi: 31.70

Angolo di resistenza a taglio di progetto del terreno in gradi : 26.29

Numero di cerchi analizzati per la verifica: 49

Altezza paratia m. : 8

cerchio indagato n. : 1

Xc	Yc	raggio	larg. strisca	Forze Resist.	Forze Motrici	Coeff. Sic.
-8.58	21.15	22.82	1.42	206343.74	45469.50	4.54

cerchio indagato n. : 2

Xc	Yc	raggio	larg. strisca	Forze Resist.	Forze Motrici	Coeff. Sic.
-7.15	21.15	22.32	1.37	191071.15	44629.55	4.28

cerchio indagato n. : 3

Xc	Yc	raggio	larg. strisca	Forze Resist.	Forze Motrici	Coeff. Sic.
-5.72	21.15	21.91	1.32	179685.22	43638.27	4.12

cerchio indagato n. : 4

Xc	Yc	raggio	larg. strisca	Forze Resist.	Forze Motrici	Coeff. Sic.
-4.29	21.15	21.58	1.29	172062.68	42508.74	4.05

cerchio indagato n. : 5

Xc	Yc	raggio	larg. strisca	Forze Resist.	Forze Motrici	Coeff. Sic.
-2.86	21.15	21.34	1.26	168083.25	41248.05	4.07

cerchio indagato n. : 6

Xc	Yc	raggio	larg. strisca	Forze Resist.	Forze Motrici	Coeff. Sic.
-1.43	21.15	21.20	1.25	167642.94	39858.55	4.21

cerchio indagato n. : 7

Xc	Yc	raggio	larg. strisca	Forze Resist.	Forze Motrici	Coeff. Sic.
0.00	21.15	21.15	1.24	170663.88	38335.22	4.45

cerchio indagato n. : 8

Xc	Yc	raggio	larg. strisca	Forze Resist.	Forze Motrici	Coeff. Sic.
-8.58	19.19	21.02	1.36	199385.06	45411.04	4.39

cerchio indagato n. : 9

Xc	Yc	raggio	larg. strisca	Forze Resist.	Forze Motrici	Coeff. Sic.
-7.15	19.19	20.48	1.30	183277.80	44633.44	4.11

cerchio indagato n. : 10

Xc	Yc	raggio	larg. strisca	Forze Resist.	Forze Motrici	Coeff. Sic.
-5.72	19.19	20.02	1.26	171207.56	43671.96	3.92

cerchio indagato n. : 11

Xc	Yc	raggio	larg. strisca	Forze Resist.	Forze Motrici	Coeff. Sic.
-4.29	19.19	19.66	1.22	163074.11	42572.15	3.83

cerchio indagato n. : 12

Xc	Yc	raggio	larg. strisca	Forze Resist.	Forze Motrici	Coeff. Sic.
-2.86	19.19	19.40	1.19	150983.29	41362.74	3.84

cerchio indagato n. : 13

Xc	Yc	raggio	larg. strisca	Forze Resist.	Forze Motrici	Coeff. Sic.
-1.43	19.19	19.24	1.18	158301.79	39837.10	3.97

cerchio indagato n. : 14

Xc	Yc	raggio	larg. strisca	Forze Resist.	Forze Motrici	Coeff. Sic.
0.00	19.19	19.19	1.17	161260.10	38175.01	4.22

cerchio indagato n. : 15

Xc	Yc	raggio	larg. strisca	Forze Resist.	Forze Motrici	Coeff. Sic.
-8.58	17.23	19.25	1.29	193149.71	45962.40	4.20

cerchio indagato n. : 16

Xc	Yc	raggio	larg. strisca	Forze Resist.	Forze Motrici	Coeff. Sic.
-7.15	17.23	18.66	1.24	175822.58	45035.75	3.90

cerchio indagato n. : 17

Xc	Yc	raggio	larg. strisca	Forze Resist.	Forze Motrici	Coeff. Sic.
----	----	--------	---------------	---------------	---------------	-------------

-5.72	17.23	18.16	1.19	162798.79	43948.97	3.70
-------	-------	-------	------	-----------	----------	------

cerchio indagato n. : 18

Xc	Yc	raggio	larg. strisca	Forze Resist.	Forze Motrici	Coeff. Sic.
-4.29	17.23	17.76	1.15	153948.10	42719.78	3.60

cerchio indagato n. : 19

Xc	Yc	raggio	larg. strisca	Forze Resist.	Forze Motrici	Coeff. Sic.
-2.86	17.23	17.47	1.12	149136.74	41358.82	3.61

cerchio indagato n. : 20

Xc	Yc	raggio	larg. strisca	Forze Resist.	Forze Motrici	Coeff. Sic.
-1.43	17.23	17.29	1.10	148376.03	39797.71	3.73

cerchio indagato n. : 21

Xc	Yc	raggio	larg. strisca	Forze Resist.	Forze Motrici	Coeff. Sic.
0.00	17.23	17.23	1.09	151264.52	37960.61	3.98

cerchio indagato n. : 22

Xc	Yc	raggio	larg. strisca	Forze Resist.	Forze Motrici	Coeff. Sic.
-8.58	15.27	17.52	1.22	186772.72	46751.95	3.99

cerchio indagato n. : 23

Xc	Yc	raggio	larg. strisca	Forze Resist.	Forze Motrici	Coeff. Sic.
-7.15	15.27	16.86	1.16	168067.97	45646.49	3.68

cerchio indagato n. : 24

Xc	Yc	raggio	larg. strisca	Forze Resist.	Forze Motrici	Coeff. Sic.
-5.72	15.27	16.31	1.11	153931.97	44360.74	3.47

cerchio indagato n. : 25

Xc	Yc	raggio	larg. strisca	Forze Resist.	Forze Motrici	Coeff. Sic.
-4.29	15.27	15.87	1.07	144243.91	42938.10	3.36

cerchio indagato n. : 26

Xc	Yc	raggio	larg. strisca	Forze Resist.	Forze Motrici	Coeff. Sic.
-2.86	15.27	15.54	1.04	138861.32	41389.12	3.36

cerchio indagato n. : 27

Xc	Yc	raggio	larg. strisca	Forze Resist.	Forze Motrici	Coeff. Sic.
-1.43	15.27	15.34	1.02	137730.97	39724.15	3.47

cerchio indagato n. : 28

Xc	Yc	raggio	larg. strisca	Forze Resist.	Forze Motrici	Coeff. Sic.
0.00	15.27	15.27	1.01	140545.32	37659.38	3.73

cerchio indagato n. : 29

Xc	Yc	raggio	larg. strisca	Forze Resist.	Forze Motrici	Coeff. Sic.
-8.58	13.32	15.84	1.15	179787.23	47268.30	3.80

cerchio indagato n. : 30

Xc	Yc	raggio	larg. strisca	Forze Resist.	Forze Motrici	Coeff. Sic.
-7.15	13.32	15.11	1.09	159547.27	45873.99	3.48

cerchio indagato n. : 31

Xc	Yc	raggio	larg. strisca	Forze Resist.	Forze Motrici	Coeff. Sic.
-5.72	13.32	14.49	1.03	144291.08	44527.26	3.24

cerchio indagato n. : 32

Xc	Yc	raggio	larg. strisca	Forze Resist.	Forze Motrici	Coeff. Sic.
-4.29	13.32	13.99	0.98	133561.14	43048.31	3.10

cerchio indagato n. : 33

Xc	Yc	raggio	larg. strisca	Forze Resist.	Forze Motrici	Coeff. Sic.
-2.86	13.32	13.62	0.95	127763.06	41430.75	3.08

cerchio indagato n. : 34

Xc	Yc	raggio	larg. strisca	Forze Resist.	Forze Motrici	Coeff. Sic.
-1.43	13.32	13.39	0.93	126161.42	39483.87	3.20

cerchio indagato n. : 35

Xc	Yc	raggio	larg. strisca	Forze Resist.	Forze Motrici	Coeff. Sic.
0.00	13.32	13.32	0.92	128949.05	37229.99	3.46

cerchio indagato n. : 36

Xc	Yc	raggio	larg. strisca	Forze Resist.	Forze Motrici	Coeff. Sic.

-8.58	11.36	14.23	1.07	172954.95	48830.40	3.54
-------	-------	-------	------	-----------	----------	------

cerchio indagato n. : 37

Xc	Yc	raggio	larg. strisca	Forze Resist.	Forze Motrici	Coeff. Sic.
-7.15	11.36	13.42	1.01	150813.98	46959.42	3.21

cerchio indagato n. : 38

Xc	Yc	raggio	larg. strisca	Forze Resist.	Forze Motrici	Coeff. Sic.
-5.72	11.36	12.72	0.95	134240.62	45323.89	2.96

cerchio indagato n. : 39

Xc	Yc	raggio	larg. strisca	Forze Resist.	Forze Motrici	Coeff. Sic.
-4.29	11.36	12.14	0.90	122376.46	43338.1	2.82

cerchio indagato n. : 40

Xc	Yc	raggio	larg. strisca	Forze Resist.	Forze Motrici	Coeff. Sic.
-2.86	11.36	11.71	0.86	115489.66	41874.96	2.79

cerchio indagato n. : 41

Xc	Yc	raggio	larg. strisca	Forze Resist.	Forze Motrici	Coeff. Sic.
-1.43	11.36	11.45	0.83	113582.67	39157.46	2.90

cerchio indagato n. : 42

Xc	Yc	raggio	larg. strisca	Forze Resist.	Forze Motrici	Coeff. Sic.
0.00	11.36	11.36	0.83	116238.07	36585.24	3.18

cerchio indagato n. : 43

Xc	Yc	raggio	larg. strisca	Forze Resist.	Forze Motrici	Coeff. Sic.
-8.58	9.40	12.72	0.99	165251.50	42482.66	3.89

cerchio indagato n. : 44

Xc	Yc	raggio	larg. strisca	Forze Resist.	Forze Motrici	Coeff. Sic.
-7.15	9.40	11.81	0.92	141599.02	45661.67	3.10

cerchio indagato n. : 45

Xc	Yc	raggio	larg. strisca	Forze Resist.	Forze Motrici	Coeff. Sic.
-5.72	9.40	11.00	0.85	123110.91	45719.46	2.69

cerchio indagato n. : 46

--	--	--	--	--	--	--

Xc	Yc	raggio	larg. strisca	Forze Resist.	Forze Motrici	Coeff. Sic.
-4.29	9.40	10.33	0.79	109820.18	43625.85	2.52

cerchio indagato n. : 47

Xc	Yc	raggio	larg. strisca	Forze Resist.	Forze Motrici	Coeff. Sic.
-2.86	9.40	9.82	0.75	102053.28	41239.98	2.47

cerchio indagato n. : 48

Xc	Yc	raggio	larg. strisca	Forze Resist.	Forze Motrici	Coeff. Sic.
-1.43	9.40	9.51	0.72	99505.79	38588.55	2.58

cerchio indagato n. : 49

Xc	Yc	raggio	larg. strisca	Forze Resist.	Forze Motrici	Coeff. Sic.
0.00	9.40	9.40	0.72	102050.24	35493.46	2.88

RELAZIONE TIPO

Dati del cerchio n. : 47 corrisponde alla superficie di rottura che ha il piu' basso valore del coefficiente di sicurezza

concio (n.)	larg. concio (m.)	σ_i (kg/cm ²)	σ_{i+1} (kg/cm ²)	$W_{i,sovracc}$ (Kg)	$W_{i,totale}$ (Kg)	alfa (°)	T_i (Kg)	N_i (Kg)	$c*N_i*\tan\phi$ (Kg)	$W_i*\sin\alpha$ (Kg)
1	0.75	0.00	0.00	0	939	-61.95	-829	442	273	-829
2	0.75	0.00	0.00	0	2559	-53.59	-2059	1518	938	-2059
3	0.75	0.00	0.00	0	3769	-46.70	-2743	2585	1596	-2743
4	0.75	0.00	0.00	0	4731	-40.62	-3080	3591	2217	-3080
5	0.75	0.00	0.00	0	5512	-35.06	-3166	4512	2786	-3166
6	0.75	0.00	0.00	0	6151	-29.85	-3061	5334	3294	-3061
7	0.75	0.00	0.00	0	6671	-24.91	-2809	6056	3736	-2809
8	0.75	0.00	0.00	0	7087	-20.16	-2442	6653	4109	-2442
9	0.75	0.00	0.00	0	7411	-15.55	-1987	7139	4409	-1987
10	0.75	0.00	0.00	0	7648	-11.05	-1465	7506	4636	-1465
11	0.75	0.00	0.00	0	7803	-6.61	-898	7752	4787	-898
12	0.75	0.00	0.00	0	7881	-2.21	303	7875	4863	-303
13	0.75	0.00	0.00	0	7881	2.18	299	7875	4864	299
14	0.75	0.00	0.00	0	7804	6.57	893	7753	4788	893
15	0.75	0.00	0.00	0	7649	11.01	1461	7508	4637	1461
16	0.75	2798.00	2850.00	425	8638	15.52	2311	8323	5140	2311
17	0.75	2850.00	3125.00	2329	13153	20.13	4525	12350	7627	4525
18	0.75	3125.00	3389.00	2606	13014	24.87	5474	11807	7292	5474
19	0.75	3389.00	3637.00	2909	12798	29.81	6363	11104	6858	6363
20	0.75	3637.00	3847.00	3240	12492	35.02	7167	10230	6318	7167
21	0.75	3847.00	3950.00	3576	12048	40.58	7836	9151	5651	7836
22	0.75	3950.00	3823.00	3844	11356	46.65	8258	7794	4814	8258
23	0.75	3823.00	3167.00	3825	10128	53.54	8145	6019	3717	8145
24	0.75	3167.00	1423.00	2901	7589	61.88	6693	3577	2209	6693
25	0.75	1423.00	0.00	1134	3010	75.05	2908	776	479	2908

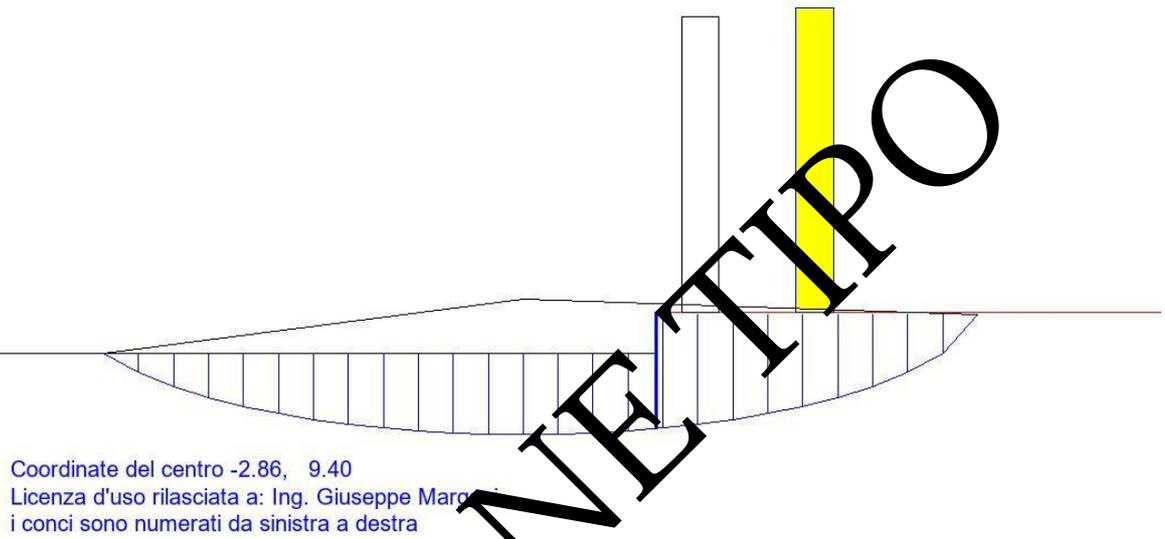
Forze Resistenti (Kg*m): 102053.283

Forze Motrici Instabilizzanti (Kg*m): 41239.983

Coefficiente di stabilita' globale R2 = 1.1

Coefficiente di sicurezza: 2.475

VERIFICA DI STABILITA' GLOBALE



RELAZIONE TIPO

Dati del cerchio n. : 1 corrisponde alla superficie di rottura che ha il piu' alto valore del coefficiente di sicurezza

concio (n.)	larg. concio (m.)	σ_i (kg/cm ²)	σ_i (kg/cm ²)	$W_{i,sovracc}$ (Kg)	$W_{i,totale}$ (Kg)	alfa (°)	T_i (Kg)	N_i (Kg)	$c*1+N_i*\tan\phi$ (Kg)	$W_i*\sin\alpha$ (Kg)
1	1.42	0.00	0.00	0	1738	-44.22	-1212	1246	769	-1212
2	1.42	0.00	0.00	0	4946	-39.43	-3141	3820	2359	-3141
3	1.42	0.00	0.00	0	7664	-34.95	-4390	6282	3880	-4390
4	1.42	0.00	0.00	0	9974	-30.70	-5092	8575	5296	-5092
5	1.42	0.00	0.00	0	11931	-26.64	-5349	10664	6586	-5349
6	1.42	0.00	0.00	0	13575	-22.71	-5241	12522	7734	-5241
7	1.42	0.00	0.00	0	14935	-18.90	-4837	14129	8726	-4837
8	1.42	0.00	0.00	0	16031	-15.17	-4195	15872	9556	-4195
9	1.42	0.00	0.00	0	16879	-11.51	-3367	16540	10215	-3367
10	1.42	0.00	0.00	0	17491	-7.89	-2401	17325	10700	-2401
11	1.42	0.00	0.00	0	17873	-4.31	-1342	17822	11007	-1342
12	1.42	0.00	0.00	0	18050	-0.74	-232	18029	11135	-232
13	1.42	0.00	0.00	0	17965	2.83	885	17943	11082	885
14	1.42	0.00	0.00	0	17876	6.40	1971	17566	10849	1971
15	1.42	0.00	0.00	0	17161	10.00	2981	16900	10437	2981
16	1.42	0.00	0.00	0	16412	13.65	3872	15949	9850	3872
17	1.42	0.00	0.00	0	15420	17.35	4597	14719	9090	4597
18	1.42	2798.00	2937.00	2097	17373	21.12	6260	16205	10008	6260
19	1.42	2937.00	3469.00	4873	24573	25.00	10384	22272	13755	10384
20	1.42	3469.00	3819.00	5705	23583	29.00	11433	20626	12739	11433
21	1.42	3819.00	3626.00	6039	21758	33.16	11902	18214	11249	11902
22	1.42	3626.00	2547.00	5231	18410	37.54	11217	14598	9016	11217
23	1.42	2547.00	1039.00	3208	13395	42.19	8996	9925	6129	8996
24	1.42	1039.00	107.00	1098	7734	47.22	5676	5253	3244	5676
25	1.42	107.00	0.00	112	2465	52.79	1963	1490	920	1963

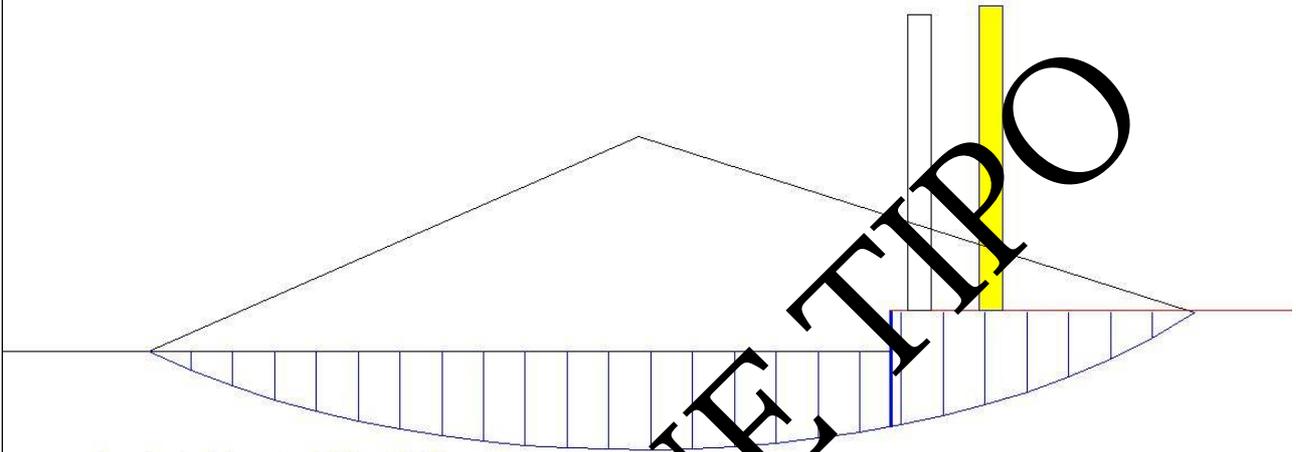
Forze Resistenti (Kg*m): 206343.740

Forze Motrici Instabilizzanti (Kg*m): 45469.502

Coefficiente di stabilita' globale R2 = 1.1

Coefficiente di sicurezza: 4.538

VERIFICA DI STABILITA' GLOBALE



Coordinate del centro -8.58, 21.15
Licenza d'uso rilasciata a: Ing. Giuseppe Margani
i conchi sono numerati da sinistra a destra

RELAZIONE TIPO

VERIFICA DI STABILITA' GLOBALE IN PRESENZA DI SISMA

Verifica di stabilita' globale di tipo Geotecnico (A2+M2+R2) come prescritto al punto 6.5.3.1.2. I parametri geotecnici vengono trasformati in parametri di calcolo tramite i coefficienti parziali della tab. 6.2.II del D.M. 14.01.2018. L'origine degli assi viene fissata al piede della paratia. Le superfici di scivolamento sono ipotizzate circolari e quindi le verifiche di sicurezza del complesso paratia-terreno vengono eseguite con il metodo di Fellenius .

Angolo di resistenza a taglio del terreno in gradi: 31.70

Angolo di resistenza a taglio di progetto del terreno in gradi : 26.29

Numero di cerchi analizzati per la verifica: 49

Altezza paratia m. : 8

cerchio indagato n. : 1

Xc	Yc	raggio	larg. strisca	Forze Resist.	Forze Motrici	Coeff. Sic.
-8.58	21.15	22.82	1.42	177173.34	113205.00	1.57

cerchio indagato n. : 2

Xc	Yc	raggio	larg. strisca	Forze Resist.	Forze Motrici	Coeff. Sic.
-7.15	21.15	22.32	1.37	163717.20	107165.95	1.53

cerchio indagato n. : 3

Xc	Yc	raggio	larg. strisca	Forze Resist.	Forze Motrici	Coeff. Sic.
-5.72	21.15	21.91	1.32	152675.19	102271.54	1.50

cerchio indagato n. : 4

Xc	Yc	raggio	larg. strisca	Forze Resist.	Forze Motrici	Coeff. Sic.
-4.29	21.15	21.58	1.29	146938.26	98495.42	1.49

cerchio indagato n. : 5

Xc	Yc	raggio	larg. strisca	Forze Resist.	Forze Motrici	Coeff. Sic.
-2.86	21.15	21.34	1.26	143401.07	95805.93	1.50

cerchio indagato n. : 6

Xc	Yc	raggio	larg. strisca	Forze Resist.	Forze Motrici	Coeff. Sic.
-1.43	21.15	21.20	1.25	142973.09	94170.71	1.52

cerchio indagato n. : 7

Xc	Yc	raggio	larg. strisca	Forze Resist.	Forze Motrici	Coeff. Sic.
0.00	21.15	21.15	1.24	145587.14	93558.36	1.56

cerchio indagato n. : 8

Xc	Yc	raggio	larg. strisca	Forze Resist.	Forze Motrici	Coeff. Sic.
-8.58	19.19	21.02	1.36	171227.04	110763.98	1.55

cerchio indagato n. : 9

Xc	Yc	raggio	larg. strisca	Forze Resist.	Forze Motrici	Coeff. Sic.
-7.15	19.19	20.48	1.30	157018.11	104523.06	1.50

cerchio indagato n. : 10

Xc	Yc	raggio	larg. strisca	Forze Resist.	Forze Motrici	Coeff. Sic.
-5.72	19.19	20.02	1.26	146359.74	99442.73	1.47

cerchio indagato n. : 11

Xc	Yc	raggio	larg. strisca	Forze Resist.	Forze Motrici	Coeff. Sic.
-4.29	19.19	19.66	1.22	139160.04	95535.32	1.46

cerchio indagato n. : 12

Xc	Yc	raggio	larg. strisca	Forze Resist.	Forze Motrici	Coeff. Sic.
-2.86	19.19	19.40	1.19	135508.93	92879.34	1.46

cerchio indagato n. : 13

Xc	Yc	raggio	larg. strisca	Forze Resist.	Forze Motrici	Coeff. Sic.
-1.43	19.19	19.24	1.18	134866.79	91022.38	1.48

cerchio indagato n. : 14

Xc	Yc	raggio	larg. strisca	Forze Resist.	Forze Motrici	Coeff. Sic.
0.00	19.19	19.19	1.17	137423.66	90242.61	1.52

cerchio indagato n. : 15

Xc	Yc	raggio	larg. strisca	Forze Resist.	Forze Motrici	Coeff. Sic.
-8.58	17.23	19.25	1.29	165889.25	109273.94	1.52

cerchio indagato n. : 16

Xc	Yc	raggio	larg. strisca	Forze Resist.	Forze Motrici	Coeff. Sic.
-7.15	17.23	18.66	1.24	150608.45	102467.09	1.47

cerchio indagato n. : 17

Xc	Yc	raggio	larg. strisca	Forze Resist.	Forze Motrici	Coeff. Sic.
----	----	--------	---------------	---------------	---------------	-------------

-5.72	17.23	18.16	1.19	139108.73	96929.82	1.44
-------	-------	-------	------	-----------	----------	------

cerchio indagato n. : 18

Xc	Yc	raggio	larg. strisca	Forze Resist.	Forze Motrici	Coeff. Sic.
-4.29	17.23	17.76	1.15	131274.23	92642.51	1.42

cerchio indagato n. : 19

Xc	Yc	raggio	larg. strisca	Forze Resist.	Forze Motrici	Coeff. Sic.
-2.86	17.23	17.47	1.12	126987.82	89573.58	1.42

cerchio indagato n. : 20

Xc	Yc	raggio	larg. strisca	Forze Resist.	Forze Motrici	Coeff. Sic.
-1.43	17.23	17.29	1.10	126263.94	87659.94	1.44

cerchio indagato n. : 21

Xc	Yc	raggio	larg. strisca	Forze Resist.	Forze Motrici	Coeff. Sic.
0.00	17.23	17.23	1.09	128757.59	86671.06	1.49

cerchio indagato n. : 22

Xc	Yc	raggio	larg. strisca	Forze Resist.	Forze Motrici	Coeff. Sic.
-8.58	15.27	17.52	1.22	160456.44	108000.36	1.49

cerchio indagato n. : 23

Xc	Yc	raggio	larg. strisca	Forze Resist.	Forze Motrici	Coeff. Sic.
-7.15	15.27	16.86	1.16	143962.60	100530.12	1.43

cerchio indagato n. : 24

Xc	Yc	raggio	larg. strisca	Forze Resist.	Forze Motrici	Coeff. Sic.
-5.72	15.27	16.31	1.11	131481.88	94406.48	1.39

cerchio indagato n. : 25

Xc	Yc	raggio	larg. strisca	Forze Resist.	Forze Motrici	Coeff. Sic.
-4.29	15.27	15.87	1.07	122906.47	89632.07	1.37

cerchio indagato n. : 26

Xc	Yc	raggio	larg. strisca	Forze Resist.	Forze Motrici	Coeff. Sic.
-2.86	15.27	15.54	1.04	118112.04	86170.40	1.37

cerchio indagato n. : 27

Xc	Yc	raggio	larg. strisca	Forze Resist.	Forze Motrici	Coeff. Sic.
-1.43	15.27	15.34	1.02	117053.85	84024.72	1.39

cerchio indagato n. : 28

Xc	Yc	raggio	larg. strisca	Forze Resist.	Forze Motrici	Coeff. Sic.
0.00	15.27	15.27	1.01	119478.79	82770.09	1.44

cerchio indagato n. : 29

Xc	Yc	raggio	larg. strisca	Forze Resist.	Forze Motrici	Coeff. Sic.
-8.58	13.32	15.84	1.15	154594.16	106149.11	1.46

cerchio indagato n. : 30

Xc	Yc	raggio	larg. strisca	Forze Resist.	Forze Motrici	Coeff. Sic.
-7.15	13.32	15.11	1.09	136732.49	97899.75	1.40

cerchio indagato n. : 31

Xc	Yc	raggio	larg. strisca	Forze Resist.	Forze Motrici	Coeff. Sic.
-5.72	13.32	14.49	1.03	123166.02	91309.39	1.35

cerchio indagato n. : 32

Xc	Yc	raggio	larg. strisca	Forze Resist.	Forze Motrici	Coeff. Sic.
-4.29	13.32	13.99	0.98	113732.96	86166.93	1.32

cerchio indagato n. : 33

Xc	Yc	raggio	larg. strisca	Forze Resist.	Forze Motrici	Coeff. Sic.
-2.86	13.32	13.62	0.95	108550.53	82513.08	1.32

cerchio indagato n. : 34

Xc	Yc	raggio	larg. strisca	Forze Resist.	Forze Motrici	Coeff. Sic.
-1.43	13.32	13.39	0.93	107071.74	79901.78	1.34

cerchio indagato n. : 35

Xc	Yc	raggio	larg. strisca	Forze Resist.	Forze Motrici	Coeff. Sic.
0.00	13.32	13.32	0.92	109463.39	78442.39	1.40

cerchio indagato n. : 36

Xc	Yc	raggio	larg. strisca	Forze Resist.	Forze Motrici	Coeff. Sic.

-8.58	11.36	14.23	1.07	148935.90	105395.97	1.41
-------	-------	-------	------	-----------	-----------	------

cerchio indagato n. : 37

Xc	Yc	raggio	larg. strisca	Forze Resist.	Forze Motrici	Coeff. Sic.
-7.15	11.36	13.42	1.01	129382.29	96063.03	1.35

cerchio indagato n. : 38

Xc	Yc	raggio	larg. strisca	Forze Resist.	Forze Motrici	Coeff. Sic.
-5.72	11.36	12.72	0.95	114688.27	88858.53	1.29

cerchio indagato n. : 39

Xc	Yc	raggio	larg. strisca	Forze Resist.	Forze Motrici	Coeff. Sic.
-4.29	11.36	12.14	0.90	104170.97	82763.66	1.26

cerchio indagato n. : 40

Xc	Yc	raggio	larg. strisca	Forze Resist.	Forze Motrici	Coeff. Sic.
-2.86	11.36	11.71	0.86	98021.34	78858.48	1.25

cerchio indagato n. : 41

Xc	Yc	raggio	larg. strisca	Forze Resist.	Forze Motrici	Coeff. Sic.
-1.43	11.36	11.45	0.83	96215.75	75364.16	1.28

cerchio indagato n. : 42

Xc	Yc	raggio	larg. strisca	Forze Resist.	Forze Motrici	Coeff. Sic.
0.00	11.36	11.36	0.83	98520.27	73520.88	1.34

cerchio indagato n. : 43

Xc	Yc	raggio	larg. strisca	Forze Resist.	Forze Motrici	Coeff. Sic.
-8.58	9.40	12.72	0.99	142670.94	97281.80	1.47

cerchio indagato n. : 44

Xc	Yc	raggio	larg. strisca	Forze Resist.	Forze Motrici	Coeff. Sic.
-7.15	9.40	11.81	0.92	121724.70	92110.23	1.32

cerchio indagato n. : 45

Xc	Yc	raggio	larg. strisca	Forze Resist.	Forze Motrici	Coeff. Sic.
-5.72	9.40	11.00	0.85	105338.71	85671.17	1.23

cerchio indagato n. : 46

--	--	--	--	--	--	--

Xc	Yc	raggio	larg. strisca	Forze Resist.	Forze Motrici	Coeff. Sic.
-4.29	9.40	10.33	0.79	93532.52	78928.35	1.19

cerchio indagato n. : 47

Xc	Yc	raggio	larg. strisca	Forze Resist.	Forze Motrici	Coeff. Sic.
-2.86	9.40	9.82	0.75	86571.88	73789.72	1.17

cerchio indagato n. : 48

Xc	Yc	raggio	larg. strisca	Forze Resist.	Forze Motrici	Coeff. Sic.
-1.43	9.40	9.51	0.72	84217.86	70100.96	1.20

cerchio indagato n. : 49

Xc	Yc	raggio	larg. strisca	Forze Resist.	Forze Motrici	Coeff. Sic.
0.00	9.40	9.40	0.72	86368.79	67649.82	1.28

RELAZIONE TIPO

Dati del cerchio n. : 47 corrisponde alla superficie di rottura che ha il piu' basso valore del coefficiente di sicurezza

concio (n.)	larg. concio (m.)	σ_i (kg/cm ²)	σ_{i+1} (kg/cm ²)	$W_{i,sovracc}$ (Kg)	$W_{i,totale}$ (Kg)	alfa (°)	T_i (Kg)	N_i (Kg)	$c*N_i*\tan\phi$ (Kg)	$W_i*\sin\alpha$ (Kg)
1	0.75	0.00	0.00	0	939	-61.95	-824	641	316	-824
2	0.75	0.00	0.00	0	2559	-53.59	-1966	2053	1014	-1966
3	0.75	0.00	0.00	0	3769	-46.70	-2513	3351	1655	-2513
4	0.75	0.00	0.00	0	4731	-40.62	-2691	4516	2231	-2691
5	0.75	0.00	0.00	0	5512	-35.06	-2610	5540	2737	-2610
6	0.75	0.00	0.00	0	6151	-29.85	-2340	6421	3172	-2340
7	0.75	0.00	0.00	0	6671	-24.91	-1928	7157	3536	-1928
8	0.75	0.00	0.00	0	7087	-20.16	-1412	7748	3828	-1412
9	0.75	0.00	0.00	0	7411	-15.55	-824	8193	4048	-821
10	0.75	0.00	0.00	0	7648	-11.05	-180	8496	4198	-180
11	0.75	0.00	0.00	0	7803	-6.61	487	8657	4277	487
12	0.75	0.00	0.00	0	7881	-2.21	1161	8680	4288	1161
13	0.75	0.00	0.00	0	7881	2.18	1821	8566	4232	1821
14	0.75	0.00	0.00	0	7804	6.57	2449	8319	4110	2449
15	0.75	0.00	0.00	0	7649	11.01	3024	7943	3925	3024
16	0.75	2798.00	2850.00	425	8638	15.52	4020	8657	4277	4020
17	0.75	2850.00	3125.00	279	13153	20.13	6807	12608	6229	6807
18	0.75	3125.00	3389.00	2606	13014	24.87	7681	11872	5866	7681
19	0.75	3389.00	3637.00	2909	12798	29.81	8457	10985	5428	8457
20	0.75	3637.00	3847.00	3240	12492	35.02	9108	9942	4912	9108
21	0.75	3847.00	3950.00	3576	12048	40.58	9580	8715	4306	9580
22	0.75	3950.00	3823.00	3844	11356	46.65	9755	7247	3580	9755
23	0.75	3823.00	3167.00	3825	10128	53.54	9337	5413	2674	9337
24	0.75	3167.00	1423.00	2901	7589	61.88	7505	3002	1483	7505
25	0.75	1423.00	0.00	1134	3010	75.05	3171	478	236	3171

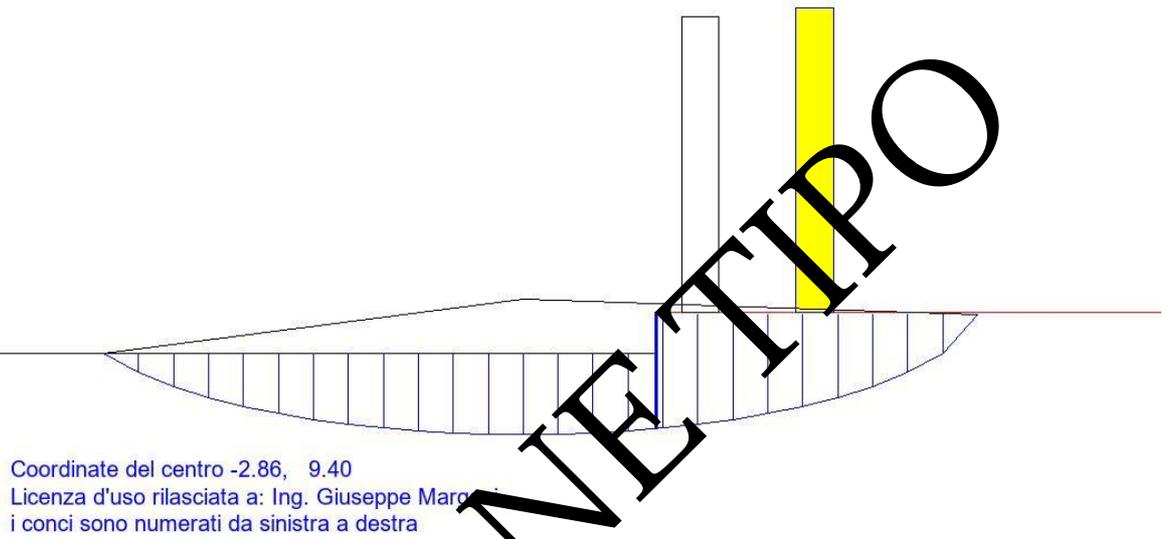
Forze Resistenti (Kg*m): 86571.879

Forze Motrici Instabilizzanti (Kg*m): 73789.718

Coefficiente di stabilita' globale R2 = 1.1

Coefficiente di sicurezza: 1.173

VERIFICA DI STABILITA' GLOBALE



RELAZIONE TIPO

Dati del cerchio n. : 1 corrisponde alla superficie di rottura che ha il piu' alto valore del coefficiente di sicurezza

concio (n.)	larg. concio (m.)	σ_i (kg/cm ²)	σ_i (kg/cm ²)	$W_{i,sovracc}$ (Kg)	$W_{i,totale}$ (Kg)	alfa (°)	T_i (Kg)	N_i (Kg)	$c*1+N_i*\tan\phi$ (Kg)	$W_i*\sin\alpha$ (Kg)
1	1.42	0.00	0.00	0	1738	-44.22	-1091	1594	787	-1091
2	1.42	0.00	0.00	0	4946	-39.43	-2714	4779	2361	-2714
3	1.42	0.00	0.00	0	7664	-34.95	-3615	7711	3810	-3615
4	1.42	0.00	0.00	0	9974	-30.70	-3948	10355	5116	-3948
5	1.42	0.00	0.00	0	11931	-26.64	-3833	12691	6270	-3833
6	1.42	0.00	0.00	0	13575	-22.71	-3363	14765	7265	-3363
7	1.42	0.00	0.00	0	14935	-18.90	-2615	16387	8097	-2615
8	1.42	0.00	0.00	0	16031	-15.17	-1658	17436	8763	-1658
9	1.42	0.00	0.00	0	16879	-11.51	-548	18748	9263	-548
10	1.42	0.00	0.00	0	17491	-7.89	657	19424	9597	657
11	1.42	0.00	0.00	0	17873	-4.31	1911	19768	9767	1911
12	1.42	0.00	0.00	0	18050	-0.74	3166	19783	9774	3166
13	1.42	0.00	0.00	0	17965	2.83	4374	19477	9623	4374
14	1.42	0.00	0.00	0	17676	6.40	5490	18859	9318	5490
15	1.42	0.00	0.00	0	17161	10.00	6470	17937	8862	6470
16	1.42	0.00	0.00	0	16412	13.65	7265	16727	8264	7265
17	1.42	0.00	0.00	0	15420	17.35	7826	15243	7531	7826
18	1.42	2798.00	2937.00	1097	17373	21.12	9696	16533	8168	9696
19	1.42	2937.00	3469.00	4873	24573	25.00	14561	22386	11060	14561
20	1.42	3469.00	3819.00	5705	23583	29.00	15221	20465	10111	15221
21	1.42	3819.00	3626.00	6039	21758	33.16	15215	17831	8810	15215
22	1.42	3626.00	2547.00	5231	18410	37.54	13962	14066	6950	13962
23	1.42	2547.00	1039.00	3208	13395	42.19	11077	9343	4616	11077
24	1.42	1039.00	107.00	1098	7734	47.22	6993	4756	2350	6993
25	1.42	107.00	0.00	112	2465	52.79	2410	1270	627	2410

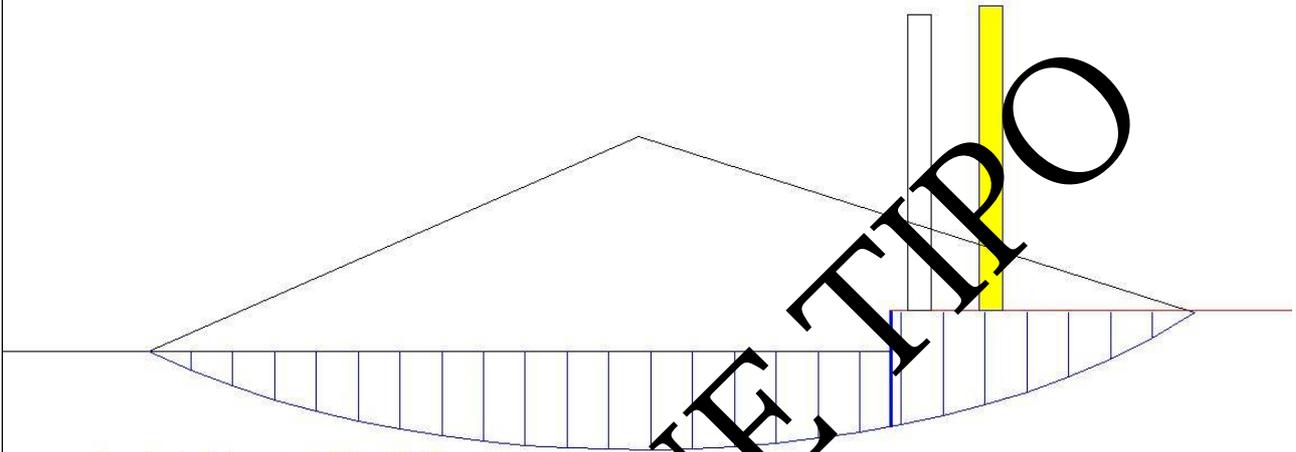
Forze Resistenti (Kg*m): 177173.340

Forze Motrici Instabilizzanti (Kg*m): 113203.004

Coefficiente di stabilita' globale R2 = 1.1

Coefficiente di sicurezza: 1.565

VERIFICA DI STABILITA' GLOBALE



Coordinate del centro -8.58, 21.15
Licenza d'uso rilasciata a: Ing. Giuseppe Margani
i conci sono numerati da sinistra a destra

RELAZIONE TIPO

VERIFICA AGLI SLU SEZIONE MAGGIORMENTE SOLLECITATA

Momento Massimo M_{Ed} (daN*m)	14838
Taglio massimo $V_{c,Ed}$ (daN)	-21345
Sforno Normale massimo N_{Ed} (daN)	1198

VERIFICA A PRESSO FLESSIONE- SLU

Acciaio Tipo	S355
Classe Acciaio	Acciaio FLESSIONE/COMPRESSIONE in campo 1
f_{yd} per verifiche SLU (daN/cm ²)	3380
σ_{max} per verifiche SLE (daN/cm ²)	2840
Modulo di di resisnza plastico W_{pl} (cm ³)	304
Coeff. di sicurezza γ_{M0} (cm ³)	1.05

Per la verifica deve risultare:

$$N_{Ed} / N_{Rd} + M_{Ed} / M_{Rd} \leq 1$$

$$N_{Rd} = A * f_{yd} = 206914$$

$$M_{Rd} = W_{pl} * f_{yd} = 1027809$$

$$N_{Ed} / N_{Rd} + M_{Ed} / M_{Rd} = 21345.00$$

SEZIONE VERIFICATA

VERIFICA A TAGLIO- SLU

Area sezione	cm ²	61.2
Coeff. di sicurezza γ_{M0}	1.05	
$A_v = 2 * A * \pi$	38.96	$V_{c,Rd} = A_v * f_{td} / \gamma_{M0} = 76051.88$
		$V_{c,Ed} / V_{c,Rd} \leq -0.28$

SEZIONE VERIFICATA

VERIFICA A PRESSO FLESSIONE- SLE

Momento Massimo M_e (daN*m)	9912
Sforno Normale massimo N_e (daN)	877
σ_{max} per verifiche SLE (daN/cm ²)	2840
Modulo di di resisnza elastico W_{el} (cm ³)	222
	$N_e / A + M_e / W_{el} = 58.98$

SEZIONE VERIFICATA

VERIFICA A TAGLIO- SLE

Taglio Massimo T_e (daN)	-17384
τ_{max} per verifiche SLE (daN/cm ²)	2840

Diametro tubo D (mm) 168
Spessore tubo s (mm) 10

$$\tau = 2 * T_e / (\pi * D * s) = -657.58$$

SEZIONE VERIFICATA

RELAZIONE TIPO

VERIFICA CORDOLO DI CORONAMENTO

VERIFICA A FLESSIONE- SLU

Per la verifica deve risultare:

$$M_{Ed} / M_{Rd} \leq 1$$

Acciaio Tipo		B450C
f_{yd} per verifiche SLU	(daN/cm ²)	3913
Base sezione	(cm)	40
Altezza sezione	(cm)	51
Diametro ferri longitudinali	(mm)	16
Numero ferri	num.	3
Copriferro	cm	5
Posizione asse neutro da lembo compresso x	(cm)	4.24
Forza concentrata da assorbire F	(daN)	1189.54
Luce di calcolo l	(cm)	120
Le sollecitazioni massime si verificano per:		combinazione di carico 3
Momento Massimo M_{Ed}	(daN*cm)	35686
Momento Resistente M_{Rd}	(daN*cm)	941253

$$M_{Ed} / M_{Rd} = 0.04$$

SEZIONE VERIFICATA

VERIFICA A TAGLIO- SLU

Diametro staffe	(mm)	8
Passo staffe	(cm)	10
V_{Ed}	(daN)	594
V_{Rd}	(daN)	35404

$$V_{Ed} / V_{Rd} \leq 0.02$$

SEZIONE VERIFICATA

RELAZIONETIPO

ORIGINE E CARATTERISTICHE DEI CODICI DI CALCOLO UTILIZZATI
GIUDIZIO MOTIVATO DI ACCETTABILITA' DEI RISULTATI

Il programma di calcolo utilizzato e' stato realizzato all'interno dello studio tecnico dell' Ing. Giuseppe Margani, ubicato in Niscemi, via Terranova 9.

Le modalita' d'uso del programma sono visibili nel video redatto dallo stesso Autore e presente all'interno del sito: www.margani.eu.

Il calcolo e' stato eseguito prima manualmente e poi trasformato in codici. L'intero programma e' stato scritto con linguaggio Python. I calcoli sono conformi alle normativa vigente richiamata all'interno della relazione di calcolo. Il programma tratta le verifiche geotecniche e strutturali, per il progetto di paratie a sbalzo con pali in c.a o tubi in acciaio, in accordo con quanto prescritto dalla normativa vigente.

Le opere, oggetto della presente relazione risultano di proprieta' della ditta : _____
nato a _____ il _____ e residente a Niscemi in via _____

Il programma utilizzato per la esecuzione dei calcoli e' stato concesso in uso a : Ing. Giuseppe Margani

il calcolista

RELAZIONE TIPO