



REGIONE SICILIA
COMUNE DI SANT'ALESSIO SICULO
PROVINCIA DI MESSINA

OGGETTO:

"Lavori di Recupero ristrutturazione e/o costruzione nuovo edificio scolastico scuola A. Gussio".

PROGETTO ESECUTIVO

PROGETTISTA:

Ing. Faranna Claudio G.



ELABORATO C

TAV. 1.10

TABULATO MURO 2,5m

DATA: 16/05/2022

RUP :

Ing. Pietro Mifa

N°	Data	Descrizione della Revisione o Sostituisce

TABULATO MURO 2,5m

Normative di riferimento

- Legge nr. 1086 del 05/11/1971.
Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio, normale e precompresso ed a struttura metallica.
- Legge nr. 64 del 02/02/1974.
Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche.
- D.M. LL.PP. del 11/03/1988.
Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione.
- D.M. LL.PP. del 14/02/1992.
Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche.
- D.M. 9 Gennaio 1996
Norme Tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche
- D.M. 16 Gennaio 1996
Norme Tecniche relative ai 'Criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi'
- D.M. 16 Gennaio 1996
Norme Tecniche per le costruzioni in zone sismiche
- Circolare Ministero LL.PP. 15 Ottobre 1996 N. 252 AA.GG./S.T.C.
Istruzioni per l'applicazione delle Norme Tecniche di cui al D.M. 9 Gennaio 1996
- Circolare Ministero LL.PP. 10 Aprile 1997 N. 65/AA.GG.
Istruzioni per l'applicazione delle Norme Tecniche per le costruzioni in zone sismiche di cui al D.M. 16 Gennaio 1996
- Norme Tecniche per le Costruzioni 2018 (D.M. 17 Gennaio 2018)
- Circolare C.S.LL.PP. 21/01/2019 n.7 - Istruzioni per l'applicazione dell'Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni di cui al D.M. 17 gennaio 2018

Richiami teorici

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

- Calcolo della spinta del terreno
- Verifica a ribaltamento
- Verifica a scorrimento del muro sul piano di posa
- Verifica della stabilità complesso fondazione terreno (carico limite)
- Verifica della stabilità globale

Se il muro è in calcestruzzo armato: Calcolo delle sollecitazioni sia del muro che della fondazione, progetto delle armature e relative verifiche dei materiali.

Se il muro è a gravità: Calcolo delle sollecitazioni sia del muro che della fondazione e verifica in diverse sezioni al ribaltamento, allo scorrimento ed allo schiacciamento.

Calcolo della spinta sul muro

Valori caratteristici e valori di calcolo

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

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

Metodo di Culmann

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

I passi del procedimento risolutivo sono i seguenti:

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

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

La convergenza non si raggiunge se il terrapieno risulta inclinato di un angolo maggiore dell'angolo d'attrito del terreno.

Nei casi in cui è applicabile il metodo di Coulomb (profilo a monte rettilineo e carico uniformemente distribuito) i risultati ottenuti col metodo di Culmann coincidono con quelli del metodo di Coulomb.

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

Spinta in presenza di falda

Nel caso in cui a monte della parete sia presente la falda il diagramma delle pressioni risulta modificato a causa della sottospinta che l'acqua esercita sul terreno. Il peso di volume del terreno al di sopra della linea di falda non subisce variazioni. Viceversa, al di sotto del livello di falda va considerato il peso di volume efficace

$$\gamma' = \gamma_{\text{sat}} - \gamma_w$$

dove γ_{sat} è il peso di volume saturo del terreno (dipendente dall'indice dei pori) e γ_w è il peso specifico dell'acqua. Quindi il diagramma delle pressioni al di sotto della linea di falda ha una pendenza minore. Al diagramma così ottenuto va sommato il diagramma triangolare legato alla pressione esercitata dall'acqua.

Spinta in presenza di sisma

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

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

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

$$\varepsilon' = \varepsilon + \theta \quad \beta' = \beta + \theta$$

dove $\theta = \arctg(k_h/(1 \pm k_v))$ essendo k_h il coefficiente sismico orizzontale e k_v il coefficiente sismico verticale, definito in funzione di k_h . In presenza di falda a monte, θ assume le seguenti espressioni:

Terreno a bassa permeabilità

$$\theta = \arctan\left(\frac{\gamma_{\text{sat}}}{\gamma_{\text{sat}} - \gamma_w} \frac{k_h}{1 \pm k_v}\right)$$

Terreno a permeabilità elevata

$$\theta = \arctan\left(\frac{\gamma}{\gamma_{\text{sat}} - \gamma_w} \frac{k_h}{1 \pm k_v}\right)$$

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

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

dove il coefficiente A vale

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

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

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

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

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

$$F_{IH} = k_h W \quad F_{IV} = \pm k_v W$$

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

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

Verifica a ribaltamento

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

Deve quindi essere verificata la seguente disequaglianza:

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

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

Verifica a scorrimento

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

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

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

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

$$F_r = N \tan \delta_f + c_a B_f$$

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

$$F_r = (N - Q) \tan \delta_f S_p + c_a L_c$$

con

$$L_c = B_f - L_e$$

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

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

Verifica al carico limite

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

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

Terzaghi ha proposto la seguente espressione per il calcolo della capacità portante di una fondazione superficiale.

$$q_u = c N_c s_c + q N_q + 0.5 B \gamma N_\gamma s_\gamma$$

La simbologia adottata è la seguente:

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

I fattori di capacità portante sono espressi dalle seguenti relazioni:

Fattori di capacità portante	$N_c = (N_q - 1) \cotg \varphi$	$N_q = \frac{a^2}{2 \cos^2 \left(45 + \frac{\varphi}{2} \right)}$ dove $e^{(0.75\pi - \frac{\varphi}{2}) \tan \varphi}$	$N_\gamma = \frac{\tan \varphi}{2} \left(\frac{K_{py}}{\cos^2 \varphi} - 1 \right)$	
Fattori di forma	$s_c = 1$ $s_c = 1.3$		$s_\gamma = 1$ $s_\gamma = 0.8$	per fondazioni nastriformi per fondazioni quadrate

Il termine K_{py} che compare nell'espressione di N_γ non ha un'espressione analitica. Pertanto si assume per N_γ l'espressione proposta da Meyerhof

$$N_\gamma = (N_q - 1) \tan(1.4\varphi)$$

Riduzione per eccentricità del carico

Nel caso in cui il carico al piano di posa della fondazione risulta eccentrico, Meyerhof propone di moltiplicare la capacità portante ultima per un fattore correttivo R_e

$R_e = 1.0 - 2.0 \frac{e}{B}$	per terreni coesivi
$R_e = 1.0 - \sqrt{\frac{e}{B}}$	per terreni incoerenti

con e eccentricità del carico e B la dimensione minore della fondazione.

Riduzione per effetto piastra

Per valori elevati di B (dimensione minore della fondazione), Bowles propone di utilizzare un fattore correttivo r_γ del solo termine sul peso di volume ($0.5 B \gamma N_\gamma$) quando B supera i 2 m.

$$r_\gamma = 1.0 - 0.25 \log \frac{B}{2.0}$$

Il termine sul peso di volume diventa:

$$0.5 B \gamma N_\gamma r_\gamma$$

Verifica alla stabilità globale

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

Viene usata la tecnica della suddivisione a strisce della superficie di scorrimento da analizzare. La superficie di scorrimento viene supposta circolare e determinata in modo tale da non avere intersezione con il profilo del muro. Si adotta per la verifica di stabilità globale il metodo di Bishop.

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

$$\eta = \frac{\sum_{i=0}^n \left[\frac{c_i b_i + (W_i - u_i b_i) \tan \varphi_i}{m} \right]}{\sum_{i=0}^n W_i \sin \alpha_i}$$

dove il termine m è espresso da

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

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

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

Dati

Materiali

Simbologia adottata

n°	Indice materiale
Descr	Descrizione del materiale
<u>Calcestruzzo armato</u>	
C	Classe di resistenza del cls
A	Classe di resistenza dell'acciaio
γ	Peso specifico, espresso in [kg/mc]
R _{ck}	Resistenza caratteristica a compressione, espressa in [kg/cm ²]
E	Modulo elastico, espresso in [kg/cm ²]
ν	Coeff. di Poisson
n	Coeff. di omogenizzazione acciaio/cls
ntc	Coeff. di omogenizzazione cls tesoro/compresso

Calcestruzzo armato

n°	Descr	C	A	γ	R _{ck}	E	ν	n	ntc
				[kg/mc]	[kg/cm ²]	[kg/cm ²]			
1	C28/35	C28/35	B450C	2500,00	356,90	332300	0.30	15.00	0.50

Acciai

Descr	f _{yk}	f _{uk}
	[kg/cm ²]	[kg/cm ²]
B450C	4588,65	5506,38

Geometria profilo terreno a monte del muro

Simbologia adottata

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

n°	numero ordine del punto
X	ascissa del punto espressa in [m]
Y	ordinata del punto espressa in [m]
A	inclinazione del tratto espressa in [°]

n°	X	Y	A
	[m]	[m]	[°]
1	0,00	0,00	0.000
2	3,00	0,00	0.000
3	8,00	0,00	0.000

Inclinazione terreno a valle del muro rispetto all'orizzontale 0.000 [°]

Geometria muro

Geometria paramento e fondazione

Lunghezza muro 10,00 [m]

Paramento

Materiale	C28/35	
Altezza paramento	2,50	[m]
Altezza paramento libero	2,50	[m]
Spessore in sommità	0,25	[m]
Spessore all'attacco con la fondazione	0,25	[m]
Inclinazione paramento esterno	0,00	[°]
Inclinazione paramento interno	0,00	[°]

Fondazione

Materiale	C28/35	
Lunghezza mensola di valle	0,30	[m]
Lunghezza mensola di monte	1,40	[m]
Lunghezza totale	1,95	[m]
Inclinazione piano di posa	0,00	[°]
Spessore	0,60	[m]
Spessore magrone	0,00	[m]

Sperone

Posizione

Monte

Distanza dal tacco della fondazione

[m]

Altezza

0,40

[m]

Spessore

0,50

[m]

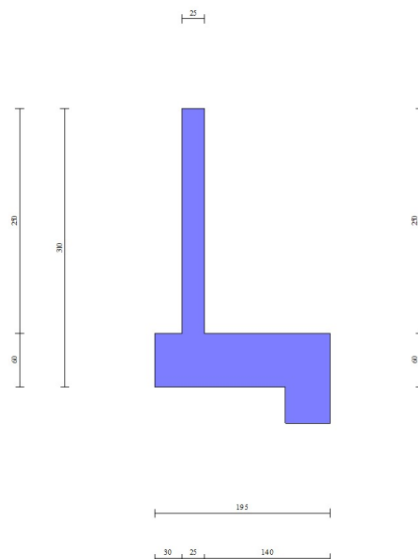


Fig. 1 - Sezione quotata del muro

Descrizione terreniParametri di resistenzaSimbologia adottata

n°	Indice del terreno
Descr	Descrizione terreno
γ	Peso di volume del terreno espresso in [kg/mc]
γ_s	Peso di volume saturo del terreno espresso in [kg/mc]
ϕ	Angolo d'attrito interno espresso in [°]
δ	Angolo d'attrito terra-muro espresso in [°]
c	Coesione espressa in [kg/cm ²]
c _a	Adesione terra-muro espressa in [kg/cm ²]
<u>Per calcolo portanza con il metodo di Bustamante-Doix</u>	
Cesp	Coeff. di espansione laterale (solo per il metodo di Bustamante-Doix)
τ_l	Tensione tangenziale limite, espressa in [kg/cm ²]

n°	Descr	γ [kg/mc]	γ_{sat} [kg/mc]	ϕ [°]	δ [°]	c [kg/cm ²]	c _a [kg/cm ²]	Cesp	τ_l [kg/cm ²]
1	Terreno	1800,00	2000,00	32.000	21.330	0,00	0,00	---	---
2	Terreno 2	1800,00	2000,00	32.000	21.330	0,00	0,00	---	---

StratigrafiaSimbologia adottata

n°	Indice dello strato
H	Spessore dello strato espresso in [m]
α	Inclinazione espressa in [°]
Terreno	Terreno dello strato
<u>Per calcolo pali (solo se presenti)</u>	
K _w	Costante di Winkler orizzontale espressa in Kg/cm ² /cm
K _s	Coefficiente di spinta
Cesp	Coefficiente di espansione laterale (per tutti i metodi tranne il metodo di Bustamante-Doix)

Per calcolo della spinta con coeff. di spinta definiti (usati solo se attiva l'opzione 'Usa coeff. di spinta da strato')

K_{ststa}, K_{stsis} Coeff. di spinta statico e sismico

n°	H [m]	α [°]	Terreno	K _w [Kg/cm ²]	K _s	Cesp	K _{ststa}	K _{stsis}
1	5,00	0.000	Terreno	---	---	---	---	---
2	12,00	0.000	Terreno 2	---	---	---	---	---



Fig. 2 - Stratigrafia

Condizioni di carico

Simbologia adottata

Carichi verticali positivi verso il basso.

Carichi orizzontali positivi verso sinistra.

Momento positivo senso antiorario.

X	Ascissa del punto di applicazione del carico concentrato espressa in [m]
F _x	Componente orizzontale del carico concentrato espressa in [kg]
F _y	Componente verticale del carico concentrato espressa in [kg]
M	Momento espresso in [kgm]
X _i	Ascissa del punto iniziale del carico ripartito espressa in [m]
X _f	Ascissa del punto finale del carico ripartito espressa in [m]
Q _i	Intensità del carico per x=X _i espressa in [kg]
Q _f	Intensità del carico per x=X _f espressa in [kg]

Condizione n° 1 (Condizione 1) - VARIABILE TF

Coeff. di combinazione $\Psi_0=1.00$ - $\Psi_1=1.00$ - $\Psi_2=1.00$

Carichi sul terreno

n°	Tipo	X [m]	F _x [kg]	F _y [kg]	M [kgm]	X _i [m]	X _f [m]	Q _i [kg]	Q _f [kg]
1	Distribuito					1,00	5,00	2000,00	2000,00

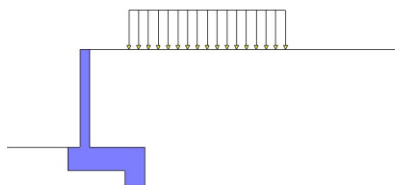


Fig. 3 - Carichi sul terreno

Normativa

Normativa usata: **Norme Tecniche sulle Costruzioni 2018 (D.M. 17.01.2018) + Circolare C.S.LL.PP. 21/01/2019 n.7**

Coeff. parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni

Carichi	Effetto	Combinazioni statiche	Combinazioni sismiche
---------	---------	-----------------------	-----------------------

			UPL	EQU	A1	A2	EQU	A1	A2
Permanenti strutturali	Favorevoli	$\gamma_{G1, fav}$	0.90	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Permanenti strutturali	Sfavorevoli	$\gamma_{G1, sfav}$	1.10	1.30	1.30	1.00	1.00	1.00	1.00
Permanenti non strutturali	Favorevoli	$\gamma_{G2, fav}$	0.80	0.80	0.80	0.80	0.00	0.00	0.00
Permanenti non strutturali	Sfavorevoli	$\gamma_{G2, sfav}$	1.50	1.50	1.50	1.30	1.00	1.00	1.00
Variabili	Favorevoli	$\gamma_{Q, fav}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Variabili	Sfavorevoli	$\gamma_{Q, sfav}$	1.50	1.50	1.50	1.30	1.00	1.00	1.00
Variabili da traffico	Favorevoli	$\gamma_{QT, fav}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Variabili da traffico	Sfavorevoli	$\gamma_{QT, sfav}$	1.50	1.35	1.35	1.15	1.00	1.00	1.00

Coeff. parziali per i parametri geotecnici del terreno

Parametro		Combinazioni statiche		Combinazioni sismiche	
		M1	M2	M1	M2
Tangente dell'angolo di attrito	$\gamma_{\tan(\phi)}$	1.00	1.25	1.00	1.00
Coesione efficace	γ_c	1.00	1.25	1.00	1.00
Resistenza non drenata	γ_{cu}	1.00	1.40	1.00	1.00
Peso nell'unità di volume	γ_y	1.00	1.00	1.00	1.00

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

Verifica	Combinazioni statiche			Combinazioni sismiche		
	R1	R2	R3	R1	R2	R3
Capacità portante	--	--	1.40	--	--	1.20
Scorrimento	--	--	1.10	--	--	1.00
Resistenza terreno a valle	--	--	1.40	--	--	1.20
Ribaltamento	--	--	1.15	--	--	1.00
Stabilità fronte di scavo	--	1.10	--	--	1.20	--

Descrizione combinazioni di carico

Con riferimento alle azioni elementari prima determinate, si sono considerate le seguenti combinazioni di carico:

- Combinazione fondamentale, impiegata per gli stati limite ultimi (SLU):

$$\gamma_{G1} G_1 + \gamma_{G2} G_2 + \gamma_{Q1} Q_{k1} + \gamma_{Q2} Q_{k2} + \gamma_{Q3} Q_{k3} + \dots$$

- Combinazione sismica, impiegata per gli stati limite ultimi connessi all'azione sismica E:

$$E + G_1 + G_2 + \Psi_{2,1} Q_{k1} + \Psi_{2,2} Q_{k2} + \Psi_{2,3} Q_{k3} + \dots$$

I valori dei coeff. $\Psi_{0,j}$, $\Psi_{1,j}$, $\Psi_{2,j}$ sono definiti nelle singole condizioni variabili.

I valori dei coeff. γ_G e γ_Q , sono definiti nella tabella normativa.

In particolare si sono considerate le seguenti combinazioni:

Simbologia adottata

γ Coefficiente di partecipazione della condizione
 Ψ Coefficiente di combinazione della condizione

Combinazione n° 1 - STR (A1-M1-R3)

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.30	--	Sfavorevole
Condizione 1	1.35	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 2 - STR (A1-M1-R3) H

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Condizione 1	1.00	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 3 - GEO (A2-M2-R2)

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Condizione 1	1.15	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 4 - GEO (A2-M2-R2) H

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Condizione 1	1.00	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 5 - EQU (A1-M1-R3)

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.30	--	Sfavorevole
Condizione 1	1.35	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 6 - EQU (A1-M1-R3) H

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Condizione 1	1.00	1.00	Sfavorevole

Dati sismici

Comune	Sant' Alessio Siculo
Provincia	Messina
Regione	Sicilia
Latitudine	37.925069
Longitudine	15.349572
Indice punti di interpolazione	46094 - 46095 - 45873 - 45872
Vita nominale	50 anni
Classe d'uso	II
Tipo costruzione	Normali affollamenti
Vita di riferimento	50 anni

	Simbolo	U.M.		SLU	SLE
Accelerazione al suolo	a_g	[m/s ²]		2.333	0.807
Accelerazione al suolo	a_g/g	[%]		0.238	0.082
Massimo fattore amplificazione spettro orizzontale	F0			2.438	2.400
Periodo inizio tratto spettro a velocità costante	Tc*			0.346	0.285
Tipo di sottosuolo - Coefficiente stratigrafico	Ss		C	1.352	1.500
Categoria topografica - Coefficiente amplificazione topografica	St		T1	1.000	

Stato limite ...	Coeff. di riduzione β_m	kh [%]	kv [%]
Ultimo	0.380	12.219	6.110
Ultimo - Ribaltamento	0.570	18.329	9.164
Esercizio	0.470	5.802	2.901

Nel calcolo non è stato portato in conto il sisma verticale

Forma diagramma incremento sismico **Rettangolare**

Opzioni di calcolo

Spinta

Metodo di calcolo della spinta	Culmann
Tipo di spinta	Spinta attiva
Terreno a bassa permeabilità	NO
Superficie di spinta limitata	NO

Capacità portante

Metodo di calcolo della portanza	Terzaghi
Criterio di media calcolo del terreno equivalente (terreni stratificati)	Ponderata
Criterio di riduzione per eccentricità della portanza	Meyerhof
Criterio di riduzione per rottura locale (punzonamento)	Nessuna
Larghezza fondazione nel terzo termine della formula del carico limite ($0.5B\gamma N_{\gamma}$)	Larghezza effettiva (B)
Fattori di forma e inclinazione del carico	Solo i fattori di inclinazione
Se la fondazione ha larghezza superiore a 2.0 m viene applicato il fattore di riduzione per comportamento a piastra	

Stabilità globale

Metodo di calcolo della stabilità globale	Bishop
---	--------

Altro

Partecipazione spinta passiva terreno antistante	50.00
Partecipazione resistenza passiva dente di fondazione	50.00
Componente verticale della spinta nel calcolo delle sollecitazioni	NO
Considera terreno sulla fondazione di valle	NO
Considera spinta e peso acqua fondazione di valle	NO

Spostamenti

Non è stato richiesto il calcolo degli spostamenti

Cedimenti

Non è stato richiesto il calcolo dei cedimenti

Specifiche per le verifiche nelle combinazioni allo Stato Limite Ultimo (SLU)

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

Risultati per combinazione

Spinta e forze

Simbologia adottata

Ic Indice della combinazione
A Tipo azione
I Inclinazione della spinta, espressa in [°]
V Valore dell'azione, espressa in [kg]
Cx, Cy Componente in direzione X ed Y dell'azione, espressa in [kg]
Px, Py Coordinata X ed Y del punto di applicazione dell'azione, espressa in [m]

Ic	A	V [kg]	I [°]	Cx [kg]	Cy [kg]	Px [m]	Py [m]
1	Spinta statica	6541	21,33	6093	2379	1,40	-2,10
	Peso/Inerzia muro			0	4987/0	0,33	-2,36
	Peso/Inerzia terrapieno			0	7380/0	0,70	-1,25
	Resistenza passiva terreno antistante			-527			
	Resistenza passiva sperone			-6963			
2	Spinta statica	4958	21,33	4618	1803	1,40	-2,11
	Incremento di spinta sismica		1487	1385	541	1,40	-1,75
	Peso/Inerzia muro			609	4987/0	0,33	-2,36
	Peso/Inerzia terrapieno			868	7100/0	0,70	-1,25
	Resistenza passiva terreno antistante			-527			
	Resistenza passiva sperone			-7646			

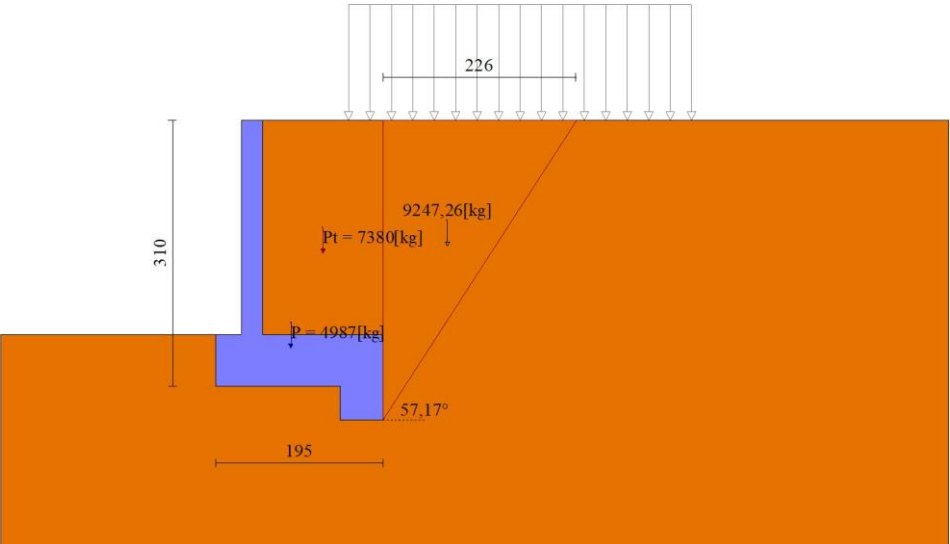


Fig. 4 - Cuneo di spinta (combinazione statica) (Combinazione n° 1)

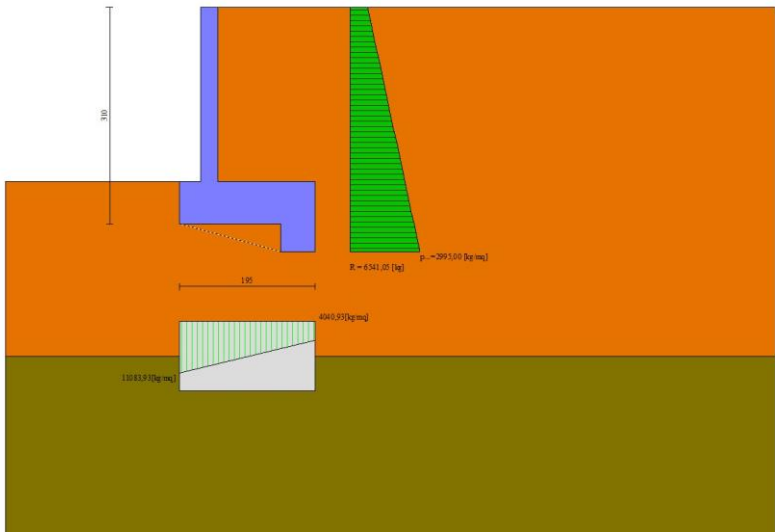


Fig. 5 - Diagramma delle pressioni (combinazione statica) (Combinazione n° 1)

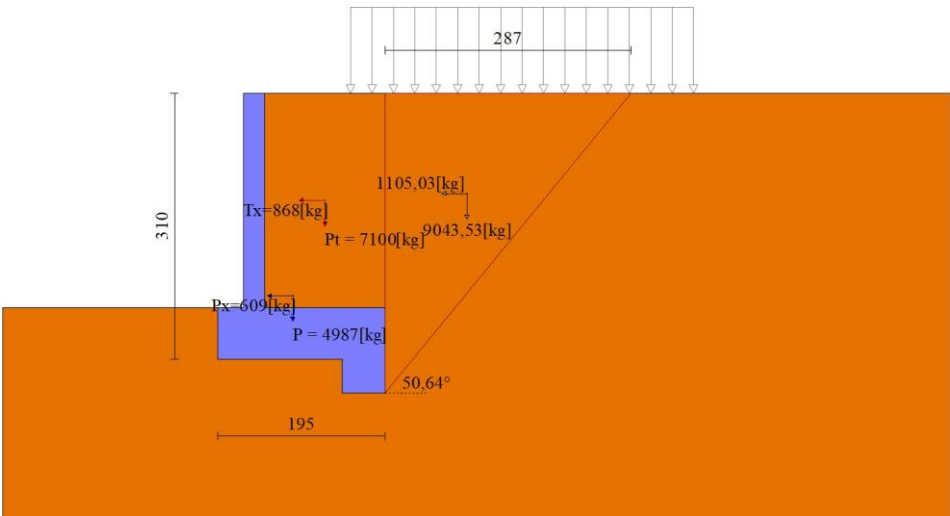


Fig. 6 - Cuneo di spinta (combinazione sismica) (Combinazione n° 2)

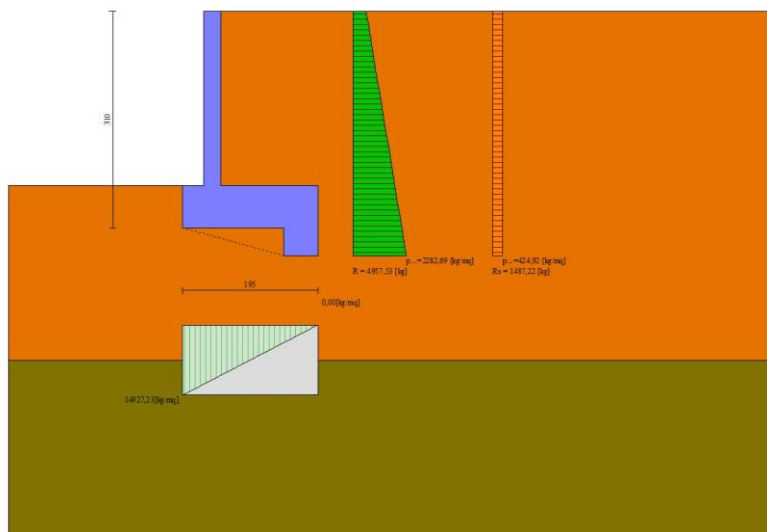


Fig. 7 - Diagramma delle pressioni (combinazione sismica) (Combinazione n° 2)

Verifiche geotecniche

Quadro riassuntivo coeff. di sicurezza calcolati

Simbologia adottata

Cmb	Indice/Tipo combinazione
S	Sisma (H: componente orizzontale, V: componente verticale)
FS _{SCO}	Coeff. di sicurezza allo scorrimento
FS _{RIB}	Coeff. di sicurezza al ribaltamento
FS _{QLIM}	Coeff. di sicurezza a carico limite
FS _{STAB}	Coeff. di sicurezza a stabilità globale
FS _{HYD}	Coeff. di sicurezza a sifonamento
FS _{SUPL}	Coeff. di sicurezza a sollevamento

Cmb	Sismica	FS _{SCO}	FS _{RIB}	FS _{QLIM}	FS _{STAB}	FS _{HYD}	FS _{SUPL}
1 - STR (A1-M1-R3)		1.388		6.598			
2 - STR (A1-M1-R3)	H	1.140		5.498			
3 - GEO (A2-M2-R2)					1.512		
4 - GEO (A2-M2-R2)	H				1.527		
5 - EQU (A1-M1-R3)			2.996				
6 - EQU (A1-M1-R3)	H		1.726				

Verifica a scorrimento fondazione

Simbologia adottata

n°	Indice combinazione
Rsa	Resistenza allo scorrimento per attrito, espresso in [kg]
Rpt	Resistenza passiva terreno antistante, espresso in [kg]
Rps	Resistenza passiva sperone, espresso in [kg]
Rp	Resistenza a carichi orizzontali pali (solo per fondazione mista), espresso in [kg]
Rt	Resistenza a carichi orizzontali tiranti (solo se presenti), espresso in [kg]
R	Resistenza allo scorrimento (somma di Rsa+Rpt+Rps+Rp), espresso in [kg]
T	Carico parallelo al piano di posa, espresso in [kg]
FS	Fattore di sicurezza (rapporto R/T)

n°	Rsa	Rpt	Rps	Rp	Rt	R	T	FS
	[kg]	[kg]	[kg]	[kg]	[kg]	[kg]	[kg]	
1 - STR (A1-M1-R3)	966	527	6963	--	--	8456	6093	1.388
2 - STR (A1-M1-R3) H	353	527	7646	--	--	8526	7480	1.140

Dettagli verifica a scorrimento

Simbologia adottata

n°	Indice combinazione
Ncss	Carico sul cuneo di spinta passiva, espresso in [kg]
φ _{RP}	Angolo di rottura passiva, espresso in [°]
Nrpp	Carico residuo sul piano di posa, espresso in [kg]
Lr	Lunghezza base residua, espresso in [m]

n°	Ncss	φ _{RP}	Nrpp	Lr
----	------	-----------------	------	----

	[kg]		[kg]	[m]
1	12274	15.423	2473	0,50
2	13528	15.423	904	0,48

Verifica a carico limite

Simbologia adottata

n°	Indice combinazione
N	Carico normale totale al piano di posa, espresso in [kg]
Qu	carico limite del terreno, espresso in [kg]
Qd	Portanza di progetto, espresso in [kg]
FS	Fattore di sicurezza (rapporto tra il carico limite e carico agente al piano di posa)

n°	N [kg]	Qu [kg]	Qd [kg]	FS
1 - STR (A1-M1-R3)	14747	97295	69496	6.598
2 - STR (A1-M1-R3) H	14432	79347	66122	5.498

Dettagli calcolo portanza

Simbologia adottata

n°	Indice combinazione
Nc, Nq, Ny	Fattori di capacità portante
ic, iq, iy	Fattori di inclinazione del carico
dc, dq, dy	Fattori di profondità del piano di posa
gc, gq, gy	Fattori di inclinazione del profilo topografico
bc, bq, by	Fattori di inclinazione del piano di posa
sc, sq, sy	Fattori di forma della fondazione
pc, pq, py	Fattori di riduzione per punzonamento secondo Vesic
Re	Fattore di riduzione capacità portante per eccentricità secondo Meyerhof
Ir, Irc	Indici di rigidità per punzonamento secondo Vesic
ry	Fattori per tener conto dell'effetto piastra. Per fondazioni che hanno larghezza maggiore di 2 m, il terzo termine della formula trinomia $0.5B_y N_y$ viene moltiplicato per questo fattore
D	Affondamento del piano di posa, espresso in [m]
B'	Larghezza fondazione ridotta, espresso in [m]
H	Altezza del cuneo di rottura, espresso in [m]
γ	Peso di volume del terreno medio, espresso in [kg/mc]
ϕ	Angolo di attrito del terreno medio, espresso in [°]
c	Coesione del terreno medio, espresso in [kg/cm ²]

Per i coeff. che in tabella sono indicati con il simbolo '-' sono coeff. non presenti nel metodo scelto (Terzaghi).

n°	Nc Nq Ny	ic iq iy	dc dq dy	gc gq gy	bc bq by	sc sq sy	pc pq py	Ir	Irc	Re	ry
1	44.036 28.517 27.325	-- -- --	-- -- --	-- -- --	-- -- --	1.300 1.000 0.800	-- -- --	--	--	0.721	1.000
2	44.036 28.517 27.325	-- -- --	-- -- --	-- -- --	-- -- --	1.300 1.000 0.800	-- -- --	--	--	0.588	1.000

n°	D [m]	B' [m]	H [m]	γ [°]	ϕ [kg/mc]	c [kg/cm ²]
1	0,60	1,95	0,61	1800	32.00	0,00
2	0,60	1,95	0,61	1800	32.00	0,00

Verifica a ribaltamento

Simbologia adottata

n°	Indice combinazione
Ms	Momento stabilizzante, espresso in [kgm]
Mr	Momento ribaltante, espresso in [kgm]
FS	Fattore di sicurezza (rapporto tra momento stabilizzante e momento ribaltante)

La verifica viene eseguita rispetto allo spigolo inferiore esterno della fondazione

n°	Ms [kgm]	Mr [kgm]	FS
5 - EQU (A1-M1-R3)	18230	6084	2.996
6 - EQU (A1-M1-R3) H	18469	10702	1.726

Verifica stabilità globale muro + terreno

Simbologia adottata

Ic	Indice/Tipo combinazione
C	Centro superficie di scorrimento, espresso in [m]
R	Raggio, espresso in [m]
FS	Fattore di sicurezza

Ic	C [m]	R [m]	FS
3 - GEO (A2-M2-R2)	-0,50; 1,00	4,89	1.512
4 - GEO (A2-M2-R2) H	-0,50; 2,00	5,83	1.527

Dettagli strisce verifiche stabilità

Simbologia adottata

Le ascisse X sono considerate positive verso monte

Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto

Origine in testa al muro (spigolo contro terra)

W peso della striscia espresso in [kg]

Qy carico sulla striscia espresso in [kg]

Qf carico acqua sulla striscia espresso in [kg]

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

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

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

b larghezza della striscia espressa in [m]

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

Tx; Ty Resistenza al taglio fornita dai tiranti in direzione X ed Y espressa in [kg/cmq]

Combinazione n° 3 - GEO (A2-M2-R2)

n°	W [kg]	Qy [kg]	Qf [kg]	b [m]	α [°]	ϕ [°]	c [kg/cm ²]	u [kg/cm ²]	Tx; Ty [kg]
1	293	758	0	4,30 - 0,33	71.581	26.560	0,00	0,000	
2	770	758	0	0,33	61.920	26.560	0,00	0,000	
3	1090	758	0	0,33	54.498	26.560	0,00	0,000	
4	1336	758	0	0,33	48.277	26.560	0,00	0,000	
5	1536	758	0	0,33	42.751	26.560	0,00	0,000	
6	1702	758	0	0,33	37.687	26.560	0,00	0,000	
7	1841	758	0	0,33	32.951	26.560	0,00	0,000	
8	1957	758	0	0,33	28.459	26.560	0,00	0,000	
9	2098	758	0	0,33	24.152	26.560	0,00	0,000	
10	2364	758	0	0,33	19.986	26.560	0,00	0,000	
11	2365	16	0	0,33	15.928	26.560	0,00	0,000	
12	2383	0	0	0,33	11.951	26.560	0,00	0,000	
13	2418	0	0	0,33	8.032	26.560	0,00	0,000	
14	2603	0	0	0,33	4.150	26.560	0,00	0,000	
15	926	0	0	0,33	0.288	26.560	0,00	0,000	
16	820	0	0	0,33	-3.573	26.560	0,00	0,000	
17	801	0	0	0,33	-7.450	26.560	0,00	0,000	
18	768	0	0	0,33	-11.363	26.560	0,00	0,000	
19	722	0	0	0,33	-15.330	26.560	0,00	0,000	
20	661	0	0	0,33	-19.374	26.560	0,00	0,000	
21	584	0	0	0,33	-23.522	26.560	0,00	0,000	
22	490	0	0	0,33	-27.806	26.560	0,00	0,000	
23	377	0	0	0,33	-32.267	26.560	0,00	0,000	
24	242	0	0	0,33	-36.962	26.560	0,00	0,000	
25	80	0	0	-3,93 - 0,33	-40.720	26.560	0,00	0,000	

Combinazione n° 4 - GEO (A2-M2-R2) H

n°	W [kg]	Qy [kg]	Qf [kg]	b [m]	α [°]	ϕ [°]	c [kg/cm ²]	u [kg/cm ²]	Tx; Ty [kg]
1	262	736	0	4,99 - 0,37	65.028	32.000	0,00	0,000	
2	719	736	0	0,37	57.981	32.000	0,00	0,000	
3	1068	736	0	0,37	51.649	32.000	0,00	0,000	
4	1349	736	0	0,37	46.120	32.000	0,00	0,000	
5	1583	736	0	0,37	41.106	32.000	0,00	0,000	
6	1779	736	0	0,37	36.453	32.000	0,00	0,000	
7	1946	736	0	0,37	32.067	32.000	0,00	0,000	
8	2087	736	0	0,37	27.884	32.000	0,00	0,000	
9	2205	736	0	0,37	23.857	32.000	0,00	0,000	
10	2371	736	0	0,37	19.953	32.000	0,00	0,000	
11	2641	608	0	0,37	16.143	32.000	0,00	0,000	
12	2610	0	0	0,37	12.406	32.000	0,00	0,000	
13	2646	0	0	0,37	8.721	32.000	0,00	0,000	
14	2971	0	0	0,37	5.073	32.000	0,00	0,000	
15	1243	0	0	0,37	1.446	32.000	0,00	0,000	
16	881	0	0	0,37	-2.176	32.000	0,00	0,000	
17	859	0	0	0,37	-5.806	32.000	0,00	0,000	
18	826	0	0	0,37	-9.460	32.000	0,00	0,000	
19	777	0	0	0,37	-13.153	32.000	0,00	0,000	
20	712	0	0	0,37	-16.904	32.000	0,00	0,000	
21	629	0	0	0,37	-20.730	32.000	0,00	0,000	
22	526	0	0	0,37	-24.657	32.000	0,00	0,000	
23	404	0	0	0,37	-28.712	32.000	0,00	0,000	
24	258	0	0	0,37	-32.932	32.000	0,00	0,000	
25	85	0	0	-4,22 - 0,37	-36.212	32.000	0,00	0,000	

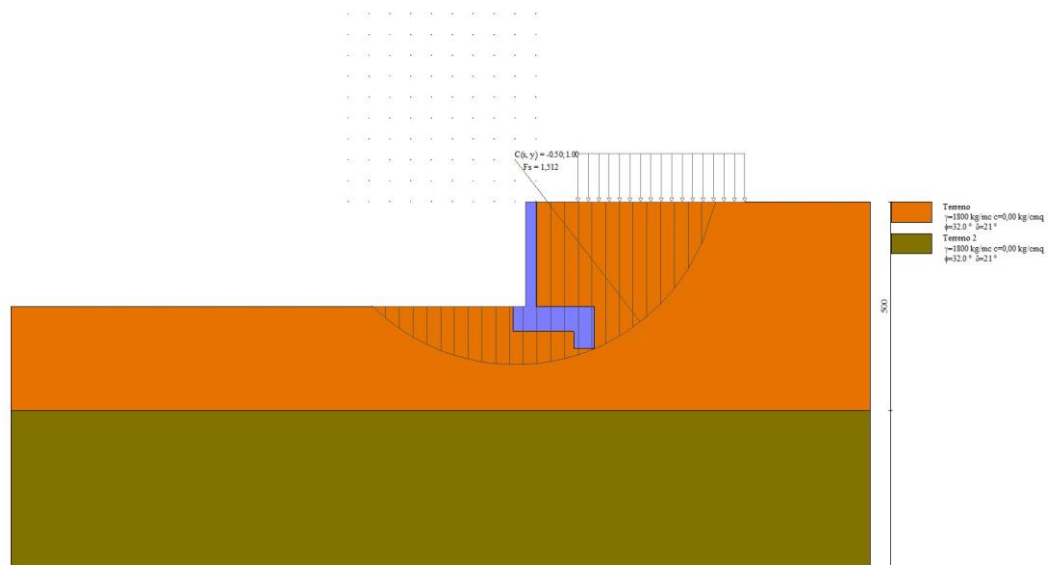


Fig. 8 - Stabilità fronte di scavo - Cerchio critico (Combinazione n° 3)

Sollecitazioni

Elementi calcolati a trave

Simbologia adottata

- n° Indice della sezione
 X Posizione della sezione, espresso in [m]
 N Sforzo normale, espresso in [kg]. Positivo se di compressione.
 T Taglio, espresso in [kg]. Positivo se diretto da monte verso valle
 M Momento, espresso in [kgm]. Positivo se tende le fibre contro terra (a monte)

La posizione delle sezioni di verifica fanno riferimento al sistema di riferimento globale la cui origine è nello spigolo in alto a destra del paramento.

Paramento

Combinazione n° 1 - STR (A1-M1-R3)

n°	X [m]	N [kg]	T [kg]	M [kgm]
1	0,00	0	0	0
2	-0,10	62	3	0
3	-0,20	125	12	1
4	-0,30	187	27	3
5	-0,40	250	48	6
6	-0,50	313	75	13
7	-0,60	375	108	22
8	-0,70	438	147	34
9	-0,80	500	192	51
10	-0,90	563	245	73
11	-1,00	625	308	101
12	-1,10	687	387	135
13	-1,20	750	483	179
14	-1,30	812	595	232
15	-1,40	875	722	298
16	-1,50	938	859	377
17	-1,60	1000	1004	470
18	-1,70	1063	1157	578
19	-1,80	1125	1318	702
20	-1,90	1188	1486	842
21	-2,00	1250	1662	999
22	-2,10	1313	1844	1175
23	-2,20	1375	2033	1369
24	-2,30	1438	2229	1582
25	-2,40	1500	2432	1815
26	-2,50	1563	2642	2068

Combinazione n° 2 - STR (A1-M1-R3) H

n°	X [m]	N [kg]	T [kg]	M [kgm]
1	0,00	0	0	0
2	-0,10	62	42	2
3	-0,20	125	88	8
4	-0,30	187	138	20
5	-0,40	250	194	36
6	-0,50	313	254	59

n°	X [m]	N [kg]	T [kg]	M [kgm]
7	-0,60	375	318	87
8	-0,70	438	387	122
9	-0,80	500	461	165
10	-0,90	563	541	215
11	-1,00	625	628	273
12	-1,10	687	726	341
13	-1,20	750	838	419
14	-1,30	812	962	509
15	-1,40	875	1098	612
16	-1,50	938	1241	729
17	-1,60	1000	1391	860
18	-1,70	1063	1546	1007
19	-1,80	1125	1707	1170
20	-1,90	1188	1874	1349
21	-2,00	1250	2047	1545
22	-2,10	1313	2225	1758
23	-2,20	1375	2408	1990
24	-2,30	1438	2596	2240
25	-2,40	1500	2790	2509
26	-2,50	1563	2988	2798

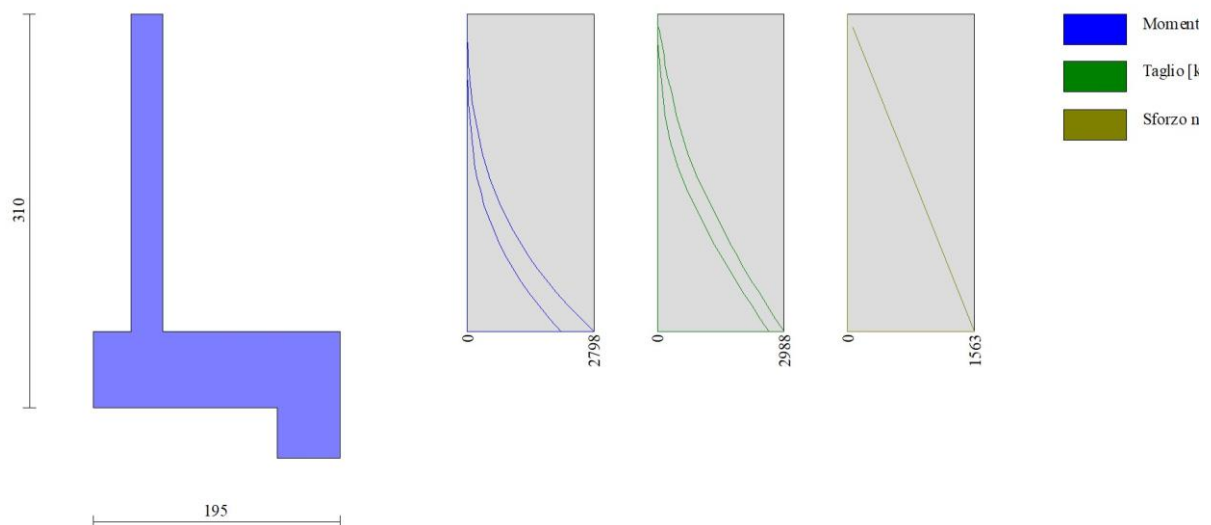


Fig. 9 - Paramento (Inviluppo)

Fondazione

Combinazione n° 1 - STR (A1-M1-R3)

n°	X [m]	N [kg]	T [kg]	M [kgm]
1	-0,55	0	0	0
2	-0,48	0	709	27
3	-0,40	0	1397	106
4	-0,33	0	2065	236
5	-0,25	0	2713	415
6	0,00	0	-2673	-2922
7	0,10	0	-2830	-2701
8	0,20	0	-2950	-2465
9	0,30	0	-3035	-2220
10	0,40	0	-3083	-1968
11	0,50	0	-3095	-1712
12	0,60	0	-3071	-1458
13	0,70	0	-3011	-1207
14	0,80	0	-2915	-965
15	0,90	0	-2783	-733
16	1,00	0	-2515	-522
17	1,10	0	-1940	-299
18	1,20	0	-1330	-135
19	1,30	0	-683	-34
20	1,40	0	0	0

Combinazione n° 2 - STR (A1-M1-R3) H

n°	X [m]	N [kg]	T [kg]	M [kgm]
1	-0,55	0	0	0

n°	X [m]	N [kg]	T [kg]	M [kgm]
2	-0,48	0	985	37
3	-0,40	0	1927	147
4	-0,33	0	2826	325
5	-0,25	0	3681	569
6	0,00	0	-2311	-3607
7	0,10	0	-2740	-3394
8	0,20	0	-3092	-3142
9	0,30	0	-3368	-2858
10	0,40	0	-3566	-2551
11	0,50	0	-3686	-2227
12	0,60	0	-3730	-1896
13	0,70	0	-3696	-1564
14	0,80	0	-3585	-1239
15	0,90	0	-3397	-929
16	1,00	0	-3032	-647
17	1,10	0	-2390	-376
18	1,20	0	-1670	-172
19	1,30	0	-873	-44
20	1,40	0	0	0

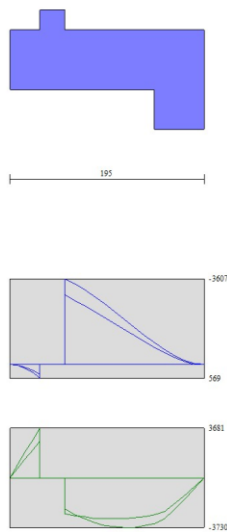


Fig. 10 - Fondazione (Inviluppo)

Verifiche strutturali

Verifiche a flessione

Elementi calcolati a trave

Simbologia adottata

n°	indice sezione
B	larghezza sezione espresso in [cm]
H	altezza sezione espressa in [cm]
Afi	area ferri inferiori espresso in [cmq]
Afs	area ferri superiori espressa in [cmq]
M	momento agente espressa in [kgm]
N	sforzo normale agente espressa in [kg]
Mrd	momento resistente espresso in [kgm]
Nrd	sforzo normale resistente espresso in [kg]
FS	fattore di sicurezza (rapporto tra sollecitazione ultima e sollecitazione agente)

Paramento

Combinazione n° 1 - STR (A1-M1-R3)

n°	Y [m]	B [cm]	H [cm]	Afi [cmq]	Afs [cmq]	M [kgm]	N [kg]	Mrd [kgm]	Nrd [kg]	FS
1	0,00	100	25	8,04	8,04	0	0	0	0	100000.000
2	-0,10	100	25	8,04	8,04	0	62	0	0	100000.000
3	-0,20	100	25	8,04	8,04	1	125	0	0	100000.000

n°	Y [m]	B [cm]	H [cm]	Afi [cmq]	Afs [cmq]	M [kgm]	N [kg]	Mrd [kgm]	Nrd [kg]	FS
4	-0,30	100	25	8,04	8,04	3	187	6529	187	2392.033
5	-0,40	100	25	8,04	8,04	6	250	6535	250	1012.466
6	-0,50	100	25	8,04	8,04	13	313	6540	313	520.004
7	-0,60	100	25	8,04	8,04	22	375	6546	375	301.689
8	-0,70	100	25	8,04	8,04	34	438	6552	438	190.374
9	-0,80	100	25	8,04	8,04	51	500	6558	500	127.752
10	-0,90	100	25	8,04	8,04	73	563	6563	563	89.733
11	-1,00	100	25	8,04	8,04	101	625	6569	625	65.217
12	-1,10	100	25	8,04	8,04	135	687	6575	687	48.587
13	-1,20	100	25	8,04	8,04	179	750	6581	750	36.836
14	-1,30	100	25	8,04	8,04	232	812	6586	812	28.342
15	-1,40	100	25	8,04	8,04	298	875	6592	875	22.110
16	-1,50	100	25	8,04	8,04	377	938	6598	937	17.494
17	-1,60	100	25	8,04	8,04	470	1000	6604	1000	14.042
18	-1,70	100	25	8,04	8,04	578	1063	6609	1063	11.429
19	-1,80	100	25	8,04	8,04	702	1125	6615	1125	9.423
20	-1,90	100	25	8,04	8,04	842	1188	6621	1187	7.862
21	-2,00	100	25	8,04	8,04	999	1250	6627	1250	6.630
22	-2,10	100	25	8,04	8,04	1175	1313	6632	1312	5.646
23	-2,20	100	25	8,04	8,04	1369	1375	6638	1375	4.851
24	-2,30	100	25	8,04	8,04	1582	1438	6644	1438	4.201
25	-2,40	100	25	8,04	8,04	1815	1500	6650	1500	3.665
26	-2,49	100	25	8,04	8,04	2068	1563	6656	1562	3.218

Combinazione n° 2 - STR (A1-M1-R3) H

n°	Y [m]	B [cm]	H [cm]	Afi [cmq]	Afs [cmq]	M [kgm]	N [kg]	Mrd [kgm]	Nrd [kg]	FS
1	0,00	100	25	8,04	8,04	0	0	0	0	100000.000
2	-0,10	100	25	8,04	8,04	2	62	6517	62	3199.755
3	-0,20	100	25	8,04	8,04	8	125	6523	125	771.169
4	-0,30	100	25	8,04	8,04	20	187	6529	187	330.905
5	-0,40	100	25	8,04	8,04	36	250	6535	250	179.976
6	-0,50	100	25	8,04	8,04	59	313	6540	313	111.516
7	-0,60	100	25	8,04	8,04	87	375	6546	375	75.058
8	-0,70	100	25	8,04	8,04	122	438	6552	437	53.501
9	-0,80	100	25	8,04	8,04	165	500	6558	500	39.777
10	-0,90	100	25	8,04	8,04	215	563	6563	563	30.538
11	-1,00	100	25	8,04	8,04	273	625	6569	625	24.036
12	-1,10	100	25	8,04	8,04	341	687	6575	687	19.287
13	-1,20	100	25	8,04	8,04	419	750	6581	750	15.705
14	-1,30	100	25	8,04	8,04	509	812	6586	812	12.942
15	-1,40	100	25	8,04	8,04	612	875	6592	875	10.774
16	-1,50	100	25	8,04	8,04	729	938	6598	938	9.053
17	-1,60	100	25	8,04	8,04	860	1000	6604	1000	7.676
18	-1,70	100	25	8,04	8,04	1007	1063	6609	1063	6.563
19	-1,80	100	25	8,04	8,04	1170	1125	6615	1125	5.655
20	-1,90	100	25	8,04	8,04	1349	1188	6621	1187	4.909
21	-2,00	100	25	8,04	8,04	1545	1250	6627	1250	4.290
22	-2,10	100	25	8,04	8,04	1758	1313	6632	1313	3.772
23	-2,20	100	25	8,04	8,04	1990	1375	6638	1375	3.336
24	-2,30	100	25	8,04	8,04	2240	1438	6644	1438	2.966
25	-2,40	100	25	8,04	8,04	2509	1500	6650	1500	2.650
26	-2,49	100	25	8,04	8,04	2798	1563	6656	1562	2.379

Fondazione

Combinazione n° 1 - STR (A1-M1-R3)

n°	Y [m]	B [cm]	H [cm]	Afi [cmq]	Afs [cmq]	M [kgm]	N [kg]	Mrd [kgm]	Nrd [kg]	FS
1	-0,55	100	60	12,06	12,06	0	0	0	0	100000.000
2	-0,48	100	60	12,06	12,06	27	0	25981	0	973.027
3	-0,40	100	60	12,06	12,06	106	0	25981	0	245.592
4	-0,33	100	60	12,06	12,06	236	0	25981	0	110.211
5	-0,25	100	60	12,06	12,06	415	0	25981	0	62.600
6	0,00	100	60	12,06	12,06	-2922	0	-25981	0	8.891
7	0,10	100	60	12,06	12,06	-2701	0	-25981	0	9.620
8	0,20	100	60	12,06	12,06	-2465	0	-25981	0	10.538
9	0,30	100	60	12,06	12,06	-2220	0	-25981	0	11.704
10	0,40	100	60	12,06	12,06	-1968	0	-25981	0	13.204
11	0,50	100	60	12,06	12,06	-1712	0	-25981	0	15.173
12	0,60	100	60	12,06	12,06	-1458	0	-25981	0	17.823
13	0,70	100	60	12,06	12,06	-1207	0	-25981	0	21.521
14	0,80	100	60	12,06	12,06	-965	0	-25981	0	26.934
15	0,90	100	60	12,06	12,06	-733	0	-25981	0	35.425
16	1,00	100	60	12,06	12,06	-522	0	-25981	0	49.752
17	1,10	100	60	12,06	12,06	-299	0	-25981	0	86.847
18	1,20	100	60	12,06	12,06	-135	0	-25981	0	191.929
19	1,30	100	60	12,06	12,06	-34	0	-25981	0	754.300
20	1,40	100	60	12,06	12,06	0	0	0	0	100000.000

Combinazione n° 2 - STR (A1-M1-R3) H

n°	Y	B	H	Afi	Afs	M	N	Mrd	Nrd	FS
----	---	---	---	-----	-----	---	---	-----	-----	----

	[m]	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kgm]	[kg]	[kgm]	[kg]	
1	-0,55	100	60	12,06	12,06	0	0	0	0	100000.000
2	-0,48	100	60	12,06	12,06	37	0	25981	0	698.005
3	-0,40	100	60	12,06	12,06	147	0	25981	0	177.084
4	-0,33	100	60	12,06	12,06	325	0	25981	0	79.886
5	-0,25	100	60	12,06	12,06	569	0	25981	0	45.621
6	0,00	100	60	12,06	12,06	-3607	0	-25981	0	7.203
7	0,10	100	60	12,06	12,06	-3394	0	-25981	0	7.655
8	0,20	100	60	12,06	12,06	-3142	0	-25981	0	8.270
9	0,30	100	60	12,06	12,06	-2858	0	-25981	0	9.091
10	0,40	100	60	12,06	12,06	-2551	0	-25981	0	10.186
11	0,50	100	60	12,06	12,06	-2227	0	-25981	0	11.664
12	0,60	100	60	12,06	12,06	-1896	0	-25981	0	13.704
13	0,70	100	60	12,06	12,06	-1564	0	-25981	0	16.612
14	0,80	100	60	12,06	12,06	-1239	0	-25981	0	20.965
15	0,90	100	60	12,06	12,06	-929	0	-25981	0	27.952
16	1,00	100	60	12,06	12,06	-647	0	-25981	0	40.133
17	1,10	100	60	12,06	12,06	-376	0	-25981	0	69.162
18	1,20	100	60	12,06	12,06	-172	0	-25981	0	151.019
19	1,30	100	60	12,06	12,06	-44	0	-25981	0	587.159
20	1,40	100	60	12,06	12,06	0	0	0	0	100000.000

Sperone

Combinazione n° 1 - STR (A1-M1-R3)

n°	Y	B	H	Afi	Afs	M	N	Mrd	Nrd	FS
	[m]	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kgm]	[kg]	[kgm]	[kg]	
1	-3,10	100	50	8,04	8,04	1626	0	14303	0	8.799

Combinazione n° 2 - STR (A1-M1-R3) H

n°	Y	B	H	Afi	Afs	M	N	Mrd	Nrd	FS
	[m]	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kgm]	[kg]	[kgm]	[kg]	
1	-3,10	100	50	8,04	8,04	1996	0	14303	0	7.167

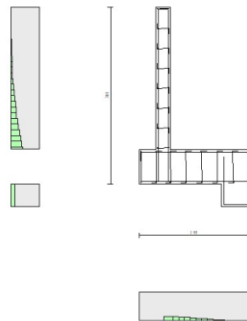


Fig. 11 - Paramento (Inviluppo)

Verifiche a taglio

Simbologia adottata

n° (o Is)	indice sezione
Y	ordinata sezione espressa in [m]
B	larghezza sezione espressa in [cm]
H	altezza sezione espressa in [cm]
A _{sw}	area ferri a taglio espressa in [cmq]
cotgθ	inclinazione delle bielle compresse, θ inclinazione dei puntoni di calcestruzzo
V _{Rcd}	resistenza di progetto a 'taglio compressione' espressa in [kg]
V _{Rsd}	resistenza di progetto a 'taglio trazione' espressa in [kg]
V _{Rd}	resistenza di progetto a taglio espressa in [kg]. Per elementi con armature trasversali resistenti al taglio (A _{sw} >0.0) V _{Rd} =min(V _{Rcd} , V _{Rsd}).
T	taglio agente espressa in [kg]
FS	fattore di sicurezza (rapporto tra sollecitazione resistente e sollecitazione agente)

ParamentoCombinazione n° 1 - STR (A1-M1-R3)

n°	Y [m]	B [cm]	H [cm]	A _{sw} [cmq]	s [cm]	cotθ	V _{Rcd} [kg]	V _{Rsd} [kg]	V _{Rd} [kg]	T [kg]	FS
1	0,00	100	25	0,00	0,00	--	0	0	14669	0	100.000
2	-0,10	100	25	0,00	0,00	--	0	0	14677	3	4833.772
3	-0,20	100	25	0,00	0,00	--	0	0	14685	12	1209.168
4	-0,30	100	25	0,00	0,00	--	0	0	14693	27	539.474
5	-0,40	100	25	0,00	0,00	--	0	0	14702	48	304.723
6	-0,50	100	25	0,00	0,00	--	0	0	14710	75	195.553
7	-0,60	100	25	0,00	0,00	--	0	0	14718	108	136.036
8	-0,70	100	25	0,00	0,00	--	0	0	14726	147	100.072
9	-0,80	100	25	0,00	0,00	--	0	0	14735	192	76.642
10	-0,90	100	25	0,00	0,00	--	0	0	14743	245	60.058
11	-1,00	100	25	0,00	0,00	--	0	0	14751	308	47.870
12	-1,10	100	25	0,00	0,00	--	0	0	14759	387	38.168
13	-1,20	100	25	0,00	0,00	--	0	0	14768	483	30.599
14	-1,30	100	25	0,00	0,00	--	0	0	14776	595	24.836
15	-1,40	100	25	0,00	0,00	--	0	0	14784	722	20.466
16	-1,50	100	25	0,00	0,00	--	0	0	14792	859	17.218
17	-1,60	100	25	0,00	0,00	--	0	0	14801	1004	14.737
18	-1,70	100	25	0,00	0,00	--	0	0	14809	1157	12.795
19	-1,80	100	25	0,00	0,00	--	0	0	14817	1318	11.241
20	-1,90	100	25	0,00	0,00	--	0	0	14825	1486	9.975
21	-2,00	100	25	0,00	0,00	--	0	0	14834	1662	8.927
22	-2,10	100	25	0,00	0,00	--	0	0	14842	1844	8.049
23	-2,20	100	25	0,00	0,00	--	0	0	14850	2033	7.303
24	-2,30	100	25	0,00	0,00	--	0	0	14858	2229	6.665
25	-2,40	100	25	0,00	0,00	--	0	0	14867	2432	6.112
26	-2,49	100	25	0,00	0,00	--	0	0	14875	2642	5.630

Combinazione n° 2 - STR (A1-M1-R3) H

n°	Y [m]	B [cm]	H [cm]	A _{sw} [cmq]	s [cm]	cotθ	V _{Rcd} [kg]	V _{Rsd} [kg]	V _{Rd} [kg]	T [kg]	FS
1	0,00	100	25	0,00	0,00	--	0	0	14669	0	100.000
2	-0,10	100	25	0,00	0,00	--	0	0	14677	42	353.528
3	-0,20	100	25	0,00	0,00	--	0	0	14685	88	167.444
4	-0,30	100	25	0,00	0,00	--	0	0	14693	138	106.097
5	-0,40	100	25	0,00	0,00	--	0	0	14702	194	75.847
6	-0,50	100	25	0,00	0,00	--	0	0	14710	254	57.967
7	-0,60	100	25	0,00	0,00	--	0	0	14718	318	46.239
8	-0,70	100	25	0,00	0,00	--	0	0	14726	387	38.008
9	-0,80	100	25	0,00	0,00	--	0	0	14735	461	31.941
10	-0,90	100	25	0,00	0,00	--	0	0	14743	541	27.246
11	-1,00	100	25	0,00	0,00	--	0	0	14751	628	23.497
12	-1,10	100	25	0,00	0,00	--	0	0	14759	726	20.320
13	-1,20	100	25	0,00	0,00	--	0	0	14768	838	17.622
14	-1,30	100	25	0,00	0,00	--	0	0	14776	962	15.355
15	-1,40	100	25	0,00	0,00	--	0	0	14784	1098	13.462
16	-1,50	100	25	0,00	0,00	--	0	0	14792	1241	11.918
17	-1,60	100	25	0,00	0,00	--	0	0	14801	1391	10.643
18	-1,70	100	25	0,00	0,00	--	0	0	14809	1546	9.578
19	-1,80	100	25	0,00	0,00	--	0	0	14817	1707	8.678
20	-1,90	100	25	0,00	0,00	--	0	0	14825	1874	7.910
21	-2,00	100	25	0,00	0,00	--	0	0	14834	2047	7.247
22	-2,10	100	25	0,00	0,00	--	0	0	14842	2225	6.672
23	-2,20	100	25	0,00	0,00	--	0	0	14850	2408	6.168
24	-2,30	100	25	0,00	0,00	--	0	0	14858	2596	5.723
25	-2,40	100	25	0,00	0,00	--	0	0	14867	2790	5.329
26	-2,49	100	25	0,00	0,00	--	0	0	14875	2988	4.978

FondazioneCombinazione n° 1 - STR (A1-M1-R3)

n°	Y [m]	B [cm]	H [cm]	A _{sw} [cmq]	s [cm]	cotθ	V _{Rcd} [kg]	V _{Rsd} [kg]	V _{Rd} [kg]	T [kg]	FS
1	-0,55	100	60	0,00	0,00	--	0	0	25820	0	100.000
2	-0,48	100	60	0,00	0,00	--	0	0	25820	-709	36.436
3	-0,40	100	60	0,00	0,00	--	0	0	25820	-1397	18.483
4	-0,33	100	60	0,00	0,00	--	0	0	25820	-2065	12.504
5	-0,25	100	60	0,00	0,00	--	0	0	25820	-2713	9.518
6	0,00	100	60	0,00	0,00	--	0	0	25820	-2673	9.659
7	0,10	100	60	0,00	0,00	--	0	0	25820	-2830	9.124
8	0,20	100	60	0,00	0,00	--	0	0	25820	-2950	8.751
9	0,30	100	60	0,00	0,00	--	0	0	25820	-3035	8.508
10	0,40	100	60	0,00	0,00	--	0	0	25820	-3083	8.374
11	0,50	100	60	0,00	0,00	--	0	0	25820	-3095	8.341
12	0,60	100	60	0,00	0,00	--	0	0	25820	-3071	8.406
13	0,70	100	60	0,00	0,00	--	0	0	25820	-3011	8.574
14	0,80	100	60	0,00	0,00	--	0	0	25820	-2915	8.857
15	0,90	100	60	0,00	0,00	--	0	0	25820	-2783	9.278
16	1,00	100	60	0,00	0,00	--	0	0	25820	-2515	10.268
17	1,10	100	60	0,00	0,00	--	0	0	25820	-1940	13.308

n°	Y [m]	B [cm]	H [cm]	A _{sw} [cmq]	s [cm]	cotθ	V _{Rcd} [kg]	V _{Rsd} [kg]	V _{Rd} [kg]	T [kg]	FS
18	1,20	100	60	0,00	0,00	--	0	0	25820	-1330	19.420
19	1,30	100	60	0,00	0,00	--	0	0	25820	-683	37.812
20	1,40	100	60	0,00	0,00	--	0	0	25820	0	100.000

Combinazione n° 2 - STR (A1-M1-R3) H

n°	Y [m]	B [cm]	H [cm]	A _{sw} [cmq]	s [cm]	cotθ	V _{Rcd} [kg]	V _{Rsd} [kg]	V _{Rd} [kg]	T [kg]	FS
1	-0,55	100	60	0,00	0,00	--	0	0	25820	0	100.000
2	-0,48	100	60	0,00	0,00	--	0	0	25820	-985	26.204
3	-0,40	100	60	0,00	0,00	--	0	0	25820	-1927	13.397
4	-0,33	100	60	0,00	0,00	--	0	0	25820	-2826	9.137
5	-0,25	100	60	0,00	0,00	--	0	0	25820	-3681	7.015
6	0,00	100	60	0,00	0,00	--	0	0	25820	-2311	11.174
7	0,10	100	60	0,00	0,00	--	0	0	25820	-2740	9.423
8	0,20	100	60	0,00	0,00	--	0	0	25820	-3092	8.349
9	0,30	100	60	0,00	0,00	--	0	0	25820	-3368	7.667
10	0,40	100	60	0,00	0,00	--	0	0	25820	-3566	7.241
11	0,50	100	60	0,00	0,00	--	0	0	25820	-3686	7.004
12	0,60	100	60	0,00	0,00	--	0	0	25820	-3730	6.923
13	0,70	100	60	0,00	0,00	--	0	0	25820	-3696	6.986
14	0,80	100	60	0,00	0,00	--	0	0	25820	-3585	7.202
15	0,90	100	60	0,00	0,00	--	0	0	25820	-3397	7.600
16	1,00	100	60	0,00	0,00	--	0	0	25820	-3032	8.516
17	1,10	100	60	0,00	0,00	--	0	0	25820	-2390	10.805
18	1,20	100	60	0,00	0,00	--	0	0	25820	-1670	15.462
19	1,30	100	60	0,00	0,00	--	0	0	25820	-873	29.576
20	1,40	100	60	0,00	0,00	--	0	0	25820	0	100.000

Sperone

Combinazione n° 1 - STR (A1-M1-R3)

n°	Y [m]	B [cm]	H [cm]	A _{sw} [cmq]	s [cm]	cotθ	V _{Rcd} [kg]	V _{Rsd} [kg]	V _{Rd} [kg]	T [kg]	FS
1	-3,10	100	50	0,00	0,00	--	0	0	20581	6093	3.378

Combinazione n° 2 - STR (A1-M1-R3) H

n°	Y [m]	B [cm]	H [cm]	A _{sw} [cmq]	s [cm]	cotθ	V _{Rcd} [kg]	V _{Rsd} [kg]	V _{Rd} [kg]	T [kg]	FS
1	-3,10	100	50	0,00	0,00	--	0	0	20581	7480	2.751

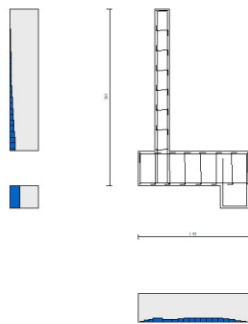


Fig. 12 - Paramento (Involuppo)

Risultati per inviluppo

Spinta e forze

Simbologia adottata

Ic Indice della combinazione
A Tipo azione
I Inclinazione della spinta, espressa in [°]
V Valore dell'azione, espressa in [kg]
Cx, Cy Componente in direzione X ed Y dell'azione, espressa in [kg]
Px, Py Coordinata X ed Y del punto di applicazione dell'azione, espressa in [m]

Ic	A	V [kg]	I [°]	Cx [kg]	Cy [kg]	Px [m]	Py [m]
1	Spinta statica	6541	21,33	6093	2379	1,40	-2,10
	Peso/Inerzia muro			0	4987/0	0,33	-2,36
	Peso/Inerzia terrapieno			0	7380/0	0,70	-1,25
	Resistenza passiva terreno antistante			-527			
	Resistenza passiva sperone			-6963			

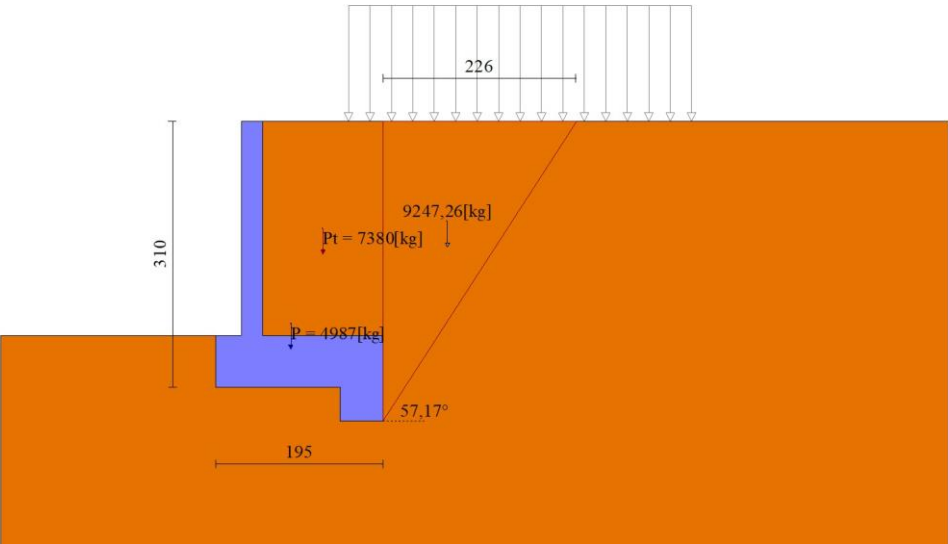


Fig. 13 - Cuneo di spinta (combinazione statica) (Combinazione n° 1)

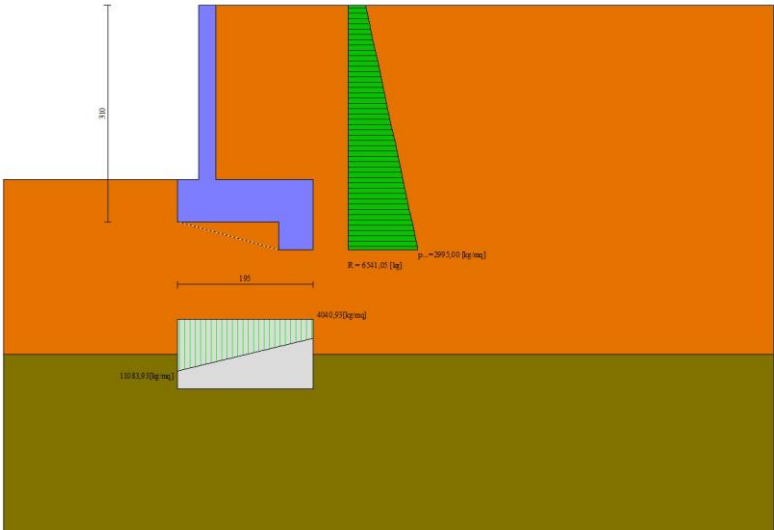


Fig. 14 - Diagramma delle pressioni (combinazione statica) (Combinazione n° 1)

Verifiche geotecniche

Quadro riassuntivo coeff. di sicurezza calcolati

Simbologia adottata

Cmb	Indice/Tipo combinazione
S	Sisma (H: componente orizzontale, V: componente verticale)
FS _{SCO}	Coeff. di sicurezza allo scorrimento
FS _{RIB}	Coeff. di sicurezza al ribaltamento
FS _{QLIM}	Coeff. di sicurezza a carico limite
FS _{STAB}	Coeff. di sicurezza a stabilità globale
FS _{HYD}	Coeff. di sicurezza a sifonamento
FS _{SUPL}	Coeff. di sicurezza a sollevamento

Cmb	Sismica	FS _{SCO}	FS _{RIB}	FS _{QLIM}	FS _{STAB}	FS _{HYD}	FS _{SUPL}
1 - STR (A1-M1-R3)		1.388		6.598			
2 - STR (A1-M1-R3)	H	1.140		5.498			
3 - GEO (A2-M2-R2)					1.512		
4 - GEO (A2-M2-R2)	H				1.527		
5 - EQU (A1-M1-R3)			2.996				
6 - EQU (A1-M1-R3)	H		1.726				

Verifica a scorrimento fondazione

Simbologia adottata

n°	Indice combinazione
Rsa	Resistenza allo scorrimento per attrito, espresso in [kg]
Rpt	Resistenza passiva terreno antistante, espresso in [kg]
Rps	Resistenza passiva sperone, espresso in [kg]
Rp	Resistenza a carichi orizzontali pali (solo per fondazione mista), espresso in [kg]
Rt	Resistenza a carichi orizzontali tiranti (solo se presenti), espresso in [kg]
R	Resistenza allo scorrimento (somma di Rsa+Rpt+Rps+Rp), espresso in [kg]
T	Carico parallelo al piano di posa, espresso in [kg]
FS	Fattore di sicurezza (rapporto R/T)

n°	Rsa [kg]	Rpt [kg]	Rps [kg]	Rp [kg]	Rt [kg]	R [kg]	T [kg]	FS
2 - STR (A1-M1-R3) H	353	527	7646	--	--	8526	7480	1.140

Dettagli verifica a scorrimento

Simbologia adottata

n°	Indice combinazione
Ncss	Carico sul cuneo di spinta passiva, espresso in [kg]
φ _{RP}	Angolo di rottura passivo, espresso in [°]
Nrpp	Carico residuo sul piano di posa, espresso in [kg]
Lr	Lunghezza base residua, espresso in [m]

n°	Ncss [kg]	φ _{RP}	Nrpp [kg]	Lr [m]
2	13528	15.423	904	0,48

Verifica a carico limite

Simbologia adottata

n°	Indice combinazione
N	Carico normale totale al piano di posa, espresso in [kg]
Qu	carico limite del terreno, espresso in [kg]
Qd	Portanza di progetto, espresso in [kg]
FS	Fattore di sicurezza (rapporto tra il carico limie e carico agente al piano di posa)

n°	N [kg]	Qu [kg]	Qd [kg]	FS
2 - STR (A1-M1-R3) H	14432	79347	66122	5.498

Dettagli calcolo portanza

Simbologia adottata

n°	Indice combinazione
Nc, Nq, Ny	Fattori di capacità portante
ic, iq, iy	Fattori di inclinazione del carico
dc, dq, dy	Fattori di profondità del piano di posa
gc, gq, gy	Fattori di inclinazione del profilo topografico
bc, bq, by	Fattori di inclinazione del piano di posa
sc, sq, sy	Fattori di forma della fondazione
pc, pq, py	Fattori di riduzione per punzonamento secondo Vesic
Re	Fattore di riduzione capacità portante per eccentricità secondo Meyerhof
Ir, Irc	Indici di rigidezza per punzonamento secondo Vesic

r_y Fattori per tener conto dell'effetto piastra. Per fondazioni che hanno larghezza maggiore di 2 m, il terzo termine della formula trinomia $0.5B_y/N_y$ viene moltiplicato per questo fattore
D Affondamento del piano di posa, espresso in [m]
B' Larghezza fondazione ridotta, espresso in [m]
H Altezza del cuneo di rottura, espresso in [m]
 γ Peso di volume del terreno medio, espresso in [kg/mc]
 ϕ Angolo di attrito del terreno medio, espresso in [°]
c Coesione del terreno medio, espresso in [kg/cm²]
 Per i coeff. che in tabella sono indicati con il simbolo '--' sono coeff. non presenti nel metodo scelto (Terzaghi).

n°	Nc Nq Ny	ic iq iy	dc dq dy	gc gq gy	bc bq by	sc sq sy	pc pq py	Ir	Irc	Re	ry
2	44.036 28.517 27.325	-- -- --	-- -- --	-- -- --	-- -- --	1.300 1.000 0.800	-- -- --	--	--	0.588	1.000

n°	D [m]	B' [m]	H [m]	γ [°]	ϕ [kg/mc]	c [kg/cm ²]
2	0,60	1,95	0,61	1800	32.00	0,00

Verifica a ribaltamento

Simbologia adottata

n° Indice combinazione
Ms Momento stabilizzante, espresso in [kgm]
Mr Momento ribaltante, espresso in [kgm]
FS Fattore di sicurezza (rapporto tra momento stabilizzante e momento ribaltante)
 La verifica viene eseguita rispetto allo spigolo inferiore esterno della fondazione

n°	Ms [kgm]	Mr [kgm]	FS
6 - EQU (A1-M1-R3) H	18469	10702	1.726

Verifica stabilità globale muro + terreno

Simbologia adottata

Ic Indice/Tipo combinazione
C Centro superficie di scorrimento, espresso in [m]
R Raggio, espresso in [m]
FS Fattore di sicurezza

Ic	C [m]	R [m]	FS
3 - GEO (A2-M2-R2)	-0,50; 1,00	4,89	1.512

Dettagli strisce verifiche stabilità

Simbologia adottata

Le ascisse X sono considerate positive verso monte
 Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto
 Origine in testa al muro (spigolo contro terra)
W peso della striscia espresso in [kg]
Qy carico sulla striscia espresso in [kg]
Qf carico acqua sulla striscia espresso in [kg]
 α angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso in [°] (positivo antiorario)
 ϕ angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia
c coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in [kg/cm²]
b larghezza della striscia espressa in [m]
u pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [kg/cm²]
Tx; Ty Resistenza al taglio fornita dai tiranti in direzione X ed Y espressa in [kg/cm²]

n°	W [kg]	Qy [kg]	Qf [kg]	b [m]	α [°]	ϕ [°]	c [kg/cm ²]	u [kg/cm ²]	Tx; Ty [kg]
1	293	758	0	4,30 - 0,33	71.581	26.560	0,00	0,000	
2	770	758	0	0,33	61.920	26.560	0,00	0,000	
3	1090	758	0	0,33	54.498	26.560	0,00	0,000	
4	1336	758	0	0,33	48.277	26.560	0,00	0,000	
5	1536	758	0	0,33	42.751	26.560	0,00	0,000	
6	1702	758	0	0,33	37.687	26.560	0,00	0,000	
7	1841	758	0	0,33	32.951	26.560	0,00	0,000	
8	1957	758	0	0,33	28.459	26.560	0,00	0,000	
9	2098	758	0	0,33	24.152	26.560	0,00	0,000	
10	2364	758	0	0,33	19.986	26.560	0,00	0,000	
11	2365	16	0	0,33	15.928	26.560	0,00	0,000	
12	2383	0	0	0,33	11.951	26.560	0,00	0,000	
13	2418	0	0	0,33	8.032	26.560	0,00	0,000	
14	2603	0	0	0,33	4.150	26.560	0,00	0,000	
15	926	0	0	0,33	0.288	26.560	0,00	0,000	
16	820	0	0	0,33	-3.573	26.560	0,00	0,000	
17	801	0	0	0,33	-7.450	26.560	0,00	0,000	
18	768	0	0	0,33	-11.363	26.560	0,00	0,000	
19	722	0	0	0,33	-15.330	26.560	0,00	0,000	
20	661	0	0	0,33	-19.374	26.560	0,00	0,000	
21	584	0	0	0,33	-23.522	26.560	0,00	0,000	
22	490	0	0	0,33	-27.806	26.560	0,00	0,000	

n°	W [kg]	Qy [kg]	Qf [kg]	b [m]	α [°]	ϕ [°]	c [kg/cm²]	u [kg/cm²]	Tx; Ty [kg]
23	377	0	0	0,33	-32.267	26.560	0,00	0,000	
24	242	0	0	0,33	-36.962	26.560	0,00	0,000	
25	80	0	0	-3,93 - 0,33	-40.720	26.560	0,00	0,000	

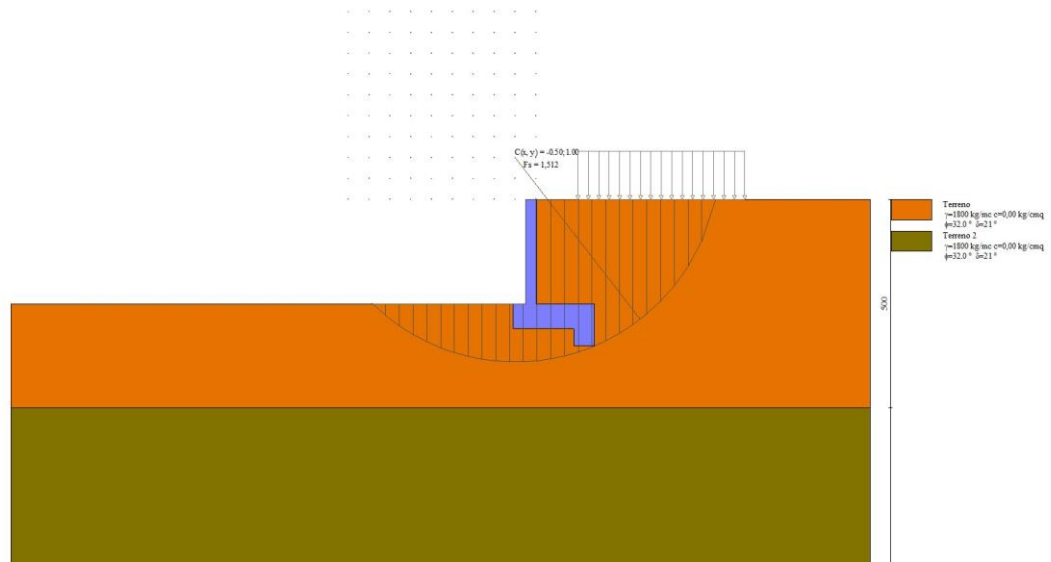


Fig. 15 - Stabilità fronte di scavo - Cerchio critico (Combinazione n° 3)

Sollecitazioni

Elementi calcolati a trave

Simbologia adottata

n° Indice della sezione

X Posizione della sezione, espresso in [m]

N Sforzo normale, espresso in [kg]. Positivo se di compressione.

T Taglio, espresso in [kg]. Positivo se diretto da monte verso valle

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

La posizione delle sezioni di verifica fanno riferimento al sistema di riferimento globale la cui origine è nello spigolo in alto a destra del paramento.

Paramento

n°	X [m]	Nmin [kg]	Nmax [kg]	Tmin [kg]	Tmax [kg]	Mmin [kgm]	Mmax [kgm]
1	0,00	0	0	0	0	0	0
2	-0,10	62	62	3	42	0	2
3	-0,20	125	125	12	88	1	8
4	-0,30	187	187	27	138	3	20
5	-0,40	250	250	48	194	6	36
6	-0,50	313	313	75	254	13	59
7	-0,60	375	375	108	318	22	87
8	-0,70	438	438	147	387	34	122
9	-0,80	500	500	192	461	51	165
10	-0,90	563	563	245	541	73	215
11	-1,00	625	625	308	628	101	273
12	-1,10	687	687	387	726	135	341
13	-1,20	750	750	483	838	179	419
14	-1,30	812	812	595	962	232	509
15	-1,40	875	875	722	1098	298	612
16	-1,50	938	938	859	1241	377	729
17	-1,60	1000	1000	1004	1391	470	860
18	-1,70	1063	1063	1157	1546	578	1007
19	-1,80	1125	1125	1318	1707	702	1170
20	-1,90	1188	1188	1486	1874	842	1349
21	-2,00	1250	1250	1662	2047	999	1545
22	-2,10	1313	1313	1844	2225	1175	1758
23	-2,20	1375	1375	2033	2408	1369	1990
24	-2,30	1438	1438	2229	2596	1582	2240
25	-2,40	1500	1500	2432	2790	1815	2509
26	-2,50	1563	1563	2642	2988	2068	2798

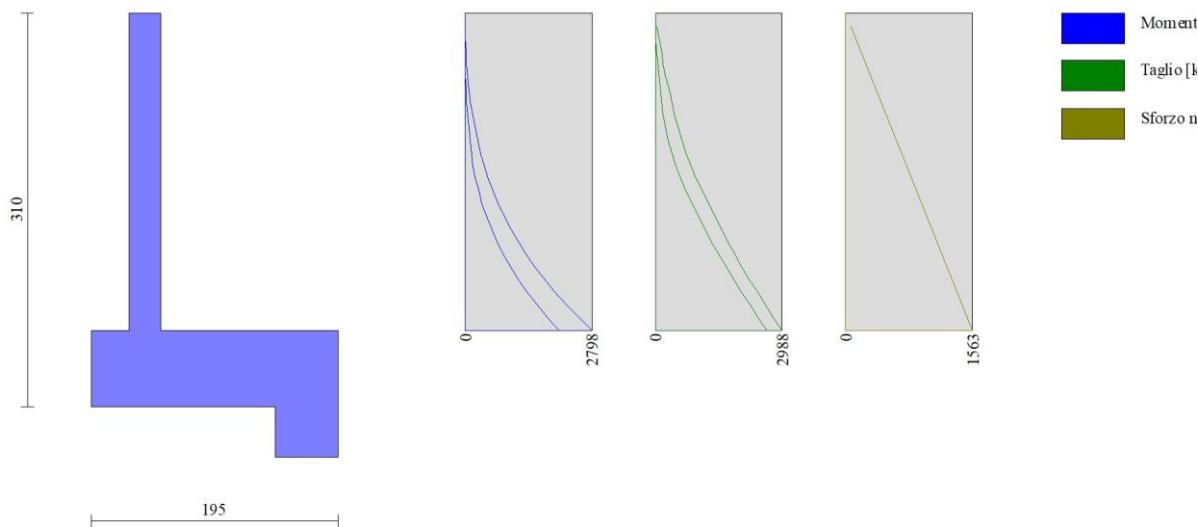


Fig. 16 - Paramento

Fondazione

n°	X [m]	Nmin [kg]	Nmax [kg]	Tmin [kg]	Tmax [kg]	Mmin [kgm]	Mmax [kgm]
1	-0,55	0	0	0	0	0	0
2	-0,48	0	0	709	985	27	37
3	-0,40	0	0	1397	1927	106	147
4	-0,33	0	0	2065	2826	236	325
5	-0,25	0	0	2713	3681	415	569
6	0,00	0	0	-2673	-2311	-3607	-2922
7	0,10	0	0	-2830	-2740	-3394	-2701
8	0,20	0	0	-3092	-2950	-3142	-2465
9	0,30	0	0	-3368	-3035	-2858	-2220
10	0,40	0	0	-3566	-3083	-2551	-1968
11	0,50	0	0	-3686	-3095	-2227	-1712
12	0,60	0	0	-3730	-3071	-1896	-1458
13	0,70	0	0	-3696	-3011	-1564	-1207
14	0,80	0	0	-3585	-2915	-1239	-965
15	0,90	0	0	-3397	-2783	-929	-733
16	1,00	0	0	-3032	-2515	-647	-522
17	1,10	0	0	-2390	-1940	-376	-299
18	1,20	0	0	-1670	-1330	-172	-135
19	1,30	0	0	-873	-683	-44	-34
20	1,40	0	0	0	0	0	0

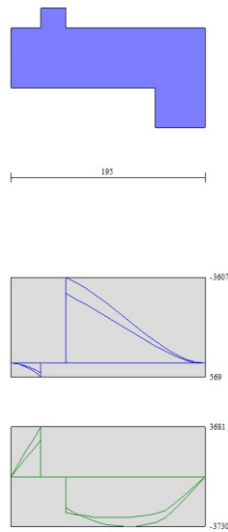


Fig. 17 - Fondazione

Verifiche strutturali

Verifiche a flessione

Elementi calcolati a trave

Simbologia adottata

n°	indice sezione
B	larghezza sezione espresso in [cm]
H	altezza sezione espressa in [cm]
Afi	area ferri inferiori espresso in [cmq]
Afs	area ferri superiori espressa in [cmq]
M	momento agente espressa in [kgm]
N	sforzo normale agente espressa in [kg]
Mrd	momento resistente espresso in [kgm]
Nrd	sforzo normale resistente espresso in [kg]
FS	fattore di sicurezza (rapporto tra sollecitazione ultima e sollecitazione agente)

Paramento

n°	B [cm]	H [cm]	Afi [cmq]	Afs [cmq]	M [kgm]	N [kg]	Mrd [kgm]	Nrd [kg]	FS
1	100	25	8,04	8,04	0	0	0	0	100000.000
2	100	25	8,04	8,04	2	62	6517	62	3199.755
3	100	25	8,04	8,04	8	125	6523	125	771.169
4	100	25	8,04	8,04	20	187	6529	187	330.905
5	100	25	8,04	8,04	36	250	6535	250	179.976
6	100	25	8,04	8,04	59	313	6540	313	111.516
7	100	25	8,04	8,04	87	375	6546	375	75.058
8	100	25	8,04	8,04	122	438	6552	437	53.501
9	100	25	8,04	8,04	165	500	6558	500	39.777
10	100	25	8,04	8,04	215	563	6563	563	30.538
11	100	25	8,04	8,04	273	625	6569	625	24.036
12	100	25	8,04	8,04	341	687	6575	687	19.287
13	100	25	8,04	8,04	419	750	6581	750	15.705
14	100	25	8,04	8,04	509	812	6586	812	12.942
15	100	25	8,04	8,04	612	875	6592	875	10.774
16	100	25	8,04	8,04	729	938	6598	938	9.053
17	100	25	8,04	8,04	860	1000	6604	1000	7.676
18	100	25	8,04	8,04	1007	1063	6609	1063	6.563
19	100	25	8,04	8,04	1170	1125	6615	1125	5.655
20	100	25	8,04	8,04	1349	1188	6621	1187	4.909
21	100	25	8,04	8,04	1545	1250	6627	1250	4.290
22	100	25	8,04	8,04	1758	1313	6632	1313	3.772
23	100	25	8,04	8,04	1990	1375	6638	1375	3.336
24	100	25	8,04	8,04	2240	1438	6644	1438	2.966
25	100	25	8,04	8,04	2509	1500	6650	1500	2.650
26	100	25	8,04	8,04	2798	1563	6656	1562	2.379

Fondazione

n°	B [cm]	H [cm]	Afi [cmq]	Afs [cmq]	M [kgm]	N [kg]	Mrd [kgm]	Nrd [kg]	FS
1	100	60	12,06	12,06	0	0	0	0	100000.000
2	100	60	12,06	12,06	37	0	25981	0	698.005
3	100	60	12,06	12,06	147	0	25981	0	177.084
4	100	60	12,06	12,06	325	0	25981	0	79.886
5	100	60	12,06	12,06	569	0	25981	0	45.621
6	100	60	12,06	12,06	-3607	0	-25981	0	7.203
7	100	60	12,06	12,06	-3394	0	-25981	0	7.655
8	100	60	12,06	12,06	-3142	0	-25981	0	8.270
9	100	60	12,06	12,06	-2858	0	-25981	0	9.091
10	100	60	12,06	12,06	-2551	0	-25981	0	10.186
11	100	60	12,06	12,06	-2227	0	-25981	0	11.664
12	100	60	12,06	12,06	-1896	0	-25981	0	13.704
13	100	60	12,06	12,06	-1564	0	-25981	0	16.612
14	100	60	12,06	12,06	-1239	0	-25981	0	20.965
15	100	60	12,06	12,06	-929	0	-25981	0	27.952
16	100	60	12,06	12,06	-647	0	-25981	0	40.133
17	100	60	12,06	12,06	-376	0	-25981	0	69.162
18	100	60	12,06	12,06	-172	0	-25981	0	151.019
19	100	60	12,06	12,06	-44	0	-25981	0	587.159
20	100	60	12,06	12,06	0	0	0	0	100000.000

Sperone

n°	B [cm]	H [cm]	Afi [cmq]	Afs [cmq]	M [kgm]	N [kg]	Mrd [kgm]	Nrd [kg]	FS
1	100	50	8,04	8,04	1996	0	14303	0	7.167

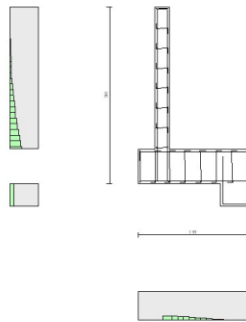


Fig. 18 - Paramento (Inviluppo)

Verifiche a taglio

Simbologia adottata

n° (o Is)	indice sezione
Y	ordinata sezione espressa in [m]
B	larghezza sezione espresso in [cm]
H	altezza sezione espressa in [cm]
Asw	area ferri a taglio espresso in [cmq]
cotgθ	inclinazione delle bielle compresse, θ inclinazione dei puntoni di calcestruzzo
V _{Rcd}	resistenza di progetto a 'taglio compressione' espressa in [kg]
V _{Rsd}	resistenza di progetto a 'taglio trazione' espressa in [kg]
V _{Rd}	resistenza di progetto a taglio espresso in [kg]. Per elementi con armature trasversali resistenti al taglio (Asw>0.0) V _{Rd} =min(V _{Rcd} , V _{Rsd}).
T	taglio agente espressa in [kg]
FS	fattore di sicurezza (rapporto tra sollecitazione resistente e sollecitazione agente)

Paramento

n°	B [cm]	H [cm]	Asw [cmq]	cotgθ	V _{Rcd} [kg]	V _{Rsd} [kg]	V _{Rd} [kg]	T [kg]	FS
1	100	25	0,00	--	0	0	14669	0	100.000
2	100	25	0,00	--	0	0	14677	42	353.528

n°	B [cm]	H [cm]	A _{sw} [cmq]	cotθ	V _{Rcd} [kg]	V _{Rsd} [kg]	V _{Rd} [kg]	T [kg]	FS
3	100	25	0,00	--	0	0	14685	88	167.444
4	100	25	0,00	--	0	0	14693	138	106.097
5	100	25	0,00	--	0	0	14702	194	75.847
6	100	25	0,00	--	0	0	14710	254	57.967
7	100	25	0,00	--	0	0	14718	318	46.239
8	100	25	0,00	--	0	0	14726	387	38.008
9	100	25	0,00	--	0	0	14735	461	31.941
10	100	25	0,00	--	0	0	14743	541	27.246
11	100	25	0,00	--	0	0	14751	628	23.497
12	100	25	0,00	--	0	0	14759	726	20.320
13	100	25	0,00	--	0	0	14768	838	17.622
14	100	25	0,00	--	0	0	14776	962	15.355
15	100	25	0,00	--	0	0	14784	1098	13.462
16	100	25	0,00	--	0	0	14792	1241	11.918
17	100	25	0,00	--	0	0	14801	1391	10.643
18	100	25	0,00	--	0	0	14809	1546	9.578
19	100	25	0,00	--	0	0	14817	1707	8.678
20	100	25	0,00	--	0	0	14825	1874	7.910
21	100	25	0,00	--	0	0	14834	2047	7.247
22	100	25	0,00	--	0	0	14842	2225	6.672
23	100	25	0,00	--	0	0	14850	2408	6.168
24	100	25	0,00	--	0	0	14858	2596	5.723
25	100	25	0,00	--	0	0	14867	2790	5.329
26	100	25	0,00	--	0	0	14875	2988	4.978

Fondazione

n°	B [cm]	H [cm]	A _{sw} [cmq]	cotθ	V _{Rcd} [kg]	V _{Rsd} [kg]	V _{Rd} [kg]	T [kg]	FS
1	100	60	0,00	--	0	0	25820	0	100.000
2	100	60	0,00	--	0	0	25820	-985	26.204
3	100	60	0,00	--	0	0	25820	-1927	13.397
4	100	60	0,00	--	0	0	25820	-2826	9.137
5	100	60	0,00	--	0	0	25820	-3681	7.015
6	100	60	0,00	--	0	0	25820	-2673	9.659
7	100	60	0,00	--	0	0	25820	-2830	9.124
8	100	60	0,00	--	0	0	25820	-3092	8.349
9	100	60	0,00	--	0	0	25820	-3368	7.667
10	100	60	0,00	--	0	0	25820	-3566	7.241
11	100	60	0,00	--	0	0	25820	-3686	7.004
12	100	60	0,00	--	0	0	25820	-3730	6.923
13	100	60	0,00	--	0	0	25820	-3696	6.986
14	100	60	0,00	--	0	0	25820	-3585	7.202
15	100	60	0,00	--	0	0	25820	-3397	7.600
16	100	60	0,00	--	0	0	25820	-3032	8.516
17	100	60	0,00	--	0	0	25820	-2390	10.805
18	100	60	0,00	--	0	0	25820	-1670	15.462
19	100	60	0,00	--	0	0	25820	-873	29.576
20	100	60	0,00	--	0	0	25820	0	100.000

Sperone

n°	B [cm]	H [cm]	A _{sw} [cmq]	cotθ	V _{Rcd} [kg]	V _{Rsd} [kg]	V _{Rd} [kg]	T [kg]	FS
1	100	50	0,00	--	0	0	20581	7480	2.751

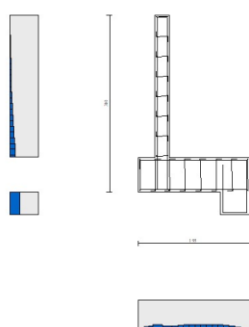


Fig. 19 - Paramento (Inviluppo)

Elenco ferri

Simbologia adottata

n°	Indice del ferro
nf	numero ferri
D	diametro ferro espresso in [mm]
L	Lunghezza ferro espresso in [m]
P _{ferro}	Peso ferro espresso in [kg]

Paramento

n°	Tipo	nf	D [mm]	L [m]	P _f [kg]	P _{gf} [kg]	V _{cls} [mc]
1	Dritto inferiore	4	16,00	3,50	5,53	22,12	
2	Dritto superiore	4	16,00	3,50	5,53	22,12	
3	Ripartitore	16	10,00	1,00	0,62	9,86	
4	Gancio	16	10,00	0,39	0,24	3,85	
	Totale al metro					57,96	0,63
	Totale					579,56	6,25

Fondazione

n°	Tipo	nf	D [mm]	L [m]	P _f [kg]	P _{gf} [kg]	V _{cls} [mc]
1	Staffone	6	16,00	5,32	8,40	50,38	
2	Ripartitore	16	10,00	1,00	0,62	9,86	
3	Gancio	14	10,00	0,85	0,52	7,30	
	Totale al metro					67,54	1,37
	Totale					589,63	13,70

Sperone

n°	Tipo	nf	D [mm]	L [m]	P _f [kg]	P _{gf} [kg]	V _{cls} [mc]
1	Staffone	4	16,00	2,11	3,33	13,31	
	Totale al metro					13,31	0,40
	Totale					133,09	4,00