



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. 3.6

TABULATO GEOTECNICA MURO 2 m

DATA: 16/05/2022

RUP :

Ing. Pietro Mifa



N°	Data	Descrizione della Revisione o Sostituisce

TABULATO MURO 2m

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_r la larghezza della fondazione reagente, la forza resistente può esprimersi come

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

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_r la larghezza della fondazione reagente, la forza resistente può esprimersi come

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

con

$$L_r = B_r - L_c$$

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

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

Verifica al carico limite

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

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

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 $e^{(0.75\pi - \frac{\pi}{2}) \tan \varphi}$	$N_\gamma = \frac{\tan \varphi}{2} \left(\frac{K_{py}}{\cos^2 \varphi} - 1 \right)$	
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	2,00	[m]
Altezza paramento libero	2,00	[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	1,00	[m]
Lunghezza totale	1,55	[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]

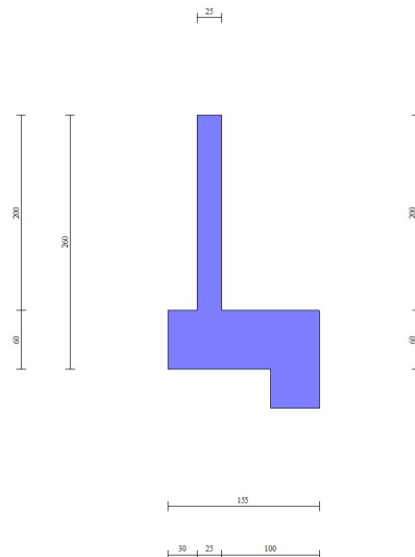


Fig. 1 - Sezione quotata del muro

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

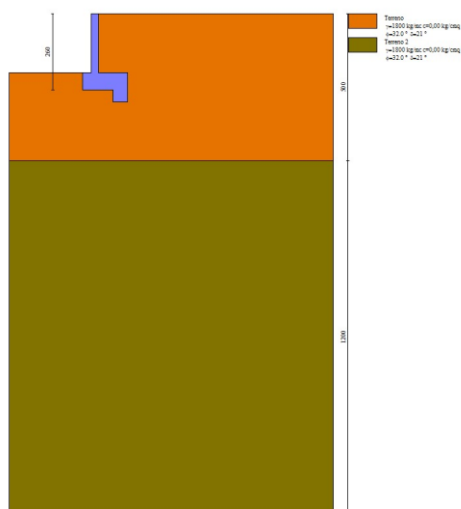


Fig. 2 - Stratigrafia

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

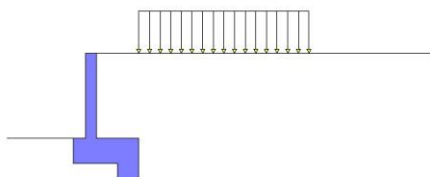


Fig. 3 - Carichi sul terreno

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	5124	21,33	4773	1864	1,00	-1,78
	Peso/Inerzia muro			0	4075/0	0,18	-1,96
	Peso/Inerzia terrapieno			0	3600/0	0,50	-1,00
	Resistenza passiva terreno antistante			-527			
	Resistenza passiva sperone			-5426			
2	Spinta statica	3878	21,33	3612	1411	1,00	-1,79
	Incremento di spinta sismica		1163	1084	423	1,00	-1,50
	Peso/Inerzia muro			498	4075/0	0,18	-1,96
	Peso/Inerzia terrapieno			440	3600/0	0,50	-1,00
	Resistenza passiva terreno antistante			-527			
	Resistenza passiva sperone			-6116			

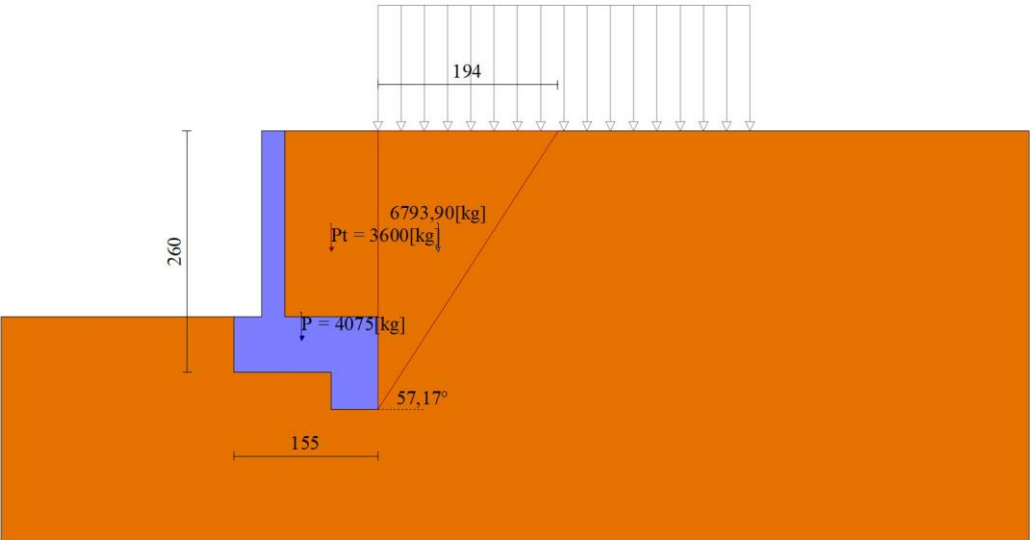


Fig. 4 - Cuneo di spinta (combinazione statica) (Combinazione n° 1)

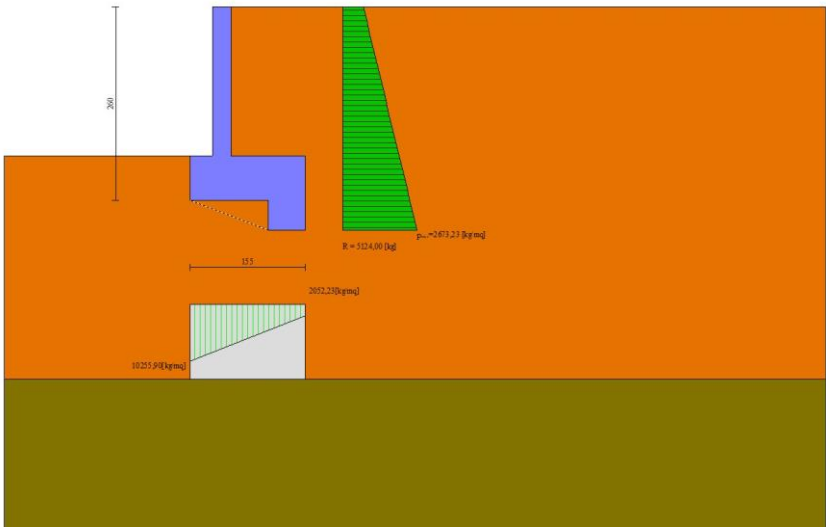


Fig. 5 - Diagramma delle pressioni (combinazione statica) (Combinazione n° 1)

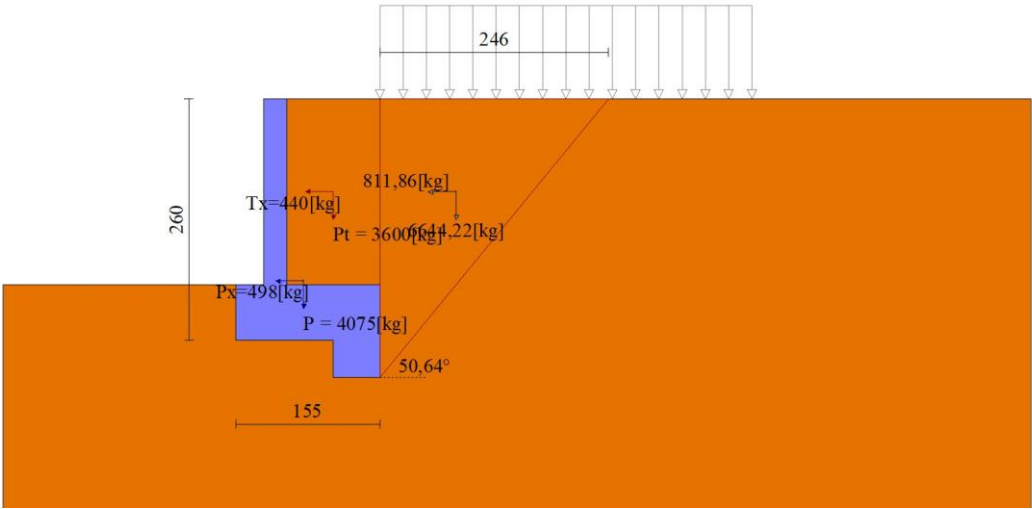


Fig. 6 - Cuneo di spinta (combinazione sismica) (Combinazione n° 2)

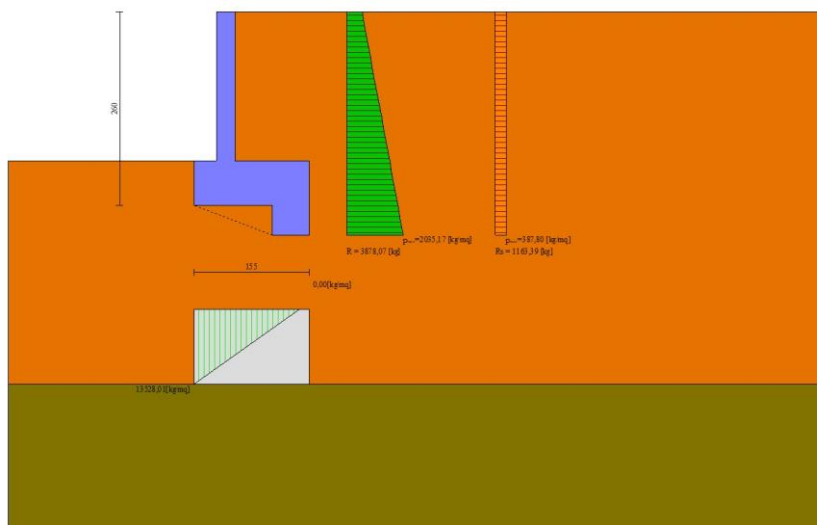


Fig. 7 - Diagramma delle pressioni (combinazione sismica) (Combinazione n° 2)

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)		1.387		6.640			
2 - STR (A1-M1-R3)	H	1.223		5.549			
3 - GEO (A2-M2-R2)					1.539		
4 - GEO (A2-M2-R2)	H				1.563		
5 - EQU (A1-M1-R3)			2.474				
6 - EQU (A1-M1-R3)	H		1.564				

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)	665	527	5426	--	--	6619	4773	1.387
2 - STR (A1-M1-R3) H	246	527	6116	--	--	6889	5634	1.223

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	7836	20.882	1703	0,50
2	8879	20.882	630	0,36

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)	9539	63339	45242	6.640
2 - STR (A1-M1-R3) H	9509	52764	43970	5.549

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/cmqa]

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	-- -- --	--	--	0.667	1.000
2	44.036 28.517 27.325	-- -- --	-- -- --	-- -- --	-- -- --	1.300 1.000 0.800	-- -- --	--	--	0.555	1.000

n°	D [m]	B' [m]	H [m]	γ [°]	φ [kg/mc]	c [kg/cmqa]
1	0,60	1,55	0,48	1800	32.00	0,00
2	0,60	1,55	0,48	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)	9652	3902	2.474
6 - EQU (A1-M1-R3) H	10014	6403	1.564

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	4,28	1.539
4 - GEO (A2-M2-R2) H	-0,50; 2,50	5,71	1.563

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]

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	209	666	0	3,67 - 0,29	70.150	26.560	0,00	0,000	
2	555	666	0	0,29	61.096	26.560	0,00	0,000	
3	795	666	0	0,29	53.801	26.560	0,00	0,000	
4	981	666	0	0,29	47.641	26.560	0,00	0,000	
5	1132	666	0	0,29	42.149	26.560	0,00	0,000	
6	1257	666	0	0,29	37.105	26.560	0,00	0,000	
7	1362	666	0	0,29	32.379	26.560	0,00	0,000	
8	1450	666	0	0,29	27.891	26.560	0,00	0,000	
9	1523	666	0	0,29	23.583	26.560	0,00	0,000	
10	1739	154	0	0,29	19.413	26.560	0,00	0,000	
11	1829	0	0	0,29	15.349	26.560	0,00	0,000	
12	1788	0	0	0,29	11.362	26.560	0,00	0,000	
13	1691	0	0	0,29	7.430	26.560	0,00	0,000	
14	1578	0	0	0,29	3.534	26.560	0,00	0,000	
15	738	0	0	0,29	-0.346	26.560	0,00	0,000	
16	661	0	0	0,29	-4.227	26.560	0,00	0,000	
17	645	0	0	0,29	-8.129	26.560	0,00	0,000	
18	618	0	0	0,29	-12.068	26.560	0,00	0,000	
19	580	0	0	0,29	-16.067	26.560	0,00	0,000	
20	530	0	0	0,29	-20.149	26.560	0,00	0,000	
21	469	0	0	0,29	-24.340	26.560	0,00	0,000	
22	393	0	0	0,29	-28.677	26.560	0,00	0,000	
23	302	0	0	0,29	-33.203	26.560	0,00	0,000	
24	194	0	0	0,29	-37.978	26.560	0,00	0,000	
25	64	0	0	-3,57 - 0,29	-41.816	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	186	694	0	4,65 - 0,35	59.799	32.000	0,00	0,000	
2	523	694	0	0,35	54.191	32.000	0,00	0,000	
3	796	694	0	0,35	48.582	32.000	0,00	0,000	
4	1022	694	0	0,35	43.546	32.000	0,00	0,000	
5	1212	694	0	0,35	38.906	32.000	0,00	0,000	
6	1375	694	0	0,35	34.554	32.000	0,00	0,000	
7	1513	694	0	0,35	30.420	32.000	0,00	0,000	
8	1630	694	0	0,35	26.455	32.000	0,00	0,000	
9	1730	694	0	0,35	22.624	32.000	0,00	0,000	
10	1812	694	0	0,35	18.897	32.000	0,00	0,000	
11	1999	350	0	0,35	15.252	32.000	0,00	0,000	
12	2195	0	0	0,35	11.669	32.000	0,00	0,000	
13	2114	0	0	0,35	8.132	32.000	0,00	0,000	
14	2437	0	0	0,35	4.626	32.000	0,00	0,000	
15	887	0	0	0,35	1.137	32.000	0,00	0,000	
16	752	0	0	0,35	-2.347	32.000	0,00	0,000	
17	736	0	0	0,35	-5.840	32.000	0,00	0,000	
18	707	0	0	0,35	-9.355	32.000	0,00	0,000	
19	665	0	0	0,35	-12.906	32.000	0,00	0,000	
20	608	0	0	0,35	-16.509	32.000	0,00	0,000	
21	536	0	0	0,35	-20.180	32.000	0,00	0,000	
22	448	0	0	0,35	-23.941	32.000	0,00	0,000	
23	342	0	0	0,35	-27.815	32.000	0,00	0,000	
24	218	0	0	0,35	-31.833	32.000	0,00	0,000	
25	72	0	0	-4,03 - 0,35	-34.780	32.000	0,00	0,000	

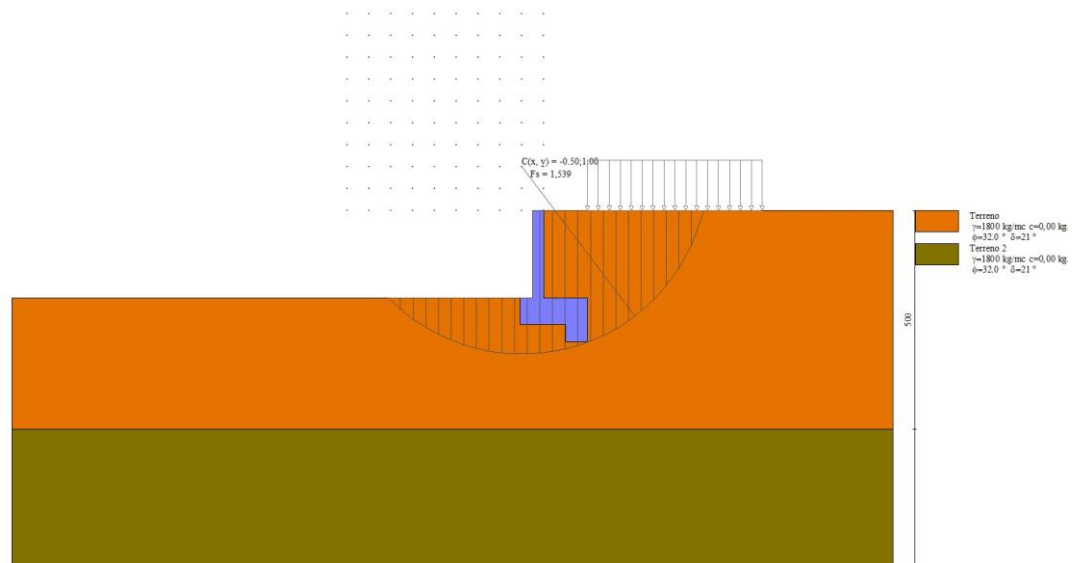


Fig. 8 - Stabilità fronte di scavo - Cerchio critico (Combinazione n° 3)

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	246	73
11	-1,00	625	310	101
12	-1,10	688	389	136
13	-1,20	750	485	179
14	-1,30	812	597	233
15	-1,40	875	723	299
16	-1,50	938	859	378
17	-1,60	1000	1004	471
18	-1,70	1063	1158	579
19	-1,80	1125	1318	703
20	-1,90	1188	1487	843
21	-2,00	1250	1663	1000

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	38	2
3	-0,20	125	80	8
4	-0,30	187	127	18
5	-0,40	250	178	33
6	-0,50	313	234	54
7	-0,60	375	295	80
8	-0,70	438	360	113
9	-0,80	500	430	152
10	-0,90	563	506	199
11	-1,00	625	590	254

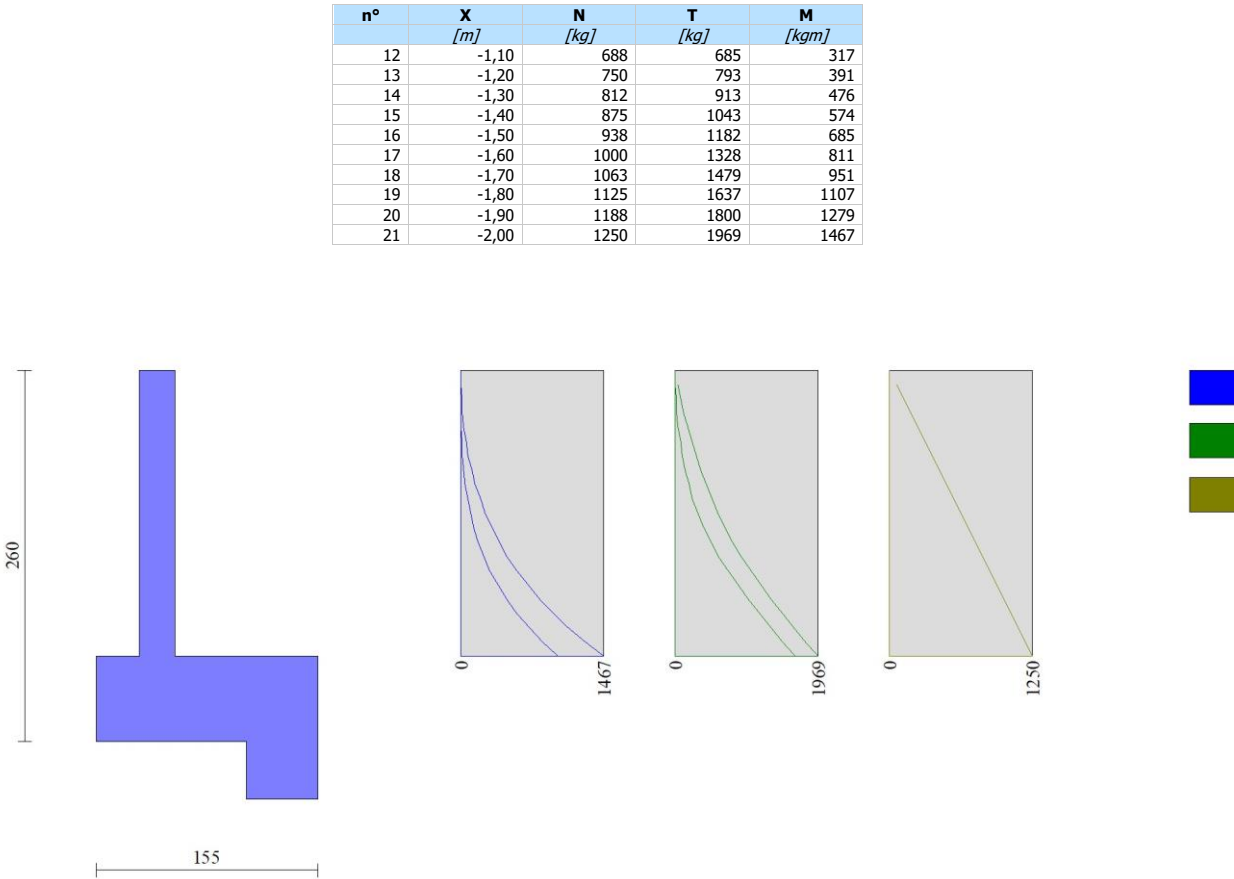


Fig. 9 - Paramento (Inviluppo)

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	642	24
3	-0,40	0	1254	96
4	-0,33	0	1836	212
5	-0,25	0	2389	370
6	0,00	0	-1981	-1557
7	0,10	0	-2071	-1354
8	0,20	0	-2109	-1144
9	0,30	0	-2093	-934
10	0,40	0	-2024	-727
11	0,50	0	-1902	-531
12	0,60	0	-1628	-354
13	0,70	0	-1300	-207
14	0,80	0	-920	-95
15	0,90	0	-486	-25
16	1,00	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
2	-0,48	0	875	33
3	-0,40	0	1696	130
4	-0,33	0	2463	286
5	-0,25	0	3175	498
6	0,00	0	-2076	-1920
7	0,10	0	-2342	-1698
8	0,20	0	-2511	-1455
9	0,30	0	-2584	-1199
10	0,40	0	-2560	-941
11	0,50	0	-2441	-690
12	0,60	0	-2125	-461
13	0,70	0	-1713	-268
14	0,80	0	-1205	-122
15	0,90	0	-610	-30

n°	X [m]	N [kg]	T [kg]	M [kgm]
16	1,00	0	0	0

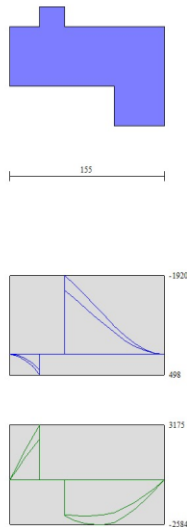


Fig. 10 - Fondazione (Involuppo)

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
4	-0,30	100	25	8,04	8,04	3	187	6529	187	2392.560
5	-0,40	100	25	8,04	8,04	6	250	6535	250	1012.452
6	-0,50	100	25	8,04	8,04	13	313	6540	313	519.952
7	-0,60	100	25	8,04	8,04	22	375	6546	375	301.655
8	-0,70	100	25	8,04	8,04	34	438	6552	438	190.355
9	-0,80	100	25	8,04	8,04	51	500	6558	500	127.744
10	-0,90	100	25	8,04	8,04	73	563	6563	563	89.752
11	-1,00	100	25	8,04	8,04	101	625	6569	625	65.159
12	-1,10	100	25	8,04	8,04	136	688	6575	688	48.484
13	-1,20	100	25	8,04	8,04	179	750	6581	750	36.733
14	-1,30	100	25	8,04	8,04	233	812	6586	812	28.253
15	-1,40	100	25	8,04	8,04	299	875	6592	875	22.049
16	-1,50	100	25	8,04	8,04	378	938	6598	938	17.455
17	-1,60	100	25	8,04	8,04	471	1000	6604	1000	14.017
18	-1,70	100	25	8,04	8,04	579	1063	6609	1062	11.412
19	-1,80	100	25	8,04	8,04	703	1125	6615	1125	9.412
20	-1,90	100	25	8,04	8,04	843	1188	6621	1188	7.854
21	-1,99	100	25	8,04	8,04	1000	1250	6627	1250	6.624

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	3541.017
3	-0,20	100	25	8,04	8,04	8	125	6523	125	850.095
4	-0,30	100	25	8,04	8,04	18	187	6529	187	363.451
5	-0,40	100	25	8,04	8,04	33	250	6535	250	197.014
6	-0,50	100	25	8,04	8,04	54	313	6540	313	121.695
7	-0,60	100	25	8,04	8,04	80	375	6546	375	81.673
8	-0,70	100	25	8,04	8,04	113	438	6552	438	58.059
9	-0,80	100	25	8,04	8,04	152	500	6558	500	43.057
10	-0,90	100	25	8,04	8,04	199	563	6563	563	32.978
11	-1,00	100	25	8,04	8,04	254	625	6569	625	25.887
12	-1,10	100	25	8,04	8,04	317	688	6575	688	20.714
13	-1,20	100	25	8,04	8,04	391	750	6581	750	16.822
14	-1,30	100	25	8,04	8,04	476	812	6586	812	13.826
15	-1,40	100	25	8,04	8,04	574	875	6592	875	11.483
16	-1,50	100	25	8,04	8,04	685	938	6598	938	9.627
17	-1,60	100	25	8,04	8,04	811	1000	6604	1000	8.145
18	-1,70	100	25	8,04	8,04	951	1063	6609	1063	6.949
19	-1,80	100	25	8,04	8,04	1107	1125	6615	1125	5.976
20	-1,90	100	25	8,04	8,04	1279	1188	6621	1188	5.178
21	-1,99	100	25	8,04	8,04	1467	1250	6627	1250	4.517

FondazioneCombinazione 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	24	0	25981	0	1071.197
3	-0,40	100	60	12,06	12,06	96	0	25981	0	271.972
4	-0,33	100	60	12,06	12,06	212	0	25981	0	122.790
5	-0,25	100	60	12,06	12,06	370	0	25981	0	70.180
6	0,00	100	60	12,06	12,06	-1557	0	-25981	0	16.689
7	0,10	100	60	12,06	12,06	-1354	0	-25981	0	19.193
8	0,20	100	60	12,06	12,06	-1144	0	-25981	0	22.706
9	0,30	100	60	12,06	12,06	-934	0	-25981	0	27.824
10	0,40	100	60	12,06	12,06	-727	0	-25981	0	35.714
11	0,50	100	60	12,06	12,06	-531	0	-25981	0	48.955
12	0,60	100	60	12,06	12,06	-354	0	-25981	0	73.440
13	0,70	100	60	12,06	12,06	-207	0	-25981	0	125.551
14	0,80	100	60	12,06	12,06	-95	0	-25981	0	272.053
15	0,90	100	60	12,06	12,06	-25	0	-25981	0	1049.437
16	1,00	100	60	12,06	12,06	0	0	0	0	100000.000

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	-0,55	100	60	12,06	12,06	0	0	0	0	100000.000
2	-0,48	100	60	12,06	12,06	33	0	25981	0	783.678
3	-0,40	100	60	12,06	12,06	130	0	25981	0	200.001
4	-0,33	100	60	12,06	12,06	286	0	25981	0	90.781
5	-0,25	100	60	12,06	12,06	498	0	25981	0	52.174
6	0,00	100	60	12,06	12,06	-1920	0	-25981	0	13.533
7	0,10	100	60	12,06	12,06	-1698	0	-25981	0	15.300
8	0,20	100	60	12,06	12,06	-1455	0	-25981	0	17.860
9	0,30	100	60	12,06	12,06	-1199	0	-25981	0	21.666
10	0,40	100	60	12,06	12,06	-941	0	-25981	0	27.606
11	0,50	100	60	12,06	12,06	-690	0	-25981	0	37.639
12	0,60	100	60	12,06	12,06	-461	0	-25981	0	56.338
13	0,70	100	60	12,06	12,06	-268	0	-25981	0	96.785
14	0,80	100	60	12,06	12,06	-122	0	-25981	0	213.443
15	0,90	100	60	12,06	12,06	-30	0	-25981	0	851.824
16	1,00	100	60	12,06	12,06	0	0	0	0	100000.000

SperoneCombinazione 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	-2,60	100	50	8,04	8,04	1273	0	14303	0	11.232

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	-2,60	100	50	8,04	8,04	1503	0	14303	0	9.516

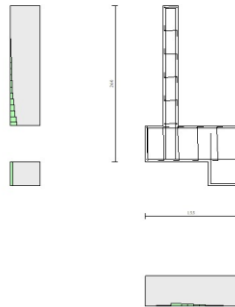


Fig. 11 - Paramento (Inviluppo)

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]
cotθ	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)

Paramento

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	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	4836.159
3	-0,20	100	25	0,00	0,00	--	0	0	14685	12	1209.719
4	-0,30	100	25	0,00	0,00	--	0	0	14693	27	539.435
5	-0,40	100	25	0,00	0,00	--	0	0	14702	48	304.650
6	-0,50	100	25	0,00	0,00	--	0	0	14710	75	195.523
7	-0,60	100	25	0,00	0,00	--	0	0	14718	108	136.021
8	-0,70	100	25	0,00	0,00	--	0	0	14726	147	100.064
9	-0,80	100	25	0,00	0,00	--	0	0	14735	192	76.691
10	-0,90	100	25	0,00	0,00	--	0	0	14743	246	60.031
11	-1,00	100	25	0,00	0,00	--	0	0	14751	310	47.579
12	-1,10	100	25	0,00	0,00	--	0	0	14759	389	37.968
13	-1,20	100	25	0,00	0,00	--	0	0	14768	485	30.453
14	-1,30	100	25	0,00	0,00	--	0	0	14776	597	24.758
15	-1,40	100	25	0,00	0,00	--	0	0	14784	723	20.461
16	-1,50	100	25	0,00	0,00	--	0	0	14792	859	17.213
17	-1,60	100	25	0,00	0,00	--	0	0	14801	1004	14.735
18	-1,70	100	25	0,00	0,00	--	0	0	14809	1158	12.794
19	-1,80	100	25	0,00	0,00	--	0	0	14817	1318	11.240
20	-1,90	100	25	0,00	0,00	--	0	0	14825	1487	9.973
21	-1,99	100	25	0,00	0,00	--	0	0	14834	1663	8.922

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	38	390.456

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
3	-0,20	100	25	0,00	0,00	--	0	0	14685	80	183.915
4	-0,30	100	25	0,00	0,00	--	0	0	14693	127	115.955
5	-0,40	100	25	0,00	0,00	--	0	0	14702	178	82.529
6	-0,50	100	25	0,00	0,00	--	0	0	14710	234	62.824
7	-0,60	100	25	0,00	0,00	--	0	0	14718	295	49.932
8	-0,70	100	25	0,00	0,00	--	0	0	14726	360	40.908
9	-0,80	100	25	0,00	0,00	--	0	0	14735	430	34.280
10	-0,90	100	25	0,00	0,00	--	0	0	14743	506	29.137
11	-1,00	100	25	0,00	0,00	--	0	0	14751	590	24.994
12	-1,10	100	25	0,00	0,00	--	0	0	14759	685	21.548
13	-1,20	100	25	0,00	0,00	--	0	0	14768	793	18.625
14	-1,30	100	25	0,00	0,00	--	0	0	14776	913	16.188
15	-1,40	100	25	0,00	0,00	--	0	0	14784	1043	14.170
16	-1,50	100	25	0,00	0,00	--	0	0	14792	1182	12.509
17	-1,60	100	25	0,00	0,00	--	0	0	14801	1328	11.146
18	-1,70	100	25	0,00	0,00	--	0	0	14809	1479	10.010
19	-1,80	100	25	0,00	0,00	--	0	0	14817	1637	9.052
20	-1,90	100	25	0,00	0,00	--	0	0	14825	1800	8.236
21	-1,99	100	25	0,00	0,00	--	0	0	14834	1969	7.534

Fondazione

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	-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	-642	40.230
3	-0,40	100	60	0,00	0,00	--	0	0	25820	-1254	20.593
4	-0,33	100	60	0,00	0,00	--	0	0	25820	-1836	14.062
5	-0,25	100	60	0,00	0,00	--	0	0	25820	-2389	10.810
6	0,00	100	60	0,00	0,00	--	0	0	25820	-1981	13.031
7	0,10	100	60	0,00	0,00	--	0	0	25820	-2071	12.465
8	0,20	100	60	0,00	0,00	--	0	0	25820	-2109	12.245
9	0,30	100	60	0,00	0,00	--	0	0	25820	-2093	12.338
10	0,40	100	60	0,00	0,00	--	0	0	25820	-2024	12.757
11	0,50	100	60	0,00	0,00	--	0	0	25820	-1902	13.573
12	0,60	100	60	0,00	0,00	--	0	0	25820	-1628	15.863
13	0,70	100	60	0,00	0,00	--	0	0	25820	-1300	19.859
14	0,80	100	60	0,00	0,00	--	0	0	25820	-920	28.074
15	0,90	100	60	0,00	0,00	--	0	0	25820	-486	53.093
16	1,00	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	-875	29.507
3	-0,40	100	60	0,00	0,00	--	0	0	25820	-1696	15.225
4	-0,33	100	60	0,00	0,00	--	0	0	25820	-2463	10.484
5	-0,25	100	60	0,00	0,00	--	0	0	25820	-3175	8.131
6	0,00	100	60	0,00	0,00	--	0	0	25820	-2076	12.437
7	0,10	100	60	0,00	0,00	--	0	0	25820	-2342	11.027
8	0,20	100	60	0,00	0,00	--	0	0	25820	-2511	10.284
9	0,30	100	60	0,00	0,00	--	0	0	25820	-2584	9.993
10	0,40	100	60	0,00	0,00	--	0	0	25820	-2560	10.084
11	0,50	100	60	0,00	0,00	--	0	0	25820	-2441	10.578
12	0,60	100	60	0,00	0,00	--	0	0	25820	-2125	12.149
13	0,70	100	60	0,00	0,00	--	0	0	25820	-1713	15.071
14	0,80	100	60	0,00	0,00	--	0	0	25820	-1205	21.427
15	0,90	100	60	0,00	0,00	--	0	0	25820	-610	42.328
16	1,00	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	-2,60	100	50	0,00	0,00	--	0	0	20581	4773	4.312

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	-2,60	100	50	0,00	0,00	--	0	0	20581	5634	3.653

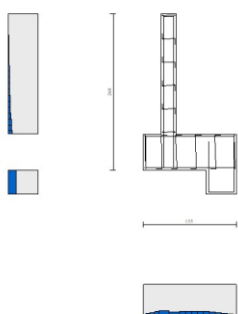


Fig. 12 - Paramento (Inviluppo)

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	5124	21,33	4773	1864	1,00	-1,78
	Peso/Inerzia muro			0	4075/0	0,18	-1,96
	Peso/Inerzia terrapieno			0	3600/0	0,50	-1,00
	Resistenza passiva terreno antistante			-527			
	Resistenza passiva sperone			-5426			

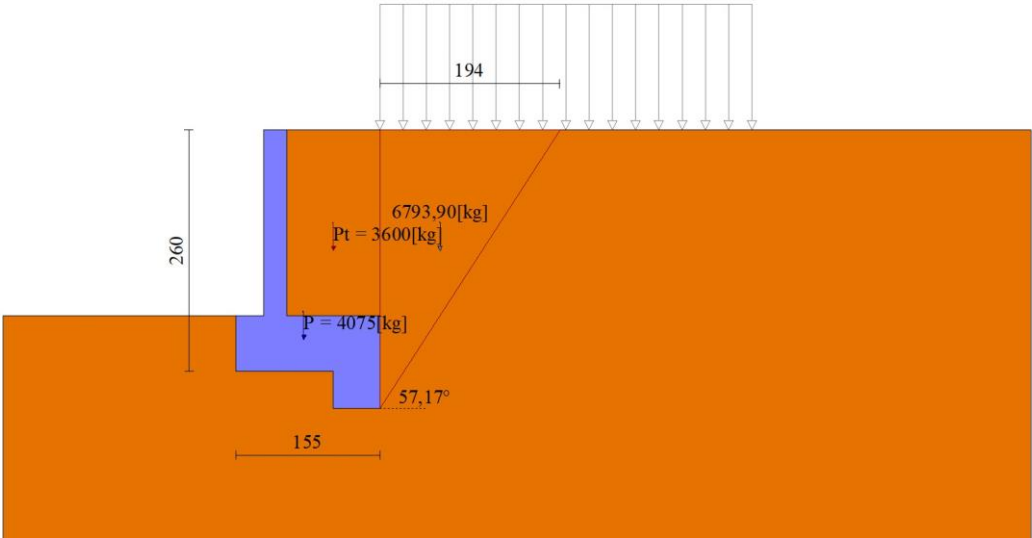


Fig. 13 - Cuneo di spinta (combinazione statica) (Combinazione n° 1)

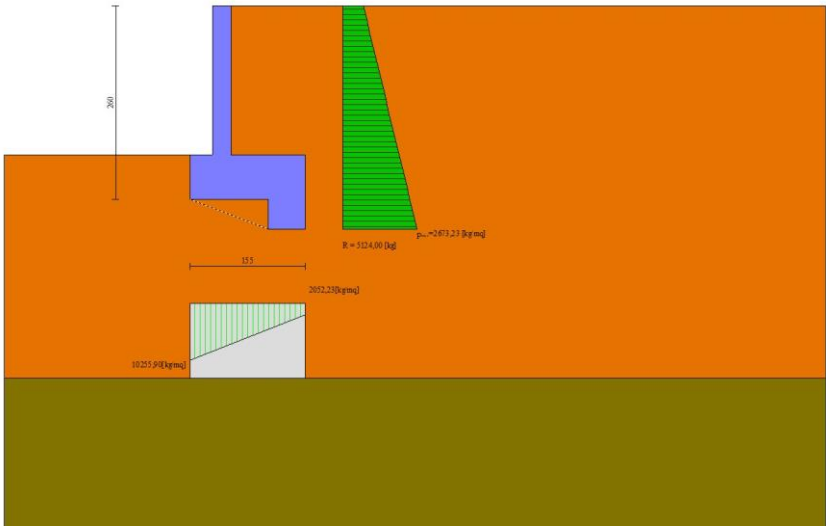


Fig. 14 - Diagramma delle pressioni (combinazione statica) (Combinazione n° 1)

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)		1.387		6.640			
2 - STR (A1-M1-R3)	H	1.223		5.549			
3 - GEO (A2-M2-R2)					1.539		
4 - GEO (A2-M2-R2)	H				1.563		
5 - EQU (A1-M1-R3)			2.474				
6 - EQU (A1-M1-R3)	H		1.564				

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	246	527	6116	--	--	6889	5634	1.223

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	8879	20.882	630	0,36

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	9509	52764	43970	5.549

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_γ Fattori per tener conto dell'effetto piastra. Per fondazioni che hanno larghezza maggiore di 2 m, il terzo termine della formula trinomia $0.5B_\gamma/N_\gamma$ 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	r_γ
2	44.036 28.517 27.325	-- -- --	-- -- --	-- -- --	-- -- --	1.300 1.000 0.800	-- -- --	--	--	0.555	1.000

n°	D [m]	B' [m]	H [m]	γ [°]	ϕ [kg/mc]	c [kg/cm ²]
2	0,60	1,55	0,48	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	10014	6403	1.564

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	4,28	1.539

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	209	666	0	3,67 - 0,29	70.150	26.560	0,00	0,000	
2	555	666	0	0,29	61.096	26.560	0,00	0,000	
3	795	666	0	0,29	53.801	26.560	0,00	0,000	
4	981	666	0	0,29	47.641	26.560	0,00	0,000	
5	1132	666	0	0,29	42.149	26.560	0,00	0,000	
6	1257	666	0	0,29	37.105	26.560	0,00	0,000	
7	1362	666	0	0,29	32.379	26.560	0,00	0,000	
8	1450	666	0	0,29	27.891	26.560	0,00	0,000	
9	1523	666	0	0,29	23.583	26.560	0,00	0,000	
10	1739	154	0	0,29	19.413	26.560	0,00	0,000	
11	1829	0	0	0,29	15.349	26.560	0,00	0,000	
12	1788	0	0	0,29	11.362	26.560	0,00	0,000	
13	1691	0	0	0,29	7.430	26.560	0,00	0,000	
14	1578	0	0	0,29	3.534	26.560	0,00	0,000	
15	738	0	0	0,29	-0.346	26.560	0,00	0,000	
16	661	0	0	0,29	-4.227	26.560	0,00	0,000	
17	645	0	0	0,29	-8.129	26.560	0,00	0,000	
18	618	0	0	0,29	-12.068	26.560	0,00	0,000	
19	580	0	0	0,29	-16.067	26.560	0,00	0,000	
20	530	0	0	0,29	-20.149	26.560	0,00	0,000	
21	469	0	0	0,29	-24.340	26.560	0,00	0,000	
22	393	0	0	0,29	-28.677	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	302	0	0	0,29	-33.203	26.560	0,00	0,000	
24	194	0	0	0,29	-37.978	26.560	0,00	0,000	
25	64	0	0	-3,57 - 0,29	-41.816	26.560	0,00	0,000	

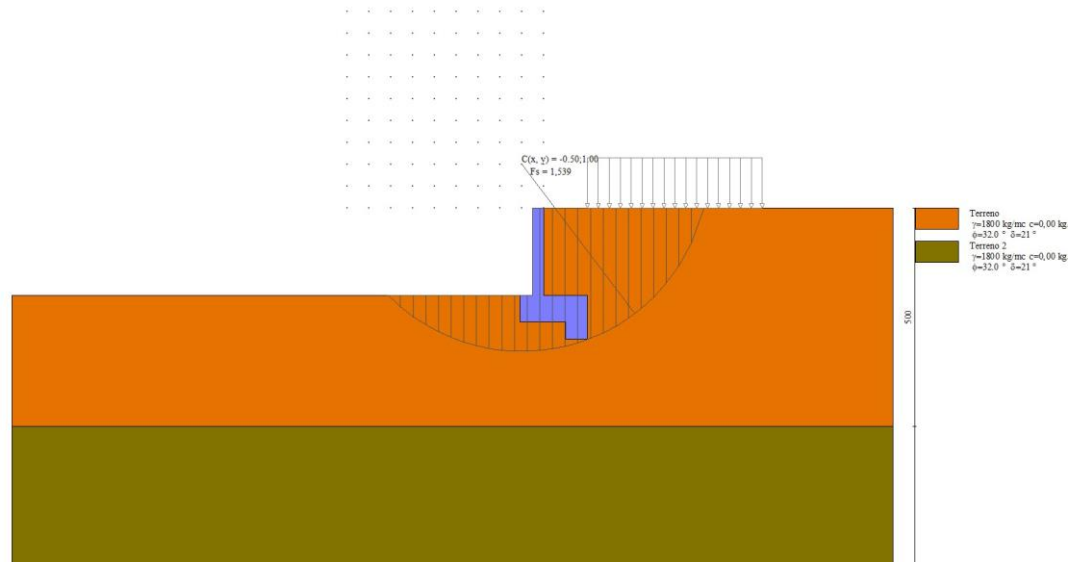


Fig. 15 - Stabilità fronte di scavo - Cerchio critico (Combinazione n° 3)

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	38	0	2
3	-0,20	125	125	12	80	1	8
4	-0,30	187	187	27	127	3	18
5	-0,40	250	250	48	178	6	33
6	-0,50	313	313	75	234	13	54
7	-0,60	375	375	108	295	22	80
8	-0,70	438	438	147	360	34	113
9	-0,80	500	500	192	430	51	152
10	-0,90	563	563	246	506	73	199
11	-1,00	625	625	310	590	101	254
12	-1,10	688	688	389	685	136	317
13	-1,20	750	750	485	793	179	391
14	-1,30	812	812	597	913	233	476
15	-1,40	875	875	723	1043	299	574
16	-1,50	938	938	859	1182	378	685
17	-1,60	1000	1000	1004	1328	471	811
18	-1,70	1063	1063	1158	1479	579	951
19	-1,80	1125	1125	1318	1637	703	1107
20	-1,90	1188	1188	1487	1800	843	1279
21	-2,00	1250	1250	1663	1969	1000	1467

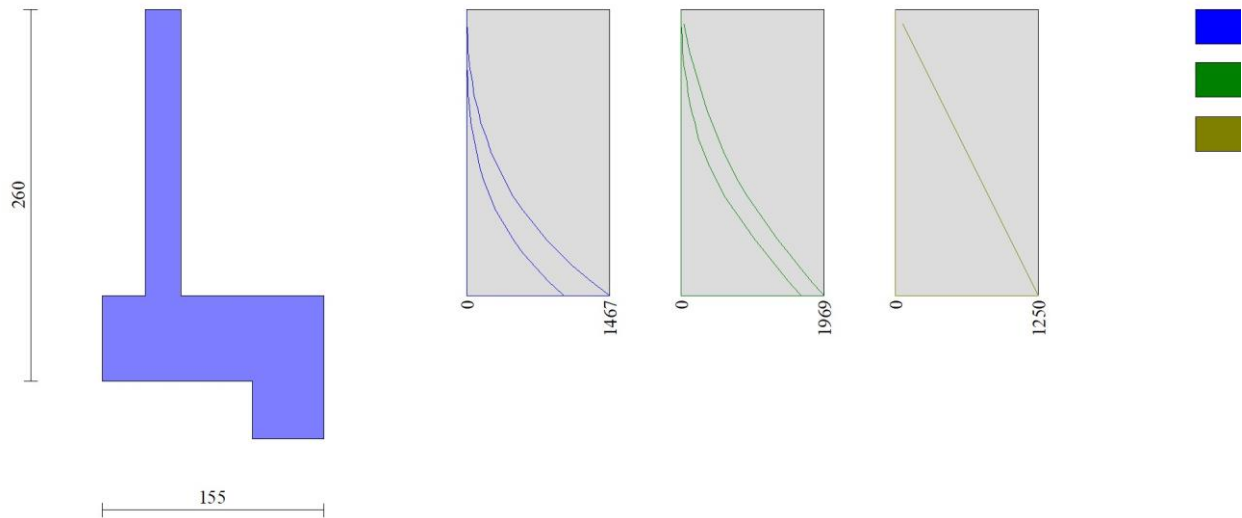


Fig. 16 - Paramento

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	642	875	24	33
3	-0,40	0	0	1254	1696	96	130
4	-0,33	0	0	1836	2463	212	286
5	-0,25	0	0	2389	3175	370	498
6	0,00	0	0	-2076	-1981	-1920	-1557
7	0,10	0	0	-2342	-2071	-1698	-1354
8	0,20	0	0	-2511	-2109	-1455	-1144
9	0,30	0	0	-2584	-2093	-1199	-934
10	0,40	0	0	-2560	-2024	-941	-727
11	0,50	0	0	-2441	-1902	-690	-531
12	0,60	0	0	-2125	-1628	-461	-354
13	0,70	0	0	-1713	-1300	-268	-207
14	0,80	0	0	-1205	-920	-122	-95
15	0,90	0	0	-610	-486	-30	-25
16	1,00	0	0	0	0	0	0

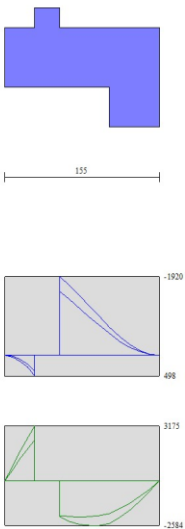


Fig. 17 - Fondazione

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	sfuerzo normale agente espressa in [kg]
Mrd	momento resistente espresso in [kgm]
Nrd	sfuerzo 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	3541.017
3	100	25	8,04	8,04	8	125	6523	125	850.095
4	100	25	8,04	8,04	18	187	6529	187	363.451
5	100	25	8,04	8,04	33	250	6535	250	197.014
6	100	25	8,04	8,04	54	313	6540	313	121.695
7	100	25	8,04	8,04	80	375	6546	375	81.673
8	100	25	8,04	8,04	113	438	6552	438	58.059
9	100	25	8,04	8,04	152	500	6558	500	43.057
10	100	25	8,04	8,04	199	563	6563	563	32.978
11	100	25	8,04	8,04	254	625	6569	625	25.887
12	100	25	8,04	8,04	317	688	6575	688	20.714
13	100	25	8,04	8,04	391	750	6581	750	16.822
14	100	25	8,04	8,04	476	812	6586	813	13.826
15	100	25	8,04	8,04	574	875	6592	875	11.483
16	100	25	8,04	8,04	685	938	6598	938	9.627
17	100	25	8,04	8,04	811	1000	6604	1000	8.145
18	100	25	8,04	8,04	951	1063	6609	1063	6.949
19	100	25	8,04	8,04	1107	1125	6615	1125	5.976
20	100	25	8,04	8,04	1279	1188	6621	1188	5.178
21	100	25	8,04	8,04	1467	1250	6627	1250	4.517

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	33	0	25981	0	783.678
3	100	60	12,06	12,06	130	0	25981	0	200.001
4	100	60	12,06	12,06	286	0	25981	0	90.781
5	100	60	12,06	12,06	498	0	25981	0	52.174
6	100	60	12,06	12,06	-1920	0	-25981	0	13.533
7	100	60	12,06	12,06	-1698	0	-25981	0	15.300
8	100	60	12,06	12,06	-1455	0	-25981	0	17.860
9	100	60	12,06	12,06	-1199	0	-25981	0	21.666
10	100	60	12,06	12,06	-941	0	-25981	0	27.606
11	100	60	12,06	12,06	-690	0	-25981	0	37.639
12	100	60	12,06	12,06	-461	0	-25981	0	56.338
13	100	60	12,06	12,06	-268	0	-25981	0	96.785
14	100	60	12,06	12,06	-122	0	-25981	0	213.443
15	100	60	12,06	12,06	-30	0	-25981	0	851.824
16	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	1503	0	14303	0	9.516

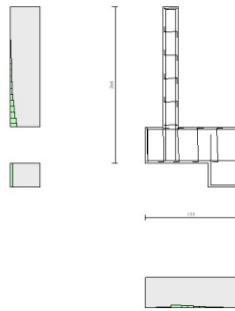


Fig. 18 - Paramento (Inviluppo)

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]
cotθ	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)

Paramento

n°	B [cm]	H [cm]	A _{sw} [cmq]	cotθ	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	38	390.456
3	100	25	0,00	--	0	0	14685	80	183.915
4	100	25	0,00	--	0	0	14693	127	115.955
5	100	25	0,00	--	0	0	14702	178	82.529
6	100	25	0,00	--	0	0	14710	234	62.824
7	100	25	0,00	--	0	0	14718	295	49.932
8	100	25	0,00	--	0	0	14726	360	40.908
9	100	25	0,00	--	0	0	14735	430	34.280
10	100	25	0,00	--	0	0	14743	506	29.137
11	100	25	0,00	--	0	0	14751	590	24.994
12	100	25	0,00	--	0	0	14759	685	21.548
13	100	25	0,00	--	0	0	14768	793	18.625
14	100	25	0,00	--	0	0	14776	913	16.188
15	100	25	0,00	--	0	0	14784	1043	14.170
16	100	25	0,00	--	0	0	14792	1182	12.509
17	100	25	0,00	--	0	0	14801	1328	11.146
18	100	25	0,00	--	0	0	14809	1479	10.010
19	100	25	0,00	--	0	0	14817	1637	9.052
20	100	25	0,00	--	0	0	14825	1800	8.236
21	100	25	0,00	--	0	0	14834	1969	7.534

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	-875	29.507
3	100	60	0,00	--	0	0	25820	-1696	15.225
4	100	60	0,00	--	0	0	25820	-2463	10.484
5	100	60	0,00	--	0	0	25820	-3175	8.131
6	100	60	0,00	--	0	0	25820	-2076	12.437
7	100	60	0,00	--	0	0	25820	-2342	11.027
8	100	60	0,00	--	0	0	25820	-2511	10.284

n°	B [cm]	H [cm]	A _{sw} [cmq]	cotθ	V _{Rcd} [kg]	V _{Rsd} [kg]	V _{Rd} [kg]	T [kg]	FS
9	100	60	0,00	--	0	0	25820	-2584	9.993
10	100	60	0,00	--	0	0	25820	-2560	10.084
11	100	60	0,00	--	0	0	25820	-2441	10.578
12	100	60	0,00	--	0	0	25820	-2125	12.149
13	100	60	0,00	--	0	0	25820	-1713	15.071
14	100	60	0,00	--	0	0	25820	-1205	21.427
15	100	60	0,00	--	0	0	25820	-610	42.328
16	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	5634	3.653

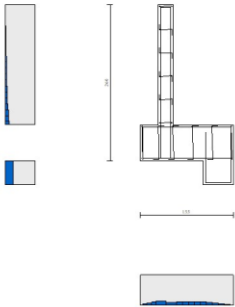


Fig. 19 - Paramento (Inviluppo)

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	3,00	4,74	18,97	
2	Dritto superiore	4	16,00	3,00	4,74	18,97	
3	Ripartitore	12	10,00	1,00	0,62	7,40	
4	Gancio	12	10,00	0,39	0,24	2,89	
	Totale al metro					48,21	0,50
	Totale					482,14	5,00

Fondazione

n°	Tipo	nf	D [mm]	L [m]	P _f [kg]	P _{gf} [kg]	V _{cls} [mc]
1	Staffone	6	16,00	4,52	7,13	42,80	
2	Ripartitore	12	10,00	1,00	0,62	7,40	
3	Gancio	10	10,00	0,89	0,55	5,47	
	Totale al metro					55,68	1,13
	Totale					492,41	11,30

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