



Provincia di Fermo  
Settore Viabilità - Infrastrutture - Urbanistica -  
Patrimonio - Edilizia scolastica



CONVENZIONE REPERTORIO N.5357 DEL 21.01.2020  
REGISTRO CONVENZIONI REGIONE MARCHE

**AMMODERNAMENTO DELLA  
S.P. 203 CORTA PER TORRE SAN PATRIZIO  
1° STRALCIO**

CUP C67H19001670001

IMPORTO COMPLESSIVO DEL FINANZIAMENTO € 700.000,00



RELAZIONE GEOLOGICA- Dott. Geol. Costantino Berardini

RILIEVO TOPOGRAFICO- Geom. Giovanni Antolini

IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO: ING. IVANO PIGNOLONI

ELABORATO:

**Relazione di calcolo -  
Muro h=2.00m**

**n.6A**

SCALA:

**PROGETTO DEFINITIVO**

03

02

01

00

Luglio 2022

REV.

DESCRIZIONE

DATA

REDATTO

VERIFICATO

APPROVATO

Progetto: Muro di sostegno 2 metri

Ditta: Provincia di Fermo

Comune: Fermo

Progettista: Ing. Stefano Gregori

Direttore dei Lavori:

Impresa:

## Normative di riferimento

- Legge nr. 1086 del 05/11/1971.  
Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio, normale e precompresso ed a struttura metallica.
- Legge nr. 64 del 02/02/1974.  
Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche.
- D.M. LL.PP. del 11/03/1988.  
Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione.
- D.M. LL.PP. del 14/02/1992.  
Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche.
- D.M. 9 Gennaio 1996  
Norme Tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche
- D.M. 16 Gennaio 1996  
Norme Tecniche relative ai 'Criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi'
- D.M. 16 Gennaio 1996  
Norme Tecniche per le costruzioni in zone sismiche
- Circolare Ministero LL.PP. 15 Ottobre 1996 N. 252 AA.GG./S.T.C.  
Istruzioni per l'applicazione delle Norme Tecniche di cui al D.M. 9 Gennaio 1996
- Circolare Ministero LL.PP. 10 Aprile 1997 N. 65/AA.GG.  
Istruzioni per l'applicazione delle Norme Tecniche per le costruzioni in zone sismiche di cui al D.M. 16 Gennaio 1996
- Norme Tecniche per le Costruzioni 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  $\gamma$ . 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  $\rho$  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  $\gamma_{\text{sat}}$  è il peso di volume saturo del terreno (dipendente dall'indice dei pori) e  $\gamma_w$  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  $\varepsilon$  l'inclinazione del terrapieno rispetto all'orizzontale e  $\beta$  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,  $\theta$  assume le seguenti espressioni:

Terreno a bassa permeabilità

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

Terreno a permeabilità elevata

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

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  $\theta$ .

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  $\eta_r$ .

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  $\delta$  è positivo, ribaltante se  $\delta$  è negativo.  $\delta$  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  $\eta_s$

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

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  $\delta_f$  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

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

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,  $\delta_r$ , diversi autori suggeriscono di assumere un valore di  $\delta_r$  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  $\eta_q$ . Cioè, detto  $Q_u$ , il carico limite ed  $R$  la risultante verticale dei carichi in fondazione, deve essere:

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

Si adotta per il calcolo del carico limite in fondazione il metodo di MEYERHOF.

L'espressione del carico ultimo è data dalla relazione:

$$q_u = c N_c s_c d_c i_c + q N_q s_q d_q i_q + 0.5 B \gamma N_\gamma s_\gamma d_\gamma i_\gamma$$

In questa espressione:

c	coesione del terreno in fondazione
$\phi$	angolo di attrito del terreno in fondazione
$\gamma$	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
N	fattori di capacità portante
d	fattori di profondità del piano di posa
i	fattori di inclinazione del carico

Fattori di capacità portante		$N_c = (N_q - 1) \cot \phi$	$N_q = e^{\pi \tan \phi} K_p$	$N_\gamma = (N_q - 1) \tan(1.4\phi)$
Fattori di forma	$\phi = 0$	$s_c = 1 + 0.2 K_p \frac{B'}{L'}$	$s_q = 1$	$s_\gamma = 1$
	$\phi > 0$	$s_c = 1 + 0.2 K_p \frac{B'}{L'}$	$s_q = 1 + 0.1 K_p \frac{B'}{L'}$	$s_\gamma = 1 + 0.1 K_p \frac{B'}{L'}$
Fattori di profondità	$\phi = 0$	$d_c = 1 + 0.2 \frac{D}{B} \sqrt{K_p}$	$d_q = 1$	$d_\gamma = 1$
	$\phi > 0$	$d_c = 1 + 0.2 \frac{D}{B} \sqrt{K_p}$	$d_q = 1 + 0.1 \frac{D}{B} \sqrt{K_p}$	$d_\gamma = 1 + 0.1 \frac{D}{B} \sqrt{K_p}$
Fattori di inclinazione del carico	$\phi = 0$	$i_c = \left(1 - \frac{\theta^\circ}{90^\circ}\right)^2$	$i_q = \left(1 - \frac{\theta^\circ}{90^\circ}\right)^2$	$i_\gamma = 0$
	$\phi > 0$	$i_c = \left(1 - \frac{\theta^\circ}{90^\circ}\right)^2$	$i_q = \left(1 - \frac{\theta^\circ}{90^\circ}\right)^2$	$i_\gamma = \left(1 - \frac{\theta^\circ}{\phi^\circ}\right)^2$

Indichiamo con  $K_p$  il coefficiente di spinta passiva espresso da:

$$K_p = \tan^2 \left( 45^\circ + \frac{\phi}{2} \right)$$

### Riduzione per eccentricità del carico

Nel caso in cui il carico al piano di posa della fondazione risulta eccentrico, Bowles propone di moltiplicare la capacità portante ultima per i termini  $B'$  ed  $L'$  (area ridotta della fondazione) al posto di  $B$  ed  $L$  dove:

$$B' = B - 2.0 e_x \quad L' = L - 2.0 e_y$$

essendo  $e_x$  ed  $e_y$  le eccentricità del carico.

La portanza espressa nell'unità di misura delle forze diventa:

$$P_u = q_u B' L'$$

Riduzione per effetto piastra

Per valori elevati di B (dimensione minore della fondazione), Bowles propone di utilizzare un fattore correttivo  $r_\gamma$  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:

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

Verifica alla stabilità globale

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

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.

Il coefficiente di sicurezza fornito da Fellenius si esprime secondo la seguente formula:

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

dove  $n$  è il numero delle strisce considerate,  $b_i$  e  $\alpha_i$  sono la larghezza e l'inclinazione della base della striscia  $i$ -esima rispetto all'orizzontale,  $W_i$  è il peso della striscia  $i$ -esima e  $c_i$  e  $\phi_i$  sono le caratteristiche del terreno (coesione ed angolo di attrito) lungo la base della striscia. Inoltre  $u_i$  ed  $l_i$  rappresentano la pressione neutra lungo la base della striscia e la lunghezza della base della striscia ( $l_i = b_i / \cos \alpha_i$ ). Quindi, assunto un cerchio di tentativo si suddivide in  $n$  strisce e dalla formula precedente si ricava  $\eta$ . Questo procedimento è eseguito per il numero di centri prefissato ed è assunto come coefficiente di sicurezza della scarpata il minimo dei coefficienti così determinati.

## Dati

### Materiali

#### Simbologia adottata

n°	Indice materiale
Descr	Descrizione del materiale
<b>Calcestruzzo armato</b>	
C	Classe di resistenza del cls
A	Classe di resistenza dell'acciaio
$\gamma$	Peso specifico, espresso in [kg/mc]
R <sub>ck</sub>	Resistenza caratteristica a compressione, espressa in [kg/cm <sup>2</sup> ]
E	Modulo elastico, espresso in [kg/cm <sup>2</sup> ]
$\nu$	Coeff. di Poisson
n	Coeff. di omogenizzazione acciaio/cls
ntc	Coeff. di omogenizzazione cls tesoro/compresso

#### Calcestruzzo armato

n°	Descr	C	A	$\gamma$	R <sub>ck</sub>	E	$\nu$	n	ntc
				[kg/mc]	[kg/cm <sup>2</sup> ]	[kg/cm <sup>2</sup> ]			
1	Cls Armato	C25/30	B450C	2500,00	305,91	320666	0.30	15.00	0.50

#### Acciai

Descr	f <sub>yk</sub>	f <sub>uk</sub>
	[kg/cm <sup>2</sup> ]	[kg/cm <sup>2</sup> ]
B450C	4588,00	5506,00

### 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	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	Cls Armato	
Altezza paramento	2,00	[m]
Altezza paramento libero	2,00	[m]
Spessore in sommità	0,30	[m]
Spessore all'attacco con la fondazione	0,30	[m]
Inclinazione paramento esterno	0,00	[°]
Inclinazione paramento interno	0,00	[°]

#### Fondazione

Materiale	Cls Armato	
Lunghezza mensola di valle	0,20	[m]
Lunghezza mensola di monte	1,00	[m]
Lunghezza totale	1,50	[m]
Inclinazione piano di posa	0,00	[°]
Spessore	0,40	[m]
Spessore magrone	0,10	[m]

## Descrizione terreni

### Parametri di resistenza

#### Simbologia adottata

n°	Indice del terreno
Descr	Descrizione terreno
$\gamma$	Peso di volume del terreno espresso in [kg/mc]
$\gamma_s$	Peso di volume saturo del terreno espresso in [kg/mc]
$\phi$	Angolo d'attrito interno espresso in [°]
$\delta$	Angolo d'attrito terra-muro espresso in [°]
c	Coesione espressa in [kg/cm <sup>q</sup> ]
c <sub>a</sub>	Adesione terra-muro espressa in [kg/cm <sup>q</sup> ]
Per calcolo portanza con il metodo di Bustamante-Doix	
Cesp	Coeff. di espansione laterale (solo per il metodo di Bustamante-Doix)
$\tau_l$	Tensione tangenziale limite, espressa in [kg/cm <sup>q</sup> ]

n°	Descr	$\gamma$ [kg/mc]	$\gamma_{sat}$ [kg/mc]	$\phi$ [°]	$\delta$ [°]	c [kg/cm <sup>q</sup> ]	c <sub>a</sub> [kg/cm <sup>q</sup> ]	Cesp	$\tau_l$ [kg/cm <sup>q</sup> ]
1	Sabbia Ghiaiosa	1800,00	2000,00	35.000	23.333	0,00	0,00	---	---
2	Terreno 2	1800,00	2000,00	30.000	0.000	0,00	0,00	---	---

## Stratigrafia

#### Simbologia adottata

n°	Indice dello strato
H	Spessore dello strato espresso in [m]
$\alpha$	Inclinazione espressa in [°]
Terreno	Terreno dello strato
Kwn, Kwt	Costante di Winkler normale e tangenziale alla superficie espressa in Kg/cm <sup>2</sup> /cm
Per calcolo pali (solo se presenti)	
Kw	Costante di Winkler orizzontale espressa in Kg/cm <sup>2</sup> /cm
Ks	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')

Kststa, Kstsis Coeff. di spinta statico e sismico

n°	H [m]	$\alpha$ [°]	Terreno	Kwn [Kg/cm <sup>2</sup> ]	Kwt [Kg/cm <sup>2</sup> ]	Kw [Kg/cm <sup>2</sup> ]	Ks	Cesp	Kststa	Kstsis
1	20,00	0.000	Sabbia Ghiaiosa	4.633	3.244	---	---	---	---	---

## 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	0.90	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Permanenti strutturali	Sfavorevoli	$\gamma_{G1,sfav}$	1.10	1.10	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	1.25
Coesione efficace	$\gamma_c$	1.00	1.25	1.00	1.25
Resistenza non drenata	$\gamma_{cu}$	1.00	1.40	1.00	1.40
Peso nell'unità di volume	$\gamma_r$	1.00	1.00	1.00	1.00

### Coeff. parziali $\gamma_R$ 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	--	--	0.00	--	--	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 caratteristica, cosiddetta rara, impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) irreversibili:

$$G_1 + G_2 + Q_{k1} + \Psi_{0,2} Q_{k2} + \Psi_{0,3} Q_{k3} + \dots$$

- Combinazione frequente, impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) reversibili:

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

- Combinazione quasi permanente, impiegata per gli effetti di lungo periodo:

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

- 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.  $\gamma_G$  e  $\gamma_Q$ , sono definiti nella tabella normativa.

In particolare si sono considerate le seguenti combinazioni:

#### Simbologia adottata

$\gamma$  Coefficiente di partecipazione della condizione  
 $\Psi$  Coefficiente di combinazione della condizione

#### Combinazione n° 1 - STR (A1-M1-R3)

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.30	--	Sfavorevole

#### Combinazione n° 2 - GEO (A2-M2-R2)

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole

#### Combinazione n° 3 - EQU (A1-M1-R3)

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	0.90	--	Favorevole
Peso terrapieno	0.90	--	Favorevole
Spinta terreno	1.10	--	Sfavorevole

#### Combinazione n° 4 - GEO (A2-M2-R2)

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole

#### Combinazione n° 5 - STR (A1-M1-R3) H - V

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole

#### Combinazione n° 6 - STR (A1-M1-R3) H + V

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole

#### Combinazione n° 7 - GEO (A2-M2-R2) H + V

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole

#### Combinazione n° 8 - GEO (A2-M2-R2) H - V

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole

Combinazione n° 9 - EQU (A1-M1-R3) H - V

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole

Combinazione n° 10 - EQU (A1-M1-R3) H + V

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole

Combinazione n° 11 - GEO (A2-M2-R2) H + V

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole

Combinazione n° 12 - GEO (A2-M2-R2) H - V

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole

Combinazione n° 13 - SLEQ

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole

Combinazione n° 14 - SLEF

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole

Combinazione n° 15 - SLER

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole

Dati sismici

Comune	Fermo
Provincia	Fermo
Regione	Marche
Latitudine	43.186110
Longitudine	13.608368
Indice punti di interpolazione	22757 - 22535 - 22534 - 22756
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 <sup>2</sup> ]	1.765	0.651
Accelerazione al suolo	$a_g/g$	[%]	0.180	0.066
Massimo fattore amplificazione spettro orizzontale	F0		2.447	2.428
Periodo inizio tratto spettro a velocità costante	Tc*		0.327	0.294
Tipo di sottosuolo - Coefficiente stratigrafico	Ss		C	1.436
Categoria topografica - Coefficiente amplificazione topografica	St		T1	1.000

Stato limite ...	Coeff. di riduzione $\beta_m$	kh [%]	kv [%]
Ultimo	0.380	9.817	4.909
Ultimo - Ribaltamento	0.570	14.726	7.363
Esercizio	0.470	4.680	2.340

Forma diagramma incremento sismico **Stessa forma del diagramma statico**

## 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	Meyerhof
Criterio di media calcolo del terreno equivalente (terreni stratificati)	Ponderata
Criterio di riduzione per eccentricità della portanza	Bowles
Criterio di riduzione per rottura locale (punzonamento)	Nessuna
Larghezza fondazione nel terzo termine della formula del carico limite ( $0.5B\gamma N_v$ )	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	Fellenius
---	-----------

### Altro

Partecipazione spinta passiva terreno antistante	0.00
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

Modello a blocchi	
Non è stato richiesto il calcolo degli spostamenti	
Spostamento limite	2,00 [cm]

### 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

### Specifiche per le verifiche nelle combinazioni allo Stato Limite di Esercizio (SLE)

#### Paramento e fondazione muro

Condizioni ambientali	Ordinarie
Armatura ad aderenza migliorata	SI

#### Verifica a fessurazione

Sensibilità armatura	Poco sensibile
Metodo di calcolo aperture delle fessure	NTC 2018 - CIRCOLARE 21 gennaio 2019, n. 7 C.S.LL.PP.
Calcolo momento fessurazione	Apertura
Resistenza a trazione per	Flessione
Valori limite aperture delle fessure:	$w_1=0.20$
	$w_2=0.30$
	$w_3=0.40$

#### Verifica delle tensioni

Valori limite delle tensioni nei materiali:

Combinazione	Calcestruzzo	Acciaio
Rara	$0.60 f_{ck}$	$0.80 f_{yk}$
Frequente	$1.00 f_{ck}$	$1.00 f_{yk}$
Quasi permanente	$0.45 f_{ck}$	$1.00 f_{yk}$

## 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	1647	23,33	1513	653	1,00	-1,60
	Peso/Inerzia muro			0	3000/0	0,05	-1,60
	Peso/Inerzia terrapieno			0	3600/0	0,50	-1,00
	Diagramma correttivo			1		0,00	-0,10
5	Spinta statica	1267	23,33	1164	502	1,00	-1,60
	Incremento di spinta sismica		253	232	100	1,00	-1,60
	Peso/Inerzia muro			295	3000/-147	0,05	-1,60
	Peso/Inerzia terrapieno			353	3600/-177	0,50	-1,00
6	Spinta statica	1267	23,33	1164	502	1,00	-1,60
	Incremento di spinta sismica		374	343	148	1,00	-1,60
	Peso/Inerzia muro			295	3000/147	0,05	-1,60
	Peso/Inerzia terrapieno			353	3600/177	0,50	-1,00
13	Spinta statica	1267	23,33	1164	502	1,00	-1,60
	Peso/Inerzia muro			0	3000/0	0,05	-1,60
	Peso/Inerzia terrapieno			0	3600/0	0,50	-1,00
	Diagramma correttivo			76		0,00	-0,22
14	Spinta statica	1267	23,33	1164	502	1,00	-1,60
	Peso/Inerzia muro			0	3000/0	0,05	-1,60
	Peso/Inerzia terrapieno			0	3600/0	0,50	-1,00
	Diagramma correttivo			76		0,00	-0,22
15	Spinta statica	1267	23,33	1164	502	1,00	-1,60
	Peso/Inerzia muro			0	3000/0	0,05	-1,60
	Peso/Inerzia terrapieno			0	3600/0	0,50	-1,00
	Diagramma correttivo			76		0,00	-0,22

### Verifiche geotecniche

#### Quadro riassuntivo coeff. di sicurezza calcolati

#### Simbologia adottata

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

Cmb	Sismica	FS <sub>SCO</sub>	FS <sub>RIB</sub>	FS <sub>QLIM</sub>	FS <sub>STAB</sub>	FS <sub>HYD</sub>	FS <sub>UPL</sub>
1 - STR (A1-M1-R3)		2.067		8.056			
2 - GEO (A2-M2-R2)					1.504		
3 - EQU (A1-M1-R3)			5.422				
4 - GEO (A2-M2-R2)					1.504		
5 - STR (A1-M1-R3)	H - V	1.452		5.380			
6 - STR (A1-M1-R3)	H + V	1.516		5.203			
7 - GEO (A2-M2-R2)	H + V				1.291		
8 - GEO (A2-M2-R2)	H - V				1.272		
9 - EQU (A1-M1-R3)	H - V		2.300				
10 - EQU (A1-M1-R3)	H + V		2.742				
11 - GEO (A2-M2-R2)	H + V				1.291		
12 - GEO (A2-M2-R2)	H - V				1.272		

#### 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
1 - STR (A1-M1-R3)	3128	0	0	--	--	3128	1513	2.067
5 - STR (A1-M1-R3) H - V	2967	0	0	--	--	2967	2044	1.452
6 - STR (A1-M1-R3) H + V	3267	0	0	--	--	3267	2155	1.516

### 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)	7253	58423	41731	8.056
5 - STR (A1-M1-R3) H - V	6878	37003	30836	5.380
6 - STR (A1-M1-R3) H + V	7574	39408	32840	5.203

### 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
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 cono di rottura, espresso in [m]
$\gamma$	Peso di volume del terreno medio, espresso in [kg/mc]
$\phi$	Angolo di attrito del terreno medio, espresso in [°]
c	Coesione del terreno medio, espresso in [kg/cm <sup>q</sup> ]

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

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	46.124	0.755	1.102	--	--	--	--	--	--	--	1.000
	33.296	0.755	1.051	--	--	--	--	--	--		
	37.152	0.440	1.051	--	--	--	--	--	--		
5	46.124	0.666	1.102	--	--	--	--	--	--	--	1.000
	33.296	0.666	1.051	--	--	--	--	--	--		
	37.152	0.278	1.051	--	--	--	--	--	--		
6	46.124	0.678	1.102	--	--	--	--	--	--	--	1.000
	33.296	0.678	1.051	--	--	--	--	--	--		
	37.152	0.298	1.051	--	--	--	--	--	--		

n°	D [m]	B' [m]	H [m]	$\gamma$ [°]	$\phi$ [kg/mc]	c [kg/cm <sup>q</sup> ]
1	0,40	1,50	1,44	1800	35,00	0,00
5	0,40	1,50	1,44	1800	35,00	0,00
6	0,40	1,50	1,44	1800	35,00	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
3 - EQU (A1-M1-R3)	5553	1024	5.422
9 - EQU (A1-M1-R3) H - V	6248	2717	2.300
10 - EQU (A1-M1-R3) H + V	6738	2457	2.742

### 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	R	FS
	[m]	[m]	
2 - GEO (A2-M2-R2)	-0,86; 0,43	3,40	1.504
4 - GEO (A2-M2-R2)	-0,86; 0,43	3,40	1.504
7 - GEO (A2-M2-R2) H + V	-0,86; 0,43	3,40	1.291
8 - GEO (A2-M2-R2) H - V	-0,86; 0,43	3,40	1.272
11 - GEO (A2-M2-R2) H + V	-0,86; 0,43	3,40	1.291
12 - GEO (A2-M2-R2) H - V	-0,86; 0,43	3,40	1.272

## 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]

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

$\phi$  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° 2 - GEO (A2-M2-R2)

n°	W	Qy	Qf	b	$\alpha$	$\phi$	c	u	Tx; Ty
	[kg]	[kg]	[kg]	[m]	[°]	[°]	[kg/cmq]	[kg/cmq]	[kg]
1	175	0	0	2,52 - 0,23	74.714	29.256	0,00	0,000	
2	447	0	0	0,23	63.597	29.256	0,00	0,000	
3	613	0	0	0,23	55.759	29.256	0,00	0,000	
4	739	0	0	0,23	49.315	29.256	0,00	0,000	
5	841	0	0	0,23	43.641	29.256	0,00	0,000	
6	924	0	0	0,23	38.466	29.256	0,00	0,000	
7	1021	0	0	0,23	33.644	29.256	0,00	0,000	
8	1117	0	0	0,23	29.080	29.256	0,00	0,000	
9	1166	0	0	0,23	24.712	29.256	0,00	0,000	
10	1206	0	0	0,23	20.493	29.256	0,00	0,000	
11	1173	0	0	0,23	16.388	29.256	0,00	0,000	
12	1585	0	0	0,23	12.368	29.256	0,00	0,000	
13	573	0	0	0,23	8.410	29.256	0,00	0,000	
14	402	0	0	0,23	4.491	29.256	0,00	0,000	
15	400	0	0	0,23	0.594	29.256	0,00	0,000	
16	398	0	0	0,23	-3.301	29.256	0,00	0,000	
17	389	0	0	0,23	-7.211	29.256	0,00	0,000	
18	374	0	0	0,23	-11.155	29.256	0,00	0,000	
19	351	0	0	0,23	-15.154	29.256	0,00	0,000	
20	322	0	0	0,23	-19.230	29.256	0,00	0,000	
21	284	0	0	0,23	-23.411	29.256	0,00	0,000	
22	238	0	0	0,23	-27.729	29.256	0,00	0,000	
23	183	0	0	0,23	-32.227	29.256	0,00	0,000	
24	117	0	0	0,23	-36.963	29.256	0,00	0,000	
25	38	0	0	-3,25 - 0,23	-40.158	29.256	0,00	0,000	

### Combinazione n° 4 - GEO (A2-M2-R2)

n°	W	Qy	Qf	b	$\alpha$	$\phi$	c	u	Tx; Ty
	[kg]	[kg]	[kg]	[m]	[°]	[°]	[kg/cmq]	[kg/cmq]	[kg]
1	175	0	0	2,52 - 0,23	74.714	29.256	0,00	0,000	
2	447	0	0	0,23	63.597	29.256	0,00	0,000	
3	613	0	0	0,23	55.759	29.256	0,00	0,000	
4	739	0	0	0,23	49.315	29.256	0,00	0,000	
5	841	0	0	0,23	43.641	29.256	0,00	0,000	
6	924	0	0	0,23	38.466	29.256	0,00	0,000	
7	1021	0	0	0,23	33.644	29.256	0,00	0,000	
8	1117	0	0	0,23	29.080	29.256	0,00	0,000	
9	1166	0	0	0,23	24.712	29.256	0,00	0,000	
10	1206	0	0	0,23	20.493	29.256	0,00	0,000	
11	1173	0	0	0,23	16.388	29.256	0,00	0,000	
12	1585	0	0	0,23	12.368	29.256	0,00	0,000	
13	573	0	0	0,23	8.410	29.256	0,00	0,000	
14	402	0	0	0,23	4.491	29.256	0,00	0,000	
15	400	0	0	0,23	0.594	29.256	0,00	0,000	
16	398	0	0	0,23	-3.301	29.256	0,00	0,000	
17	389	0	0	0,23	-7.211	29.256	0,00	0,000	
18	374	0	0	0,23	-11.155	29.256	0,00	0,000	
19	351	0	0	0,23	-15.154	29.256	0,00	0,000	
20	322	0	0	0,23	-19.230	29.256	0,00	0,000	
21	284	0	0	0,23	-23.411	29.256	0,00	0,000	
22	238	0	0	0,23	-27.729	29.256	0,00	0,000	
23	183	0	0	0,23	-32.227	29.256	0,00	0,000	
24	117	0	0	0,23	-36.963	29.256	0,00	0,000	
25	38	0	0	-3,25 - 0,23	-40.158	29.256	0,00	0,000	

### Combinazione n° 7 - GEO (A2-M2-R2) H + V

n°	W [kg]	Qy [kg]	Qf [kg]	b [m]	α [°]	φ [°]	c [kg/cm²]	u [kg/cm²]	Tx; Ty [kg]
1	175	0	0	2,52 - 0,23	74.714	29.256	0,00	0,000	
2	447	0	0	0,23	63.597	29.256	0,00	0,000	
3	613	0	0	0,23	55.759	29.256	0,00	0,000	
4	739	0	0	0,23	49.315	29.256	0,00	0,000	
5	841	0	0	0,23	43.641	29.256	0,00	0,000	
6	924	0	0	0,23	38.466	29.256	0,00	0,000	
7	1021	0	0	0,23	33.644	29.256	0,00	0,000	
8	1117	0	0	0,23	29.080	29.256	0,00	0,000	
9	1166	0	0	0,23	24.712	29.256	0,00	0,000	
10	1206	0	0	0,23	20.493	29.256	0,00	0,000	
11	1173	0	0	0,23	16.388	29.256	0,00	0,000	
12	1585	0	0	0,23	12.368	29.256	0,00	0,000	
13	573	0	0	0,23	8.410	29.256	0,00	0,000	
14	402	0	0	0,23	4.491	29.256	0,00	0,000	
15	400	0	0	0,23	0.594	29.256	0,00	0,000	
16	398	0	0	0,23	-3.301	29.256	0,00	0,000	
17	389	0	0	0,23	-7.211	29.256	0,00	0,000	
18	374	0	0	0,23	-11.155	29.256	0,00	0,000	
19	351	0	0	0,23	-15.154	29.256	0,00	0,000	
20	322	0	0	0,23	-19.230	29.256	0,00	0,000	
21	284	0	0	0,23	-23.411	29.256	0,00	0,000	
22	238	0	0	0,23	-27.729	29.256	0,00	0,000	
23	183	0	0	0,23	-32.227	29.256	0,00	0,000	
24	117	0	0	0,23	-36.963	29.256	0,00	0,000	
25	38	0	0	-3,25 - 0,23	-40.158	29.256	0,00	0,000	

## Combinazione n° 8 - GEO (A2-M2-R2) H - V

n°	W [kg]	Qy [kg]	Qf [kg]	b [m]	α [°]	φ [°]	c [kg/cm²]	u [kg/cm²]	Tx; Ty [kg]
1	175	0	0	2,52 - 0,23	74.714	29.256	0,00	0,000	
2	447	0	0	0,23	63.597	29.256	0,00	0,000	
3	613	0	0	0,23	55.759	29.256	0,00	0,000	
4	739	0	0	0,23	49.315	29.256	0,00	0,000	
5	841	0	0	0,23	43.641	29.256	0,00	0,000	
6	924	0	0	0,23	38.466	29.256	0,00	0,000	
7	1021	0	0	0,23	33.644	29.256	0,00	0,000	
8	1117	0	0	0,23	29.080	29.256	0,00	0,000	
9	1166	0	0	0,23	24.712	29.256	0,00	0,000	
10	1206	0	0	0,23	20.493	29.256	0,00	0,000	
11	1173	0	0	0,23	16.388	29.256	0,00	0,000	
12	1585	0	0	0,23	12.368	29.256	0,00	0,000	
13	573	0	0	0,23	8.410	29.256	0,00	0,000	
14	402	0	0	0,23	4.491	29.256	0,00	0,000	
15	400	0	0	0,23	0.594	29.256	0,00	0,000	
16	398	0	0	0,23	-3.301	29.256	0,00	0,000	
17	389	0	0	0,23	-7.211	29.256	0,00	0,000	
18	374	0	0	0,23	-11.155	29.256	0,00	0,000	
19	351	0	0	0,23	-15.154	29.256	0,00	0,000	
20	322	0	0	0,23	-19.230	29.256	0,00	0,000	
21	284	0	0	0,23	-23.411	29.256	0,00	0,000	
22	238	0	0	0,23	-27.729	29.256	0,00	0,000	
23	183	0	0	0,23	-32.227	29.256	0,00	0,000	
24	117	0	0	0,23	-36.963	29.256	0,00	0,000	
25	38	0	0	-3,25 - 0,23	-40.158	29.256	0,00	0,000	

## Combinazione n° 11 - GEO (A2-M2-R2) H + V

n°	W [kg]	Qy [kg]	Qf [kg]	b [m]	α [°]	φ [°]	c [kg/cm²]	u [kg/cm²]	Tx; Ty [kg]
1	175	0	0	2,52 - 0,23	74.714	29.256	0,00	0,000	
2	447	0	0	0,23	63.597	29.256	0,00	0,000	
3	613	0	0	0,23	55.759	29.256	0,00	0,000	
4	739	0	0	0,23	49.315	29.256	0,00	0,000	
5	841	0	0	0,23	43.641	29.256	0,00	0,000	
6	924	0	0	0,23	38.466	29.256	0,00	0,000	
7	1021	0	0	0,23	33.644	29.256	0,00	0,000	
8	1117	0	0	0,23	29.080	29.256	0,00	0,000	
9	1166	0	0	0,23	24.712	29.256	0,00	0,000	
10	1206	0	0	0,23	20.493	29.256	0,00	0,000	
11	1173	0	0	0,23	16.388	29.256	0,00	0,000	
12	1585	0	0	0,23	12.368	29.256	0,00	0,000	
13	573	0	0	0,23	8.410	29.256	0,00	0,000	
14	402	0	0	0,23	4.491	29.256	0,00	0,000	
15	400	0	0	0,23	0.594	29.256	0,00	0,000	
16	398	0	0	0,23	-3.301	29.256	0,00	0,000	
17	389	0	0	0,23	-7.211	29.256	0,00	0,000	
18	374	0	0	0,23	-11.155	29.256	0,00	0,000	
19	351	0	0	0,23	-15.154	29.256	0,00	0,000	
20	322	0	0	0,23	-19.230	29.256	0,00	0,000	
21	284	0	0	0,23	-23.411	29.256	0,00	0,000	
22	238	0	0	0,23	-27.729	29.256	0,00	0,000	
23	183	0	0	0,23	-32.227	29.256	0,00	0,000	
24	117	0	0	0,23	-36.963	29.256	0,00	0,000	
25	38	0	0	-3,25 - 0,23	-40.158	29.256	0,00	0,000	

## Combinazione n° 12 - GEO (A2-M2-R2) H - V

n°	W	Qy	Qf	b	α	φ	c	u	Tx; Ty
----	---	----	----	---	---	---	---	---	--------

	[kg]	[kg]	[kg]	[m]	[°]	[°]	[kg/cmq]	[kg/cmq]	[kg]
1	175	0	0	2,52 - 0,23	74.714	29.256	0,00	0,000	
2	447	0	0	0,23	63.597	29.256	0,00	0,000	
3	613	0	0	0,23	55.759	29.256	0,00	0,000	
4	739	0	0	0,23	49.315	29.256	0,00	0,000	
5	841	0	0	0,23	43.641	29.256	0,00	0,000	
6	924	0	0	0,23	38.466	29.256	0,00	0,000	
7	1021	0	0	0,23	33.644	29.256	0,00	0,000	
8	1117	0	0	0,23	29.080	29.256	0,00	0,000	
9	1166	0	0	0,23	24.712	29.256	0,00	0,000	
10	1206	0	0	0,23	20.493	29.256	0,00	0,000	
11	1173	0	0	0,23	16.388	29.256	0,00	0,000	
12	1585	0	0	0,23	12.368	29.256	0,00	0,000	
13	573	0	0	0,23	8.410	29.256	0,00	0,000	
14	402	0	0	0,23	4.491	29.256	0,00	0,000	
15	400	0	0	0,23	0.594	29.256	0,00	0,000	
16	398	0	0	0,23	-3.301	29.256	0,00	0,000	
17	389	0	0	0,23	-7.211	29.256	0,00	0,000	
18	374	0	0	0,23	-11.155	29.256	0,00	0,000	
19	351	0	0	0,23	-15.154	29.256	0,00	0,000	
20	322	0	0	0,23	-19.230	29.256	0,00	0,000	
21	284	0	0	0,23	-23.411	29.256	0,00	0,000	
22	238	0	0	0,23	-27.729	29.256	0,00	0,000	
23	183	0	0	0,23	-32.227	29.256	0,00	0,000	
24	117	0	0	0,23	-36.963	29.256	0,00	0,000	
25	38	0	0	-3,25 - 0,23	-40.158	29.256	0,00	0,000	

## 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	75	3	0
3	-0,20	150	11	1
4	-0,30	225	24	3
5	-0,40	300	43	6
6	-0,50	375	66	11
7	-0,60	450	95	19
8	-0,70	525	129	30
9	-0,80	600	169	45
10	-0,90	675	214	64
11	-1,00	750	263	88
12	-1,10	825	319	117
13	-1,20	900	379	152
14	-1,30	975	445	193
15	-1,40	1050	515	241
16	-1,50	1125	592	297
17	-1,60	1200	673	360
18	-1,70	1275	760	431
19	-1,80	1350	852	512
20	-1,90	1425	949	602
21	-2,00	1500	1051	702

### Combinazione n° 5 - STR (A1-M1-R3) H - V

n°	X [m]	N [kg]	T [kg]	M [kgm]
1	0,00	0	0	0
2	-0,10	71	10	0
3	-0,20	143	25	2
4	-0,30	214	44	6
5	-0,40	285	68	11
6	-0,50	357	98	19
7	-0,60	428	132	31
8	-0,70	499	170	46
9	-0,80	571	214	65
10	-0,90	642	263	89
11	-1,00	713	316	118
12	-1,10	785	374	152
13	-1,20	856	438	193
14	-1,30	927	505	240
15	-1,40	998	578	294
16	-1,50	1070	656	356
17	-1,60	1141	738	425
18	-1,70	1212	826	504

n°	X [m]	N [kg]	T [kg]	M [kgm]
19	-1,80	1284	918	591
20	-1,90	1355	1015	687
21	-2,00	1426	1117	794

Combinazione n° 6 - STR (A1-M1-R3) H + V

n°	X [m]	N [kg]	T [kg]	M [kgm]
1	0,00	0	0	0
2	-0,10	79	10	0
3	-0,20	157	25	2
4	-0,30	236	46	6
5	-0,40	315	72	12
6	-0,50	393	102	20
7	-0,60	472	139	32
8	-0,70	551	180	48
9	-0,80	629	227	68
10	-0,90	708	278	94
11	-1,00	787	335	124
12	-1,10	865	398	161
13	-1,20	944	465	204
14	-1,30	1023	538	254
15	-1,40	1102	616	312
16	-1,50	1180	699	377
17	-1,60	1259	788	452
18	-1,70	1338	881	535
19	-1,80	1416	980	628
20	-1,90	1495	1084	731
21	-2,00	1574	1194	845

Combinazione n° 13 - SLEQ

n°	X [m]	N [kg]	T [kg]	M [kgm]
1	0,00	0	0	0
2	-0,10	75	16	1
3	-0,20	150	47	4
4	-0,30	225	75	10
5	-0,40	300	102	19
6	-0,50	375	126	30
7	-0,60	450	149	44
8	-0,70	525	175	60
9	-0,80	600	206	79
10	-0,90	675	240	101
11	-1,00	750	278	127
12	-1,10	825	321	157
13	-1,20	900	367	191
14	-1,30	975	418	231
15	-1,40	1050	472	275
16	-1,50	1125	531	325
17	-1,60	1200	593	381
18	-1,70	1275	660	444
19	-1,80	1350	731	513
20	-1,90	1425	805	590
21	-2,00	1500	884	675

Combinazione n° 14 - SLEF

n°	X [m]	N [kg]	T [kg]	M [kgm]
1	0,00	0	0	0
2	-0,10	75	16	1
3	-0,20	150	47	4
4	-0,30	225	75	10
5	-0,40	300	102	19
6	-0,50	375	126	30
7	-0,60	450	149	44
8	-0,70	525	175	60
9	-0,80	600	206	79
10	-0,90	675	240	101
11	-1,00	750	278	127
12	-1,10	825	321	157
13	-1,20	900	367	191
14	-1,30	975	418	231
15	-1,40	1050	472	275
16	-1,50	1125	531	325
17	-1,60	1200	593	381
18	-1,70	1275	660	444
19	-1,80	1350	731	513
20	-1,90	1425	805	590
21	-2,00	1500	884	675

Combinazione n° 15 - SLER

n°	X [m]	N [kg]	T [kg]	M [kgm]
1	0,00	0	0	0
2	-0,10	75	16	1
3	-0,20	150	47	4

n°	X [m]	N [kg]	T [kg]	M [kgm]
4	-0,30	225	75	10
5	-0,40	300	102	19
6	-0,50	375	126	30
7	-0,60	450	149	44
8	-0,70	525	175	60
9	-0,80	600	206	79
10	-0,90	675	240	101
11	-1,00	750	278	127
12	-1,10	825	321	157
13	-1,20	900	367	191
14	-1,30	975	418	231
15	-1,40	1050	472	275
16	-1,50	1125	531	325
17	-1,60	1200	593	381
18	-1,70	1275	660	444
19	-1,80	1350	731	513
20	-1,90	1425	805	590
21	-2,00	1500	884	675

### Fondazione

#### Combinazione n° 1 - STR (A1-M1-R3)

n°	X [m]	N [kg]	T [kg]	M [kgm]
1	-0,50	0	0	0
2	-0,40	0	488	25
3	-0,30	0	961	97
4	0,00	0	-1219	-734
5	0,10	0	-1164	-615
6	0,20	0	-1094	-501
7	0,30	0	-1010	-396
8	0,40	0	-910	-300
9	0,50	0	-796	-215
10	0,60	0	-667	-141
11	0,70	0	-522	-82
12	0,80	0	-363	-37
13	0,90	0	-189	-10
14	1,00	0	0	0

#### Combinazione n° 5 - STR (A1-M1-R3) H - V

n°	X [m]	N [kg]	T [kg]	M [kgm]
1	-0,50	0	0	0
2	-0,40	0	634	32
3	-0,30	0	1228	125
4	0,00	0	-997	-826
5	0,10	0	-1074	-722
6	0,20	0	-1112	-612
7	0,30	0	-1110	-501
8	0,40	0	-1070	-392
9	0,50	0	-989	-288
10	0,60	0	-870	-195
11	0,70	0	-712	-116
12	0,80	0	-514	-54
13	0,90	0	-276	-14
14	1,00	0	0	0

#### Combinazione n° 6 - STR (A1-M1-R3) H + V

n°	X [m]	N [kg]	T [kg]	M [kgm]
1	-0,50	0	0	0
2	-0,40	0	686	35
3	-0,30	0	1331	136
4	0,00	0	-554	-611
5	0,10	0	-679	-549
6	0,20	0	-764	-477
7	0,30	0	-809	-398
8	0,40	0	-814	-316
9	0,50	0	-778	-236
10	0,60	0	-703	-162
11	0,70	0	-587	-97
12	0,80	0	-432	-46
13	0,90	0	-236	-12
14	1,00	0	0	0

#### Combinazione n° 13 - SLEQ

n°	X [m]	N [kg]	T [kg]	M [kgm]
1	-0,50	0	0	0
2	-0,40	0	478	24
3	-0,30	0	940	95
4	0,00	0	-238	-243
5	0,10	0	-281	-217

n°	X [m]	N [kg]	T [kg]	M [kgm]
6	0,20	0	-309	-187
7	0,30	0	-323	-155
8	0,40	0	-321	-123
9	0,50	0	-305	-92
10	0,60	0	-274	-63
11	0,70	0	-228	-37
12	0,80	0	-167	-18
13	0,90	0	-91	-5
14	1,00	0	0	0

Combinazione n° 14 - SLEF

n°	X [m]	N [kg]	T [kg]	M [kgm]
1	-0,50	0	0	0
2	-0,40	0	478	24
3	-0,30	0	940	95
4	0,00	0	-238	-243
5	0,10	0	-281	-217
6	0,20	0	-309	-187
7	0,30	0	-323	-155
8	0,40	0	-321	-123
9	0,50	0	-305	-92
10	0,60	0	-274	-63
11	0,70	0	-228	-37
12	0,80	0	-167	-18
13	0,90	0	-91	-5
14	1,00	0	0	0

Combinazione n° 15 - SLER

n°	X [m]	N [kg]	T [kg]	M [kgm]
1	-0,50	0	0	0
2	-0,40	0	478	24
3	-0,30	0	940	95
4	0,00	0	-238	-243
5	0,10	0	-281	-217
6	0,20	0	-309	-187
7	0,30	0	-323	-155
8	0,40	0	-321	-123
9	0,50	0	-305	-92
10	0,60	0	-274	-63
11	0,70	0	-228	-37
12	0,80	0	-167	-18
13	0,90	0	-91	-5
14	1,00	0	0	0

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	30	8,04	10,05	0	0	0	0	100000.000
2	-0,10	100	30	8,04	10,05	0	75	0	0	100000.000
3	-0,20	100	30	8,04	10,05	1	150	0	0	100000.000
4	-0,30	100	30	8,04	10,05	3	225	4643	417505	1855.576
5	-0,40	100	30	8,04	10,05	6	300	8102	417505	1391.682
6	-0,50	100	30	8,04	10,05	11	375	11627	387821	1034.190
7	-0,60	100	30	8,04	10,05	19	450	15027	350563	779.028
8	-0,70	100	30	8,04	10,05	30	525	18008	310105	590.677
9	-0,80	100	30	8,04	10,05	45	600	20373	269476	449.127

n°	Y [m]	B [cm]	H [cm]	Afi [cmq]	Afs [cmq]	M [kgm]	N [kg]	Mrd [kgm]	Nrd [kg]	FS
10	-0,90	100	30	8,04	10,05	64	675	22138	231909	343.569
11	-1,00	100	30	8,04	10,05	88	750	23377	198703	264.938
12	-1,10	100	30	8,04	10,05	117	825	23320	164027	198.820
13	-1,20	100	30	8,04	10,05	152	900	21922	129697	144.108
14	-1,30	100	30	8,04	10,05	193	975	20227	102049	104.666
15	-1,40	100	30	8,04	10,05	241	1050	18409	80136	76.320
16	-1,50	100	30	8,04	10,05	297	1125	16972	64393	57.238
17	-1,60	100	30	8,04	10,05	360	1200	15727	52465	43.721
18	-1,70	100	30	8,04	10,05	431	1275	14805	43768	34.328
19	-1,80	100	30	8,04	10,05	512	1350	14043	37042	27.438
20	-1,90	100	30	8,04	10,05	602	1425	13457	31865	22.362
21	-1,99	100	30	8,04	10,05	702	1500	12993	27774	18.516

## Combinazione n° 5 - STR (A1-M1-R3) H - V

n°	Y [m]	B [cm]	H [cm]	Afi [cmq]	Afs [cmq]	M [kgm]	N [kg]	Mrd [kgm]	Nrd [kg]	FS
1	0,00	100	30	8,04	10,05	0	0	0	0	100000.000
2	-0,10	100	30	8,04	10,05	0	71	0	0	100000.000
3	-0,20	100	30	8,04	10,05	2	143	6221	417505	2927.041
4	-0,30	100	30	8,04	10,05	6	214	10334	400873	1873.628
5	-0,40	100	30	8,04	10,05	11	285	14070	361602	1267.558
6	-0,50	100	30	8,04	10,05	19	357	17364	319819	896.873
7	-0,60	100	30	8,04	10,05	31	428	19957	277434	648.344
8	-0,70	100	30	8,04	10,05	46	499	21867	238114	476.963
9	-0,80	100	30	8,04	10,05	65	571	23208	203593	356.837
10	-0,90	100	30	8,04	10,05	89	642	23420	169196	263.600
11	-1,00	100	30	8,04	10,05	118	713	22154	134182	188.145
12	-1,10	100	30	8,04	10,05	152	785	20458	105421	134.379
13	-1,20	100	30	8,04	10,05	193	856	18649	82784	96.731
14	-1,30	100	30	8,04	10,05	240	927	17153	66292	71.502
15	-1,40	100	30	8,04	10,05	294	998	15878	53915	53.998
16	-1,50	100	30	8,04	10,05	356	1070	14936	44918	41.988
17	-1,60	100	30	8,04	10,05	425	1141	14146	37946	33.254
18	-1,70	100	30	8,04	10,05	504	1212	13540	32601	26.890
19	-1,80	100	30	8,04	10,05	591	1284	13063	28390	22.115
20	-1,90	100	30	8,04	10,05	687	1355	12679	24997	18.447
21	-1,99	100	30	8,04	10,05	794	1426	12363	22215	15.574

## Combinazione n° 6 - STR (A1-M1-R3) H + V

n°	Y [m]	B [cm]	H [cm]	Afi [cmq]	Afs [cmq]	M [kgm]	N [kg]	Mrd [kgm]	Nrd [kg]	FS
1	0,00	100	30	8,04	10,05	0	0	0	0	100000.000
2	-0,10	100	30	8,04	10,05	0	79	0	0	100000.000
3	-0,20	100	30	8,04	10,05	2	157	5776	417505	2653.133
4	-0,30	100	30	8,04	10,05	6	236	9789	406176	1720.763
5	-0,40	100	30	8,04	10,05	12	315	13476	368455	1170.716
6	-0,50	100	30	8,04	10,05	20	393	16790	327579	832.672
7	-0,60	100	30	8,04	10,05	32	472	19500	286177	606.193
8	-0,70	100	30	8,04	10,05	48	551	21502	246471	447.503
9	-0,80	100	30	8,04	10,05	68	629	22941	211341	335.754
10	-0,90	100	30	8,04	10,05	94	708	23596	178657	252.293
11	-1,00	100	30	8,04	10,05	124	787	22581	143087	181.857
12	-1,10	100	30	8,04	10,05	161	865	20968	112872	130.413
13	-1,20	100	30	8,04	10,05	204	944	19209	88952	94.212
14	-1,30	100	30	8,04	10,05	254	1023	17551	70676	69.097
15	-1,40	100	30	8,04	10,05	312	1102	16243	57409	52.117
16	-1,50	100	30	8,04	10,05	377	1180	15218	47592	40.325
17	-1,60	100	30	8,04	10,05	452	1259	14391	40110	31.861
18	-1,70	100	30	8,04	10,05	535	1338	13737	34339	25.673
19	-1,80	100	30	8,04	10,05	628	1416	13225	29819	21.055
20	-1,90	100	30	8,04	10,05	731	1495	12814	26195	17.522
21	-1,99	100	30	8,04	10,05	845	1574	12479	23234	14.765

## 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	-0,50	100	40	8,04	8,04	0	0	0	0	100000.000
2	-0,40	100	40	8,04	8,04	25	0	11099	0	452.501
3	-0,30	100	40	8,04	8,04	97	0	11099	0	114.285
4	0,00	100	40	8,04	8,04	-734	0	-11099	0	15.126
5	0,10	100	40	8,04	8,04	-615	0	-11099	0	18.061
6	0,20	100	40	8,04	8,04	-501	0	-11099	0	22.132
7	0,30	100	40	8,04	8,04	-396	0	-11099	0	28.017
8	0,40	100	40	8,04	8,04	-300	0	-11099	0	36.995
9	0,50	100	40	8,04	8,04	-215	0	-11099	0	51.728
10	0,60	100	40	8,04	8,04	-141	0	-11099	0	78.546
11	0,70	100	40	8,04	8,04	-82	0	-11099	0	135.808
12	0,80	100	40	8,04	8,04	-37	0	-11099	0	297.413

n°	Y [m]	B [cm]	H [cm]	Afi [cmq]	Afs [cmq]	M [kgm]	N [kg]	Mrd [kgm]	Nrd [kg]	FS
13	0,90	100	40	8,04	8,04	-10	0	-11099	0	1158.729
14	1,00	100	40	8,04	8,04	0	0	0	0	100000.000

## Combinazione n° 5 - STR (A1-M1-R3) H - V

n°	Y [m]	B [cm]	H [cm]	Afi [cmq]	Afs [cmq]	M [kgm]	N [kg]	Mrd [kgm]	Nrd [kg]	FS
1	-0,50	100	40	8,04	8,04	0	0	0	0	100000.000
2	-0,40	100	40	8,04	8,04	32	0	11099	0	346.777
3	-0,30	100	40	8,04	8,04	125	0	11099	0	88.505
4	0,00	100	40	8,04	8,04	-826	0	-11099	0	13.440
5	0,10	100	40	8,04	8,04	-722	0	-11099	0	15.374
6	0,20	100	40	8,04	8,04	-612	0	-11099	0	18.126
7	0,30	100	40	8,04	8,04	-501	0	-11099	0	22.158
8	0,40	100	40	8,04	8,04	-392	0	-11099	0	28.344
9	0,50	100	40	8,04	8,04	-288	0	-11099	0	38.498
10	0,60	100	40	8,04	8,04	-195	0	-11099	0	56.921
11	0,70	100	40	8,04	8,04	-116	0	-11099	0	96.033
12	0,80	100	40	8,04	8,04	-54	0	-11099	0	205.591
13	0,90	100	40	8,04	8,04	-14	0	-11099	0	784.311
14	1,00	100	40	8,04	8,04	0	0	0	0	100000.000

## Combinazione n° 6 - STR (A1-M1-R3) H + V

n°	Y [m]	B [cm]	H [cm]	Afi [cmq]	Afs [cmq]	M [kgm]	N [kg]	Mrd [kgm]	Nrd [kg]	FS
1	-0,50	100	40	8,04	8,04	0	0	0	0	100000.000
2	-0,40	100	40	8,04	8,04	35	0	11099	0	320.576
3	-0,30	100	40	8,04	8,04	136	0	11099	0	81.722
4	0,00	100	40	8,04	8,04	-611	0	-11099	0	18.162
5	0,10	100	40	8,04	8,04	-549	0	-11099	0	20.211
6	0,20	100	40	8,04	8,04	-477	0	-11099	0	23.283
7	0,30	100	40	8,04	8,04	-398	0	-11099	0	27.906
8	0,40	100	40	8,04	8,04	-316	0	-11099	0	35.092
9	0,50	100	40	8,04	8,04	-236	0	-11099	0	46.959
10	0,60	100	40	8,04	8,04	-162	0	-11099	0	68.527
11	0,70	100	40	8,04	8,04	-97	0	-11099	0	114.278
12	0,80	100	40	8,04	8,04	-46	0	-11099	0	242.124
13	0,90	100	40	8,04	8,04	-12	0	-11099	0	915.107
14	1,00	100	40	8,04	8,04	0	0	0	0	100000.000

## 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]
A <sub>sw</sub>	area ferri a taglio espresso in [cmq]
cotgθ	inclinazione delle bielle compresse, θ inclinazione dei puntoni di calcestruzzo
V <sub>Rcd</sub>	resistenza di progetto a 'taglio compressione' espressa in [kg]
V <sub>Rsd</sub>	resistenza di progetto a 'taglio trazione' espressa in [kg]
V <sub>Rd</sub>	resistenza di progetto a taglio espresso in [kg]. Per elementi con armature trasversali resistenti al taglio (A <sub>sw</sub> >0.0) V <sub>Rd</sub> =min(V <sub>Rcd</sub> , V <sub>Rsd</sub> ).
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 <sub>sw</sub> [cmq]	s [cm]	cotθ	V <sub>Rcd</sub> [kg]	V <sub>Rsd</sub> [kg]	V <sub>Rd</sub> [kg]	T [kg]	FS
1	0,00	100	30	0,00	0,00	--	0	0	15823	0	100.000
2	-0,10	100	30	0,00	0,00	--	0	0	15833	3	5389.256
3	-0,20	100	30	0,00	0,00	--	0	0	15843	11	1415.460
4	-0,30	100	30	0,00	0,00	--	0	0	15853	24	649.187
5	-0,40	100	30	0,00	0,00	--	0	0	15863	43	370.352
6	-0,50	100	30	0,00	0,00	--	0	0	15873	66	238.825
7	-0,60	100	30	0,00	0,00	--	0	0	15883	95	166.585
8	-0,70	100	30	0,00	0,00	--	0	0	15894	129	122.748
9	-0,80	100	30	0,00	0,00	--	0	0	15904	169	94.179
10	-0,90	100	30	0,00	0,00	--	0	0	15914	214	74.536
11	-1,00	100	30	0,00	0,00	--	0	0	15924	263	60.457
12	-1,10	100	30	0,00	0,00	--	0	0	15934	319	50.023
13	-1,20	100	30	0,00	0,00	--	0	0	15944	379	42.077
14	-1,30	100	30	0,00	0,00	--	0	0	15954	445	35.887
15	-1,40	100	30	0,00	0,00	--	0	0	15964	515	30.971
16	-1,50	100	30	0,00	0,00	--	0	0	15975	592	27.002
17	-1,60	100	30	0,00	0,00	--	0	0	15985	673	23.751
18	-1,70	100	30	0,00	0,00	--	0	0	15995	760	21.055
19	-1,80	100	30	0,00	0,00	--	0	0	16005	852	18.795

n°	Y [m]	B [cm]	H [cm]	A <sub>sw</sub> [cmq]	s [cm]	cotθ	V <sub>Rcd</sub> [kg]	V <sub>Rsd</sub> [kg]	V <sub>Rd</sub> [kg]	T [kg]	FS
20	-1,90	100	30	0,00	0,00	--	0	0	16015	949	16.881
21	-1,99	100	30	0,00	0,00	--	0	0	16025	1051	15.246

**Combinazione n° 5 - STR (A1-M1-R3) H - V**

n°	Y [m]	B [cm]	H [cm]	A <sub>sw</sub> [cmq]	s [cm]	cotθ	V <sub>Rcd</sub> [kg]	V <sub>Rsd</sub> [kg]	V <sub>Rd</sub> [kg]	T [kg]	FS
1	0,00	100	30	0,00	0,00	--	0	0	15823	0	100.000
2	-0,10	100	30	0,00	0,00	--	0	0	15832	10	1613.665
3	-0,20	100	30	0,00	0,00	--	0	0	15842	25	646.087
4	-0,30	100	30	0,00	0,00	--	0	0	15852	44	359.652
5	-0,40	100	30	0,00	0,00	--	0	0	15861	68	231.802
6	-0,50	100	30	0,00	0,00	--	0	0	15871	98	162.614
7	-0,60	100	30	0,00	0,00	--	0	0	15880	132	120.657
8	-0,70	100	30	0,00	0,00	--	0	0	15890	170	93.207
9	-0,80	100	30	0,00	0,00	--	0	0	15900	214	74.231
10	-0,90	100	30	0,00	0,00	--	0	0	15909	263	60.549
11	-1,00	100	30	0,00	0,00	--	0	0	15919	316	50.351
12	-1,10	100	30	0,00	0,00	--	0	0	15929	374	42.543
13	-1,20	100	30	0,00	0,00	--	0	0	15938	438	36.430
14	-1,30	100	30	0,00	0,00	--	0	0	15948	505	31.552
15	-1,40	100	30	0,00	0,00	--	0	0	15957	578	27.597
16	-1,50	100	30	0,00	0,00	--	0	0	15967	656	24.345
17	-1,60	100	30	0,00	0,00	--	0	0	15977	738	21.638
18	-1,70	100	30	0,00	0,00	--	0	0	15986	826	19.361
19	-1,80	100	30	0,00	0,00	--	0	0	15996	918	17.427
20	-1,90	100	30	0,00	0,00	--	0	0	16006	1015	15.771
21	-1,99	100	30	0,00	0,00	--	0	0	16015	1117	14.341

**Combinazione n° 6 - STR (A1-M1-R3) H + V**

n°	Y [m]	B [cm]	H [cm]	A <sub>sw</sub> [cmq]	s [cm]	cotθ	V <sub>Rcd</sub> [kg]	V <sub>Rsd</sub> [kg]	V <sub>Rd</sub> [kg]	T [kg]	FS
1	0,00	100	30	0,00	0,00	--	0	0	15823	0	100.000
2	-0,10	100	30	0,00	0,00	--	0	0	15833	10	1582.699
3	-0,20	100	30	0,00	0,00	--	0	0	15844	25	626.486
4	-0,30	100	30	0,00	0,00	--	0	0	15855	46	346.108
5	-0,40	100	30	0,00	0,00	--	0	0	15865	72	221.868
6	-0,50	100	30	0,00	0,00	--	0	0	15876	102	155.018
7	-0,60	100	30	0,00	0,00	--	0	0	15886	139	114.662
8	-0,70	100	30	0,00	0,00	--	0	0	15897	180	88.357
9	-0,80	100	30	0,00	0,00	--	0	0	15908	227	70.226
10	-0,90	100	30	0,00	0,00	--	0	0	15918	278	57.188
11	-1,00	100	30	0,00	0,00	--	0	0	15929	335	47.490
12	-1,10	100	30	0,00	0,00	--	0	0	15940	398	40.078
13	-1,20	100	30	0,00	0,00	--	0	0	15950	465	34.284
14	-1,30	100	30	0,00	0,00	--	0	0	15961	538	29.667
15	-1,40	100	30	0,00	0,00	--	0	0	15971	616	25.928
16	-1,50	100	30	0,00	0,00	--	0	0	15982	699	22.857
17	-1,60	100	30	0,00	0,00	--	0	0	15993	788	20.304
18	-1,70	100	30	0,00	0,00	--	0	0	16003	881	18.158
19	-1,80	100	30	0,00	0,00	--	0	0	16014	980	16.336
20	-1,90	100	30	0,00	0,00	--	0	0	16024	1084	14.777
21	-1,99	100	30	0,00	0,00	--	0	0	16035	1194	13.432

**Fondazione****Combinazione n° 1 - STR (A1-M1-R3)**

n°	Y [m]	B [cm]	H [cm]	A <sub>sw</sub> [cmq]	s [cm]	cotθ	V <sub>Rcd</sub> [kg]	V <sub>Rsd</sub> [kg]	V <sub>Rd</sub> [kg]	T [kg]	FS
1	-0,50	100	40	0,00	0,00	--	0	0	17504	0	100.000
2	-0,40	100	40	0,00	0,00	--	0	0	17504	-488	35.864
3	-0,30	100	40	0,00	0,00	--	0	0	17504	-961	18.211
4	0,00	100	40	0,00	0,00	--	0	0	17504	-1219	14.365
5	0,10	100	40	0,00	0,00	--	0	0	17504	-1164	15.039
6	0,20	100	40	0,00	0,00	--	0	0	17504	-1094	15.995
7	0,30	100	40	0,00	0,00	--	0	0	17504	-1010	17.334
8	0,40	100	40	0,00	0,00	--	0	0	17504	-910	19.227
9	0,50	100	40	0,00	0,00	--	0	0	17504	-796	21.990
10	0,60	100	40	0,00	0,00	--	0	0	17504	-667	26.255
11	0,70	100	40	0,00	0,00	--	0	0	17504	-522	33.506
12	0,80	100	40	0,00	0,00	--	0	0	17504	-363	48.191
13	0,90	100	40	0,00	0,00	--	0	0	17504	-189	92.575
14	1,00	100	40	0,00	0,00	--	0	0	17504	0	100.000

**Combinazione n° 5 - STR (A1-M1-R3) H - V**

n°	Y [m]	B [cm]	H [cm]	A <sub>sw</sub> [cmq]	s [cm]	cotθ	V <sub>Rcd</sub> [kg]	V <sub>Rsd</sub> [kg]	V <sub>Rd</sub> [kg]	T [kg]	FS
1	-0,50	100	40	0,00	0,00	--	0	0	17504	0	100.000
2	-0,40	100	40	0,00	0,00	--	0	0	17504	-634	27.628
3	-0,30	100	40	0,00	0,00	--	0	0	17504	-1228	14.256
4	0,00	100	40	0,00	0,00	--	0	0	17504	-997	17.561
5	0,10	100	40	0,00	0,00	--	0	0	17504	-1074	16.300
6	0,20	100	40	0,00	0,00	--	0	0	17504	-1112	15.745
7	0,30	100	40	0,00	0,00	--	0	0	17504	-1110	15.766

n°	Y [m]	B [cm]	H [cm]	A <sub>sw</sub> [cmq]	s [cm]	cotθ	V <sub>Rcd</sub> [kg]	V <sub>Rsd</sub> [kg]	V <sub>Rd</sub> [kg]	T [kg]	FS
8	0,40	100	40	0,00	0,00	--	0	0	17504	-1070	16.366
9	0,50	100	40	0,00	0,00	--	0	0	17504	-989	17.690
10	0,60	100	40	0,00	0,00	--	0	0	17504	-870	20.116
11	0,70	100	40	0,00	0,00	--	0	0	17504	-712	24.600
12	0,80	100	40	0,00	0,00	--	0	0	17504	-514	34.077
13	0,90	100	40	0,00	0,00	--	0	0	17504	-276	63.312
14	1,00	100	40	0,00	0,00	--	0	0	17504	0	100.000

## Combinazione n° 6 - STR (A1-M1-R3) H + V

n°	Y [m]	B [cm]	H [cm]	A <sub>sw</sub> [cmq]	s [cm]	cotθ	V <sub>Rcd</sub> [kg]	V <sub>Rsd</sub> [kg]	V <sub>Rd</sub> [kg]	T [kg]	FS
1	-0,50	100	40	0,00	0,00	--	0	0	17504	0	100.000
2	-0,40	100	40	0,00	0,00	--	0	0	17504	-686	25.526
3	-0,30	100	40	0,00	0,00	--	0	0	17504	-1331	13.147
4	0,00	100	40	0,00	0,00	--	0	0	17504	-554	31.619
5	0,10	100	40	0,00	0,00	--	0	0	17504	-679	25.788
6	0,20	100	40	0,00	0,00	--	0	0	17504	-764	22.917
7	0,30	100	40	0,00	0,00	--	0	0	17504	-809	21.644
8	0,40	100	40	0,00	0,00	--	0	0	17504	-814	21.516
9	0,50	100	40	0,00	0,00	--	0	0	17504	-778	22.492
10	0,60	100	40	0,00	0,00	--	0	0	17504	-703	24.905
11	0,70	100	40	0,00	0,00	--	0	0	17504	-587	29.804
12	0,80	100	40	0,00	0,00	--	0	0	17504	-432	40.552
13	0,90	100	40	0,00	0,00	--	0	0	17504	-236	74.206
14	1,00	100	40	0,00	0,00	--	0	0	17504	0	100.000

## Verifica delle tensioni

## Simbologia adottata

n°	indice sezione
Y	ordinata sezione, espressa in [m]
B	larghezza sezione, espressa in [cm]
H	altezza sezione, espressa in [cm]
A <sub>fi</sub>	area ferri inferiori, espressa in [cmq]
A <sub>fs</sub>	area ferri superiori, espressa in [cmq]
M	momento agente, espressa in [kgm]
N	sfuerzo normale agente, espressa in [kg]
σ <sub>c</sub>	tensione di compressione nel cls, espressa in [kg/cmq]
σ <sub>fi</sub>	tensione nei ferri inferiori, espressa in [kg/cmq]
σ <sub>fs</sub>	tensione nei ferri superiori, espressa in [kg/cmq]

## Combinazioni SLER

## Paramento

## Combinazione n° 15 - SLER

Tensione massima di compressione nel calcestruzzo 152,34 [kg/cmq]  
Tensione massima di trazione dell'acciaio 3670,40 [kg/cmq]

n°	Y [m]	B [cm]	H [cm]	A <sub>fi</sub> [cmq]	A <sub>fs</sub> [cmq]	M [kgm]	N [kg]	σ <sub>c</sub> [kg/cmq]	σ <sub>fi</sub> [kg/cmq]	σ <sub>fs</sub> [kg/cmq]
1	0,00	100	30	8,04	10,05	0	0	0,00	0,00	0,00
2	-0,10	100	30	8,04	10,05	1	75	0,03	0,30	0,38
3	-0,20	100	30	8,04	10,05	4	150	0,07	0,44	0,94
4	-0,30	100	30	8,04	10,05	10	225	0,13	0,39	1,69
5	-0,40	100	30	8,04	10,05	19	300	0,20	0,11	2,63
6	-0,50	100	30	8,04	10,05	30	375	0,31	0,67	3,84
7	-0,60	100	30	8,04	10,05	44	450	0,44	2,25	5,32
8	-0,70	100	30	8,04	10,05	60	525	0,61	4,86	7,06
9	-0,80	100	30	8,04	10,05	79	600	0,81	8,72	9,08
10	-0,90	100	30	8,04	10,05	101	675	1,05	14,00	11,38
11	-1,00	100	30	8,04	10,05	127	750	1,33	20,87	13,98
12	-1,10	100	30	8,04	10,05	157	825	1,65	29,49	16,88
13	-1,20	100	30	8,04	10,05	191	900	2,02	40,03	20,11
14	-1,30	100	30	8,04	10,05	231	975	2,44	52,64	23,70
15	-1,40	100	30	8,04	10,05	275	1050	2,92	67,48	27,66
16	-1,50	100	30	8,04	10,05	325	1125	3,46	84,73	32,04
17	-1,60	100	30	8,04	10,05	381	1200	4,06	104,54	36,85
18	-1,70	100	30	8,04	10,05	444	1275	4,72	127,09	42,13
19	-1,80	100	30	8,04	10,05	513	1350	5,46	152,54	47,89
20	-1,90	100	30	8,04	10,05	590	1425	6,27	181,07	54,18
21	-1,99	100	30	8,04	10,05	675	1500	7,16	212,83	61,01

## Fondazione

## Combinazione n° 15 - SLER

Tensione massima di compressione nel calcestruzzo 152,34 [kg/cmq]  
 Tensione massima di trazione dell'acciaio 3670,40 [kg/cmq]

n°	Y [m]	B [cm]	H [cm]	Afi [cmq]	Afs [cmq]	M [kgm]	N [kg]	σc [kg/cmq]	σfi [kg/cmq]	σfs [kg/cmq]
1	-0,50	100	40	8,04	8,04	0	0	0,00	0,00	0,00
2	-0,40	100	40	8,04	8,04	24	0	0,16	8,92	1,22
3	-0,30	100	40	8,04	8,04	95	0	0,64	35,31	4,84
4	0,00	100	40	8,04	8,04	-243	0	1,63	12,36	90,26
5	0,10	100	40	8,04	8,04	-217	0	1,45	11,04	80,58
6	0,20	100	40	8,04	8,04	-187	0	1,25	9,53	69,56
7	0,30	100	40	8,04	8,04	-155	0	1,04	7,91	57,78
8	0,40	100	40	8,04	8,04	-123	0	0,82	6,27	45,77
9	0,50	100	40	8,04	8,04	-92	0	0,61	4,67	34,09
10	0,60	100	40	8,04	8,04	-63	0	0,42	3,19	23,29
11	0,70	100	40	8,04	8,04	-37	0	0,25	1,91	13,93
12	0,80	100	40	8,04	8,04	-18	0	0,12	0,90	6,56
13	0,90	100	40	8,04	8,04	-5	0	0,03	0,24	1,73
14	1,00	100	40	8,04	8,04	0	0	0,00	0,00	0,00

## Combinazioni SLEF

### Paramento

#### Combinazione n° 14 - SLEF

Tensione massima di compressione nel calcestruzzo 253,91 [kg/cmq]  
 Tensione massima di trazione dell'acciaio 4588,00 [kg/cmq]

n°	Y [m]	B [cm]	H [cm]	Afi [cmq]	Afs [cmq]	M [kgm]	N [kg]	σc [kg/cmq]	σfi [kg/cmq]	σfs [kg/cmq]
1	0,00	100	30	8,04	10,05	0	0	0,00	0,00	0,00
2	-0,10	100	30	8,04	10,05	1	75	0,03	0,30	0,38
3	-0,20	100	30	8,04	10,05	4	150	0,07	0,44	0,94
4	-0,30	100	30	8,04	10,05	10	225	0,13	0,39	1,69
5	-0,40	100	30	8,04	10,05	19	300	0,20	0,11	2,63
6	-0,50	100	30	8,04	10,05	30	375	0,31	0,67	3,84
7	-0,60	100	30	8,04	10,05	44	450	0,44	2,25	5,32
8	-0,70	100	30	8,04	10,05	60	525	0,61	4,86	7,06
9	-0,80	100	30	8,04	10,05	79	600	0,81	8,72	9,08
10	-0,90	100	30	8,04	10,05	101	675	1,05	14,00	11,38
11	-1,00	100	30	8,04	10,05	127	750	1,33	20,87	13,98
12	-1,10	100	30	8,04	10,05	157	825	1,65	29,49	16,88
13	-1,20	100	30	8,04	10,05	191	900	2,02	40,03	20,11
14	-1,30	100	30	8,04	10,05	231	975	2,44	52,64	23,70
15	-1,40	100	30	8,04	10,05	275	1050	2,92	67,48	27,66
16	-1,50	100	30	8,04	10,05	325	1125	3,46	84,73	32,04
17	-1,60	100	30	8,04	10,05	381	1200	4,06	104,54	36,85
18	-1,70	100	30	8,04	10,05	444	1275	4,72	127,09	42,13
19	-1,80	100	30	8,04	10,05	513	1350	5,46	152,54	47,89
20	-1,90	100	30	8,04	10,05	590	1425	6,27	181,07	54,18
21	-1,99	100	30	8,04	10,05	675	1500	7,16	212,83	61,01

### Fondazione

#### Combinazione n° 14 - SLEF

Tensione massima di compressione nel calcestruzzo 253,91 [kg/cmq]  
 Tensione massima di trazione dell'acciaio 4588,00 [kg/cmq]

n°	Y [m]	B [cm]	H [cm]	Afi [cmq]	Afs [cmq]	M [kgm]	N [kg]	σc [kg/cmq]	σfi [kg/cmq]	σfs [kg/cmq]
1	-0,50	100	40	8,04	8,04	0	0	0,00	0,00	0,00
2	-0,40	100	40	8,04	8,04	24	0	0,16	8,92	1,22
3	-0,30	100	40	8,04	8,04	95	0	0,64	35,31	4,84
4	0,00	100	40	8,04	8,04	-243	0	1,63	12,36	90,26
5	0,10	100	40	8,04	8,04	-217	0	1,45	11,04	80,58
6	0,20	100	40	8,04	8,04	-187	0	1,25	9,53	69,56
7	0,30	100	40	8,04	8,04	-155	0	1,04	7,91	57,78
8	0,40	100	40	8,04	8,04	-123	0	0,82	6,27	45,77
9	0,50	100	40	8,04	8,04	-92	0	0,61	4,67	34,09
10	0,60	100	40	8,04	8,04	-63	0	0,42	3,19	23,29
11	0,70	100	40	8,04	8,04	-37	0	0,25	1,91	13,93
12	0,80	100	40	8,04	8,04	-18	0	0,12	0,90	6,56
13	0,90	100	40	8,04	8,04	-5	0	0,03	0,24	1,73
14	1,00	100	40	8,04	8,04	0	0	0,00	0,00	0,00

## Combinazioni SLEQ

ParamentoCombinazione n° 13 - SLEQ

Tensione massima di compressione nel calcestruzzo 114,26 [kg/cmq]  
 Tensione massima di trazione dell'acciaio 4588,00 [kg/cmq]

n°	Y [m]	B [cm]	H [cm]	Afi [cmq]	Afs [cmq]	M [kgm]	N [kg]	σc [kg/cmq]	ofi [kg/cmq]	ofs [kg/cmq]
1	0,00	100	30	8,04	10,05	0	0	0,00	0,00	0,00
2	-0,10	100	30	8,04	10,05	1	75	0,03	0,30	0,38
3	-0,20	100	30	8,04	10,05	4	150	0,07	0,44	0,94
4	-0,30	100	30	8,04	10,05	10	225	0,13	0,39	1,69
5	-0,40	100	30	8,04	10,05	19	300	0,20	0,11	2,63
6	-0,50	100	30	8,04	10,05	30	375	0,31	0,67	3,84
7	-0,60	100	30	8,04	10,05	44	450	0,44	2,25	5,32
8	-0,70	100	30	8,04	10,05	60	525	0,61	4,86	7,06
9	-0,80	100	30	8,04	10,05	79	600	0,81	8,72	9,08
10	-0,90	100	30	8,04	10,05	101	675	1,05	14,00	11,38
11	-1,00	100	30	8,04	10,05	127	750	1,33	20,87	13,98
12	-1,10	100	30	8,04	10,05	157	825	1,65	29,49	16,88
13	-1,20	100	30	8,04	10,05	191	900	2,02	40,03	20,11
14	-1,30	100	30	8,04	10,05	231	975	2,44	52,64	23,70
15	-1,40	100	30	8,04	10,05	275	1050	2,92	67,48	27,66
16	-1,50	100	30	8,04	10,05	325	1125	3,46	84,73	32,04
17	-1,60	100	30	8,04	10,05	381	1200	4,06	104,54	36,85
18	-1,70	100	30	8,04	10,05	444	1275	4,72	127,09	42,13
19	-1,80	100	30	8,04	10,05	513	1350	5,46	152,54	47,89
20	-1,90	100	30	8,04	10,05	590	1425	6,27	181,07	54,18
21	-1,99	100	30	8,04	10,05	675	1500	7,16	212,83	61,01

FondazioneCombinazione n° 13 - SLEQ

Tensione massima di compressione nel calcestruzzo 114,26 [kg/cmq]  
 Tensione massima di trazione dell'acciaio 4588,00 [kg/cmq]

n°	Y [m]	B [cm]	H [cm]	Afi [cmq]	Afs [cmq]	M [kgm]	N [kg]	σc [kg/cmq]	ofi [kg/cmq]	ofs [kg/cmq]
1	-0,50	100	40	8,04	8,04	0	0	0,00	0,00	0,00
2	-0,40	100	40	8,04	8,04	24	0	0,16	8,92	1,22
3	-0,30	100	40	8,04	8,04	95	0	0,64	35,31	4,84
4	0,00	100	40	8,04	8,04	-243	0	1,63	12,36	90,26
5	0,10	100	40	8,04	8,04	-217	0	1,45	11,04	80,58
6	0,20	100	40	8,04	8,04	-187	0	1,25	9,53	69,56
7	0,30	100	40	8,04	8,04	-155	0	1,04	7,91	57,78
8	0,40	100	40	8,04	8,04	-123	0	0,82	6,27	45,77
9	0,50	100	40	8,04	8,04	-92	0	0,61	4,67	34,09
10	0,60	100	40	8,04	8,04	-63	0	0,42	3,19	23,29
11	0,70	100	40	8,04	8,04	-37	0	0,25	1,91	13,93
12	0,80	100	40	8,04	8,04	-18	0	0,12	0,90	6,56
13	0,90	100	40	8,04	8,04	-5	0	0,03	0,24	1,73
14	1,00	100	40	8,04	8,04	0	0	0,00	0,00	0,00

Verifica a fessurazione

## Simbologia adottata

n° indice sezione  
 Y ordinata sezione espressa in [m]  
 B larghezza sezione espressa in [cm]  
 H altezza sezione espressa in [cm]  
 Af area ferri zona tesa espressa in [cmq]  
 Aeff area efficace espressa in [cmq]  
 M momento agente espressa in [kgm]  
 Mpf momento di formazione/apertura fessure espressa in [kgm]  
 ε deformazione espressa in %  
 Sm spaziatura tra le fessure espressa in [mm]  
 w apertura delle fessure espressa in [mm]

**Combinazioni SLEF**ParamentoCombinazione n° 14 - SLEF

Apertura limite fessure  $w_{lim}=0.40$ 

n°	Y [m]	B [cm]	H [cm]	Af [cmq]	Aeff [cmq]	M [kgm]	Mpf [kgm]	ε [%]	Sm [mm]	w [mm]
1	0,00	100	30	0,00	0,00	0	0	---	---	0,000
2	-0,10	100	30	10,05	764,32	1	5446	0,000000	0,00	0,000
3	-0,20	100	30	10,05	764,00	4	5450	0,000000	0,00	0,000
4	-0,30	100	30	10,05	763,68	10	5454	0,000000	0,00	0,000
5	-0,40	100	30	10,05	763,36	19	5458	0,000000	0,00	0,000
6	-0,50	100	30	10,05	763,04	30	5462	0,000000	0,00	0,000
7	-0,60	100	30	10,05	762,72	44	5466	0,000000	0,00	0,000
8	-0,70	100	30	10,05	762,40	60	5470	0,000000	0,00	0,000
9	-0,80	100	30	10,05	762,08	79	5474	0,000000	0,00	0,000
10	-0,90	100	30	10,05	761,76	101	5478	0,000000	0,00	0,000
11	-1,00	100	30	10,05	761,44	127	5482	0,000000	0,00	0,000
12	-1,10	100	30	10,05	761,12	157	5486	0,000000	0,00	0,000
13	-1,20	100	30	10,05	760,80	191	5489	0,000000	0,00	0,000
14	-1,30	100	30	10,05	760,48	231	5493	0,000000	0,00	0,000
15	-1,40	100	30	10,05	760,16	275	5497	0,000000	0,00	0,000
16	-1,50	100	30	10,05	759,84	325	5501	0,000000	0,00	0,000
17	-1,60	100	30	10,05	759,52	381	5505	0,000000	0,00	0,000
18	-1,70	100	30	10,05	759,20	444	5509	0,000000	0,00	0,000
19	-1,80	100	30	10,05	758,88	513	5513	0,000000	0,00	0,000
20	-1,90	100	30	10,05	758,56	590	5517	0,000000	0,00	0,000
21	-1,99	100	30	10,05	758,24	675	5521	0,000000	0,00	0,000

## Fondazione

### Combinazione n° 14 - SLEF

Apertura limite fessure  $w_{lim}=0.40$ 

n°	Y [m]	B [cm]	H [cm]	Af [cmq]	Aeff [cmq]	M [kgm]	Mpf [kgm]	ε [%]	Sm [mm]	w [mm]
1	-0,50	100	40	0,00	0,00	0	0	---	---	0,000
2	-0,40	100	40	8,04	950,00	24	9338	0,000000	0,00	0,000
3	-0,30	100	40	8,04	950,00	95	9338	0,000000	0,00	0,000
4	0,00	100	40	8,04	950,00	-243	-9338	0,000000	0,00	0,000
5	0,10	100	40	8,04	950,00	-217	-9338	0,000000	0,00	0,000
6	0,20	100	40	8,04	950,00	-187	-9338	0,000000	0,00	0,000
7	0,30	100	40	8,04	950,00	-155	-9338	0,000000	0,00	0,000
8	0,40	100	40	8,04	950,00	-123	-9338	0,000000	0,00	0,000
9	0,50	100	40	8,04	950,00	-92	-9338	0,000000	0,00	0,000
10	0,60	100	40	8,04	950,00	-63	-9338	0,000000	0,00	0,000
11	0,70	100	40	8,04	950,00	-37	-9338	0,000000	0,00	0,000
12	0,80	100	40	8,04	950,00	-18	-9338	0,000000	0,00	0,000
13	0,90	100	40	8,04	950,00	-5	-9338	0,000000	0,00	0,000
14	1,00	100	40	0,00	0,00	0	0	---	---	0,000

## Combinazioni SLEQ

### Paramento

### Combinazione n° 13 - SLEQ

Apertura limite fessure  $w_{lim}=0.30$ 

n°	Y [m]	B [cm]	H [cm]	Af [cmq]	Aeff [cmq]	M [kgm]	Mpf [kgm]	ε [%]	Sm [mm]	w [mm]
1	0,00	100	30	0,00	0,00	0	0	---	---	0,000
2	-0,10	100	30	10,05	764,32	1	5446	0,000000	0,00	0,000
3	-0,20	100	30	10,05	764,00	4	5450	0,000000	0,00	0,000
4	-0,30	100	30	10,05	763,68	10	5454	0,000000	0,00	0,000
5	-0,40	100	30	10,05	763,36	19	5458	0,000000	0,00	0,000
6	-0,50	100	30	10,05	763,04	30	5462	0,000000	0,00	0,000
7	-0,60	100	30	10,05	762,72	44	5466	0,000000	0,00	0,000
8	-0,70	100	30	10,05	762,40	60	5470	0,000000	0,00	0,000
9	-0,80	100	30	10,05	762,08	79	5474	0,000000	0,00	0,000
10	-0,90	100	30	10,05	761,76	101	5478	0,000000	0,00	0,000
11	-1,00	100	30	10,05	761,44	127	5482	0,000000	0,00	0,000
12	-1,10	100	30	10,05	761,12	157	5486	0,000000	0,00	0,000
13	-1,20	100	30	10,05	760,80	191	5489	0,000000	0,00	0,000
14	-1,30	100	30	10,05	760,48	231	5493	0,000000	0,00	0,000
15	-1,40	100	30	10,05	760,16	275	5497	0,000000	0,00	0,000
16	-1,50	100	30	10,05	759,84	325	5501	0,000000	0,00	0,000
17	-1,60	100	30	10,05	759,52	381	5505	0,000000	0,00	0,000
18	-1,70	100	30	10,05	759,20	444	5509	0,000000	0,00	0,000
19	-1,80	100	30	10,05	758,88	513	5513	0,000000	0,00	0,000
20	-1,90	100	30	10,05	758,56	590	5517	0,000000	0,00	0,000
21	-1,99	100	30	10,05	758,24	675	5521	0,000000	0,00	0,000

## Fondazione

Combinazione n° 13 - SLEQApertura limite fessure  $w_{lim}=0.30$ 

n°	Y [m]	B [cm]	H [cm]	Af [cmq]	Aeff [cmq]	M [kgm]	Mpf [kgm]	$\varepsilon$ [%]	Sm [mm]	w [mm]
1	-0,50	100	40	0,00	0,00	0	0	---	---	0,000
2	-0,40	100	40	8,04	950,00	24	9338	0,000000	0,00	0,000
3	-0,30	100	40	8,04	950,00	95	9338	0,000000	0,00	0,000
4	0,00	100	40	8,04	950,00	-243	-9338	0,000000	0,00	0,000
5	0,10	100	40	8,04	950,00	-217	-9338	0,000000	0,00	0,000
6	0,20	100	40	8,04	950,00	-187	-9338	0,000000	0,00	0,000
7	0,30	100	40	8,04	950,00	-155	-9338	0,000000	0,00	0,000
8	0,40	100	40	8,04	950,00	-123	-9338	0,000000	0,00	0,000
9	0,50	100	40	8,04	950,00	-92	-9338	0,000000	0,00	0,000
10	0,60	100	40	8,04	950,00	-63	-9338	0,000000	0,00	0,000
11	0,70	100	40	8,04	950,00	-37	-9338	0,000000	0,00	0,000
12	0,80	100	40	8,04	950,00	-18	-9338	0,000000	0,00	0,000
13	0,90	100	40	8,04	950,00	-5	-9338	0,000000	0,00	0,000
14	1,00	100	40	0,00	0,00	0	0	---	---	0,000

## 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	1647	23,33	1513	653	1,00	-1,60
	Peso/Inerzia muro			0	3000/0	0,05	-1,60
	Peso/Inerzia terrapieno			0	3600/0	0,50	-1,00
	Diagramma correttivo			1		0,00	-0,10

### Verifiche geotecniche

#### Quadro riassuntivo coeff. di sicurezza calcolati

#### Simbologia adottata

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

Cmb	Sismica	FS <sub>SCO</sub>	FS <sub>RIB</sub>	FS <sub>QLIM</sub>	FS <sub>STAB</sub>	FS <sub>HYD</sub>	FS <sub>UPL</sub>
1 - STR (A1-M1-R3)		2.067		8.056			
2 - GEO (A2-M2-R2)					1.504		
3 - EQU (A1-M1-R3)			5.422				
4 - GEO (A2-M2-R2)					1.504		
5 - STR (A1-M1-R3)	H - V	1.452		5.380			
6 - STR (A1-M1-R3)	H + V	1.516		5.203			
7 - GEO (A2-M2-R2)	H + V				1.291		
8 - GEO (A2-M2-R2)	H - V				1.272		
9 - EQU (A1-M1-R3)	H - V		2.300				
10 - EQU (A1-M1-R3)	H + V		2.742				
11 - GEO (A2-M2-R2)	H + V				1.291		
12 - GEO (A2-M2-R2)	H - V				1.272		

### 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
5 - STR (A1-M1-R3) H - V	2967	0	0	--	--	2967	2044	1.452

### 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
6 - STR (A1-M1-R3) H + V	7574	39408	32840	5.203

### 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 <sub>γ</sub>	Fattori per tener conto dell'effetto piastra. Per fondazioni che hanno larghezza maggiore di 2 m, il terzo termine della formula trinomia 0.5B <sub>γ</sub> N <sub>γ</sub> 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 <sup>q</sup> ]

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

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 <sub>γ</sub>
6	46.124 33.296 37.152	0.678 0.678 0.298	1.102 1.051 1.051	-- -- --	-- -- --	-- -- --	-- -- --	--	--	--	1.000

n°	D [m]	B' [m]	H [m]	γ [°]	φ [kg/mc]	c [kg/cm <sup>q</sup> ]
6	0,40	1,50	1,44	1800	35,00	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
9 - EQU (A1-M1-R3) H - V	6248	2717	2.300

**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
12 - GEO (A2-M2-R2) H - V	-0,86; 0,43	3,40	1.272

**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/cm <sup>q</sup> ]
b	larghezza della striscia espressa in [m]
u	pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [kg/cm <sup>q</sup> ]
Tx; Ty	Resistenza al taglio fornita dai tiranti in direzione X ed Y espressa in [kg/cm <sup>q</sup> ]

n°	W [kg]	Qy [kg]	Qf [kg]	b [m]	α [°]	φ [°]	c [kg/cm <sup>q</sup> ]	u [kg/cm <sup>q</sup> ]	Tx; Ty [kg]
1	175	0	0	2,52 - 0,23	74.714	29.256	0,00	0,000	
2	447	0	0	0,23	63.597	29.256	0,00	0,000	
3	613	0	0	0,23	55.759	29.256	0,00	0,000	
4	739	0	0	0,23	49.315	29.256	0,00	0,000	
5	841	0	0	0,23	43.641	29.256	0,00	0,000	
6	924	0	0	0,23	38.466	29.256	0,00	0,000	
7	1021	0	0	0,23	33.644	29.256	0,00	0,000	
8	1117	0	0	0,23	29.080	29.256	0,00	0,000	
9	1166	0	0	0,23	24.712	29.256	0,00	0,000	
10	1206	0	0	0,23	20.493	29.256	0,00	0,000	

n°	W [kg]	Qy [kg]	Qf [kg]	b [m]	α [°]	φ [°]	c [kg/cm²]	u [kg/cm²]	Tx; Ty [kg]
11	1173	0	0	0,23	16.388	29.256	0,00	0,000	
12	1585	0	0	0,23	12.368	29.256	0,00	0,000	
13	573	0	0	0,23	8.410	29.256	0,00	0,000	
14	402	0	0	0,23	4.491	29.256	0,00	0,000	
15	400	0	0	0,23	0.594	29.256	0,00	0,000	
16	398	0	0	0,23	-3.301	29.256	0,00	0,000	
17	389	0	0	0,23	-7.211	29.256	0,00	0,000	
18	374	0	0	0,23	-11.155	29.256	0,00	0,000	
19	351	0	0	0,23	-15.154	29.256	0,00	0,000	
20	322	0	0	0,23	-19.230	29.256	0,00	0,000	
21	284	0	0	0,23	-23.411	29.256	0,00	0,000	
22	238	0	0	0,23	-27.729	29.256	0,00	0,000	
23	183	0	0	0,23	-32.227	29.256	0,00	0,000	
24	117	0	0	0,23	-36.963	29.256	0,00	0,000	
25	38	0	0	-3,25 - 0,23	-40.158	29.256	0,00	0,000	

## 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	71	79	3	16	0	1
3	-0,20	143	157	11	47	1	4
4	-0,30	214	236	24	75	3	10
5	-0,40	285	315	43	102	6	19
6	-0,50	357	393	66	126	11	30
7	-0,60	428	472	95	149	19	44
8	-0,70	499	551	129	180	30	60
9	-0,80	571	629	169	227	45	79
10	-0,90	642	708	214	278	64	101
11	-1,00	713	787	263	335	88	127
12	-1,10	785	865	319	398	117	161
13	-1,20	856	944	367	465	152	204
14	-1,30	927	1023	418	538	193	254
15	-1,40	998	1102	472	616	241	312
16	-1,50	1070	1180	531	699	297	377
17	-1,60	1141	1259	593	788	360	452
18	-1,70	1212	1338	660	881	431	535
19	-1,80	1284	1416	731	980	512	628
20	-1,90	1355	1495	805	1084	590	731
21	-2,00	1426	1574	884	1194	675	845

### Fondazione

n°	X [m]	Nmin [kg]	Nmax [kg]	Tmin [kg]	Tmax [kg]	Mmin [kgm]	Mmax [kgm]
1	-0,50	0	0	0	0	0	0
2	-0,40	0	0	478	686	24	35
3	-0,30	0	0	940	1331	95	136
4	0,00	0	0	-1219	-238	-826	-243
5	0,10	0	0	-1164	-281	-722	-217
6	0,20	0	0	-1112	-309	-612	-187
7	0,30	0	0	-1110	-323	-501	-155
8	0,40	0	0	-1070	-321	-392	-123
9	0,50	0	0	-989	-305	-288	-92
10	0,60	0	0	-870	-274	-195	-63
11	0,70	0	0	-712	-228	-116	-37
12	0,80	0	0	-514	-167	-54	-18
13	0,90	0	0	-276	-91	-14	-5
14	1,00	0	0	0	0	0	0

## 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	sforz normale agente espressa in [kg]
Mrd	momento resistente espresso in [kgm]
Nrd	sforz 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	30	8,04	10,05	0	0	0	0	100000.000
2	100	30	8,04	10,05	0	0	0	0	100000.000
3	100	30	8,04	10,05	2	157	5776	417505	2653.133
4	100	30	8,04	10,05	6	236	9789	406176	1720.763
5	100	30	8,04	10,05	12	315	13476	368455	1170.716
6	100	30	8,04	10,05	20	393	16790	327579	832.672
7	100	30	8,04	10,05	32	472	19500	286177	606.193
8	100	30	8,04	10,05	48	551	21502	246471	447.503
9	100	30	8,04	10,05	68	629	22941	211341	335.754
10	100	30	8,04	10,05	94	708	23596	178657	252.293
11	100	30	8,04	10,05	124	787	22581	143087	181.857
12	100	30	8,04	10,05	161	865	20968	112872	130.413
13	100	30	8,04	10,05	204	944	19209	88952	94.212
14	100	30	8,04	10,05	254	1023	17551	70676	69.097
15	100	30	8,04	10,05	312	1102	16243	57409	52.117
16	100	30	8,04	10,05	377	1180	15218	47592	40.325
17	100	30	8,04	10,05	452	1259	14391	40110	31.861
18	100	30	8,04	10,05	535	1338	13737	34339	25.673
19	100	30	8,04	10,05	628	1416	13225	29819	21.055
20	100	30	8,04	10,05	731	1495	12814	26195	17.522
21	100	30	8,04	10,05	845	1574	12479	23234	14.765

## Fondazione

n°	B [cm]	H [cm]	Afi [cmq]	Afs [cmq]	M [kgm]	N [kg]	Mrd [kgm]	Nrd [kg]	FS
1	100	40	8,04	8,04	0	0	0	0	100000.000
2	100	40	8,04	8,04	35	0	11099	0	320.576
3	100	40	8,04	8,04	136	0	11099	0	81.722
4	100	40	8,04	8,04	-826	0	-11099	0	13.440
5	100	40	8,04	8,04	-722	0	-11099	0	15.374
6	100	40	8,04	8,04	-612	0	-11099	0	18.126
7	100	40	8,04	8,04	-501	0	-11099	0	22.158
8	100	40	8,04	8,04	-392	0	-11099	0	28.344
9	100	40	8,04	8,04	-288	0	-11099	0	38.498
10	100	40	8,04	8,04	-195	0	-11099	0	56.921
11	100	40	8,04	8,04	-116	0	-11099	0	96.033
12	100	40	8,04	8,04	-54	0	-11099	0	205.591
13	100	40	8,04	8,04	-14	0	-11099	0	784.311
14	100	40	8,04	8,04	0	0	0	0	100000.000

## 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]
A <sub>sw</sub>	area ferri a taglio espresso in [cmq]
cotθ	inclinazione delle bielle compresse, θ inclinazione dei puntoni di calcestruzzo
V <sub>Rcd</sub>	resistenza di progetto a 'taglio compressione' espressa in [kg]
V <sub>Rsd</sub>	resistenza di progetto a 'taglio trazione' espressa in [kg]
V <sub>Rd</sub>	resistenza di progetto a taglio espresso in [kg]. Per elementi con armature trasversali resistenti al taglio (A <sub>sw</sub> >0.0) V <sub>Rd</sub> =min(V <sub>Rcd</sub> , V <sub>Rsd</sub> ).
T	taglio agente espressa in [kg]
FS	fattore di sicurezza (rapporto tra sollecitazione resistente e sollecitazione agente)

## Paramento

n°	B [cm]	H [cm]	A <sub>sw</sub> [cmq]	cotθ	V <sub>Rcd</sub> [kg]	V <sub>Rsd</sub> [kg]	V <sub>Rd</sub> [kg]	T [kg]	FS
1	100	30	0,00	--	0	0	15823	0	100.000
2	100	30	0,00	--	0	0	15833	10	1582.699
3	100	30	0,00	--	0	0	15844	25	626.486
4	100	30	0,00	--	0	0	15855	46	346.108
5	100	30	0,00	--	0	0	15865	72	221.868
6	100	30	0,00	--	0	0	15876	102	155.018
7	100	30	0,00	--	0	0	15886	139	114.662
8	100	30	0,00	--	0	0	15897	180	88.357
9	100	30	0,00	--	0	0	15908	227	70.226

n°	B [cm]	H [cm]	A <sub>sw</sub> [cmq]	cotθ	V <sub>Rcd</sub> [kg]	V <sub>Rsd</sub> [kg]	V <sub>Rd</sub> [kg]	T [kg]	FS
10	100	30	0,00	--	0	0	15918	278	57.188
11	100	30	0,00	--	0	0	15929	335	47.490
12	100	30	0,00	--	0	0	15940	398	40.078
13	100	30	0,00	--	0	0	15950	465	34.284
14	100	30	0,00	--	0	0	15961	538	29.667
15	100	30	0,00	--	0	0	15971	616	25.928
16	100	30	0,00	--	0	0	15982	699	22.857
17	100	30	0,00	--	0	0	15993	788	20.304
18	100	30	0,00	--	0	0	16003	881	18.158
19	100	30	0,00	--	0	0	16014	980	16.336
20	100	30	0,00	--	0	0	16024	1084	14.777
21	100	30	0,00	--	0	0	16035	1194	13.432

## Fondazione

n°	B [cm]	H [cm]	A <sub>sw</sub> [cmq]	cotθ	V <sub>Rcd</sub> [kg]	V <sub>Rsd</sub> [kg]	V <sub>Rd</sub> [kg]	T [kg]	FS
1	100	40	0,00	--	0	0	17504	0	100.000
2	100	40	0,00	--	0	0	17504	-686	25.526
3	100	40	0,00	--	0	0	17504	-1331	13.147
4	100	40	0,00	--	0	0	17504	-1219	14.365
5	100	40	0,00	--	0	0	17504	-1164	15.039
6	100	40	0,00	--	0	0	17504	-1112	15.745
7	100	40	0,00	--	0	0	17504	-1110	15.766
8	100	40	0,00	--	0	0	17504	-1070	16.366
9	100	40	0,00	--	0	0	17504	-989	17.690
10	100	40	0,00	--	0	0	17504	-870	20.116
11	100	40	0,00	--	0	0	17504	-712	24.600
12	100	40	0,00	--	0	0	17504	-514	34.077
13	100	40	0,00	--	0	0	17504	-276	63.312
14	100	40	0,00	--	0	0	17504	0	100.000

## Verifica delle tensioni

### Simbologia adottata

n°	indice sezione
Y	ordinata sezione, espressa in [m]
B	larghezza sezione, espressa in [cm]
H	altezza sezione, espressa in [cm]
A <sub>fi</sub>	area ferri inferiori, espresso in [cmq]
A <sub>fs</sub>	area ferri superiori, espressa in [cmq]
M	momento agente, espressa in [kgm]
N	sfuerzo normale agente, espressa in [kg]
σ <sub>c</sub>	tensione di compressione nel cls, espressa in [kg/cmq]
σ <sub>fi</sub>	tensione nei ferri inferiori, espressa in [kg/cmq]
σ <sub>fs</sub>	tensione nei ferri superiori, espressa in [kg/cmq]

## Combinazioni SLER

### Paramento

Tensione massima di compressione nel calcestruzzo	152,34	[kg/cmq]
Tensione massima di trazione dell'acciaio	3670,40	[kg/cmq]

n°	B [cm]	H [cm]	A <sub>fi</sub> [cmq]	A <sub>fs</sub> [cmq]	M [kgm]	N [kg]	σ <sub>c</sub> [kg/cmq]	σ <sub>fi</sub> [kg/cmq]	σ <sub>fs</sub> [kg/cmq]
1	100	30	8,04	10,05	0	0	0,00 (15)	0,00 (15)	0,00 (15)
2	100	30	8,04	10,05	1	75	0,03 (15)	0,30 (15)	0,38 (15)
3	100	30	8,04	10,05	4	150	0,07 (15)	0,44 (15)	0,94 (15)
4	100	30	8,04	10,05	10	225	0,13 (15)	0,39 (15)	1,69 (15)
5	100	30	8,04	10,05	19	300	0,20 (15)	0,11 (15)	2,63 (15)
6	100	30	8,04	10,05	30	375	0,31 (15)	0,67 (15)	3,84 (15)
7	100	30	8,04	10,05	44	450	0,44 (15)	2,25 (15)	5,32 (15)
8	100	30	8,04	10,05	60	525	0,61 (15)	4,86 (15)	7,06 (15)
9	100	30	8,04	10,05	79	600	0,81 (15)	8,72 (15)	9,08 (15)
10	100	30	8,04	10,05	101	675	1,05 (15)	14,00 (15)	11,38 (15)
11	100	30	8,04	10,05	127	750	1,33 (15)	20,87 (15)	13,98 (15)
12	100	30	8,04	10,05	157	825	1,65 (15)	29,49 (15)	16,88 (15)
13	100	30	8,04	10,05	191	900	2,02 (15)	40,03 (15)	20,11 (15)
14	100	30	8,04	10,05	231	975	2,44 (15)	52,64 (15)	23,70 (15)
15	100	30	8,04	10,05	275	1050	2,92 (15)	67,48 (15)	27,66 (15)
16	100	30	8,04	10,05	325	1125	3,46 (15)	84,73 (15)	32,04 (15)
17	100	30	8,04	10,05	381	1200	4,06 (15)	104,54 (15)	36,85 (15)
18	100	30	8,04	10,05	444	1275	4,72 (15)	127,09 (15)	42,13 (15)
19	100	30	8,04	10,05	513	1350	5,46 (15)	152,54 (15)	47,89 (15)
20	100	30	8,04	10,05	590	1425	6,27 (15)	181,07 (15)	54,18 (15)
21	100	30	8,04	10,05	675	1500	7,16 (15)	212,83 (15)	61,01 (15)

## Fondazione

Tensione massima di compressione nel calcestruzzo 152,34 [kg/cm<sup>2</sup>]  
 Tensione massima di trazione dell'acciaio 3670,40 [kg/cm<sup>2</sup>]

n°	B [cm]	H [cm]	Afi [cm <sup>2</sup> ]	Afs [cm <sup>2</sup> ]	M [kgm]	N [kg]	σc [kg/cm <sup>2</sup> ]	σfi [kg/cm <sup>2</sup> ]	σfs [kg/cm <sup>2</sup> ]
1	100	40	8,04	8,04	0	0	0,00 (15)	0,00 (15)	0,00 (15)
2	100	40	8,04	8,04	24	0	0,16 (15)	8,92 (15)	1,22 (15)
3	100	40	8,04	8,04	95	0	0,64 (15)	35,31 (15)	4,84 (15)
4	100	40	8,04	8,04	-243	0	1,63 (15)	12,36 (15)	90,26 (15)
5	100	40	8,04	8,04	-217	0	1,45 (15)	11,04 (15)	80,58 (15)
6	100	40	8,04	8,04	-187	0	1,25 (15)	9,53 (15)	69,56 (15)
7	100	40	8,04	8,04	-155	0	1,04 (15)	7,91 (15)	57,78 (15)
8	100	40	8,04	8,04	-123	0	0,82 (15)	6,27 (15)	45,77 (15)
9	100	40	8,04	8,04	-92	0	0,61 (15)	4,67 (15)	34,09 (15)
10	100	40	8,04	8,04	-63	0	0,42 (15)	3,19 (15)	23,29 (15)
11	100	40	8,04	8,04	-37	0	0,25 (15)	1,91 (15)	13,93 (15)
12	100	40	8,04	8,04	-18	0	0,12 (15)	0,90 (15)	6,56 (15)
13	100	40	8,04	8,04	-5	0	0,03 (15)	0,24 (15)	1,73 (15)
14	100	40	8,04	8,04	0	0	0,00 (15)	0,00 (15)	0,00 (15)

## Combinazioni SLEF

### Paramento

Tensione massima di compressione nel calcestruzzo 253,91 [kg/cm<sup>2</sup>]  
 Tensione massima di trazione dell'acciaio 4588,00 [kg/cm<sup>2</sup>]

n°	B [cm]	H [cm]	Afi [cm <sup>2</sup> ]	Afs [cm <sup>2</sup> ]	M [kgm]	N [kg]	σc [kg/cm <sup>2</sup> ]	σfi [kg/cm <sup>2</sup> ]	σfs [kg/cm <sup>2</sup> ]
1	100	30	8,04	10,05	0	0	0,00 (14)	0,00 (14)	0,00 (14)
2	100	30	8,04	10,05	1	75	0,03 (14)	0,30 (14)	0,38 (14)
3	100	30	8,04	10,05	4	150	0,07 (14)	0,44 (14)	0,94 (14)
4	100	30	8,04	10,05	10	225	0,13 (14)	0,39 (14)	1,69 (14)
5	100	30	8,04	10,05	19	300	0,20 (14)	0,11 (14)	2,63 (14)
6	100	30	8,04	10,05	30	375	0,31 (14)	0,67 (14)	3,84 (14)
7	100	30	8,04	10,05	44	450	0,44 (14)	2,25 (14)	5,32 (14)
8	100	30	8,04	10,05	60	525	0,61 (14)	4,86 (14)	7,06 (14)
9	100	30	8,04	10,05	79	600	0,81 (14)	8,72 (14)	9,08 (14)
10	100	30	8,04	10,05	101	675	1,05 (14)	14,00 (14)	11,38 (14)
11	100	30	8,04	10,05	127	750	1,33 (14)	20,87 (14)	13,98 (14)
12	100	30	8,04	10,05	157	825	1,65 (14)	29,49 (14)	16,88 (14)
13	100	30	8,04	10,05	191	900	2,02 (14)	40,03 (14)	20,11 (14)
14	100	30	8,04	10,05	231	975	2,44 (14)	52,64 (14)	23,70 (14)
15	100	30	8,04	10,05	275	1050	2,92 (14)	67,48 (14)	27,66 (14)
16	100	30	8,04	10,05	325	1125	3,46 (14)	84,73 (14)	32,04 (14)
17	100	30	8,04	10,05	381	1200	4,06 (14)	104,54 (14)	36,85 (14)
18	100	30	8,04	10,05	444	1275	4,72 (14)	127,09 (14)	42,13 (14)
19	100	30	8,04	10,05	513	1350	5,46 (14)	152,54 (14)	47,89 (14)
20	100	30	8,04	10,05	590	1425	6,27 (14)	181,07 (14)	54,18 (14)
21	100	30	8,04	10,05	675	1500	7,16 (14)	212,83 (14)	61,01 (14)

### Fondazione

Tensione massima di compressione nel calcestruzzo 253,91 [kg/cm<sup>2</sup>]  
 Tensione massima di trazione dell'acciaio 4588,00 [kg/cm<sup>2</sup>]

n°	B [cm]	H [cm]	Afi [cm <sup>2</sup> ]	Afs [cm <sup>2</sup> ]	M [kgm]	N [kg]	σc [kg/cm <sup>2</sup> ]	σfi [kg/cm <sup>2</sup> ]	σfs [kg/cm <sup>2</sup> ]
1	100	40	8,04	8,04	0	0	0,00 (14)	0,00 (14)	0,00 (14)
2	100	40	8,04	8,04	24	0	0,16 (14)	8,92 (14)	1,22 (14)
3	100	40	8,04	8,04	95	0	0,64 (14)	35,31 (14)	4,84 (14)
4	100	40	8,04	8,04	-243	0	1,63 (14)	12,36 (14)	90,26 (14)
5	100	40	8,04	8,04	-217	0	1,45 (14)	11,04 (14)	80,58 (14)
6	100	40	8,04	8,04	-187	0	1,25 (14)	9,53 (14)	69,56 (14)
7	100	40	8,04	8,04	-155	0	1,04 (14)	7,91 (14)	57,78 (14)
8	100	40	8,04	8,04	-123	0	0,82 (14)	6,27 (14)	45,77 (14)
9	100	40	8,04	8,04	-92	0	0,61 (14)	4,67 (14)	34,09 (14)
10	100	40	8,04	8,04	-63	0	0,42 (14)	3,19 (14)	23,29 (14)
11	100	40	8,04	8,04	-37	0	0,25 (14)	1,91 (14)	13,93 (14)
12	100	40	8,04	8,04	-18	0	0,12 (14)	0,90 (14)	6,56 (14)
13	100	40	8,04	8,04	-5	0	0,03 (14)	0,24 (14)	1,73 (14)
14	100	40	8,04	8,04	0	0	0,00 (14)	0,00 (14)	0,00 (14)

## Combinazioni SLEQ

### Paramento

Tensione massima di compressione nel calcestruzzo 114,26 [kg/cmq]  
 Tensione massima di trazione dell'acciaio 4588,00 [kg/cmq]

n°	B [cm]	H [cm]	Afi [cmq]	Afs [cmq]	M [kgm]	N [kg]	$\sigma_c$ [kg/cmq]	$\sigma_{fi}$ [kg/cmq]	$\sigma_{fs}$ [kg/cmq]
1	100	30	8,04	10,05	0	0	0,00 (13)	0,00 (13)	0,00 (13)
2	100	30	8,04	10,05	1	75	0,03 (13)	0,30 (13)	0,38 (13)
3	100	30	8,04	10,05	4	150	0,07 (13)	0,44 (13)	0,94 (13)
4	100	30	8,04	10,05	10	225	0,13 (13)	0,39 (13)	1,69 (13)
5	100	30	8,04	10,05	19	300	0,20 (13)	0,11 (13)	2,63 (13)
6	100	30	8,04	10,05	30	375	0,31 (13)	0,67 (13)	3,84 (13)
7	100	30	8,04	10,05	44	450	0,44 (13)	2,25 (13)	5,32 (13)
8	100	30	8,04	10,05	60	525	0,61 (13)	4,86 (13)	7,06 (13)
9	100	30	8,04	10,05	79	600	0,81 (13)	8,72 (13)	9,08 (13)
10	100	30	8,04	10,05	101	675	1,05 (13)	14,00 (13)	11,38 (13)
11	100	30	8,04	10,05	127	750	1,33 (13)	20,87 (13)	13,98 (13)
12	100	30	8,04	10,05	157	825	1,65 (13)	29,49 (13)	16,88 (13)
13	100	30	8,04	10,05	191	900	2,02 (13)	40,03 (13)	20,11 (13)
14	100	30	8,04	10,05	231	975	2,44 (13)	52,64 (13)	23,70 (13)
15	100	30	8,04	10,05	275	1050	2,92 (13)	67,48 (13)	27,66 (13)
16	100	30	8,04	10,05	325	1125	3,46 (13)	84,73 (13)	32,04 (13)
17	100	30	8,04	10,05	381	1200	4,06 (13)	104,54 (13)	36,85 (13)
18	100	30	8,04	10,05	444	1275	4,72 (13)	127,09 (13)	42,13 (13)
19	100	30	8,04	10,05	513	1350	5,46 (13)	152,54 (13)	47,89 (13)
20	100	30	8,04	10,05	590	1425	6,27 (13)	181,07 (13)	54,18 (13)
21	100	30	8,04	10,05	675	1500	7,16 (13)	212,83 (13)	61,01 (13)

### Fondazione

Tensione massima di compressione nel calcestruzzo 114,26 [kg/cmq]  
 Tensione massima di trazione dell'acciaio 4588,00 [kg/cmq]

n°	B [cm]	H [cm]	Afi [cmq]	Afs [cmq]	M [kgm]	N [kg]	$\sigma_c$ [kg/cmq]	$\sigma_{fi}$ [kg/cmq]	$\sigma_{fs}$ [kg/cmq]
1	100	40	8,04	8,04	0	0	0,00 (13)	0,00 (13)	0,00 (13)
2	100	40	8,04	8,04	24	0	0,16 (13)	8,92 (13)	1,22 (13)
3	100	40	8,04	8,04	95	0	0,64 (13)	35,31 (13)	4,84 (13)
4	100	40	8,04	8,04	-243	0	1,63 (13)	12,36 (13)	90,26 (13)
5	100	40	8,04	8,04	-217	0	1,45 (13)	11,04 (13)	80,58 (13)
6	100	40	8,04	8,04	-187	0	1,25 (13)	9,53 (13)	69,56 (13)
7	100	40	8,04	8,04	-155	0	1,04 (13)	7,91 (13)	57,78 (13)
8	100	40	8,04	8,04	-123	0	0,82 (13)	6,27 (13)	45,77 (13)
9	100	40	8,04	8,04	-92	0	0,61 (13)	4,67 (13)	34,09 (13)
10	100	40	8,04	8,04	-63	0	0,42 (13)	3,19 (13)	23,29 (13)
11	100	40	8,04	8,04	-37	0	0,25 (13)	1,91 (13)	13,93 (13)
12	100	40	8,04	8,04	-18	0	0,12 (13)	0,90 (13)	6,56 (13)
13	100	40	8,04	8,04	-5	0	0,03 (13)	0,24 (13)	1,73 (13)
14	100	40	8,04	8,04	0	0	0,00 (13)	0,00 (13)	0,00 (13)

### Verifica a fessurazione

#### Simbologia adottata

n°	indice sezione
Y	ordinata sezione espressa in [m]
B	larghezza sezione espresso in [cm]
H	altezza sezione espressa in [cm]
Af	area ferri zona tesa espresso in [cmq]
Aeff	area efficace espressa in [cmq]
M	momento agente espressa in [kgm]
Mpf	momento di formazione/apertura fessure espressa in [kgm]
$\epsilon$	deformazione espresso in %
Sm	spaziatura tra le fessure espressa in [mm]
w	apertura delle fessure espressa in [mm]

### Combinazioni SLEF

#### Paramento

Apertura limite fessure  $w_{lim}=0.40$

n°	B [cm]	H [cm]	Af [cmq]	Aeff [cmq]	M [kgm]	Mpf [kgm]	$\epsilon$ [%]	Sm [mm]	w [mm]
1	100	30	0,00	0,00	0	0	---	---	0,000 (14)
2	100	30	10,05	764,32	1	5446	0,000000	0,00	0,000 (14)
3	100	30	10,05	764,00	4	5450	0,000000	0,00	0,000 (14)
4	100	30	10,05	763,68	10	5454	0,000000	0,00	0,000 (14)
5	100	30	10,05	763,36	19	5458	0,000000	0,00	0,000 (14)
6	100	30	10,05	763,04	30	5462	0,000000	0,00	0,000 (14)
7	100	30	10,05	762,72	44	5466	0,000000	0,00	0,000 (14)

n°	B [cm]	H [cm]	Af [cmq]	Aeff [cmq]	M [kgm]	Mpf [kgm]	ε [%]	Sm [mm]	w [mm]
8	100	30	10,05	762,40	60	5470	0,000000	0,00	0,000 (14)
9	100	30	10,05	762,08	79	5474	0,000000	0,00	0,000 (14)
10	100	30	10,05	761,76	101	5478	0,000000	0,00	0,000 (14)
11	100	30	10,05	761,44	127	5482	0,000000	0,00	0,000 (14)
12	100	30	10,05	761,12	157	5486	0,000000	0,00	0,000 (14)
13	100	30	10,05	760,80	191	5489	0,000000	0,00	0,000 (14)
14	100	30	10,05	760,48	231	5493	0,000000	0,00	0,000 (14)
15	100	30	10,05	760,16	275	5497	0,000000	0,00	0,000 (14)
16	100	30	10,05	759,84	325	5501	0,000000	0,00	0,000 (14)
17	100	30	10,05	759,52	381	5505	0,000000	0,00	0,000 (14)
18	100	30	10,05	759,20	444	5509	0,000000	0,00	0,000 (14)
19	100	30	10,05	758,88	513	5513	0,000000	0,00	0,000 (14)
20	100	30	10,05	758,56	590	5517	0,000000	0,00	0,000 (14)
21	100	30	10,05	758,24	675	5521	0,000000	0,00	0,000 (14)

## Fondazione

Apertura limite fessure  $w_{lim}=0.40$

n°	B [cm]	H [cm]	Af [cmq]	Aeff [cmq]	M [kgm]	Mpf [kgm]	ε [%]	Sm [mm]	w [mm]
1	100	40	0,00	0,00	0	0	---	---	0,000 (14)
2	100	40	8,04	950,00	24	9338	0,000000	0,00	0,000 (14)
3	100	40	8,04	950,00	95	9338	0,000000	0,00	0,000 (14)
4	100	40	8,04	950,00	-243	-9338	0,000000	0,00	0,000 (14)
5	100	40	8,04	950,00	-217	-9338	0,000000	0,00	0,000 (14)
6	100	40	8,04	950,00	-187	-9338	0,000000	0,00	0,000 (14)
7	100	40	8,04	950,00	-155	-9338	0,000000	0,00	0,000 (14)
8	100	40	8,04	950,00	-123	-9338	0,000000	0,00	0,000 (14)
9	100	40	8,04	950,00	-92	-9338	0,000000	0,00	0,000 (14)
10	100	40	8,04	950,00	-63	-9338	0,000000	0,00	0,000 (14)
11	100	40	8,04	950,00	-37	-9338	0,000000	0,00	0,000 (14)
12	100	40	8,04	950,00	-18	-9338	0,000000	0,00	0,000 (14)
13	100	40	8,04	950,00	-5	-9338	0,000000	0,00	0,000 (14)
14	100	40	0,00	0,00	0	0	---	---	0,000 (14)

## Combinazioni SLEQ

### Paramento

Apertura limite fessure  $w_{lim}=0.30$

n°	B [cm]	H [cm]	Af [cmq]	Aeff [cmq]	M [kgm]	Mpf [kgm]	ε [%]	Sm [mm]	w [mm]
1	100	30	0,00	0,00	0	0	---	---	0,000 (13)
2	100	30	10,05	764,32	1	5446	0,000000	0,00	0,000 (13)
3	100	30	10,05	764,00	4	5450	0,000000	0,00	0,000 (13)
4	100	30	10,05	763,68	10	5454	0,000000	0,00	0,000 (13)
5	100	30	10,05	763,36	19	5458	0,000000	0,00	0,000 (13)
6	100	30	10,05	763,04	30	5462	0,000000	0,00	0,000 (13)
7	100	30	10,05	762,72	44	5466	0,000000	0,00	0,000 (13)
8	100	30	10,05	762,40	60	5470	0,000000	0,00	0,000 (13)
9	100	30	10,05	762,08	79	5474	0,000000	0,00	0,000 (13)
10	100	30	10,05	761,76	101	5478	0,000000	0,00	0,000 (13)
11	100	30	10,05	761,44	127	5482	0,000000	0,00	0,000 (13)
12	100	30	10,05	761,12	157	5486	0,000000	0,00	0,000 (13)
13	100	30	10,05	760,80	191	5489	0,000000	0,00	0,000 (13)
14	100	30	10,05	760,48	231	5493	0,000000	0,00	0,000 (13)
15	100	30	10,05	760,16	275	5497	0,000000	0,00	0,000 (13)
16	100	30	10,05	759,84	325	5501	0,000000	0,00	0,000 (13)
17	100	30	10,05	759,52	381	5505	0,000000	0,00	0,000 (13)
18	100	30	10,05	759,20	444	5509	0,000000	0,00	0,000 (13)
19	100	30	10,05	758,88	513	5513	0,000000	0,00	0,000 (13)
20	100	30	10,05	758,56	590	5517	0,000000	0,00	0,000 (13)
21	100	30	10,05	758,24	675	5521	0,000000	0,00	0,000 (13)

## Fondazione

Apertura limite fessure  $w_{lim}=0.30$

n°	B [cm]	H [cm]	Af [cmq]	Aeff [cmq]	M [kgm]	Mpf [kgm]	ε [%]	Sm [mm]	w [mm]
1	100	40	0,00	0,00	0	0	---	---	0,000 (13)
2	100	40	8,04	950,00	24	9338	0,000000	0,00	0,000 (13)
3	100	40	8,04	950,00	95	9338	0,000000	0,00	0,000 (13)
4	100	40	8,04	950,00	-243	-9338	0,000000	0,00	0,000 (13)
5	100	40	8,04	950,00	-217	-9338	0,000000	0,00	0,000 (13)
6	100	40	8,04	950,00	-187	-9338	0,000000	0,00	0,000 (13)
7	100	40	8,04	950,00	-155	-9338	0,000000	0,00	0,000 (13)
8	100	40	8,04	950,00	-123	-9338	0,000000	0,00	0,000 (13)
9	100	40	8,04	950,00	-92	-9338	0,000000	0,00	0,000 (13)
10	100	40	8,04	950,00	-63	-9338	0,000000	0,00	0,000 (13)

n°	B [cm]	H [cm]	Af [cmq]	Aeff [cmq]	M [kgm]	Mpf [kgm]	ε [%]	Sm [mm]	w [mm]
11	100	40	8,04	950,00	-37	-9338	0,000000	0,00	0,000 (13)
12	100	40	8,04	950,00	-18	-9338	0,000000	0,00	0,000 (13)
13	100	40	8,04	950,00	-5	-9338	0,000000	0,00	0,000 (13)
14	100	40	0,00	0,00	0	0	---	---	0,000 (13)

## Elenco ferri

### Simbologia adottata

n°	Indice del ferro
nf	numero ferri
D	diametro ferro espresso in [mm]
L	Lunghezza ferro espresso in [m]
P <sub>ferro</sub>	Peso ferro espresso in [kg]

### Paramento

n°	Tipo	nf	D [mm]	L [m]	P <sub>f</sub> [kg]	P <sub>gf</sub> [kg]	V <sub>cls</sub> [mc]
1	Diritto inferiore	4	16,00	1,48	2,33	9,33	
2	Diritto superiore	5	16,00	2,44	3,85	19,27	
3	Diritto superiore	5	16,00	1,48	2,33	11,66	
4	Diritto inferiore	4	16,00	2,44	3,85	15,42	
5	Ripartitore	12	10,00	1,00	0,62	7,40	
6	Gancio	12	10,00	0,41	0,25	3,02	
	<b>Totale al metro</b>					<b>66,10</b>	<b>0,60</b>
	<b>Totale</b>					<b>661,01</b>	<b>6,00</b>

### Fondazione

n°	Tipo	nf	D [mm]	L [m]	P <sub>f</sub> [kg]	P <sub>gf</sub> [kg]	V <sub>cls</sub> [mc]
1	Diritto superiore	4	16,00	2,38	3,76	15,05	
2	Diritto inferiore	4	16,00	2,38	3,76	15,05	
3	Ripartitore	10	10,00	1,00	0,62	6,17	
4	Gancio	10	10,00	0,51	0,31	3,13	
	<b>Totale al metro</b>					<b>39,40</b>	<b>0,60</b>
	<b>Totale</b>					<b>347,51</b>	<b>6,00</b>

### Computo metrico

	U.M.	Quantità	Prezzo unitario [Euro]	Importo [Euro]
Calcestruzzo in elevazione	[mc]	6,00	72.30	433.80
Calcestruzzo in fondazione	[mc]	6,00	61.97	371.82
Calcestruzzo magro	[mc]	1,70	46.48	79.02
Acciaio per armatura	[kg]	1008,51	0.90	907.66
Casseformi	[mq]	40.00	13.94	557.60
Scavo a sezione obbligata	[mc]	6,00	9.30	55.80
<b>Totale muro</b>				<b>2405,70</b>
<b>Totale</b>				<b>2405,70</b>

## Dichiarazioni secondo N.T.C. 2018 (punto 10.2)

### Analisi e verifiche svolte con l'ausilio di codici di calcolo

Il sottoscritto, in qualità di calcolatore delle opere in progetto, dichiara quanto segue.

#### Tipo di analisi svolta

L'analisi strutturale e le verifiche sono condotte con l'ausilio di un codice di calcolo automatico. La verifica della sicurezza degli elementi strutturali è stata valutata con i metodi della scienza delle costruzioni.

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

- Calcolo della spinta del terreno
- Verifica a ribaltamento
- Verifica a scorrimento del muro sul piano di posa
- Verifica della stabilità complesso fondazione terreno (carico limite)
- Verifica della stabilità globale
- Calcolo delle sollecitazioni sia del muro che della fondazione, progetto delle armature e relative verifiche dei materiali.

L'analisi strutturale sotto le azioni sismiche è condotta con il metodo dell'analisi statica equivalente secondo le disposizioni del capitolo 7 del D.M. 17/01/2018.

La verifica delle sezioni degli elementi strutturali è eseguita con il metodo degli Stati Limite. Le combinazioni di carico adottate sono esaustive relativamente agli scenari di carico più gravosi cui l'opera sarà soggetta.

#### Origine e caratteristiche dei codici di calcolo

Titolo	MAX - Analisi e Calcolo Muri di Sostegno
Versione	16.0
Produttore	Aztec Informatica srl, Casali del Manco - loc. Casole Bruzio (CS)
Utente	ING. GREGORI LEOPOLDO
Licenza	AIU6792KR

#### Affidabilità dei codici di calcolo

Un attento esame preliminare della documentazione a corredo del software ha consentito di valutarne l'affidabilità. La documentazione fornita dal produttore del software contiene un'esauriente descrizione delle basi teoriche, degli algoritmi impiegati e l'individuazione dei campi d'impiego. La società produttrice Aztec Informatica srl ha verificato l'affidabilità e la robustezza del codice di calcolo attraverso un numero significativo di casi prova in cui i risultati dell'analisi numerica sono stati confrontati con soluzioni teoriche.

#### Modalità di presentazione dei risultati

La relazione di calcolo strutturale presenta i dati di calcolo tale da garantirne la leggibilità, la corretta interpretazione e la riproducibilità. La relazione di calcolo illustra in modo esaustivo i dati in ingresso ed i risultati delle analisi in forma tabellare.

#### Informazioni generali sull'elaborazione

Il software prevede una serie di controlli automatici che consentono l'individuazione di errori di modellazione, di non rispetto di limitazioni geometriche e di armatura e di presenza di elementi non verificati. Il codice di calcolo consente di visualizzare e controllare, sia in forma grafica che tabellare, i dati del modello strutturale, in modo da avere una visione consapevole del comportamento corretto del modello strutturale.

#### Giudizio motivato di accettabilità dei risultati

I risultati delle elaborazioni sono stati sottoposti a controlli dal sottoscritto utente del software. Tale valutazione ha compreso il confronto con i risultati di semplici calcoli, eseguiti con metodi tradizionali. Inoltre sulla base di considerazioni riguardanti gli stati tensionali e deformativi determinati, si è valutata la validità delle scelte operate in sede di schematizzazione e di modellazione della struttura e delle azioni.

In base a quanto sopra, io sottoscritto asserisco che l'elaborazione è corretta ed idonea al caso specifico, pertanto i risultati di calcolo sono da ritenersi validi ed accettabili.

Luogo e data

Montalto delle Marche, Luglio 2022

Il progettista  
ing. Stefano Gregori

**Indice**

Normative di riferimento	2
Richiami teorici	3
Calcolo della spinta sul muro	3
Valori caratteristici e valori di calcolo	3
Metodo di Culmann	3
Spinta in presenza di falda	3
Spinta in presenza di sisma	3
Verifica a ribaltamento	4
Verifica a scorrimento	4
Verifica al carico limite	5
Verifica alla stabilità globale	6
Dati	7
Materiali	7
Calcestruzzo armato	7
Acciai	7
Geometria profilo terreno a monte del muro	7
Geometria muro	7
Geometria paramento e fondazione	7
Descrizione terreni	8
Stratigrafia	8
Normativa	8
Descrizione combinazioni di carico	8
Dati sismici	10
Opzioni di calcolo	12
Risultati per combinazione	13
Spinta e forze	13
Verifiche geotecniche	13
Quadro riassuntivo coeff. di sicurezza calcolati	13
Verifica a scorrimento fondazione	13
Verifica a carico limite	14
Dettagli calcolo portanza	14
Verifica a ribaltamento	14
Verifica stabilità globale muro + terreno	14
Dettagli strisce verifiche stabilità	15
Sollecitazioni	17
Paramento	17
Fondazione	19
Verifiche strutturali	20
Verifiche a flessione	20
Paramento	20
Fondazione	21
Verifiche a taglio	22
Paramento	22
Fondazione	23
Verifica delle tensioni	24
Combinazioni SLER	24
Paramento	24
Fondazione	24
Combinazioni SLEF	25
Paramento	25
Fondazione	25

Combinazioni SLEQ	25
Paramento	26
Fondazione	26
Verifica a fessurazione	26
Combinazioni SLEF	26
Paramento	26
Fondazione	27
Combinazioni SLEQ	27
Paramento	27
Fondazione	27
Risultati per inviluppo	29
Spinta e forze	29
Verifiche geotecniche	29
Quadro riassuntivo coeff. di sicurezza calcolati	29
Verifica a scorrimento fondazione	29
Verifica a carico limite	29
Dettagli calcolo portanza	29
Verifica a ribaltamento	30
Verifica stabilità globale muro + terreno	30
Dettagli strisce verifiche stabilità	30
Sollecitazioni	31
Paramento	31
Fondazione	31
Verifiche strutturali	31
Verifiche a flessione	31
Paramento	32
Fondazione	32
Verifiche a taglio	32
Paramento	32
Fondazione	33
Verifica delle tensioni	33
Combinazioni SLER	33
Paramento	33
Fondazione	33
Combinazioni SLEF	34
Paramento	34
Fondazione	34
Combinazioni SLEQ	34
Paramento	34
Fondazione	35
Verifica a fessurazione	35
Combinazioni SLEF	35
Paramento	35
Fondazione	36
Combinazioni SLEQ	36
Paramento	36
Fondazione	36
Elenco ferri	38
Paramento	38
Fondazione	38
Computo metrico	38
Dichiarazioni secondo N.T.C. 2018 (punto 10.2)	39

