

**COMUNE DI MASONE**  
**Provincia di Genova**

**PROGETTO**

**“LAVORI DI CONSOLIDAMENTO IN SOMMITÀ DEL MOVIMENTO  
FRANOSO DEL CIGLIO STRADALE CON MICROPALI E CORDOLO IN.  
C.A. STRADA COMUNALE IN VALLE STURA IN LOC.ROCCA”  
CUP E17H22000190001**

(CAT. OG3)  
(importo Progetto € 65.000,00 – Opere € 43.009,55)

**Progetto Esecutivo**

**RELAZIONE STRUTTURALE**



Il Progettista



Il Responsabile





Masone, 05/09/2023

## Normativa 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

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

Terreno a permeabilità elevata

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

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

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

dove il coefficiente  $A$  vale

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

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

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

$$F_H = k_h W \quad F_V = \pm k_v W$$

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 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. In presenza di pali, per ogni centro vengono analizzate 3 famiglie di superfici di scorrimento: la prima famiglia di superfici passa per tacco della fondazione, la seconda per il punto centrale della lunghezza dei pali, la terza per il piede dei pali. Si determina il minimo coefficiente di sicurezza su una maglia di centri di dimensioni 10x10 posta in prossimità della sommità del muro. Il numero di strisce è pari a 25.

Si adotta per la verifica di stabilità globale il metodo di Bishop.

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

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

dove il termine  $m$  è espresso da

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

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

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

## Analisi dei pali

Per l'analisi della capacità portante dei pali occorre determinare alcune caratteristiche del terreno in cui si va ad operare. In particolare bisogna conoscere l'angolo d'attrito  $\phi$  e la coesione  $c$ . Per pali soggetti a carichi trasversali è necessario conoscere il modulo di reazione laterale o il modulo elastico laterale.

La capacità portante di un palo solitamente viene valutata come somma di due contributi: portata di base (o di punta) e portata per attrito laterale lungo il fusto. Cioè si assume valida l'espressione:

$$Q_c = Q_p + Q_l - W_p$$

dove:

$Q_T$	portanza totale del palo
$Q_p$	portanza di base del palo
$Q_l$	portanza per attrito laterale del palo
$W_p$	peso proprio del palo

e le due componenti  $Q_p$  e  $Q_l$  sono calcolate in modo indipendente fra loro.

Dalla capacità portante del palo si ricava il carico ammissibile del palo  $Q_A$  applicando il coefficiente di sicurezza della portanza alla punta  $\eta_p$  ed il coefficiente di sicurezza della portanza per attrito laterale  $\eta_l$ .

Palo compresso:

$$Q_c = \frac{Q_p}{\eta_p} + \frac{Q_l}{\eta_l} - W_p$$

Palo teso:

$$Q_c = \frac{Q_l}{\eta_l} - W_p$$

## Capacità portante di punta

In generale la capacità portante di punta viene calcolata tramite l'espressione:

$$Q_p = A_p \left( cN_c' + qN_q' + \frac{1}{2} B\gamma N_\gamma' \right)$$

dove:

$A_p$  è l'area portante efficace della punta del palo

$c$  è la coesione  
 $q$  è la pressione geostatica alla quota della punta del palo  
 $\gamma$  è il peso specifico del terreno  
 $D$  è il diametro del palo  
 $N'_c, N'_q, N'_\gamma$  sono i coefficienti di capacità portante corretti per tener conto degli effetti di forma e di profondità.

### Capacità portante per resistenza laterale

La resistenza laterale è data dall'integrale esteso a tutta la superficie laterale del palo delle tensioni tangenziali palo-terreno in condizioni limite:

$$Q_l = \int_S \tau_a dS$$

dove  $\tau_a$  è dato dalla nota relazione di Coulomb

$$\tau_a = c_a + \sigma_n \tan \delta$$

dove:

$c_a$  è l'adesione palo-terreno  
 $\delta$  è l'angolo di attrito palo-terreno  
 $\gamma$  è il peso specifico del terreno  
 $z$  è la generica quota a partire dalla testa del palo  
 $L$  è la lunghezza del palo  
 $P$  è il perimetro del palo  
 $K_s$  è il coefficiente di spinta che dipende dalle caratteristiche meccaniche e fisiche del terreno dal suo stato di addensamento e dalle modalità di realizzazione del palo.

### Portanza trasversale dei pali - Analisi ad elementi finiti

Nel modello di terreno alla Winkler il terreno viene schematizzato come una serie di molle elastiche indipendenti fra di loro. Le molle che schematizzano il terreno vengono caratterizzate tramite una costante elastica  $K$  espressa in  $\text{Kg/cm}^2/\text{cm}$  che rappresenta la pressione (in  $\text{Kg/cm}^2$ ) che bisogna applicare per ottenere l'abbassamento di 1 cm.

Nel metodo degli elementi finiti occorre discretizzare il particolare problema. Nel caso specifico il palo viene suddiviso in un certo numero di elementi di eguale lunghezza. Ogni elemento è caratterizzato da una sezione avente area ed inerzia coincidente con quella del palo.

Il terreno viene schematizzato come una serie di molle orizzontali che reagiscono agli spostamenti nei due versi. La rigidezza assiale della singola molla è proporzionale alla costante di Winkler orizzontale del terreno, al diametro del palo ed alla lunghezza dell'elemento. La molla, però, non viene vista come un elemento infinitamente elastico ma come un elemento con comportamento del tipo elastoplastico perfetto (diagramma sforzi-deformazioni di tipo bilatero). Essa presenta una resistenza crescente al crescere degli spostamenti fino a che l'entità degli spostamenti si mantiene al di sotto di un certo spostamento limite,  $X_{\max}$  oppure fino a quando non si raggiunge il valore della pressione limite. Superato tale limite non si ha un incremento di resistenza. È evidente che assumendo un comportamento di questo tipo ci si addentra in un tipico problema non lineare che può essere risolto solo mediante una analisi al passo. Questa modellazione presenta il notevole vantaggio di poter schematizzare tutti quei comportamenti individuati da Broms e che sarebbe impossibile trattare in un modello numerico. In particolare risulta automatico analizzare casi in cui si ha insufficiente portanza non per rottura del palo ma per rottura del terreno (vedi il caso di un palo molto rigido in un terreno molle).

### Determinazione degli scarichi sul palo.

Gli scarichi sui pali vengono determinati mediante il metodo delle rigidezze.

La piastra di fondazione viene considerata infinitamente rigida (3 gradi di libertà) ed i pali vengono considerati incastrati o incernierati (la scelta del vincolo viene fatta dall'Utente nella tabella CARATTERISTICHE del sottomenu PALI) a tale piastra.

Viene effettuata una prima analisi di ogni palo di ciascuna fila (i pali di ogni fila hanno le stesse caratteristiche) per costruire una curva carichi-spostamenti del palo. Questa curva viene costruita considerando il palo elastico. Si tratta, in definitiva, della matrice di rigidezza del palo  $K_e$ , costruita imponendo traslazioni e rotazioni unitarie per determinare le corrispondenti sollecitazioni in testa al palo.

Nota la matrice di rigidezza di ogni palo si assembla la matrice globale (di dimensioni  $3 \times 3$ ) della palificata,  $K$ .

A questo punto, note le forze agenti in fondazione ( $N, T, M$ ) si possono ricavare gli spostamenti della piastra (abbassamento, traslazione e rotazione) e le forze che si scaricano su ciascun palo. Infatti indicando con  $p$  il vettore dei carichi e con  $u$  il vettore degli spostamenti della piastra abbiamo:

$$u = K^{-1}p$$

Noti gli spostamenti della piastra, e quindi della testa dei pali, abbiamo gli scarichi su ciascun palo. Allora per ciascun palo viene effettuata un'analisi elastoplastica incrementale (tramite il metodo degli elementi finiti) che, tenendo conto della plasticizzazione del terreno, calcola le sollecitazioni in tutte le sezioni del palo.

Se, le caratteristiche del terreno (rappresentate da  $K(h)$ ) sono tali che se non è possibile raggiungere l'equilibrio si ha collasso per 'rottura' del terreno.

## 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
1	C25/30	C25/30	B450C	[kg/mc] 2500,00	[kg/cm <sup>2</sup> ] 305,91	[kg/cm <sup>2</sup> ] 320666	0.30	15.00	0.50

#### Acciai

Descr	f <sub>yk</sub>	f <sub>uk</sub>
B450C	[kg/cm <sup>2</sup> ] 4588,65	[kg/cm <sup>2</sup> ] 5506,38

### Tipologie pali

#### Simbologia adottata

n°	Indice tipologia palo
Descr	Descrizione tipologia palo
P	Contributo portanza palo (laterale e/o punta)
T	Tecnologia costruttiva (trivellato, infisso o elica continua)
V	Vincolo palo-fondazione: Cerniera o Incastro (libero o impedito di ruotare in testa)
Imat	Indice materiale che lo costituisce
BD	usa metodo di Bustamante-Doix
PN	Portanza nota
Pp, Pl	Portanza di punta e laterale caratteristica, espressa in [kg]

n°	Descr	P	T	V	Imat	BD	PN	Pp	Pl
2	Micropalo diametro 20	Laterale + Punta	Trivellato	Cerniera	1	SI	NO	--	--

### 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
1	[m] 0,00	[m] 0,00	[°] 0.000
2	[m] 2,00	[m] 0,00	[°] 0.000
3	[m] 8,00	[m] 0,00	[°] 0.000

Inclinazione terreno a valle del muro rispetto all'orizzontale 60.000 [°]

### Geometria muro

#### Geometria paramento e fondazione

Lunghezza muro 12,00 [m]

#### Paramento

Materiale C25/30  
Altezza paramento 0,20 [m]

Altezza paramento libero	0,20	[m]
Spessore in sommità	0,10	[m]
Spessore all'attacco con la fondazione	0,10	[m]
Inclinazione paramento esterno	0,00	[°]
Inclinazione paramento interno	0,00	[°]

**Fondazione**

Materiale	C25/30	
Lunghezza mensola di valle	0,00	[m]
Lunghezza mensola di monte	1,70	[m]
Lunghezza totale	1,80	[m]
Inclinazione piano di posa	0,00	[°]
Spessore	0,50	[m]
Spessore magrone	0,00	[m]

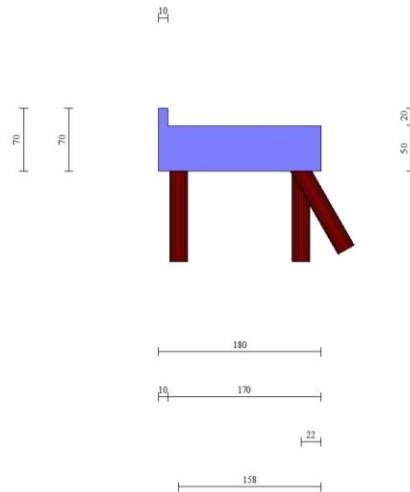


Fig. 1 - Sezione quotata del muro

**Descrizione pali di fondazione**

**Simbologia adottata**

- n° numero d'ordine della fila
- X ascissa della fila misurata dallo spigolo di monte della fondazione espressa in [m]
- I interasse tra i pali, espressa in [m]
- f franco laterale (distanza minima dal bordo laterale), espressa in [m]
- Np Numero di pali della fila
- D diametro dei pali della fila espresso in [cm]
- L lunghezza dei pali della fila espressa in [m]
- $\alpha$  inclinazione dei pali della fila rispetto alla verticale espressa in [°]
- ALL allineamento dei pali della fila rispetto al baricentro della fondazione (CENTRATI o SFALSATI)

n°	Tipologia	X [m]	I [m]	f [m]	Np	D [cm]	L [m]	$\alpha$ [°]	ALL
1	Micropalo diametro 20	0,22	3,60	0,50	3	20,00	10,00	0,00	Centrati
2	Micropalo diametro 20	1,58	1,80	0,50	7	20,00	10,00	0,00	Centrati
3	Micropalo diametro 20	0,22	3,60	0,50	4	20,00	10,00	30,00	Sfalsati

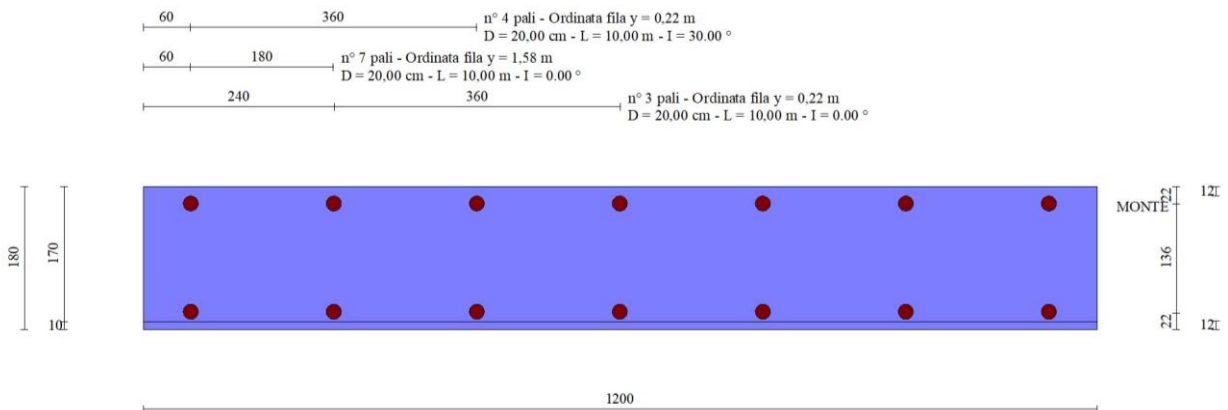


Fig. 2 - Pianta pali

## 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> ]
Ca	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> ]	ca [kg/cm <sup>q</sup> ]	Cesp	$\tau_l$ [kg/cm <sup>q</sup> ]		
1	Coltre detritica	1700,00	2000,00	32.000	21.330	0,00	0,00	1.150	1,05	(CAR)	
				32.000	21.333	0,00	0,00			1,00	(MIN)
				32.000	21.333	0,00	0,00			0,00	(MED)
2	Roccia fratturata	2600,00	2600,00	34.000	22.670	7,00	3,50	1.100	1,17	(CAR)	
				34.000	22.667	7,00	3,50			1,17	(MIN)
				34.000	22.667	7,00	3,50			1,17	(MED)
3	Roccia sana	2600,00	2600,00	34.000	22.670	10,00	5,00	1.100	1,17	(CAR)	
				34.000	22.667	10,00	5,00			1,17	(MIN)
				34.000	22.667	10,00	5,00			1,17	(MED)
4	Massetto stradale	1800,00	2000,00	20.000	13.330	0,00	0,00	1.000	0,00	(CAR)	
				0.000	0.000	0,00	0,00			0,00	(MIN)
				20.000	13.333	0,00	0,00			0,00	(MED)

## 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')

Kst<sub>sta</sub>, Kst<sub>sis</sub> 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	Kst <sub>sta</sub>	Kst <sub>sis</sub>
1	0,20	0.000	Massetto stradale	0.000	0.000	0,100	0,000	1,000	---	---
2	2,50	15.080	Coltre detritica	0.000	0.000	0,000	0,000	0,000	---	---
3	2,50	18.070	Roccia fratturata	1.000	0.500	0,500	0,000	1,000	---	---
4	15,00	0.000	Roccia sana	1.000	0.500	0,500	0,000	1,000	---	---

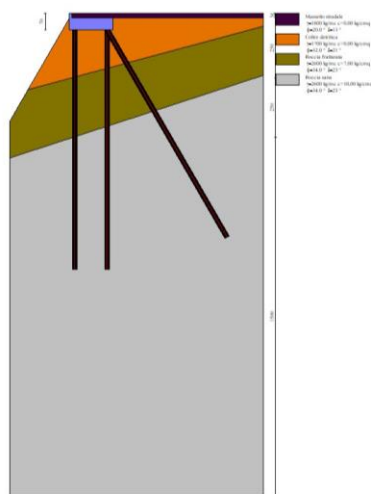


Fig. 3 - Stratigrafia



## Condizioni di carico

### Simbologia adottata

Carichi verticali positivi verso il basso.

Carichi orizzontali positivi verso sinistra.

Momento positivo senso antiorario.

X Ascissa del punto di applicazione del carico concentrato espressa in [m]

F<sub>x</sub> Componente orizzontale del carico concentrato espressa in [kg]

F<sub>y</sub> Componente verticale del carico concentrato espressa in [kg]

M Momento espresso in [kgm]

X<sub>i</sub> Ascissa del punto iniziale del carico ripartito espressa in [m]

X<sub>f</sub> Ascissa del punto finale del carico ripartito espressa in [m]

Q<sub>i</sub> Intensità del carico per x=X<sub>i</sub> espressa in [kg]

Q<sub>f</sub> Intensità del carico per x=X<sub>f</sub> espressa in [kg]

### Condizione n° 1 (Accidentale Traffico) - VARIABILE

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

#### Carichi sul terreno

n°	Tipo	X [m]	F <sub>x</sub> [kg]	F <sub>y</sub> [kg]	M [kgm]	X <sub>i</sub> [m]	X <sub>f</sub> [m]	Q <sub>i</sub> [kg]	Q <sub>f</sub> [kg]
1	Distribuito					0,00	8,00	900,00	900,00

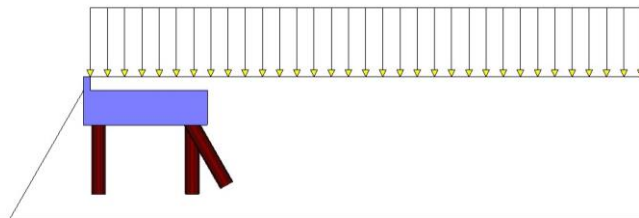


Fig. 4 - Carichi sul terreno

### Condizione n° 2 (Permanente manto stradale) - PERMANENTE

#### Carichi sul terreno

n°	Tipo	X [m]	F <sub>x</sub> [kg]	F <sub>y</sub> [kg]	M [kgm]	X <sub>i</sub> [m]	X <sub>f</sub> [m]	Q <sub>i</sub> [kg]	Q <sub>f</sub> [kg]
1	Distribuito					0,00	8,00	400,00	400,00

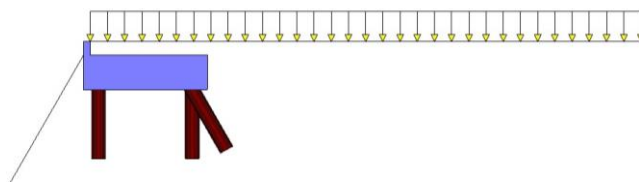


Fig. 5 - Carichi sul terreno

## Normativa

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

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

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

### Coeff. parziali per i parametri geotecnici del terreno

Parametro		Combinazioni statiche		Combinazioni sismiche	
		M1	M2	M1	M2
Tangente dell'angolo di attrito	$\gamma^{\tan(\phi)}$	1.00	1.25	1.00	1.00
Coesione efficace	$\gamma^c$	1.00	1.25	1.00	1.00
Resistenza non drenata	$\gamma_{cu}$	1.00	1.40	1.00	1.00
Peso nell'unità di volume	$\gamma_s$	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	--	--	1.15	--	--	1.00
Stabilità fronte di scavo	--	1.10	--	--	1.20	--

### Carichi verticali. Coeff. parziali $\gamma_R$ da applicare alle resistenze caratteristiche

Resistenza		Pali infissi			Pali trivellati			Pali ad elica continua		
		R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3
Punta	$\gamma_b$	--	--	1.15	--	--	1.35	--	--	1.30
Laterale compressione	$\gamma_s$	--	--	1.15	--	--	1.15	--	--	1.15
Totale compressione	$\gamma_t$	--	--	1.15	--	--	1.30	--	--	1.25
Laterale trazione	$\gamma_{st}$	--	--	1.25	--	--	1.25	--	--	1.25

### Carichi trasversali. Coeff. parziali $\gamma_R$ da applicare alle resistenze caratteristiche

		R1	R2	R3
Trasversale	$\gamma_t$	--	--	1.30

Coefficienti di riduzione  $\zeta$  per la determinazione della resistenza caratteristica dei pali

Numero di verticali indagate 1

$\zeta_3=1.70$   $\zeta_4=1.70$

### 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

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Spinta terreno	1.30	--	Sfavorevole
Permanente manto stradale	1.30	--	Sfavorevole
Accidentale Traffico	1.50	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 2 - STR (A1-M1-R3) H + V

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Accidentale Traffico	1.00	1.00	Sfavorevole
Permanente manto stradale	1.00	--	Sfavorevole

Combinazione n° 3 - 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
Accidentale Traffico	1.00	1.00	Sfavorevole
Permanente manto stradale	1.00	--	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
Permanente manto stradale	1.00	--	Sfavorevole
Accidentale Traffico	1.30	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 5 - 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
Accidentale Traffico	1.00	1.00	Sfavorevole
Permanente manto stradale	1.00	--	Sfavorevole

Combinazione n° 6 - 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
Accidentale Traffico	1.00	1.00	Sfavorevole
Permanente manto stradale	1.00	--	Sfavorevole

Combinazione n° 7 - SLER

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Permanente manto stradale	1.00	--	Sfavorevole
Accidentale Traffico	1.00	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 8 - SLEF

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Permanente manto stradale	1.00	--	Sfavorevole
Accidentale Traffico	1.00	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 9 - SLEQ

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Permanente manto stradale	1.00	--	Sfavorevole
Accidentale Traffico	1.00	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 10 - SLEQ H + V

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Accidentale Traffico	1.00	1.00	Sfavorevole
Permanente manto stradale	1.00	--	Sfavorevole

Combinazione n° 11 - SLEQ H - V

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Accidentale Traffico	1.00	1.00	Sfavorevole
Permanente manto stradale	1.00	--	Sfavorevole

Dati sismici

Comune	Masone
Provincia	Genova
Regione	Liguria
Latitudine	44.509068
Longitudine	8.740546
Indice punti di interpolazione	16471 - 16472 - 16250 - 16249
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> ]	0.660	0.275
Accelerazione al suolo	$a_g/g$	[%]	0.067	0.028
Massimo fattore amplificazione spettro orizzontale	F0		2.521	2.517
Periodo inizio tratto spettro a velocità costante	Tc*		0.285	0.202
Tipo di sottosuolo - Coefficiente stratigrafico	Ss		A	1.000
Categoria topografica - Coefficiente amplificazione topografica	St		T1	1.000

Stato limite ...	Coeff. di riduzione $\beta_m$	kh [%]	kv [%]
Ultimo	1.000	6.727	3.363
Ultimo - Ribaltamento	1.000	6.727	3.363
Esercizio	1.000	2.801	1.400

Forma diagramma incremento sismico  **Rettangolare**

## Opzioni di calcolo

### Spinta

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

### Stabilità globale

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

### 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	5,00 [cm]

### Opzioni calcolo pali

#### Portanza verticale

Metodo di calcolo della portanza alla laterale	Bustamante-Doix
Metodo di calcolo della portanza alla punta	15.00 % della portanza laterale

#### Portanza trasversale

Costante di Winkler: da strato	
Criterio rottura palo-terreno	
- Spostamento limite	Non attivo
- Pressione limite	Pressione passiva con moltiplicatore M=3,00
- Palo infinitamente elastico	Non attivo

#### Cedimenti

Metodo di calcolo	Metodo agli elementi finiti
Spostamento limite alla punta	1,00 [cm]
Spostamento limite laterale	0,50 [cm]

### 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

Verifiche strutturali nelle combinazioni SLD NO

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 <sub>1</sub> =0.20
	w <sub>2</sub> =0.30
	w <sub>3</sub> =0.40

#### Verifica delle tensioni

Valori limite delle tensioni nei materiali:

Combinazione	Calcestruzzo	Acciaio
Rara	0.60 f <sub>ck</sub>	0.80 f <sub>yk</sub>
Frequente	1.00 f <sub>ck</sub>	1.00 f <sub>yk</sub>
Quasi permanente	0.45 f <sub>ck</sub>	1.00 f <sub>yk</sub>

## 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	584	18,81	553	188	1,70	-0,35
	Peso/Inerzia muro			0	2300/0	0,78	-0,44
	Peso/Inerzia terrapieno			0	3791/0	0,85	-0,10
	Resistenza pali			-25550			
2	Spinta statica	418	18,89	396	135	1,70	-0,35
	Incremento di spinta sismica		75	71	24	1,70	-0,35
	Peso/Inerzia muro			155	2300/77	0,78	-0,44
	Peso/Inerzia terrapieno			190	2822/95	0,85	-0,10
	Resistenza pali			-25623			

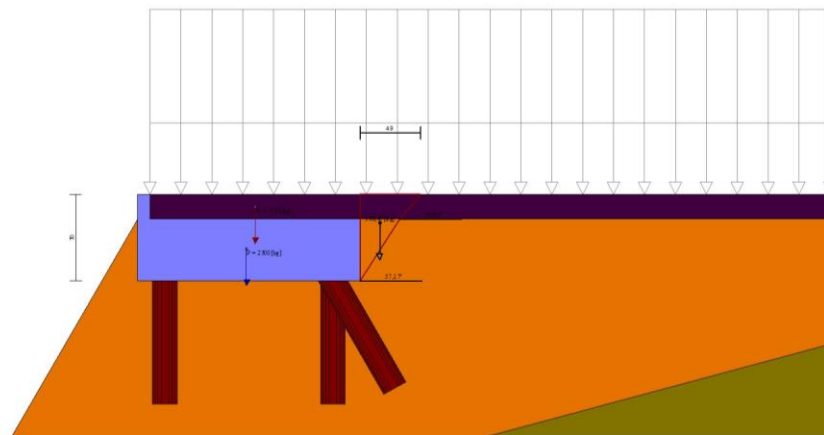


Fig. 30 - Cuneo di spinta (combinazione statica) (Combinazione n° 1)

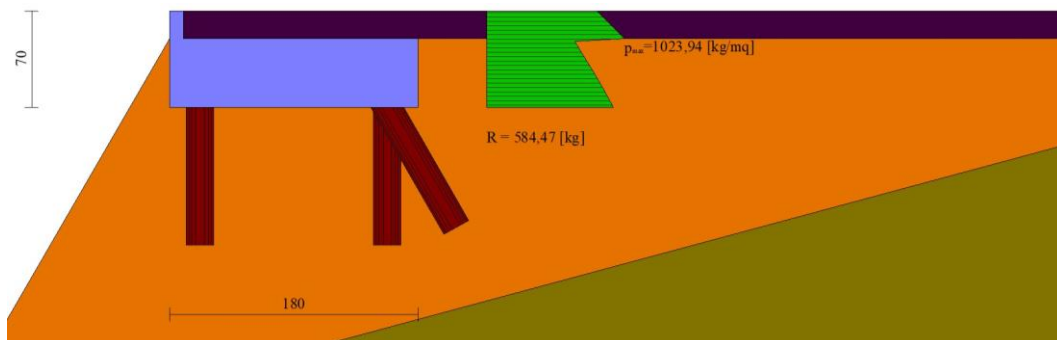


Fig. 31 - Diagramma delle pressioni (combinazione statica) (Combinazione n° 1)

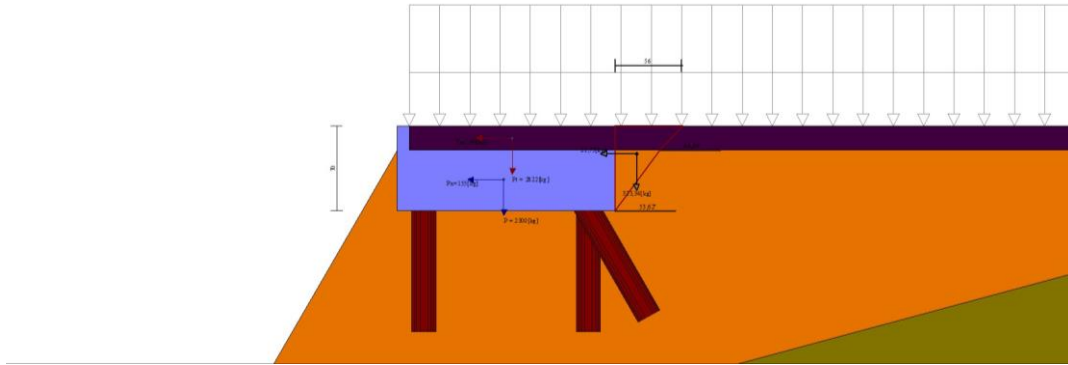


Fig. 32 - Cuneo di spinta (combinazione sismica) (Combinazione n° 2)

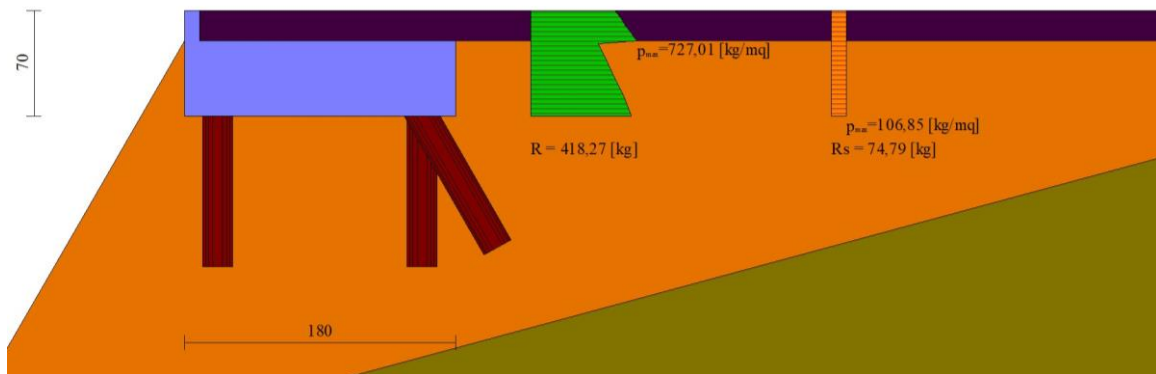


Fig. 33 - Diagramma delle pressioni (combinazione sismica) (Combinazione n° 2)

## Scarichi in testa ai pali

### Simbologia adottata

Cmb	Indice/Tipo combinazione
Ip	Indice palo
N	Sforzo normale, espresso in [kg]
M	Momento, espresso in [kgm]
T	Taglio, espresso in [kg]

Cmb	Ip	N [kg]	M [kgm]	T [kg]
1 - STR (A1-M1-R3)	1	16204	0	-69
	2	5227	0	-56
	3	-2887	0	-76
2 - STR (A1-M1-R3) H + V	1	15742	0	-73
	2	4763	0	-59
	3	-4411	0	-79

## 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>SUPL</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>SUPL</sub>
1 - STR (A1-M1-R3)		46.181					
2 - STR (A1-M1-R3)	H + V	31.592					
3 - STR (A1-M1-R3)	H - V	32.559					
4 - GEO (A2-M2-R2)					12.898		
5 - GEO (A2-M2-R2)	H + V				14.225		
6 - GEO (A2-M2-R2)	H - V				15.066		

## Verifiche portanza trasversale (scorrimento)

### Simbologia adottata

Ic	Indice/Tipo combinazione
Ip	Indice palo
T	Carico orizzontale agente alla testa del palo, espresso in [kg]
Td	Portanza trasversale di progetto, espresso in [kg]
FSo	Fattore di sicurezza (Td/T)

Ic	Ip	T [kg]	Td [kg]	FSo
1 - STR (A1-M1-R3)	1	-69	1327	19.231
	2	-56	1079	19.231
	3	-76	1467	19.231
2 - STR (A1-M1-R3) H + V	1	-73	1405	19.231
	2	-59	1143	19.231
	3	-79	1524	19.231

## Verifiche portanza verticale

### Simbologia adottata

Ic	Indice/Tipo combinazione
Ip	Indice palo
N	Carico verticale agente alla testa del palo, espresso in [kg]
Pd	Portanza di progetto, espresso in [kg]
FSv	Fattore di sicurezza (Pd/N)

Ic	Ip	N [kg]	Pd [kg]	FSv
1 - STR (A1-M1-R3)	1	16204	38396	2.369
	2	5227	36680	7.017
	3	-2887	33023	11.437
2 - STR (A1-M1-R3) H + V	1	15742	38396	2.439
	2	4763	36680	7.700
	3	-4411	33023	7.486
2 - STR (A1-M1-R3) H + V	1	15742	38396	2.439
	2	4763	36680	7.700
	3	-4411	33023	7.486

## Dettagli calcolo portanza verticale

### Simbologia adottata

n°	Indice palo
Nc, Nq	Coeff. di capacità portante
N'c, N'q	Coeff. di capacità portante corretti
Zc	Massima profondità andamento pressione geostatica, espressa in [m]
Pp, Pl	Portanza di punta e laterale caratteristica, espresse in [kg]
A	Attrito negativo, espresso in [kg]
Wp	Peso palo, espresso in [kg]

n°	Nc	N'c	Nq	N'q	Zc [m]	Pp [kg]	Pl [kg]	A [kg]	Wp [kg]
1	0.000	0.000	0.000	0.000	--	10227	68178	0	934
						11958	79723		
2	0.000	0.000	0.000	0.000	--	9781	65204	0	934
						11909	79391		
3	0.000	0.000	0.000	0.000	--	0	68188	0	934
						0	79724		

## 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
4 - GEO (A2-M2-R2)	-4,50; 1,00	15,10	12.898
5 - GEO (A2-M2-R2) H + V	-3,50; 3,00	6,39	14.225

## Dettagli strisce verifiche stabilità

### Simbologia adottata

Le ascisse X sono considerate positive verso monte	
Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto	
Origine in testa al muro (spigolo contro terra)	
W	peso della striscia espresso in [kg]



Qy carico sulla striscia espresso in [kg]  
 Qf carico acqua sulla striscia espresso in [kg]  
 α angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso in [°] (positivo antiorario)  
 φ angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia  
 c coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in [kg/cmq]  
 b larghezza della striscia espressa in [m]  
 u pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [kg/cmq]  
 Tx; Ty Resistenza al taglio fornita dai tiranti in direzione X ed Y espressa in [kg/cmq]

n°	W [kg]	Qy [kg]	Qf [kg]	b [m]	α [°]	φ [°]	c [kg/cmq]	u [kg/cmq]	Tx; Ty [kg]
1	3474	0	0	10,57 - 0,74	78.811	28.352	5,60	0,000	
2	8810	0	0	0,74	67.975	28.352	8,00	0,000	
3	11768	0	0	0,74	61.310	28.352	8,00	0,000	
4	13980	601	0	0,74	55.887	28.352	8,00	0,000	
5	15777	1160	0	0,74	51.149	28.352	8,00	0,000	
6	17284	1160	0	0,74	46.862	28.352	8,00	0,000	
7	18568	1160	0	0,74	42.896	28.352	8,00	0,000	
8	19674	1160	0	0,74	39.172	28.352	8,00	0,000	
9	20629	1160	0	0,74	35.637	28.352	8,00	0,000	
10	21453	1160	0	0,74	32.253	28.352	8,00	0,000	
11	22162	1160	0	0,74	28.991	28.352	8,00	0,000	
12	22767	1160	0	0,74	25.829	28.352	8,00	0,000	
13	17438	1160	0	0,74	22.750	28.352	8,00	0,000	
14	23991	1160	0	0,74	19.740	28.352	8,00	0,000	
15	23780	357	0	0,74	16.785	28.352	8,00	0,000	
16	22324	0	0	0,74	13.875	28.352	8,00	0,000	
17	20880	0	0	0,74	11.002	28.352	8,00	0,000	
18	18880	0	0	0,74	8.156	28.352	8,00	0,000	
19	16588	0	0	0,74	5.331	28.352	8,00	0,000	
20	14227	0	0	0,74	2.518	28.352	8,00	0,000	
21	11795	0	0	0,74	-0.288	28.352	8,00	0,000	
22	9294	0	0	0,74	-3.095	28.352	8,00	0,000	
23	6723	0	0	0,74	-5.909	28.352	8,00	0,000	
24	4081	0	0	0,74	-8.738	28.352	8,00	0,000	
25	1367	0	0	-7,90 - 0,74	-11.290	28.352	8,00	0,000	

Resistenza al taglio pali 0 [kg]

n°	W [kg]	Qy [kg]	Qf [kg]	b [m]	α [°]	φ [°]	c [kg/cmq]	u [kg/cmq]	Tx; Ty [kg]
1	37	207	0	2,16 - 0,16	58.816	20.000	0,00	0,000	
2	108	207	0	0,16	57.966	32.000	0,00	0,000	
3	188	207	0	0,16	55.370	32.000	0,00	0,000	
4	297	207	0	0,16	52.935	32.000	0,00	0,000	
5	351	207	0	0,16	50.630	32.000	0,00	0,000	
6	402	207	0	0,16	48.434	32.000	0,00	0,000	
7	448	207	0	0,16	46.329	32.000	0,00	0,000	
8	492	207	0	0,16	44.303	32.000	0,00	0,000	
9	532	207	0	0,16	42.344	32.000	0,00	0,000	
10	570	207	0	0,16	40.444	32.000	0,00	0,000	
11	606	207	0	0,16	38.597	32.000	0,00	0,000	
12	639	207	0	0,16	36.797	32.000	0,00	0,000	
13	670	207	0	0,16	35.037	32.000	0,00	0,000	
14	709	117	0	0,16	33.315	32.000	0,00	0,000	
15	609	0	0	0,16	31.627	32.000	0,00	0,000	
16	534	0	0	0,16	29.968	32.000	0,00	0,000	
17	484	0	0	0,16	28.337	32.000	0,00	0,000	
18	432	0	0	0,16	26.730	32.000	0,00	0,000	
19	378	0	0	0,16	25.146	32.000	0,00	0,000	
20	323	0	0	0,16	23.582	32.000	0,00	0,000	
21	267	0	0	0,16	22.037	32.000	0,00	0,000	
22	210	0	0	0,16	20.508	32.000	0,00	0,000	
23	151	0	0	0,16	18.994	32.000	0,00	0,000	
24	90	0	0	0,16	17.494	32.000	0,00	0,000	
25	29	0	0	-1,82 - 0,16	18.466	32.000	0,00	0,000	

Resistenza al taglio pali 109007 [kg]

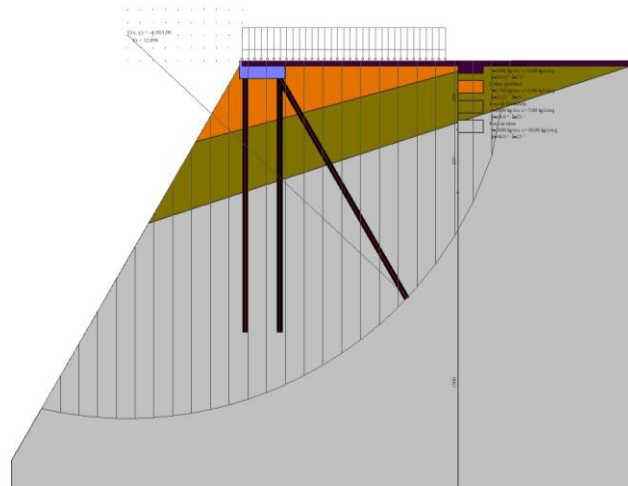


Fig. 34 - Stabilità fronte di scavo - Cerchio critico (Combinazione n° 4)

## 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.

### Elementi calcolati a piastra

#### Simbologia adottata

- Mx, My Momenti flettenti, espresso in [kgm]
  - Mxy Momento torcente, espresso in [kgm]. Positivo se diretto da monte verso valle
  - Tx, Ty Tagli, espresso in [kg]. Positivo se tende le fibre contro terra (a monte)
- I momenti flettenti sono positivi se tendono le fibre inferiori (intradosso fondazione, paramento esterno)

## 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	24	26	59	85	3	4
3	-0,20	48	52	126	179	12	17

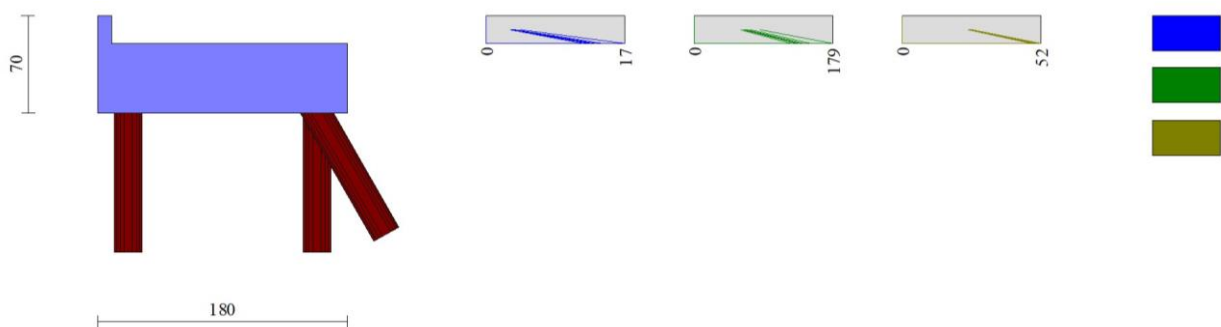


Fig. 35 - Paramento

## Piastra fondazione

In	Mx [kgm]	My [kgm]	Mxy [kgm]	Tx [kg]	Ty [kg]	
1	0	0	0	0	0	MAX
	0	0	0	0	0	MIN
2	0	0	0	0	0	MAX
	0	0	0	0	0	MIN
3	-1086	-3621	179	0	-6845	MAX
	-1476	-4922	77	0	-8680	MIN
4	-1139	-3798	824	0	-6237	MAX
	-1584	-5279	543	0	-7763	MIN

In	Mx [kgm]	My [kgm]	Mxy [kgm]	Tx [kg]	Ty [kg]	
5	-1139 -1584	-3798 -5279	824 543	0 0	-6237 -7763	MAX MIN
...						
2538	15 11	14 -28	113 86	462 279	-1706 -2526	MAX MIN
2539	21 16	-17 -43	67 51	394 223	-995 -1509	MAX MIN
2540	28 21	-10 -19	30 23	278 130	-452 -705	MAX MIN
2541	-7 -9	-9 -12	13 11	201 52	-214 -343	MAX MIN

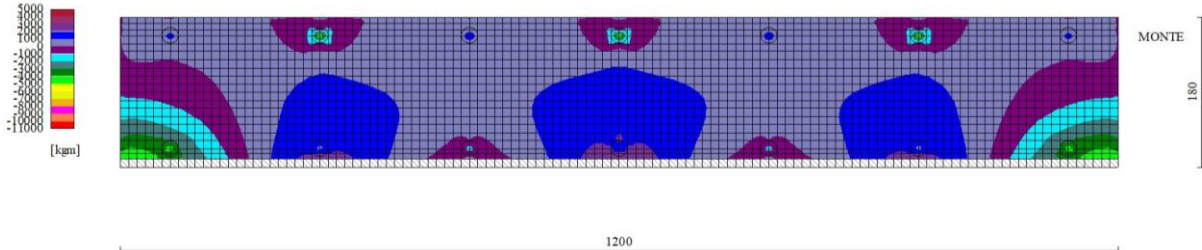


Fig. 36 - Piastra fondazione - Momento  $M_{yMAX}$  (Combinazione n° 2)

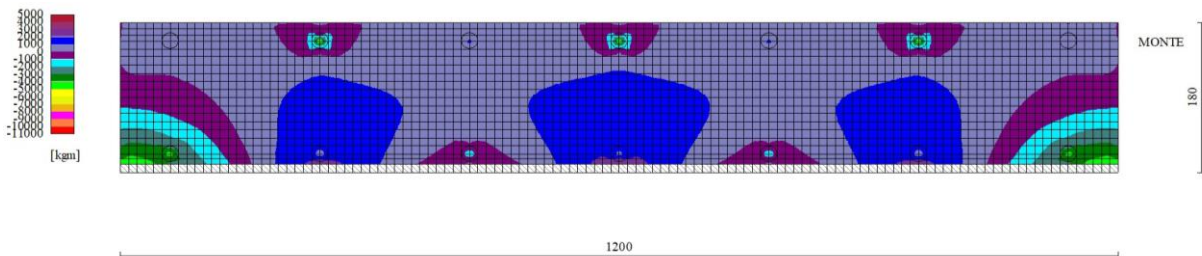


Fig. 37 - Piastra fondazione - Momento  $M_{yMIN}$  (Combinazione n° 1)

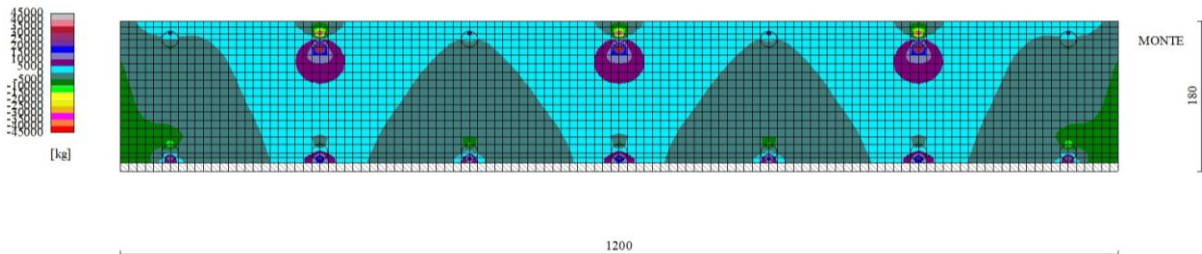


Fig. 38 - Piastra fondazione - Taglio  $T_y$  (Combinazione n° 1)

## Sollecitazioni pali

### Simbologia adottata

- 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)

### Palo n° 1

n°	Y [m]	N [kg]	Nr [kg]	T [kg]	Tr [kg]	M [kgm]	Mr [kgm]
1	0,00	16204	91967	-69	-1725	0	0
7	0,60	15416	87415	-69	-1725	41	1035
26	2,50	12830	72522	3	80	140	3500
43	4,20	10429	58722	41	1014	92	2290
92	9,10	3507	18945	0	-2	0	-7
101	10,00	2236	12451	0	-2	0	0

### Palo n° 2

n°	Y [m]	N [kg]	Nr [kg]	T [kg]	Tr [kg]	M [kgm]	Mr [kgm]
1	0,00	5227	91782	-56	-1402	0	0
14	1,30	4689	81919	-56	-1402	73	1823

n°	Y [m]	N [kg]	Nr [kg]	T [kg]	Tr [kg]	M [kgm]	Mr [kgm]
28	2,70	4084	70873	2	43	129	3222
45	4,40	3320	57073	37	933	85	2132
95	9,40	1073	16484	0	-1	0	-2
101	10,00	804	12425	0	-1	0	0

**Palo n° 3**

n°	Y [m]	N [kg]	Nr [kg]	T [kg]	Tr [kg]	M [kgm]	Mr [kgm]
1	0,00	-2887	-71807	-76	-1907	0	0
2	0,10	-2860	-71048	-76	-1907	8	191
26	2,50	-2181	-53005	4	88	155	3869
43	4,20	-1687	-40953	45	1121	101	2531
92	9,10	-262	-9645	0	-3	0	-7
101	10,00	0	-4792	0	-3	0	0

**Palo n° 1**

n°	Y [m]	N [kg]	Nr [kg]	T [kg]	Tr [kg]	M [kgm]	Mr [kgm]
1	0,00	15742	91966	-73	-1827	0	0
9	0,80	14721	85896	-73	-1827	58	1462
26	2,50	12466	72521	3	84	148	3706
43	4,20	10133	58720	43	1074	97	2425
92	9,10	3410	18944	0	-2	0	-7
101	10,00	2175	12450	0	-3	0	0

**Palo n° 2**

n°	Y [m]	N [kg]	Nr [kg]	T [kg]	Tr [kg]	M [kgm]	Mr [kgm]
1	0,00	4763	91781	-59	-1485	0	0
3	0,20	4688	90263	-59	-1485	12	297
28	2,70	3725	70871	2	45	137	3413
45	4,40	3031	57071	40	988	90	2258
95	9,40	988	16483	0	-1	0	-2
101	10,00	743	12424	0	-2	0	0

**Palo n° 3**

n°	Y [m]	N [kg]	Nr [kg]	T [kg]	Tr [kg]	M [kgm]	Mr [kgm]
1	0,00	-4411	-92130	-79	-1981	0	0
2	0,10	-4369	-91372	-79	-1981	8	198
26	2,50	-3336	-72526	4	92	161	4018
43	4,20	-2580	-58726	47	1164	105	2629
92	9,10	-400	-18949	0	-3	0	-8
101	10,00	0	-12455	0	-3	0	0

**Palo n° 1**

n°	Y [m]	N [kg]	Nr [kg]	T [kg]	Tr [kg]	M [kgm]	Mr [kgm]
1	0,00	14866	91974	-69	-1736	0	0
26	2,50	11774	72527	3	80	141	3522
43	4,20	9572	58725	41	1020	92	2305
92	9,10	3226	18944	0	-2	0	-7
101	10,00	2061	12450	0	-2	0	0

**Palo n° 2**

n°	Y [m]	N [kg]	Nr [kg]	T [kg]	Tr [kg]	M [kgm]	Mr [kgm]
1	0,00	4467	91781	-56	-1412	0	0
3	0,20	4397	90264	-56	-1412	11	282
28	2,70	3496	70872	2	43	130	3243
45	4,40	2846	57072	38	939	86	2146
95	9,40	934	16484	0	-1	0	-2
101	10,00	705	12425	0	-1	0	0

**Palo n° 3**

n°	Y [m]	N [kg]	Nr [kg]	T [kg]	Tr [kg]	M [kgm]	Mr [kgm]
1	0,00	-4276	-92130	-75	-1880	0	0
4	0,30	-4154	-89854	-75	-1880	23	564
26	2,50	-3234	-72526	3	87	153	3814
43	4,20	-2501	-58726	44	1105	100	2495
92	9,10	-388	-18949	0	-3	0	-7
101	10,00	0	-12455	0	-3	0	0

**Palo n° 1**

n°	Y [m]	N [kg]	Nr [kg]	T [kg]	Tr [kg]	M [kgm]	Mr [kgm]
1	0,00	14866	91974	-69	-1736	0	0
26	2,50	11774	72527	3	80	141	3522
43	4,20	9572	58725	41	1020	92	2305
92	9,10	3226	18944	0	-2	0	-7
101	10,00	2061	12450	0	-2	0	0

n°	Y [m]	N [kg]	Nr [kg]	T [kg]	Tr [kg]	M [kgm]	Mr [kgm]
1	0,00	13069	91970	-54	-1353	0	0
10	0,90	12118	85142	-54	-1353	49	1217
26	2,50	10355	72525	3	63	110	2744
43	4,20	8422	58725	32	795	72	1795
92	9,10	2850	18948	0	-2	0	-5
101	10,00	1827	12454	0	-2	0	0

### Palo n° 2

n°	Y [m]	N [kg]	Nr [kg]	T [kg]	Tr [kg]	M [kgm]	Mr [kgm]
1	0,00	4402	91784	-44	-1100	0	0
28	2,70	3445	70873	1	34	101	2526
45	4,40	2805	57072	29	731	67	1671
95	9,40	922	16481	0	-1	0	-1
101	10,00	696	12422	0	-1	0	0

### Palo n° 3

n°	Y [m]	N [kg]	Nr [kg]	T [kg]	Tr [kg]	M [kgm]	Mr [kgm]
1	0,00	-2036	-50620	-60	-1502	0	0
11	1,00	-1838	-45281	-60	-1502	60	1502
26	2,50	-1536	-37342	3	69	122	3047
43	4,20	-1188	-28851	35	883	80	1994
92	9,10	-184	-6795	0	-2	0	-6
101	10,00	0	-3376	0	-2	0	0

### Palo n° 1

n°	Y [m]	N [kg]	Nr [kg]	T [kg]	Tr [kg]	M [kgm]	Mr [kgm]
1	0,00	13069	91970	-54	-1353	0	0
10	0,90	12118	85142	-54	-1353	49	1217
26	2,50	10355	72525	3	63	110	2744
43	4,20	8422	58725	32	795	72	1795
92	9,10	2850	18948	0	-2	0	-5
101	10,00	1827	12454	0	-2	0	0

### Palo n° 2

n°	Y [m]	N [kg]	Nr [kg]	T [kg]	Tr [kg]	M [kgm]	Mr [kgm]
1	0,00	4402	91784	-44	-1100	0	0
28	2,70	3445	70873	1	34	101	2526
45	4,40	2805	57072	29	731	67	1671
95	9,40	922	16481	0	-1	0	-1
101	10,00	696	12422	0	-1	0	0

### Palo n° 3

n°	Y [m]	N [kg]	Nr [kg]	T [kg]	Tr [kg]	M [kgm]	Mr [kgm]
1	0,00	-2036	-50620	-60	-1502	0	0
11	1,00	-1838	-45281	-60	-1502	60	1502
26	2,50	-1536	-37342	3	69	122	3047
43	4,20	-1188	-28851	35	883	80	1994
92	9,10	-184	-6795	0	-2	0	-6
101	10,00	0	-3376	0	-2	0	0

### Palo n° 1

n°	Y [m]	N [kg]	Nr [kg]	T [kg]	Tr [kg]	M [kgm]	Mr [kgm]
1	0,00	13069	91970	-54	-1353	0	0
10	0,90	12118	85142	-54	-1353	49	1217
26	2,50	10355	72525	3	63	110	2744
43	4,20	8422	58725	32	795	72	1795
92	9,10	2850	18948	0	-2	0	-5
101	10,00	1827	12454	0	-2	0	0

### Palo n° 2

n°	Y [m]	N [kg]	Nr [kg]	T [kg]	Tr [kg]	M [kgm]	Mr [kgm]
1	0,00	4402	91784	-44	-1100	0	0
28	2,70	3445	70873	1	34	101	2526
45	4,40	2805	57072	29	731	67	1671
95	9,40	922	16481	0	-1	0	-1
101	10,00	696	12422	0	-1	0	0

### Palo n° 3

n°	Y [m]	N [kg]	Nr [kg]	T [kg]	Tr [kg]	M [kgm]	Mr [kgm]
1	0,00	-2036	-50620	-60	-1502	0	0
11	1,00	-1838	-45281	-60	-1502	60	1502
26	2,50	-1536	-37342	3	69	122	3047
43	4,20	-1188	-28851	35	883	80	1994
92	9,10	-184	-6795	0	-2	0	-6
101	10,00	0	-3376	0	-2	0	0

n°	Y [m]	N [kg]	Nr [kg]	T [kg]	Tr [kg]	M [kgm]	Mr [kgm]
1	0,00	-2036	-50620	-60	-1502	0	0
11	1,00	-1838	-45281	-60	-1502	60	1502
26	2,50	-1536	-37342	3	69	122	3047
43	4,20	-1188	-28851	35	883	80	1994
92	9,10	-184	-6795	0	-2	0	-6
101	10,00	0	-3376	0	-2	0	0

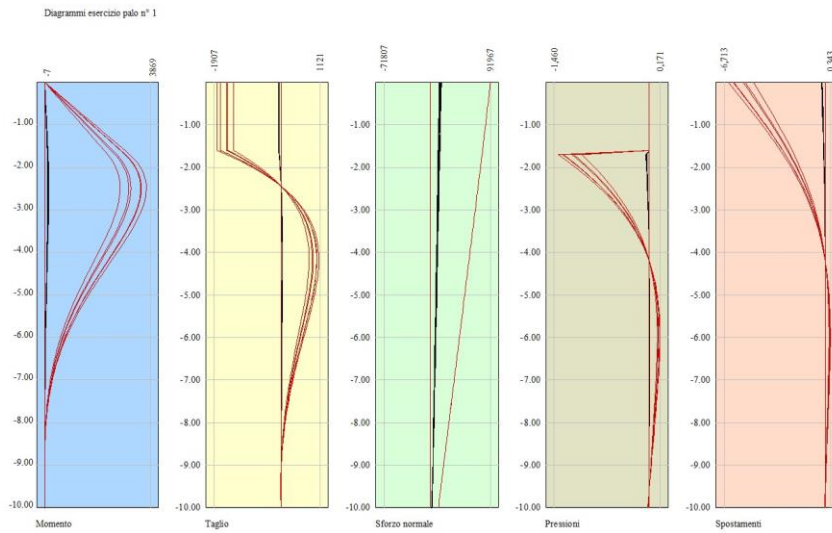


Fig. 39 - Sollecitazioni palo (Palo n° 1) (Involuppo)

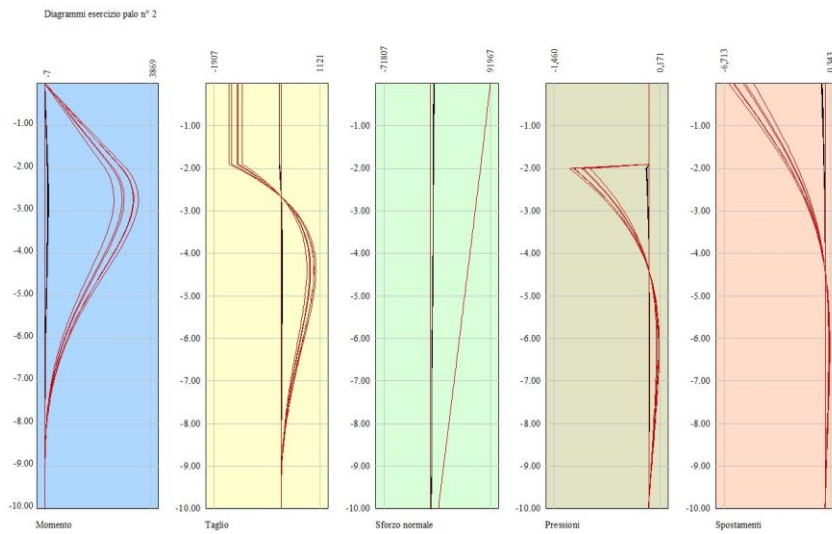


Fig. 40 - Sollecitazioni palo (Palo n° 2) (Involuppo)

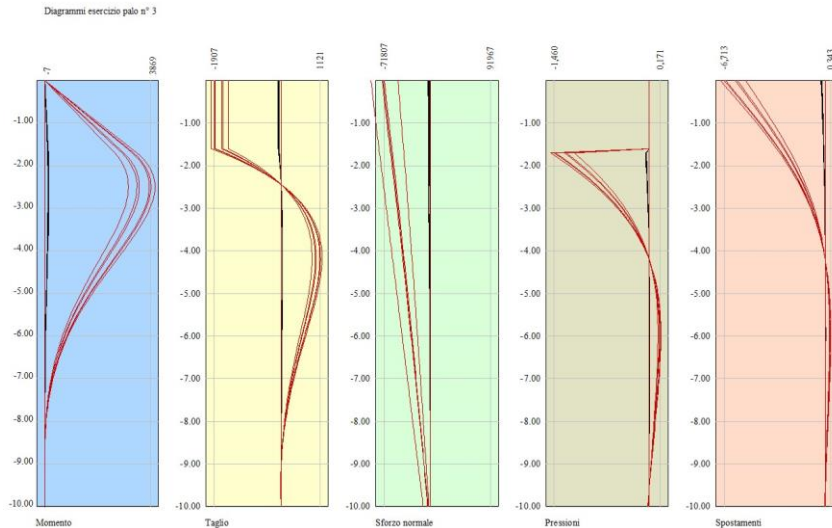


Fig. 41 - Sollecitazioni palo (Palo n° 3) (Involuppo)

## Verifiche strutturali

### Verifiche a flessione

#### Elementi calcolati a trave

##### Simbologia adottata

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

#### Elementi calcolati a piastra

##### Simbologia adottata

n°	indice sezione
Y	ordinata sezione espressa in [m]
B	larghezza sezione espresso in [cm]
H	altezza sezione espressa in [cm]
Afi, Afs	area ferri inferiori e superiori, espresso in [cmq]
Mp, Mn	momento positivo e negativo agente espressa in [kgm]
Mrd	momento resistente espresso in [kgm]
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	10	4,52	4,52	0	0	0	0	100000.000
2	100	10	4,52	4,52	4	25	1272	25	305.975
3	100	10	4,52	4,52	17	50	1272	50	73.603

## Fondazione

Is	Afi [cmq]	Afs [cmq]	Mp [kgm]	Mn [kgm]	Mrd [kgm]	FS
2-1-P	4,52	4,52	31	-92	-8226	89.175 (2)
2-2-P	4,52	4,52	107	-348	-8226	23.634 (2)
2-3-P	4,52	4,52	150	-544	-8226	15.110 (2)
2-4-P	4,52	4,52	220	-521	-8226	15.793 (2)
2-5-P	4,52	4,52	305	-445	-8226	18.478 (2)
2-6-P	4,52	4,52	369	-445	-8226	18.489 (2)
2-7-P	4,52	4,52	400	-461	-8226	17.848 (2)
2-8-P	4,52	4,52	298	-439	-8226	18.733 (3)
2-9-P	4,52	4,52	180	-404	-8226	16.290 (3)
2-10-P	4,52	4,52	88	-446	-8226	14.043 (3)
2-11-P	4,52	4,52	59	-419	-8226	14.961 (3)
2-12-P	4,52	4,52	160	-237	-8226	19.838 (2)

Is	Afi [cmq]	Afs [cmq]	Mp [kgm]	Mn [kgm]	Mrd [kgm]	FS
2-13-P	4,52	4,52	244	-117	8226	33.660 (2)
2-14-P	4,52	4,52	335	-43	8226	24.524 (2)
2-15-P	4,52	4,52	424	-6	8226	19.392 (1)
2-16-P	4,52	4,52	506	-6	8226	16.262 (2)
2-17-P	4,52	4,52	513	-3	8226	16.044 (2)
2-18-P	4,52	4,52	393	-93	8226	12.551 (3)
2-19-P	4,52	4,52	536	-3	8226	15.357 (2)
2-20-P	4,52	4,52	503	-4	8226	16.348 (2)
2-21-P	4,52	4,52	423	-9	8226	19.425 (2)
2-22-P	4,52	4,52	350	-58	8226	23.535 (2)
2-23-P	4,52	4,52	250	-113	-8226	29.173 (1)
2-24-P	4,52	4,52	144	-233	-8226	20.141 (3)
2-25-P	4,52	4,52	29	-424	-8226	17.542 (1)
2-26-P	4,52	4,52	144	-233	-8226	20.141 (3)
2-27-P	4,52	4,52	250	-113	-8226	29.173 (1)
2-28-P	4,52	4,52	350	-58	8226	23.535 (2)
2-29-P	4,52	4,52	423	-9	8226	19.425 (2)
2-30-P	4,52	4,52	503	-4	8226	16.348 (2)
2-31-P	4,52	4,52	536	-3	8226	15.357 (2)
2-32-P	4,52	4,52	393	-93	8226	12.551 (3)
2-33-P	4,52	4,52	513	-3	8226	16.044 (2)
2-34-P	4,52	4,52	506	-6	8226	16.262 (2)
2-35-P	4,52	4,52	424	-6	8226	19.392 (1)
2-36-P	4,52	4,52	335	-43	8226	24.524 (2)
2-37-P	4,52	4,52	244	-117	8226	33.660 (2)
2-38-P	4,52	4,52	160	-237	-8226	19.838 (2)
2-39-P	4,52	4,52	59	-419	-8226	14.961 (3)
2-40-P	4,52	4,52	88	-446	-8226	14.043 (3)
2-41-P	4,52	4,52	180	-404	-8226	16.290 (3)
2-42-P	4,52	4,52	298	-439	-8226	18.733 (3)
2-43-P	4,52	4,52	400	-461	-8226	17.848 (2)
2-44-P	4,52	4,52	369	-445	-8226	18.489 (2)
2-45-P	9,05	9,05	305	-445	-16240	36.478 (2)
2-46-P	4,52	4,52	220	-521	-8226	15.793 (2)
2-47-P	4,52	4,52	150	-544	-8226	15.110 (2)
2-48-P	4,52	4,52	107	-348	-8226	23.634 (2)
2-49-P	4,52	4,52	31	-92	-8226	89.175 (2)
3-1-P	4,52	4,52	72	-65	8226	100.000 (1)
3-2-P	4,52	4,52	424	-135	8226	19.423 (2)
3-3-P	4,52	4,52	914	-142	8226	9.002 (2)
3-4-P	4,52	4,52	1041	-231	8226	7.904 (2)
3-5-P	4,52	4,52	891	-373	8226	9.229 (2)
3-6-P	4,52	4,52	736	-528	8226	11.176 (2)
3-7-P	4,52	4,52	554	-747	-8226	11.015 (2)
3-8-P	4,52	4,52	342	-1127	-8226	7.299 (2)
3-9-P	4,52	4,52	142	-1800	-8226	4.570 (2)
3-10-P	4,52	4,52	22	-2974	-8226	2.766 (2)
3-11-P	4,52	4,52	1	-3200	-8226	2.570 (2)
3-12-P	4,52	4,52	47	-1713	-8226	4.801 (2)
3-13-P	4,52	4,52	221	-767	-8226	10.730 (2)
3-14-P	4,52	4,52	558	-220	8226	14.749 (1)
3-15-P	4,52	4,52	934	-31	8226	8.804 (1)
3-16-P	4,52	4,52	1341	0	8226	6.136 (2)
3-17-P	4,52	4,52	1784	0	8226	4.611 (2)
3-18-P	4,52	4,52	2069	0	8226	3.975 (2)
3-19-P	4,52	4,52	1638	0	8226	5.022 (2)
3-20-P	4,52	4,52	1225	-8	8226	6.715 (2)
3-21-P	4,52	4,52	870	-83	8226	9.461 (1)
3-22-P	4,52	4,52	507	-330	8226	16.220 (1)
3-23-P	4,52	4,52	203	-963	-8226	8.547 (2)
3-24-P	4,52	4,52	37	-2028	-8226	4.057 (2)
3-25-P	4,52	4,52	0	-3667	-8226	2.243 (2)
3-26-P	4,52	4,52	37	-2028	-8226	4.057 (2)
3-27-P	4,52	4,52	203	-963	-8226	8.547 (2)
3-28-P	4,52	4,52	507	-330	8226	16.220 (1)
3-29-P	4,52	4,52	870	-83	8226	9.461 (1)
3-30-P	4,52	4,52	1225	-8	8226	6.715 (2)
3-31-P	4,52	4,52	1638	0	8226	5.022 (2)
3-32-P	4,52	4,52	2069	0	8226	3.975 (2)
3-33-P	4,52	4,52	1784	0	8226	4.611 (2)
3-34-P	4,52	4,52	1341	0	8226	6.136 (2)
3-35-P	4,52	4,52	934	-31	8226	8.804 (1)
3-36-P	4,52	4,52	558	-220	8226	14.749 (1)
3-37-P	4,52	4,52	221	-767	-8226	10.730 (2)
3-38-P	4,52	4,52	47	-1713	-8226	4.801 (2)
3-39-P	4,52	4,52	1	-3200	-8226	2.570 (2)
3-40-P	4,52	4,52	22	-2974	-8226	2.766 (2)
3-41-P	4,52	4,52	142	-1800	-8226	4.570 (2)
3-42-P	4,52	4,52	342	-1127	-8226	7.299 (2)
3-43-P	4,52	4,52	554	-747	-8226	11.015 (2)
3-44-P	4,52	4,52	736	-528	8226	11.176 (2)
3-45-P	9,05	9,05	891	-373	16240	18.219 (2)
3-46-P	4,52	4,52	1041	-231	8226	7.904 (2)
3-47-P	4,52	4,52	914	-142	8226	9.002 (2)
3-48-P	4,52	4,52	424	-135	8226	19.423 (2)
3-49-P	4,52	4,52	72	-65	8226	100.000 (1)
4-2-S	6,16	6,16	0	-3430	-11167	3.256 (3)
4-3-S	6,16	6,16	8	-2136	-11167	5.229 (3)
4-4-S	6,16	6,16	127	-1303	-11167	8.568 (3)
4-5-S	6,16	6,16	300	-829	-11167	13.475 (3)
4-6-S	6,16	6,16	471	-538	-11167	20.750 (2)
4-7-S	6,16	6,16	503	-265	11167	22.216 (2)



Is	Afi [cmq]	Afs [cmq]	Mp [kgm]	Mn [kgm]	Mrd [kgm]	FS
4-8-S	6,16	6,16	186	-55	11167	60.175 (2)
5-2-S	6,16	6,16	444	-537	-11167	16.644 (2)
5-3-S	6,16	6,16	598	-417	11167	18.672 (1)
5-4-S	6,16	6,16	835	-441	11167	13.376 (1)
5-5-S	6,16	6,16	982	-521	11167	11.372 (1)
5-6-S	6,16	6,16	996	-629	11167	11.208 (1)
5-7-S	6,16	6,16	876	-751	11167	12.750 (2)
5-8-S	6,16	6,16	400	-383	11167	27.889 (2)
6-2-S	6,16	6,16	1598	0	11167	6.987 (2)
6-3-S	6,16	6,16	1511	-6	11167	7.393 (2)
6-4-S	6,16	6,16	1440	-30	11167	7.757 (1)
6-5-S	6,16	6,16	1287	-81	11167	8.678 (1)
6-6-S	6,16	6,16	920	-178	11167	12.137 (1)
6-7-S	6,16	6,16	224	-494	-11167	22.596 (2)
6-8-S	6,16	6,16	52	-362	-11167	30.857 (1)
7-2-S	6,16	6,16	614	-17	11167	18.183 (2)
7-3-S	6,16	6,16	813	0	11167	13.734 (2)
7-4-S	6,16	6,16	952	-9	11167	11.724 (1)
7-5-S	6,16	6,16	939	-43	11167	11.896 (1)
7-6-S	6,16	6,16	792	-108	11167	14.094 (1)
7-7-S	6,16	6,16	563	-220	11167	19.836 (2)
7-8-S	6,16	6,16	207	-139	11167	53.888 (2)
8-2-S	6,16	6,16	99	-314	-11167	35.565 (3)
8-3-S	6,16	6,16	505	0	11167	22.131 (2)
8-4-S	6,16	6,16	793	0	11167	14.084 (1)
8-5-S	6,16	6,16	832	0	11167	13.416 (1)
8-6-S	6,16	6,16	699	-11	11167	15.964 (1)
8-7-S	6,16	6,16	520	-57	11167	21.475 (2)
8-8-S	6,16	6,16	173	-35	11167	64.486 (2)
9-2-S	7,70	7,70	1608	0	13900	8.642 (2)
9-3-S	7,70	7,70	1579	0	13900	8.804 (2)
9-4-S	7,70	7,70	1500	-18	13900	9.264 (1)
9-5-S	7,70	7,70	1359	-85	13900	10.225 (1)
9-6-S	7,70	7,70	1046	-211	13900	13.285 (1)
9-7-S	7,70	7,70	523	-427	13900	21.531 (1)
9-8-S	7,70	7,70	189	-315	-13900	44.071 (2)
10-2-S	6,16	6,16	1608	0	11167	6.943 (2)
10-3-S	6,16	6,16	1579	0	11167	7.073 (2)
10-4-S	6,16	6,16	1500	-18	11167	7.442 (1)
10-5-S	6,16	6,16	1359	-85	11167	8.214 (1)
10-6-S	6,16	6,16	1046	-211	11167	10.673 (1)
10-7-S	6,16	6,16	523	-427	11167	17.297 (1)
10-8-S	6,16	6,16	189	-315	-11167	35.405 (2)
11-2-S	6,16	6,16	99	-314	-11167	35.565 (3)
11-3-S	6,16	6,16	505	0	11167	22.131 (2)
11-4-S	6,16	6,16	793	0	11167	14.084 (1)
11-5-S	6,16	6,16	832	0	11167	13.416 (1)
11-6-S	6,16	6,16	699	-11	11167	15.964 (1)
11-7-S	6,16	6,16	520	-57	11167	21.475 (2)
11-8-S	6,16	6,16	173	-35	11167	64.486 (2)
12-2-S	6,16	6,16	614	-17	11167	18.183 (2)
12-3-S	6,16	6,16	813	0	11167	13.734 (2)
12-4-S	6,16	6,16	952	-9	11167	11.724 (1)
12-5-S	6,16	6,16	939	-43	11167	11.896 (1)
12-6-S	6,16	6,16	792	-108	11167	14.094 (1)
12-7-S	6,16	6,16	563	-220	11167	19.836 (2)
12-8-S	6,16	6,16	207	-139	11167	53.888 (2)
13-2-S	6,16	6,16	1598	0	11167	6.987 (2)
13-3-S	6,16	6,16	1511	-6	11167	7.393 (2)
13-4-S	6,16	6,16	1440	-30	11167	7.757 (1)
13-5-S	6,16	6,16	1287	-81	11167	8.678 (1)
13-6-S	6,16	6,16	920	-178	11167	12.137 (1)
13-7-S	6,16	6,16	224	-494	-11167	22.596 (2)
13-8-S	6,16	6,16	52	-362	-11167	30.857 (1)
14-2-S	6,16	6,16	444	-537	-11167	16.644 (2)
14-3-S	6,16	6,16	598	-417	11167	18.672 (1)
14-4-S	6,16	6,16	835	-441	11167	13.376 (1)
14-5-S	6,16	6,16	982	-521	11167	11.372 (1)
14-6-S	6,16	6,16	996	-629	11167	11.208 (1)
14-7-S	6,16	6,16	876	-751	11167	12.750 (2)
14-8-S	6,16	6,16	400	-383	11167	27.889 (2)
15-2-S	6,16	6,16	0	-3430	-11167	3.256 (3)
15-3-S	6,16	6,16	8	-2136	-11167	5.229 (3)
15-4-S	6,16	6,16	127	-1303	-11167	8.568 (3)
15-5-S	6,16	6,16	300	-829	-11167	13.475 (3)
15-6-S	6,16	6,16	471	-538	-11167	20.750 (2)
15-7-S	6,16	6,16	503	-265	11167	22.216 (2)
15-8-S	6,16	6,16	186	-55	11167	60.175 (2)

## Micropali

Ip	Is	Ar [cmq]	M [kgm]	N [kg]	Mrd [kgm]	Nrd [kg]	FS
1	26	33,10	148	12466	5704	12466	38.474
2	28	33,10	137	3725	5712	3725	41.848
3	26	33,10	161	-3336	5668	-3336	35.266

## 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

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	10	0,00	--	0	0	5489	0	100.000
2	100	10	0,00	--	0	0	5491	85	64.758
3	100	10	0,00	--	0	0	5494	179	30.615

## Fondazione

Is	B [cm]	H [cm]	A <sub>sw</sub> [cmq]	cotg (θ)	V <sub>Rcd</sub> [kg]	V <sub>Rsd</sub> [kg]	V <sub>Rd</sub> [kg]	T [kg]	FS
2-1-P	85	50	0,00	2.000	0	0	15270	0	100.000 (1)
2-2-P	85	50	0,00	2.000	0	0	15270	0	100.000 (1)
2-3-P	85	50	0,00	2.000	0	0	15270	2847	5.364 (1)
2-4-P	85	50	0,00	2.000	0	0	15270	2847	5.364 (1)
2-5-P	85	50	0,00	2.000	0	0	15270	1321	11.563 (1)
2-6-P	85	50	0,00	2.000	0	0	15270	1321	11.563 (1)
2-7-P	85	50	0,00	2.000	0	0	15270	1321	11.563 (1)
2-8-P	85	50	0,00	2.000	0	0	15270	274	55.708 (1)
2-9-P	85	50	0,00	2.000	0	0	15270	274	55.708 (1)
2-10-P	85	50	0,00	2.000	0	0	15270	133	100.000 (1)
2-11-P	85	50	0,00	2.000	0	0	15270	133	100.000 (1)
2-12-P	85	50	0,00	2.000	0	0	15270	0	100.000 (1)
2-13-P	85	50	0,00	2.000	0	0	15270	0	100.000 (1)
2-14-P	85	50	0,00	2.000	0	0	15270	361	42.246 (1)
2-15-P	85	50	0,00	2.000	0	0	15270	361	42.246 (1)
2-16-P	85	50	0,00	2.000	0	0	15270	385	39.687 (1)
2-17-P	85	50	0,00	2.000	0	0	15270	385	39.687 (1)
2-18-P	85	50	0,00	2.000	0	0	15270	337	45.256 (1)
2-19-P	85	50	0,00	2.000	0	0	15270	711	21.485 (1)
2-20-P	85	50	0,00	2.000	0	0	15270	520	29.352 (1)
2-21-P	85	50	0,00	2.000	0	0	15270	509	29.998 (1)
2-22-P	85	50	0,00	2.000	0	0	15270	0	100.000 (1)
2-23-P	85	50	0,00	2.000	0	0	15270	266	57.405 (1)
2-24-P	85	50	0,00	2.000	0	0	15270	676	22.598 (1)
2-25-P	85	50	0,00	2.000	0	0	15270	266	57.405 (1)
2-26-P	85	50	0,00	2.000	0	0	15270	676	22.598 (1)
2-27-P	85	50	0,00	2.000	0	0	15270	430	35.478 (1)
2-28-P	85	50	0,00	2.000	0	0	15270	520	29.352 (1)
2-29-P	85	50	0,00	2.000	0	0	15270	520	29.352 (1)
2-30-P	85	50	0,00	2.000	0	0	15270	808	18.898 (1)
2-31-P	85	50	0,00	2.000	0	0	15270	145	100.000 (1)
2-32-P	85	50	0,00	2.000	0	0	15270	381	40.120 (1)
2-33-P	85	50	0,00	2.000	0	0	15270	1084	14.085 (1)
2-34-P	85	50	0,00	2.000	0	0	15270	385	39.687 (1)
2-35-P	85	50	0,00	2.000	0	0	15270	627	24.353 (1)
2-36-P	85	50	0,00	2.000	0	0	15270	361	42.246 (1)
2-37-P	85	50	0,00	2.000	0	0	15270	361	42.246 (1)
2-38-P	85	50	0,00	2.000	0	0	15270	133	100.000 (1)
2-39-P	85	50	0,00	2.000	0	0	15270	0	100.000 (1)
2-40-P	85	50	0,00	2.000	0	0	15270	807	18.930 (1)
2-41-P	85	50	0,00	2.000	0	0	15270	430	35.479 (1)
2-42-P	85	50	0,00	2.000	0	0	15270	1103	13.844 (1)
2-43-P	85	50	0,00	2.000	0	0	15270	0	100.000 (1)
2-44-P	85	50	0,00	2.000	0	0	15270	2122	7.198 (1)
2-45-P	85	50	0,00	2.000	0	0	15270	0	100.000 (1)
2-46-P	85	50	0,00	2.000	0	0	15270	248	61.502 (1)
2-47-P	85	50	0,00	2.000	0	0	15270	248	61.502 (1)
2-48-P	85	50	0,00	2.000	0	0	15270	245	62.346 (1)
2-49-P	85	50	0,00	2.000	0	0	15270	245	62.346 (1)
3-1-P	85	50	0,00	2.000	0	0	15270	0	100.000 (1)

Is	B [cm]	H [cm]	Asw [cm <sup>2</sup> ]	cotg (θ)	V <sub>Rcd</sub> [kg]	V <sub>Rsd</sub> [kg]	V <sub>Rd</sub> [kg]	T [kg]	FS
3-2-P	85	50	0,00	2.000	0	0	15270	0	100.000 (1)
3-3-P	85	50	0,00	2.000	0	0	15270	1747	8.739 (1)
3-4-P	85	50	0,00	2.000	0	0	15270	1747	8.739 (1)
3-5-P	85	50	0,00	2.000	0	0	15270	127	100.000 (1)
3-6-P	85	50	0,00	2.000	0	0	15270	127	100.000 (1)
3-7-P	85	50	0,00	2.000	0	0	15270	0	100.000 (1)
3-8-P	85	50	0,00	2.000	0	0	15270	0	100.000 (1)
3-9-P	85	50	0,00	2.000	0	0	15270	0	100.000 (1)
3-10-P	85	50	0,00	2.000	0	0	15270	0	100.000 (1)
3-11-P	85	50	0,00	2.000	0	0	15270	0	100.000 (1)
3-12-P	85	50	0,00	2.000	0	0	15270	0	100.000 (1)
3-13-P	85	50	0,00	2.000	0	0	15270	0	100.000 (1)
3-14-P	85	50	0,00	2.000	0	0	15270	0	100.000 (1)
3-15-P	85	50	0,00	2.000	0	0	15270	0	100.000 (1)
3-16-P	85	50	0,00	2.000	0	0	15270	2406	6.347 (1)
3-17-P	85	50	0,00	2.000	0	0	15270	2406	6.347 (1)
3-18-P	85	50	0,00	2.000	0	0	15270	2406	6.347 (1)
3-19-P	85	50	0,00	2.000	0	0	15270	2160	7.070 (1)
3-20-P	85	50	0,00	2.000	0	0	15270	2160	7.070 (1)
3-21-P	85	50	0,00	2.000	0	0	15270	3060	4.990 (1)
3-22-P	85	50	0,00	2.000	0	0	15270	3060	4.990 (1)
3-23-P	85	50	0,00	2.000	0	0	15270	3060	4.990 (1)
3-24-P	85	50	0,00	2.000	0	0	15270	0	100.000 (1)
3-25-P	85	50	0,00	2.000	0	0	15270	0	100.000 (1)
3-26-P	85	50	0,00	2.000	0	0	15270	0	100.000 (1)
3-27-P	85	50	0,00	2.000	0	0	15270	0	100.000 (1)
3-28-P	85	50	0,00	2.000	0	0	15270	0	100.000 (1)
3-29-P	85	50	0,00	2.000	0	0	15270	0	100.000 (1)
3-30-P	85	50	0,00	2.000	0	0	15270	0	100.000 (1)
3-31-P	85	50	0,00	2.000	0	0	15270	0	100.000 (1)
3-32-P	85	50	0,00	2.000	0	0	15270	0	100.000 (1)
3-33-P	85	50	0,00	2.000	0	0	15270	0	100.000 (1)
3-34-P	85	50	0,00	2.000	0	0	15270	2406	6.347 (1)
3-35-P	85	50	0,00	2.000	0	0	15270	2406	6.347 (1)
3-36-P	85	50	0,00	2.000	0	0	15270	0	100.000 (1)
3-37-P	85	50	0,00	2.000	0	0	15270	7018	2.176 (1)
3-38-P	85	50	0,00	2.000	0	0	15270	5852	2.610 (1)
3-39-P	85	50	0,00	2.000	0	0	15270	5852	2.610 (1)
3-40-P	85	50	0,00	2.000	0	0	15270	3358	4.548 (1)
3-41-P	85	50	0,00	2.000	0	0	15270	0	100.000 (1)
3-42-P	85	50	0,00	2.000	0	0	15270	4178	3.655 (1)
3-43-P	85	50	0,00	2.000	0	0	15270	127	100.000 (1)
3-44-P	85	50	0,00	2.000	0	0	15270	127	100.000 (1)
3-45-P	85	50	0,00	2.000	0	0	15270	959	15.931 (1)
3-46-P	85	50	0,00	2.000	0	0	15270	959	15.931 (1)
3-47-P	85	50	0,00	2.000	0	0	15270	294	51.923 (1)
3-48-P	85	50	0,00	2.000	0	0	15270	294	51.923 (1)
3-49-P	85	50	0,00	2.000	0	0	15270	294	51.923 (1)
4-2-S	100	50	0,00	2.000	0	0	17965	5547	3.238 (1)
4-3-S	100	50	0,00	2.000	0	0	17965	5547	3.238 (1)
4-4-S	100	50	0,00	2.000	0	0	17965	5547	3.238 (1)
4-5-S	100	50	0,00	2.000	0	0	17965	3452	5.205 (1)
4-6-S	100	50	0,00	2.000	0	0	17965	3452	5.205 (1)
4-7-S	100	50	0,00	2.000	0	0	17965	849	21.171 (1)
4-8-S	100	50	0,00	2.000	0	0	17965	849	21.171 (1)
5-2-S	100	50	0,00	2.000	0	0	17965	1833	9.802 (1)
5-3-S	100	50	0,00	2.000	0	0	17965	1833	9.802 (1)
5-4-S	100	50	0,00	2.000	0	0	17965	1833	9.802 (1)
5-5-S	100	50	0,00	2.000	0	0	17965	1071	16.768 (1)
5-6-S	100	50	0,00	2.000	0	0	17965	1071	16.768 (1)
5-7-S	100	50	0,00	2.000	0	0	17965	1071	16.768 (1)
5-8-S	100	50	0,00	2.000	0	0	17965	1168	15.382 (1)
6-2-S	100	50	0,00	2.000	0	0	17965	8296	2.165 (1)
6-3-S	100	50	0,00	2.000	0	0	17965	8296	2.165 (1)
6-4-S	100	50	0,00	2.000	0	0	17965	8296	2.165 (1)
6-5-S	100	50	0,00	2.000	0	0	17965	3416	5.259 (1)
6-6-S	100	50	0,00	2.000	0	0	17965	3416	5.259 (1)
6-7-S	100	50	0,00	2.000	0	0	17965	6702	2.681 (1)
6-8-S	100	50	0,00	2.000	0	0	17965	6702	2.681 (1)
7-2-S	100	50	0,00	2.000	0	0	17965	1794	10.011 (1)
7-3-S	100	50	0,00	2.000	0	0	17965	1794	10.011 (1)
7-4-S	100	50	0,00	2.000	0	0	17965	1794	10.011 (1)
7-5-S	100	50	0,00	2.000	0	0	17965	744	24.135 (1)
7-6-S	100	50	0,00	2.000	0	0	17965	744	24.135 (1)
7-7-S	100	50	0,00	2.000	0	0	17965	744	24.135 (1)
7-8-S	100	50	0,00	2.000	0	0	17965	405	44.401 (1)
8-2-S	100	50	0,00	2.000	0	0	17965	2724	6.594 (1)
8-3-S	100	50	0,00	2.000	0	0	17965	2724	6.594 (1)
8-4-S	100	50	0,00	2.000	0	0	17965	2724	6.594 (1)
8-5-S	100	50	0,00	2.000	0	0	17965	1098	16.365 (1)
8-6-S	100	50	0,00	2.000	0	0	17965	1121	16.031 (1)
8-7-S	100	50	0,00	2.000	0	0	17965	1121	16.031 (1)
8-8-S	100	50	0,00	2.000	0	0	17965	1121	16.031 (1)
9-2-S	100	50	0,00	2.000	0	0	17965	0	100.000 (1)
9-3-S	100	50	0,00	2.000	0	0	17965	0	100.000 (1)
9-4-S	100	50	0,00	2.000	0	0	17965	0	100.000 (1)
9-5-S	100	50	0,00	2.000	0	0	17965	6597	2.723 (1)
9-6-S	100	50	0,00	2.000	0	0	17965	6597	2.723 (1)
9-7-S	100	50	0,00	2.000	0	0	17965	6597	2.723 (1)
9-8-S	100	50	0,00	2.000	0	0	17965	6597	2.723 (1)
10-2-S	100	50	0,00	2.000	0	0	17965	0	100.000 (1)
10-3-S	100	50	0,00	2.000	0	0	17965	0	100.000 (1)

Is	B [cm]	H [cm]	A <sub>sw</sub> [cmq]	cotg (θ)	V <sub>Rcd</sub> [kg]	V <sub>Rsd</sub> [kg]	V <sub>Rd</sub> [kg]	T [kg]	FS
10-4-S	100	50	0,00	2.000	0	0	17965	0	100.000 (1)
10-5-S	100	50	0,00	2.000	0	0	17965	6597	2.723 (1)
10-6-S	100	50	0,00	2.000	0	0	17965	6597	2.723 (1)
10-7-S	100	50	0,00	2.000	0	0	17965	6597	2.723 (1)
10-8-S	100	50	0,00	2.000	0	0	17965	6597	2.723 (1)
11-2-S	100	50	0,00	2.000	0	0	17965	2724	6.594 (1)
11-3-S	100	50	0,00	2.000	0	0	17965	2724	6.594 (1)
11-4-S	100	50	0,00	2.000	0	0	17965	2724	6.594 (1)
11-5-S	100	50	0,00	2.000	0	0	17965	1098	16.365 (1)
11-6-S	100	50	0,00	2.000	0	0	17965	1121	16.031 (1)
11-7-S	100	50	0,00	2.000	0	0	17965	1121	16.031 (1)
11-8-S	100	50	0,00	2.000	0	0	17965	1121	16.031 (1)
12-2-S	100	50	0,00	2.000	0	0	17965	1794	10.011 (1)
12-3-S	100	50	0,00	2.000	0	0	17965	1794	10.011 (1)
12-4-S	100	50	0,00	2.000	0	0	17965	1794	10.011 (1)
12-5-S	100	50	0,00	2.000	0	0	17965	744	24.135 (1)
12-6-S	100	50	0,00	2.000	0	0	17965	744	24.135 (1)
12-7-S	100	50	0,00	2.000	0	0	17965	744	24.135 (1)
12-8-S	100	50	0,00	2.000	0	0	17965	405	44.401 (1)
13-2-S	100	50	0,00	2.000	0	0	17965	8296	2.165 (1)
13-3-S	100	50	0,00	2.000	0	0	17965	8296	2.165 (1)
13-4-S	100	50	0,00	2.000	0	0	17965	8296	2.165 (1)
13-5-S	100	50	0,00	2.000	0	0	17965	3416	5.259 (1)
13-6-S	100	50	0,00	2.000	0	0	17965	3416	5.259 (1)
13-7-S	100	50	0,00	2.000	0	0	17965	6702	2.681 (1)
13-8-S	100	50	0,00	2.000	0	0	17965	6702	2.681 (1)
14-2-S	100	50	0,00	2.000	0	0	17965	1833	9.802 (1)
14-3-S	100	50	0,00	2.000	0	0	17965	1833	9.802 (1)
14-4-S	100	50	0,00	2.000	0	0	17965	1833	9.802 (1)
14-5-S	100	50	0,00	2.000	0	0	17965	1071	16.768 (1)
14-6-S	100	50	0,00	2.000	0	0	17965	1071	16.768 (1)
14-7-S	100	50	0,00	2.000	0	0	17965	1071	16.768 (1)
14-8-S	100	50	0,00	2.000	0	0	17965	1168	15.382 (1)
15-2-S	100	50	0,00	2.000	0	0	17965	5547	3.238 (1)
15-3-S	100	50	0,00	2.000	0	0	17965	5547	3.238 (1)
15-4-S	100	50	0,00	2.000	0	0	17965	5547	3.238 (1)
15-5-S	100	50	0,00	2.000	0	0	17965	3452	5.205 (1)
15-6-S	100	50	0,00	2.000	0	0	17965	3452	5.205 (1)
15-7-S	100	50	0,00	2.000	0	0	17965	849	21.171 (1)
15-8-S	100	50	0,00	2.000	0	0	17965	849	21.171 (1)

## Micropali

La verifica a taglio sui micropali viene eseguita considerando il solo contributo resistente del tubolare. L'area della sezione effettiva di verifica ( $A_{eff}$ ) viene determinata come area lorda (A) della sezione tubolare moltiplicata per  $2 / \pi$ .

Ip	Is	A <sub>sw</sub> [cmq]	V <sub>Rd</sub> [kg]	T [kg]	FS
1	9	21,07	53167	73	727.496
2	3	21,07	53167	59	894.896
3	2	21,07	53167	79	670.983

## Verifica a punzonamento

### Simbologia adottata

OP	Oggetto che viene punzonato
P	Oggetto che punzona
c <sub>1</sub> , c <sub>2</sub>	Dimensioni pilastro nelle due direzioni, espressa in [mm]
d	Altezza utile della fondazione, espressa in [mm]
u <sub>0</sub>	Lunghezza perimetro di verifica a faccia pilastro, espresso in [mm]
u <sub>1</sub>	Lunghezza perimetro di verifica per effetto della diffusione, espresso in [mm]
ρ <sub>v</sub> , ρ <sub>z</sub>	Percentuali di armatura piastra in zona tesa
dpc, duc	distanza della prima e dell'ultima cucitura dalla faccia del pilastro
V <sub>Ed,i</sub>	Tensione di taglio sul perimetro del pilastro, espressa in [kg/cm <sup>2</sup> ]
V <sub>Rd,max</sub>	Valore di progetto del massimo taglio-punzonamento resistente, espressa in [kg/cm <sup>2</sup> ]
V <sub>Ed,f</sub>	Tensione di taglio sul perimetro di verifica u <sub>1</sub> , espresso in [kg/cm <sup>2</sup> ]
V <sub>Rd,cf</sub>	Valore di progetto del taglio-punzonamento resistente senza armature sul perimetro di verifica u <sub>1</sub> , espresso in [kg/cm <sup>2</sup> ]
V <sub>Rd,cs</sub>	Valore di progetto del taglio-punzonamento resistente con armature, espresso in [kg/cm <sup>2</sup> ]
nsc	Numero di serie di cuciture
nc	Numero di cuciture
FS	Fattore di sicurezza (minore tra i rapporti V <sub>Rd,max</sub> /V <sub>Ed,i</sub> , V <sub>Rd,cf</sub> /V <sub>Ed,f</sub> e V <sub>Rd,cs</sub> /V <sub>Ed,f</sub> )

## Verifica delle tensioni

### Simbologia adottata

n°	indice sezione
Y	ordinata sezione, espressa in [m]
B	larghezza sezione, espresso in [cm]
H	altezza sezione, espressa in [cm]
A <sub>fi</sub>	area ferri inferiori, espresso in [cm <sup>2</sup> ]
A <sub>fs</sub>	area ferri superiori, espressa in [cm <sup>2</sup> ]
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/cm <sup>2</sup> ]
σ <sub>fi</sub>	tensione nei ferri inferiori, espressa in [kg/cm <sup>2</sup> ]

σfs 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 3670,92 [kg/cmq]

n°	B [cm]	H [cm]	Afi [cmq]	Afs [cmq]	M [kgm]	N [kg]	σc [kg/cmq]	σfi [kg/cmq]	σfs [kg/cmq]
1	100	10	4,52	4,52	0	0	0,00 (7)	0,00 (7)	0,00 (7)
2	100	10	4,52	4,52	3	25	0,42 (7)	7,17 (7)	1,27 (7)
3	100	10	4,52	4,52	12	50	1,84 (7)	36,49 (7)	8,46 (7)

### Piastra fondazione

Tensione massima di compressione nel calcestruzzo 152,34 [kg/cmq]  
 Tensione massima di trazione dell'acciaio 3670,92 [kg/cmq]

Is	B [cm]	H [cm]	Afi [cmq]	Afs [cmq]	Mp [kgm]	Mn [kgm]	σc [kg/cmq]	σfi [kg/cmq]	σfs [kg/cmq]
2-1-P	85	50	4,52	4,52	28	-71	0,44 (7)	17,04 (7)	35,26 (7)
2-2-P	85	50	4,52	4,52	87	-259	1,62 (7)	82,41 (7)	128,64 (7)
2-3-P	85	50	4,52	4,52	117	-414	2,60 (7)	122,25 (7)	205,74 (7)
2-4-P	85	50	4,52	4,52	174	-385	2,42 (7)	144,44 (7)	191,41 (7)
2-5-P	85	50	4,52	4,52	250	-313	1,96 (7)	155,40 (7)	155,68 (7)
2-6-P	85	50	4,52	4,52	301	-306	1,92 (7)	149,92 (7)	151,96 (7)
2-7-P	85	50	4,52	4,52	318	-309	2,00 (7)	158,26 (7)	153,58 (7)
2-8-P	85	50	4,52	4,52	249	-275	1,73 (7)	123,70 (7)	136,90 (7)
2-9-P	85	50	4,52	4,52	158	-263	2,07 (7)	78,65 (7)	163,76 (7)
2-10-P	85	50	4,52	4,52	83	-321	2,64 (7)	41,33 (7)	209,21 (7)
2-11-P	85	50	4,52	4,52	59	-308	2,54 (7)	29,48 (7)	200,91 (7)
2-12-P	85	50	4,52	4,52	132	-162	1,94 (7)	65,70 (7)	154,05 (7)
2-13-P	85	50	4,52	4,52	204	-70	1,28 (7)	101,64 (7)	86,55 (7)
2-14-P	85	50	4,52	4,52	276	-13	1,73 (7)	137,28 (7)	32,42 (7)
2-15-P	85	50	4,52	4,52	355	0	2,23 (7)	176,74 (7)	20,03 (7)
2-16-P	85	50	4,52	4,52	411	-3	2,58 (7)	204,46 (7)	23,18 (7)
2-17-P	85	50	4,52	4,52	400	-2	2,51 (7)	198,73 (7)	22,53 (7)
2-18-P	85	50	4,52	4,52	335	-81	2,63 (7)	208,12 (7)	100,98 (7)
2-19-P	85	50	4,52	4,52	423	-1	2,66 (7)	210,58 (7)	23,87 (7)
2-20-P	85	50	4,52	4,52	412	-3	2,58 (7)	204,65 (7)	23,20 (7)
2-21-P	85	50	4,52	4,52	350	0	2,20 (7)	174,25 (7)	19,75 (7)
2-22-P	85	50	4,52	4,52	281	-25	1,76 (7)	139,81 (7)	30,68 (7)
2-23-P	85	50	4,52	4,52	213	-83	1,34 (7)	105,99 (7)	96,43 (7)
2-24-P	85	50	4,52	4,52	139	-163	1,95 (7)	68,94 (7)	154,68 (7)
2-25-P	85	50	4,52	4,52	24	-334	2,32 (7)	20,83 (7)	183,75 (7)
2-26-P	85	50	4,52	4,52	139	-163	1,95 (7)	68,94 (7)	154,68 (7)
2-27-P	85	50	4,52	4,52	213	-83	1,34 (7)	105,99 (7)	96,43 (7)
2-28-P	85	50	4,52	4,52	281	-25	1,76 (7)	139,81 (7)	30,68 (7)
2-29-P	85	50	4,52	4,52	350	0	2,20 (7)	174,25 (7)	19,75 (7)
2-30-P	85	50	4,52	4,52	412	-3	2,58 (7)	204,65 (7)	23,20 (7)
2-31-P	85	50	4,52	4,52	423	-1	2,66 (7)	210,58 (7)	23,87 (7)
2-32-P	85	50	4,52	4,52	335	-81	2,63 (7)	208,12 (7)	100,98 (7)
2-33-P	85	50	4,52	4,52	400	-2	2,51 (7)	198,73 (7)	22,53 (7)
2-34-P	85	50	4,52	4,52	411	-3	2,58 (7)	204,46 (7)	23,18 (7)
2-35-P	85	50	4,52	4,52	355	0	2,23 (7)	176,74 (7)	20,03 (7)
2-36-P	85	50	4,52	4,52	276	-13	1,73 (7)	137,28 (7)	32,42 (7)
2-37-P	85	50	4,52	4,52	204	-70	1,28 (7)	101,64 (7)	86,55 (7)
2-38-P	85	50	4,52	4,52	132	-162	1,94 (7)	65,70 (7)	154,05 (7)
2-39-P	85	50	4,52	4,52	59	-308	2,54 (7)	29,48 (7)	200,91 (7)
2-40-P	85	50	4,52	4,52	83	-321	2,64 (7)	41,33 (7)	209,21 (7)
2-41-P	85	50	4,52	4,52	158	-263	2,07 (7)	78,65 (7)	163,76 (7)
2-42-P	85	50	4,52	4,52	249	-275	1,73 (7)	123,70 (7)	136,90 (7)
2-43-P	85	50	4,52	4,52	318	-309	2,00 (7)	158,26 (7)	153,58 (7)
2-44-P	85	50	4,52	4,52	301	-306	1,92 (7)	149,92 (7)	151,96 (7)
2-45-P	85	50	9,05	9,05	250	-313	1,40 (7)	78,90 (7)	79,04 (7)
2-46-P	85	50	4,52	4,52	174	-385	2,42 (7)	144,44 (7)	191,41 (7)
2-47-P	85	50	4,52	4,52	117	-414	2,60 (7)	122,25 (7)	205,74 (7)
2-48-P	85	50	4,52	4,52	87	-259	1,62 (7)	82,41 (7)	128,64 (7)
2-49-P	85	50	4,52	4,52	28	-71	0,44 (7)	17,04 (7)	35,26 (7)
3-1-P	85	50	4,52	4,52	58	-52	0,36 (7)	28,61 (7)	26,05 (7)
3-2-P	85	50	4,52	4,52	297	-106	1,86 (7)	147,52 (7)	52,94 (7)
3-3-P	85	50	4,52	4,52	597	-114	3,75 (7)	296,82 (7)	56,87 (7)
3-4-P	85	50	4,52	4,52	711	-164	4,46 (7)	353,74 (7)	81,79 (7)
3-5-P	85	50	4,52	4,52	670	-244	4,20 (7)	333,23 (7)	121,18 (7)
3-6-P	85	50	4,52	4,52	588	-340	3,69 (7)	292,17 (7)	169,25 (7)
3-7-P	85	50	4,52	4,52	457	-494	3,10 (7)	227,31 (7)	245,75 (7)
3-8-P	85	50	4,52	4,52	285	-787	4,94 (7)	141,68 (7)	391,59 (7)
3-9-P	85	50	4,52	4,52	119	-1334	8,37 (7)	75,18 (7)	663,25 (7)
3-10-P	85	50	4,52	4,52	18	-2307	14,48 (7)	130,07 (7)	1147,43 (7)
3-11-P	85	50	4,52	4,52	1	-2502	15,70 (7)	141,05 (7)	1244,33 (7)
3-12-P	85	50	4,52	4,52	44	-1287	8,08 (7)	72,55 (7)	640,03 (7)



Is	B [cm]	H [cm]	Afi [cmq]	Afs [cmq]	Mp [kgm]	Mn [kgm]	σc [kg/cmq]	σfi [kg/cmq]	σfs [kg/cmq]
11-8-S	100	50	6,16	6,16	112	-19	0,56 (7)	41,20 (7)	20,39 (7)
12-2-S	100	50	6,16	6,16	475	-10	2,36 (7)	174,24 (7)	22,03 (7)
12-3-S	100	50	6,16	6,16	707	0	3,51 (7)	259,20 (7)	32,78 (7)
12-4-S	100	50	6,16	6,16	820	-4	4,07 (7)	300,63 (7)	38,01 (7)
12-5-S	100	50	6,16	6,16	792	-29	3,93 (7)	290,34 (7)	36,71 (7)
12-6-S	100	50	6,16	6,16	654	-78	3,25 (7)	239,74 (7)	47,55 (7)
12-7-S	100	50	6,16	6,16	453	-141	2,25 (7)	165,97 (7)	83,50 (7)
12-8-S	100	50	6,16	6,16	154	-96	0,77 (7)	56,57 (7)	49,41 (7)
13-2-S	100	50	6,16	6,16	1220	0	6,06 (7)	447,11 (7)	56,54 (7)
13-3-S	100	50	6,16	6,16	1252	-3	6,22 (7)	458,81 (7)	58,02 (7)
13-4-S	100	50	6,16	6,16	1211	-21	6,02 (7)	443,97 (7)	56,14 (7)
13-5-S	100	50	6,16	6,16	1074	-61	5,33 (7)	393,68 (7)	49,78 (7)
13-6-S	100	50	6,16	6,16	764	-139	3,79 (7)	280,03 (7)	51,11 (7)
13-7-S	100	50	6,16	6,16	201	-380	1,89 (7)	128,99 (7)	139,29 (7)
13-8-S	100	50	6,16	6,16	42	-291	1,44 (7)	46,72 (7)	106,48 (7)
14-2-S	100	50	6,16	6,16	368	-358	2,29 (7)	168,70 (7)	164,03 (7)
14-3-S	100	50	6,16	6,16	526	-291	2,61 (7)	192,72 (7)	106,81 (7)
14-4-S	100	50	6,16	6,16	707	-319	3,51 (7)	259,06 (7)	117,03 (7)
14-5-S	100	50	6,16	6,16	812	-389	4,03 (7)	297,46 (7)	142,59 (7)
14-6-S	100	50	6,16	6,16	809	-481	4,02 (7)	296,48 (7)	176,34 (7)
14-7-S	100	50	6,16	6,16	686	-529	3,41 (7)	251,42 (7)	193,87 (7)
14-8-S	100	50	6,16	6,16	304	-281	1,51 (7)	111,33 (7)	102,93 (7)
15-2-S	100	50	6,16	6,16	0	-2438	12,11 (7)	112,99 (7)	893,55 (7)
15-3-S	100	50	6,16	6,16	15	-1390	6,90 (7)	64,40 (7)	509,33 (7)
15-4-S	100	50	6,16	6,16	148	-777	3,86 (7)	54,10 (7)	284,75 (7)
15-5-S	100	50	6,16	6,16	308	-470	2,33 (7)	113,04 (7)	172,17 (7)
15-6-S	100	50	6,16	6,16	406	-317	2,02 (7)	148,72 (7)	116,05 (7)
15-7-S	100	50	6,16	6,16	391	-188	1,94 (7)	143,19 (7)	68,96 (7)
15-8-S	100	50	6,16	6,16	132	-50	0,66 (7)	48,35 (7)	22,74 (7)

## Combinazioni SLEF

### Paramento

Tensione massima di compressione nel calcestruzzo 253,91 [kg/cmq]  
Tensione massima di trazione dell'acciaio 4588,65 [kg/cmq]

n°	B [cm]	H [cm]	Afi [cmq]	Afs [cmq]	M [kgm]	N [kg]	σc [kg/cmq]	σfi [kg/cmq]	σfs [kg/cmq]
1	100	10	4,52	4,52	0	0	0,00 (8)	0,00 (8)	0,00 (8)
2	100	10	4,52	4,52	3	25	0,42 (8)	7,17 (8)	1,27 (8)
3	100	10	4,52	4,52	12	50	1,84 (8)	36,49 (8)	8,46 (8)

### Piastra fondazione

Tensione massima di compressione nel calcestruzzo 152,34 [kg/cmq]  
Tensione massima di trazione dell'acciaio 3670,92 [kg/cmq]

Is	B [cm]	H [cm]	Afi [cmq]	Afs [cmq]	Mp [kgm]	Mn [kgm]	σc [kg/cmq]	σfi [kg/cmq]	σfs [kg/cmq]
2-1-P	85	50	4,52	4,52	28	-71	0,44 (7)	17,04 (7)	35,26 (7)
2-2-P	85	50	4,52	4,52	87	-259	1,62 (7)	82,41 (7)	128,64 (7)
2-3-P	85	50	4,52	4,52	117	-414	2,60 (7)	122,25 (7)	205,74 (7)
2-4-P	85	50	4,52	4,52	174	-385	2,42 (7)	144,44 (7)	191,41 (7)
2-5-P	85	50	4,52	4,52	250	-313	1,96 (7)	155,40 (7)	155,68 (7)
2-6-P	85	50	4,52	4,52	301	-306	1,92 (7)	149,92 (7)	151,96 (7)
2-7-P	85	50	4,52	4,52	318	-309	2,00 (7)	158,26 (7)	153,58 (7)
2-8-P	85	50	4,52	4,52	249	-275	1,73 (7)	123,70 (7)	136,90 (7)
2-9-P	85	50	4,52	4,52	158	-263	2,07 (7)	78,65 (7)	163,76 (7)
2-10-P	85	50	4,52	4,52	83	-321	2,64 (7)	41,33 (7)	209,21 (7)
2-11-P	85	50	4,52	4,52	59	-308	2,54 (7)	29,48 (7)	200,91 (7)
2-12-P	85	50	4,52	4,52	132	-162	1,94 (7)	65,70 (7)	154,05 (7)
2-13-P	85	50	4,52	4,52	204	-70	1,28 (7)	101,64 (7)	86,55 (7)
2-14-P	85	50	4,52	4,52	276	-13	1,73 (7)	137,28 (7)	32,42 (7)
2-15-P	85	50	4,52	4,52	355	0	2,23 (7)	176,74 (7)	20,03 (7)
2-16-P	85	50	4,52	4,52	411	-3	2,58 (7)	204,46 (7)	23,18 (7)
2-17-P	85	50	4,52	4,52	400	-2	2,51 (7)	198,73 (7)	22,53 (7)
2-18-P	85	50	4,52	4,52	335	-81	2,63 (7)	208,12 (7)	100,98 (7)
2-19-P	85	50	4,52	4,52	423	-1	2,66 (7)	210,58 (7)	23,87 (7)
2-20-P	85	50	4,52	4,52	412	-3	2,58 (7)	204,65 (7)	23,20 (7)
2-21-P	85	50	4,52	4,52	350	0	2,20 (7)	174,25 (7)	19,75 (7)
2-22-P	85	50	4,52	4,52	281	-25	1,76 (7)	139,81 (7)	30,68 (7)
2-23-P	85	50	4,52	4,52	213	-83	1,34 (7)	105,99 (7)	96,43 (7)
2-24-P	85	50	4,52	4,52	139	-163	1,95 (7)	68,94 (7)	154,68 (7)
2-25-P	85	50	4,52	4,52	24	-334	2,32 (7)	20,83 (7)	183,75 (7)
2-26-P	85	50	4,52	4,52	139	-163	1,95 (7)	68,94 (7)	154,68 (7)
2-27-P	85	50	4,52	4,52	213	-83	1,34 (7)	105,99 (7)	96,43 (7)
2-28-P	85	50	4,52	4,52	281	-25	1,76 (7)	139,81 (7)	30,68 (7)
2-29-P	85	50	4,52	4,52	350	0	2,20 (7)	174,25 (7)	19,75 (7)
2-30-P	85	50	4,52	4,52	412	-3	2,58 (7)	204,65 (7)	23,20 (7)
2-31-P	85	50	4,52	4,52	423	-1	2,66 (7)	210,58 (7)	23,87 (7)





Is	B [cm]	H [cm]	Afi [cmq]	Afs [cmq]	Mp [kgm]	Mn [kgm]	σc [kg/cmq]	σfi [kg/cmq]	σfs [kg/cmq]
7-6-S	100	50	6,16	6,16	654	-78	3,25 (7)	239,74 (7)	47,55 (7)
7-7-S	100	50	6,16	6,16	453	-141	2,25 (7)	165,97 (7)	83,50 (7)
7-8-S	100	50	6,16	6,16	154	-96	0,77 (7)	56,57 (7)	49,41 (7)
8-2-S	100	50	6,16	6,16	140	-128	1,06 (7)	51,25 (7)	78,19 (7)
8-3-S	100	50	6,16	6,16	466	0	2,32 (7)	170,98 (7)	21,62 (7)
8-4-S	100	50	6,16	6,16	696	0	3,46 (7)	255,27 (7)	32,28 (7)
8-5-S	100	50	6,16	6,16	713	0	3,54 (7)	261,42 (7)	33,06 (7)
8-6-S	100	50	6,16	6,16	586	-6	2,91 (7)	214,92 (7)	27,18 (7)
8-7-S	100	50	6,16	6,16	403	-25	2,00 (7)	147,60 (7)	38,84 (7)
8-8-S	100	50	6,16	6,16	112	-19	0,56 (7)	41,20 (7)	20,39 (7)
9-2-S	100	50	7,70	7,70	1209	0	5,38 (7)	356,33 (7)	52,83 (7)
9-3-S	100	50	7,70	7,70	1278	0	5,69 (7)	376,74 (7)	55,86 (7)
9-4-S	100	50	7,70	7,70	1254	-11	5,58 (7)	369,37 (7)	54,76 (7)
9-5-S	100	50	7,70	7,70	1123	-61	5,00 (7)	331,00 (7)	49,07 (7)
9-6-S	100	50	7,70	7,70	857	-161	3,81 (7)	252,55 (7)	47,42 (7)
9-7-S	100	50	7,70	7,70	423	-335	2,32 (7)	153,86 (7)	98,83 (7)
9-8-S	100	50	7,70	7,70	149	-247	1,10 (7)	65,87 (7)	72,81 (7)
10-2-S	100	50	6,16	6,16	1209	0	6,01 (7)	443,22 (7)	56,05 (7)
10-3-S	100	50	6,16	6,16	1278	0	6,35 (7)	468,60 (7)	59,25 (7)
10-4-S	100	50	6,16	6,16	1254	-11	6,23 (7)	459,44 (7)	58,10 (7)
10-5-S	100	50	6,16	6,16	1123	-61	5,58 (7)	411,71 (7)	52,06 (7)
10-6-S	100	50	6,16	6,16	857	-161	4,26 (7)	314,14 (7)	58,99 (7)
10-7-S	100	50	6,16	6,16	423	-335	2,59 (7)	191,38 (7)	122,93 (7)
10-8-S	100	50	6,16	6,16	149	-247	1,23 (7)	81,93 (7)	90,56 (7)
11-2-S	100	50	6,16	6,16	140	-128	1,06 (7)	51,25 (7)	78,19 (7)
11-3-S	100	50	6,16	6,16	466	0	2,32 (7)	170,98 (7)	21,62 (7)
11-4-S	100	50	6,16	6,16	696	0	3,46 (7)	255,27 (7)	32,28 (7)
11-5-S	100	50	6,16	6,16	713	0	3,54 (7)	261,42 (7)	33,06 (7)
11-6-S	100	50	6,16	6,16	586	-6	2,91 (7)	214,92 (7)	27,18 (7)
11-7-S	100	50	6,16	6,16	403	-25	2,00 (7)	147,60 (7)	38,84 (7)
11-8-S	100	50	6,16	6,16	112	-19	0,56 (7)	41,20 (7)	20,39 (7)
12-2-S	100	50	6,16	6,16	475	-10	2,36 (7)	174,24 (7)	22,03 (7)
12-3-S	100	50	6,16	6,16	707	0	3,51 (7)	259,20 (7)	32,78 (7)
12-4-S	100	50	6,16	6,16	820	-4	4,07 (7)	300,63 (7)	38,01 (7)
12-5-S	100	50	6,16	6,16	792	-29	3,93 (7)	290,34 (7)	36,71 (7)
12-6-S	100	50	6,16	6,16	654	-78	3,25 (7)	239,74 (7)	47,55 (7)
12-7-S	100	50	6,16	6,16	453	-141	2,25 (7)	165,97 (7)	83,50 (7)
12-8-S	100	50	6,16	6,16	154	-96	0,77 (7)	56,57 (7)	49,41 (7)
13-2-S	100	50	6,16	6,16	1220	0	6,06 (7)	447,11 (7)	56,54 (7)
13-3-S	100	50	6,16	6,16	1252	-3	6,22 (7)	458,81 (7)	58,02 (7)
13-4-S	100	50	6,16	6,16	1211	-21	6,02 (7)	443,97 (7)	56,14 (7)
13-5-S	100	50	6,16	6,16	1074	-61	5,33 (7)	393,68 (7)	49,78 (7)
13-6-S	100	50	6,16	6,16	764	-139	3,79 (7)	280,03 (7)	51,11 (7)
13-7-S	100	50	6,16	6,16	201	-380	1,89 (7)	128,99 (7)	139,29 (7)
13-8-S	100	50	6,16	6,16	42	-291	1,44 (7)	46,72 (7)	106,48 (7)
14-2-S	100	50	6,16	6,16	368	-358	2,29 (7)	168,70 (7)	164,03 (7)
14-3-S	100	50	6,16	6,16	526	-291	2,61 (7)	192,72 (7)	106,81 (7)
14-4-S	100	50	6,16	6,16	707	-319	3,51 (7)	259,06 (7)	117,03 (7)
14-5-S	100	50	6,16	6,16	812	-389	4,03 (7)	297,46 (7)	142,59 (7)
14-6-S	100	50	6,16	6,16	809	-481	4,02 (7)	296,48 (7)	176,34 (7)
14-7-S	100	50	6,16	6,16	686	-529	3,41 (7)	251,42 (7)	193,87 (7)
14-8-S	100	50	6,16	6,16	304	-281	1,51 (7)	111,33 (7)	102,93 (7)
15-2-S	100	50	6,16	6,16	0	-2438	12,11 (7)	112,99 (7)	893,55 (7)
15-3-S	100	50	6,16	6,16	15	-1390	6,90 (7)	64,40 (7)	509,33 (7)
15-4-S	100	50	6,16	6,16	148	-777	3,86 (7)	54,10 (7)	284,75 (7)
15-5-S	100	50	6,16	6,16	308	-470	2,33 (7)	113,04 (7)	172,17 (7)
15-6-S	100	50	6,16	6,16	406	-317	2,02 (7)	148,72 (7)	116,05 (7)
15-7-S	100	50	6,16	6,16	391	-188	1,94 (7)	143,19 (7)	68,96 (7)
15-8-S	100	50	6,16	6,16	132	-50	0,66 (7)	48,35 (7)	22,74 (7)

## Combinazioni SLEQ

### Paramento

Tensione massima di compressione nel calcestruzzo 114,26 [kg/cmq]  
Tensione massima di trazione dell'acciaio 4588,65 [kg/cmq]

n°	B [cm]	H [cm]	Afi [cmq]	Afs [cmq]	M [kgm]	N [kg]	σc [kg/cmq]	σfi [kg/cmq]	σfs [kg/cmq]
1	100	10	4,52	4,52	0	0	0,00 (9)	0,00 (9)	0,00 (9)
2	100	10	4,52	4,52	3	25	0,42 (9)	7,17 (9)	1,27 (9)
3	100	10	4,52	4,52	12	50	1,84 (9)	36,49 (9)	8,46 (9)

### Piastra fondazione

Tensione massima di compressione nel calcestruzzo 152,34 [kg/cmq]  
Tensione massima di trazione dell'acciaio 3670,92 [kg/cmq]

Is	B [cm]	H [cm]	Afi [cmq]	Afs [cmq]	Mp [kgm]	Mn [kgm]	σc [kg/cmq]	σfi [kg/cmq]	σfs [kg/cmq]
2-1-P	85	50	4,52	4,52	28	-71	0,44 (7)	17,04 (7)	35,26 (7)



Is	B	H	Afi	Afs	Mp	Mn	oc	ofi	ofs
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kgm]	[kgm]	[kg/cmq]	[kg/cmq]	[kg/cmq]
3-45-P	85	50	9,05	9,05	670	-244	2,99 (7)	169,20 (7)	61,53 (7)
3-46-P	85	50	4,52	4,52	711	-164	4,46 (7)	353,74 (7)	81,79 (7)
3-47-P	85	50	4,52	4,52	597	-114	3,75 (7)	296,82 (7)	56,87 (7)
3-48-P	85	50	4,52	4,52	297	-106	1,86 (7)	147,52 (7)	52,94 (7)
3-49-P	85	50	4,52	4,52	58	-52	0,36 (7)	28,61 (7)	26,05 (7)
4-2-S	100	50	6,16	6,16	0	-2438	12,11 (7)	112,99 (7)	893,55 (7)
4-3-S	100	50	6,16	6,16	15	-1390	6,90 (7)	64,40 (7)	509,33 (7)
4-4-S	100	50	6,16	6,16	148	-777	3,86 (7)	54,10 (7)	284,75 (7)
4-5-S	100	50	6,16	6,16	308	-470	2,33 (7)	113,04 (7)	172,17 (7)
4-6-S	100	50	6,16	6,16	406	-317	2,02 (7)	148,72 (7)	116,05 (7)
4-7-S	100	50	6,16	6,16	391	-188	1,94 (7)	143,19 (7)	68,96 (7)
4-8-S	100	50	6,16	6,16	132	-50	0,66 (7)	48,35 (7)	22,74 (7)
5-2-S	100	50	6,16	6,16	368	-358	2,29 (7)	168,70 (7)	164,03 (7)
5-3-S	100	50	6,16	6,16	526	-291	2,61 (7)	192,72 (7)	106,81 (7)
5-4-S	100	50	6,16	6,16	707	-319	3,51 (7)	259,06 (7)	117,03 (7)
5-5-S	100	50	6,16	6,16	812	-389	4,03 (7)	297,46 (7)	142,59 (7)
5-6-S	100	50	6,16	6,16	809	-481	4,02 (7)	296,48 (7)	176,34 (7)
5-7-S	100	50	6,16	6,16	686	-529	3,41 (7)	251,42 (7)	193,87 (7)
5-8-S	100	50	6,16	6,16	304	-281	1,51 (7)	111,33 (7)	102,93 (7)
6-2-S	100	50	6,16	6,16	1220	0	6,06 (7)	447,11 (7)	56,54 (7)
6-3-S	100	50	6,16	6,16	1252	-3	6,22 (7)	458,81 (7)	58,02 (7)
6-4-S	100	50	6,16	6,16	1211	-21	6,02 (7)	443,97 (7)	56,14 (7)
6-5-S	100	50	6,16	6,16	1074	-61	5,33 (7)	393,68 (7)	49,78 (7)
6-6-S	100	50	6,16	6,16	764	-139	3,79 (7)	280,03 (7)	51,11 (7)
6-7-S	100	50	6,16	6,16	201	-380	1,89 (7)	128,99 (7)	139,29 (7)
6-8-S	100	50	6,16	6,16	42	-291	1,44 (7)	46,72 (7)	106,48 (7)
7-2-S	100	50	6,16	6,16	475	-10	2,36 (7)	174,24 (7)	22,03 (7)
7-3-S	100	50	6,16	6,16	707	0	3,51 (7)	259,20 (7)	32,78 (7)
7-4-S	100	50	6,16	6,16	820	-4	4,07 (7)	300,63 (7)	38,01 (7)
7-5-S	100	50	6,16	6,16	792	-29	3,93 (7)	290,34 (7)	36,71 (7)
7-6-S	100	50	6,16	6,16	654	-78	3,25 (7)	239,74 (7)	47,55 (7)
7-7-S	100	50	6,16	6,16	453	-141	2,25 (7)	165,97 (7)	83,50 (7)
7-8-S	100	50	6,16	6,16	154	-96	0,77 (7)	56,57 (7)	49,41 (7)
8-2-S	100	50	6,16	6,16	140	-128	1,06 (7)	51,25 (7)	78,19 (7)
8-3-S	100	50	6,16	6,16	466	0	2,32 (7)	170,98 (7)	21,62 (7)
8-4-S	100	50	6,16	6,16	696	0	3,46 (7)	255,27 (7)	32,28 (7)
8-5-S	100	50	6,16	6,16	713	0	3,54 (7)	261,42 (7)	33,06 (7)
8-6-S	100	50	6,16	6,16	586	-6	2,91 (7)	214,92 (7)	27,18 (7)
8-7-S	100	50	6,16	6,16	403	-25	2,00 (7)	147,60 (7)	38,84 (7)
8-8-S	100	50	6,16	6,16	112	-19	0,56 (7)	41,20 (7)	20,39 (7)
9-2-S	100	50	7,70	7,70	1209	0	5,38 (7)	356,33 (7)	52,83 (7)
9-3-S	100	50	7,70	7,70	1278	0	5,69 (7)	376,74 (7)	55,86 (7)
9-4-S	100	50	7,70	7,70	1254	-11	5,58 (7)	369,37 (7)	54,76 (7)
9-5-S	100	50	7,70	7,70	1123	-61	5,00 (7)	331,00 (7)	49,07 (7)
9-6-S	100	50	7,70	7,70	857	-161	3,81 (7)	252,55 (7)	47,42 (7)
9-7-S	100	50	7,70	7,70	423	-335	2,32 (7)	153,86 (7)	98,83 (7)
9-8-S	100	50	7,70	7,70	149	-247	1,10 (7)	65,87 (7)	72,81 (7)
10-2-S	100	50	6,16	6,16	1209	0	6,01 (7)	443,22 (7)	56,05 (7)
10-3-S	100	50	6,16	6,16	1278	0	6,35 (7)	468,60 (7)	59,25 (7)
10-4-S	100	50	6,16	6,16	1254	-11	6,23 (7)	459,44 (7)	58,10 (7)
10-5-S	100	50	6,16	6,16	1123	-61	5,58 (7)	411,71 (7)	52,06 (7)
10-6-S	100	50	6,16	6,16	857	-161	4,26 (7)	314,14 (7)	58,99 (7)
10-7-S	100	50	6,16	6,16	423	-335	2,59 (7)	191,38 (7)	122,93 (7)
10-8-S	100	50	6,16	6,16	149	-247	1,23 (7)	81,93 (7)	90,56 (7)
11-2-S	100	50	6,16	6,16	140	-128	1,06 (7)	51,25 (7)	78,19 (7)
11-3-S	100	50	6,16	6,16	466	0	2,32 (7)	170,98 (7)	21,62 (7)
11-4-S	100	50	6,16	6,16	696	0	3,46 (7)	255,27 (7)	32,28 (7)
11-5-S	100	50	6,16	6,16	713	0	3,54 (7)	261,42 (7)	33,06 (7)
11-6-S	100	50	6,16	6,16	586	-6	2,91 (7)	214,92 (7)	27,18 (7)
11-7-S	100	50	6,16	6,16	403	-25	2,00 (7)	147,60 (7)	38,84 (7)
11-8-S	100	50	6,16	6,16	112	-19	0,56 (7)	41,20 (7)	20,39 (7)
12-2-S	100	50	6,16	6,16	475	-10	2,36 (7)	174,24 (7)	22,03 (7)
12-3-S	100	50	6,16	6,16	707	0	3,51 (7)	259,20 (7)	32,78 (7)
12-4-S	100	50	6,16	6,16	820	-4	4,07 (7)	300,63 (7)	38,01 (7)
12-5-S	100	50	6,16	6,16	792	-29	3,93 (7)	290,34 (7)	36,71 (7)
12-6-S	100	50	6,16	6,16	654	-78	3,25 (7)	239,74 (7)	47,55 (7)
12-7-S	100	50	6,16	6,16	453	-141	2,25 (7)	165,97 (7)	83,50 (7)
12-8-S	100	50	6,16	6,16	154	-96	0,77 (7)	56,57 (7)	49,41 (7)
13-2-S	100	50	6,16	6,16	1220	0	6,06 (7)	447,11 (7)	56,54 (7)
13-3-S	100	50	6,16	6,16	1252	-3	6,22 (7)	458,81 (7)	58,02 (7)
13-4-S	100	50	6,16	6,16	1211	-21	6,02 (7)	443,97 (7)	56,14 (7)
13-5-S	100	50	6,16	6,16	1074	-61	5,33 (7)	393,68 (7)	49,78 (7)
13-6-S	100	50	6,16	6,16	764	-139	3,79 (7)	280,03 (7)	51,11 (7)
13-7-S	100	50	6,16	6,16	201	-380	1,89 (7)	128,99 (7)	139,29 (7)
13-8-S	100	50	6,16	6,16	42	-291	1,44 (7)	46,72 (7)	106,48 (7)
14-2-S	100	50	6,16	6,16	368	-358	2,29 (7)	168,70 (7)	164,03 (7)
14-3-S	100	50	6,16	6,16	526	-291	2,61 (7)	192,72 (7)	106,81 (7)
14-4-S	100	50	6,16	6,16	707	-319	3,51 (7)	259,06 (7)	117,03 (7)
14-5-S	100	50	6,16	6,16	812	-389	4,03 (7)	297,46 (7)	142,59 (7)
14-6-S	100	50	6,16	6,16	809	-481	4,02 (7)	296,48 (7)	176,34 (7)
14-7-S	100	50	6,16	6,16	686	-529	3,41 (7)	251,42 (7)	193,87 (7)
14-8-S	100	50	6,16	6,16	304	-281	1,51 (7)	111,33 (7)	102,93 (7)
15-2-S	100	50	6,16	6,16	0	-2438	12,11 (7)	112,99 (7)	893,55 (7)
15-3-S	100	50	6,16	6,16	15	-1390	6,90 (7)	64,40 (7)	509,33 (7)
15-4-S	100	50	6,16	6,16	148	-777	3,86 (7)	54,10 (7)	284,75 (7)
15-5-S	100	50	6,16	6,16	308	-470	2,33 (7)	113,04 (7)	172,17 (7)
15-6-S	100	50	6,16	6,16	406	-317	2,02 (7)	148,72 (7)	116,05 (7)
15-7-S	100	50	6,16	6,16	391	-188	1,94 (7)	143,19 (7)	68,96 (7)
15-8-S	100	50	6,16	6,16	132	-50	0,66 (7)	48,35 (7)	22,74 (7)

## 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]
ε	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]	ε [%]	Sm [mm]	w [mm]
1	100	10	0,00	0,00	0	0	---	---	0,000 (8)
2	100	10	4,52	500,00	3	539	0,000000	0,00	0,000 (8)
3	100	10	4,52	500,00	12	539	0,000000	0,00	0,000 (8)

#### Piastra fondazione

Apertura limite fessure  $w_{lim}=0.40$

Is	B [cm]	H [cm]	Af [cmq]	Aeff [cmq]	M [kgm]	Mpf [kgm]	ε [%]	Sm [mm]	w [mm]
2-1-P	85	50	4,52	765,00	-71	-11864	0,000000	0,00	0,000
2-2-P	85	50	4,52	765,00	-259	-11864	0,000000	0,00	0,000
2-3-P	85	50	4,52	765,00	-414	-11864	0,000000	0,00	0,000
2-4-P	85	50	4,52	765,00	-385	-11864	0,000000	0,00	0,000
2-5-P	85	50	4,52	765,00	-313	-11864	0,000000	0,00	0,000
...									
15-6-S	100	50	6,16	925,00	406	-14092	0,000000	0,00	0,000
15-7-S	100	50	6,16	925,00	391	-14092	0,000000	0,00	0,000
15-8-S	100	50	6,16	925,00	132	-14092	0,000000	0,00	0,000

### 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	10	0,00	0,00	0	0	---	---	0,000 (9)
2	100	10	4,52	500,00	3	539	0,000000	0,00	0,000 (9)
3	100	10	4,52	500,00	12	539	0,000000	0,00	0,000 (9)

#### Piastra fondazione

Apertura limite fessure  $w_{lim}=0.30$

Is	B [cm]	H [cm]	Af [cmq]	Aeff [cmq]	M [kgm]	Mpf [kgm]	ε [%]	Sm [mm]	w [mm]
2-1-P	85	50	4,52	765,00	-71	-11864	0,000000	0,00	0,000
2-2-P	85	50	4,52	765,00	-259	-11864	0,000000	0,00	0,000
2-3-P	85	50	4,52	765,00	-414	-11864	0,000000	0,00	0,000
2-4-P	85	50	4,52	765,00	-385	-11864	0,000000	0,00	0,000
2-5-P	85	50	4,52	765,00	-313	-11864	0,000000	0,00	0,000
...									
15-6-S	100	50	6,16	925,00	406	-14092	0,000000	0,00	0,000
15-7-S	100	50	6,16	925,00	391	-14092	0,000000	0,00	0,000
15-8-S	100	50	6,16	925,00	132	-14092	0,000000	0,00	0,000

## 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.
- Calcolo della portanza assiale e trasversale dei pali. Progetto e verifica delle armature dei pali inseriti.

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	Impresa Tre Colli S.p.A.
Licenza	AIU4244U5

#### 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

---

Il progettista  
( )

---

## Indice

Normative di riferimento	<b>Errore. Il segnalibro non è definito.</b>
Richiami teorici	2
Calcolo della spinta sul muro	2
Valori caratteristici e valori di calcolo	2
Metodo di Culmann	2
Spinta in presenza di falda	3
Spinta in presenza di sisma	3
Verifica alla stabilità globale	4
Analisi dei pali	4
Dati	6
Materiali	6
Calcestruzzo armato	6
Acciai	6
Tipologie pali	6
Geometria profilo terreno a monte del muro	6
Geometria muro	6
Geometria paramento e fondazione	6
Descrizione pali di fondazione	7
Descrizione terreni	8
Stratigrafia	8
Condizioni di carico	9
Normativa	9
Descrizione combinazioni di carico	10
Dati sismici	12
Opzioni di calcolo	13
Risultati per inviluppo	14
Spinta e forze	14
Scarichi in testa ai pali	15
Verifiche geotecniche	15
Quadro riassuntivo coeff. di sicurezza calcolati	15
Verifiche portanza trasversale (scorrimento)	16
Verifiche portanza verticale	16
Dettagli calcolo portanza verticale	16
Verifica stabilità globale muro + terreno	16
Dettagli strisce verifiche stabilità	16
Sollecitazioni	18
Paramento	18
Piastra fondazione	18
Sollecitazioni pali	19
Verifiche strutturali	23
Verifiche a flessione	23
Paramento	23
Fondazione	23
Micropali	26
Verifiche a taglio	26
Paramento	26
Fondazione	26

Micropali	28
Verifica a punzonamento	28
Verifica delle tensioni	28
Combinazioni SLER	29
Paramento	29
Piastra fondazione	29
Combinazioni SLEF	31
Paramento	31
Piastra fondazione	31
Combinazioni SLEQ	33
Paramento	33
Piastra fondazione	33
Verifica a fessurazione	36
Combinazioni SLEF	36
Paramento	36
Piastra fondazione	36
Combinazioni SLEQ	36
Paramento	36
Piastra fondazione	36
Dichiarazioni secondo N.T.C. 2018 (punto 10.2)	37