

**E 78 GROSSETO - FANO
TRATTO SELCI - LAMA (E 45) - S.STEFANO DI GAIFA
Adeguamento a 2 corsie del tratto Mercatello sul Metauro Ovest -
Mercatello sul Metauro Est (Lotto 4°)**

PROGETTO DEFINITIVO

AN 245

ANAS - DIREZIONE PROGETTAZIONE E REALIZZAZIONE LAVORI

<p>COORDINATORE PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE</p> <p><i>Ing. Giuseppe Resta</i></p> <p>Ordine Ingegneri Provincia di Roma n. 20629</p>	<p>I PROGETTISTI SPECIALISTICI</p> <p><i>Ing. Ambrogio Signorelli</i></p> <p>Ordine Ingegneri Provincia di Roma n. A35111</p> <p><i>Ing. Moreno Panfili</i></p> <p>Ordine Ingegneri Provincia di Perugia n. A2657</p> <p><i>Ing. David Crenca</i></p> <p>Ordine Ingegneri Provincia di Frosinone n. A1782</p> <p><i>Ing. Giuseppe Resta</i></p> <p>Ordine Ingegneri Provincia di Roma n. 20629</p>	<p>PROGETTAZIONE ATI: (Mandataria)</p> <p>GPI INGEGNERIA GESTIONE PROGETTI INGEGNERIA srl</p> <p>(Mandante)</p> <p>coopprogetti</p> <p>(Mandante)</p> <p>engeko</p> <p>(Mandante)</p> <p>AIM Studio di Architettura e Ingegneria Moderna</p> <p>IL PROGETTISTA E RESPONSABILE DELL'INTEGRAZIONE DELLE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE. (DPR207/10 ART 15 COMMA 12):</p> <p><i>Dott. Ing. GIORGIO GUIDUCCI</i> Ordine Ingegneri Provincia di Roma n. 14035</p>
<p>IL GEOLOGO</p> <p><i>Dott. Geol. Salvatore Marino</i></p> <p>Ordine dei geologi della Regione Lazio n. 1069</p>		
<p>VISTO: IL RESP. DEL PROCEDIMENTO</p> <p><i>Ing. Vincenzo Catone</i></p>		
<p>VISTO: IL RESP. DEL PROGETTO</p> <p><i>Arch. Pianif. Marco Colazza</i></p>		

**OPERE D'ARTE MINORI
OPERE DI ATTRAVERSAMENTO IDRAULICO
SOTTOVIA
Relazione Tecnica e di Calcolo Muri d'ala**

<p>CODICE PROGETTO</p> <p>PROGETTO LIV.PROG ANNO</p> <p>DTAN245 D 22</p>	<p>NOME FILE</p> <p align="center">T00ST00STRRE01A</p> <p>CODICE ELAB.</p> <p>T00ST00STRRE01</p>	<p>REVISIONE</p> <p align="center">A</p>	<p>SCALA</p> <p align="center">-</p>
<p>D</p> <p>C</p> <p>B</p> <p>A</p>	<p>Emissione a seguito istruttoria U.0030221 del 16.01.2023</p>	<p>Febbraio '23</p>	<p>Suraci Crenca Guiducci</p>
<p>REV.</p>	<p>DESCRIZIONE</p>	<p>DATA</p>	<p>REDATTO VERIFICATO APPROVATO</p>

INDICE

1.	<u>DESCRIZIONE INTERVENTO.....</u>	<u>3</u>
2.	<u>NORMATIVE DI RIFERIMENTO.....</u>	<u>3</u>
3.	<u>RICHIAMI TEORICI</u>	<u>3</u>
3.1.	CALCOLO DELLA SPINTA SUL MURO	4
3.1.1.	<i>Valori caratteristici e valori di calcolo.....</i>	4
3.1.2.	<i>Metodo di Culmann</i>	4
3.1.3.	<i>Spinta in presenza di falda</i>	4
3.1.4.	<i>Verifica a ribaltamento.....</i>	6
3.1.5.	<i>Verifica a scorrimento.....</i>	6
3.1.6.	<i>Verifica al carico limite.....</i>	7
3.1.7.	<i>Riduzione per eccentricità del carico.....</i>	8
3.1.8.	<i>Riduzione per effetto piastra.....</i>	8
3.1.9.	<i>Verifica alla stabilità globale</i>	8
4.	<u>DATI</u>	<u>9</u>
4.1.	MATERIALI.....	9
4.1.1.	<i>Calcestruzzo armato</i>	9
4.1.2.	<i>Geometria profilo terreno a monte del muro</i>	9
4.2.	GEOMETRIA MURO	10
4.3.	DESCRIZIONE TERRENI.....	10
4.3.1.	<i>Parametri di resistenza.....</i>	10
4.3.2.	<i>Stratigrafia.....</i>	11
4.4.	CONDIZIONI DI CARICO	11
4.4.1.	<i>Normativa.....</i>	12
4.4.2.	<i>Descrizione combinazioni di carico.....</i>	12
4.5.	DATI SISMICI.....	15
5.	<u>OPZIONI DI CALCOLO</u>	<u>16</u>
6.	<u>RISULTATI PER COMBINAZIONE</u>	<u>17</u>
6.1.	SPINTA E FORZE	17
6.2.	VERIFICHE GEOTECNICHE.....	19
6.2.1.	<i>Verifica a scorrimento fondazione</i>	20
6.2.2.	<i>Verifica a carico limite</i>	20
6.2.3.	<i>Verifica a ribaltamento.....</i>	21

PROGETTAZIONE ATI:

6.2.4.	Verifica stabilità globale muro + terreno	21
6.3.	SOLLECITAZIONI	23
6.3.1.	Paramento	23
6.3.2.	Fondazione	25
7.	<u>DICHIARAZIONI SECONDO N.T.C. 2018 (PUNTO 10.2)</u>	27

1. DESCRIZIONE INTERVENTO

La presente relazione ha per oggetto la progettazione strutturale dell'opera d'arte la cui tipologia è quella del muro d'ala in c.a. dei sottovia T01, T02, T03, e che presentano l'altezza massima di 8,90 m.

2. NORMATIVE DI RIFERIMENTO

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

3. 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.

PROGETTAZIONE ATI:

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.

3.1. CALCOLO DELLA SPINTA SUL MURO

3.1.1. VALORI CARATTERISTICI E VALORI DI CALCOLO

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

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

3.1.2. 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 α 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.

3.1.3. SPINTA IN PRESENZA DI FALDA

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

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

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

Spinta in presenza di sisma

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

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

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

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

dove $\theta = \arctg(k_h/(1 \pm k_v))$ essendo k_h il coefficiente sismico orizzontale e k_v il coefficiente sismico verticale, definito in funzione di k_h .

In presenza di falda a monte, θ assume le seguenti espressioni:

Terreno a bassa permeabilità

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

Terreno a permeabilità elevata

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

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

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

dove il coefficiente A vale

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

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

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

Tale incremento di spinta è applicato a metà altezza della parete di spinta nel caso di forma rettangolare del diagramma di incremento sismico, allo stesso punto di applicazione della spinta

PROGETTAZIONE ATI:

statica nel caso in cui la forma del diagramma di incremento sismico è uguale a quella del diagramma statico.

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

$$F_{iH} = k_h W \quad F_{iV} = \pm k_v W$$

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

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

3.1.4. VERIFICA A RIBALTAMENTO

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

Deve quindi essere verificata la seguente disequaglianza:

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

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

3.1.5. VERIFICA A SCORRIMENTO

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

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

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

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

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

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

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

3.1.6. VERIFICA AL CARICO LIMITE

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

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

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

L'espressione del carico ultimo è data dalla relazione:

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

In questa espressione:

- c coesione del terreno in fondazione
- ϕ angolo di attrito del terreno in fondazione
- γ peso di volume del terreno in fondazione
- B larghezza della fondazione
- D profondità del piano di posa
- q pressione geostatica alla quota del piano di posa
- N fattori di capacità portante
- d fattori di profondità del piano di posa
- i fattori di inclinazione del carico

Fattori di capacità portante		$N_c = (N_q - 1) \cot \phi$	$N_q = e^{2.5 \tan \phi} K_p$	$N_\gamma = (N_q - 1) \tan(1.4\phi)$
Fattori di forma	$\phi = 0$	$s_c = 1 + 0.2 K_p \frac{B'}{L'}$	$s_q = 1$	$s_\gamma = 1$
	$\phi > 0$	$s_c = 1 + 0.2 K_p \frac{B'}{L'}$	$s_q = 1 + 0.1 K_p \frac{B'}{L'}$	$s_\gamma = 1 + 0.1 K_p \frac{B'}{L'}$
Fattori di profondità	$\phi = 0$	$d_c = 1 + 0.2 \sqrt{\frac{D}{B}} \sqrt{K_p}$	$d_q = 1$	$d_\gamma = 1$
	$\phi > 0$	$d_c = 1 + 0.2 \sqrt{\frac{D}{B}} \sqrt{K_p}$	$d_q = 1 + 0.1 \sqrt{\frac{D}{B}} \sqrt{K_p}$	$d_\gamma = 1 + 0.1 \sqrt{\frac{D}{B}} \sqrt{K_p}$

PROGETTAZIONE ATI:

Fattori di inclinazione del carico	$\varphi = 0$	$i_1 = \left(1 - \frac{\varphi^2}{90^\circ}\right)^2$	$i_2 = \left(1 - \frac{\varphi^2}{90^\circ}\right)^2$	$i_3 = 0$
	$\varphi > 0$	$i_1 = \left(1 - \frac{\varphi^2}{90^\circ}\right)^2$	$i_2 = \left(1 - \frac{\varphi^2}{90^\circ}\right)^2$	$i_3 = \left(1 - \frac{\varphi^2}{\varphi^2}\right)^2$

Indichiamo con K_p il coefficiente di spinta passiva espresso da:

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

3.1.7. RIDUZIONE PER ECCENTRICITÀ DEL CARICO

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

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

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

3.1.8. RIDUZIONE PER EFFETTO PIASTRA

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

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

Il termine sul peso di volume diventa:

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

3.1.9. VERIFICA ALLA STABILITÀ GLOBALE

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

Viene usata la tecnica della suddivisione a strisce della superficie di scorrimento da analizzare. La superficie di scorrimento viene supposta circolare e determinata in modo tale da non avere intersezione con il profilo del muro.

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

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

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

Inoltre u_i ed l_i rappresentano la pressione neutra lungo la base della striscia e la lunghezza della base della striscia ($l_i = b_i / \cos \alpha_i$).

Quindi, assunto un cerchio di tentativo si suddivide in n strisce e dalla formula precedente si ricava η . Questo procedimento è eseguito per il numero di centri prefissato ed è assunto come coefficiente di sicurezza della scarpata il minimo dei coefficienti così determinati.

4. DATI

4.1. MATERIALI

Simbologia adottata

n°	Indice materiale
Descr	Descrizione del materiale
Calcestruzzo armato	
C	Classe di resistenza del cls
A	Classe di resistenza dell'acciaio
□	Peso specifico, espresso in [kN/mc]
R _{ck}	Resistenza caratteristica a compressione, espressa in [kPa]
E	Modulo elastico, espresso in [kPa]
□	Coeff. di Poisson
n	Coeff. di omogenizzazione acciaio/cls
ntc	Coeff. di omogenizzazione cls teso/compresso

4.1.1. CALCESTRUZZO ARMATO

n°	Descr	C	A	□	R _{ck}	E	□	n	ntc
				[kN/mc]	[kPa]	[kPa]			
1	C32/40	C32/40	B450C	24,5170	40000	33642648	0.30	15.00	0.50

Acciai

Descr	f _{yk}	f _{uk}
	[kPa]	[kPa]
B450C	450000	540000

4.1.2. GEOMETRIA PROFILO TERRENO A MONTE DEL MURO

Simbologia adottata

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

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

n°	X	Y	A
	[m]	[m]	[°]
1	0,00	-0,50	0.000
2	20,00	-0,50	0.000

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

PROGETTAZIONE ATI:

4.2. GEOMETRIA MURO

Geometria paramento e fondazione

Lunghezza muro	10,00	[m]
<u>Paramento</u>		
Materiale	C32/40	
Altezza paramento	8,90	[m]
Altezza paramento libero	8,90	[m]
Spessore in sommità	1,00	[m]
Spessore all'attacco con la fondazione	1,00	[m]
Inclinazione paramento esterno	0,00	[°]
Inclinazione paramento interno	0,00	[°]
<u>Fondazione</u>		
Materiale	C32/40	
Lunghezza mensola di valle	1,30	[m]
Lunghezza mensola di monte	3,35	[m]
Lunghezza totale	5,65	[m]
Inclinazione piano di posa	0,00	[°]
Spessore	1,00	[m]
Spessore magrone	0,20	[m]

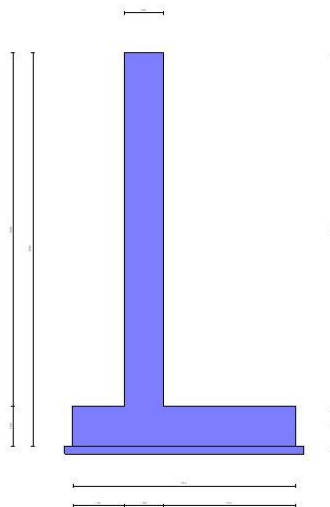


Fig. 1 - Sezione quotata del muro

4.3. DESCRIZIONE TERRENI

4.3.1. PARAMETRI DI RESISTENZA

Simbologia adottata

n°	Indice del terreno
Descr	Descrizione terreno
γ	Peso di volume del terreno espresso in [kN/mc]
γ_s	Peso di volume saturo del terreno espresso in [kN/mc]
ϕ	Angolo d'attrito interno espresso in [°]

PROGETTAZIONE ATI:

δ Angolo d'attrito terra-muro espresso in [°]
 c Coesione espressa in [kPa]
 c_a Adesione terra-muro espressa in [kPa]
Per calcolo portanza con il metodo di Bustamante-Doix
 C_{esp} Coeff. di espansione laterale (solo per il metodo di Bustamante-Doix)
 τ_l Tensione tangenziale limite, espressa in [kPa]

n°	Descr	γ [kN/mc]	γ_{sat} [kN/mc]	ϕ [°]	δ [°]	c [kPa]	c_a [kPa]	C_{esp}	τ_l [kPa]
1	Coltri detritiche alluvio UG2	20,0000	22,0000	26.000	17.330	30	15	---	---
2	Terreno rilevato	19,0000	20,0000	34.000	22.670	0	0	---	---

4.3.2. STRATIGRAFIA

Simbologia adottata

n° Indice dello strato
 H Spessore dello strato espresso in [m]
 α Inclinazione espressa in [°]
 Terreno Terreno dello strato
Per calcolo pali (solo se presenti)
 K_w Costante di Winkler orizzontale espressa in Kg/cm²/cm
 K_s Coefficiente di spinta
 C_{esp} Coefficiente di espansione laterale (per tutti i metodi tranne il metodo di Bustamante-Doix)

Per calcolo della spinta con coeff. di spinta definiti (usati solo se attiva l'opzione 'Usa coeff. di spinta da strato')
 K_{ststa} , K_{stsis} Coeff. di spinta statico e sismico

n°	H [m]	α [°]	Terreno	K_w [Kg/cm ²]	K_s	C_{esp}	K_{ststa}	K_{stsis}
1	9,90	0.000	Terreno rilevato	---	---	---	---	---
2	10,00	0.000	Coltri detritiche alluvio UG2	---	---	---	---	---

Terreno di riempimento: Terreno rilevato
 Inclinazione riempimento (rispetto alla verticale): 0.00 [°]

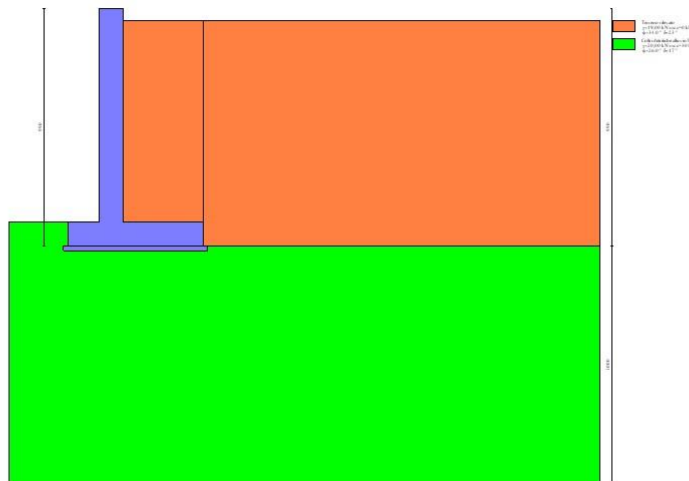


Fig. 2 - Stratigrafia

4.4. 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]

PROGETTAZIONE ATI:

F_x	Componente orizzontale del carico concentrato espressa in [kN]
F_y	Componente verticale del carico concentrato espressa in [kN]
M	Momento espresso in [kNm]
X_i	Ascissa del punto iniziale del carico ripartito espressa in [m]
X_f	Ascissa del punto finale del carico ripartito espressa in [m]
Q_i	Intensità del carico per $x=X_i$ espressa in [kN]
Q_f	Intensità del carico per $x=X_f$ espressa in [kN]

Condizione n° 1 (Condizione 1) - VARIABILE

Coeff. di combinazione $\Psi_0=0.70 - \Psi_1=0.50 - \Psi_2=0.30$

Carichi sul terreno

n°	Tipo	X [m]	F_x [kN]	F_y [kN]	M [kNm]	X_i [m]	X_f [m]	Q_i [kN]	Q_f [kN]
1	Distribuito					5,00	20,00	19,6136	19,6136

4.4.1. NORMATIVA

Normativa

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

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

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

Coeff. parziali per i parametri geotecnici del terreno

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

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

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

4.4.2. 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:

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

PROGETTAZIONE ATI:

- 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. γ_G e γ_Q , sono definiti nella tabella normativa.

In particolare si sono considerate le seguenti combinazioni:

Simbologia adottata

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

Combinazione n° 1 - STR (A1-M1-R3)

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

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

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

Combinazione n° 3 - STR (A1-M1-R3) H - V

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

Combinazione n° 4 - STR (A1-M1-R3)

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.30	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.30	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.30	--	Sfavorevole

Combinazione n° 5 - STR (A1-M1-R3)

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

Combinazione n° 6 - STR (A1-M1-R3)

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

Combinazione n° 7 - GEO (A2-M2-R2)

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

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

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

Combinazione n° 9 - GEO (A2-M2-R2) H - V

PROGETTAZIONE ATI:

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

Combinazione n° 10 - EQU (A1-M1-R3)

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

Combinazione n° 11 - EQU (A1-M1-R3) H + V

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

Combinazione n° 12 - EQU (A1-M1-R3) H - V

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

Combinazione n° 13 - SLER

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

Combinazione n° 14 - SLEF

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

Combinazione n° 15 - SLEQ

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

Combinazione n° 16 - SLEQ H + V

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

Combinazione n° 17 - SLEQ H - V

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

Combinazione n° 18 - A1-M1-R3 SCOR H + V

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

Combinazione n° 19 - A1-M1-R3 SCOR H - V

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

PROGETTAZIONE ATI:

4.5. DATI SISMICI

Comune	Mercatello Sul Metauro
Provincia	Pesaro e Urbino
Regione	Marche
Latitudine	43.647857
Longitudine	12.337754
Indice punti di interpolazione	20740 - 20741 - 20519 - 20518
Vita nominale	100 anni
Classe d'uso	IV
Tipo costruzione	Opere strategiche
Vita di riferimento	200 anni

	Simbolo	U.M.		SLU	SLE
Accelerazione al suolo	a_g	[m/s ²]		3.028	1.419
Accelerazione al suolo	a_g/g	[%]		0.309	0.145
Massimo fattore amplificazione spettro orizzontale	F0			2.552	2.411
Periodo inizio tratto spettro a velocità costante	Tc*			0.332	0.302
Tipo di sottosuolo - Coefficiente stratigrafico	Ss		B	1.085	1.200
Categoria topografica - Coefficiente amplificazione topografica	St		T1	1.000	

Stato limite ...	Coeff. di riduzione β_m	kh [%]	kv [%]
Ultimo - Scorrimento	0.380	12.727	6.363
Ultimo - Carico limite e verifiche strutturali	0.409	13.712	6.856
Ultimo - Ribaltamento	0.614	20.568	10.284
Esercizio	0.470	8.161	4.080

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

5. OPZIONI DI CALCOLO

Spinta

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

Capacità portante

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

Stabilità globale

Metodo di calcolo della stabilità globale	Fellenius
---	-----------

Altro

Partecipazione spinta passiva terreno antistante	0.00
Partecipazione resistenza passiva dente di fondazione	50.00
Componente verticale della spinta nel calcolo delle sollecitazioni	NO
Considera terreno sulla fondazione di valle	NO
Considera spinta e peso acqua fondazione di valle	NO

Spostamenti

Metodo di calcolo (per sole combinazioni SLD)	Richards-Elms
Spostamento limite	5,00 [cm]

Cedimenti

Non è stato richiesto il calcolo dei cedimenti

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

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

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

Paramento e fondazione muro

Verifiche strutturali nelle combinazioni SLD eseguite. Struttura in classe d'uso III o IV

Condizioni ambientali	Ordinarie
Armatura ad aderenza migliorata	SI

Verifica a fessurazione

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

Verifica delle tensioni

Valori limite delle tensioni nei materiali:

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

PROGETTAZIONE ATI:

6. RISULTATI PER COMBINAZIONE

6.1. SPINTA E FORZE

Spinta e forze

Simbologia adottata

Ic	Indice della combinazione
A	Tipo azione
I	Inclinazione della spinta, espressa in [°]
V	Valore dell'azione, espressa in [kN]
C _x , C _y	Componente in direzione X ed Y dell'azione, espressa in [kN]
P _x , P _y	Coordinata X ed Y del punto di applicazione dell'azione, espressa in [m]

Ic	A	V [kN]	I [°]	C _x [kN]	C _y [kN]	P _x [m]	P _y [m]
1	Spinta statica	277,46	22,67	256,03	106,94	3,35	-6,77
	Peso/Inerzia muro			0,00	356,72/0,00	-0,10	-6,37
	Peso/Inerzia terrapieno			0,00	534,66/0,00	1,68	-4,70
2	Spinta statica	213,43	22,67	196,94	82,26	3,35	-6,77
	Incremento di spinta sismica		89,68	82,75	34,57	3,35	-6,77
	Peso/Inerzia muro			48,91	356,72/24,46	-0,10	-6,37
	Peso/Inerzia terrapieno			73,31	534,66/36,66	1,68	-4,70
3	Spinta statica	213,43	22,67	196,94	82,26	3,35	-6,77
	Incremento di spinta sismica		62,20	57,39	23,97	3,35	-6,77
	Peso/Inerzia muro			48,91	356,72/-24,46	-0,10	-6,37
	Peso/Inerzia terrapieno			73,31	534,66/-36,66	1,68	-4,70
4	Spinta statica	277,46	22,67	256,03	106,94	3,35	-6,77
	Peso/Inerzia muro			0,00	463,74/0,00	-0,10	-6,37
	Peso/Inerzia terrapieno			0,00	695,06/0,00	1,68	-4,70
5	Spinta statica	277,46	22,67	256,03	106,94	3,35	-6,77
	Peso/Inerzia muro			0,00	356,72/0,00	-0,10	-6,37
	Peso/Inerzia terrapieno			0,00	695,06/0,00	1,68	-4,70
6	Spinta statica	277,46	22,67	256,03	106,94	3,35	-6,77
	Peso/Inerzia muro			0,00	463,74/0,00	-0,10	-6,37
	Peso/Inerzia terrapieno			0,00	534,66/0,00	1,68	-4,70
13	Spinta statica	213,43	22,67	196,94	82,26	3,35	-6,77
	Peso/Inerzia muro			0,00	356,72/0,00	-0,10	-6,37
	Peso/Inerzia terrapieno			0,00	534,66/0,00	1,68	-4,70
14	Spinta statica	213,43	22,67	196,94	82,26	3,35	-6,77
	Peso/Inerzia muro			0,00	356,72/0,00	-0,10	-6,37
	Peso/Inerzia terrapieno			0,00	534,66/0,00	1,68	-4,70
15	Spinta statica	213,43	22,67	196,94	82,26	3,35	-6,77
	Peso/Inerzia muro			0,00	356,72/0,00	-0,10	-6,37
	Peso/Inerzia terrapieno			0,00	534,66/0,00	1,68	-4,70
16	Spinta statica	213,43	22,67	196,94	82,26	3,35	-6,77
	Incremento di spinta sismica		50,77	46,85	19,57	3,35	-6,77
	Peso/Inerzia muro			29,11	356,72/14,56	-0,10	-6,37
	Peso/Inerzia terrapieno			43,63	534,66/21,82	1,68	-4,70
17	Spinta statica	213,43	22,67	196,94	82,26	3,35	-6,77
	Incremento di spinta sismica		33,69	31,08	12,98	3,35	-6,77
	Peso/Inerzia muro			29,11	356,72/-14,56	-0,10	-6,37
	Peso/Inerzia terrapieno			43,63	534,66/-21,82	1,68	-4,70

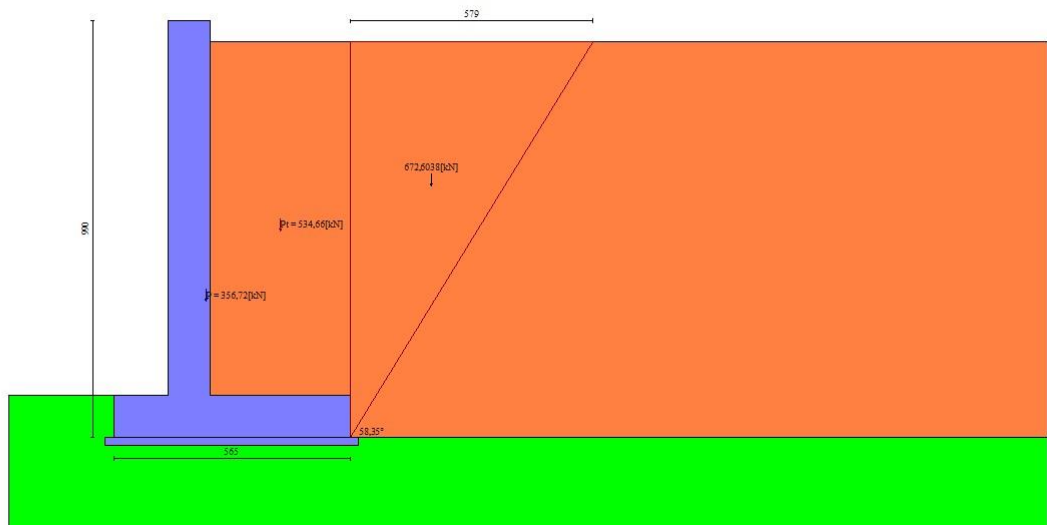


Fig. 3 - Cuneo di spinta (combinazione statica) (Combinazione n° 1)

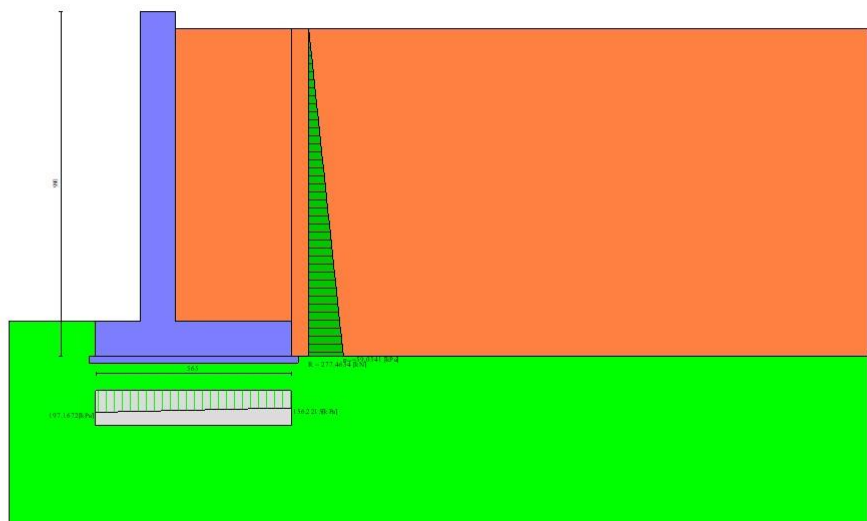


Fig. 4 - Diagramma delle pressioni (combinazione statica) (Combinazione n° 1)

PROGETTAZIONE ATI:

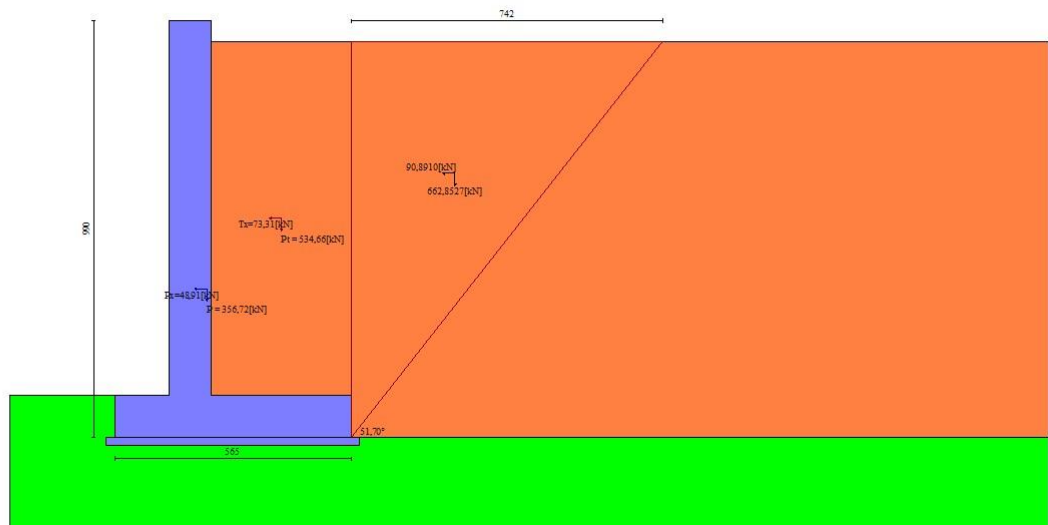


Fig. 5 - Cuneo di spinta (combinazione sismica) (Combinazione n° 16)

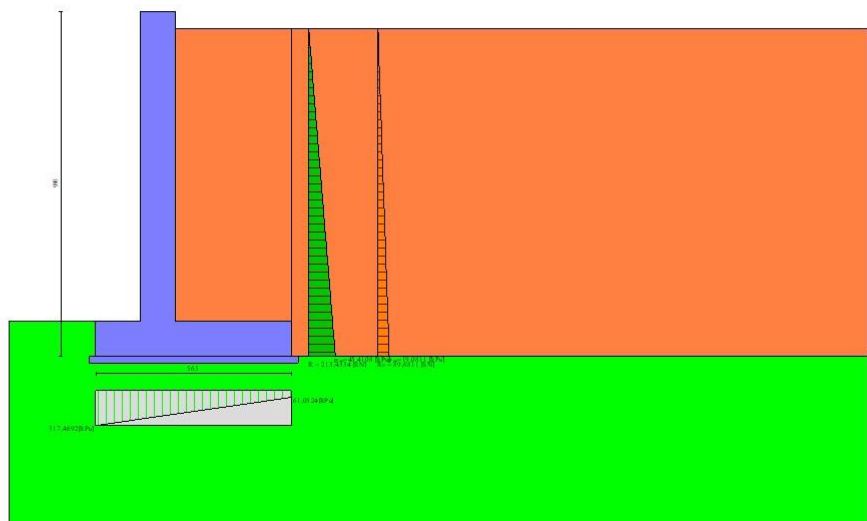


Fig. 6 - Diagramma delle pressioni (combinazione sismica) (Combinazione n° 16)

6.2. VERIFICHE GEOTECNICHE

Quadro riassuntivo coeff. di sicurezza calcolati

Simbologia adottata

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

PROGETTAZIONE ATI:

FS_{HYD} Coeff. di sicurezza a sifonamento
FS_{SUPL} Coeff. di sicurezza a sollevamento

Cmb	Sismica	FS _{SCO}	FS _{RIB}	FS _{QLIM}	FS _{STAB}	FS _{HYD}	FS _{SUPL}
1 - STR (A1-M1-R3)		1.548		3.667			
2 - STR (A1-M1-R3)	H + V			2.043			
3 - STR (A1-M1-R3)	H - V			2.137			
4 - STR (A1-M1-R3)		1.874		3.676			
5 - STR (A1-M1-R3)		1.743		3.554			
6 - STR (A1-M1-R3)		1.678		3.388			
7 - GEO (A2-M2-R2)					1.465		
8 - GEO (A2-M2-R2)	H + V				1.527		
9 - GEO (A2-M2-R2)	H - V				1.557		
10 - EQU (A1-M1-R3)			4.380				
11 - EQU (A1-M1-R3)	H + V		2.141				
12 - EQU (A1-M1-R3)	H - V		1.755				
18 - A1-M1-R3 SCOR	H + V	1.077					
19 - A1-M1-R3 SCOR	H - V	1.041					

6.2.1. VERIFICA A SCORRIMENTO FONDAZIONE

Simbologia adottata

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

n°	Rsa [kN]	Rpt [kN]	Rps [kN]	Rp [kN]	Rt [kN]	R [kN]	T [kN]	FS
1 - STR (A1-M1-R3)	396,27	0,00	0,00	--	--	396,27	256,03	1.548
4 - STR (A1-M1-R3)	479,71	0,00	0,00	--	--	479,71	256,03	1.874
5 - STR (A1-M1-R3)	446,32	0,00	0,00	--	--	446,32	256,03	1.743
6 - STR (A1-M1-R3)	429,66	0,00	0,00	--	--	429,66	256,03	1.678
18 - A1-M1-R3 SCOR H + V	416,19	0,00	0,00	--	--	416,19	386,51	1.077
19 - A1-M1-R3 SCOR H - V	377,69	0,00	0,00	--	--	377,69	362,73	1.041

6.2.2. VERIFICA A CARICO LIMITE

Simbologia adottata

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

n°	N [kN]	Qu [kN]	Qd [kN]	FS
1 - STR (A1-M1-R3)	998,32	3660,41	2614,58	3.667
2 - STR (A1-M1-R3) H + V	1069,32	2184,30	1820,25	2.043
3 - STR (A1-M1-R3) H - V	936,50	2001,58	1667,99	2.137
4 - STR (A1-M1-R3)	1265,74	4652,87	3323,48	3.676
5 - STR (A1-M1-R3)	1158,72	4117,69	2941,20	3.554
6 - STR (A1-M1-R3)	1105,34	3744,99	2674,99	3.388

6.2.2.1. Dettagli calcolo portanza

Simbologia adottata

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

PROGETTAZIONE ATI:

ϕ Angolo di attrito del terreno medio, espresso in [°]
 c Coesione del terreno medio, espresso in [kPa]
 Per i coeff. che in tabella sono indicati con il simbolo '-' sono coeff. non presenti nel metodo scelto (Meyerhof).

n°	Nc Nq Ny	ic iq iy	dc dq dy	gc gq gy	bc bq by	sc sq sy	pc pq py	Ir	Irc	Re	ry
1	22.254	0.706	1.057	--	--	--	--	--	--	0.861	0.887
	11.854	0.706	1.028	--	--	--	--	--	--		
	8.002	0.200	1.028	--	--	--	--	--	--		
2	22.254	0.595	1.057	--	--	--	--	--	--	0.664	0.887
	11.854	0.595	1.028	--	--	--	--	--	--		
	8.002	0.043	1.028	--	--	--	--	--	--		
3	22.254	0.572	1.057	--	--	--	--	--	--	0.640	0.887
	11.854	0.572	1.028	--	--	--	--	--	--		
	8.002	0.025	1.028	--	--	--	--	--	--		
4	22.254	0.762	1.057	--	--	--	--	--	--	0.966	0.887
	11.854	0.762	1.028	--	--	--	--	--	--		
	8.002	0.314	1.028	--	--	--	--	--	--		
5	22.254	0.742	1.057	--	--	--	--	--	--	0.893	0.887
	11.854	0.742	1.028	--	--	--	--	--	--		
	8.002	0.271	1.028	--	--	--	--	--	--		
6	22.254	0.731	1.057	--	--	--	--	--	--	0.832	0.887
	11.854	0.731	1.028	--	--	--	--	--	--		
	8.002	0.248	1.028	--	--	--	--	--	--		

n°	D [m]	B' [m]	H [m]	γ [°]	ϕ [kN/mc]	c [kPa]
1	1,00	5,65	4,52	20,00	26,00	30
2	1,00	5,65	4,52	20,00	26,00	30
3	1,00	5,65	4,52	20,00	26,00	30
4	1,00	5,65	4,52	20,00	26,00	30
5	1,00	5,65	4,52	20,00	26,00	30
6	1,00	5,65	4,52	20,00	26,00	30

6.2.3. VERIFICA A RIBALTAMENTO

Simbologia adottata

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

n°	Ms [kNm]	Mr [kNm]	FS
10 - EQU (A1-M1-R3)	3513,57	802,23	4.380
11 - EQU (A1-M1-R3) H + V	3985,09	1861,69	2.141
12 - EQU (A1-M1-R3) H - V	3605,92	2054,72	1.755

6.2.4. 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
7 - GEO (A2-M2-R2)	-2,00; 0,00	11,26	1.465
8 - GEO (A2-M2-R2) H + V	-2,50; 0,50	11,94	1.527
9 - GEO (A2-M2-R2) H - V	-2,50; 0,50	11,94	1.557

6.2.4.1. 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 [kN]
 Qy carico sulla striscia espresso in [kN]
 Qf carico acqua sulla striscia espresso in [kN]
 α angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso in [°] (positivo antiorario)

PROGETTAZIONE ATI:

φ angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia
c coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in [kPa]
b larghezza della striscia espressa in [m]
u pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [kPa]
Tx; Ty Resistenza al taglio fornita dai tiranti in direzione X ed Y espressa in [kPa]

Combinazione n° 7 - GEO (A2-M2-R2)

n°	W [kN]	Qy [kN]	Qf [kN]	b [m]	α [°]	φ [°]	c [kPa]	u [kPa]	Tx; Ty [kN]
1	24,22	0,00	0,00	9,25 - 0,73	78.290	28.352	0	0,0	
2	59,11	0,00	0,00	0,73	64.811	28.352	0	0,0	
3	77,53	0,00	0,00	0,73	57.061	28.352	0	0,0	
4	91,41	0,00	0,00	0,73	50.736	28.352	0	0,0	
5	102,61	0,00	0,00	0,73	45.189	28.352	0	0,0	
6	111,89	0,00	0,00	0,73	40.146	28.352	0	0,0	
7	119,70	0,00	0,00	0,73	35.456	28.352	0	0,0	
8	126,30	0,00	0,00	0,73	31.028	28.352	0	0,0	
9	136,31	0,00	0,00	0,73	26.798	21.315	24	0,0	
10	140,50	0,00	0,00	0,73	22.721	21.315	24	0,0	
11	144,31	0,00	0,00	0,73	18.763	21.315	24	0,0	
12	147,35	0,00	0,00	0,73	14.897	21.315	24	0,0	
13	161,18	0,00	0,00	0,73	11.099	21.315	24	0,0	
14	193,89	0,00	0,00	0,73	7.350	21.315	24	0,0	
15	45,21	0,00	0,00	0,73	3.633	21.315	24	0,0	
16	36,14	0,00	0,00	0,73	-0.069	21.315	24	0,0	
17	32,22	0,00	0,00	0,73	-3.772	21.315	24	0,0	
18	31,23	0,00	0,00	0,73	-7.490	21.315	24	0,0	
19	29,57	0,00	0,00	0,73	-11.240	21.315	24	0,0	
20	27,22	0,00	0,00	0,73	-15.040	21.315	24	0,0	
21	24,16	0,00	0,00	0,73	-18.910	21.315	24	0,0	
22	20,32	0,00	0,00	0,73	-22.872	21.315	24	0,0	
23	15,65	0,00	0,00	0,73	-26.953	21.315	24	0,0	
24	10,06	0,00	0,00	0,73	-31.190	21.315	24	0,0	
25	3,42	0,00	0,00	-8,92 - 0,73	-34.961	21.315	24	0,0	

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

n°	W [kN]	Qy [kN]	Qf [kN]	b [m]	α [°]	φ [°]	c [kPa]	u [kPa]	Tx; Ty [kN]
1	24,24	0,00	0,00	9,41 - 0,77	76.864	34.000	0	0,0	
2	60,37	0,00	0,00	0,77	64.549	34.000	0	0,0	
3	80,92	0,00	0,00	0,77	56.850	34.000	0	0,0	
4	96,46	0,00	0,00	0,77	50.548	34.000	0	0,0	
5	109,00	0,00	0,00	0,77	45.014	34.000	0	0,0	
6	119,40	0,00	0,00	0,77	39.978	34.000	0	0,0	
7	128,15	0,00	0,00	0,77	35.293	34.000	0	0,0	
8	142,23	0,00	0,00	0,77	30.867	34.000	0	0,0	
9	146,01	0,00	0,00	0,77	26.638	26.000	30	0,0	
10	151,20	0,00	0,00	0,77	22.561	26.000	30	0,0	
11	155,46	0,00	0,00	0,77	18.603	26.000	30	0,0	
12	158,85	0,00	0,00	0,77	14.735	26.000	30	0,0	
13	197,87	0,00	0,00	0,77	10.934	26.000	30	0,0	
14	122,59	0,00	0,00	0,77	7.182	26.000	30	0,0	
15	41,13	0,00	0,00	0,77	3.461	26.000	30	0,0	
16	37,93	0,00	0,00	0,77	-0.245	26.000	30	0,0	
17	36,77	0,00	0,00	0,77	-3.953	26.000	30	0,0	
18	35,62	0,00	0,00	0,77	-7.677	26.000	30	0,0	
19	33,71	0,00	0,00	0,77	-11.434	26.000	30	0,0	
20	31,02	0,00	0,00	0,77	-15.243	26.000	30	0,0	
21	27,52	0,00	0,00	0,77	-19.121	26.000	30	0,0	
22	23,15	0,00	0,00	0,77	-23.094	26.000	30	0,0	
23	17,83	0,00	0,00	0,77	-27.189	26.000	30	0,0	
24	11,46	0,00	0,00	0,77	-31.440	26.000	30	0,0	
25	3,91	0,00	0,00	-9,88 - 0,77	-35.272	26.000	30	0,0	

Combinazione n° 9 - GEO (A2-M2-R2) H - V

n°	W [kN]	Qy [kN]	Qf [kN]	b [m]	α [°]	φ [°]	c [kPa]	u [kPa]	Tx; Ty [kN]
1	24,24	0,00	0,00	9,41 - 0,77	76.864	34.000	0	0,0	
2	60,37	0,00	0,00	0,77	64.549	34.000	0	0,0	
3	80,92	0,00	0,00	0,77	56.850	34.000	0	0,0	
4	96,46	0,00	0,00	0,77	50.548	34.000	0	0,0	
5	109,00	0,00	0,00	0,77	45.014	34.000	0	0,0	
6	119,40	0,00	0,00	0,77	39.978	34.000	0	0,0	
7	128,15	0,00	0,00	0,77	35.293	34.000	0	0,0	
8	142,23	0,00	0,00	0,77	30.867	34.000	0	0,0	
9	146,01	0,00	0,00	0,77	26.638	26.000	30	0,0	
10	151,20	0,00	0,00	0,77	22.561	26.000	30	0,0	
11	155,46	0,00	0,00	0,77	18.603	26.000	30	0,0	
12	158,85	0,00	0,00	0,77	14.735	26.000	30	0,0	
13	197,87	0,00	0,00	0,77	10.934	26.000	30	0,0	
14	122,59	0,00	0,00	0,77	7.182	26.000	30	0,0	
15	41,13	0,00	0,00	0,77	3.461	26.000	30	0,0	

PROGETTAZIONE ATI:

n°	W [kN]	Qy [kN]	Qf [kN]	b [m]	α [°]	φ [°]	c [kPa]	u [kPa]	Tx; Ty [kN]
16	37,93	0,00	0,00	0,77	-0.245	26.000	30	0,0	
17	36,77	0,00	0,00	0,77	-3.953	26.000	30	0,0	
18	35,62	0,00	0,00	0,77	-7.677	26.000	30	0,0	
19	33,71	0,00	0,00	0,77	-11.434	26.000	30	0,0	
20	31,02	0,00	0,00	0,77	-15.243	26.000	30	0,0	
21	27,52	0,00	0,00	0,77	-19.121	26.000	30	0,0	
22	23,15	0,00	0,00	0,77	-23.094	26.000	30	0,0	
23	17,83	0,00	0,00	0,77	-27.189	26.000	30	0,0	
24	11,46	0,00	0,00	0,77	-31.440	26.000	30	0,0	
25	3,91	0,00	0,00	-9,88 - 0,77	-35.272	26.000	30	0,0	

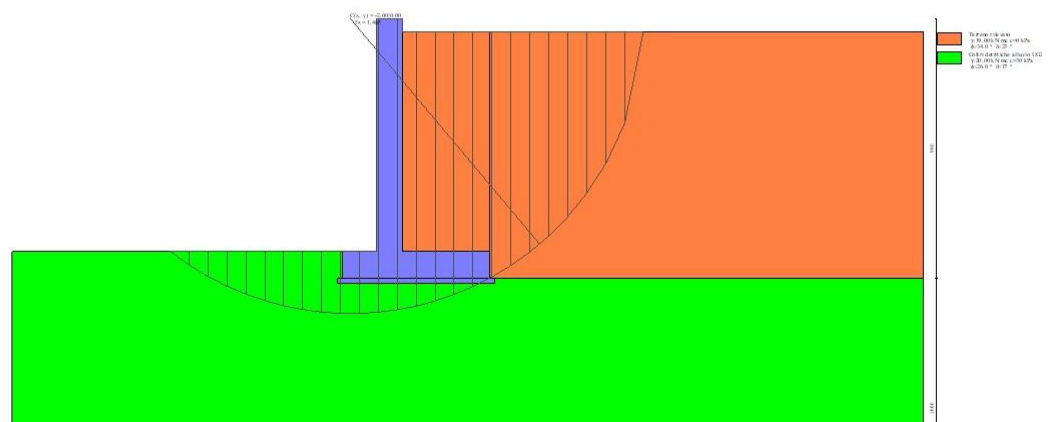


Fig. 7 - Stabilità fronte di scavo - Cerchio critico (Combinazione n° 7)

6.3. SOLLECITAZIONI

Elementi calcolati a trave

Simbologia adottata

- n° Indice della sezione
- X Posizione della sezione, espresso in [m]
- N Sforzo normale, espresso in [kN]. Positivo se di compressione.
- T Taglio, espresso in [kN]. Positivo se diretto da monte verso valle
- M Momento, espresso in [kNm]. 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.

6.3.1. PARAMENTO

Paramento

n°	X [m]	Nmin [kN]	Nmax [kN]	Tmin [kN]	Tmax [kN]	Mmin [kNm]	Mmax [kNm]
1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2	-0,10	2,28	3,19	0,00	0,34	0,00	0,02
3	-0,20	4,57	6,37	0,00	0,67	0,00	0,07
4	-0,30	6,85	9,56	0,00	1,01	0,00	0,15
5	-0,40	9,13	12,75	0,00	1,34	0,00	0,27
6	-0,50	11,42	15,94	0,00	1,68	0,00	0,42
7	-0,60	13,70	19,12	0,02	2,05	0,00	0,61
8	-0,70	15,99	22,31	0,09	2,48	0,01	0,83
9	-0,80	18,27	25,50	0,20	2,98	0,02	1,10
10	-0,90	20,55	28,68	0,36	3,53	0,05	1,43
11	-1,00	22,84	31,87	0,56	4,16	0,09	1,81
12	-1,10	25,12	35,06	0,80	4,84	0,16	2,26

PROGETTAZIONE ATI:

n°	X [m]	Nmin [kN]	Nmax [kN]	Tmin [kN]	Tmax [kN]	Mmin [kNm]	Mmax [kNm]
13	-1,20	27,40	38,25	1,09	5,59	0,26	2,78
14	-1,30	29,69	41,43	1,43	6,40	0,38	3,38
15	-1,40	31,97	44,62	1,81	7,27	0,54	4,07
16	-1,50	34,25	47,81	2,23	8,21	0,74	4,84
17	-1,60	36,54	51,00	2,70	9,21	0,99	5,71
18	-1,70	38,82	54,18	3,21	10,28	1,29	6,68
19	-1,80	41,11	57,37	3,77	11,40	1,63	7,77
20	-1,90	43,39	60,56	4,37	12,59	2,04	8,97
21	-2,00	45,67	63,74	5,02	13,85	2,51	10,29
22	-2,10	47,96	66,93	5,71	15,17	3,05	11,74
23	-2,20	50,24	70,12	6,44	16,55	3,65	13,32
24	-2,30	52,52	73,31	7,22	17,99	4,34	15,05
25	-2,40	54,81	76,49	8,05	19,50	5,10	16,92
26	-2,50	57,09	79,68	8,92	21,07	5,95	18,95
27	-2,60	59,37	82,87	9,83	22,70	6,88	21,14
28	-2,70	61,66	86,05	10,79	24,40	7,92	23,49
29	-2,80	63,94	89,24	11,79	26,16	9,04	26,02
30	-2,90	66,22	92,43	12,84	27,98	10,28	28,73
31	-3,00	68,51	95,62	13,93	29,87	11,61	31,62
32	-3,10	70,79	98,80	15,07	31,82	13,06	34,70
33	-3,20	73,08	101,99	16,25	33,84	14,63	37,99
34	-3,30	75,36	105,18	17,48	35,91	16,32	41,47
35	-3,40	77,64	108,37	18,75	38,05	18,13	45,17
36	-3,50	79,93	111,55	20,06	40,26	20,07	49,09
37	-3,60	82,21	114,74	21,42	42,52	22,14	53,22
38	-3,70	84,49	117,93	22,83	44,85	24,35	57,59
39	-3,80	86,78	121,11	24,27	47,25	26,71	62,20
40	-3,90	89,06	124,30	25,77	49,71	29,21	67,04
41	-4,00	91,34	127,49	27,31	52,23	31,86	72,14
42	-4,10	93,63	130,68	28,89	54,81	34,67	77,49
43	-4,20	95,91	133,86	30,52	57,46	37,64	83,10
44	-4,30	98,20	137,05	32,19	60,17	40,78	88,98
45	-4,40	100,48	140,24	33,90	62,94	44,08	95,14
46	-4,50	102,76	143,42	35,66	65,78	47,56	101,57
47	-4,60	105,05	146,61	37,47	68,68	51,21	108,30
48	-4,70	107,33	149,80	39,32	71,64	55,05	115,31
49	-4,80	109,61	152,99	41,21	74,67	59,08	122,63
50	-4,90	111,90	156,17	43,15	77,76	63,30	130,25
51	-5,00	114,18	159,36	45,14	80,91	67,71	138,18
52	-5,10	116,46	162,55	47,16	84,13	72,33	146,43
53	-5,20	118,75	165,74	49,24	87,41	77,15	155,01
54	-5,30	121,03	168,92	51,35	90,75	82,17	163,92
55	-5,40	123,32	172,11	53,52	94,16	87,42	173,16
56	-5,50	125,60	175,30	55,72	97,63	92,88	182,75
57	-5,60	127,88	178,48	57,97	101,16	98,56	192,69
58	-5,70	130,17	181,67	60,27	104,76	104,48	202,98
59	-5,80	132,45	184,86	62,61	108,42	110,62	213,64
60	-5,90	134,73	188,05	65,00	112,14	117,00	224,67
61	-6,00	137,02	191,23	67,42	115,93	123,62	236,07
62	-6,10	139,30	194,42	69,90	119,78	130,49	247,86
63	-6,20	141,58	197,61	72,42	123,69	137,60	260,03
64	-6,30	143,87	200,79	74,98	127,67	144,97	272,60
65	-6,40	146,15	203,98	77,59	131,70	152,60	285,56
66	-6,50	148,43	207,17	80,24	135,81	160,49	298,94
67	-6,60	150,72	210,36	82,94	139,97	168,65	312,73
68	-6,70	153,00	213,54	85,68	144,20	177,08	326,94
69	-6,80	155,29	216,73	88,47	148,50	185,79	341,57
70	-6,90	157,57	219,92	91,30	152,85	194,77	356,64
71	-7,00	159,85	223,10	94,17	157,27	204,05	372,14
72	-7,10	162,14	226,29	97,09	161,76	213,61	388,09
73	-7,20	164,42	229,48	100,06	166,30	223,47	404,50
74	-7,30	166,70	232,67	103,06	170,91	233,62	421,36
75	-7,40	168,99	235,85	106,12	175,58	244,08	438,68
76	-7,50	171,27	239,04	109,22	180,32	254,85	456,48
77	-7,60	173,55	242,23	112,36	185,12	265,93	474,75
78	-7,70	175,84	245,42	115,55	189,98	277,32	493,50
79	-7,80	178,12	248,60	118,78	194,91	289,04	512,75
80	-7,90	180,41	251,79	122,05	199,90	301,08	532,48
81	-8,00	182,69	254,98	125,38	204,95	313,45	552,73
82	-8,10	184,97	258,16	128,74	210,07	326,15	573,48
83	-8,20	187,26	261,35	132,15	215,24	339,20	594,74
84	-8,30	189,54	264,54	135,61	220,49	352,59	616,53
85	-8,40	191,82	267,73	139,10	225,79	366,32	638,84
86	-8,50	194,11	270,91	142,65	231,16	380,41	661,69
87	-8,60	196,39	274,10	146,24	236,59	394,85	685,08
88	-8,70	198,67	277,29	149,87	242,09	409,66	709,01
89	-8,80	200,96	280,47	153,55	247,65	424,83	733,50
90	-8,90	203,24	283,66	157,27	253,27	440,37	758,54

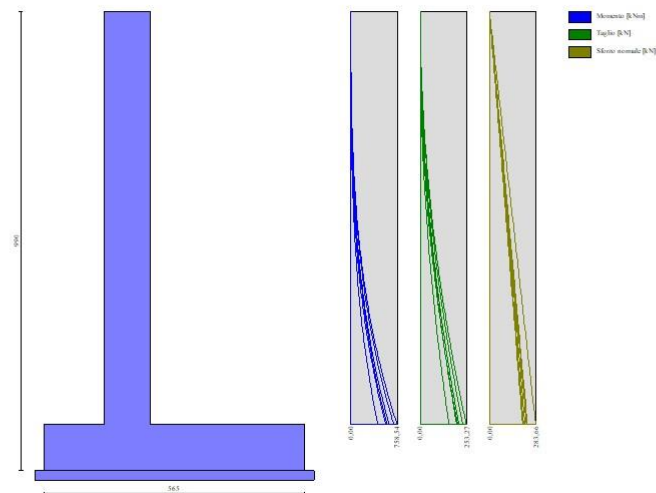


Fig. 8 - Paramento (Inviluppo)

6.3.2. FONDAZIONE

n°	X [m]	Nmin [kN]	Nmax [kN]	Tmin [kN]	Tmax [kN]	Mmin [kNm]	Mmax [kNm]
1	-2,30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2	-2,20	0,00	0,00	14,66	29,07	0,73	1,46
3	-2,10	0,00	0,00	29,33	57,68	2,93	5,80
4	-2,00	0,00	0,00	44,00	85,84	6,60	12,98
5	-1,90	0,00	0,00	58,67	113,55	11,73	22,95
6	-1,80	0,00	0,00	73,35	140,80	18,33	35,67
7	-1,70	0,00	0,00	88,03	167,60	26,40	51,10
8	-1,60	0,00	0,00	102,72	193,95	35,94	69,18
9	-1,50	0,00	0,00	117,41	219,84	46,95	89,87
10	-1,40	0,00	0,00	132,11	245,28	59,42	113,13
11	-1,30	0,00	0,00	146,81	270,26	73,37	138,91
12	-1,20	0,00	0,00	161,51	294,79	88,78	167,17
13	-1,10	0,00	0,00	176,22	318,87	105,67	197,86
14	-1,00	0,00	0,00	190,93	342,49	124,03	230,93
15	0,00	0,00	0,00	-237,41	-37,83	-540,71	-62,02
16	0,10	0,00	0,00	-237,74	-36,65	-517,29	-58,35
17	0,20	0,00	0,00	-237,63	-35,48	-493,87	-54,80
18	0,30	0,00	0,00	-237,08	-34,30	-470,48	-51,36
19	0,39	0,00	0,00	-236,08	-33,13	-447,17	-48,04
20	0,49	0,00	0,00	-234,63	-31,97	-423,98	-44,83
21	0,59	0,00	0,00	-232,75	-30,81	-400,95	-41,74
22	0,69	0,00	0,00	-230,42	-29,65	-378,13	-38,76
23	0,79	0,00	0,00	-227,65	-28,50	-355,55	-35,90
24	0,89	0,00	0,00	-224,43	-27,35	-333,28	-33,14
25	0,99	0,00	0,00	-220,77	-26,20	-311,34	-30,51
26	1,08	0,00	0,00	-216,67	-25,06	-289,79	-27,98
27	1,18	0,00	0,00	-212,13	-23,93	-268,66	-25,57
28	1,28	0,00	0,00	-207,14	-22,80	-248,00	-23,27
29	1,38	0,00	0,00	-201,71	-21,67	-227,86	-21,07
30	1,48	0,00	0,00	-195,83	-20,55	-208,27	-19,00
31	1,58	0,00	0,00	-189,52	-19,43	-189,28	-17,03
32	1,68	0,00	0,00	-182,75	-18,31	-170,94	-15,17
33	1,77	0,00	0,00	-175,55	-17,20	-153,28	-13,42
34	1,87	0,00	0,00	-167,90	-16,09	-136,36	-11,78
35	1,97	0,00	0,00	-159,81	-14,99	-120,21	-10,25
36	2,07	0,00	0,00	-151,28	-13,89	-104,88	-8,82
37	2,17	0,00	0,00	-142,30	-12,80	-90,41	-7,51
38	2,27	0,00	0,00	-132,88	-11,71	-76,85	-6,30
39	2,36	0,00	0,00	-123,02	-10,62	-64,24	-5,20
40	2,46	0,00	0,00	-112,71	-9,54	-52,63	-4,21
41	2,56	0,00	0,00	-101,96	-8,47	-42,05	-3,32
42	2,66	0,00	0,00	-90,77	-7,39	-32,55	-2,54
43	2,76	0,00	0,00	-79,13	-6,32	-24,18	-1,86

PROGETTAZIONE ATI:

n°	X [m]	Nmin [kN]	Nmax [kN]	Tmin [kN]	Tmax [kN]	Mmin [kNm]	Mmax [kNm]
44	2,86	0,00	0,00	-67,05	-5,26	-16,97	-1,29
45	2,96	0,00	0,00	-54,53	-4,20	-10,98	-0,83
46	3,05	0,00	0,00	-41,56	-3,14	-6,24	-0,46
47	3,15	0,00	0,00	-28,15	-2,09	-2,80	-0,21
48	3,25	0,00	0,00	-14,30	-1,04	-0,71	-0,05
49	3,35	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

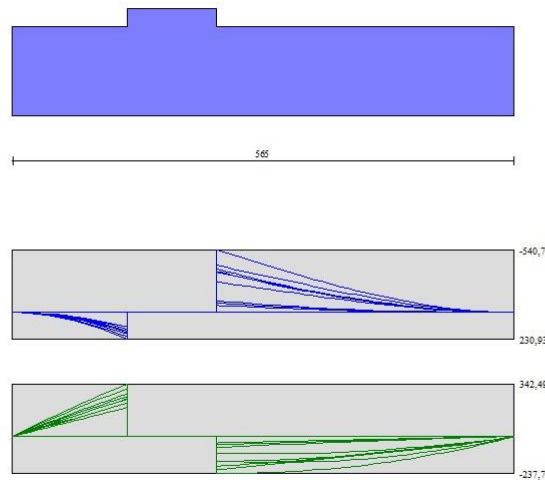


Fig. 9 - Fondazione (Inviluppo)

7. DICHIARAZIONI SECONDO N.T.C. 2018 (PUNTO 10.2)

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

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

Tipo di analisi svolta

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

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

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

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

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

Origine e caratteristiche dei codici di calcolo

Titolo	MAX - Analisi e Calcolo Muri di Sostegno
Versione	16.0
Produttore	Aztec Informatica srl, Casali del Manco - loc. Casole Bruzio (CS)
Utente	STUDIO SURACI INGEGNERIA S.R.L.
Licenza	AIU6456Y8

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
(ING. GIOVANNI SURACI)

PROGETTAZIONE ATI: