

COMUNE



COMUNE DI BORNASCO
Provincia di Pavia

COMMITTENTE



MICROSOFT 4825 Italy Srl
Viale Pasubio, 21
Milano

+39 02 38591444

COORDINAMENTO DELLA PROGETTAZIONE



RKD Design Srl
Piazza Pietro Merolli, 2
Roma

+39 345 2219472

Adottato dal Consiglio Comunale con deliberazione n° in data

Publicato dal al

Approvato definitivamente dal C. C. con deliberazione n° in data

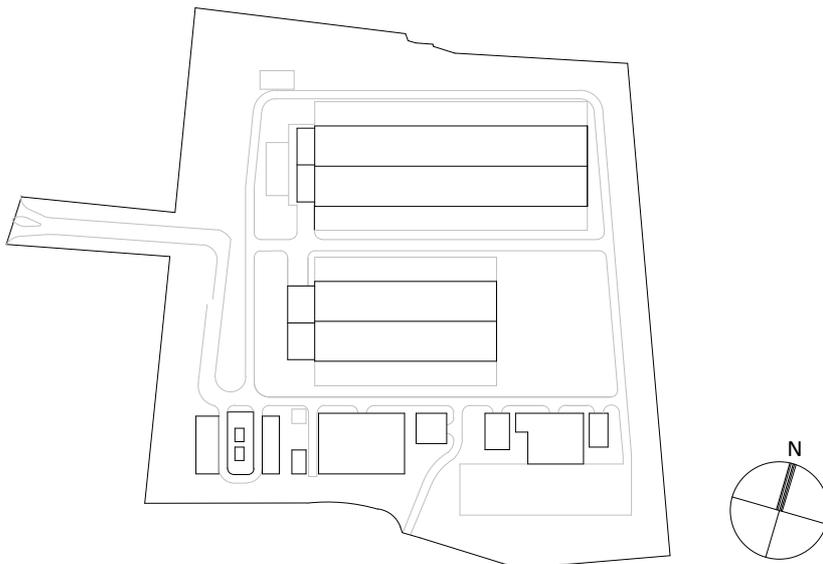
PROGETTISTA:
Ing. Giuseppe Ciccarone
Ordine degli Ingegneri della
Provincia di Monza e Brianza
n°A2248



TRM
Infrastrutture Territorio Ambiente

SERVIZI DI INGEGNERIA
Via Giuseppe Ferrari 39, 20900 Monza (MB)
Tel. 039/3900237 - Fax. 2314017
ufficio.tecnico@trmgroupp.org

PIANTA CHIAVE



PROGETTO

PIANO ATTUATIVO AMBITO DI TRASFORMAZIONE ATP1 CON DESTINAZIONE PRODUTTIVA

PROGETTO N.

21170

INDIRIZZO

VIA DEI PIOPPI, BORNASCO

SCALA.

-

TITOLO

PIANO ATTUATIVO

DATA

14.01.22

ELABORATO OPERE NON A SCOMPUTO ONERI

4 - ADEGUAMENTO CAVO FOSSO GALLINO - RELAZIONE DI PREDIMENSIONAMENTO DELLE STRUTTURE

NUMERO ELABORATO

L4-R2

I diritti d'autore e la proprietà di questo disegno spettano a RKD Architects, il cui previo consenso scritto è necessario per il suo utilizzo, riproduzione o pubblicazione a terzi. Tutti i diritti riservati dalla legge sul diritto d'autore e dalle convenzioni internazionali sul diritto d'autore sono riservati a RKD Architects e possono essere protetti da procedimenti giudiziari di risarcimento per danni e/o ingiunzioni e spese. I sistemi di gestione della qualità di RKD Architects sono certificati ISO 9001:2015.

Tutte le dimensioni devono essere controllate in situ. Le quote figurate hanno preferenza sulle dimensioni in scala. Eventuali errori o discrepanze dovranno essere riportati agli architetti. Questo disegno non sarà editato o modificato dal destinatario.

A4

INDICE

1.	Introduzione	3
1.1	Premessa	3
2.	Normative di riferimento.....	4
3.	Calcolo della spinta sul muro	6
3.1	Valori caratteristici e valori di calcolo	6
3.2	Spinta in presenza di falda	7
3.3	Spinta in presenza di sisma	7
3.4	Verifica a ribaltamento.....	9
3.5	Verifica a scorrimento.....	9
3.6	Verifica al carico limite.....	10
3.7	Verifica alla stabilità globale	12
4.	Dati	14
4.1	Geometria profilo terreno a monte del muro.....	14
4.2	Geometria muro	15
5.	Descrizione terreni.....	16
5.1	Parametri di resistenza.....	16
5.2	Stratigrafia.....	16
6.	Condizioni di carico.....	17
7.	Normativa	18
7.1	Coefficienti parziali per i parametri geotecnici	18
7.2	Coefficienti parziali per le verifiche agli stati limite ultimi str e geo	18
7.3	Descrizione combinazioni di carico	18
8.	Dati sismici.....	21
9.	Opzioni di calcolo.....	23
10.	Risultati per inviluppo	25

11.	Verifiche geotecniche	25
12.	Sollecitazioni	26
12.1	Sollecitazioni mensola in elevazione e fondazione	26
13.	Verifiche strutturali.....	28
14.	Verifica a fessurazione	30
15.	Dichiarazioni secondo N.T.C. 2018 (punto 10.2)	33

1. INTRODUZIONE

1.1 PREMESSA

La seguente relazione tratta il predimensionamento delle opere di sostegno che ricadono all'interno dell'area oggetto di intervento sita nel comune di Bornasco in provincia di Pavia, ed in particolare delle opere di sostegno ricadenti all'interno della perimetrazione del lotto di intervento n°4. L'obiettivo in questa fase consiste nel predimensionare la geometria delle opere di sostegno soddisfacendo le verifiche geotecniche di cui al Cap. 6 delle NTC 2018 e predimensionare le armature. Tali risultati si basano su considerazioni geotecniche circa i parametri geomeccanici utilizzati per le analisi. Tali parametri essenziali ai fini del predimensionamento e di qualsiasi altra operazione di calcolo strutturale e geotecnico, sono stati ricavati dai risultati di prove penetrometriche dinamiche (SPT) e statiche (CPT) condotte all'interno dell'area oggetto di intervento e lungo diverse verticali di indagini. I risultati di tali indagini si estendono ben oltre il volume significativo dell'opera in esame, la cui profondità minima al di sotto del cavo di fondazione è stata stimata, in accordo con le norme vigenti, come compresa tra 0.75-1.5 volte l'altezza del paramento libero, ovvero 2.25m-4.50m. Nel caso in esame, la profondità del volume significativo è pari a 5.50 metri al di sotto del cavo di fondazione.

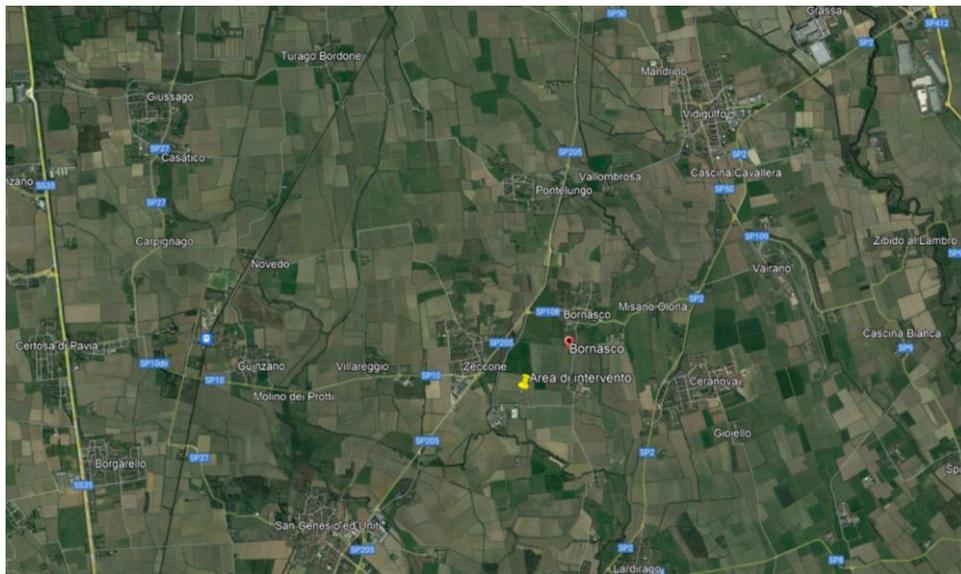


Figura 1: Individuazione area di studio.

Per gli attraversamenti fluviali, sono previste delle sezioni scatolari in cls armato prefabbricato.

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 2008 (D.M. 14 Gennaio 2008)

- Circolare 617 del 02/02/2009

- Circolare C.S.L.P. 02/02/2009 n.617 - Istruzioni per l'applicazione delle Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al D.M. 14 gennaio 2008

- Aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni (D.M. 17 Gennaio 2018)

- Circolare 21 gennaio 2019 n.7 " Istruzioni per l'applicazione dell'«Aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni"» di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018"

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.

3. CALCOLO DELLA SPINTA SUL MURO

3.1 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.

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 r 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.

3.2 SPINTA IN PRESENZA DI FALDA

Nel caso in cui a monte del muro sia presente la falda il diagramma delle pressioni sul muro 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 di galleggiamento

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

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 idrostatica esercitata dall'acqua.

3.3 SPINTA IN PRESENZA DI SISMA

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

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

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

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

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

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

Terreno a bassa permeabilità

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

Terreno a permeabilità elevata

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

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

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

dove il coefficiente A vale

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

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

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

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

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

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

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

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

3.4 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 δ è positivo, ribaltante se δ è negativo. δ è positivo quando è il terrapieno che scorre rispetto al muro, negativo quando è il muro che tende a scorrere rispetto al terrapieno (questo può essere il caso di una spalla da ponte gravata da carichi notevoli). Se sono presenti dei tiranti essi contribuiscono al momento stabilizzante.

Questa verifica ha significato solo per fondazione superficiale e non per fondazione su pali.

3.5 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 δ_f l'angolo d'attrito terreno-fondazione, con c_a l'adesione terreno-fondazione e con B_f la larghezza della fondazione reagente, la forza resistente può esprimersi come

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

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

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

3.6 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:

$$q_u = cN_c s_c d_c i_c + qN_q s_q d_q i_q + 0.5B\gamma N_\gamma s_\gamma d_\gamma i_\gamma$$

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

Indichiamo con K_p il coefficiente di spinta passiva espresso da:

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

Riduzione per eccentricità del carico

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

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

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

Riduzione per effetto piastra

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

$$r_\gamma = 1.0 + 0.25 \log \frac{B}{2,0}$$

Il termine sul peso di volume diventa:

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

3.7 VERIFICA ALLA STABILITÀ GLOBALE

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

Viene usata la tecnica della suddivisione a strisce della superficie di scorrimento da analizzare. La superficie di scorrimento viene supposta circolare e determinata in modo tale da non avere intersezione con il profilo del muro. Si 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 α_i sono la larghezza e l'inclinazione della base della striscia i -esima rispetto all'orizzontale, W_i è il peso della striscia i -esima, c_i e ϕ_i sono le caratteristiche del terreno (coesione ed angolo di attrito) lungo la base della striscia ed u_i è la pressione neutra lungo la base della striscia.

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

4. DATI

Materiali

Simbologia adottata

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

Calcestruzzo armato

n°	Descr	C	A	γ [kN/mc]	R _{ck} [kPa]	E [kPa]	ν	n	ntc
1	C25/30	C25/30	B450C	24,5170	30000	31447048	0.30	15.00	0.50

Acciai

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

4.1 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 [m]	Y [m]	A [°]
1	0,00	0,00	0.000
2	13,35	0,00	0.000

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

4.2 GEOMETRIA MURO

La geometria dell'opera di sostegno risulta essere variabile per far fronte alle variazioni di quota del piano di posa della fondazione a causa delle varie pendenze del fondo dei canali e delle differenti quote del piano campagna. Il predimensionamento dell'opera è stato condotto in riferimento ad un metro lineare di muro.

Paramento		
Materiale	C25/30	
Altezza paramento	3,50	[m]
Altezza paramento libero	3,10	[m]
Spessore in sommità	0,45	[m]
Spessore all'attacco con la fondazione	0,45	[m]
Inclinazione paramento esterno	0,00	[°]
Inclinazione paramento interno	0,00	[°]
Fondazione		
Materiale	C25/30	
Lunghezza mensola di valle	0,45	[m]
Lunghezza mensola di monte	2,20	[m]
Lunghezza totale	3,10	[m]
Inclinazione piano di posa	0,00	[°]
Spessore	0,40	[m]
Spessore magrone	0,10	[m]

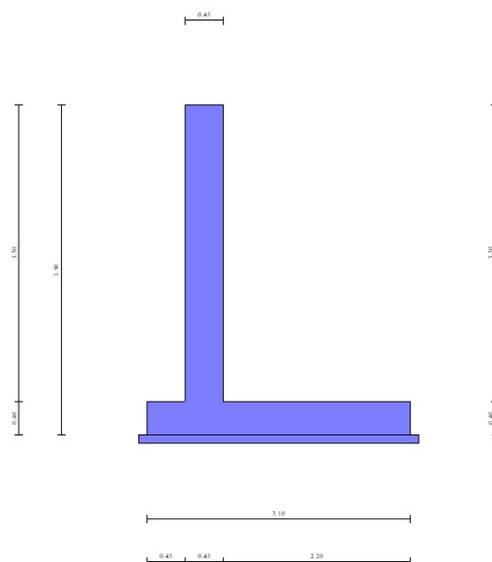


Figura 2: Geometria opera di sostegno.

5. DESCRIZIONE TERRENI

5.1 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 [°]
 δ Angolo d'attrito terra-muro espresso in [°]
 c Coesione espressa in [kPa]
 ca Adesione terra-muro espressa in [kPa]
Per calcolo portanza con il metodo di Bustamante-Doix
 Cesp 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]	ca [kPa]	Cesp	τ_l [kPa]
1	Sabbia Normal-consolidata strato 1	16,5900	17,6000	34.000	22.670	2	1	---	---
2	Sabbia Normal-Consolidata strato 2	15,7900	1949,0000	32.500	21.670	1	1	---	---
3	Sabbia Normal-Consolidata strato 3	16.0700	17,0000	33.500	22.333	1	1	---	---
4	Sabbia Normal-Consolidata strato 4	16,6400	20,5400	34.000	22.667	1	1	---	---
5	Sabbia-Strato 5	15,1100	16,4370	32.500	21.670	1	1	---	---

5.2 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)
 Kw Costante di Winkler orizzontale espressa in Kg/cm²/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_{sta}, Kst_{sis} Coeff. di spinta statico e sismico

n°	H [m]	α [°]	Terreno	Kw [Kg/cm ³]	Ks	Cesp	Kst _{sta}	Kst _{sis}
1	1,50	0.000	Sabbia Normal-consolidata strato 1	---	---	---	---	---
2	1,50	0.000	Sabbia Normal-Consolidata strato 2	---	---	---	---	---
3	1,50	0.000	Sabbia Normal-Consolidata strato 3	---	---	---	---	---
4	1,50	0.000	Sabbia Normal-Consolidata strato 4	---	---	---	---	---
5	3,00	0.000	Sabbia-Strato 5	---	---	---	---	---

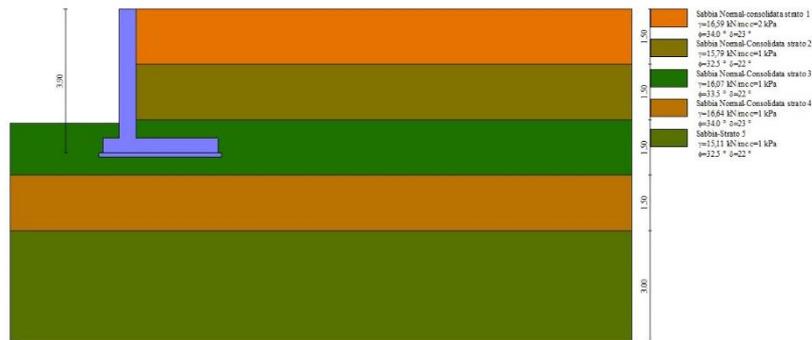


Figura 3: Stratigrafia dei terreni coinvolti.

6. CONDIZIONI DI CARICO

Le condizioni di carico applicate al piano campagna consistono nel considerare due colonne di carico in accordo a quanto previsto al punto 5.1 delle NTC2018 e considerandone la diffusione dal punto di applicazione al paramento dell'opera per i carichi concentrati.

Per quel che concerne i carichi permanenti strutturali G1 e non strutturali G2, sono calcolati automaticamente dal software e verificati dallo scrivente.

Simbologia adottata

Carichi verticali positivi verso il basso.

Carichi orizzontali positivi verso sinistra.

Momento positivo senso antiorario.

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

F_x Componente orizzontale del carico concentrato espressa in [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 TF (Q_{k1} e q_{k1})

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

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	Concentrato	0,50	0,0000	54,2000					
2	Concentrato	2,50	0,0000	25,7000					
3	Distribuito					0,00	3,00	9,0000	9,0000

Condizione n° 2 (Condizione 2) – VARIABILE TF (Q_{k2} e q_{k2})

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

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					3,00	6,00	9,0000	9,0000
2	Concentrato	3,50	0,0000	29,5000					
3	Concentrato	5,50	0,0000	18,4000					

7. 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		
			HYD	UPL	EQU	A1	A2	EQU	A1	A2
Permanenti strutturali (G1)	Favorevoli	$\gamma_{G1,fav}$	1.00	0.90	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Permanenti strutturali (G1)	Sfavorevoli	$\gamma_{G1,sfav}$	1.00	1.10	1.30	1.30	1.00	1.00	1.00	1.00
Permanenti non strutturali (G2)	Favorevoli	$\gamma_{G2,fav}$	0.00	0.80	0.80	0.80	0.80	0.00	0.00	0.00
Permanenti non strutturali (G2)	Sfavorevoli	$\gamma_{G2,sfav}$	1.00	1.50	1.50	1.50	1.30	1.00	1.00	1.00
Variabili (QK)	Favorevoli	$\gamma_{Q,fav}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Variabili (QK)	Sfavorevoli	$\gamma_{Q,sfav}$	1.00	1.50	1.50	1.50	1.30	1.00	1.00	1.00
Variabili da traffico (QK ₁ e QK ₂)	Favorevoli	$\gamma_{QT,fav}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Variabili da traffico (QK ₁ e QK ₂)	Sfavorevoli	$\gamma_{QT,sfav}$	1.00	1.50	1.35	1.35	1.15	1.00	1.00	1.00

7.1 COEFFICIENTI PARZIALI PER I PARAMETRI GEOTECNICI

Parametro		Combinazioni statiche		Combinazioni sismiche	
		M1	M2	M1	M2
Tangente dell'angolo di attrito	$\gamma_{\tan(\psi')}$	1.00	1.25	1.00	1.00
Coesione efficace	$\gamma_{c'}$	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

7.2 COEFFICIENTI PARZIALI 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	--

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

In particolare si sono considerate le seguenti combinazioni:

Simbologia adottata

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

Combinazione n° 1 - STR (A1-M1-R3)

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.30	--	Sfavorevole
Condizione 1	1.35	1.00	Sfavorevole
Condizione 2	1.50	1.00	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

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Condizione 1	1.00	1.00	Sfavorevole
Condizione 2	1.00	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
Condizione 1	1.00	1.00	Sfavorevole
Condizione 2	1.00	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 4 - GEO (A2-M2-R2)

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Condizione 1	1.15	1.00	Sfavorevole
Condizione 2	1.30	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 5 - 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
Condizione 1	1.00	1.00	Sfavorevole
Condizione 2	1.00	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 6 - 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
Condizione 1	1.00	1.00	Sfavorevole
Condizione 2	1.00	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 7 - EQU (A1-M1-R3)

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.30	--	Sfavorevole
Condizione 1	1.35	1.00	Sfavorevole
Condizione 2	1.50	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 8 - 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
Condizione 1	1.00	1.00	Sfavorevole
Condizione 2	1.00	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 9 - 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
Condizione 1	1.00	1.00	Sfavorevole
Condizione 2	1.00	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 10 - SLER

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Condizione 1	1.00	1.00	Sfavorevole
Condizione 2	1.00	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 11 - SLEF

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

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Condizione 1	1.00	1.00	Sfavorevole
Condizione 2	1.00	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 12 - SLEQ

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Condizione 1	1.00	1.00	Sfavorevole
Condizione 2	1.00	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 13 - SLEQ H + V

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Condizione 1	1.00	1.00	Sfavorevole
Condizione 2	1.00	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 14 - SLEQ H - V

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Condizione 1	1.00	1.00	Sfavorevole
Condizione 2	1.00	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 15 - 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
Condizione 1	1.00	1.00	Sfavorevole
Condizione 2	1.00	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 16 - 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
Condizione 1	1.00	1.00	Sfavorevole
Condizione 2	1.00	1.00	Sfavorevole

8. DATI SISMICI

Comune	Bornasco
Provincia	Pavia
Regione	Lombardia
Latitudine	45.267500
Longitudine	9.219074
Indice punti di interpolazione	13149 - 12927 - 12926 - 13148
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_a	[m/s ²]	0.602	0.270
Accelerazione al suolo	a_g/g	[%]	0.061	0.028
Massimo fattore amplificazione spettro orizzontale	F0		2.570	2.537
Periodo inizio tratto spettro a velocità costante	Tc*		0.284	0.203
Tipo di sottosuolo - Coefficiente stratigrafico	Ss		C	1.500
Categoria topografica - Coefficiente amplificazione topografica	St		T1	1.000

Stato limite ...	Coeff. di riduzione β_m	kh	kv
Ultimo - Scorrimento	0.380	3.499	1.749
Ultimo - Carico limite e verifiche strutturali	1.000	9.207	4.604
Ultimo - Ribaltamento	1.000	9.207	4.604
Esercizio	1.000	4.133	2.067

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

9. 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.....	$(0.5B\gamma N_\gamma)$
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.....	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

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.....Molto aggressive
 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.

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 fck	0.80 fyk
Frequente	1.00 fck	1.00 fyk
Quasi permanente	0.45 fck	1.00 fyk

10. 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 [kN]

Cx, Cy Componente in direzione X ed Y dell'azione, espressa in [kN]

Px, Py Coordinata X ed Y del punto di applicazione dell'azione, espressa in [m]

Ic	A	V [kN]	I [°]	Cx [kN]	Cy [kN]	Px [m]	Py [m]
1	Spinta statica	83,69	22,57	77,28	32,13	2,20	-1,75
	Peso/Inerzia muro			0,00	60,80/0,00	0,22	-2,42
	Peso/Inerzia terrapieno			0,00	212,94/0,00	1,10	-1,55
2	Spinta statica	59,33	22,61	54,77	22,81	2,20	-1,75
	Incremento di spinta sismica		13,25	12,23	5,09	2,20	-2,33
	Peso/Inerzia muro			5,60	60,80/2,80	0,22	-2,42
	Peso/Inerzia terrapieno			17,22	187,04/8,61	1,10	-1,55

11. VERIFICHE GEOTECNICHE

Quadro riassuntivo coeff. di sicurezza

Simbologia adottata

Cmb Indice/Tipo combinazione

S Sisma (H: componente orizzontale, V: componente verticale)

FSsco Coeff. di sicurezza allo scorrimento

FSRIB Coeff. di sicurezza al ribaltamento

FSQLIM Coeff. di sicurezza a carico limite

FSSTAB Coeff. di sicurezza a stabilità globale

FSHYD Coeff. di sicurezza a sifonamento

FSUPL Coeff. di sicurezza a sollevamento

Cmb	Sismica	FSsco	FSRIB	FSQLIM	FSSTAB	FSHYD	FSUPL
1 - STR (A1-M1-R3)		1.601		3.829			
2 - STR (A1-M1-R3)	H + V			3.056			
3 - STR (A1-M1-R3)	H - V			3.185			
4 - GEO (A2-M2-R2)					1.592		
5 - GEO (A2-M2-R2)	H + V				1.739		
6 - GEO (A2-M2-R2)	H - V				1.718		
7 - EQU (A1-M1-R3)			3.676				
8 - EQU (A1-M1-R3)	H + V		3.146				
9 - EQU (A1-M1-R3)	H - V		2.785				
15 - A1-M1-R3 SCOR	H + V	1.669					
16 - A1-M1-R3 SCOR	H - V	1.663					

12. SOLLECITAZIONI

Elementi calcolati a trave

Simbologia adottata

- 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)

12.1 SOLLECITAZIONI MENSOLA IN ELEVAZIONE E FONDAZIONE

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	1,05	1,15	0,15	0,27	0,01	0,01
3	-0,20	2,10	2,31	0,62	0,92	0,04	0,06
4	-0,30	3,16	3,46	2,16	3,06	0,17	0,24
5	-0,40	4,21	4,62	5,21	7,24	0,52	0,74
6	-0,50	5,26	5,77	9,25	12,73	1,24	1,73
7	-0,60	6,31	6,92	13,95	19,10	2,40	3,32
8	-0,70	7,37	8,08	18,14	24,77	4,01	5,52
9	-0,80	8,42	9,23	21,56	29,41	6,00	8,24
10	-0,90	9,47	10,39	24,47	33,36	8,31	11,38
11	-1,00	10,52	11,54	26,94	36,72	10,88	14,89
12	-1,10	11,58	12,69	29,11	39,66	13,68	18,71
13	-1,20	12,63	13,85	31,00	42,25	16,69	22,81
14	-1,30	13,68	15,00	32,69	44,56	19,88	27,15
15	-1,40	14,73	16,16	34,21	46,63	23,22	31,71
16	-1,50	15,79	17,31	35,58	48,50	26,71	36,47
17	-1,60	16,84	18,46	36,91	50,32	30,34	41,41
18	-1,70	17,89	19,62	38,16	52,04	34,09	46,53
19	-1,80	18,94	20,77	39,34	53,64	37,97	51,82
20	-1,90	20,00	21,93	40,43	55,13	41,96	57,26
21	-2,00	21,05	23,08	41,45	56,54	46,05	62,84
22	-2,10	22,10	24,24	42,41	57,85	50,25	68,56
23	-2,20	23,15	25,39	43,32	59,10	54,53	74,41
24	-2,30	24,21	26,54	44,17	60,28	58,91	80,38
25	-2,40	25,26	27,70	44,99	61,40	63,37	86,46
26	-2,50	26,31	28,85	45,76	62,47	67,90	92,66
27	-2,60	27,36	30,01	46,51	63,49	72,52	98,95
28	-2,70	28,42	31,16	47,22	64,48	77,20	105,35
29	-2,80	29,47	32,31	47,92	65,43	81,96	111,85
30	-2,90	30,52	33,47	48,63	66,37	86,79	118,44
31	-3,00	31,57	34,62	49,38	67,35	91,69	125,12
32	-3,10	32,63	35,78	50,41	68,61	96,68	131,92
33	-3,20	33,68	36,93	51,51	70,04	101,77	138,85
34	-3,30	34,73	38,08	52,68	71,60	106,98	145,93
35	-3,40	35,78	39,24	53,85	73,16	112,31	153,17
36	-3,50	36,84	40,39	55,03	74,71	117,75	160,56

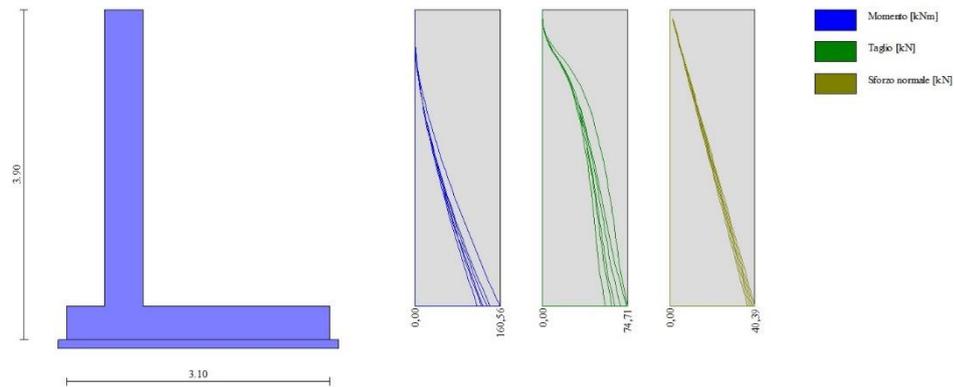


Figura 4: Involuppo CdS paramento verticale.

Fondazione

n°	X [m]	Nmin [kN]	Nmax [kN]	Tmin [kN]	Tmax [kN]	Mmin [kNm]	Mmax [kNm]
1	-0,90	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2	-0,81	0,00	0,00	9,10	12,55	0,41	0,57
3	-0,72	0,00	0,00	18,11	24,83	1,64	2,25
4	-0,63	0,00	0,00	27,04	36,85	3,67	5,03
5	-0,54	0,00	0,00	35,87	48,60	6,50	8,88
6	-0,45	0,00	0,00	44,61	60,09	10,12	13,77
7	0,00	0,00	0,00	-70,51	-23,69	-95,53	-35,89
8	0,10	0,00	0,00	-72,76	-26,24	-92,02	-36,10
9	0,20	0,00	0,00	-74,80	-28,68	-88,30	-36,06
10	0,30	0,00	0,00	-76,64	-31,01	-84,39	-35,79
11	0,40	0,00	0,00	-78,28	-33,22	-80,30	-35,29
12	0,50	0,00	0,00	-79,72	-35,33	-76,05	-34,57
13	0,60	0,00	0,00	-14,43	16,87	-22,85	9,72
14	0,70	0,00	0,00	-16,01	14,99	-21,32	8,12
15	0,80	0,00	0,00	-17,26	13,21	-19,66	6,72
16	0,90	0,00	0,00	-18,18	11,55	-17,88	5,48
17	1,00	0,00	0,00	-18,77	10,00	-16,03	4,40
18	1,10	0,00	0,00	-19,03	8,55	-14,14	3,48
19	1,20	0,00	0,00	-18,95	7,22	-12,24	2,69
20	1,30	0,00	0,00	-18,55	6,00	-10,36	2,03
21	1,40	0,00	0,00	-17,81	4,89	-8,54	1,48
22	1,50	0,00	0,00	-16,74	3,89	-6,81	1,05
23	1,60	0,00	0,00	-15,34	3,00	-5,20	0,70
24	1,70	0,00	0,00	-13,61	2,23	-3,75	0,44
25	1,80	0,00	0,00	-11,55	1,56	-2,49	0,25
26	1,90	0,00	0,00	-9,16	1,00	-1,45	0,13
27	2,00	0,00	0,00	-6,44	0,56	-0,67	0,05
28	2,10	0,00	0,00	-3,39	0,22	-0,17	0,01
29	2,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

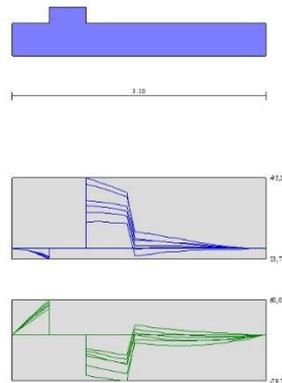


Figura 5: Involuppo CdS Fondazione.

13. VERIFICHE STRUTTURALI

Verifiche a flessione

Elementi calcolati a trave

Simbologia adottata

n°	indice sezione
Y	ordinata sezione espressa in [m]
B	larghezza sezione espressa in [m]
H	altezza sezione espressa in [m]
Afi	area ferri inferiori espressa in [mq]
Afs	area ferri superiori espressa in [mq]
M	momento agente espressa in [kNm]
N	sforzo normale agente espressa in [kN]
Mu	momento ultimi espresso in [kNm]
Nu	sforzo normale ultimo espressa in [kN]
FS	fattore di sicurezza (rapporto tra sollecitazione ultima e sollecitazione agente)

Paramento

n°	B [m]	H [m]	Afi [mq]	Afs [mq]	M [kNm]	N [kN]	Mu [kNm]	Nu [kN]	FS
1	1,00	0,45	0,001018	0,001527	0,00	0,00	0,00	0,00	100000,000
2	1,00	0,45	0,001018	0,001527	0,01	1,15	55,70	6075,35	5264,344
3	1,00	0,45	0,001018	0,001527	0,06	2,31	169,44	6075,35	2632,172
4	1,00	0,45	0,001018	0,001527	0,24	3,31	350,80	4800,48	1450,384
5	1,00	0,45	0,001018	0,001527	0,74	4,41	496,22	2955,66	669,752
6	1,00	0,45	0,001018	0,001527	1,73	5,52	427,06	1360,89	246,703
7	1,00	0,45	0,001018	0,001527	3,32	6,62	329,01	656,07	99,110
8	1,00	0,45	0,001018	0,001527	5,52	7,72	286,57	400,77	51,894
9	1,00	0,45	0,001018	0,001527	8,24	8,83	267,23	286,28	32,436
10	1,00	0,45	0,001018	0,001527	11,38	9,93	256,69	223,92	22,552
11	1,00	0,45	0,001018	0,001527	14,89	11,03	250,18	185,37	16,802
12	1,00	0,45	0,001018	0,001527	18,71	12,14	245,79	159,41	13,135
13	1,00	0,45	0,001018	0,001527	22,81	13,24	242,66	140,84	10,638
14	1,00	0,45	0,001018	0,001527	27,15	14,34	240,31	126,93	8,850
15	1,00	0,45	0,001018	0,001527	31,71	15,45	238,49	116,15	7,520
16	1,00	0,45	0,001018	0,001527	36,47	16,55	237,03	107,55	6,499
17	1,00	0,45	0,001018	0,001527	41,41	17,65	235,85	100,53	5,695
18	1,00	0,45	0,001018	0,001527	46,53	18,76	234,86	94,66	5,047
19	1,00	0,45	0,001018	0,001527	51,82	19,86	234,02	89,69	4,516
20	1,00	0,45	0,001018	0,001527	57,26	20,96	233,29	85,41	4,075
21	1,00	0,45	0,001018	0,001527	62,84	22,07	232,67	81,70	3,702
22	1,00	0,45	0,001018	0,001527	68,56	23,17	232,11	78,44	3,386
23	1,00	0,45	0,001018	0,001527	74,41	24,27	231,63	75,56	3,113
24	1,00	0,45	0,001018	0,001527	80,38	25,38	231,19	72,99	2,876
25	1,00	0,45	0,001018	0,001527	86,46	26,48	230,80	70,68	2,669
26	1,00	0,45	0,001018	0,001527	92,66	27,58	230,45	68,60	2,487
27	1,00	0,45	0,001018	0,001527	98,95	28,68	230,13	66,71	2,326
28	1,00	0,45	0,001018	0,001527	105,35	29,79	229,84	64,99	2,182
29	1,00	0,45	0,001018	0,001527	111,85	30,89	229,58	63,41	2,053
30	1,00	0,45	0,001018	0,001527	118,44	31,99	229,33	61,95	1,936
31	1,00	0,45	0,001018	0,001527	125,12	33,10	229,10	60,60	1,831
32	1,00	0,45	0,001018	0,001527	131,92	34,20	228,89	59,34	1,735
33	1,00	0,45	0,001018	0,001527	138,85	35,30	228,69	58,15	1,647
34	1,00	0,45	0,001018	0,001527	145,93	36,41	228,49	57,01	1,566
35	1,00	0,45	0,001018	0,001527	153,17	37,51	228,31	55,91	1,491

n°	B [m]	H [m]	Afi [mq]	Afs [mq]	M [kNm]	N [kN]	Mu [kNm]	Nu [kN]	FS
36	1,00	0,45	0,001018	0,001527	160,56	38,61	228,13	54,86	1.421

Fondazione

n°	B [m]	H [m]	Afi [mq]	Afs [mq]	M [kNm]	N [kN]	Mu [kNm]	Nu [kN]	FS
1	1,00	0,40	0,001018	0,001018	0,00	0,00	0,00	0,00	100000.000
2	1,00	0,40	0,001018	0,001018	0,57	0,00	130,48	0,00	230.258
3	1,00	0,40	0,001018	0,001018	2,25	0,00	130,48	0,00	57.971
4	1,00	0,40	0,001018	0,001018	5,03	0,00	130,48	0,00	25.948
5	1,00	0,40	0,001018	0,001018	8,88	0,00	130,48	0,00	14.701
6	1,00	0,40	0,001018	0,001018	13,77	0,00	130,48	0,00	9.476
7	1,00	0,40	0,001018	0,001018	-95,53	0,00	-130,48	0,00	1.366
8	1,00	0,40	0,001018	0,001018	-92,02	0,00	-130,48	0,00	1.418
9	1,00	0,40	0,001018	0,001018	-88,30	0,00	-130,48	0,00	1.478
10	1,00	0,40	0,001018	0,001018	-84,39	0,00	-130,48	0,00	1.546
11	1,00	0,40	0,001018	0,001018	-80,30	0,00	-130,48	0,00	1.625
12	1,00	0,40	0,001018	0,001018	-76,05	0,00	-130,48	0,00	1.711
13	1,00	0,40	0,001018	0,001018	-22,85	0,00	-130,48	0,00	5.711
14	1,00	0,40	0,001018	0,001018	-21,32	0,00	-130,48	0,00	6.120
15	1,00	0,40	0,001018	0,001018	-19,66	0,00	-130,48	0,00	6.639
16	1,00	0,40	0,001018	0,001018	-17,88	0,00	-130,48	0,00	7.298
17	1,00	0,40	0,001018	0,001018	-16,03	0,00	-130,48	0,00	8.140
18	1,00	0,40	0,001018	0,001018	-14,14	0,00	-130,48	0,00	9.230
19	1,00	0,40	0,001018	0,001018	-12,24	0,00	-130,48	0,00	10.664
20	1,00	0,40	0,001018	0,001018	-10,36	0,00	-130,48	0,00	12.598
21	1,00	0,40	0,001018	0,001018	-8,54	0,00	-130,48	0,00	15.284
22	1,00	0,40	0,001018	0,001018	-6,81	0,00	-130,48	0,00	19.170
23	1,00	0,40	0,001018	0,001018	-5,20	0,00	-130,48	0,00	25.096
24	1,00	0,40	0,001018	0,001018	-3,75	0,00	-130,48	0,00	34.808
25	1,00	0,40	0,001018	0,001018	-2,49	0,00	-130,48	0,00	52.457
26	1,00	0,40	0,001018	0,001018	-1,45	0,00	-130,48	0,00	90.061
27	1,00	0,40	0,001018	0,001018	-0,67	0,00	-130,48	0,00	195.921
28	1,00	0,40	0,001018	0,001018	-0,17	0,00	-130,48	0,00	758.544
29	1,00	0,40	0,001018	0,001018	0,00	0,00	0,00	0,00	100000.000

Verifiche a taglio

Simbologia adottata

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

Paramento

n°	B [m]	H [m]	A _{sw} [mq]	cotθ	V _{Rcd} [kN]	V _{Rsd} [kN]	V _{Rd} [kN]	T [kN]	FS
1	1,00	0,45	0,000000	--	0,00	0,00	207,28	0,00	100.000
2	1,00	0,45	0,000000	--	0,00	0,00	207,43	0,27	777.921
3	1,00	0,45	0,000000	--	0,00	0,00	207,57	0,92	226.400
4	1,00	0,45	0,000000	--	0,00	0,00	207,72	3,06	67.903
5	1,00	0,45	0,000000	--	0,00	0,00	207,87	7,24	28.713
6	1,00	0,45	0,000000	--	0,00	0,00	208,01	12,73	16.336
7	1,00	0,45	0,000000	--	0,00	0,00	208,16	19,10	10.901
8	1,00	0,45	0,000000	--	0,00	0,00	208,31	24,77	8.408
9	1,00	0,45	0,000000	--	0,00	0,00	208,45	29,41	7.087
10	1,00	0,45	0,000000	--	0,00	0,00	208,60	33,36	6.253
11	1,00	0,45	0,000000	--	0,00	0,00	208,75	36,72	5.685
12	1,00	0,45	0,000000	--	0,00	0,00	208,90	39,66	5.267
13	1,00	0,45	0,000000	--	0,00	0,00	209,04	42,25	4.948
14	1,00	0,45	0,000000	--	0,00	0,00	209,19	44,56	4.695
15	1,00	0,45	0,000000	--	0,00	0,00	209,34	46,63	4.490
16	1,00	0,45	0,000000	--	0,00	0,00	209,48	48,50	4.319
17	1,00	0,45	0,000000	--	0,00	0,00	209,63	50,32	4.166
18	1,00	0,45	0,000000	--	0,00	0,00	209,78	52,04	4.031
19	1,00	0,45	0,000000	--	0,00	0,00	209,93	53,64	3.914
20	1,00	0,45	0,000000	--	0,00	0,00	210,07	55,13	3.810
21	1,00	0,45	0,000000	--	0,00	0,00	210,22	56,54	3.718
22	1,00	0,45	0,000000	--	0,00	0,00	210,37	57,85	3.636
23	1,00	0,45	0,000000	--	0,00	0,00	210,51	59,10	3.562
24	1,00	0,45	0,000000	--	0,00	0,00	210,66	60,28	3.495
25	1,00	0,45	0,000000	--	0,00	0,00	210,81	61,40	3.433
26	1,00	0,45	0,000000	--	0,00	0,00	210,96	62,47	3.377

n°	B [m]	H [m]	A _{sw} [mq]	cotθ	V _{Rcd} [kN]	V _{Rsd} [kN]	V _{Rd} [kN]	T [kN]	FS
27	1,00	0,45	0,000000	--	0,00	0,00	211,10	63,49	3.325
28	1,00	0,45	0,000000	--	0,00	0,00	211,25	64,48	3.276
29	1,00	0,45	0,000000	--	0,00	0,00	211,40	65,43	3.231
30	1,00	0,45	0,000000	--	0,00	0,00	211,54	66,37	3.187
31	1,00	0,45	0,000000	--	0,00	0,00	211,69	67,35	3.143
32	1,00	0,45	0,000000	--	0,00	0,00	211,84	68,61	3.088
33	1,00	0,45	0,000000	--	0,00	0,00	211,98	70,04	3.027
34	1,00	0,45	0,000000	--	0,00	0,00	212,13	71,60	2.963
35	1,00	0,45	0,000000	--	0,00	0,00	212,28	73,16	2.902
36	1,00	0,45	0,000000	--	0,00	0,00	212,43	74,71	2.844

Fondazione

n°	B [m]	H [m]	A _{sw} [mq]	cotθ	V _{Rcd} [kN]	V _{Rsd} [kN]	V _{Rd} [kN]	T [kN]	FS
1	1,00	0,40	0,000000	--	0,00	0,00	181,06	0,00	100.000
2	1,00	0,40	0,000000	--	0,00	0,00	181,06	-12,55	14.429
3	1,00	0,40	0,000000	--	0,00	0,00	181,06	-24,83	7.292
4	1,00	0,40	0,000000	--	0,00	0,00	181,06	-36,85	4.913
5	1,00	0,40	0,000000	--	0,00	0,00	181,06	-48,60	3.725
6	1,00	0,40	0,000000	--	0,00	0,00	181,06	-60,09	3.013
7	1,00	0,40	0,000000	--	0,00	0,00	181,06	-70,51	2.568
8	1,00	0,40	0,000000	--	0,00	0,00	181,06	-72,76	2.489
9	1,00	0,40	0,000000	--	0,00	0,00	181,06	-74,80	2.421
10	1,00	0,40	0,000000	--	0,00	0,00	181,06	-76,64	2.362
11	1,00	0,40	0,000000	--	0,00	0,00	181,06	-78,28	2.313
12	1,00	0,40	0,000000	--	0,00	0,00	181,06	-79,72	2.271
13	1,00	0,40	0,000000	--	0,00	0,00	181,06	-14,43	12.546
14	1,00	0,40	0,000000	--	0,00	0,00	181,06	-16,01	11.307
15	1,00	0,40	0,000000	--	0,00	0,00	181,06	-17,26	10.488
16	1,00	0,40	0,000000	--	0,00	0,00	181,06	-18,18	9.958
17	1,00	0,40	0,000000	--	0,00	0,00	181,06	-18,77	9.646
18	1,00	0,40	0,000000	--	0,00	0,00	181,06	-19,03	9.516
19	1,00	0,40	0,000000	--	0,00	0,00	181,06	-18,95	9.554
20	1,00	0,40	0,000000	--	0,00	0,00	181,06	-18,55	9.762
21	1,00	0,40	0,000000	--	0,00	0,00	181,06	-17,81	10.166
22	1,00	0,40	0,000000	--	0,00	0,00	181,06	-16,74	10.814
23	1,00	0,40	0,000000	--	0,00	0,00	181,06	-15,34	11.800
24	1,00	0,40	0,000000	--	0,00	0,00	181,06	-13,61	13.299
25	1,00	0,40	0,000000	--	0,00	0,00	181,06	-11,55	15.671
26	1,00	0,40	0,000000	--	0,00	0,00	181,06	-9,16	19.762
27	1,00	0,40	0,000000	--	0,00	0,00	181,06	-6,44	28.119
28	1,00	0,40	0,000000	--	0,00	0,00	181,06	-3,39	53.488
29	1,00	0,40	0,000000	--	0,00	0,00	181,06	0,00	100.000

14. VERIFICA A FESSURAZIONE

Simbologia adottata

n°	indice sezione
Y	ordinata sezione espressa in [m]
B	larghezza sezione espresso in [m]
H	altezza sezione espressa in [m]
A _f	area ferri zona tesa espresso in [mq]
A _{eff}	area efficace espressa in [mq]
M	momento agente espressa in [kNm]
M _{pf}	momento di prima fessurazione espressa in [kNm]
ε	deformazione espresso in %
S _m	spaziatura tra le fessure espressa in [m]
w	apertura delle fessure espressa in [m]

Combinazioni SLEF

Paramento

Apertura limite fessure $w_{lim}=0.20$

n°	B [m]	H [m]	A _f [mq]	A _{eff} [mq]	M [kNm]	M _{pf} [kNm]	ε [%]	S _m [m]	w [m]
1	1,00	0,45	0,000000	0,000000	0,00	0,00	---	---	0,000000 (11)
2	1,00	0,45	0,001527	0,147500	0,01	119,37	0,000000	0,000000	0,000000 (11)
3	1,00	0,45	0,001527	0,147500	0,04	119,46	0,000000	0,000000	0,000000 (11)
4	1,00	0,45	0,001527	0,147500	0,17	119,54	0,000000	0,000000	0,000000 (11)
5	1,00	0,45	0,001527	0,147500	0,52	119,62	0,000000	0,000000	0,000000 (11)
6	1,00	0,45	0,001527	0,147500	1,24	119,71	0,000000	0,000000	0,000000 (11)
7	1,00	0,45	0,001527	0,147500	2,40	119,79	0,000000	0,000000	0,000000 (11)

n°	B [m]	H [m]	Af [mq]	Aeff [mq]	M [kNm]	Mpf [kNm]	ε [%]	Sm [m]	w [m]
8	1,00	0,45	0,001527	0,147500	4,01	119,88	0,000000	0,000000	0,000000 (11)
9	1,00	0,45	0,001527	0,147500	6,00	119,97	0,000000	0,000000	0,000000 (11)
10	1,00	0,45	0,001527	0,147500	8,31	120,05	0,000000	0,000000	0,000000 (11)
11	1,00	0,45	0,001527	0,147500	10,88	120,13	0,000000	0,000000	0,000000 (11)
12	1,00	0,45	0,001527	0,147500	13,68	120,22	0,000000	0,000000	0,000000 (11)
13	1,00	0,45	0,001527	0,147500	16,69	120,30	0,000000	0,000000	0,000000 (11)
14	1,00	0,45	0,001527	0,147500	19,88	120,39	0,000000	0,000000	0,000000 (11)
15	1,00	0,45	0,001527	0,147500	23,22	120,47	0,000000	0,000000	0,000000 (11)
16	1,00	0,45	0,001527	0,147500	26,71	120,56	0,000000	0,000000	0,000000 (11)
17	1,00	0,45	0,001527	0,147500	30,34	120,64	0,000000	0,000000	0,000000 (11)
18	1,00	0,45	0,001527	0,147500	34,09	120,73	0,000000	0,000000	0,000000 (11)
19	1,00	0,45	0,001527	0,147500	37,97	120,81	0,000000	0,000000	0,000000 (11)
20	1,00	0,45	0,001527	0,147500	41,96	120,90	0,000000	0,000000	0,000000 (11)
21	1,00	0,45	0,001527	0,147500	46,05	120,98	0,000000	0,000000	0,000000 (11)
22	1,00	0,45	0,001527	0,147500	50,25	121,07	0,000000	0,000000	0,000000 (11)
23	1,00	0,45	0,001527	0,147500	54,53	121,15	0,000000	0,000000	0,000000 (11)
24	1,00	0,45	0,001527	0,147500	58,91	121,24	0,000000	0,000000	0,000000 (11)
25	1,00	0,45	0,001527	0,147500	63,37	121,33	0,000000	0,000000	0,000000 (11)
26	1,00	0,45	0,001527	0,147500	67,90	121,41	0,000000	0,000000	0,000000 (11)
27	1,00	0,45	0,001527	0,147500	72,52	121,49	0,000000	0,000000	0,000000 (11)
28	1,00	0,45	0,001527	0,147500	77,20	121,58	0,000000	0,000000	0,000000 (11)
29	1,00	0,45	0,001527	0,147500	81,96	121,66	0,000000	0,000000	0,000000 (11)
30	1,00	0,45	0,001527	0,147500	86,79	121,75	0,000000	0,000000	0,000000 (11)
31	1,00	0,45	0,001527	0,147500	91,69	121,84	0,000000	0,000000	0,000000 (11)
32	1,00	0,45	0,001527	0,147500	96,68	121,92	0,000000	0,000000	0,000000 (11)
33	1,00	0,45	0,001527	0,147500	101,77	122,00	0,000000	0,000000	0,000000 (11)
34	1,00	0,45	0,001527	0,147500	106,98	122,09	0,000000	0,000000	0,000000 (11)
35	1,00	0,45	0,001527	0,147500	112,31	122,17	0,000000	0,000000	0,000000 (11)
36	1,00	0,45	0,001527	0,147500	117,75	122,26	0,000000	0,000000	0,000000 (11)

Fondazione

Apertura limite fessure $w_{lim}=0.20$

n°	B [m]	H [m]	Af [mq]	Aeff [mq]	M [kNm]	Mpf [kNm]	ε [%]	Sm [m]	w [m]
1	1,00	0,40	0,000000	0,000000	0,00	0,00	---	---	0,000000 (11)
2	1,00	0,40	0,001018	0,147500	0,41	91,18	0,000000	0,000000	0,000000 (11)
3	1,00	0,40	0,001018	0,147500	1,64	91,18	0,000000	0,000000	0,000000 (11)
4	1,00	0,40	0,001018	0,147500	3,67	91,18	0,000000	0,000000	0,000000 (11)
5	1,00	0,40	0,001018	0,147500	6,50	91,18	0,000000	0,000000	0,000000 (11)
6	1,00	0,40	0,001018	0,147500	10,12	91,18	0,000000	0,000000	0,000000 (11)
7	1,00	0,40	0,001018	0,147500	-35,89	-91,18	0,000000	0,000000	0,000000 (11)
8	1,00	0,40	0,001018	0,147500	-36,10	-91,18	0,000000	0,000000	0,000000 (11)
9	1,00	0,40	0,001018	0,147500	-36,06	-91,18	0,000000	0,000000	0,000000 (11)
10	1,00	0,40	0,001018	0,147500	-35,79	-91,18	0,000000	0,000000	0,000000 (11)
11	1,00	0,40	0,001018	0,147500	-35,29	-91,18	0,000000	0,000000	0,000000 (11)
12	1,00	0,40	0,001018	0,147500	-34,57	-91,18	0,000000	0,000000	0,000000 (11)
13	1,00	0,40	0,001018	0,147500	9,72	91,18	0,000000	0,000000	0,000000 (11)
14	1,00	0,40	0,001018	0,147500	8,12	91,18	0,000000	0,000000	0,000000 (11)
15	1,00	0,40	0,001018	0,147500	6,72	91,18	0,000000	0,000000	0,000000 (11)
16	1,00	0,40	0,001018	0,147500	5,48	91,18	0,000000	0,000000	0,000000 (11)
17	1,00	0,40	0,001018	0,147500	4,40	91,18	0,000000	0,000000	0,000000 (11)
18	1,00	0,40	0,001018	0,147500	3,48	91,18	0,000000	0,000000	0,000000 (11)
19	1,00	0,40	0,001018	0,147500	2,69	91,18	0,000000	0,000000	0,000000 (11)
20	1,00	0,40	0,001018	0,147500	2,03	91,18	0,000000	0,000000	0,000000 (11)
21	1,00	0,40	0,001018	0,147500	1,48	91,18	0,000000	0,000000	0,000000 (11)
22	1,00	0,40	0,001018	0,147500	1,05	91,18	0,000000	0,000000	0,000000 (11)
23	1,00	0,40	0,001018	0,147500	0,70	91,18	0,000000	0,000000	0,000000 (11)
24	1,00	0,40	0,001018	0,147500	0,44	91,18	0,000000	0,000000	0,000000 (11)
25	1,00	0,40	0,001018	0,147500	0,25	91,18	0,000000	0,000000	0,000000 (11)
26	1,00	0,40	0,001018	0,147500	0,13	91,18	0,000000	0,000000	0,000000 (11)
27	1,00	0,40	0,001018	0,147500	0,05	91,18	0,000000	0,000000	0,000000 (11)
28	1,00	0,40	0,001018	0,147500	0,01	91,18	0,000000	0,000000	0,000000 (11)
29	1,00	0,40	0,000000	0,000000	0,00	0,00	---	---	0,000000 (11)

Combinazioni SLEQ

Paramento

Apertura limite fessure $w_{lim}=0.20$

n°	B [m]	H [m]	Af [mq]	Aeff [mq]	M [kNm]	Mpf [kNm]	ε [%]	Sm [m]	w [m]
1	1,00	0,45	0,000000	0,000000	0,00	0,00	---	---	0,000000 (12)
2	1,00	0,45	0,001527	0,147500	0,01	119,37	0,000000	0,000000	0,000000 (12)
3	1,00	0,45	0,001527	0,147500	0,04	119,46	0,000000	0,000000	0,000000 (12)
4	1,00	0,45	0,001527	0,147500	0,17	119,54	0,000000	0,000000	0,000000 (12)
5	1,00	0,45	0,001527	0,147500	0,52	119,62	0,000000	0,000000	0,000000 (12)
6	1,00	0,45	0,001527	0,147500	1,24	119,71	0,000000	0,000000	0,000000 (12)

n°	B [m]	H [m]	Af [mq]	Aeff [mq]	M [kNm]	Mpf [kNm]	ε [%]	Sm [m]	w [m]
7	1,00	0,45	0,001527	0,147500	2,40	119,79	0,000000	0,000000	0,000000 (12)
8	1,00	0,45	0,001527	0,147500	4,01	119,88	0,000000	0,000000	0,000000 (12)
9	1,00	0,45	0,001527	0,147500	6,00	119,97	0,000000	0,000000	0,000000 (12)
10	1,00	0,45	0,001527	0,147500	8,31	120,05	0,000000	0,000000	0,000000 (12)
11	1,00	0,45	0,001527	0,147500	10,88	120,13	0,000000	0,000000	0,000000 (12)
12	1,00	0,45	0,001527	0,147500	13,68	120,22	0,000000	0,000000	0,000000 (12)
13	1,00	0,45	0,001527	0,147500	16,69	120,30	0,000000	0,000000	0,000000 (12)
14	1,00	0,45	0,001527	0,147500	19,88	120,39	0,000000	0,000000	0,000000 (12)
15	1,00	0,45	0,001527	0,147500	23,22	120,47	0,000000	0,000000	0,000000 (12)
16	1,00	0,45	0,001527	0,147500	26,71	120,56	0,000000	0,000000	0,000000 (12)
17	1,00	0,45	0,001527	0,147500	30,34	120,64	0,000000	0,000000	0,000000 (12)
18	1,00	0,45	0,001527	0,147500	34,09	120,73	0,000000	0,000000	0,000000 (12)
19	1,00	0,45	0,001527	0,147500	37,97	120,81	0,000000	0,000000	0,000000 (12)
20	1,00	0,45	0,001527	0,147500	41,96	120,90	0,000000	0,000000	0,000000 (12)
21	1,00	0,45	0,001527	0,147500	46,05	120,98	0,000000	0,000000	0,000000 (12)
22	1,00	0,45	0,001527	0,147500	50,25	121,07	0,000000	0,000000	0,000000 (12)
23	1,00	0,45	0,001527	0,147500	54,53	121,15	0,000000	0,000000	0,000000 (12)
24	1,00	0,45	0,001527	0,147500	58,91	121,24	0,000000	0,000000	0,000000 (12)
25	1,00	0,45	0,001527	0,147500	63,37	121,33	0,000000	0,000000	0,000000 (12)
26	1,00	0,45	0,001527	0,147500	67,90	121,41	0,000000	0,000000	0,000000 (12)
27	1,00	0,45	0,001527	0,147500	72,52	121,49	0,000000	0,000000	0,000000 (12)
28	1,00	0,45	0,001527	0,147500	77,20	121,58	0,000000	0,000000	0,000000 (12)
29	1,00	0,45	0,001527	0,147500	81,96	121,66	0,000000	0,000000	0,000000 (12)
30	1,00	0,45	0,001527	0,147500	86,79	121,75	0,000000	0,000000	0,000000 (12)
31	1,00	0,45	0,001527	0,147500	91,69	121,84	0,000000	0,000000	0,000000 (12)
32	1,00	0,45	0,001527	0,147500	96,68	121,92	0,000000	0,000000	0,000000 (12)
33	1,00	0,45	0,001527	0,147500	101,77	122,00	0,000000	0,000000	0,000000 (12)
34	1,00	0,45	0,001527	0,147500	106,98	122,09	0,000000	0,000000	0,000000 (12)
35	1,00	0,45	0,001527	0,147500	112,31	122,17	0,000000	0,000000	0,000000 (12)
36	1,00	0,45	0,001527	0,147500	117,75	122,26	0,000000	0,000000	0,000000 (12)

Fondazione

Apertura limite fessure $w_{lim}=0.20$

n°	B [m]	H [m]	Af [mq]	Aeff [mq]	M [kNm]	Mpf [kNm]	ε [%]	Sm [m]	w [m]
1	1,00	0,40	0,000000	0,000000	0,00	0,00	---	---	0,000000 (12)
2	1,00	0,40	0,001018	0,147500	0,41	91,18	0,000000	0,000000	0,000000 (12)
3	1,00	0,40	0,001018	0,147500	1,64	91,18	0,000000	0,000000	0,000000 (12)
4	1,00	0,40	0,001018	0,147500	3,67	91,18	0,000000	0,000000	0,000000 (12)
5	1,00	0,40	0,001018	0,147500	6,50	91,18	0,000000	0,000000	0,000000 (12)
6	1,00	0,40	0,001018	0,147500	10,12	91,18	0,000000	0,000000	0,000000 (12)
7	1,00	0,40	0,001018	0,147500	-35,89	-91,18	0,000000	0,000000	0,000000 (12)
8	1,00	0,40	0,001018	0,147500	-36,10	-91,18	0,000000	0,000000	0,000000 (12)
9	1,00	0,40	0,001018	0,147500	-36,06	-91,18	0,000000	0,000000	0,000000 (12)
10	1,00	0,40	0,001018	0,147500	-35,79	-91,18	0,000000	0,000000	0,000000 (12)
11	1,00	0,40	0,001018	0,147500	-35,29	-91,18	0,000000	0,000000	0,000000 (12)
12	1,00	0,40	0,001018	0,147500	-34,57	-91,18	0,000000	0,000000	0,000000 (12)
13	1,00	0,40	0,001018	0,147500	9,72	91,18	0,000000	0,000000	0,000000 (12)
14	1,00	0,40	0,001018	0,147500	8,12	91,18	0,000000	0,000000	0,000000 (12)
15	1,00	0,40	0,001018	0,147500	6,72	91,18	0,000000	0,000000	0,000000 (12)
16	1,00	0,40	0,001018	0,147500	5,48	91,18	0,000000	0,000000	0,000000 (12)
17	1,00	0,40	0,001018	0,147500	4,40	91,18	0,000000	0,000000	0,000000 (12)
18	1,00	0,40	0,001018	0,147500	3,48	91,18	0,000000	0,000000	0,000000 (12)
19	1,00	0,40	0,001018	0,147500	2,69	91,18	0,000000	0,000000	0,000000 (12)
20	1,00	0,40	0,001018	0,147500	2,03	91,18	0,000000	0,000000	0,000000 (12)
21	1,00	0,40	0,001018	0,147500	1,48	91,18	0,000000	0,000000	0,000000 (12)
22	1,00	0,40	0,001018	0,147500	1,05	91,18	0,000000	0,000000	0,000000 (12)
23	1,00	0,40	0,001018	0,147500	0,70	91,18	0,000000	0,000000	0,000000 (12)
24	1,00	0,40	0,001018	0,147500	0,44	91,18	0,000000	0,000000	0,000000 (12)
25	1,00	0,40	0,001018	0,147500	0,25	91,18	0,000000	0,000000	0,000000 (12)
26	1,00	0,40	0,001018	0,147500	0,13	91,18	0,000000	0,000000	0,000000 (12)
27	1,00	0,40	0,001018	0,147500	0,05	91,18	0,000000	0,000000	0,000000 (12)
28	1,00	0,40	0,001018	0,147500	0,01	91,18	0,000000	0,000000	0,000000 (12)
29	1,00	0,40	0,000000	0,000000	0,00	0,00	---	---	0,000000 (12)

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

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

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

Tipo di analisi svolta

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

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

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

e relative verifiche dei materiali.

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

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

Origine e caratteristiche dei codici di calcolo

Titolo MAX - Analisi e Calcolo Muri di Sostegno

Versione 15.0

Produttore Aztec Informatica srl, Casali del Manco - loc. Casole Bruzio (CS)

Utente TRM INFRASTRUTTURE T.A. S.R.L.

Licenza AIU61427S

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