

CASSA DI ESPANSIONE DEL TORRENTE BAGANZA NEI COMUNI DI FELINO, SALA BAGANZA, COLLECCHIO E PARMA (PR-E-1047)

PROGETTO ESECUTIVO

00	04/2021	1° emissione per osservazioni Nota DGD n.7956 del 15-04-2021 e validazione	CAMPI	FRESIA	BERTERO
REV.	DATA	MODIFICHE	REDAZIONE	VERIFICA	AUTORIZZ.

SISTEMAZIONE AMBIENTALE RELAZIONE DI CALCOLO MANUFATTI SCALA RISALITA PESCI

ASSOCIAZIONE TEMPORANEA DI IMPRESE

MANDATARIA:

MANDANTI:

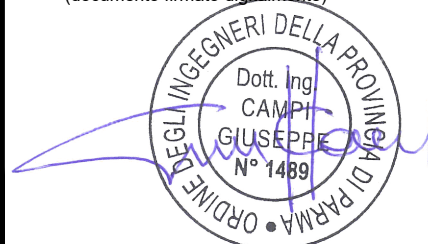


IL R.U.P.:

 Dott. Ing. Mirella Vergnani
 (documento firmato digitalmente)

 Progettista responsabile integrazioni
 prestazioni specialistiche e Direttore Tecnico
 della mandataria.
 Hydrodata S.p.A.
 Ord. Ing. Torino N°7570L
 Dott. Ing. Roberto Bertero
 (documento firmato digitalmente)

 Progettista/Progettisti responsabili elaborato
 Art S.r.l.
 Ing. Giuseppe Campi
 Ord. Ing. Parma N°1489

 Dott. Ing. Giuseppe Campi
 (documento firmato digitalmente)


CODICE ELABORATO:

B	A	G	3	1	4	A	M	B	R	R	E	0	3	0
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

ID (1)

CAP. (2)

TIPO (3)

DOC. (4)

PROGR. (5-6) REV. (7)

SCALA

 APRILE
2021

INDICE

1	GENERALITA'	2
2	NORMATIVA VIGENTE	2
3	MATERIALI STRUTTURALI PREVISTI IN PROGETTO	2
3.1	CALCESTRUZZO PER GETTI STRUTTURE IN C.A.	2
3.2	ACCIAIO PER BARRE DI ARMATURA	3
4	PRESTAZIONI DI PROGETTO – CLASSE DELLE STRUTTURE – VITA UTILE	3
5	CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DEI TERRENI	3
6	PARAMETRI SISMICI	4
7	MODELLI DI CALCOLO DEI MANUFATTI A SEZIONE SCATOLARE.....	7
8	MODELLI DI CALCOLO MURI DI RISVOLTO	8
9	ALLEGATO 1	16
9.1	VERIFICHE SEZIONE SCATOLARE 2.0x2.0 M	16
9.2	VERIFICHE MURO DI RISVOLTO	47
10	ALLEGATO 2	80
10.1	VERIFICHE SEZIONE SCATOLARE 2.0x2.0 M	80
10.2	VERIFICHE MURO DI RISVOLTO	114
11	ALLEGATO 3 - DICHIARAZIONI SECONDO N.T.C. 2008 (PUNTO 10.2).....	147
12	ALLEGATO 4 – DIMENSIONAMENTO IDRAULICO CANALE RISALITA PESCI	149

1 GENERALITA'

La presente relazione di calcolo strutturale è relativa alla progettazione esecutiva della “Cassa di Espansione del Torrente Baganza nei Comuni di Felino, Sala Baganza, Collecchio e Parma”

I manufatti di presa by-pass ed il tombino di attraversamento della rampa di accesso ovest, oggetto di verifica nella presente relazione di calcolo strutturale, sono manufatti in cemento armato ordinario, gettato in opera, così descritti:

- **Manufatto by pass:** costituito da un manufatto a sezione scatolare con dimensioni interne $B \times H = 2.0 \text{ m}$, di lunghezza complessiva 33.70 m e con n°2 camini di dimensioni interne rispettivamente di $2.0 \times 3.0 \text{ m}$ e $2.0 \times 2.0 \text{ m}$. Tutte le porzioni del manufatto hanno spessore di 40 cm. Nella porzione maggiormente sollecitata, tale manufatto è situato al di sotto della pista dell'argine in progetto, con un ricoprimento massimo di terreno 4.53 m. Alle porzioni terminali vi sono dei muri di risvolto aventi paramento di spessore 50 cm ed altezza massima 4.50 m, incastrati all'interno di una platea di spessore di 60 cm e larghezza 2.50 m. All'interno della platea vi è inoltre un taglione antisifonamento di spessore 50 cm ed altezza 2.0 m. (Allegato 1)
- **Tombino di attraversamento rampa ovest:** costituito da un manufatto a sezione scatolare con dimensioni interne $B \times H = 2.0 \text{ m}$, di lunghezza complessiva 14.0 m. La soletta di copertura, le pareti laterali e la platea di fondo hanno spessore costante di 40 cm. Nella porzione maggiormente sollecitata, tale manufatto è situato al di sotto della rampa della pista dell'argine in progetto, con un ricoprimento massimo di terreno di 1.03 m. Alle porzioni terminali vi sono dei muri di risvolto aventi paramento di spessore 40 cm ed altezza massima 3.80 m, incastrati all'interno di una platea di spessore di 50 cm e larghezza 2.00 m. (Allegato 2)

I Comuni di Felino, Sala Baganza, Collecchio e Parma dove è localizzato l'intervento, sono sismici di tipo 3.

2 NORMATIVA VIGENTE

- D.M. 14 gennaio 2008 – “Nuove Norme Tecniche per le costruzioni”
- Circolare 2 febbraio 2009, n. 617 – “Istruzioni per l'applicazione delle “Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni” di cui al D.M. 14 gennaio 2008”.
- UNI EN 1992 - Progettazione delle strutture in calcestruzzo armato
- UNI EN 1997 - Progettazione geotecnica
- UNI EN 1998 - Progettazione delle strutture per la resistenza sismica
- Decreto Min. Infrastrutture e dei Trasporti 26 Giugno 2014 - Norme tecniche per la progettazione e la costruzione degli sbarramenti di ritenuta (dighe e traverse)

3 MATERIALI STRUTTURALI PREVISTI IN PROGETTO

3.1 CALCESTRUZZO PER GETTI STRUTTURE IN C.A.

- Calcestruzzo con Classe di resistenza C 32/40

- R_{ck} = resistenza cubica del calcestruzzo = 40 N/mm²
- f_{ck} = resistenza cilindrica a compressione = 0.83 R_{ck} = 33.2 N/mm²
- f_{cm} = valore medio della resistenza cilindrica = $f_{ck} + 8$ = 41.2 N/mm²
- f_{ctm} = resistenza media a trazione semplice assiale = $0.30 f_{ck}^{2/3}$ = 3.09 N/mm²
- f_{ctm} = resistenza a trazione per flessione = $1.2 f_{ctm}$ = 3.72 N/mm²
- E_{cm} = modulo elastico = $22000 (f_{cm}/10)^{0.3}$ = 33642.78 N/mm²
- ν = coefficiente di Poisson = 0.20
- Classe di consistenza : S4
- Classe d'esposizione ambientale : XC2, XC4
- Copriferro ≥ 50 mm
- Rapporto acqua/cemento: 0.5
- Contenuto minimo di cemento: 340 kg/m³
- D_{max} inerti: 20 mm

3.2 ACCIAIO PER BARRE DI ARMATURA

- Tipo B450C
- f_{yk} = tensione caratteristica di snervamento = 450 N/mm²
- f_{yt} = tensione caratteristica di rottura = 540 N/mm²
- $(f_t/f_y)_k \geq 1.15$ e < 1.35
- $(f_t/f_{ynom})_k \leq 1.25$
- Allungamento $(A_{gt})_k \geq 7.5\%$
- γ_s = coefficiente di sicurezza dell'acciaio per c.a. = 1.15
- f_{yd} = resistenza di calcolo = $450 : 1.15$ = 391.30 N/mm²
- f_{bd} = resistenza tangenziale di aderenza acciaio-calcestruzzo = $f_{bk} \cdot \gamma_c$ = $5.755 : 1.5$ = 3.837 N/mm²
- f_{bk} = resistenza tangenziale caratteristica = $2.25 \times \eta \times f_{ctk}$ = $2.25 \times 1.0 \times 2.558$ = 5.755 N/mm²

4 PRESTAZIONI DI PROGETTO – CLASSE DELLE STRUTTURE – VITA UTILE

L'opera in progetto, ai sensi del p.to C.7.7.2 delle NTD2014, risulta ricompresa nelle categorie delle "grandi dighe" e "dighe rilevanti per le conseguenze di un eventuale collasso"; si adottano i seguenti parametri:

- vita nominale ≥ 100 anni
- C_U = coefficiente d'uso = 1.5
- V_R = vita di riferimento = $C_U \times V_N$ = 150 anni.

5 CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DEI TERRENI

I terreni caratterizzanti le opere in oggetto sono rappresentati nell'elaborato BAG3-10-MRC-D-SZ-01 – Sezioni geotecniche, le relative stratigrafie e le caratteristiche geotecniche sono descritte nell'elaborato BAG3-10-MRC-R-RE-

02 - Relazione geotecnica-fondazioni, nel quale sono riportate anche le verifiche di capacità portante e la stima dei cedimenti.

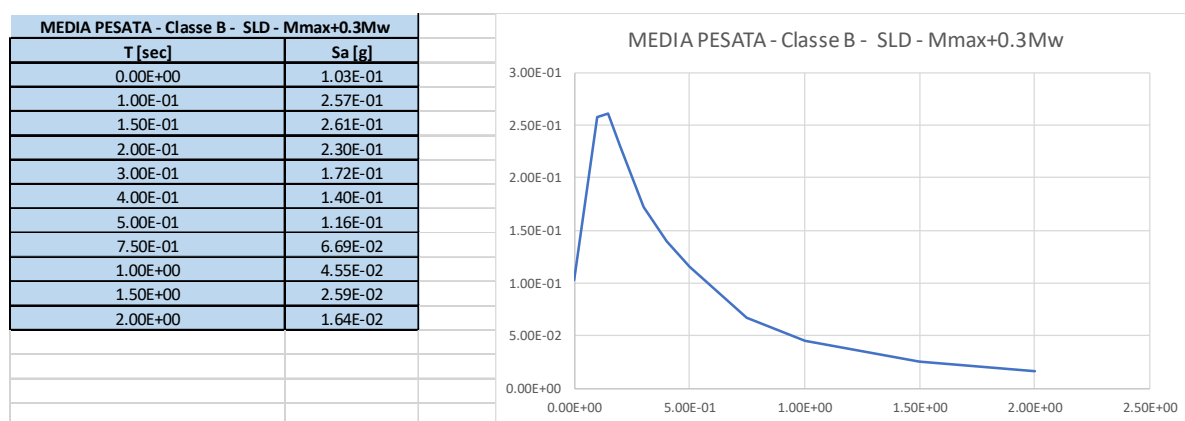
6 PARAMETRI SISMICI

L'azione sismica di progetto è stata dedotta da quanto riportato all'interno del documento "Studio Sismotettonico – Relazione tecnica di calcolo – BAG3-04SIS-R-RE-010", al quale si rimanda per la trattazione completa.

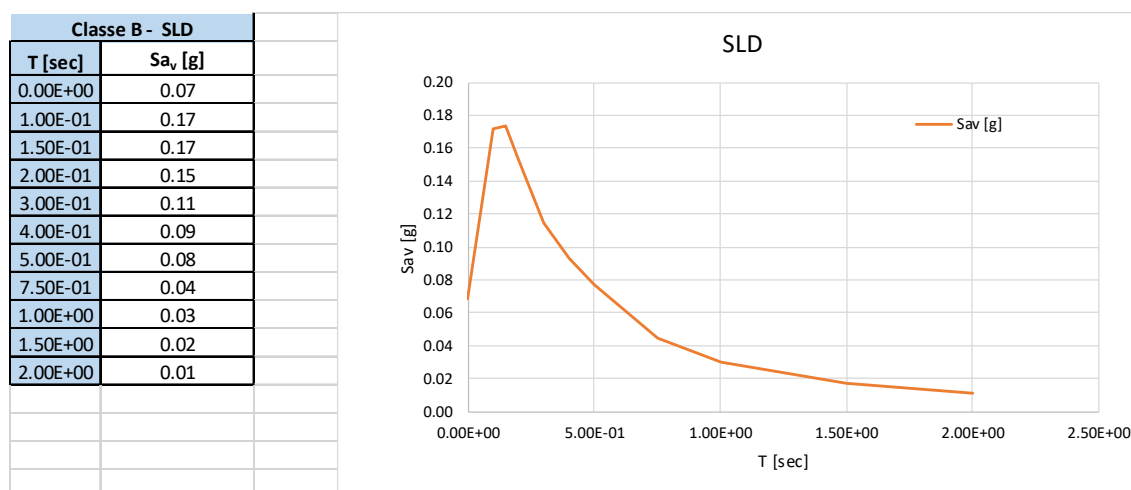
All'interno dei modelli di calcolo si sono adottati i seguenti spettri di progetto orizzontali e verticali, per diversi stati limite:

SLD:

Orizzontale



Verticale

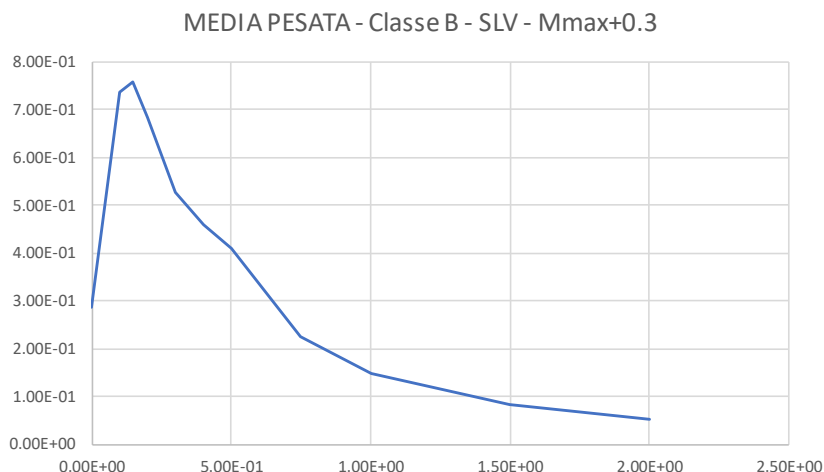


SLV:

Orizzontale

MEDIA PESATA - Classe B - SLV - Mmax+0.3

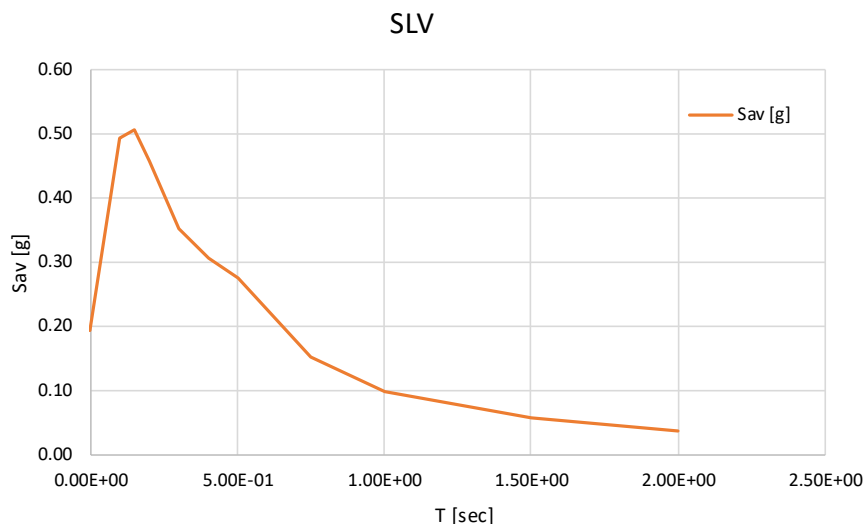
T [sec]	Sa [g]
0.00E+00	2.88E-01
1.00E-01	7.38E-01
1.50E-01	7.58E-01
2.00E-01	6.84E-01
3.00E-01	5.28E-01
4.00E-01	4.58E-01
5.00E-01	4.10E-01
7.50E-01	2.26E-01
1.00E+00	1.48E-01
1.50E+00	8.39E-02
2.00E+00	5.32E-02

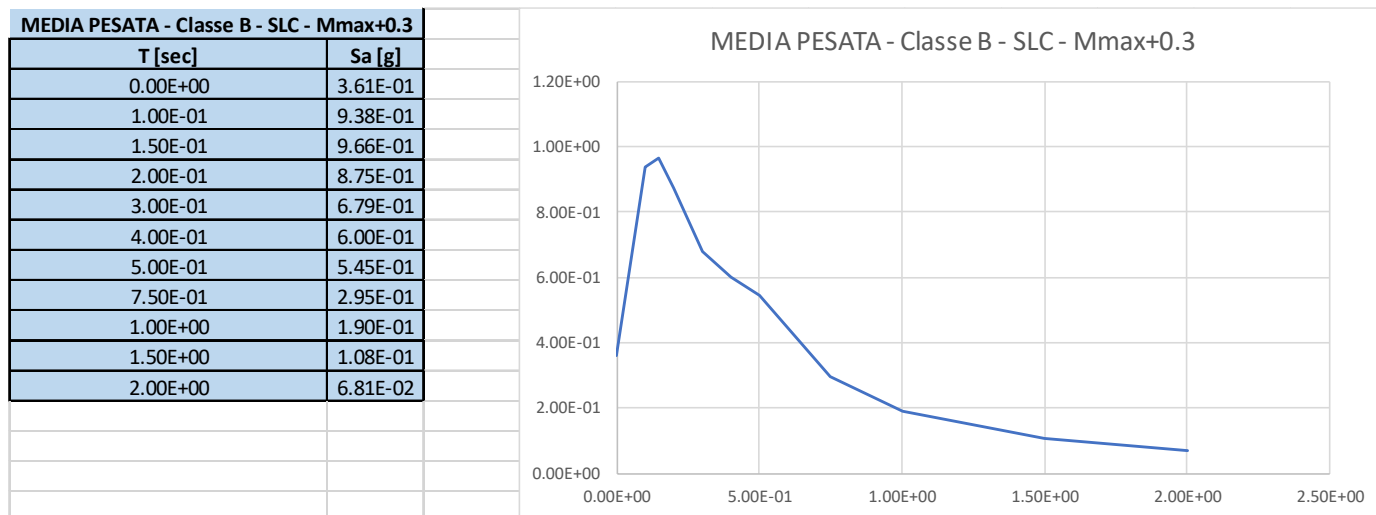
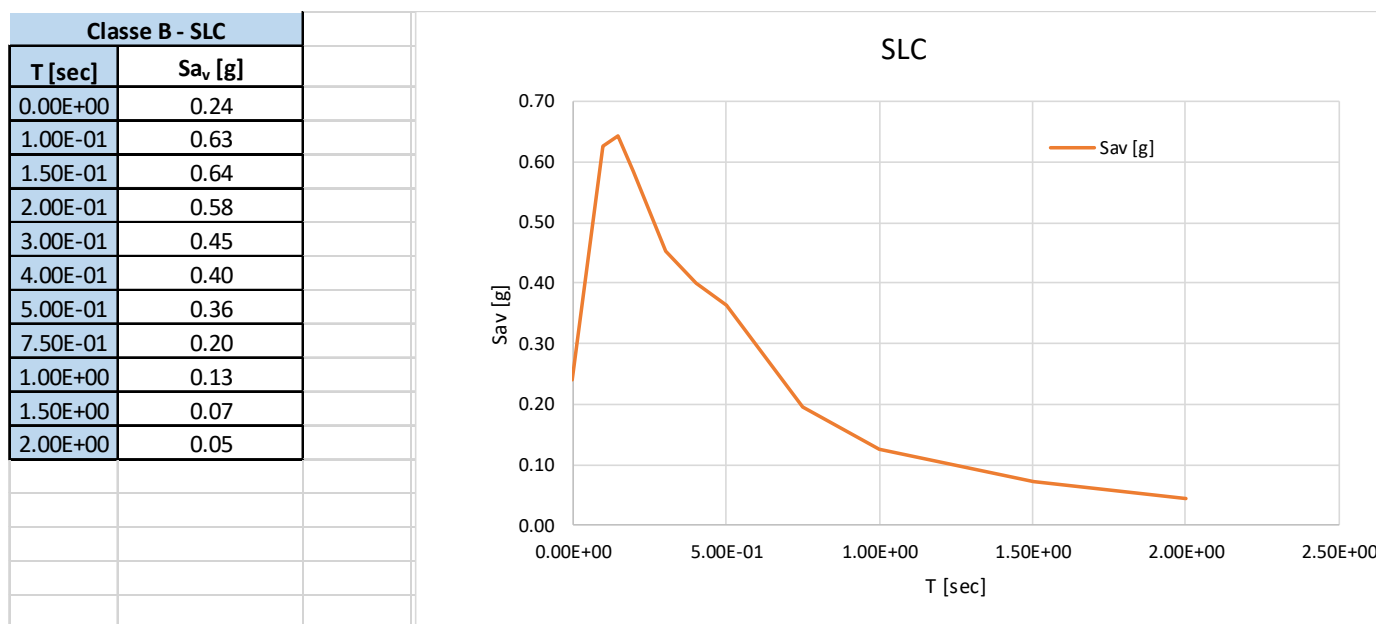


Verticale

Classe B - SLV

T [sec]	Sav [g]
0.00E+00	0.19
1.00E-01	0.49
1.50E-01	0.51
2.00E-01	0.46
3.00E-01	0.35
4.00E-01	0.31
5.00E-01	0.27
7.50E-01	0.15
1.00E+00	0.10
1.50E+00	0.06
2.00E+00	0.04



SLC:
Orizzontale

Verticale


7 MODELLI DI CALCOLO DEI MANUFATTI A SEZIONE SCATOLARE

Le analisi e le verifiche dei pozzetti in c.a. sono state eseguite con il programma agli elementi finiti della AZTEC SOFTWARE srl "SCAT 14.0.

I manufatti in oggetto sono modellati come un telaio di tipo aperto composto da elementi di larghezza unitaria.

Il terreno di rinfianco e di fondazione viene schematizzato come una serie di elementi molle proporzionali alla costante di Winkler del terreno ed all'area di influenza della molla stessa.

La soluzione del sistema viene fatta per ogni combinazione di carico agente sullo scatolare.

L'interazione con il terreno di fondazione è stata modellata secondo lo schema classico di trave su suolo elastico alla Winkler.

L'analisi è condotta sia in condizioni statiche che sismiche considerando una serie di combinazioni di carico generate automaticamente.

Spinta sui piedritti

La teoria di Coulomb considera l'ipotesi di un cuneo di spinta a monte della parete che si muove rigidamente lungo una superficie di rottura rettilinea. Dall'equilibrio del cuneo si ricava la spinta che il terreno esercita sull'opera di sostegno. In particolare Coulomb ammette, al contrario della teoria di Rankine, l'esistenza di attrito fra il terreno e la parete, e quindi la retta di spinta risulta inclinata rispetto alla normale alla parete stesso di un angolo di attrito terra-parete.

L'espressione della spinta esercitata da un terrapieno, di peso di volume γ , su una parete di altezza H , risulta espressa secondo la teoria di Coulomb dalla seguente relazione (per terreno incoerente)

$$S = 1/2 \gamma H^2 K_a$$

K_a rappresenta il coefficiente di spinta attiva di Coulomb nella versione riveduta da Muller-Breslau, espresso come

$$K_a = \frac{\sin(\alpha + \Phi)}{\sin^2 \alpha \sin(\alpha - \delta) \left[1 + \frac{\sqrt{[\sin(\Phi + \delta) \sin(\Phi - \beta)]}}{\sqrt{[\sin(\alpha - \delta) \sin(\alpha + \beta)]}} \right]^2}$$

dove Φ è l'angolo d'attrito del terreno, α rappresenta l'angolo che la parete forma con l'orizzontale ($\alpha = 90^\circ$ per parete verticale), δ è l'angolo d'attrito terreno-parete, β è l'inclinazione del terrapieno rispetto all'orizzontale.

La spinta risulta inclinata dell'angolo d'attrito terreno-parete δ rispetto alla normale alla parete.

Il diagramma delle pressioni del terreno sulla parete risulta triangolare con il vertice in alto. Il punto di applicazione della spinta si trova in corrispondenza del baricentro del diagramma delle pressioni ($1/3 H$ rispetto alla base della parete). L'espressione di K_a perde di significato per $\beta > \Phi$. Questo coincide con quanto si intuisce fisicamente: la pendenza del terreno a monte della parete non può superare l'angolo di naturale declivio del terreno stesso.

Nel caso di terreno dotato di attrito e coesione c l'espressione della pressione del terreno ad una generica profondità z vale

$$\sigma_a = \gamma z K_a - 2 c \sqrt{K_a}$$

L'utilizzo del coefficiente di spinta attiva K_a tende talvolta a sottostimare la spinta del terreno. Infatti il valore di K_a rappresenta il limite inferiore per quanto riguarda la spinta del terreno, mentre il limite superiore è rappresentato dal coefficiente di spinta a riposo K_0

Inoltre la teoria di Coulomb risulta quella generalmente accettata ed utilizzata dai principali software ad elementi finiti, in quanto più raffinata e tende a non sovrastimare il valore della spinta delle terre, come ad esempio la teoria di Rankine.

Spinta in presenza di sisma – Metodo di Mononobe-Okabe

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 parete pari a

$$\varepsilon' = \varepsilon + \theta$$

$$\beta' = \beta + \theta$$

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 .

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

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

Tale incremento di spinta deve essere applicato ad una distanza dalla base pari a 1/2 dell'altezza della parete.

Oltre a questo incremento bisogna tener conto delle forze d'inerzia orizzontali che si destano per effetto del sisma.

Tale forza viene valutata come

$$F_i = CW$$

dove W è il peso della parete e dei relativi sovraccarichi permanenti e va applicata nel baricentro dei pesi.

8 MODELLI DI CALCOLO MURI DI RISVOLTO

Le verifiche strutturali e geotecniche dell'opere in oggetto sono state eseguite con il programma agli elementi finiti della AZTEC SOFTWARE srl "MAX 15.0"

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.

Calcolo della spinta sul muro

Valori caratteristici e valori di calcolo

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

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

Metodo di Culmann

Il metodo di Culmann adotta le stesse ipotesi di base del metodo di Coulomb. La differenza sostanziale è che mentre Coulomb considera un terrapieno con superficie a pendenza costante e carico uniformemente distribuito (il che permette di ottenere una espressione in forma chiusa per il coefficiente di spinta) il metodo di Culmann consente di analizzare situazioni con profilo di forma generica e carichi sia concentrati che distribuiti comunque disposti. Inoltre, rispetto al metodo di Coulomb, risulta più immediato e lineare tener conto della coesione del masso spingente. Il metodo di Culmann, nato come metodo essenzialmente grafico, si è evoluto per essere trattato mediante analisi numerica (noto in questa forma come metodo del cuneo di tentativo). Come il metodo di Coulomb anche questo metodo considera una superficie di rottura rettilinea.

I passi del procedimento risolutivo sono i seguenti:

- si impone una superficie di rottura (angolo di inclinazione ρ rispetto all'orizzontale) e si considera il cuneo di spinta delimitato dalla superficie di rottura stessa, dalla parete su cui si calcola la spinta e dal profilo del terreno;
- si valutano tutte le forze agenti sul cuneo di spinta e cioè peso proprio (W), carichi sul terrapieno, resistenza per attrito e per coesione lungo la superficie di rottura (R e C) e resistenza per coesione lungo la parete (A);
- dalle equazioni di equilibrio si ricava il valore della spinta S sulla parete.

Questo processo viene iterato fino a trovare l'angolo di rottura per cui la spinta risulta massima.

La convergenza non si raggiunge se il terrapieno risulta inclinato di un angolo maggiore dell'angolo d'attrito del terreno.

Nei casi in cui è applicabile il metodo di Coulomb (profilo a monte rettilineo e carico uniformemente distribuito) i risultati ottenuti col metodo di Culmann coincidono con quelli del metodo di Coulomb.

Le pressioni sulla parete di spinta si ricavano derivando l'espressione della spinta S rispetto all'ordinata z . Noto il diagramma delle pressioni è possibile ricavare il punto di applicazione della spinta.

Spinta in presenza di falda

Nel caso in cui a monte 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

$$\gamma_a = \gamma_{\text{sat}} - \gamma_w$$

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.

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

$$\varepsilon' = \varepsilon + \theta$$

$$\beta' = \beta + \theta$$

dove $\theta = \arctg(C)$ essendo C il coefficiente di intensità sismica.

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

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

dove il coefficiente A vale

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

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

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

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

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

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

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

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

Verifica a ribaltamento

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

Deve quindi essere verificata la seguente disequaglianza

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

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

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

Verifica a scorrimento

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

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

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

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

$$F_r = N \operatorname{tg} \delta_f + c_a B_r$$

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

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

Verifica al carico limite

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

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

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

L'espressione del carico ultimo è data dalla relazione:

$$Q_u = c N_{cd} c_{dc} + q N_{qd} q_{dq} + 0.5 \gamma B N_{\gamma} d_{\gamma} i_{\gamma}$$

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.

I vari fattori che compaiono nella formula sono dati da:

$$A = e^{\pi \tan \phi}$$

$$N_q = A \tan^2(45^\circ + \phi/2)$$

$$N_c = (N_q - 1) \tan \phi$$

$$N_{\gamma} = (N_q - 1) \tan (1.4\phi)$$

Indichiamo con K_p il coefficiente di spinta passiva espresso da:

$$K_p = \tan^2(45^\circ + \phi/2)$$

I fattori d e i che compaiono nella formula sono rispettivamente i fattori di profondità ed i fattori di inclinazione del carico espressi dalle seguenti relazioni:

Fattori di profondità

$$d_q = 1 + 0.2 \frac{D}{B} K_p^{0.5}$$

$$d_q = d_\gamma = 1 \quad \text{per } \phi = 0$$

$$d_q = d_\gamma = 1 + 0.1 \frac{D}{B} K_p^{0.5} \quad \text{per } \phi > 0$$

Fattori di inclinazione

Indicando con θ l'angolo che la risultante dei carichi forma con la verticale (espresso in gradi) e con ϕ l'angolo d'attrito del terreno di posa abbiamo:

$$i_c = i_q = (1 - \theta^\circ/90)^\phi$$

$$i_\gamma = \left(1 - \frac{\theta^\circ}{\phi^\circ}\right)^2 \quad \text{per } \phi > 0$$

$$i_\gamma = 0 \quad \text{per } \phi = 0$$

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 o con i pali di fondazione. 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 50.

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:

$$\eta = \frac{\sum_i \left(\frac{c_i b_i + (W_i - u_i b_i) \tan \phi_i}{m} \right)}{\sum_i W_i \sin \alpha_i}$$

dove il termine m è espresso da

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

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.

9 ALLEGATO 1

9.1 VERIFICHE SEZIONE SCATOLARE 2.0x2.0 M

Geometria scatolare

Descrizione: Scatolare semplice

Altezza esterna	2,80	[m]
Larghezza esterna	2,80	[m]
Lunghezza mensola di fondazione sinistra	0,00	[m]
Lunghezza mensola di fondazione destra	0,00	[m]
Spessore piedritto sinistro	0,40	[m]
Spessore piedritto destro	0,40	[m]
Spessore fondazione	0,40	[m]
Spessore traverso	0,40	[m]

Caratteristiche strati terreno

Strato di ricoprimento

Descrizione	Terreno di ricoprimento	
Spessore dello strato	4,53	[m]
Peso di volume	19,0000	[kN/mc]
Peso di volume saturo	19,0000	[kN/mc]
Angolo di attrito	27,00	[°]
Coesione	10	[kPa]

Strato di rinfiacco

Descrizione	Terreno di rinfiacco	
Peso di volume	19,0000	[kN/mc]
Peso di volume saturo	19,0000	[kN/mc]

Angolo di attrito	27,00	[°]
Angolo di attrito terreno struttura	18,00	[°]
Coesione	10	[kPa]
Costante di Winkler	0	[kPa/cm]

Strato di base

Descrizione	Terreno di base	
Peso di volume	20,0000	[kN/mc]
Peso di volume saturo	20,0000	[kN/mc]
Angolo di attrito	38,00	[°]
Angolo di attrito terreno struttura	25,33	[°]
Coesione	0	[kPa]
Costante di Winkler	800	[kPa/cm]
Tensione limite	500	[kPa]

Falda

Quota falda (rispetto al piano di posa)	0,00	[m]
---	------	-----

Caratteristiche materiali utilizzati

Materiale calcestruzzo

R _{ck} calcestruzzo	40000	[kPa]
Peso specifico calcestruzzo	24,5170	[kN/mc]
Modulo elastico E	33149080	[kPa]
Tensione di snervamento acciaio	450000	[kPa]
Coeff. omogeneizzazione cls teso/compresso (n')	0,50	
Coeff. omogeneizzazione acciaio/cls (n)	15,00	
Coefficiente dilatazione termica	0,0000120	

Condizioni di carico

Convenzioni adottate

Origine in corrispondenza dello spigolo inferiore sinistro della struttura

Carichi verticali positivi se diretti verso il basso

Carichi orizzontali positivi se diretti verso destra

Coppie concentrate positive se antiorarie

Ascisse X (espresse in m) positive verso destra

Ordinate Y (espresse in m) positive verso l'alto

Carichi concentrati espressi in kN

Coppie concentrate espressi in kNm

Carichi distribuiti espressi in kN/m

Simbologia adottata e unità di misura

Forze concentrate

X	ascissa del punto di applicazione dei carichi verticali concentrati
Y	ordinata del punto di applicazione dei carichi orizzontali concentrati
F_y	componente Y del carico concentrato
F_x	componente X del carico concentrato
M	momento

Forze distribuite

X_i, X_f	ascisse del punto iniziale e finale per carichi distribuiti verticali
Y_i, Y_f	ordinate del punto iniziale e finale per carichi distribuiti orizzontali
V_{ni}	componente normale del carico distribuito nel punto iniziale
V_{nf}	componente normale del carico distribuito nel punto finale
V_{si}	componente tangenziale del carico distribuito nel punto iniziale
V_{sf}	componente tangenziale del carico distribuito nel punto finale
D_{te}	variazione termica lembo esterno espressa in gradi centigradi
D_{ti}	variazione termica lembo interno espressa in gradi centigradi

Condizione di carico n°1 (Peso Proprio)

Condizione di carico n°2 (Spinta terreno sinistra)

Condizione di carico n°3 (Spinta terreno destra)

Condizione di carico n°4 (Sisma da sinistra)

Condizione di carico n°5 (Sisma da destra)

Condizione di carico n°6 (Spinta falda)

Condizione di carico n° 7 (Transito mezzi pesanti)

Conc	Terreno	X= 0,80	F _y = 150,00		
Conc	Terreno	X= 2,00	F _y = 150,00		
Distr	Terreno	X _i = -2,80	X _f = 5,60	V _{ni} = 9,00	V _{nf} = 9,00

Impostazioni di progetto

Verifica materiali:

Stato Limite Ultimo

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

Verifica Taglio - Metodo dell'inclinazione variabile del traliccio

$$V_{Rd} = [0.18 \cdot k \cdot (100.0 \cdot \rho_l \cdot f_{ck})^{1/3} / \gamma_c + 0.15 \cdot \sigma_{cp}] \cdot b_w \cdot d > (v_{min} + 0.15 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d$$

$$V_{Rsd} = 0.9 \cdot d \cdot A_{sw} / s \cdot f_{yd} \cdot (\cot \alpha + \cot \theta) \cdot \sin \alpha$$

$$V_{Rcd} = 0.9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot f_{cd} \cdot (\cot \theta + \cot(\alpha)) / (1.0 + \cot^2 \theta)$$

con:

d altezza utile sezione [mm]

b_w larghezza minima sezione [mm]

σ_{cp}	tensione media di compressione [N/mm ²]
ρ_l	rapporto geometrico di armatura
A_{sw}	area armatura trasversale [mm ²]
s	interasse tra due armature trasversali consecutive [mm]
α_c	coefficiente maggiorativo, funzione di f_{cd} e σ_{cp}

$$f_{cd}' = 0.5 \cdot f_{cd}$$

$$k = 1 + (200/d)^{1/2}$$

$$v_{min} = 0.035 \cdot k^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2}$$

Stato Limite di Esercizio

Criteri di scelta per verifiche tensioni di esercizio:

Ambiente poco aggressivo

Limite tensioni di compressione nel calcestruzzo (comb. rare)	0.60 f_{ck}
Limite tensioni di compressione nel calcestruzzo (comb. quasi perm.)	0.45 f_{ck}
Limite tensioni di trazione nell'acciaio (comb. rare)	0.80 f_{yk}

Criteri verifiche a fessurazione:

Armatura poco sensibile

Apertura limite fessure espresse in [mm]

Apertura limite fessure $w_1=0,20$ $w_2=0,30$ $w_3=0,40$

Verifiche secondo :

Norme Tecniche 2008 - Approccio 2

Copriferro sezioni 5,00 [cm]

Descrizione combinazioni di carico

Simbologia adottata

γ	Coefficiente di partecipazione della condizione
ψ	Coefficiente di combinazione della condizione
C	Coefficiente totale di partecipazione della condizione

Norme Tecniche 2008

Simbologia adottata

γ_{G1sfav}	Coefficiente parziale sfavorevole sulle azioni permanenti
γ_{G1fav}	Coefficiente parziale favorevole sulle azioni permanenti
γ_{G2sfav}	Coefficiente parziale sfavorevole sulle azioni permanenti non strutturali
γ_{G2fav}	Coefficiente parziale favorevole sulle azioni permanenti non strutturali
γ_Q	Coefficiente parziale sulle azioni variabili
$\gamma_{tan\phi}$	Coefficiente parziale di riduzione dell'angolo di attrito drenato
γ_c	Coefficiente parziale di riduzione della coesione drenata
γ_{cu}	Coefficiente parziale di riduzione della coesione non drenata
γ_{qu}	Coefficiente parziale di riduzione del carico ultimo

Coefficienti di partecipazione combinazioni statiche

Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni:

Carichi	Effetto		A1	A2
Permanenti	Favorevole	γ_{G1fav}	1,00	1,00
Permanenti	Sfavorevole	γ_{G1sfav}	1,30	1,00
Permanenti non strutturali	Favorevole	γ_{G2fav}	0,80	0,80
Permanenti non strutturali	Sfavorevole	γ_{G2sfav}	1,50	1,30
Variabili	Favorevole	γ_{Q1fav}	0,00	0,00
Variabili	Sfavorevole	γ_{Q1sfav}	1,50	1,30
Variabili da traffico	Favorevole	γ_{Qfav}	0,00	0,00
Variabili da traffico	Sfavorevole	γ_{Qsfav}	1,35	1,15
Termici	Favorevole	γ_{efav}	0,00	0,00
Termici	Sfavorevole	γ_{esfav}	1,20	1,20

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

<i>Parametri</i>		<i>M1</i>	<i>M2</i>
Tangente dell'angolo di attrito	$\gamma_{\tan\phi'}$	1,00	1,25
Coesione efficace	$\gamma_{c'}$	1,00	1,25
Resistenza non drenata	γ_{cu}	1,00	1,40
Resistenza a compressione uniassiale	γ_{qu}	1,00	1,60
Peso dell'unità di volume	γ_{γ}	1,00	1,00

Coefficienti di partecipazione combinazioni sismiche
Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni:

<i>Carichi</i>	<i>Effetto</i>		<i>A1</i>	<i>A2</i>
Permanenti	Favorevole	γ_{G1fav}	1,00	1,00
Permanenti	Sfavorevole	γ_{G1sfav}	1,00	1,00
Permanenti	Favorevole	γ_{G2fav}	0,00	0,00
Permanenti	Sfavorevole	γ_{G2sfav}	1,00	1,00
Variabili	Favorevole	γ_{Q1fav}	0,00	0,00
Variabili	Sfavorevole	γ_{Q1sfav}	1,00	1,00
Variabili da traffico	Favorevole	γ_{Qfav}	0,00	0,00
Variabili da traffico	Sfavorevole	γ_{Qsfav}	1,00	1,00
Termici	Favorevole	γ_{efav}	0,00	0,00
Termici	Sfavorevole	γ_{esfav}	1,00	1,00

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

<i>Parametri</i>		<i>M1</i>	<i>M2</i>
Tangente dell'angolo di attrito	$\gamma_{\tan\phi'}$	1,00	1,00
Coesione efficace	$\gamma_{c'}$	1,00	1,00
Resistenza non drenata	γ_{cu}	1,00	1,00

Resistenza a compressione uniassiale	γ_{qu}	1,00	1,00
Peso dell'unità di volume	γ_{γ}	1,00	1,00

Combinazione n° 1 SLU (Approccio 2)

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.30	1.00	1.30
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.30	1.00	1.30
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.30	1.00	1.30

Combinazione n° 2 SLU (Approccio 2)

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.30	1.00	1.30
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.30	1.00	1.30
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.30	1.00	1.30
Spinta falda	Sfavorevole	1.30	1.00	1.30
Transito mezzi pesanti	Sfavorevole	1.35	1.00	1.35

Combinazione n° 3 SLU (Approccio 2) - Sisma Vert. positivo

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Sisma da sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 4 SLU (Approccio 2) - Sisma Vert. negativo

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Sisma da sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 5 SLU (Approccio 2) - Sisma Vert. positivo

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta falda	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Transito mezzi pesanti	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Sisma da sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 6 SLU (Approccio 2) - Sisma Vert. negativo

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta falda	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Transito mezzi pesanti	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Sisma da sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 7 SLU (Approccio 2) - Sisma Vert. positivo

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Sisma da destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 8 SLU (Approccio 2) - Sisma Vert. negativo

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Sisma da destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 9 SLU (Approccio 2) - Sisma Vert. positivo

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta falda	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Transito mezzi pesanti	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Sisma da destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 10 SLU (Approccio 2) - Sisma Vert. negativo

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta falda	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Transito mezzi pesanti	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Sisma da destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 11 SLE (Quasi Permanente)

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta falda	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Transito mezzi pesanti	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 12 SLE (Frequente)

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta falda	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Transito mezzi pesanti	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 13 SLE (Rara)

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta falda	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Transito mezzi pesanti	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 14 SLE (Quasi Permanente) - Sisma Vert. positivo

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta falda	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Transito mezzi pesanti	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Sisma da sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 15 SLE (Quasi Permanente) - Sisma Vert. negativo

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta falda	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Transito mezzi pesanti	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Sisma da sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 16 SLE (Quasi Permanente) - Sisma Vert. positivo

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta falda	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Transito mezzi pesanti	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Sisma da destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 17 SLE (Quasi Permanente) - Sisma Vert. negativo

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta falda	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Transito mezzi pesanti	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Sisma da destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

Inviluppo sollecitazioni nodali

Inviluppo sollecitazioni fondazione

X [m]	M _{min} [kNm]	M _{max} [kNm]	V _{min} [kN]	V _{max} [kN]	N _{min} [kN]	N _{max} [kN]
0,20	-124,02	-5,40	-285,84	-111,42	76,42	127,96
0,76	-17,76	74,03	-165,63	-27,10	78,33	127,96
1,40	36,45	90,79	-73,36	91,29	80,48	127,96
2,04	-17,75	74,02	43,87	175,01	78,33	127,96
2,60	-124,04	-5,39	111,41	281,32	76,42	127,96

Inviluppo sollecitazioni trasverso

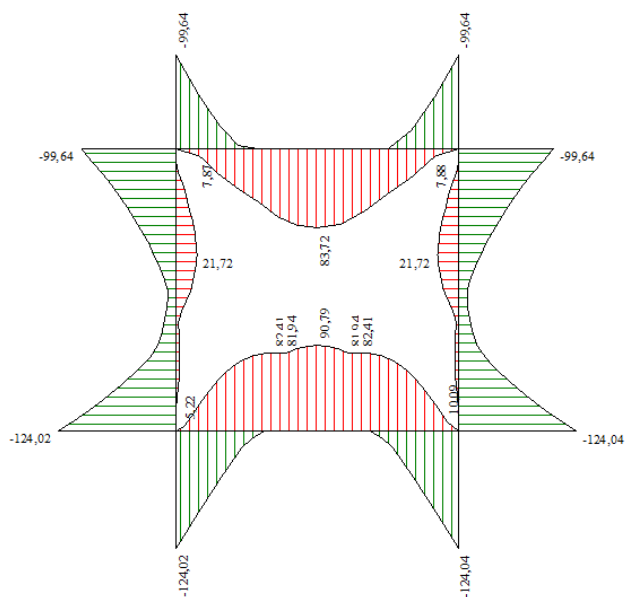
X [m]	M _{min} [kNm]	M _{max} [kNm]	V _{min} [kN]	V _{max} [kN]	N _{min} [kN]	N _{max} [kN]
0,20	-99,64	-8,87	91,95	264,26	61,76	111,47
0,73	-4,34	42,60	41,46	146,81	63,57	109,67
1,40	31,69	83,72	-31,30	31,31	65,83	108,08
2,00	1,36	47,63	-132,32	-34,95	63,79	109,45
2,60	-99,64	-8,87	-264,25	-91,94	61,76	111,49

Inviluppo sollecitazioni piedritto sinistro

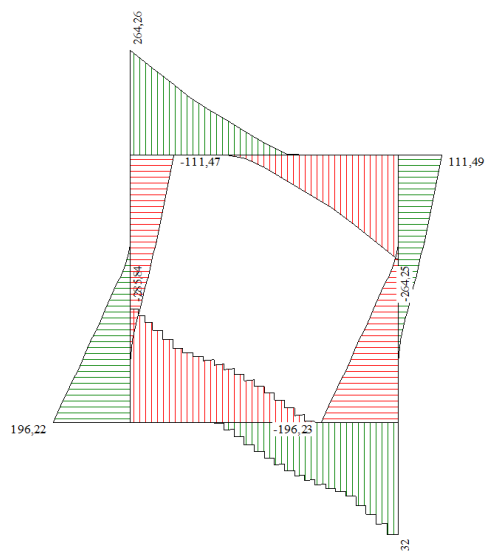
Y [m]	M _{min} [kNm]	M _{max} [kNm]	V _{min} [kN]	V _{max} [kN]	N _{min} [kN]	N _{max} [kN]
0,20	-124,02	-5,40	31,96	196,22	111,42	294,86
1,40	-8,85	15,60	-37,37	38,96	101,68	279,56
2,60	-99,64	-8,87	-111,47	-61,76	91,95	264,26

Inviluppo sollecitazioni piedritto destro

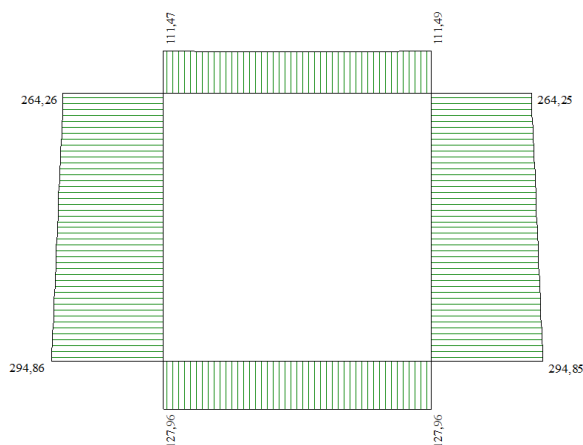
Y [m]	M _{min} [kNm]	M _{max} [kNm]	V _{min} [kN]	V _{max} [kN]	N _{min} [kN]	N _{max} [kN]
0,20	-124,04	-5,39	-196,23	-31,95	111,41	294,85
1,40	-8,83	15,60	-38,98	37,38	101,68	279,55
2,60	-99,64	-8,87	61,76	111,49	91,94	264,25



Momento flettente



Taglio

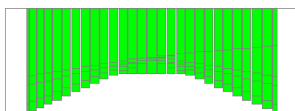
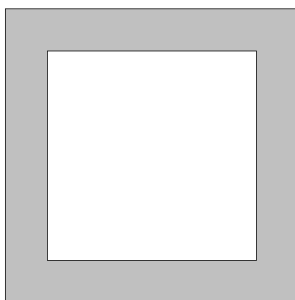


Sforzo normale

Inviluppo pressioni terreno

Inviluppo pressioni sul terreno di fondazione

X [m]	σ_{tmin} [kPa]	σ_{tmax} [kPa]
0,20	0	405
0,76	52	302
1,40	115	250
2,04	52	302
2,60	0	405



405 [kPa]

Inviluppo verifiche stato limite ultimo (SLU)

Verifica sezioni fondazione (Inviluppo)

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 40,00 cm

X	A _{fi}	A _{fs}	CS
0,20	16,12	12,72	1,96
0,76	12,72	14,99	2,88
1,40	12,72	14,99	2,72
2,04	12,72	14,99	2,72
2,60	16,12	12,72	1,96

X	V _{Rd}	V _{Rsd}	V _{Rcd}	A _{sw}
0,20	187,18	2070,06	1483,98	2,26
0,76	181,98	0,00	0,00	1,13
1,40	181,98	0,00	0,00	0,00
2,04	181,98	0,00	0,00	1,13
2,60	187,18	1380,04	1483,98	2,26

Verifica sezioni traverso (Inviluppo)

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 40,00 cm

X	A _{fi}	A _{fs}	CS
0,20	12,72	14,99	2,35
0,73	14,99	12,72	3,00
1,40	12,72	12,72	2,48
2,00	14,99	12,72	2,88
2,60	12,72	14,99	2,35

X	V _{Rd}	V _{Rsd}	V _{Rcd}	A _{sw}
0,20	184,57	690,02	1480,20	2,26
0,73	179,31	0,00	0,00	0,00
1,40	179,31	0,00	0,00	0,00
2,00	179,31	0,00	0,00	0,00
2,60	184,57	690,02	1480,20	2,26

Verifica sezioni piedritto sinistro (Inviluppo)

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 40,00 cm

Y	A _{fi}	A _{fs}	CS
0,20	14,99	12,72	1,78
1,40	12,72	12,72	20,69
2,60	14,99	12,72	2,61

Y	V _{Rd}	V _{Rsd}	V _{Rcd}	A _{sw}
0,20	194,04	0,00	0,00	0,00
1,40	192,03	0,00	0,00	0,00
2,60	190,02	0,00	0,00	0,00

Verifica sezioni piedritto destro (Inviluppo)

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 40,00 cm

Y	A _{fi}	A _{fs}	CS
0,20	14,99	12,72	1,78
1,40	12,72	12,72	20,70
2,60	14,99	12,72	2,61

Y	V _{Rd}	V _{Rsd}	V _{Rcd}	A _{sw}
0,20	194,03	0,00	0,00	0,00
1,40	192,03	0,00	0,00	0,00
2,60	190,02	0,00	0,00	0,00

Inviluppo verifiche stato limite esercizio (SLE)

Verifica sezioni fondazione (Inviluppo)

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 40,00 cm

X	A _{fi}	A _{fs}	σ _c	σ _{fi}	σ _{fs}
0,20	16,12	12,72	4940	147825	42397
0,76	12,72	14,99	2929	26785	76092
1,40	12,72	14,99	3912	33581	117976
2,04	12,72	14,99	2929	26784	76092
2,60	16,12	12,72	4940	147836	42400

X	τ _c	A _{sw}
0,20	-777	2,26
0,76	-450	1,13
1,40	155	0,00
2,04	497	1,13
2,60	760	2,26

Verifica sezioni traverso (Inviluppo)

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 40,00 cm

X	A _{fi}	A _{fs}	σ _c	σ _{fi}	σ _{fs}
---	-----------------	-----------------	----------------	-----------------	-----------------

0,20	12,72	14,99	4251	35935	131065
0,73	14,99	12,72	1948	45282	18577
1,40	12,72	12,72	3814	129757	30496
2,00	14,99	12,72	2293	57961	21205
2,60	12,72	14,99	4251	35934	131056

X	τ_c	A_{sw}
0,20	724	2,26
0,73	424	0,00
1,40	48	0,00
2,00	-386	0,00
2,60	-724	2,26

Verifica sezioni piedritto sinistro (Inviluppo)

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 40,00 cm

Y	A_{fi}	A_{fs}	σ_c	σ_{fi}	σ_{fs}
0,20	14,99	12,72	5292	47252	145553
1,40	12,72	12,72	795	10894	7720
2,60	14,99	12,72	4423	41262	109214

Y	τ_c	A_{sw}
0,20	468	0,00
1,40	60	0,00
2,60	-312	0,00

Verifica sezioni piedritto destro (Inviluppo)

Progetto Esecutivo

Mandataria



Mandanti:



bininipartners



Base sezione $B = 100 \text{ cm}$

 Altezza sezione $H = 40,00 \text{ cm}$

Y	A_{fi}	A_{fs}	σ_c	σ_{fi}	σ_{fs}
0,20	14,99	12,72	5293	47254	145571
1,40	12,72	12,72	794	10890	7720
2,60	14,99	12,72	4423	41261	109207

Y	τ_c	A_{sw}
0,20	-468	0,00
1,40	-60	0,00
2,60	312	0,00

Verifiche fessurazione

Simbologia adottata ed unità di misura

N°	Indice sezione
X_i	Ascissa/Ordinata sezione, espresso in m
M_p	Momento, espresse in kNm
M_n	Momento, espresse in kNm
w_k	Ampiezza fessure, espresse in mm
w_{lim}	Apertura limite fessure, espresse in mm
s	Distanza media tra le fessure, espresse in mm
ϵ_{sm}	Deformazione nelle fessure, espresse in [%]

Verifica fessurazione fondazione [Combinazione n° 11 - SLE (Quasi Permanente)]

N°	X	A_{fi}	A_{fs}	M_p	M_n	M	w	w_{lim}	s_m	ϵ_{sm}
1	0,20	16,12	12,72	92,48	-90,85	62,50	0,00	0,30	0,00	0,000
2	0,76	12,72	14,99	90,74	-91,83	-32,90	0,00	0,30	0,00	0,000
3	1,40	12,72	14,99	90,74	-91,83	-69,58	0,00	0,30	0,00	0,000

4	2,04	12,72	14,99	90,74	-91,83	-32,90	0,00	0,30	0,00	0,000
5	2,60	16,12	12,72	92,48	-90,85	62,50	0,00	0,30	0,00	0,000

Verifica fessurazione traverso [Combinazione n° 11 - SLE (Quasi Permanente)]

N°	X	A _{fi}	A _{fs}	M _p	M _n	M	w	w _{lim}	S _m	ε _{sm}
1	0,20	12,72	14,99	90,74	-91,83	-55,87	0,00	0,30	0,00	0,000
2	0,73	14,99	12,72	91,83	-90,74	27,10	0,00	0,30	0,00	0,000
3	1,40	12,72	12,72	90,54	-90,54	64,14	0,00	0,30	0,00	0,000
4	2,00	14,99	12,72	91,83	-90,74	34,14	0,00	0,30	0,00	0,000
5	2,60	12,72	14,99	90,74	-91,83	-55,86	0,00	0,30	0,00	0,000

Verifica fessurazione piedritto sinistro [Combinazione n° 11 - SLE (Quasi Permanente)]

N°	X	A _{fi}	A _{fs}	M _p	M _n	M	w	w _{lim}	S _m	ε _{sm}
1	0,20	14,99	12,72	91,83	-90,74	-62,50	0,00	0,30	0,00	0,000
2	1,40	12,72	12,72	90,54	-90,54	-7,80	0,00	0,30	0,00	0,000
3	2,60	14,99	12,72	91,83	-90,74	-55,87	0,00	0,30	0,00	0,000

Verifica fessurazione piedritto destro [Combinazione n° 11 - SLE (Quasi Permanente)]

N°	X	A _{fi}	A _{fs}	M _p	M _n	M	w	w _{lim}	S _m	ε _{sm}
1	0,20	14,99	12,72	91,83	-90,74	-62,50	0,00	0,30	0,00	0,000
2	1,40	12,72	12,72	90,54	-90,54	-7,80	0,00	0,30	0,00	0,000
3	2,60	14,99	12,72	91,83	-90,74	-55,86	0,00	0,30	0,00	0,000

Verifica fessurazione fondazione [Combinazione n° 12 - SLE (Frequente)]

N°	X	A _{fi}	A _{fs}	M _p	M _n	M	w	w _{lim}	S _m	ε _{sm}
1	0,20	16,12	12,72	92,48	-90,85	62,50	0,00	0,40	0,00	0,000
2	0,76	12,72	14,99	90,74	-91,83	-32,90	0,00	0,40	0,00	0,000
3	1,40	12,72	14,99	90,74	-91,83	-69,58	0,00	0,40	0,00	0,000
4	2,04	12,72	14,99	90,74	-91,83	-32,90	0,00	0,40	0,00	0,000
5	2,60	16,12	12,72	92,48	-90,85	62,50	0,00	0,40	0,00	0,000

Verifica fessurazione traverso [Combinazione n° 12 - SLE (Frequente)]

N°	X	A _{fi}	A _{fs}	M _p	M _n	M	w	w _{lim}	S _m	ε _{sm}
1	0,20	12,72	14,99	90,74	-91,83	-55,87	0,00	0,40	0,00	0,000
2	0,73	14,99	12,72	91,83	-90,74	27,10	0,00	0,40	0,00	0,000
3	1,40	12,72	12,72	90,54	-90,54	64,14	0,00	0,40	0,00	0,000
4	2,00	14,99	12,72	91,83	-90,74	34,14	0,00	0,40	0,00	0,000
5	2,60	12,72	14,99	90,74	-91,83	-55,86	0,00	0,40	0,00	0,000

Verifica fessurazione piedritto sinistro [Combinazione n° 12 - SLE (Frequente)]

N°	X	A _{fi}	A _{fs}	M _p	M _n	M	w	w _{lim}	S _m	ε _{sm}
1	0,20	14,99	12,72	91,83	-90,74	-62,50	0,00	0,40	0,00	0,000
2	1,40	12,72	12,72	90,54	-90,54	-7,80	0,00	0,40	0,00	0,000
3	2,60	14,99	12,72	91,83	-90,74	-55,87	0,00	0,40	0,00	0,000

Verifica fessurazione piedritto destro [Combinazione n° 12 - SLE (Frequente)]

N°	X	A _{fi}	A _{fs}	M _p	M _n	M	w	w _{lim}	S _m	ε _{sm}
1	0,20	14,99	12,72	91,83	-90,74	-62,50	0,00	0,40	0,00	0,000
2	1,40	12,72	12,72	90,54	-90,54	-7,80	0,00	0,40	0,00	0,000
3	2,60	14,99	12,72	91,83	-90,74	-55,86	0,00	0,40	0,00	0,000

Verifica fessurazione fondazione [Combinazione n° 13 - SLE (Rara)]

N°	X	A _{fi}	A _{fs}	M _p	M _n	M	w	w _{lim}	S _m	ε _{sm}
1	0,20	16,12	12,72	92,48	-90,85	62,50	0,00	100,00	0,00	0,000
2	0,76	12,72	14,99	90,74	-91,83	-32,90	0,00	100,00	0,00	0,000
3	1,40	12,72	14,99	90,74	-91,83	-69,58	0,00	100,00	0,00	0,000
4	2,04	12,72	14,99	90,74	-91,83	-32,90	0,00	100,00	0,00	0,000
5	2,60	16,12	12,72	92,48	-90,85	62,50	0,00	100,00	0,00	0,000

Verifica fessurazione traverso [Combinazione n° 13 - SLE (Rara)]

N°	X	A _{fi}	A _{fs}	M _p	M _n	M	w	w _{lim}	S _m	ε _{sm}
1	0,20	12,72	14,99	90,74	-91,83	-55,87	0,00	100,00	0,00	0,000
2	0,73	14,99	12,72	91,83	-90,74	27,10	0,00	100,00	0,00	0,000
3	1,40	12,72	12,72	90,54	-90,54	64,14	0,00	100,00	0,00	0,000
4	2,00	14,99	12,72	91,83	-90,74	34,14	0,00	100,00	0,00	0,000
5	2,60	12,72	14,99	90,74	-91,83	-55,86	0,00	100,00	0,00	0,000

Verifica fessurazione piedritto sinistro [Combinazione n° 13 - SLE (Rara)]

N°	X	A _{fi}	A _{fs}	M _p	M _n	M	w	w _{lim}	S _m	ε _{sm}
----	---	-----------------	-----------------	----------------	----------------	---	---	------------------	----------------	-----------------

1	0,20	14,99	12,72	91,83	-90,74	-62,50	0,00	100,00	0,00	0,000
2	1,40	12,72	12,72	90,54	-90,54	-7,80	0,00	100,00	0,00	0,000
3	2,60	14,99	12,72	91,83	-90,74	-55,87	0,00	100,00	0,00	0,000

Verifica fessurazione piedritto destro [Combinazione n° 13 - SLE (Rara)]

N°	X	A _{fi}	A _{fs}	M _p	M _n	M	w	W _{lim}	S _m	ε _{sm}
1	0,20	14,99	12,72	91,83	-90,74	-62,50	0,00	100,00	0,00	0,000
2	1,40	12,72	12,72	90,54	-90,54	-7,80	0,00	100,00	0,00	0,000
3	2,60	14,99	12,72	91,83	-90,74	-55,86	0,00	100,00	0,00	0,000

Verifica fessurazione fondazione [Combinazione n° 14 - SLE (Quasi Permanente) - Sisma Vert. positivo]

N°	X	A _{fi}	A _{fs}	M _p	M _n	M	w	W _{lim}	S _m	ε _{sm}
1	0,20	16,12	12,72	92,48	-90,85	90,31	0,00	0,30	0,00	0,000
2	0,76	12,72	14,99	90,74	-91,83	-10,16	0,00	0,30	0,00	0,000
3	1,40	12,72	14,99	90,74	-91,83	-68,19	0,00	0,30	0,00	0,000
4	2,04	12,72	14,99	90,74	-91,83	-51,72	0,00	0,30	0,00	0,000
5	2,60	16,12	12,72	92,48	-90,85	41,42	0,00	0,30	0,00	0,000

Verifica fessurazione traverso [Combinazione n° 14 - SLE (Quasi Permanente) - Sisma Vert. positivo]

N°	X	A _{fi}	A _{fs}	M _p	M _n	M	w	W _{lim}	S _m	ε _{sm}
1	0,20	12,72	14,99	90,74	-91,83	-41,45	0,00	0,30	0,00	0,000
2	0,73	14,99	12,72	91,83	-90,74	34,35	0,00	0,30	0,00	0,000
3	1,40	12,72	12,72	90,54	-90,54	62,06	0,00	0,30	0,00	0,000
4	2,00	14,99	12,72	91,83	-90,74	23,34	0,00	0,30	0,00	0,000

5	2,60	12,72	14,99	90,74	-91,83	-75,72	0,00	0,30	0,00	0,000
---	------	-------	-------	-------	--------	--------	------	------	------	-------

Verifica fessurazione piedritto sinistro [Combinazione n° 14 - SLE (Quasi Permanente) - Sisma Vert. positivo]

N°	X	A _{fi}	A _{fs}	M _p	M _n	M	w	w _{lim}	S _m	ε _{sm}
1	0,20	14,99	12,72	91,83	-90,74	-90,31	0,00	0,30	0,00	0,000
2	1,40	12,72	12,72	90,54	-90,54	2,44	0,00	0,30	0,00	0,000
3	2,60	14,99	12,72	91,83	-90,74	-41,45	0,00	0,30	0,00	0,000

Verifica fessurazione piedritto destro [Combinazione n° 14 - SLE (Quasi Permanente) - Sisma Vert. positivo]

N°	X	A _{fi}	A _{fs}	M _p	M _n	M	w	w _{lim}	S _m	ε _{sm}
1	0,20	14,99	12,72	91,83	-90,74	-41,42	0,00	0,30	0,00	0,000
2	1,40	12,72	12,72	90,54	-90,54	-8,47	0,00	0,30	0,00	0,000
3	2,60	14,99	12,72	91,83	-90,74	-75,72	0,00	0,30	0,00	0,000

Verifica fessurazione fondazione [Combinazione n° 15 - SLE (Quasi Permanente) - Sisma Vert. negativo]

N°	X	A _{fi}	A _{fs}	M _p	M _n	M	w	w _{lim}	S _m	ε _{sm}
1	0,20	16,12	12,72	92,48	-90,85	79,89	0,00	0,30	0,00	0,000
2	0,76	12,72	14,99	90,74	-91,83	-16,59	0,00	0,30	0,00	0,000
3	1,40	12,72	14,99	90,74	-91,83	-66,94	0,00	0,30	0,00	0,000
4	2,04	12,72	14,99	90,74	-91,83	-44,91	0,00	0,30	0,00	0,000
5	2,60	16,12	12,72	92,48	-90,85	46,72	0,00	0,30	0,00	0,000

Verifica fessurazione traverso [Combinazione n° 15 - SLE (Quasi Permanente) - Sisma Vert. negativo]

N°	X	A _{fi}	A _{fs}	M _p	M _n	M	w	W _{lim}	S _m	ε _{sm}
1	0,20	12,72	14,99	90,74	-91,83	-45,31	0,00	0,30	0,00	0,000
2	0,73	14,99	12,72	91,83	-90,74	31,89	0,00	0,30	0,00	0,000
3	1,40	12,72	12,72	90,54	-90,54	62,09	0,00	0,30	0,00	0,000
4	2,00	14,99	12,72	91,83	-90,74	26,26	0,00	0,30	0,00	0,000
5	2,60	12,72	14,99	90,74	-91,83	-69,24	0,00	0,30	0,00	0,000

Verifica fessurazione piedritto sinistro [Combinazione n° 15 - SLE (Quasi Permanente) - Sisma Vert. negativo]

N°	X	A _{fi}	A _{fs}	M _p	M _n	M	w	W _{lim}	S _m	ε _{sm}
1	0,20	14,99	12,72	91,83	-90,74	-79,89	0,00	0,30	0,00	0,000
2	1,40	12,72	12,72	90,54	-90,54	-0,80	0,00	0,30	0,00	0,000
3	2,60	14,99	12,72	91,83	-90,74	-45,31	0,00	0,30	0,00	0,000

Verifica fessurazione piedritto destro [Combinazione n° 15 - SLE (Quasi Permanente) - Sisma Vert. negativo]

N°	X	A _{fi}	A _{fs}	M _p	M _n	M	w	W _{lim}	S _m	ε _{sm}
1	0,20	14,99	12,72	91,83	-90,74	-46,72	0,00	0,30	0,00	0,000
2	1,40	12,72	12,72	90,54	-90,54	-7,88	0,00	0,30	0,00	0,000
3	2,60	14,99	12,72	91,83	-90,74	-69,24	0,00	0,30	0,00	0,000

Verifica fessurazione fondazione [Combinazione n° 16 - SLE (Quasi Permanente) - Sisma Vert. positivo]

N°	X	A _{fi}	A _{fs}	M _p	M _n	M	w	W _{lim}	S _m	ε _{sm}
1	0,20	16,12	12,72	92,48	-90,85	41,44	0,00	0,30	0,00	0,000

2	0,76	12,72	14,99	90,74	-91,83	-51,72	0,00	0,30	0,00	0,000
3	1,40	12,72	14,99	90,74	-91,83	-68,20	0,00	0,30	0,00	0,000
4	2,04	12,72	14,99	90,74	-91,83	-10,16	0,00	0,30	0,00	0,000
5	2,60	16,12	12,72	92,48	-90,85	90,32	0,00	0,30	0,00	0,000

Verifica fessurazione traverso [Combinazione n° 16 - SLE (Quasi Permanente) - Sisma Vert. positivo]

N°	X	A _{fi}	A _{fs}	M _p	M _n	M	w	W _{lim}	S _m	ε _{sm}
1	0,20	12,72	14,99	90,74	-91,83	-75,72	0,00	0,30	0,00	0,000
2	0,73	14,99	12,72	91,83	-90,74	15,31	0,00	0,30	0,00	0,000
3	1,40	12,72	12,72	90,54	-90,54	62,07	0,00	0,30	0,00	0,000
4	2,00	14,99	12,72	91,83	-90,74	40,48	0,00	0,30	0,00	0,000
5	2,60	12,72	14,99	90,74	-91,83	-41,44	0,00	0,30	0,00	0,000

Verifica fessurazione piedritto sinistro [Combinazione n° 16 - SLE (Quasi Permanente) - Sisma Vert. positivo]

N°	X	A _{fi}	A _{fs}	M _p	M _n	M	w	W _{lim}	S _m	ε _{sm}
1	0,20	14,99	12,72	91,83	-90,74	-41,44	0,00	0,30	0,00	0,000
2	1,40	12,72	12,72	90,54	-90,54	-8,48	0,00	0,30	0,00	0,000
3	2,60	14,99	12,72	91,83	-90,74	-75,72	0,00	0,30	0,00	0,000

Verifica fessurazione piedritto destro [Combinazione n° 16 - SLE (Quasi Permanente) - Sisma Vert. positivo]

N°	X	A _{fi}	A _{fs}	M _p	M _n	M	w	W _{lim}	S _m	ε _{sm}
1	0,20	14,99	12,72	91,83	-90,74	-90,32	0,00	0,30	0,00	0,000
2	1,40	12,72	12,72	90,54	-90,54	2,44	0,00	0,30	0,00	0,000
3	2,60	14,99	12,72	91,83	-90,74	-41,44	0,00	0,30	0,00	0,000

Verifica fessurazione fondazione [Combinazione n° 17 - SLE (Quasi Permanente) - Sisma Vert. negativo]

N°	X	A _{fi}	A _{fs}	M _p	M _n	M	w	w _{lim}	S _m	ε _{sm}
1	0,20	16,12	12,72	92,48	-90,85	46,73	0,00	0,30	0,00	0,000
2	0,76	12,72	14,99	90,74	-91,83	-44,92	0,00	0,30	0,00	0,000
3	1,40	12,72	14,99	90,74	-91,83	-66,94	0,00	0,30	0,00	0,000
4	2,04	12,72	14,99	90,74	-91,83	-16,59	0,00	0,30	0,00	0,000
5	2,60	16,12	12,72	92,48	-90,85	79,89	0,00	0,30	0,00	0,000

Verifica fessurazione traverso [Combinazione n° 17 - SLE (Quasi Permanente) - Sisma Vert. negativo]

N°	X	A _{fi}	A _{fs}	M _p	M _n	M	w	w _{lim}	S _m	ε _{sm}
1	0,20	12,72	14,99	90,74	-91,83	-69,24	0,00	0,30	0,00	0,000
2	0,73	14,99	12,72	91,83	-90,74	18,60	0,00	0,30	0,00	0,000
3	1,40	12,72	12,72	90,54	-90,54	62,09	0,00	0,30	0,00	0,000
4	2,00	14,99	12,72	91,83	-90,74	38,23	0,00	0,30	0,00	0,000
5	2,60	12,72	14,99	90,74	-91,83	-45,30	0,00	0,30	0,00	0,000

Verifica fessurazione piedritto sinistro [Combinazione n° 17 - SLE (Quasi Permanente) - Sisma Vert. negativo]

N°	X	A _{fi}	A _{fs}	M _p	M _n	M	w	w _{lim}	S _m	ε _{sm}
1	0,20	14,99	12,72	91,83	-90,74	-46,73	0,00	0,30	0,00	0,000
2	1,40	12,72	12,72	90,54	-90,54	-7,89	0,00	0,30	0,00	0,000
3	2,60	14,99	12,72	91,83	-90,74	-69,24	0,00	0,30	0,00	0,000

Verifica fessurazione piedritto destro [Combinazione n° 17 - SLE (Quasi Permanente) - Sisma Vert. negativo]

N°	X	A _{fi}	A _{fs}	M _p	M _n	M	w	w _{lim}	S _m	ε _{sm}
1	0,20	14,99	12,72	91,83	-90,74	-79,89	0,00	0,30	0,00	0,000
2	1,40	12,72	12,72	90,54	-90,54	-0,79	0,00	0,30	0,00	0,000
3	2,60	14,99	12,72	91,83	-90,74	-45,30	0,00	0,30	0,00	0,000

Verifiche geotecniche
Simbologia adottata

IC	Indice della combinazione
N _c , N _q , N _γ	Fattori di capacità portante
N _c , N _q , N _γ	Fattori di capacità portante corretti per effetto forma, inclinazione del carico, affondamento, etc.
q _u	Portanza ultima del terreno, espressa in [kPa]
Q _u	Portanza ultima del terreno, espressa in [kN]/m
Q _v	Carico verticale al piano di posa, espressa in [kN]/m
FS	Fattore di sicurezza a carico limite

IC	N _c	N _q	N _γ	N' _c	N' _q	N' _γ	q _u	Q _u	Q _v	FS
1	77,50	61,55	80,93	77,50	61,55	80,93	10838	30345,43	390,93	77,62
2	77,50	61,55	80,93	77,50	61,55	80,93	9726	27234,12	620,30	43,90
3	77,50	61,55	80,93	77,50	61,55	80,93	7503	21008,31	316,99	66,28
4	77,50	61,55	80,93	77,50	61,55	80,93	7536	21099,71	284,44	74,18
5	77,50	61,55	80,93	77,50	61,55	80,93	7112	19913,78	486,89	40,90
6	77,50	61,55	80,93	77,50	61,55	80,93	7268	20349,09	454,35	44,79
7	77,50	61,55	80,93	77,50	61,55	80,93	7503	21008,31	316,99	66,28
8	77,50	61,55	80,93	77,50	61,55	80,93	7536	21099,72	284,44	74,18
9	77,50	61,55	80,93	77,50	61,55	80,93	7112	19913,78	486,89	40,90
10	77,50	61,55	80,93	77,50	61,55	80,93	7268	20349,09	454,35	44,79

Incidenza delle armature

Per tale porzione di manufatto si è assunta un'incidenza delle armature pari a 90 kg/mc

Dichiarazioni secondo N.T.C. 2008 (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.

La struttura viene discretizzata in elementi tipo trave. Per simulare il comportamento del terreno di fondazione e di rinfilanco vengono inserite delle molle alla Winkler non reagenti a trazione.

L'analisi che viene effettuata è un'analisi al passo per tener conto delle molle che devono essere eliminate (molle in trazione). L'analisi fornisce i risultati in termini di spostamenti. Dagli spostamenti si risale alle sollecitazioni nodali ed alle pressioni sul terreno.

Il calcolo degli scatolari viene eseguito secondo le seguenti fasi:

- Calcolo delle pressioni in calotta (per gli scatolari ricoperti da terreno);
- Calcolo della spinta del terreno;
- Calcolo delle sollecitazioni sugli elementi strutturali (fondazione, piedritti e traverso);
- 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 DM 17/01/2008.

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	SCAT - Analisi Strutture Scatolari
Versione	14.0
Produttore	Aztec Informatica srl, Casole Bruzio (CS)
Licenza	AIU4639W1

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.

9.2 VERIFICHE MURO DI RISVOLTO

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	R_{ck}	E	ν	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

Geometria profilo terreno a monte del muro

Simbologia adottata

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

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

n°	X	Y	A
	[m]	[m]	[°]
1	0,00	0,00	0.000
2	8,00	0,00	0.000

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

Falda

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	-5,00	-5,10	0.000
2	-0,50	-5,10	0.000
3	10,00	-5,10	0.000
4	15,00	-5,10	0.000

Geometria muro

Geometria paramento e fondazione

Paramento

Materiale	C32/40	
Altezza paramento	4,50	[m]
Altezza paramento libero	2,25	[m]
Spessore in sommità	0,50	[m]
Spessore all'attacco con la fondazione	0,50	[m]
Inclinazione paramento esterno	0,00	[°]
Inclinazione paramento interno	0,00	[°]

Fondazione

Materiale	C32/40	
Lunghezza mensola di valle	0,00	[m]
Lunghezza mensola di monte	2,50	[m]
Lunghezza totale	3,00	[m]
Inclinazione piano di posa	0,00	[°]
Spessore	0,60	[m]
Spessore magrone	0,00	[m]

Sperone

Posizione	Valle	
Distanza dal tacco della fondazione	2,50	[m]
Altezza	2,00	[m]
Spessore	0,50	[m]

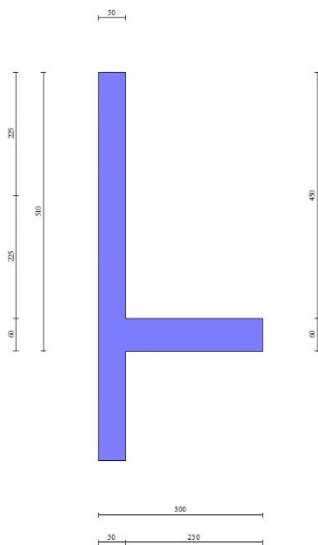


Fig. 1 - Sezione quotata del muro

Descrizione terreni

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]
c_a	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	γ_{sat}	ϕ	δ	c	c_a	Cesp	τ_l
		[kN/mc]	[kN/mc]	[°]	[°]	[kPa]	[kPa]		[kPa]
1	Rilevato arginale	19,0000	19,0000	27,000	18,000	10	5		

n°	Descr	γ [kN/mc]	γ_{sat} [kN/mc]	ϕ [°]	δ [°]	c [kPa]	ca [kPa]	Cesp	τ_l [kPa]
2	UG1	20,0000	20,0000	38.000	25.330	0	0		

Stratigrafia

Simbologia adottata

n°	Indice dello strato
H	Spessore dello strato espresso in [m]
α	Inclinazione espressa in [°]
Terreno	Terreno dello strato
Kwn, Kwt	Costante di Winkler normale e tangenziale alla superficie espressa in Kg/cm ² /cm

Per calcolo pali (solo se presenti)

Kw	Costante di Winkler orizzontale espressa in Kg/cm ² /cm
Ks	Coefficiente di spinta
Cesp	Coefficiente di espansione laterale (per tutti i metodi tranne il metodo di Bustamante-Doix)

Per calcolo della spinta con coeff. di spinta definiti (usati solo se attiva l'opzione 'Usa coeff. di spinta da strato')

Kststa, Kstsis	Coeff. di spinta statico e sismico
----------------	------------------------------------

n°	H [m]	α [°]	Terreno	Kwn [Kg/cm ³]	Kwt [Kg/cm ³]	Kw [Kg/cm ³]	Ks	Cesp	Kststa	Kstsis
1	4,50	0.000	Rilevato arginale	0.000	0.000	0.000	0.000	1.000	0.000	0.000
2	5,00	0.000	UG1	0.000	0.000	0.000	0.000	1.000	0.000	0.000

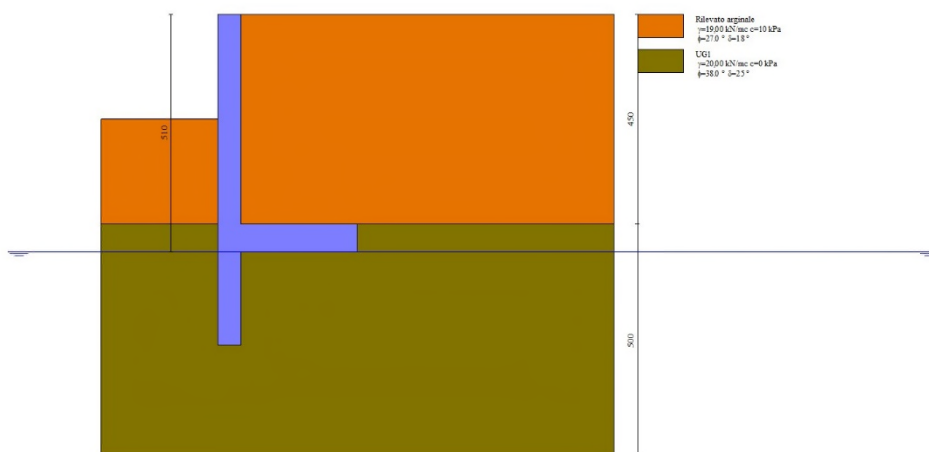


Fig. 2 - Stratigrafia

Condizioni di carico

Simbologia adottata

Carichi verticali positivi verso il basso.

Carichi orizzontali positivi verso sinistra.

Momento positivo senso antiorario.

X	Ascissa del punto di applicazione del carico concentrato espressa in [m]
F _x	Componente orizzontale del carico concentrato espressa in [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	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 (Peso acqua su terreno a monte) - PERMANENTE NS

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					0,00	8,00	13,7000	13,7000

Normativa

Normativa usata: **Norme Tecniche sulle Costruzioni 2008 (D.M. 17.01.2008) + 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	Favorevoli	γ _{G1,fav}	1.00	0.90	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Permanenti strutturali	Sfavorevoli	γ _{G1,sfav}	1.00	1.10	1.30	1.30	1.00	1.00	1.00	1.00
Permanenti non strutturali	Favorevoli	γ _{G2,fav}	0.00	0.80	0.80	0.80	0.80	0.00	0.00	0.00
Permanenti non strutturali	Sfavorevoli	γ _{G2,sfav}	1.00	1.50	1.50	1.50	1.30	1.00	1.00	1.00
Variabili	Favorevoli	γ _{Q,fav}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Variabili	Sfavorevoli	γ _{Q,sfav}	1.00	1.50	1.50	1.50	1.30	1.00	1.00	1.00
Variabili da traffico	Favorevoli	γ _{QT,fav}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Variabili da traffico	Sfavorevoli	γ _{QT,sfav}	1.00	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	γ _{tan(φ)}	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	--

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

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Spinta terreno	1.30	--	Sfavorevole
Peso acqua su terreno a monte	1.50	--	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
Peso acqua su terreno a monte	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
Peso acqua su terreno a monte	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
Peso acqua su terreno a monte	1.30	--	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
Peso acqua su terreno a monte	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
Peso acqua su terreno a monte	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
Peso acqua su terreno a monte	1.50	--	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
Peso acqua su terreno a monte	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
Peso acqua su terreno a monte	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
Peso acqua su terreno a monte	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
Peso acqua su terreno a monte	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
Peso acqua su terreno a monte	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
Peso acqua su terreno a monte	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
Peso acqua su terreno a monte	1.00	--	Sfavorevole

Opzioni di calcolo

Spinta

Metodo di calcolo della spinta	Culmann
Tipo di spinta	Spinta attiva
Terreno a bassa permeabilità	SI
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 ($0.5B_f N_c$)	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	Bishop
---	--------

Altro

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

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	I	Cx	Cy	Px	Py
		[kN]	[°]	[kN]	[kN]	[m]	[m]
1	Spinta statica	83,86	19,58	79,01	28,10	2,50	-3,52
	Peso/Inerzia muro			0,00	123,81/0,00	0,20	-3,92
	Peso/Inerzia terrapieno			0,00	265,13/0,00	1,25	-2,25
	Peso dell'acqua sulla fondazione di valle				0,00	0,00	0,00
	Resistenza passiva terreno antistante			-135,28			
	Resistenza passiva sperone			-162,66			

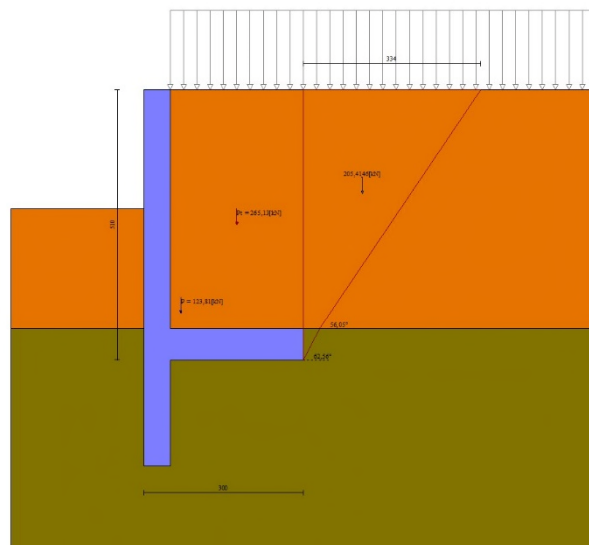


Fig. 3 - Cuneo di spinta (combinazione statica) (Combinazione n° 1)

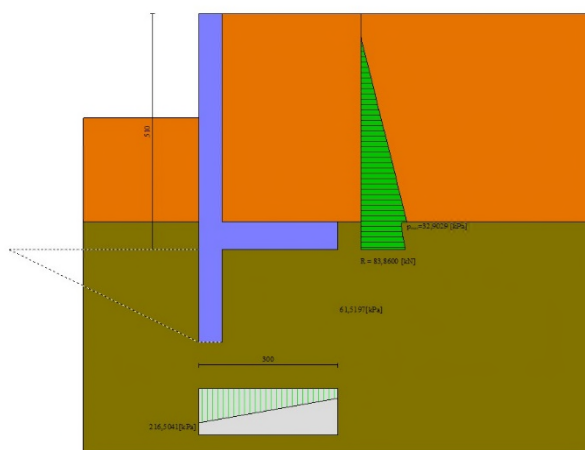


Fig. 4 - Diagramma delle pressioni (combinazione statica) (Combinazione n° 1)

Verifiche geotecniche

Quadro riassuntivo coeff. di sicurezza calcolati

Simbologia adottata

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

Cmb	Sismica	FS _{SCO}	FS _{RIB}	FS _{QLIM}	FS _{STAB}	FS _{HYD}	FS _{UPL}
1 - STR (A1-M1-R3)		6.269		15.811			
2 - STR (A1-M1-R3)	H + V	3.916		10.447			
3 - STR (A1-M1-R3)	H - V	4.088		11.455			
4 - GEO (A2-M2-R2)					4.142		
5 - GEO (A2-M2-R2)	H + V				3.497		
6 - GEO (A2-M2-R2)	H - V				3.284		
7 - EQU (A1-M1-R3)			5.072				
8 - EQU (A1-M1-R3)	H + V		2.135				
9 - EQU (A1-M1-R3)	H - V		1.789				

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	Rpt	Rps	Rp	Rt	R	T	FS
	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	
2 - STR (A1-M1-R3) H + V	200,86	135,28	162,66	--	--	498,79	127,37	3.916

Dettagli verifica a scorrimento

Simbologia adottata

n°	Indice combinazione
Ncss	Carico sul cuneo di spinta passiva, espresso in [kN]
φ _{RP}	Angolo di rottura passivo, espresso in [°]
Nrpp	Carico residuo sul piano di posa, espresso in [kN]
Lr	Lunghezza base residua, espresso in [m]

n°	Ncss	ϕ_{Rp}	Nrpp	Lr
	[kN]		[kN]	[m]
2	0,00	26.000	424,35	2,89

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 portanza di progetto e carico agente al piano di posa)

n°	N	Qu	Qd	FS
	[kN]	[kN]	[kN]	
2 - STR (A1-M1-R3) H + V	424,35	4433,02	3694,19	10.447

Dettagli calcolo portanza

Simbologia adottata

n°	Indice combinazione
Nc, Nq, N γ	Fattori di capacità portante
ic, iq, i γ	Fattori di inclinazione del carico
dc, dq, d γ	Fattori di profondità del piano di posa
gc, gq, g γ	Fattori di inclinazione del profilo topografico
bc, bq, b γ	Fattori di inclinazione del piano di posa
sc, sq, s γ	Fattori di forma della fondazione
pc, pq, p γ	Fattori di riduzione per punzonamento secondo Vesic
r γ	Fattori per tener conto dell'effetto piastra. Per fondazioni che hanno larghezza maggiore di 2 m, il terzo termine della formula trinomia $0.5B\gamma N$, viene moltiplicato per questo fattore
D	Affondamento del piano di posa, espresso in [m]
B'	Larghezza fondazione ridotta, espresso in [m]
H	Altezza del cuneo di rottura, espresso in [m]
γ	Peso di volume del terreno medio, espresso in [kN/mc]
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 N γ	ic iq i γ	dc dq d γ	gc gq g γ	bc bq b γ	sc sq s γ	pc pq p γ	r γ	D	B' H	γ	ϕ	c
									[m]	[m]	[kN/mc]	[°]	[kPa]
2	61.352 48.933 64.074	0.663 0.663 0.314	1.390 1.195 1.195	-- -- --	-- -- --	-- -- --	-- -- --	0.956	2,85	3,00 3,08	10,19	38.00	0

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	Mr	FS
	[kNm]	[kNm]	
9 - EQU (A1-M1-R3) H - V	605,78	338,64	1.789

Verifica stabilità globale muro + terreno

Simbologia adottata

Ic Indice/Tipo combinazione
 C Centro superficie di scorrimento, espresso in [m]
 R Raggio, espresso in [m]
 FS Fattore di sicurezza

Ic	C	R	FS
	[m]	[m]	
6 - GEO (A2-M2-R2) H - V	-3,00; 4,50	11,99	3.284

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]
 α angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso in [°] (positivo antiorario)
 φ angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia
 c coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in [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]

n°	W	Qy	b	α	φ	c	u	Tx; Ty
	[kN]	[kN]	[m]	[°]	[°]	[kPa]	[kPa]	[kN]
1	13,34	9,81	8,13 - 0,84	63.208	27.000	10	0,0	
2	36,47	11,53	0,84	55.496	27.000	10	0,0	
3	53,98	11,53	0,84	48.883	27.000	10	0,0	
4	68,00	11,53	0,84	43.069	27.000	10	0,0	
5	79,89	11,53	0,84	37.770	38.000	0	0,0	
6	89,96	11,53	0,84	32.830	38.000	0	4,6	
7	97,89	11,53	0,84	28.154	38.000	0	9,5	
8	107,51	11,53	0,84	23.675	38.000	0	13,5	
9	113,11	11,53	0,84	19.347	38.000	0	16,7	
10	127,43	7,52	0,84	15.130	38.000	0	19,3	
11	98,95	0,00	0,84	10.997	38.000	0	21,2	
12	84,77	0,00	0,84	6.921	38.000	0	22,5	
13	85,99	0,00	0,84	2.880	38.000	0	23,2	

n°	W [kN]	Qy [kN]	b [m]	α [°]	ϕ [°]	c [kPa]	u [kPa]	Tx; Ty [kN]
14	86,20	0,00	0,84	-1.146	38.000	0	23,4	
15	85,42	0,00	0,84	-5.178	38.000	0	22,9	
16	83,62	0,00	0,84	-9.236	38.000	0	21,9	
17	80,79	0,00	0,84	-13.342	38.000	0	20,2	
18	76,87	0,00	0,84	-17.519	38.000	0	17,9	
19	71,80	0,00	0,84	-21.795	38.000	0	15,0	
20	65,47	0,00	0,84	-26.204	38.000	0	11,3	
21	57,76	0,00	0,84	-30.789	38.000	0	6,8	
22	48,46	0,00	0,84	-35.605	38.000	0	1,4	
23	37,33	0,00	0,84	-40.735	38.000	0	0,0	
24	24,37	0,00	0,84	-46.303	27.000	10	0,0	
25	8,54	0,00	-12,92 - 0,84	-52.142	27.000	10	0,0	

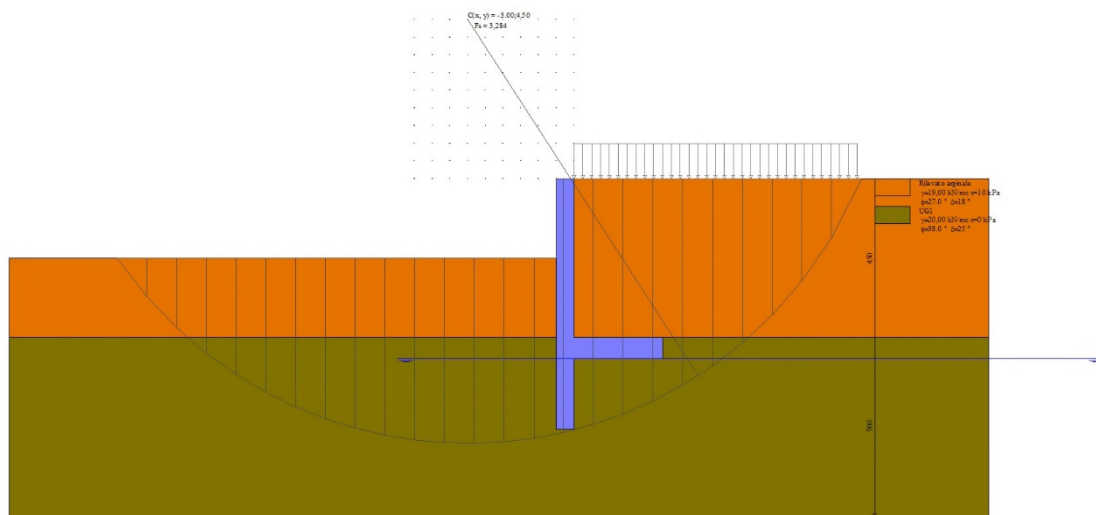


Fig. 5 - Stabilità fronte di scavo - Cerchio critico (Combinazione n° 6)

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)

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	1,23	1,23	0,00	0,17	0,00	0,01
3	-0,20	2,45	2,45	0,00	0,37	0,00	0,04
4	-0,30	3,68	3,68	0,00	0,59	0,00	0,08

n°	X	Nmin	Nmax	Tmin	Tmax	Mmin	Mmax
	[m]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]
5	-0,40	4,90	4,90	0,00	0,84	0,00	0,15
6	-0,50	6,13	6,13	0,00	1,11	0,00	0,25
7	-0,60	7,36	7,36	0,00	1,40	0,00	0,38
8	-0,70	8,58	8,58	0,00	1,72	0,00	0,53
9	-0,80	9,81	9,81	0,00	2,06	0,00	0,72
10	-0,90	11,03	11,03	0,00	2,42	0,00	0,94
11	-1,00	12,26	12,26	0,00	2,81	0,00	1,21
12	-1,10	13,48	13,48	0,04	3,26	0,00	1,51
13	-1,20	14,71	14,71	0,13	3,79	0,01	1,86
14	-1,30	15,94	15,94	0,28	4,40	0,03	2,27
15	-1,40	17,16	17,16	0,49	5,10	0,07	2,75
16	-1,50	18,39	18,39	0,76	5,88	0,13	3,29
17	-1,60	19,61	19,61	1,09	6,74	0,22	3,92
18	-1,70	20,84	20,84	1,47	7,68	0,35	4,64
19	-1,80	22,07	22,07	1,92	8,71	0,52	5,46
20	-1,90	23,29	23,29	2,43	9,83	0,74	6,39
21	-2,00	24,52	24,52	3,00	11,02	1,01	7,43
22	-2,10	25,74	25,74	3,62	12,30	1,34	8,60
23	-2,20	26,97	26,97	4,31	13,67	1,73	9,90
24	-2,30	28,19	28,19	5,06	15,12	2,20	11,33
25	-2,40	29,42	29,42	5,86	16,65	2,75	12,92
26	-2,50	30,65	30,65	6,73	18,27	3,37	14,67
27	-2,60	31,87	31,87	7,66	19,97	4,09	16,58
28	-2,70	33,10	33,10	8,64	21,75	4,91	18,66
29	-2,80	34,32	34,32	9,69	23,62	5,82	20,93
30	-2,90	35,55	35,55	10,80	25,57	6,85	23,39
31	-3,00	36,78	36,78	11,96	27,61	7,99	26,05
32	-3,10	38,00	38,00	13,19	29,73	9,24	28,91
33	-3,20	39,23	39,23	14,48	31,94	10,62	32,00
34	-3,30	40,45	40,45	15,82	34,22	12,14	35,30
35	-3,40	41,68	41,68	17,23	36,60	13,79	38,85
36	-3,50	42,90	42,90	18,70	39,06	15,59	42,63
37	-3,60	44,13	44,13	20,22	41,60	17,53	46,66
38	-3,70	45,36	45,36	21,81	44,22	19,63	50,95
39	-3,80	46,58	46,58	23,46	46,93	21,90	55,51
40	-3,90	47,81	47,81	25,16	49,73	24,33	60,34
41	-4,00	49,03	49,03	26,93	52,60	26,93	65,45
42	-4,10	50,26	50,26	28,76	55,57	29,72	70,86
43	-4,20	51,49	51,49	30,65	58,61	32,68	76,57
44	-4,30	52,71	52,71	32,60	61,74	35,85	82,59
45	-4,40	53,94	53,94	34,60	64,96	39,21	88,92
46	-4,50	55,16	55,16	36,67	68,26	42,77	95,58

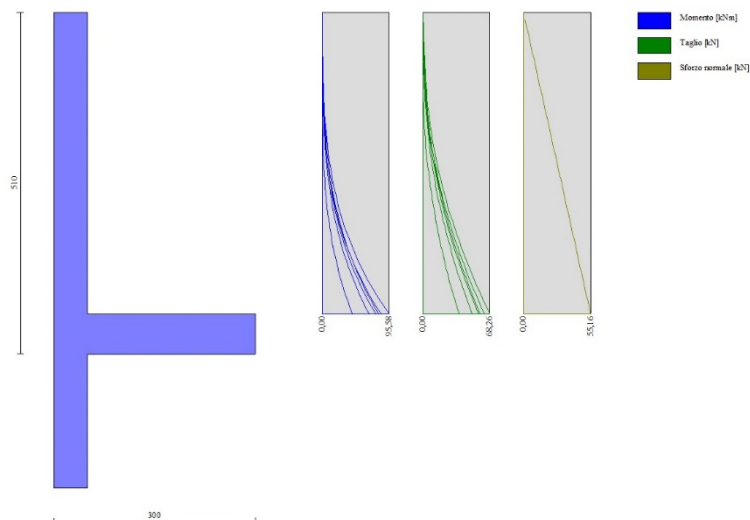


Fig. 6 - Paramento

Fondazione

n°	X [m]	Nmin [kN]	Nmax [kN]	Tmin [kN]	Tmax [kN]	Mmin [kNm]	Mmax [kNm]
1	0,00	0,00	0,00	-50,78	17,97	-162,69	-23,08
2	0,10	0,00	0,00	-54,95	13,06	-158,82	-24,63
3	0,20	0,00	0,00	-58,60	8,49	-154,00	-25,70
4	0,30	0,00	0,00	-61,74	4,27	-148,34	-26,34
5	0,40	0,00	0,00	-67,58	0,41	-141,93	-26,57
6	0,50	0,00	0,00	-73,69	-3,11	-134,86	-26,43
7	0,60	0,00	0,00	-78,87	-6,28	-127,22	-25,96
8	0,70	0,00	0,00	-83,10	-9,10	-119,12	-25,19
9	0,80	0,00	0,00	-86,39	-11,56	-110,64	-24,15
10	0,90	0,00	0,00	-88,74	-13,68	-101,87	-22,88
11	1,00	0,00	0,00	-90,15	-15,45	-92,92	-21,43
12	1,10	0,00	0,00	-90,62	-16,87	-83,87	-19,81
13	1,20	0,00	0,00	-90,14	-17,94	-74,83	-18,06
14	1,30	0,00	0,00	-88,72	-18,66	-65,88	-16,23
15	1,40	0,00	0,00	-86,37	-19,03	-57,11	-14,34
16	1,50	0,00	0,00	-83,07	-19,04	-48,63	-12,44
17	1,60	0,00	0,00	-78,83	-18,71	-40,53	-10,55
18	1,70	0,00	0,00	-73,64	-18,03	-32,90	-8,71
19	1,80	0,00	0,00	-67,52	-17,00	-25,83	-6,95
20	1,90	0,00	0,00	-60,45	-15,62	-19,43	-5,32
21	2,00	0,00	0,00	-52,45	-13,89	-13,77	-3,84
22	2,10	0,00	0,00	-43,50	-11,82	-8,97	-2,55
23	2,20	0,00	0,00	-33,61	-9,39	-5,11	-1,49
24	2,30	0,00	0,00	-22,78	-6,61	-2,28	-0,68
25	2,40	0,00	0,00	-11,39	-3,48	-0,57	-0,18
26	2,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

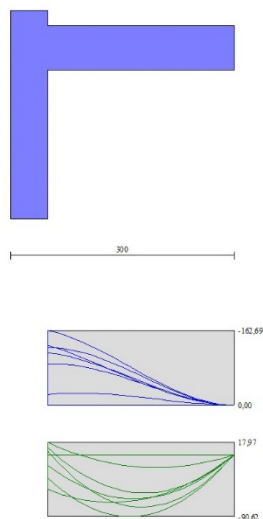


Fig. 7 - Fondazione

Verifiche strutturali

Verifiche a flessione

Elementi calcolati a trave

Simbologia adottata

n°	indice sezione
Y	ordinata sezione espressa in [m]
B	larghezza sezione espresso in [cm]
H	altezza sezione espressa in [cm]
Afi	area ferri inferiori espresso in [cmq]
Afs	area ferri superiori espressa in [cmq]
M	momento agente espressa in [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	H	Afi	Afs	M	N	Mu	Nu	FS
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kN]	[kNm]	[kN]	
1	100	50	12,72	12,72	0,00	0,00	0,00	0,00	1000.000
2	100	50	12,72	12,72	0,00	0,00	0,00	0,00	1000.000
3	100	50	12,72	12,72	0,00	0,00	0,00	0,00	1000.000
4	100	50	12,72	12,72	0,00	0,00	0,00	0,00	1000.000
5	100	50	12,72	12,72	0,00	0,00	0,00	0,00	1000.000
6	100	50	12,72	12,72	0,00	0,00	0,00	0,00	1000.000
7	100	50	12,72	12,72	0,00	0,00	0,00	0,00	1000.000
8	100	50	12,72	12,72	0,53	8,58	477,95	7710,58	898.569
9	100	50	12,72	12,72	0,72	9,81	536,27	7300,47	744.429
10	100	50	12,72	12,72	0,94	11,03	588,25	6873,69	623.031
11	100	50	12,72	12,72	1,21	12,26	633,61	6441,89	525.504

n°	B	H	Afi	Afs	M	N	Mu	Nu	FS
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kN]	[kNm]	[kN]	
12	100	50	12,72	12,72	1,51	13,48	673,00	6013,93	445.993
13	100	50	12,72	12,72	1,86	14,71	706,91	5586,87	379.795
14	100	50	12,72	12,72	2,27	15,94	733,95	5151,35	323.251
15	100	50	12,72	12,72	2,75	17,16	754,91	4719,65	275.007
16	100	50	12,72	12,72	3,29	18,39	768,72	4292,18	233.426
17	100	50	12,72	12,72	3,92	19,61	752,54	3762,10	191.811
18	100	50	12,72	12,72	4,64	20,84	721,52	3237,89	155.373
19	100	50	12,72	12,72	5,46	22,07	678,50	2740,46	124.198
20	100	50	12,72	12,72	6,39	23,29	628,43	2290,81	98.355
21	100	50	12,72	12,72	7,43	24,52	572,86	1889,96	77.088
22	100	50	12,72	12,72	8,60	25,74	517,42	1549,37	60.186
23	100	50	12,72	12,72	9,90	26,97	469,65	1280,02	47.463
24	100	50	12,72	12,72	11,33	28,19	427,74	1064,07	37.740
25	100	50	12,72	12,72	12,92	29,42	396,38	902,50	30.676
26	100	50	12,72	12,72	14,67	30,65	372,13	777,58	25.373
27	100	50	12,72	12,72	16,58	31,87	352,90	678,48	21.288
28	100	50	12,72	12,72	18,66	33,10	337,32	598,23	18.075
29	100	50	12,72	12,72	20,93	34,32	324,50	532,13	15.503
30	100	50	12,72	12,72	23,39	35,55	313,78	476,90	13.415
31	100	50	12,72	12,72	26,05	36,78	304,71	430,20	11.698
32	100	50	12,72	12,72	28,91	38,00	296,96	390,28	10.270
33	100	50	12,72	12,72	32,00	39,23	289,50	354,91	9.048
34	100	50	12,72	12,72	35,30	40,45	283,05	324,33	8.017
35	100	50	12,72	12,72	38,85	41,68	277,43	297,67	7.142
36	100	50	12,72	12,72	42,63	42,90	272,49	274,27	6.392
37	100	50	12,72	12,72	46,66	44,13	268,14	253,61	5.747
38	100	50	12,72	12,72	50,95	45,36	264,27	235,26	5.187
39	100	50	12,72	12,72	55,51	46,58	260,81	218,88	4.699
40	100	50	12,72	12,72	60,34	47,81	257,72	204,20	4.271
41	100	50	12,72	12,72	65,45	49,03	254,93	190,97	3.895
42	100	50	12,72	12,72	70,86	50,26	252,41	179,02	3.562
43	100	50	12,72	12,72	76,57	51,49	250,12	168,18	3.267
44	100	50	12,72	12,72	82,59	52,71	248,04	158,31	3.003
45	100	50	12,72	12,72	88,92	53,94	246,14	149,30	2.768
46	100	50	12,72	12,72	95,58	55,16	244,40	141,05	2.557

Fondazione

n°	B	H	Afi	Afs	M	N	Mu	Nu	FS
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kN]	[kNm]	[kN]	
1	100	60	12,72	12,72	-162,69	0,00	-263,33	0,00	1.619
2	100	60	12,72	12,72	-158,82	0,00	-263,33	0,00	1.658
3	100	60	12,72	12,72	-154,00	0,00	-263,33	0,00	1.710
4	100	60	12,72	12,72	-148,34	0,00	-263,33	0,00	1.775
5	100	60	12,72	12,72	-141,93	0,00	-263,33	0,00	1.855
6	100	60	12,72	12,72	-134,86	0,00	-263,33	0,00	1.953
7	100	60	12,72	12,72	-127,22	0,00	-263,33	0,00	2.070
8	100	60	12,72	12,72	-119,12	0,00	-263,33	0,00	2.211
9	100	60	12,72	12,72	-110,64	0,00	-263,33	0,00	2.380
10	100	60	12,72	12,72	-101,87	0,00	-263,33	0,00	2.585
11	100	60	12,72	12,72	-92,92	0,00	-263,33	0,00	2.834
12	100	60	12,72	12,72	-83,87	0,00	-263,33	0,00	3.140
13	100	60	12,72	12,72	-74,83	0,00	-263,33	0,00	3.519
14	100	60	12,72	12,72	-65,88	0,00	-263,33	0,00	3.997
15	100	60	12,72	12,72	-57,11	0,00	-263,33	0,00	4.611
16	100	60	12,72	12,72	-48,63	0,00	-263,33	0,00	5.414
17	100	60	12,72	12,72	-40,53	0,00	-263,33	0,00	6.497
18	100	60	12,72	12,72	-32,90	0,00	-263,33	0,00	8.004
19	100	60	12,72	12,72	-25,83	0,00	-263,33	0,00	10.193
20	100	60	12,72	12,72	-19,43	0,00	-263,33	0,00	13.555
21	100	60	12,72	12,72	-13,77	0,00	-263,33	0,00	19.118
22	100	60	12,72	12,72	-8,97	0,00	-263,33	0,00	29.361
23	100	60	12,72	12,72	-5,11	0,00	-263,33	0,00	51.578
24	100	60	12,72	12,72	-2,28	0,00	-263,33	0,00	115.585
25	100	60	12,72	12,72	-0,57	0,00	-263,33	0,00	462.338
26	100	60	12,72	12,72	0,00	0,00	0,00	0,00	1000.000

Sperone

n°	B	H	Afi	Afs	M	N	Mu	Nu	FS
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kN]	[kNm]	[kN]	
1	100	50	27,99	10,18	397,44	0,00	458,71	0,00	1.154

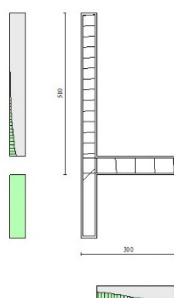


Fig. 1 - Paramento (Inviluppo)

Verifiche a taglio

Simbologia adottata

Is	indice sezione
Y	ordinata sezione espressa in [m]
B	larghezza sezione espresso in [cm]
H	altezza sezione espressa in [cm]
A _{sw}	area ferri a taglio espresso in [cmq]
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	H	A _{sw}	cotgθ	V _{Rcd}	V _{Rsd}	V _{Rd}	T	FS
	[cm]	[cm]	[cmq]		[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	
1	100	50	0,00	--	0,00	0,00	240,93	0,00	100.000
2	100	50	0,00	--	0,00	0,00	241,09	0,17	1393.366
3	100	50	0,00	--	0,00	0,00	241,26	0,37	651.877
4	100	50	0,00	--	0,00	0,00	241,43	0,59	408.358
5	100	50	0,00	--	0,00	0,00	241,59	0,84	288.860
6	100	50	0,00	--	0,00	0,00	241,76	1,11	218.675
7	100	50	0,00	--	0,00	0,00	241,92	1,40	172.952
8	100	50	0,00	--	0,00	0,00	242,09	1,72	141.073
9	100	50	0,00	--	0,00	0,00	242,25	2,06	117.750
10	100	50	0,00	--	0,00	0,00	242,42	2,42	100.061
11	100	50	0,00	--	0,00	0,00	242,58	2,81	86.226
12	100	50	0,00	--	0,00	0,00	242,75	3,26	74.350
13	100	50	0,00	--	0,00	0,00	242,91	3,79	64.026
14	100	50	0,00	--	0,00	0,00	243,08	4,40	55.184
15	100	50	0,00	--	0,00	0,00	243,25	5,10	47.701
16	100	50	0,00	--	0,00	0,00	243,41	5,88	41.414
17	100	50	0,00	--	0,00	0,00	243,58	6,74	36.143

n°	B [cm]	H [cm]	A _{sw} [cmq]	cotθ	V _{Rcd} [kN]	V _{Rsd} [kN]	V _{Rd} [kN]	T [kN]	FS
18	100	50	0,00	--	0,00	0,00	243,74	7,68	31.718
19	100	50	0,00	--	0,00	0,00	243,91	8,71	27.990
20	100	50	0,00	--	0,00	0,00	244,07	9,83	24.837
21	100	50	0,00	--	0,00	0,00	244,24	11,02	22.155
22	100	50	0,00	--	0,00	0,00	244,40	12,30	19.862
23	100	50	0,00	--	0,00	0,00	244,57	13,67	17.892
24	100	50	0,00	--	0,00	0,00	244,73	15,12	16.188
25	100	50	0,00	--	0,00	0,00	244,90	16,65	14.708
26	100	50	0,00	--	0,00	0,00	245,07	18,27	13.416
27	100	50	0,00	--	0,00	0,00	245,23	19,97	12.281
28	100	50	0,00	--	0,00	0,00	245,40	21,75	11.281
29	100	50	0,00	--	0,00	0,00	245,56	23,62	10.396
30	100	50	0,00	--	0,00	0,00	245,73	25,57	9.609
31	100	50	0,00	--	0,00	0,00	245,89	27,61	8.906
32	100	50	0,00	--	0,00	0,00	246,06	29,73	8.276
33	100	50	0,00	--	0,00	0,00	246,22	31,94	7.710
34	100	50	0,00	--	0,00	0,00	246,39	34,22	7.199
35	100	50	0,00	--	0,00	0,00	246,56	36,60	6.737
36	100	50	0,00	--	0,00	0,00	246,72	39,06	6.317
37	100	50	0,00	--	0,00	0,00	246,89	41,60	5.935
38	100	50	0,00	--	0,00	0,00	247,05	44,22	5.587
39	100	50	0,00	--	0,00	0,00	247,22	46,93	5.268
40	100	50	0,00	--	0,00	0,00	247,38	49,73	4.975
41	100	50	0,00	--	0,00	0,00	247,55	52,60	4.706
42	100	50	0,00	--	0,00	0,00	247,71	55,57	4.458
43	100	50	0,00	--	0,00	0,00	247,88	58,61	4.229
44	100	50	0,00	--	0,00	0,00	248,04	61,74	4.017
45	100	50	0,00	--	0,00	0,00	248,21	64,96	3.821
46	100	50	0,00	--	0,00	0,00	248,38	68,26	3.639

Fondazione

n°	B [cm]	H [cm]	A _{sw} [cmq]	cotθ	V _{Rcd} [kN]	V _{Rsd} [kN]	V _{Rd} [kN]	T [kN]	FS
1	100	60	0,00	--	0,00	0,00	264,90	-50,78	5.216
2	100	60	0,00	--	0,00	0,00	264,90	-54,95	4.821
3	100	60	0,00	--	0,00	0,00	264,90	-58,60	4.520
4	100	60	0,00	--	0,00	0,00	264,90	-61,74	4.291
5	100	60	0,00	--	0,00	0,00	264,90	-67,58	3.920
6	100	60	0,00	--	0,00	0,00	264,90	-73,69	3.595
7	100	60	0,00	--	0,00	0,00	264,90	-78,87	3.359
8	100	60	0,00	--	0,00	0,00	264,90	-83,10	3.188
9	100	60	0,00	--	0,00	0,00	264,90	-86,39	3.066
10	100	60	0,00	--	0,00	0,00	264,90	-88,74	2.985
11	100	60	0,00	--	0,00	0,00	264,90	-90,15	2.938
12	100	60	0,00	--	0,00	0,00	264,90	-90,62	2.923
13	100	60	0,00	--	0,00	0,00	264,90	-90,14	2.939
14	100	60	0,00	--	0,00	0,00	264,90	-88,72	2.986
15	100	60	0,00	--	0,00	0,00	264,90	-86,37	3.067
16	100	60	0,00	--	0,00	0,00	264,90	-83,07	3.189
17	100	60	0,00	--	0,00	0,00	264,90	-78,83	3.361
18	100	60	0,00	--	0,00	0,00	264,90	-73,64	3.597
19	100	60	0,00	--	0,00	0,00	264,90	-67,52	3.923
20	100	60	0,00	--	0,00	0,00	264,90	-60,45	4.382
21	100	60	0,00	--	0,00	0,00	264,90	-52,45	5.051
22	100	60	0,00	--	0,00	0,00	264,90	-43,50	6.090
23	100	60	0,00	--	0,00	0,00	264,90	-33,61	7.882
24	100	60	0,00	--	0,00	0,00	264,90	-22,78	11.630
25	100	60	0,00	--	0,00	0,00	264,90	-11,39	23.255
26	100	60	0,00	--	0,00	0,00	264,90	0,00	100.000

Sperone

n°	B [cm]	H [cm]	A _{sw} [cmq]	cotθ	V _{Rcd} [kN]	V _{Rsd} [kN]	V _{Rd} [kN]	T [kN]	FS
1	100	50	6,03	2,50	1313,80	435,64	435,64	-297,93	1.462

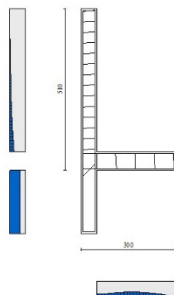


Fig. 2 - Paramento (Involuppo)

Verifica delle tensioni

Simbologia adottata

n°	indice sezione
Y	ordinata sezione, espressa in [m]
B	larghezza sezione, espressa in [cm]
H	altezza sezione, espressa in [cm]
Afi	area ferri inferiori, espressa in [cmq]
Afs	area ferri superiori, espressa in [cmq]
M	momento agente, espressa in [kNm]
N	sforzo normale agente, espressa in [kN]
σ_c	tensione di compressione nel cls, espressa in [kPa]
σ_{fi}	tensione nei ferri inferiori, espressa in [kPa]
σ_{fs}	tensione nei ferri superiori, espressa in [kPa]

Combinazioni SLER

Paramento

Tensione massima di compressione nel calcestruzzo	19920	[kPa]
Tensione massima di trazione dell'acciaio	360000	[kPa]

n°	B	H	Afi	Afs	M	N	σ_c	σ_{fi}	σ_{fs}
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kN]	[kPa]	[kPa]	[kPa]
1	100	50	12,72	12,72	0,00	0,00	0 (10)	0 (10)	0 (10)
2	100	50	12,72	12,72	0,00	1,23	2 (10)	34 (10)	34 (10)
3	100	50	12,72	12,72	0,00	2,45	5 (10)	68 (10)	68 (10)
4	100	50	12,72	12,72	0,00	3,68	7 (10)	103 (10)	103 (10)
5	100	50	12,72	12,72	0,00	4,90	9 (10)	137 (10)	137 (10)
6	100	50	12,72	12,72	0,00	6,13	11 (10)	171 (10)	171 (10)
7	100	50	12,72	12,72	0,00	7,36	14 (10)	205 (10)	205 (10)
8	100	50	12,72	12,72	0,00	8,58	16 (10)	239 (10)	239 (10)
9	100	50	12,72	12,72	0,00	9,81	18 (10)	273 (10)	273 (10)
10	100	50	12,72	12,72	0,00	11,03	21 (10)	308 (10)	308 (10)
11	100	50	12,72	12,72	0,00	12,26	23 (10)	342 (10)	342 (10)
12	100	50	12,72	12,72	0,00	13,48	25 (10)	375 (10)	376 (10)

n°	B	H	Afi	Afs	M	N	σc	σfi	σfs
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kN]	[kPa]	[kPa]	[kPa]
13	100	50	12,72	12,72	0,01	14,71	28 (10)	408 (10)	412 (10)
14	100	50	12,72	12,72	0,03	15,94	30 (10)	437 (10)	452 (10)
15	100	50	12,72	12,72	0,07	17,16	33 (10)	461 (10)	495 (10)
16	100	50	12,72	12,72	0,13	18,39	37 (10)	480 (10)	545 (10)
17	100	50	12,72	12,72	0,22	19,61	41 (10)	491 (10)	602 (10)
18	100	50	12,72	12,72	0,35	20,84	46 (10)	493 (10)	668 (10)
19	100	50	12,72	12,72	0,52	22,07	52 (10)	485 (10)	745 (10)
20	100	50	12,72	12,72	0,74	23,29	59 (10)	465 (10)	834 (10)
21	100	50	12,72	12,72	1,01	24,52	67 (10)	431 (10)	936 (10)
22	100	50	12,72	12,72	1,34	25,74	76 (10)	382 (10)	1053 (10)
23	100	50	12,72	12,72	1,73	26,97	86 (10)	317 (10)	1187 (10)
24	100	50	12,72	12,72	2,20	28,19	98 (10)	233 (10)	1338 (10)
25	100	50	12,72	12,72	2,75	29,42	112 (10)	129 (10)	1510 (10)
26	100	50	12,72	12,72	3,37	30,65	129 (10)	36 (10)	1717 (10)
27	100	50	12,72	12,72	4,09	31,87	150 (10)	309 (10)	1971 (10)
28	100	50	12,72	12,72	4,91	33,10	177 (10)	746 (10)	2280 (10)
29	100	50	12,72	12,72	5,82	34,32	211 (10)	1410 (10)	2650 (10)
30	100	50	12,72	12,72	6,85	35,55	250 (10)	2356 (10)	3077 (10)
31	100	50	12,72	12,72	7,99	36,78	297 (10)	3612 (10)	3555 (10)
32	100	50	12,72	12,72	9,24	38,00	349 (10)	5188 (10)	4075 (10)
33	100	50	12,72	12,72	10,62	39,23	407 (10)	7077 (10)	4634 (10)
34	100	50	12,72	12,72	12,14	40,45	470 (10)	9276 (10)	5230 (10)
35	100	50	12,72	12,72	13,79	41,68	538 (10)	11781 (10)	5864 (10)
36	100	50	12,72	12,72	15,59	42,90	612 (10)	14593 (10)	6537 (10)
37	100	50	12,72	12,72	17,53	44,13	691 (10)	17715 (10)	7250 (10)
38	100	50	12,72	12,72	19,63	45,36	777 (10)	21153 (10)	8007 (10)
39	100	50	12,72	12,72	21,90	46,58	868 (10)	24915 (10)	8810 (10)
40	100	50	12,72	12,72	24,33	47,81	966 (10)	29008 (10)	9659 (10)
41	100	50	12,72	12,72	26,93	49,03	1071 (10)	33442 (10)	10559 (10)
42	100	50	12,72	12,72	29,72	50,26	1182 (10)	38226 (10)	11511 (10)
43	100	50	12,72	12,72	32,68	51,49	1300 (10)	43370 (10)	12517 (10)
44	100	50	12,72	12,72	35,85	52,71	1426 (10)	48885 (10)	13579 (10)
45	100	50	12,72	12,72	39,21	53,94	1559 (10)	54782 (10)	14699 (10)
46	100	50	12,72	12,72	42,77	55,16	1700 (10)	61071 (10)	15880 (10)

Fondazione

Tensione massima di compressione nel calcestruzzo 19920 [kPa]
 Tensione massima di trazione dell'acciaio 360000 [kPa]

n°	B	H	Afi	Afs	M	N	σc	σfi	σfs
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kN]	[kPa]	[kPa]	[kPa]
1	100	60	12,72	12,72	-23,08	0,00	648 (10)	5600 (10)	35634 (10)
2	100	60	12,72	12,72	-24,63	0,00	692 (10)	5976 (10)	38025 (10)
3	100	60	12,72	12,72	-25,70	0,00	722 (10)	6236 (10)	39684 (10)
4	100	60	12,72	12,72	-26,34	0,00	740 (10)	6391 (10)	40665 (10)
5	100	60	12,72	12,72	-26,57	0,00	746 (10)	6447 (10)	41022 (10)
6	100	60	12,72	12,72	-26,43	0,00	742 (10)	6413 (10)	40809 (10)
7	100	60	12,72	12,72	-25,96	0,00	729 (10)	6299 (10)	40080 (10)
8	100	60	12,72	12,72	-25,19	0,00	707 (10)	6111 (10)	38888 (10)
9	100	60	12,72	12,72	-24,15	0,00	678 (10)	5860 (10)	37289 (10)
10	100	60	12,72	12,72	-22,88	0,00	643 (10)	5553 (10)	35335 (10)
11	100	60	12,72	12,72	-21,43	0,00	602 (10)	5199 (10)	33082 (10)
12	100	60	12,72	12,72	-19,81	0,00	556 (10)	4806 (10)	30582 (10)
13	100	60	12,72	12,72	-18,06	0,00	507 (10)	4383 (10)	27891 (10)
14	100	60	12,72	12,72	-16,23	0,00	456 (10)	3938 (10)	25061 (10)
15	100	60	12,72	12,72	-14,34	0,00	403 (10)	3480 (10)	22147 (10)
16	100	60	12,72	12,72	-12,44	0,00	349 (10)	3018 (10)	19204 (10)
17	100	60	12,72	12,72	-10,55	0,00	296 (10)	2559 (10)	16284 (10)
18	100	60	12,72	12,72	-8,71	0,00	245 (10)	2113 (10)	13443 (10)
19	100	60	12,72	12,72	-6,95	0,00	195 (10)	1687 (10)	10733 (10)
20	100	60	12,72	12,72	-5,32	0,00	149 (10)	1290 (10)	8210 (10)
21	100	60	12,72	12,72	-3,84	0,00	108 (10)	931 (10)	5926 (10)
22	100	60	12,72	12,72	-2,55	0,00	72 (10)	619 (10)	3937 (10)

n°	B	H	Afi	Afs	M	N	σc	σfi	σfs
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kN]	[kPa]	[kPa]	[kPa]
23	100	60	12,72	12,72	-1,49	0,00	42 (10)	361 (10)	2295 (10)
24	100	60	12,72	12,72	-0,68	0,00	19 (10)	166 (10)	1056 (10)
25	100	60	12,72	12,72	-0,18	0,00	5 (10)	43 (10)	273 (10)
26	100	60	12,72	12,72	0,00	0,00	0 (10)	0 (10)	0 (10)

Sperone

Tensione massima di compressione nel calcestruzzo 19920 [kPa]

Tensione massima di trazione dell'acciaio 360000 [kPa]

n°	B	H	Afi	Afs	M	N	σc	σfi	σfs
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kN]	[kPa]	[kPa]	[kPa]
1	100	50	27,99	10,18	397,44	0,00	11722 (10)	354735 (10)	116875 (10)

Combinazioni SLEF

Paramento

Tensione massima di compressione nel calcestruzzo 33200 [kPa]

Tensione massima di trazione dell'acciaio 450000 [kPa]

n°	B	H	Afi	Afs	M	N	σc	σfi	σfs
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kN]	[kPa]	[kPa]	[kPa]
1	100	50	12,72	12,72	0,00	0,00	0 (11)	0 (11)	0 (11)
2	100	50	12,72	12,72	0,00	1,23	2 (11)	34 (11)	34 (11)
3	100	50	12,72	12,72	0,00	2,45	5 (11)	68 (11)	68 (11)
4	100	50	12,72	12,72	0,00	3,68	7 (11)	103 (11)	103 (11)
5	100	50	12,72	12,72	0,00	4,90	9 (11)	137 (11)	137 (11)
6	100	50	12,72	12,72	0,00	6,13	11 (11)	171 (11)	171 (11)
7	100	50	12,72	12,72	0,00	7,36	14 (11)	205 (11)	205 (11)
8	100	50	12,72	12,72	0,00	8,58	16 (11)	239 (11)	239 (11)
9	100	50	12,72	12,72	0,00	9,81	18 (11)	273 (11)	273 (11)
10	100	50	12,72	12,72	0,00	11,03	21 (11)	308 (11)	308 (11)
11	100	50	12,72	12,72	0,00	12,26	23 (11)	342 (11)	342 (11)
12	100	50	12,72	12,72	0,00	13,48	25 (11)	375 (11)	376 (11)
13	100	50	12,72	12,72	0,01	14,71	28 (11)	408 (11)	412 (11)
14	100	50	12,72	12,72	0,03	15,94	30 (11)	437 (11)	452 (11)
15	100	50	12,72	12,72	0,07	17,16	33 (11)	461 (11)	495 (11)
16	100	50	12,72	12,72	0,13	18,39	37 (11)	480 (11)	545 (11)
17	100	50	12,72	12,72	0,22	19,61	41 (11)	491 (11)	602 (11)
18	100	50	12,72	12,72	0,35	20,84	46 (11)	493 (11)	668 (11)
19	100	50	12,72	12,72	0,52	22,07	52 (11)	485 (11)	745 (11)
20	100	50	12,72	12,72	0,74	23,29	59 (11)	465 (11)	834 (11)
21	100	50	12,72	12,72	1,01	24,52	67 (11)	431 (11)	936 (11)
22	100	50	12,72	12,72	1,34	25,74	76 (11)	382 (11)	1053 (11)
23	100	50	12,72	12,72	1,73	26,97	86 (11)	317 (11)	1187 (11)
24	100	50	12,72	12,72	2,20	28,19	98 (11)	233 (11)	1338 (11)
25	100	50	12,72	12,72	2,75	29,42	112 (11)	129 (11)	1510 (11)
26	100	50	12,72	12,72	3,37	30,65	129 (11)	36 (11)	1717 (11)
27	100	50	12,72	12,72	4,09	31,87	150 (11)	309 (11)	1971 (11)
28	100	50	12,72	12,72	4,91	33,10	177 (11)	746 (11)	2280 (11)
29	100	50	12,72	12,72	5,82	34,32	211 (11)	1410 (11)	2650 (11)
30	100	50	12,72	12,72	6,85	35,55	250 (11)	2356 (11)	3077 (11)
31	100	50	12,72	12,72	7,99	36,78	297 (11)	3612 (11)	3555 (11)
32	100	50	12,72	12,72	9,24	38,00	349 (11)	5188 (11)	4075 (11)
33	100	50	12,72	12,72	10,62	39,23	407 (11)	7077 (11)	4634 (11)
34	100	50	12,72	12,72	12,14	40,45	470 (11)	9276 (11)	5230 (11)

n°	B	H	Afi	Afs	M	N	σc	σfi	σfs
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kN]	[kPa]	[kPa]	[kPa]
35	100	50	12,72	12,72	13,79	41,68	538 (11)	11781 (11)	5864 (11)
36	100	50	12,72	12,72	15,59	42,90	612 (11)	14593 (11)	6537 (11)
37	100	50	12,72	12,72	17,53	44,13	691 (11)	17715 (11)	7250 (11)
38	100	50	12,72	12,72	19,63	45,36	777 (11)	21153 (11)	8007 (11)
39	100	50	12,72	12,72	21,90	46,58	868 (11)	24915 (11)	8810 (11)
40	100	50	12,72	12,72	24,33	47,81	966 (11)	29008 (11)	9659 (11)
41	100	50	12,72	12,72	26,93	49,03	1071 (11)	33442 (11)	10559 (11)
42	100	50	12,72	12,72	29,72	50,26	1182 (11)	38226 (11)	11511 (11)
43	100	50	12,72	12,72	32,68	51,49	1300 (11)	43370 (11)	12517 (11)
44	100	50	12,72	12,72	35,85	52,71	1426 (11)	48885 (11)	13579 (11)
45	100	50	12,72	12,72	39,21	53,94	1559 (11)	54782 (11)	14699 (11)
46	100	50	12,72	12,72	42,77	55,16	1700 (11)	61071 (11)	15880 (11)

Fondazione

Tensione massima di compressione nel calcestruzzo 33200 [kPa]
 Tensione massima di trazione dell'acciaio 450000 [kPa]

n°	B	H	Afi	Afs	M	N	σc	σfi	σfs
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kN]	[kPa]	[kPa]	[kPa]
1	100	60	12,72	12,72	-23,08	0,00	648 (11)	5600 (11)	35634 (11)
2	100	60	12,72	12,72	-24,63	0,00	692 (11)	5976 (11)	38025 (11)
3	100	60	12,72	12,72	-25,70	0,00	722 (11)	6236 (11)	39684 (11)
4	100	60	12,72	12,72	-26,34	0,00	740 (11)	6391 (11)	40665 (11)
5	100	60	12,72	12,72	-26,57	0,00	746 (11)	6447 (11)	41022 (11)
6	100	60	12,72	12,72	-26,43	0,00	742 (11)	6413 (11)	40809 (11)
7	100	60	12,72	12,72	-25,96	0,00	729 (11)	6299 (11)	40080 (11)
8	100	60	12,72	12,72	-25,19	0,00	707 (11)	6111 (11)	38888 (11)
9	100	60	12,72	12,72	-24,15	0,00	678 (11)	5860 (11)	37289 (11)
10	100	60	12,72	12,72	-22,88	0,00	643 (11)	5553 (11)	35335 (11)
11	100	60	12,72	12,72	-21,43	0,00	602 (11)	5199 (11)	33082 (11)
12	100	60	12,72	12,72	-19,81	0,00	556 (11)	4806 (11)	30582 (11)
13	100	60	12,72	12,72	-18,06	0,00	507 (11)	4383 (11)	27891 (11)
14	100	60	12,72	12,72	-16,23	0,00	456 (11)	3938 (11)	25061 (11)
15	100	60	12,72	12,72	-14,34	0,00	403 (11)	3480 (11)	22147 (11)
16	100	60	12,72	12,72	-12,44	0,00	349 (11)	3018 (11)	19204 (11)
17	100	60	12,72	12,72	-10,55	0,00	296 (11)	2559 (11)	16284 (11)
18	100	60	12,72	12,72	-8,71	0,00	245 (11)	2113 (11)	13443 (11)
19	100	60	12,72	12,72	-6,95	0,00	195 (11)	1687 (11)	10733 (11)
20	100	60	12,72	12,72	-5,32	0,00	149 (11)	1290 (11)	8210 (11)
21	100	60	12,72	12,72	-3,84	0,00	108 (11)	931 (11)	5926 (11)
22	100	60	12,72	12,72	-2,55	0,00	72 (11)	619 (11)	3937 (11)
23	100	60	12,72	12,72	-1,49	0,00	42 (11)	361 (11)	2295 (11)
24	100	60	12,72	12,72	-0,68	0,00	19 (11)	166 (11)	1056 (11)
25	100	60	12,72	12,72	-0,18	0,00	5 (11)	43 (11)	273 (11)
26	100	60	12,72	12,72	0,00	0,00	0 (11)	0 (11)	0 (11)

Sperone

Tensione massima di compressione nel calcestruzzo 33200 [kPa]
 Tensione massima di trazione dell'acciaio 450000 [kPa]

n°	B	H	Afi	Afs	M	N	σc	σfi	σfs
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kN]	[kPa]	[kPa]	[kPa]
1	100	50	27,99	10,18	397,44	0,00	11722 (11)	354735 (11)	116875 (11)

Combinazioni SLEQ

Paramento

Tensione massima di compressione nel calcestruzzo 14940 [kPa]
 Tensione massima di trazione dell'acciaio 450000 [kPa]

n°	B	H	Afi	Afs	M	N	σc	σfi	σfs
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kN]	[kPa]	[kPa]	[kPa]
1	100	50	12,72	12,72	0,00	0,00	0 (12)	0 (12)	0 (12)
2	100	50	12,72	12,72	0,01	1,23	2 (13)	34 (12)	36 (13)
3	100	50	12,72	12,72	0,02	2,45	5 (13)	68 (12)	74 (13)
4	100	50	12,72	12,72	0,05	3,68	8 (13)	103 (12)	116 (13)
5	100	50	12,72	12,72	0,10	4,90	11 (13)	137 (12)	162 (13)
6	100	50	12,72	12,72	0,16	6,13	15 (13)	171 (12)	212 (13)
7	100	50	12,72	12,72	0,24	7,36	19 (13)	205 (12)	266 (13)
8	100	50	12,72	12,72	0,34	8,58	23 (13)	239 (12)	325 (13)
9	100	50	12,72	12,72	0,46	9,81	28 (13)	273 (12)	390 (13)
10	100	50	12,72	12,72	0,61	11,03	33 (13)	308 (12)	460 (13)
11	100	50	12,72	12,72	0,77	12,26	39 (13)	342 (12)	536 (13)
12	100	50	12,72	12,72	0,97	13,48	45 (13)	375 (12)	619 (13)
13	100	50	12,72	12,72	1,20	14,71	52 (13)	408 (12)	711 (13)
14	100	50	12,72	12,72	1,47	15,94	60 (13)	437 (12)	813 (13)
15	100	50	12,72	12,72	1,78	17,16	70 (13)	461 (12)	930 (13)
16	100	50	12,72	12,72	2,16	18,39	81 (13)	480 (12)	1070 (13)
17	100	50	12,72	12,72	2,59	19,61	95 (13)	491 (12)	1237 (13)
18	100	50	12,72	12,72	3,10	20,84	112 (13)	493 (12)	1438 (13)
19	100	50	12,72	12,72	3,68	22,07	133 (13)	843 (13)	1677 (13)
20	100	50	12,72	12,72	4,35	23,29	158 (13)	1378 (13)	1959 (13)
21	100	50	12,72	12,72	5,11	24,52	189 (13)	2114 (13)	2281 (13)
22	100	50	12,72	12,72	5,97	25,74	224 (13)	3074 (13)	2643 (13)
23	100	50	12,72	12,72	6,94	26,97	264 (13)	4274 (13)	3043 (13)
24	100	50	12,72	12,72	8,02	28,19	309 (13)	5724 (13)	3479 (13)
25	100	50	12,72	12,72	9,23	29,42	358 (13)	7434 (13)	3953 (13)
26	100	50	12,72	12,72	10,57	30,65	413 (13)	9413 (13)	4466 (13)
27	100	50	12,72	12,72	12,04	31,87	474 (13)	11671 (13)	5019 (13)
28	100	50	12,72	12,72	13,66	33,10	540 (13)	14219 (13)	5615 (13)
29	100	50	12,72	12,72	15,43	34,32	611 (13)	17068 (13)	6255 (13)
30	100	50	12,72	12,72	17,37	35,55	689 (13)	20231 (13)	6943 (13)
31	100	50	12,72	12,72	19,47	36,78	774 (13)	23720 (13)	7680 (13)
32	100	50	12,72	12,72	21,74	38,00	865 (13)	27549 (13)	8468 (13)
33	100	50	12,72	12,72	24,20	39,23	963 (13)	31730 (13)	9311 (13)
34	100	50	12,72	12,72	26,85	40,45	1068 (13)	36279 (13)	10210 (13)
35	100	50	12,72	12,72	29,70	41,68	1181 (13)	41207 (13)	11169 (13)
36	100	50	12,72	12,72	32,75	42,90	1302 (13)	46529 (13)	12189 (13)
37	100	50	12,72	12,72	36,02	44,13	1431 (13)	52259 (13)	13272 (13)
38	100	50	12,72	12,72	39,50	45,36	1568 (13)	58411 (13)	14422 (13)
39	100	50	12,72	12,72	43,21	46,58	1715 (13)	64998 (13)	15640 (13)
40	100	50	12,72	12,72	47,16	47,81	1870 (13)	72036 (13)	16930 (13)
41	100	50	12,72	12,72	51,35	49,03	2035 (13)	79538 (13)	18292 (13)
42	100	50	12,72	12,72	55,79	50,26	2209 (13)	87517 (13)	19730 (13)
43	100	50	12,72	12,72	60,49	51,49	2393 (13)	95990 (13)	21246 (13)
44	100	50	12,72	12,72	65,46	52,71	2588 (13)	104968 (13)	22843 (13)
45	100	50	12,72	12,72	70,70	53,94	2793 (13)	114468 (13)	24522 (13)
46	100	50	12,72	12,72	76,21	55,16	3009 (13)	124503 (13)	26286 (13)

Fondazione

Tensione massima di compressione nel calcestruzzo 14940 [kPa]
 Tensione massima di trazione dell'acciaio 450000 [kPa]

n°	B	H	Afi	Afs	M	N	σ_c	σ_{fi}	σ_{fs}
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kN]	[kPa]	[kPa]	[kPa]
1	100	60	12,72	12,72	-113,54	0,00	3189 (14)	27550 (14)	175310 (14)
2	100	60	12,72	12,72	-111,59	0,00	3134 (14)	27077 (14)	172297 (14)
3	100	60	12,72	12,72	-108,87	0,00	3058 (14)	26416 (14)	168094 (14)
4	100	60	12,72	12,72	-105,44	0,00	2962 (14)	25586 (14)	162812 (14)
5	100	60	12,72	12,72	-101,40	0,00	2848 (14)	24604 (14)	156564 (14)
6	100	60	12,72	12,72	-96,80	0,00	2719 (14)	23488 (14)	149461 (14)
7	100	60	12,72	12,72	-91,72	0,00	2576 (14)	22255 (14)	141614 (14)
8	100	60	12,72	12,72	-86,22	0,00	2422 (14)	20922 (14)	133136 (14)
9	100	60	12,72	12,72	-80,40	0,00	2258 (14)	19508 (14)	124138 (14)
10	100	60	12,72	12,72	-74,31	0,00	2087 (14)	18030 (14)	114733 (14)
11	100	60	12,72	12,72	-68,02	0,00	1911 (14)	16506 (14)	105032 (14)
12	100	60	12,72	12,72	-61,62	0,00	1731 (14)	14952 (14)	95146 (14)
13	100	60	12,72	12,72	-55,17	0,00	1550 (14)	13387 (14)	85188 (14)
14	100	60	12,72	12,72	-48,75	0,00	1369 (14)	11829 (14)	75269 (14)
15	100	60	12,72	12,72	-42,42	0,00	1192 (14)	10294 (14)	65501 (14)
16	100	60	12,72	12,72	-36,27	0,00	1019 (14)	8800 (14)	55996 (14)
17	100	60	12,72	12,72	-30,35	0,00	853 (14)	7365 (14)	46866 (14)
18	100	60	12,72	12,72	-24,75	0,00	695 (14)	6007 (14)	38222 (14)
19	100	60	12,72	12,72	-19,54	0,00	549 (14)	4742 (14)	30177 (14)
20	100	60	12,72	12,72	-14,79	0,00	416 (14)	3590 (14)	22842 (14)
21	100	60	12,72	12,72	-10,57	0,00	297 (14)	2566 (14)	16328 (14)
22	100	60	12,72	12,72	-6,96	0,00	196 (14)	1689 (14)	10748 (14)
23	100	60	12,72	12,72	-4,02	0,00	113 (14)	976 (14)	6213 (14)
24	100	60	12,72	12,72	-1,84	0,00	52 (14)	446 (14)	2836 (14)
25	100	60	12,72	12,72	-0,47	0,00	13 (14)	114 (14)	728 (14)
26	100	60	12,72	12,72	0,00	0,00	0 (12)	0 (12)	0 (12)

Sperone

Tensione massima di compressione nel calcestruzzo 14940 [kPa]
 Tensione massima di trazione dell'acciaio 450000 [kPa]

n°	B	H	Afi	Afs	M	N	σ_c	σ_{fi}	σ_{fs}
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kN]	[kPa]	[kPa]	[kPa]
1	100	50	27,99	10,18	397,44	0,00	11722 (14)	354735 (14)	116875 (14)

Verifica a fessurazione

Simbologia adottata

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

Combinazioni SLER

Paramento

Apertura limite fessure $w_{lim}=0.20$

n°	B	H	Af	Aeff	M	Mpf	ε	Sm	w
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kNm]	[%]	[mm]	[mm]
1	100	50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0000	0,00	0,000 (10)
2	100	50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0000	0,00	0,000 (10)
3	100	50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0000	0,00	0,000 (10)
4	100	50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0000	0,00	0,000 (10)
5	100	50	0,00	0,00	0,00	0,00	9806805,923 3	1000,00	0,000 (10)
6	100	50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0000	0,00	0,000 (10)
7	100	50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0000	0,00	0,000 (10)
8	100	50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0000	0,00	0,000 (10)
9	100	50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0000	0,00	0,000 (10)
10	100	50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0000	0,00	0,000 (10)
11	100	50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0000	0,00	0,000 (10)
12	100	50	0,00	0,00	0,00	0,20	0,0000	0,00	0,000 (10)
13	100	50	0,00	0,00	0,01	1,11	0,0000	0,00	0,000 (10)
14	100	50	0,00	0,00	0,03	3,21	0,0000	0,00	0,000 (10)
15	100	50	0,00	0,00	0,07	6,95	0,0000	0,00	0,000 (10)
16	100	50	0,00	0,00	0,13	12,89	0,0000	0,00	0,000 (10)
17	100	50	0,00	0,00	0,22	21,76	0,0000	0,00	0,000 (10)
18	100	50	0,00	0,00	0,35	34,72	0,0000	0,00	0,000 (10)
19	100	50	0,00	0,00	0,52	53,74	0,0000	0,00	0,000 (10)
20	100	50	0,00	0,00	0,74	82,44	0,0000	0,00	0,000 (10)
21	100	50	0,00	0,00	1,01	128,41	0,0000	0,00	0,000 (10)
22	100	50	0,00	0,00	1,34	210,43	0,0000	0,00	0,000 (10)
23	100	50	0,00	0,00	1,73	391,28	0,0000	0,00	0,000 (10)
24	100	50	0,00	0,00	2,20	1086,27	0,0000	0,00	0,000 (10)
25	100	50	0,00	0,00	2,75	3063,48	0,0000	0,00	0,000 (10)
26	100	50	12,72	1250,00	3,37	770,90	0,0000	0,00	0,000 (10)
27	100	50	12,72	1250,00	4,09	483,93	0,0000	0,00	0,000 (10)
28	100	50	12,72	1250,00	4,91	372,37	0,0000	0,00	0,000 (10)
29	100	50	12,72	1250,00	5,82	313,43	0,0000	0,00	0,000 (10)
30	100	50	12,72	1250,00	6,85	277,20	0,0000	0,00	0,000 (10)
31	100	50	12,72	1250,00	7,99	252,81	0,0000	0,00	0,000 (10)
32	100	50	12,72	1250,00	9,24	235,36	0,0000	0,00	0,000 (10)
33	100	50	12,72	1250,00	10,62	222,31	0,0000	0,00	0,000 (10)
34	100	50	12,72	1250,00	12,14	212,24	0,0000	0,00	0,000 (10)
35	100	50	12,72	1250,00	13,79	204,25	0,0000	0,00	0,000 (10)
36	100	50	12,72	1250,00	15,59	197,78	0,0000	0,00	0,000 (10)
37	100	50	12,72	1250,00	17,53	192,46	0,0000	0,00	0,000 (10)
38	100	50	12,72	1250,00	19,63	188,01	0,0000	0,00	0,000 (10)
39	100	50	12,72	1250,00	21,90	184,25	0,0000	0,00	0,000 (10)
40	100	50	12,72	1250,00	24,33	181,03	0,0000	0,00	0,000 (10)
41	100	50	12,72	1250,00	26,93	178,26	0,0000	0,00	0,000 (10)
42	100	50	12,72	1250,00	29,72	175,86	0,0000	0,00	0,000 (10)
43	100	50	12,72	1250,00	32,68	173,75	0,0000	0,00	0,000 (10)
44	100	50	12,72	1250,00	35,85	171,89	0,0000	0,00	0,000 (10)
45	100	50	12,72	1250,00	39,21	170,24	0,0000	0,00	0,000 (10)
46	100	50	12,72	1250,00	42,77	168,78	0,0000	0,00	0,000 (10)

Fondazione

Apertura limite fessure $w_{lim}=0.20$

n°	B	H	Af	Aeff	M	Mpf	ε	Sm	w
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kNm]	[%]	[mm]	[mm]
1	100	60	12,72	1250,00	-23,08	-212,58	0,0000	0,00	0,000 (10)
2	100	60	12,72	1250,00	-24,63	-212,58	0,0000	0,00	0,000 (10)
3	100	60	12,72	1250,00	-25,70	-212,58	0,0000	0,00	0,000 (10)

n°	B	H	Af	Aeff	M	Mpf	ε	Sm	w
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kNm]	[%]	[mm]	[mm]
4	100	60	12,72	1250,00	-26,34	-212,58	0,0000	0,00	0,000 (10)
5	100	60	12,72	1250,00	-26,57	-212,58	0,0000	0,00	0,000 (10)
6	100	60	12,72	1250,00	-26,43	-212,58	0,0000	0,00	0,000 (10)
7	100	60	12,72	1250,00	-25,96	-212,58	0,0000	0,00	0,000 (10)
8	100	60	12,72	1250,00	-25,19	-212,58	0,0000	0,00	0,000 (10)
9	100	60	12,72	1250,00	-24,15	-212,58	0,0000	0,00	0,000 (10)
10	100	60	12,72	1250,00	-22,88	-212,58	0,0000	0,00	0,000 (10)
11	100	60	12,72	1250,00	-21,43	-212,58	0,0000	0,00	0,000 (10)
12	100	60	12,72	1250,00	-19,81	-212,58	0,0000	0,00	0,000 (10)
13	100	60	12,72	1250,00	-18,06	-212,58	0,0000	0,00	0,000 (10)
14	100	60	12,72	1250,00	-16,23	-212,58	0,0000	0,00	0,000 (10)
15	100	60	12,72	1250,00	-14,34	-212,58	0,0000	0,00	0,000 (10)
16	100	60	12,72	1250,00	-12,44	-212,58	0,0000	0,00	0,000 (10)
17	100	60	12,72	1250,00	-10,55	-212,58	0,0000	0,00	0,000 (10)
18	100	60	12,72	1250,00	-8,71	-212,58	0,0000	0,00	0,000 (10)
19	100	60	12,72	1250,00	-6,95	-212,58	0,0000	0,00	0,000 (10)
20	100	60	12,72	1250,00	-5,32	-212,58	0,0000	0,00	0,000 (10)
21	100	60	12,72	1250,00	-3,84	-212,58	0,0000	0,00	0,000 (10)
22	100	60	12,72	1250,00	-2,55	-212,58	0,0000	0,00	0,000 (10)
23	100	60	12,72	1250,00	-1,49	-212,58	0,0000	0,00	0,000 (10)
24	100	60	12,72	1250,00	-0,68	-212,58	0,0000	0,00	0,000 (10)
25	100	60	12,72	1250,00	-0,18	-212,58	0,0000	0,00	0,000 (10)
26	100	60	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0000	0,00	0,000 (10)

Combinazioni SLEF

Paramento

Apertura limite fessure $w_{lim}=0.40$

n°	B	H	Af	Aeff	M	Mpf	ε	Sm	w
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kNm]	[%]	[mm]	[mm]
1	100	50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0000	0,00	0,000 (11)
2	100	50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0000	0,00	0,000 (11)
3	100	50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0000	0,00	0,000 (11)
4	100	50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0000	0,00	0,000 (11)
5	100	50	0,00	0,00	0,00	0,00	9806805,923 3	1000,00	0,000 (11)
6	100	50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0000	0,00	0,000 (11)
7	100	50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0000	0,00	0,000 (11)
8	100	50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0000	0,00	0,000 (11)
9	100	50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0000	0,00	0,000 (11)
10	100	50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0000	0,00	0,000 (11)
11	100	50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0000	0,00	0,000 (11)
12	100	50	0,00	0,00	0,00	0,20	0,0000	0,00	0,000 (11)
13	100	50	0,00	0,00	0,01	1,11	0,0000	0,00	0,000 (11)
14	100	50	0,00	0,00	0,03	3,21	0,0000	0,00	0,000 (11)
15	100	50	0,00	0,00	0,07	6,95	0,0000	0,00	0,000 (11)
16	100	50	0,00	0,00	0,13	12,89	0,0000	0,00	0,000 (11)
17	100	50	0,00	0,00	0,22	21,76	0,0000	0,00	0,000 (11)
18	100	50	0,00	0,00	0,35	34,72	0,0000	0,00	0,000 (11)
19	100	50	0,00	0,00	0,52	53,74	0,0000	0,00	0,000 (11)
20	100	50	0,00	0,00	0,74	82,44	0,0000	0,00	0,000 (11)
21	100	50	0,00	0,00	1,01	128,41	0,0000	0,00	0,000 (11)
22	100	50	0,00	0,00	1,34	210,43	0,0000	0,00	0,000 (11)
23	100	50	0,00	0,00	1,73	391,28	0,0000	0,00	0,000 (11)
24	100	50	0,00	0,00	2,20	1086,27	0,0000	0,00	0,000 (11)
25	100	50	0,00	0,00	2,75	3063,48	0,0000	0,00	0,000 (11)
26	100	50	12,72	1250,00	3,37	770,90	0,0000	0,00	0,000 (11)
27	100	50	12,72	1250,00	4,09	483,93	0,0000	0,00	0,000 (11)
28	100	50	12,72	1250,00	4,91	372,37	0,0000	0,00	0,000 (11)
29	100	50	12,72	1250,00	5,82	313,43	0,0000	0,00	0,000 (11)
30	100	50	12,72	1250,00	6,85	277,20	0,0000	0,00	0,000 (11)
31	100	50	12,72	1250,00	7,99	252,81	0,0000	0,00	0,000 (11)

n°	B	H	Af	Aeff	M	Mpf	ε	Sm	w
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kNm]	[%]	[mm]	[mm]
32	100	50	12,72	1250,00	9,24	235,36	0,0000	0,00	0,000 (11)
33	100	50	12,72	1250,00	10,62	222,31	0,0000	0,00	0,000 (11)
34	100	50	12,72	1250,00	12,14	212,24	0,0000	0,00	0,000 (11)
35	100	50	12,72	1250,00	13,79	204,25	0,0000	0,00	0,000 (11)
36	100	50	12,72	1250,00	15,59	197,78	0,0000	0,00	0,000 (11)
37	100	50	12,72	1250,00	17,53	192,46	0,0000	0,00	0,000 (11)
38	100	50	12,72	1250,00	19,63	188,01	0,0000	0,00	0,000 (11)
39	100	50	12,72	1250,00	21,90	184,25	0,0000	0,00	0,000 (11)
40	100	50	12,72	1250,00	24,33	181,03	0,0000	0,00	0,000 (11)
41	100	50	12,72	1250,00	26,93	178,26	0,0000	0,00	0,000 (11)
42	100	50	12,72	1250,00	29,72	175,86	0,0000	0,00	0,000 (11)
43	100	50	12,72	1250,00	32,68	173,75	0,0000	0,00	0,000 (11)
44	100	50	12,72	1250,00	35,85	171,89	0,0000	0,00	0,000 (11)
45	100	50	12,72	1250,00	39,21	170,24	0,0000	0,00	0,000 (11)
46	100	50	12,72	1250,00	42,77	168,78	0,0000	0,00	0,000 (11)

Fondazione

Apertura limite fessure $w_{lim}=0.40$

n°	B	H	Af	Aeff	M	Mpf	ε	Sm	w
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kNm]	[%]	[mm]	[mm]
1	100	60	12,72	1250,00	-23,08	-212,58	0,0000	0,00	0,000 (11)
2	100	60	12,72	1250,00	-24,63	-212,58	0,0000	0,00	0,000 (11)
3	100	60	12,72	1250,00	-25,70	-212,58	0,0000	0,00	0,000 (11)
4	100	60	12,72	1250,00	-26,34	-212,58	0,0000	0,00	0,000 (11)
5	100	60	12,72	1250,00	-26,57	-212,58	0,0000	0,00	0,000 (11)
6	100	60	12,72	1250,00	-26,43	-212,58	0,0000	0,00	0,000 (11)
7	100	60	12,72	1250,00	-25,96	-212,58	0,0000	0,00	0,000 (11)
8	100	60	12,72	1250,00	-25,19	-212,58	0,0000	0,00	0,000 (11)
9	100	60	12,72	1250,00	-24,15	-212,58	0,0000	0,00	0,000 (11)
10	100	60	12,72	1250,00	-22,88	-212,58	0,0000	0,00	0,000 (11)
11	100	60	12,72	1250,00	-21,43	-212,58	0,0000	0,00	0,000 (11)
12	100	60	12,72	1250,00	-19,81	-212,58	0,0000	0,00	0,000 (11)
13	100	60	12,72	1250,00	-18,06	-212,58	0,0000	0,00	0,000 (11)
14	100	60	12,72	1250,00	-16,23	-212,58	0,0000	0,00	0,000 (11)
15	100	60	12,72	1250,00	-14,34	-212,58	0,0000	0,00	0,000 (11)
16	100	60	12,72	1250,00	-12,44	-212,58	0,0000	0,00	0,000 (11)
17	100	60	12,72	1250,00	-10,55	-212,58	0,0000	0,00	0,000 (11)
18	100	60	12,72	1250,00	-8,71	-212,58	0,0000	0,00	0,000 (11)
19	100	60	12,72	1250,00	-6,95	-212,58	0,0000	0,00	0,000 (11)
20	100	60	12,72	1250,00	-5,32	-212,58	0,0000	0,00	0,000 (11)
21	100	60	12,72	1250,00	-3,84	-212,58	0,0000	0,00	0,000 (11)
22	100	60	12,72	1250,00	-2,55	-212,58	0,0000	0,00	0,000 (11)
23	100	60	12,72	1250,00	-1,49	-212,58	0,0000	0,00	0,000 (11)
24	100	60	12,72	1250,00	-0,68	-212,58	0,0000	0,00	0,000 (11)
25	100	60	12,72	1250,00	-0,18	-212,58	0,0000	0,00	0,000 (11)
26	100	60	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0000	0,00	0,000 (11)

Combinazioni SLEQ

Paramento

Apertura limite fessure $w_{lim}=0.30$

n°	B	H	Af	Aeff	M	Mpf	ε	Sm	w
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kNm]	[%]	[mm]	[mm]
1	100	50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0000	0,00	0,000 (12)
2	100	50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0000	0,00	0,000 (12)
3	100	50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0000	0,00	0,000 (12)

n°	B	H	Af	Aeff	M	Mpf	ε	Sm	w
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kNm]	[%]	[mm]	[mm]
4	100	50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0000	0,00	0,000 (12)
5	100	50	0,00	0,00	0,00	0,00	9806805,923 ₃	1000,00	0,000 (12)
6	100	50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0000	0,00	0,000 (12)
7	100	50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0000	0,00	0,000 (12)
8	100	50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0000	0,00	0,000 (12)
9	100	50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0000	0,00	0,000 (12)
10	100	50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0000	0,00	0,000 (12)
11	100	50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0000	0,00	0,000 (12)
12	100	50	0,00	0,00	0,00	0,20	0,0000	0,00	0,000 (12)
13	100	50	0,00	0,00	0,01	1,11	0,0000	0,00	0,000 (12)
14	100	50	0,00	0,00	0,03	3,21	0,0000	0,00	0,000 (12)
15	100	50	0,00	0,00	0,07	6,95	0,0000	0,00	0,000 (12)
16	100	50	0,00	0,00	0,13	12,89	0,0000	0,00	0,000 (12)
17	100	50	0,00	0,00	0,22	21,76	0,0000	0,00	0,000 (12)
18	100	50	0,00	0,00	0,35	34,72	0,0000	0,00	0,000 (12)
19	100	50	0,00	0,00	0,52	53,74	0,0000	0,00	0,000 (12)
20	100	50	0,00	0,00	0,74	82,44	0,0000	0,00	0,000 (12)
21	100	50	0,00	0,00	1,01	128,41	0,0000	0,00	0,000 (12)
22	100	50	0,00	0,00	1,34	210,43	0,0000	0,00	0,000 (12)
23	100	50	0,00	0,00	1,73	391,28	0,0000	0,00	0,000 (12)
24	100	50	0,00	0,00	2,20	1086,27	0,0000	0,00	0,000 (12)
25	100	50	0,00	0,00	2,75	3063,48	0,0000	0,00	0,000 (12)
26	100	50	12,72	1250,00	3,37	770,90	0,0000	0,00	0,000 (12)
27	100	50	12,72	1250,00	4,09	483,93	0,0000	0,00	0,000 (12)
28	100	50	12,72	1250,00	4,91	372,37	0,0000	0,00	0,000 (12)
29	100	50	12,72	1250,00	5,82	313,43	0,0000	0,00	0,000 (12)
30	100	50	12,72	1250,00	6,85	277,20	0,0000	0,00	0,000 (12)
31	100	50	12,72	1250,00	7,99	252,81	0,0000	0,00	0,000 (12)
32	100	50	12,72	1250,00	9,24	235,36	0,0000	0,00	0,000 (12)
33	100	50	12,72	1250,00	10,62	222,31	0,0000	0,00	0,000 (12)
34	100	50	12,72	1250,00	12,14	212,24	0,0000	0,00	0,000 (12)
35	100	50	12,72	1250,00	13,79	204,25	0,0000	0,00	0,000 (12)
36	100	50	12,72	1250,00	15,59	197,78	0,0000	0,00	0,000 (12)
37	100	50	12,72	1250,00	17,53	192,46	0,0000	0,00	0,000 (12)
38	100	50	12,72	1250,00	19,63	188,01	0,0000	0,00	0,000 (12)
39	100	50	12,72	1250,00	21,90	184,25	0,0000	0,00	0,000 (12)
40	100	50	12,72	1250,00	24,33	181,03	0,0000	0,00	0,000 (12)
41	100	50	12,72	1250,00	26,93	178,26	0,0000	0,00	0,000 (12)
42	100	50	12,72	1250,00	29,72	175,86	0,0000	0,00	0,000 (12)
43	100	50	12,72	1250,00	32,68	173,75	0,0000	0,00	0,000 (12)
44	100	50	12,72	1250,00	35,85	171,89	0,0000	0,00	0,000 (12)
45	100	50	12,72	1250,00	39,21	170,24	0,0000	0,00	0,000 (12)
46	100	50	12,72	1250,00	42,77	168,78	0,0000	0,00	0,000 (12)

Fondazione

Apertura limite fessure $w_{lim}=0.30$

n°	B	H	Af	Aeff	M	Mpf	ε	Sm	w
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kNm]	[%]	[mm]	[mm]
1	100	60	12,72	1250,00	-23,08	-212,58	0,0000	0,00	0,000 (12)
2	100	60	12,72	1250,00	-24,63	-212,58	0,0000	0,00	0,000 (12)
3	100	60	12,72	1250,00	-25,70	-212,58	0,0000	0,00	0,000 (12)
4	100	60	12,72	1250,00	-26,34	-212,58	0,0000	0,00	0,000 (12)
5	100	60	12,72	1250,00	-26,57	-212,58	0,0000	0,00	0,000 (12)
6	100	60	12,72	1250,00	-26,43	-212,58	0,0000	0,00	0,000 (12)
7	100	60	12,72	1250,00	-25,96	-212,58	0,0000	0,00	0,000 (12)
8	100	60	12,72	1250,00	-25,19	-212,58	0,0000	0,00	0,000 (12)
9	100	60	12,72	1250,00	-24,15	-212,58	0,0000	0,00	0,000 (12)
10	100	60	12,72	1250,00	-22,88	-212,58	0,0000	0,00	0,000 (12)
11	100	60	12,72	1250,00	-21,43	-212,58	0,0000	0,00	0,000 (12)
12	100	60	12,72	1250,00	-19,81	-212,58	0,0000	0,00	0,000 (12)
13	100	60	12,72	1250,00	-18,06	-212,58	0,0000	0,00	0,000 (12)
14	100	60	12,72	1250,00	-16,23	-212,58	0,0000	0,00	0,000 (12)

n°	B	H	Af	Aeff	M	Mpf	ε	Sm	w
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kNm]	[%]	[mm]	[mm]
15	100	60	12,72	1250,00	-14,34	-212,58	0,0000	0,00	0,000 (12)
16	100	60	12,72	1250,00	-12,44	-212,58	0,0000	0,00	0,000 (12)
17	100	60	12,72	1250,00	-10,55	-212,58	0,0000	0,00	0,000 (12)
18	100	60	12,72	1250,00	-8,71	-212,58	0,0000	0,00	0,000 (12)
19	100	60	12,72	1250,00	-6,95	-212,58	0,0000	0,00	0,000 (12)
20	100	60	12,72	1250,00	-5,32	-212,58	0,0000	0,00	0,000 (12)
21	100	60	12,72	1250,00	-3,84	-212,58	0,0000	0,00	0,000 (12)
22	100	60	12,72	1250,00	-2,55	-212,58	0,0000	0,00	0,000 (12)
23	100	60	12,72	1250,00	-1,49	-212,58	0,0000	0,00	0,000 (12)
24	100	60	12,72	1250,00	-0,68	-212,58	0,0000	0,00	0,000 (12)
25	100	60	12,72	1250,00	-0,18	-212,58	0,0000	0,00	0,000 (12)
26	100	60	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0000	0,00	0,000 (12)

Computo metrico

	U.M.	Quantità	Prezzo unitario	Importo
			[Euro]	[Euro]
Calcestruzzo in elevazione	[mc]	2,25	72.30	162.67
Calcestruzzo in fondazione	[mc]	2,80	61.97	173.52
Acciaio per armatura	[kN]	3,9047	0.90	358.34
Casseformi	[mq]	90.00	13.94	1254.60
Scavo a sezione obbligata	[mc]	95,50	9.30	888.15
Totale muro				2837,29
Totale				2837,29

Incidenza delle armature

Per tale porzione di manufatto si è assunta un'incidenza delle armature pari a 90 kg/mc

Dichiarazioni secondo N.T.C. 2008 (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. 17/07/2008.

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)
Licenza	AIU4639W1

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.

10 ALLEGATO 2

10.1 VERIFICHE SEZIONE SCATOLARE 2.0x2.0 M

Geometria scatolare

Descrizione:	Scatolare semplice	
Altezza esterna	2,80	[m]
Larghezza esterna	2,80	[m]
Lunghezza mensola di fondazione sinistra	0,00	[m]
Lunghezza mensola di fondazione destra	0,00	[m]
Spessore piedritto sinistro	0,40	[m]
Spessore piedritto destro	0,40	[m]
Spessore fondazione	0,40	[m]
Spessore traverso	0,40	[m]

Caratteristiche strati terreno

Strato di ricoprimento

Descrizione	Terreno di ricoprimento	
Spessore dello strato	1,03	[m]
Peso di volume	19,0000	[kN/mc]
Peso di volume saturo	19,0000	[kN/mc]
Angolo di attrito	30,00	[°]
Coesione	0	[kPa]

Strato di rinfiacco

Descrizione	Terreno di rinfiacco	
Peso di volume	19,0000	[kN/mc]
Peso di volume saturo	19,0000	[kN/mc]
Angolo di attrito	30,00	[°]

Angolo di attrito terreno struttura	20,00	[°]
Coesione	0	[kPa]
Costante di Winkler	0	[kPa/cm]

Strato di base

Descrizione	Terreno di base	
Peso di volume	18,0000	[kN/mc]
Peso di volume saturo	18,0000	[kN/mc]
Angolo di attrito	30,00	[°]
Angolo di attrito terreno struttura	20,00	[°]
Coesione	0	[kPa]
Costante di Winkler	700	[kPa/cm]
Tensione limite	500	[kPa]

Falda

Quota falda (rispetto al piano di posa)	0,00	[m]
---	------	-----

Caratteristiche materiali utilizzati

Materiale calcestruzzo

R _{ck} calcestruzzo	40000	[kPa]
Peso specifico calcestruzzo	24,5170	[kN/mc]
Modulo elastico E	33149080	[kPa]
Tensione di snervamento acciaio	450000	[kPa]
Coeff. omogeneizzazione cls teso/compresso (n')	0,50	
Coeff. omogeneizzazione acciaio/cls (n)	15,00	
Coefficiente dilatazione termica	0,0000120	

Condizioni di carico

Convenzioni adottate

Origine in corrispondenza dello spigolo inferiore sinistro della struttura

Carichi verticali positivi se diretti verso il basso

Carichi orizzontali positivi se diretti verso destra

Coppie concentrate positive se antiorarie

Ascisse X (espresse in m) positive verso destra

Ordinate Y (espresse in m) positive verso l'alto

Carichi concentrati espressi in kN

Coppie concentrate espressi in kNm

Carichi distribuiti espressi in kN/m

Simbologia adottata e unità di misura

Forze concentrate

X	ascissa del punto di applicazione dei carichi verticali concentrati
Y	ordinata del punto di applicazione dei carichi orizzontali concentrati
F_y	componente Y del carico concentrato
F_x	componente X del carico concentrato
M	momento

Forze distribuite

X_i, X_f	ascisse del punto iniziale e finale per carichi distribuiti verticali
Y_i, Y_f	ordinate del punto iniziale e finale per carichi distribuiti orizzontali
V_{ni}	componente normale del carico distribuito nel punto iniziale
V_{nf}	componente normale del carico distribuito nel punto finale
V_{si}	componente tangenziale del carico distribuito nel punto iniziale
V_{sf}	componente tangenziale del carico distribuito nel punto finale
D_{te}	variazione termica lembo esterno espressa in gradi centigradi
D_{ti}	variazione termica lembo interno espressa in gradi centigradi

Condizione di carico n°1 (Peso Proprio)

Condizione di carico n°2 (Spinta terreno sinistra)

Condizione di carico n°3 (Spinta terreno destra)

Condizione di carico n°4 (Sisma da sinistra)

Condizione di carico n°5 (Sisma da destra)

Condizione di carico n°6 (Spinta falda)

Condizione di carico n° 7 (Transito mezzi pesanti)

Conc	Terreno	X= 0,80	F _y = 150,00		
Conc	Terreno	X= 2,00	F _y = 150,00		
Distr	Terreno	X _i = -2,80	X _f = 5,60	V _{ni} = 9,00	V _{nf} = 9,00

Impostazioni di progetto

Verifica materiali:

Stato Limite Ultimo

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

Verifica Taglio - Metodo dell'inclinazione variabile del traliccio

$$V_{Rd} = [0.18 \cdot k \cdot (100.0 \cdot \rho_l \cdot f_{ck})^{1/3} / \gamma_c + 0.15 \cdot \sigma_{cp}] \cdot b_w \cdot d > (v_{min} + 0.15 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d$$

$$V_{Rsd} = 0.9 \cdot d \cdot A_{sw} / s \cdot f_{yd} \cdot (\text{ctg} \alpha + \text{ctg} \theta) \cdot \sin \alpha$$

$$V_{Rcd} = 0.9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot f_{cd} \cdot (\text{ctg}(\theta) + \text{ctg}(\alpha)) / (1.0 + \text{ctg} \theta^2)$$

con:

Progetto Esecutivo

Mandataria



Mandanti:



bininipartners



d	altezza utile sezione [mm]
b _w	larghezza minima sezione [mm]
σ _{cp}	tensione media di compressione [N/mm ²]
ρ _l	rapporto geometrico di armatura
A _{sw}	area armatura trasversale [mm ²]
s	interasse tra due armature trasversali consecutive [mm]
α _c	coefficiente maggiorativo, funzione di f _{cd} e σ _{cp}

$$f_{cd}' = 0.5 \cdot f_{cd}$$

$$k = 1 + (200/d)^{1/2}$$

$$v_{min} = 0.035 \cdot k^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2}$$

Stato Limite di Esercizio

Criteri di scelta per verifiche tensioni di esercizio:

Ambiente poco aggressivo

Limite tensioni di compressione nel calcestruzzo (comb. rare) 0.60 f_{ck}

Limite tensioni di compressione nel calcestruzzo (comb. quasi perm.) 0.45 f_{ck}

Limite tensioni di trazione nell'acciaio (comb. rare) 0.80 f_{yk}

Criteri verifiche a fessurazione:

Armatura poco sensibile

Apertura limite fessure espresse in [mm]

Apertura limite fessure w₁=0,20 w₂=0,30 w₃=0,40

Verifiche secondo :

Norme Tecniche 2008 - Approccio 2

Copriferro sezioni 5,00 [cm]

Descrizione combinazioni di carico

Simbologia adottata

γ	Coefficiente di partecipazione della condizione
ψ	Coefficiente di combinazione della condizione
C	Coefficiente totale di partecipazione della condizione

Norme Tecniche 2008

Simbologia adottata

γ_{G1sfav}	Coefficiente parziale sfavorevole sulle azioni permanenti
γ_{G1fav}	Coefficiente parziale favorevole sulle azioni permanenti
γ_{G2sfav}	Coefficiente parziale sfavorevole sulle azioni permanenti non strutturali
γ_{G2fav}	Coefficiente parziale favorevole sulle azioni permanenti non strutturali
γ_Q	Coefficiente parziale sulle azioni variabili
$\gamma_{tan\phi}$	Coefficiente parziale di riduzione dell'angolo di attrito drenato
γ_c	Coefficiente parziale di riduzione della coesione drenata
γ_{cu}	Coefficiente parziale di riduzione della coesione non drenata
γ_{qu}	Coefficiente parziale di riduzione del carico ultimo

Coefficienti di partecipazione combinazioni statiche

Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni:

Carichi	Effetto		A1	A2
Permanenti	Favorevole	γ_{G1fav}	1,00	1,00
Permanenti	Sfavorevole	γ_{G1sfav}	1,30	1,00
Permanenti non strutturali	Favorevole	γ_{G2fav}	0,80	0,80
Permanenti non strutturali	Sfavorevole	γ_{G2sfav}	1,50	1,30
Variabili	Favorevole	γ_{Q1fav}	0,00	0,00
Variabili	Sfavorevole	γ_{Q1sfav}	1,50	1,30
Variabili da traffico	Favorevole	γ_{Qfav}	0,00	0,00
Variabili da traffico	Sfavorevole	γ_{Qsfav}	1,35	1,15
Termici	Favorevole	γ_{efav}	0,00	0,00
Termici	Sfavorevole	γ_{esfav}	1,20	1,20

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

Parametri		M1	M2
Tangente dell'angolo di attrito	$\gamma_{\tan\phi'}$	1,00	1,25
Coesione efficace	$\gamma_{c'}$	1,00	1,25
Resistenza non drenata	γ_{cu}	1,00	1,40
Resistenza a compressione uniassiale	γ_{qu}	1,00	1,60
Peso dell'unità di volume	γ_{γ}	1,00	1,00

Coefficienti di partecipazione combinazioni sismiche
Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni:

Carichi	Effetto		A1	A2
Permanenti	Favorevole	γ_{G1fav}	1,00	1,00
Permanenti	Sfavorevole	γ_{G1sfav}	1,00	1,00
Permanenti	Favorevole	γ_{G2fav}	0,00	0,00
Permanenti	Sfavorevole	γ_{G2sfav}	1,00	1,00
Variabili	Favorevole	γ_{Q1fav}	0,00	0,00
Variabili	Sfavorevole	γ_{Q1sfav}	1,00	1,00
Variabili da traffico	Favorevole	γ_{Qfav}	0,00	0,00
Variabili da traffico	Sfavorevole	γ_{Qsfav}	1,00	1,00
Termici	Favorevole	γ_{efav}	0,00	0,00
Termici	Sfavorevole	γ_{esfav}	1,00	1,00

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

Parametri		M1	M2
Tangente dell'angolo di attrito	$\gamma_{\tan\phi'}$	1,00	1,00
Coesione efficace	$\gamma_{c'}$	1,00	1,00
Resistenza non drenata	γ_{cu}	1,00	1,00

Resistenza a compressione uniassiale	γ_{qu}	1,00	1,00
Peso dell'unità di volume	γ_γ	1,00	1,00

Combinazione n° 1 SLU (Approccio 2)

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.30	1.00	1.30
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.30	1.00	1.30
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.30	1.00	1.30

Combinazione n° 2 SLU (Approccio 2)

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.30	1.00	1.30
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.30	1.00	1.30
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.30	1.00	1.30
Spinta falda	Sfavorevole	1.30	1.00	1.30
Transito mezzi pesanti	Sfavorevole	1.35	1.00	1.35

Combinazione n° 3 SLU (Approccio 2) - Sisma Vert. positivo

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Sisma da sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 4 SLU (Approccio 2) - Sisma Vert. negativo

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Sisma da sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 5 SLU (Approccio 2) - Sisma Vert. positivo

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta falda	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Transito mezzi pesanti	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Sisma da sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 6 SLU (Approccio 2) - Sisma Vert. negativo

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta falda	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Transito mezzi pesanti	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Sisma da sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 7 SLU (Approccio 2) - Sisma Vert. positivo

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Sisma da destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 8 SLU (Approccio 2) - Sisma Vert. negativo

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Sisma da destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 9 SLU (Approccio 2) - Sisma Vert. positivo

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta falda	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Transito mezzi pesanti	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Sisma da destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 10 SLU (Approccio 2) - Sisma Vert. negativo

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta falda	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Transito mezzi pesanti	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Sisma da destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 11 SLE (Quasi Permanente)

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

Spinta falda	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Transito mezzi pesanti	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 12 SLE (Frequente)

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta falda	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Transito mezzi pesanti	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 13 SLE (Rara)

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta falda	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Transito mezzi pesanti	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 14 SLE (Quasi Permanente) - Sisma Vert. positivo

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta falda	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Transito mezzi pesanti	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Sisma da sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 15 SLE (Quasi Permanente) - Sisma Vert. negativo

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta falda	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Transito mezzi pesanti	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Sisma da sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 16 SLE (Quasi Permanente) - Sisma Vert. positivo

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta falda	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Transito mezzi pesanti	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Sisma da destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 17 SLE (Quasi Permanente) - Sisma Vert. negativo

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta falda	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Transito mezzi pesanti	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Sisma da destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

Analisi della spinta e verifiche

Simbologia adottata ed unità di misura

Origine in corrispondenza dello spigolo inferiore sinistro della struttura

Le forze orizzontali sono considerate positive se agenti verso destra

Le forze verticali sono considerate positive se agenti verso il basso

X ascisse (espresse in m) positive verso destra

Y ordinate (espresse in m) positive verso l'alto

M momento espresso in kNm

V taglio espresso in kN

SN sforzo normale espresso in kN

ux spostamento direzione X espresso in cm

uy spostamento direzione Y espresso in cm

σ_t pressione sul terreno espressa in kPa

Tipo di analisi

Pressione in calotta

I carichi applicati sul terreno sono stati diffusi secondo **angolo di attrito**

Metodo di calcolo della portanza

Pressione geostatica

Terzaghi

Spinta sui piedritti

- a Riposo [combinazione 1]
- a Riposo [combinazione 2]
- a Riposo [combinazione 3]
- a Riposo [combinazione 4]
- a Riposo [combinazione 5]
- a Riposo [combinazione 6]
- a Riposo [combinazione 7]
- a Riposo [combinazione 8]
- a Riposo [combinazione 9]
- a Riposo [combinazione 10]
- a Riposo [combinazione 11]
- a Riposo [combinazione 12]
- a Riposo [combinazione 13]
- a Riposo [combinazione 14]

	a Riposo [combinazione 15]
	a Riposo [combinazione 16]
	a Riposo [combinazione 17]
Spinta sismica	Mononobe-Okabe
Angolo diffusione sovraccarico	30,00 [°]

Coefficienti di spinta

N°combinazione	Statico	Sismico
1	0,500	0,000
2	0,500	0,000
3	0,500	0,689
4	0,500	0,650
5	0,500	0,689
6	0,500	0,650
7	0,500	0,689
8	0,500	0,650
9	0,500	0,689
10	0,500	0,650
11	0,500	0,000
12	0,500	0,000
13	0,500	0,000
14	0,500	0,493
15	0,500	0,439
16	0,500	0,493
17	0,500	0,439

Discretizzazione strutturale

Numero elementi fondazione	27
Numero elementi traverso	16
Numero elementi piedritto sinistro	25
Numero elementi piedritto destro	25
Numero molle fondazione	28

Numero molle piedritto sinistro	26
Numero molle piedritto destro	26

Inviluppo sollecitazioni nodali

Inviluppo sollecitazioni fondazione

X [m]	M _{min} [kNm]	M _{max} [kNm]	V _{min} [kN]	V _{max} [kN]	N _{min} [kN]	N _{max} [kN]
0,20	-80,24	3,44	-282,73	-39,32	37,61	54,81
0,76	-15,46	63,68	-139,50	-0,60	39,52	52,90
1,40	11,08	104,62	-34,60	48,74	39,62	51,72
2,04	-15,47	63,67	9,17	162,70	39,52	52,89
2,60	-80,25	3,45	39,32	278,23	37,61	54,80

Inviluppo sollecitazioni traverso

X [m]	M _{min} [kNm]	M _{max} [kNm]	V _{min} [kN]	V _{max} [kN]	N _{min} [kN]	N _{max} [kN]
0,20	-65,69	4,30	19,85	261,10	24,34	39,37
0,80	-5,80	58,27	3,30	131,02	25,18	37,35
1,40	7,26	97,45	-15,90	15,91	25,18	35,31
2,00	-5,80	58,28	-131,01	-3,30	25,18	37,35
2,60	-65,69	4,30	-261,10	-19,85	24,34	39,38

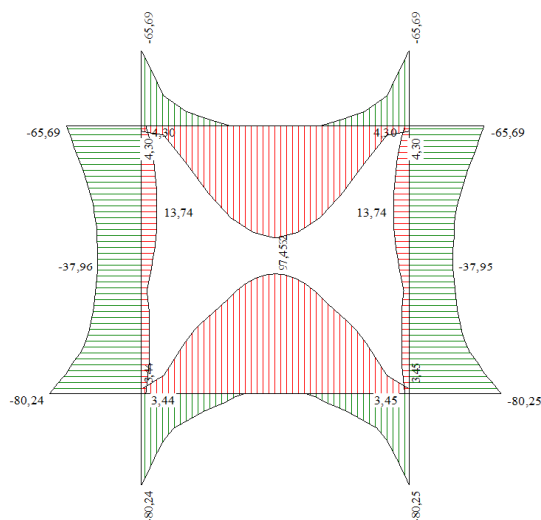
Inviluppo sollecitazioni piedritto sinistro

Y [m]	M _{min} [kNm]	M _{max} [kNm]	V _{min} [kN]	V _{max} [kN]	N _{min} [kN]	N _{max} [kN]
0,20	-80,24	3,44	14,30	84,28	39,32	291,70
1,40	-37,96	10,13	-17,85	19,68	29,59	276,40
2,60	-65,69	4,30	-39,37	-24,34	19,85	261,10

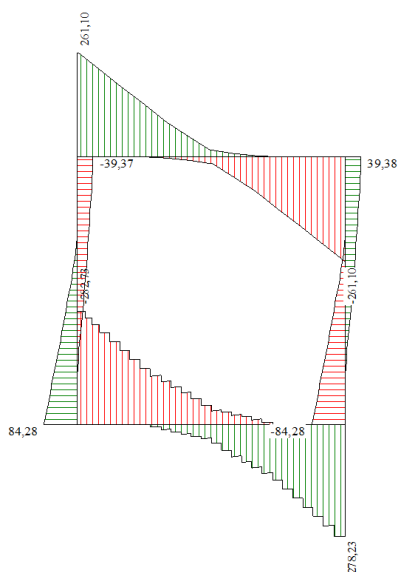
Inviluppo sollecitazioni piedritto destro

Y [m]	M _{min} [kNm]	M _{max} [kNm]	V _{min} [kN]	V _{max} [kN]	N _{min} [kN]	N _{max} [kN]
0,20	-80,25	3,45	-84,28	-14,29	39,32	291,69

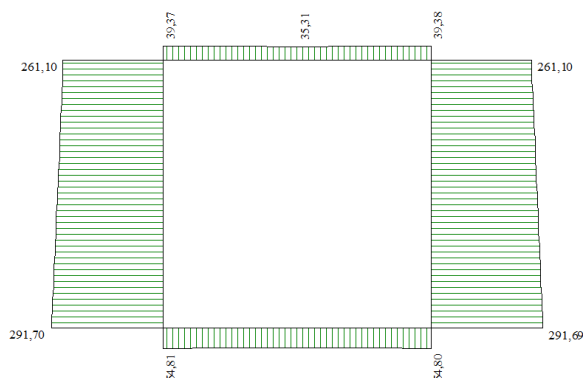
1,40	-37,95	10,13	-19,68	17,86	29,58	276,39
2,60	-65,69	4,30	24,34	39,38	19,85	261,10



Momento flettente



Taglio

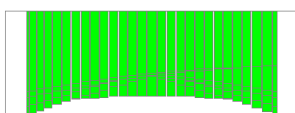
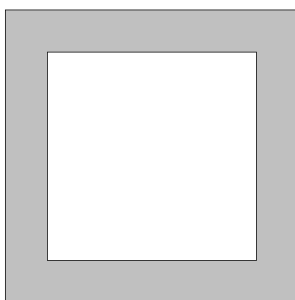


Sforzo normale

Inviluppo pressioni terreno

Inviluppo pressioni sul terreno di fondazione

X [m]	σ_{\min} [kPa]	σ_{\max} [kPa]
0,20	0	303
0,76	0	255
1,40	46	248
2,04	0	255
2,60	0	303



303 [kPa]

Inviluppo verifiche stato limite ultimo (SLU)

Verifica sezioni fondazione (Inviluppo)

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 40,00 cm

X	A _{fi}	A _{fs}	CS
0,20	16,12	12,72	2,84
0,76	12,72	14,99	2,09
1,40	12,72	14,99	2,01
2,04	12,72	14,99	2,01
2,60	16,12	12,72	2,84

X	V _{Rd}	V _{Rsd}	V _{Rcd}	A _{sw}
0,20	177,18	2070,06	1469,49	2,26
0,76	176,40	0,00	0,00	1,13
1,40	176,40	0,00	0,00	0,00
2,04	176,40	0,00	0,00	1,13
2,60	177,18	1380,04	1469,49	2,26

Verifica sezioni traverso (Inviluppo)

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 40,00 cm

X	A _{fi}	A _{fs}	CS
0,20	12,72	14,99	3,19
0,80	14,99	12,72	2,10
1,40	12,72	12,72	1,80
2,00	14,99	12,72	2,10
2,60	12,72	14,99	3,19

X	V _{Rd}	V _{Rsd}	V _{Rcd}	A _{sw}
0,20	174,72	25895,65	1465,93	2,26
0,80	173,82	0,00	0,00	0,00
1,40	173,82	0,00	0,00	0,00
2,00	173,82	0,00	0,00	0,00
2,60	174,72	25895,65	1465,93	2,26

Verifica sezioni piedritto sinistro (Inviluppo)

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 40,00 cm

Y	A _{fi}	A _{fs}	CS
0,20	14,99	12,72	3,46
1,40	12,72	12,72	13,24
2,60	14,99	12,72	5,01

Y	V _{Rd}	V _{Rsd}	V _{Rcd}	A _{sw}
0,20	180,42	0,00	0,00	0,00
1,40	178,41	0,00	0,00	0,00
2,60	176,40	0,00	0,00	0,00

Verifica sezioni piedritto destro (Inviluppo)

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 40,00 cm

Y	A _{fi}	A _{fs}	CS
0,20	14,99	12,72	3,46
1,40	12,72	12,72	13,25
2,60	14,99	12,72	5,01

Y	V _{Rd}	V _{Rsd}	V _{Rcd}	A _{sw}
0,20	180,42	0,00	0,00	0,00

1,40	178,41	0,00	0,00	0,00
2,60	176,40	0,00	0,00	0,00

Inviluppo verifiche stato limite esercizio (SLE)

Verifica sezioni fondazione (Inviluppo)

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 40,00 cm

X	A _{fi}	A _{fs}	σ_c	σ_{fi}	σ_{fs}
0,20	16,12	12,72	3533	116304	28804
0,76	12,72	14,99	2955	24055	97539
1,40	12,72	14,99	4344	34195	152872
2,04	12,72	14,99	2955	24055	97539
2,60	16,12	12,72	3533	116304	28804

X	τ_c	A _{sw}
0,20	-743	2,26
0,76	-400	1,13
1,40	95	0,00
2,04	452	1,13
2,60	729	2,26

Verifica sezioni traverso (Inviluppo)

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 40,00 cm

X	A _{fi}	A _{fs}	σ_c	σ_{fi}	σ_{fs}
0,20	12,72	14,99	3043	23988	105986
0,80	14,99	12,72	2635	91374	20827
1,40	12,72	12,72	4262	170490	30579
2,00	14,99	12,72	2635	91383	20828

2,60	12,72	14,99	3043	23986	105976
------	-------	-------	------	-------	--------

X	τ_c	A_{sw}
0,20	685	2,26
0,80	357	0,00
1,40	26	0,00
2,00	-357	0,00
2,60	-685	2,26

Verifica sezioni piedritto sinistro (Inviluppo)

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 40,00 cm

Y	A_{fi}	A_{fs}	σ_c	σ_{fi}	σ_{fs}
0,20	14,99	12,72	3793	36656	84800
1,40	12,72	12,72	1615	19424	9381
2,60	14,99	12,72	3168	31647	63570

Y	τ_c	A_{sw}
0,20	206	0,00
1,40	33	0,00
2,60	-108	0,00

Verifica sezioni piedritto destro (Inviluppo)

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 40,00 cm

Y	A_{fi}	A_{fs}	σ_c	σ_{fi}	σ_{fs}
0,20	14,99	12,72	3793	36656	84803

1,40	12,72	12,72	1614	19419	9370
2,60	14,99	12,72	3168	31645	63561

Y	τ_c	A _{sw}
0,20	-206	0,00
1,40	-33	0,00
2,60	108	0,00

Verifiche fessurazione

Simbologia adottata ed unità di misura

N°	Indice sezione
X _i	Ascissa/Ordinata sezione, espresso in m
M _p	Momento, espresse in kNm
M _n	Momento, espresse in kNm
w _k	Ampiezza fessure, espresse in mm
w _{lim}	Apertura limite fessure, espresse in mm
s	Distanza media tra le fessure, espresse in mm
ε _{sm}	Deformazione nelle fessure, espresse in [%]

Verifica fessurazione fondazione [Combinazione n° 11 - SLE (Quasi Permanente)]

N°	X	A _{fi}	A _{fs}	M _p	M _n	M	w	w _{lim}	s _m	ε _{sm}
1	0,20	16,12	12,72	92,48	-90,85	50,74	0,00	0,30	0,00	0,000
2	0,76	12,72	14,99	90,74	-91,83	-42,34	0,00	0,30	0,00	0,000
3	1,40	12,72	14,99	90,74	-91,83	-78,10	0,00	0,30	0,00	0,000
4	2,04	12,72	14,99	90,74	-91,83	-42,34	0,00	0,30	0,00	0,000
5	2,60	16,12	12,72	92,48	-90,85	50,74	0,00	0,30	0,00	0,000

Verifica fessurazione traverso [Combinazione n° 11 - SLE (Quasi Permanente)]

Progetto Esecutivo

Mandataria



Mandanti:



bininipartners



N°	X	A _{fi}	A _{fs}	M _p	M _n	M	w	W _{lim}	S _m	ε _{sm}
1	0,20	12,72	14,99	90,74	-91,83	-44,28	0,00	0,30	0,00	0,000
2	0,80	14,99	12,72	91,83	-90,74	43,34	0,00	0,30	0,00	0,000
3	1,40	12,72	12,72	90,54	-90,54	72,55	0,00	0,30	0,00	0,000
4	2,00	14,99	12,72	91,83	-90,74	43,34	0,00	0,30	0,00	0,000
5	2,60	12,72	14,99	90,74	-91,83	-44,27	0,00	0,30	0,00	0,000

Verifica fessurazione piedritto sinistro [Combinazione n° 11 - SLE (Quasi Permanente)]

N°	X	A _{fi}	A _{fs}	M _p	M _n	M	w	W _{lim}	S _m	ε _{sm}
1	0,20	14,99	12,72	91,83	-90,74	-50,74	0,00	0,30	0,00	0,000
2	1,40	12,72	12,72	90,54	-90,54	-28,05	0,00	0,30	0,00	0,000
3	2,60	14,99	12,72	91,83	-90,74	-44,28	0,00	0,30	0,00	0,000

Verifica fessurazione piedritto destro [Combinazione n° 11 - SLE (Quasi Permanente)]

N°	X	A _{fi}	A _{fs}	M _p	M _n	M	w	W _{lim}	S _m	ε _{sm}
1	0,20	14,99	12,72	91,83	-90,74	-50,74	0,00	0,30	0,00	0,000
2	1,40	12,72	12,72	90,54	-90,54	-28,05	0,00	0,30	0,00	0,000
3	2,60	14,99	12,72	91,83	-90,74	-44,27	0,00	0,30	0,00	0,000

Verifica fessurazione fondazione [Combinazione n° 12 - SLE (Frequente)]

N°	X	A _{fi}	A _{fs}	M _p	M _n	M	w	W _{lim}	S _m	ε _{sm}
1	0,20	16,12	12,72	92,48	-90,85	50,74	0,00	0,40	0,00	0,000
2	0,76	12,72	14,99	90,74	-91,83	-42,34	0,00	0,40	0,00	0,000
3	1,40	12,72	14,99	90,74	-91,83	-78,10	0,00	0,40	0,00	0,000

4	2,04	12,72	14,99	90,74	-91,83	-42,34	0,00	0,40	0,00	0,000
5	2,60	16,12	12,72	92,48	-90,85	50,74	0,00	0,40	0,00	0,000

Verifica fessurazione traverso [Combinazione n° 12 - SLE (Frequente)]

N°	X	A _{fi}	A _{fs}	M _p	M _n	M	w	w _{lim}	S _m	ε _{sm}
1	0,20	12,72	14,99	90,74	-91,83	-44,28	0,00	0,40	0,00	0,000
2	0,80	14,99	12,72	91,83	-90,74	43,34	0,00	0,40	0,00	0,000
3	1,40	12,72	12,72	90,54	-90,54	72,55	0,00	0,40	0,00	0,000
4	2,00	14,99	12,72	91,83	-90,74	43,34	0,00	0,40	0,00	0,000
5	2,60	12,72	14,99	90,74	-91,83	-44,27	0,00	0,40	0,00	0,000

Verifica fessurazione piedritto sinistro [Combinazione n° 12 - SLE (Frequente)]

N°	X	A _{fi}	A _{fs}	M _p	M _n	M	w	w _{lim}	S _m	ε _{sm}
1	0,20	14,99	12,72	91,83	-90,74	-50,74	0,00	0,40	0,00	0,000
2	1,40	12,72	12,72	90,54	-90,54	-28,05	0,00	0,40	0,00	0,000
3	2,60	14,99	12,72	91,83	-90,74	-44,28	0,00	0,40	0,00	0,000

Verifica fessurazione piedritto destro [Combinazione n° 12 - SLE (Frequente)]

N°	X	A _{fi}	A _{fs}	M _p	M _n	M	w	w _{lim}	S _m	ε _{sm}
1	0,20	14,99	12,72	91,83	-90,74	-50,74	0,00	0,40	0,00	0,000
2	1,40	12,72	12,72	90,54	-90,54	-28,05	0,00	0,40	0,00	0,000
3	2,60	14,99	12,72	91,83	-90,74	-44,27	0,00	0,40	0,00	0,000

Verifica fessurazione fondazione [Combinazione n° 13 - SLE (Rara)]

N°	X	A _{fi}	A _{fs}	M _p	M _n	M	w	W _{lim}	S _m	ε _{sm}
1	0,20	16,12	12,72	92,48	-90,85	50,74	0,00	100,00	0,00	0,000
2	0,76	12,72	14,99	90,74	-91,83	-42,34	0,00	100,00	0,00	0,000
3	1,40	12,72	14,99	90,74	-91,83	-78,10	0,00	100,00	0,00	0,000
4	2,04	12,72	14,99	90,74	-91,83	-42,34	0,00	100,00	0,00	0,000
5	2,60	16,12	12,72	92,48	-90,85	50,74	0,00	100,00	0,00	0,000

Verifica fessurazione traverso [Combinazione n° 13 - SLE (Rara)]

N°	X	A _{fi}	A _{fs}	M _p	M _n	M	w	W _{lim}	S _m	ε _{sm}
1	0,20	12,72	14,99	90,74	-91,83	-44,28	0,00	100,00	0,00	0,000
2	0,80	14,99	12,72	91,83	-90,74	43,34	0,00	100,00	0,00	0,000
3	1,40	12,72	12,72	90,54	-90,54	72,55	0,00	100,00	0,00	0,000
4	2,00	14,99	12,72	91,83	-90,74	43,34	0,00	100,00	0,00	0,000
5	2,60	12,72	14,99	90,74	-91,83	-44,27	0,00	100,00	0,00	0,000

Verifica fessurazione piedritto sinistro [Combinazione n° 13 - SLE (Rara)]

N°	X	A _{fi}	A _{fs}	M _p	M _n	M	w	W _{lim}	S _m	ε _{sm}
1	0,20	14,99	12,72	91,83	-90,74	-50,74	0,00	100,00	0,00	0,000
2	1,40	12,72	12,72	90,54	-90,54	-28,05	0,00	100,00	0,00	0,000
3	2,60	14,99	12,72	91,83	-90,74	-44,28	0,00	100,00	0,00	0,000

Verifica fessurazione piedritto destro [Combinazione n° 13 - SLE (Rara)]

N°	X	A _{fi}	A _{fs}	M _p	M _n	M	w	w _{lim}	S _m	ε _{sm}
1	0,20	14,99	12,72	91,83	-90,74	-50,74	0,00	100,00	0,00	0,000
2	1,40	12,72	12,72	90,54	-90,54	-28,05	0,00	100,00	0,00	0,000
3	2,60	14,99	12,72	91,83	-90,74	-44,27	0,00	100,00	0,00	0,000

Verifica fessurazione fondazione [Combinazione n° 14 - SLE (Quasi Permanente) - Sisma Vert. positivo]

N°	X	A _{fi}	A _{fs}	M _p	M _n	M	w	w _{lim}	S _m	ε _{sm}
1	0,20	16,12	12,72	92,48	-90,85	65,25	0,00	0,30	0,00	0,000
2	0,76	12,72	14,99	90,74	-91,83	-31,03	0,00	0,30	0,00	0,000
3	1,40	12,72	14,99	90,74	-91,83	-78,29	0,00	0,30	0,00	0,000
4	2,04	12,72	14,99	90,74	-91,83	-52,94	0,00	0,30	0,00	0,000
5	2,60	16,12	12,72	92,48	-90,85	39,71	0,00	0,30	0,00	0,000

Verifica fessurazione traverso [Combinazione n° 14 - SLE (Quasi Permanente) - Sisma Vert. positivo]

N°	X	A _{fi}	A _{fs}	M _p	M _n	M	w	w _{lim}	S _m	ε _{sm}
1	0,20	12,72	14,99	90,74	-91,83	-35,93	0,00	0,30	0,00	0,000
2	0,80	14,99	12,72	91,83	-90,74	47,46	0,00	0,30	0,00	0,000
3	1,40	12,72	12,72	90,54	-90,54	72,09	0,00	0,30	0,00	0,000
4	2,00	14,99	12,72	91,83	-90,74	37,97	0,00	0,30	0,00	0,000
5	2,60	12,72	14,99	90,74	-91,83	-54,83	0,00	0,30	0,00	0,000

Verifica fessurazione piedritto sinistro [Combinazione n° 14 - SLE (Quasi Permanente) - Sisma Vert. positivo]

N°	X	A _{fi}	A _{fs}	M _p	M _n	M	w	w _{lim}	S _m	ε _{sm}
----	---	-----------------	-----------------	----------------	----------------	---	---	------------------	----------------	-----------------

1	0,20	14,99	12,72	91,83	-90,74	-65,25	0,00	0,30	0,00	0,000
2	1,40	12,72	12,72	90,54	-90,54	-23,88	0,00	0,30	0,00	0,000
3	2,60	14,99	12,72	91,83	-90,74	-35,93	0,00	0,30	0,00	0,000

Verifica fessurazione piedritto destro [Combinazione n° 14 - SLE (Quasi Permanente) - Sisma Vert. positivo]

N°	X	A _{fi}	A _{fs}	M _p	M _n	M	w	w _{lim}	S _m	ε _{sm}
1	0,20	14,99	12,72	91,83	-90,74	-39,71	0,00	0,30	0,00	0,000
2	1,40	12,72	12,72	90,54	-90,54	-29,10	0,00	0,30	0,00	0,000
3	2,60	14,99	12,72	91,83	-90,74	-54,83	0,00	0,30	0,00	0,000

Verifica fessurazione fondazione [Combinazione n° 15 - SLE (Quasi Permanente) - Sisma Vert. negativo]

N°	X	A _{fi}	A _{fs}	M _p	M _n	M	w	w _{lim}	S _m	ε _{sm}
1	0,20	16,12	12,72	92,48	-90,85	60,76	0,00	0,30	0,00	0,000
2	0,76	12,72	14,99	90,74	-91,83	-32,35	0,00	0,30	0,00	0,000
3	1,40	12,72	14,99	90,74	-91,83	-76,33	0,00	0,30	0,00	0,000
4	2,04	12,72	14,99	90,74	-91,83	-49,80	0,00	0,30	0,00	0,000
5	2,60	16,12	12,72	92,48	-90,85	40,51	0,00	0,30	0,00	0,000

Verifica fessurazione traverso [Combinazione n° 15 - SLE (Quasi Permanente) - Sisma Vert. negativo]

N°	X	A _{fi}	A _{fs}	M _p	M _n	M	w	w _{lim}	S _m	ε _{sm}
1	0,20	12,72	14,99	90,74	-91,83	-37,08	0,00	0,30	0,00	0,000
2	0,80	14,99	12,72	91,83	-90,74	46,21	0,00	0,30	0,00	0,000
3	1,40	12,72	12,72	90,54	-90,54	71,39	0,00	0,30	0,00	0,000
4	2,00	14,99	12,72	91,83	-90,74	38,47	0,00	0,30	0,00	0,000

5	2,60	12,72	14,99	90,74	-91,83	-52,51	0,00	0,30	0,00	0,000
---	------	-------	-------	-------	--------	--------	------	------	------	-------

Verifica fessurazione piedritto sinistro [Combinazione n° 15 - SLE (Quasi Permanente) - Sisma Vert. negativo]

N°	X	A _{fi}	A _{fs}	M _p	M _n	M	w	w _{lim}	S _m	ε _{sm}
1	0,20	14,99	12,72	91,83	-90,74	-60,76	0,00	0,30	0,00	0,000
2	1,40	12,72	12,72	90,54	-90,54	-24,40	0,00	0,30	0,00	0,000
3	2,60	14,99	12,72	91,83	-90,74	-37,08	0,00	0,30	0,00	0,000

Verifica fessurazione piedritto destro [Combinazione n° 15 - SLE (Quasi Permanente) - Sisma Vert. negativo]

N°	X	A _{fi}	A _{fs}	M _p	M _n	M	w	w _{lim}	S _m	ε _{sm}
1	0,20	14,99	12,72	91,83	-90,74	-40,51	0,00	0,30	0,00	0,000
2	1,40	12,72	12,72	90,54	-90,54	-28,34	0,00	0,30	0,00	0,000
3	2,60	14,99	12,72	91,83	-90,74	-52,51	0,00	0,30	0,00	0,000

Verifica fessurazione fondazione [Combinazione n° 16 - SLE (Quasi Permanente) - Sisma Vert. positivo]

N°	X	A _{fi}	A _{fs}	M _p	M _n	M	w	w _{lim}	S _m	ε _{sm}
1	0,20	16,12	12,72	92,48	-90,85	39,72	0,00	0,30	0,00	0,000
2	0,76	12,72	14,99	90,74	-91,83	-52,94	0,00	0,30	0,00	0,000
3	1,40	12,72	14,99	90,74	-91,83	-78,29	0,00	0,30	0,00	0,000
4	2,04	12,72	14,99	90,74	-91,83	-31,03	0,00	0,30	0,00	0,000
5	2,60	16,12	12,72	92,48	-90,85	65,25	0,00	0,30	0,00	0,000

Verifica fessurazione traverso [Combinazione n° 16 - SLE (Quasi Permanente) - Sisma Vert. positivo]

N°	X	A _{fi}	A _{fs}	M _p	M _n	M	w	W _{lim}	S _m	ε _{sm}
1	0,20	12,72	14,99	90,74	-91,83	-54,84	0,00	0,30	0,00	0,000
2	0,80	14,99	12,72	91,83	-90,74	37,97	0,00	0,30	0,00	0,000
3	1,40	12,72	12,72	90,54	-90,54	72,09	0,00	0,30	0,00	0,000
4	2,00	14,99	12,72	91,83	-90,74	47,46	0,00	0,30	0,00	0,000
5	2,60	12,72	14,99	90,74	-91,83	-35,92	0,00	0,30	0,00	0,000

Verifica fessurazione piedritto sinistro [Combinazione n° 16 - SLE (Quasi Permanente) - Sisma Vert. positivo]

N°	X	A _{fi}	A _{fs}	M _p	M _n	M	w	W _{lim}	S _m	ε _{sm}
1	0,20	14,99	12,72	91,83	-90,74	-39,72	0,00	0,30	0,00	0,000
2	1,40	12,72	12,72	90,54	-90,54	-29,11	0,00	0,30	0,00	0,000
3	2,60	14,99	12,72	91,83	-90,74	-54,84	0,00	0,30	0,00	0,000

Verifica fessurazione piedritto destro [Combinazione n° 16 - SLE (Quasi Permanente) - Sisma Vert. positivo]

N°	X	A _{fi}	A _{fs}	M _p	M _n	M	w	W _{lim}	S _m	ε _{sm}
1	0,20	14,99	12,72	91,83	-90,74	-65,25	0,00	0,30	0,00	0,000
2	1,40	12,72	12,72	90,54	-90,54	-23,87	0,00	0,30	0,00	0,000
3	2,60	14,99	12,72	91,83	-90,74	-35,92	0,00	0,30	0,00	0,000

Verifica fessurazione fondazione [Combinazione n° 17 - SLE (Quasi Permanente) - Sisma Vert. negativo]

N°	X	A _{fi}	A _{fs}	M _p	M _n	M	w	W _{lim}	S _m	ε _{sm}
1	0,20	16,12	12,72	92,48	-90,85	40,52	0,00	0,30	0,00	0,000

2	0,76	12,72	14,99	90,74	-91,83	-49,81	0,00	0,30	0,00	0,000
3	1,40	12,72	14,99	90,74	-91,83	-76,33	0,00	0,30	0,00	0,000
4	2,04	12,72	14,99	90,74	-91,83	-32,35	0,00	0,30	0,00	0,000
5	2,60	16,12	12,72	92,48	-90,85	60,76	0,00	0,30	0,00	0,000

Verifica fessurazione traverso [Combinazione n° 17 - SLE (Quasi Permanente) - Sisma Vert. negativo]

N°	X	A _{fi}	A _{fs}	M _p	M _n	M	w	W _{lim}	S _m	ε _{sm}
1	0,20	12,72	14,99	90,74	-91,83	-52,51	0,00	0,30	0,00	0,000
2	0,80	14,99	12,72	91,83	-90,74	38,47	0,00	0,30	0,00	0,000
3	1,40	12,72	12,72	90,54	-90,54	71,39	0,00	0,30	0,00	0,000
4	2,00	14,99	12,72	91,83	-90,74	46,22	0,00	0,30	0,00	0,000
5	2,60	12,72	14,99	90,74	-91,83	-37,07	0,00	0,30	0,00	0,000

Verifica fessurazione piedritto sinistro [Combinazione n° 17 - SLE (Quasi Permanente) - Sisma Vert. negativo]

N°	X	A _{fi}	A _{fs}	M _p	M _n	M	w	W _{lim}	S _m	ε _{sm}
1	0,20	14,99	12,72	91,83	-90,74	-40,52	0,00	0,30	0,00	0,000
2	1,40	12,72	12,72	90,54	-90,54	-28,35	0,00	0,30	0,00	0,000
3	2,60	14,99	12,72	91,83	-90,74	-52,51	0,00	0,30	0,00	0,000

Verifica fessurazione piedritto destro [Combinazione n° 17 - SLE (Quasi Permanente) - Sisma Vert. negativo]

N°	X	A _{fi}	A _{fs}	M _p	M _n	M	w	W _{lim}	S _m	ε _{sm}
1	0,20	14,99	12,72	91,83	-90,74	-60,76	0,00	0,30	0,00	0,000
2	1,40	12,72	12,72	90,54	-90,54	-24,40	0,00	0,30	0,00	0,000
3	2,60	14,99	12,72	91,83	-90,74	-37,07	0,00	0,30	0,00	0,000

Verifiche geotecniche

Simbologia adottata

IC	Indice della combinazione
N_c, N_q, N_γ	Fattori di capacità portante
N_c, N_q, N_γ	Fattori di capacità portante corretti per effetto forma, inclinazione del carico, affondamento, etc.
q_u	Portanza ultima del terreno, espressa in [kPa]
Q_u	Portanza ultima del terreno, espressa in [kN]/m
Q_v	Carico verticale al piano di posa, espressa in [kN]/m
FS	Fattore di sicurezza a carico limite

IC	Nc	Nq	N γ	N'c	N'q	N' γ	qu	Q _u	Q _v	FS
1	37,16	22,46	19,32	37,16	22,46	19,32	2121	5938,63	183,45	32,37
2	37,16	22,46	19,32	37,16	22,46	19,32	1856	5195,96	613,99	8,46
3	37,16	22,46	19,32	37,16	22,46	19,32	1326	3711,44	157,39	23,58
4	37,16	22,46	19,32	37,16	22,46	19,32	1218	3409,16	124,84	27,31
5	37,16	22,46	19,32	37,16	22,46	19,32	1605	4494,08	476,31	9,44
6	37,16	22,46	19,32	37,16	22,46	19,32	1615	4522,81	443,76	10,19
7	37,16	22,46	19,32	37,16	22,46	19,32	1326	3711,44	157,39	23,58
8	37,16	22,46	19,32	37,16	22,46	19,32	1218	3409,16	124,84	27,31
9	37,16	22,46	19,32	37,16	22,46	19,32	1605	4494,08	476,31	9,44
10	37,16	22,46	19,32	37,16	22,46	19,32	1615	4522,81	443,76	10,19

Computo dei ferri

Diametro [mm]	Lunghezza [m]	Peso [kN]
18,00	154,43	3,0253
12,00	21,65	0,1885
14,00	99,00	1,1732
8,00	23,04	0,0892

Computo delle quantità

Volume calcestruzzo in fondazione	mc	1.12
Volume calcestruzzo in elevazione	mc	2.72
Superficie casseri	mq	10.80
Acciaio per armature	Kg	456.43

Computo metrico

Descrizione	U.M.	Quantità	Prezzo U.	Importo(Euro)
Calcestruzzo in elevazione	(mc)	2.72	72.30	196.66
Calcestruzzo in fondazione	(mc)	1.12	61.97	69.41
Acciaio per armature	(Kg)	456.43	0.90	410.79
Casseformi	(mq)	10.80	13.94	150.55

Importo totale(per metro lineare) Euro 827.40

Incidenza delle armature

Per tale porzione di manufatto si è assunta un'incidenza delle armature pari a 90 kg/mc

Dichiarazioni secondo N.T.C. 2008 (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.

La struttura viene discretizzata in elementi tipo trave. Per simulare il comportamento del terreno di fondazione e di rinfilanco vengono inserite delle molle alla Winkler non reagenti a trazione.

L'analisi che viene effettuata è un'analisi al passo per tener conto delle molle che devono essere eliminate (molle in trazione). L'analisi fornisce i risultati in termini di spostamenti. Dagli spostamenti si risale alle sollecitazioni nodali ed alle pressioni sul terreno.

Il calcolo degli scatolari viene eseguito secondo le seguenti fasi:

- Calcolo delle pressioni in calotta (per gli scatolari ricoperti da terreno);
- Calcolo della spinta del terreno;
- Calcolo delle sollecitazioni sugli elementi strutturali (fondazione, piedritti e traverso);
- 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 DM 17/01/2008.

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	SCAT - Analisi Strutture Scatolari
Versione	14.0
Produttore	Aztec Informatica srl, Casole Bruzio (CS)
Licenza	AIU4639W1

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.

10.2 VERIFICHE MURO DI RISVOLTO

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	R_{ck}	E	ν	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

Geometria profilo terreno a monte del muro

Simbologia adottata

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

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

n°	X	Y	A
	[m]	[m]	[°]
1	0,00	0,00	0.000

n°	X	Y	A
	[m]	[m]	[°]
2	8,00	0,00	0.000

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

Falda

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	-5,00	-2,10	0.000
2	-0,40	-2,10	0.000
3	10,00	-5,10	-16.091
4	15,00	-5,10	0.000

Geometria muro

Geometria paramento e fondazione

Paramento

Materiale	C32/40	
Altezza paramento	3,80	[m]
Altezza paramento libero	2,50	[m]
Spessore in sommità	0,40	[m]
Spessore all'attacco con la fondazione	0,40	[m]
Inclinazione paramento esterno	0,00	[°]
Inclinazione paramento interno	0,00	[°]

Fondazione

Materiale	C32/40	
Lunghezza mensola di valle	0,00	[m]
Lunghezza mensola di monte	2,00	[m]
Lunghezza totale	2,40	[m]
Inclinazione piano di posa	0,00	[°]
Spessore	0,50	[m]
Spessore magrone	0,00	[m]

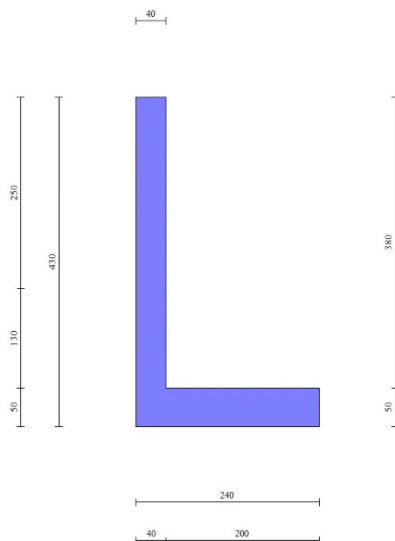


Fig. 1 - Sezione quotata del muro

Descrizione terreni

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]
c_a	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]	c_a [kPa]	Cesp	τ_l [kPa]
1	Rilevato arginale	19,0000	19,0000	27.000	18.000	10	5		
2	UG1	20,0000	20,0000	38.000	25.330	0	0		

Stratigrafia

Simbologia adottata

n°	Indice dello strato
H	Spessore dello strato espresso in [m]
α	Inclinazione espressa in [°]
Terreno	Terreno dello strato
Kwn, Kwt	Costante di Winkler normale e tangenziale alla superficie espressa in Kg/cm ² /cm

Per calcolo pali (solo se presenti)

Kw	Costante di Winkler orizzontale espressa in Kg/cm ² /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	α	Terreno	Kwn	Kwt	Kw	Ks	Cesp	Kst _{sta}	Kst _{sis}
	[m]	[°]		[Kg/cm ²]	[Kg/cm ²]	[Kg/cm ²]				
1	3,80	0.000	Rilevato arginale	0.000	0.000	0.000	0.000	1.000	0.000	0.000
2	5,00	0.000	UG1	0.000	0.000	0.000	0.000	1.000	0.000	0.000

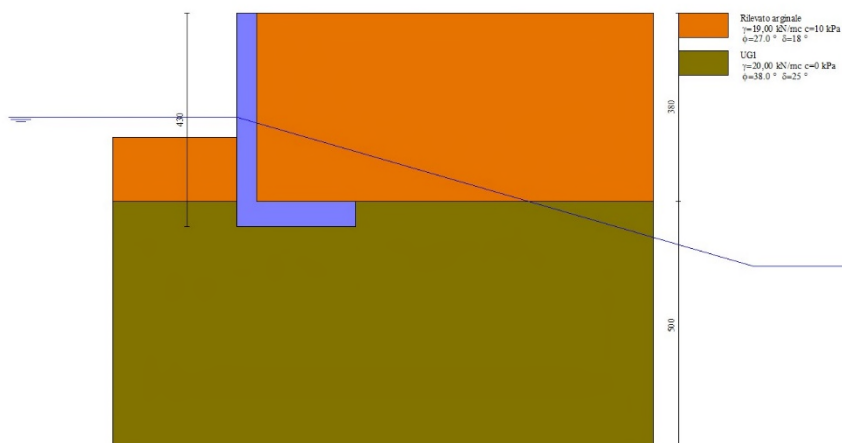


Fig. 2 - Stratigrafia

Condizioni di carico

Simbologia adottata

Carichi verticali positivi verso il basso.

Carichi orizzontali positivi verso sinistra.

Momento positivo senso antiorario.

X	Ascissa del punto di applicazione del carico concentrato espressa in [m]
F _x	Componente orizzontale del carico concentrato espressa in [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 (Transito su rilevato) - VARIABILE TF

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

Carichi sul terreno

n°	Tipo	X [m]	F _x [kN]	F _y [kN]	M [kNm]	X _i [m]	X _f [m]	Q _i [kN]	Q _f [kN]
1	Distribuito					0,00	8,00	20,0000	20,0000

Normativa

Normativa usata: **Norme Tecniche sulle Costruzioni 2008 (D.M. 17.01.2008) + 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	Favorevoli	$\gamma_{G1,fav}$	1.00	0.90	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Permanenti strutturali	Sfavorevoli	$\gamma_{G1,sfav}$	1.00	1.10	1.30	1.30	1.00	1.00	1.00	1.00
Permanenti non strutturali	Favorevoli	$\gamma_{G2,fav}$	0.00	0.80	0.80	0.80	0.80	0.00	0.00	0.00
Permanenti non strutturali	Sfavorevoli	$\gamma_{G2,sfav}$	1.00	1.50	1.50	1.50	1.30	1.00	1.00	1.00
Variabili	Favorevoli	γ_Q,fav	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Variabili	Sfavorevoli	$\gamma_Q,sfav$	1.00	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	0.00
Variabili da traffico	Sfavorevoli	$\gamma_{QT,sfav}$	1.00	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	--

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
Transito su rilevato	1.35	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

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Transito su rilevato	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
Transito su rilevato	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
Transito su rilevato	1.15	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
Transito su rilevato	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
Transito su rilevato	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
Transito su rilevato	1.35	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
Transito su rilevato	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
Transito su rilevato	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
Transito su rilevato	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
Transito su rilevato	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
Transito su rilevato	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
Transito su rilevato	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
Transito su rilevato	1.00	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 15 - HYD

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

Combinazione n° 16 - UPL

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	0.90	--	Favorevole
Peso terrapieno	0.90	--	Favorevole
Spinta terreno	1.10	--	Sfavorevole
Transito su rilevato	1.50	1.00	Sfavorevole

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	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
Calcolo percorso filtrazione nella verifica a sifonamento	Bligh

Spostamenti

Non è stato richiesto il calcolo degli spostamenti

Cedimenti

Non è stato richiesto il calcolo dei cedimenti

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

	SLU	Eccezionale
Coefficiente di sicurezza calcestruzzo a compressione	1.50	1.00
Coefficiente di sicurezza acciaio	1.15	1.00
Fattore di riduzione da resistenza cubica a cilindrica	0.83	0.83

	SLU	Eccezionale
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 2008 - 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 f_{ck}	0.80 f_{yk}
Frequente	1.00 f_{ck}	1.00 f_{yk}
Quasi permanente	0.45 f_{ck}	1.00 f_{yk}

Risultati per 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]
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	I	C _x	C _y	P _x	P _y
		[kN]	[°]	[kN]	[kN]	[m]	[m]
1	Spinta statica	62,64	19,44	59,07	20,85	2,00	-2,87
	Peso/Inerzia muro			0,00	66,69/0,00	0,24	-2,85
	Peso/Inerzia terrapieno			0,00	198,40/0,00	1,00	-1,90
	Spinta falda da monte			5,02		2,00	-4,00
	Sottostinta della falda				56,72	0,73	-4,30
	Peso dell'acqua sulla fondazione di valle				0,00	0,00	0,00
2	Spinta statica	38,76	19,54	36,53	12,96	2,00	-3,04
	Incremento di spinta sismica		25,40	23,94	8,50	2,00	-2,87
	Peso/Inerzia muro			8,76	66,69/4,38	0,24	-2,85
	Peso/Inerzia terrapieno			24,22	184,40/12,11	1,00	-1,90
	Spinta falda da monte			3,86		2,00	-4,00
	Sottostinta della falda				43,63	0,73	-4,30
	Peso dell'acqua sulla fondazione di valle				0,00	0,00	0,00

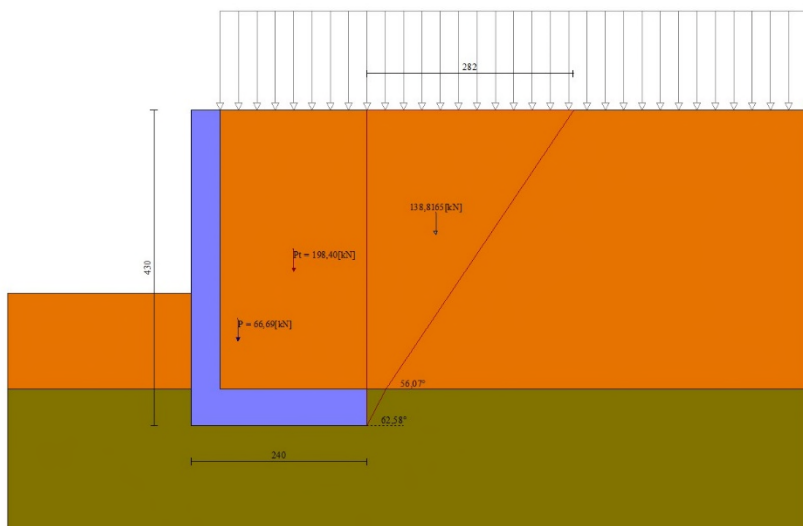


Fig. 3 - Cuneo di spinta (combinazione statica) (Combinazione n° 1)

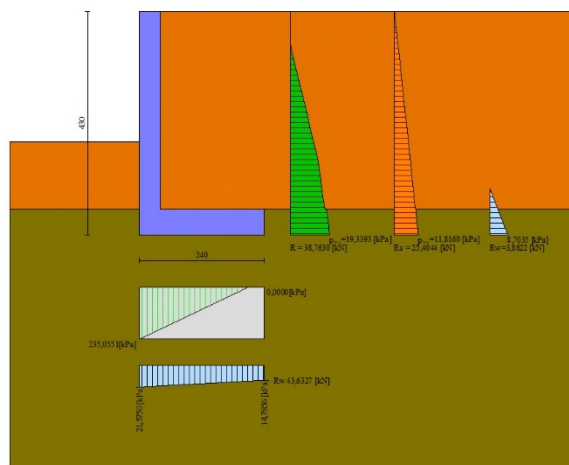


Fig. 6 - Diagramma delle pressioni (combinazione sismica) (Combinazione n° 2)

Verifiche geotecniche

Quadro riassuntivo coeff. di sicurezza calcolati

Simbologia adottata

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

Cmb	Sismica	FS _{SCO}	FS _{RIB}	FS _{QLIM}	FS _{STAB}	FS _{HYD}	FS _{UPL}
1 - STR (A1-M1-R3)		1.693		12.173			
2 - STR (A1-M1-R3)	H + V	1.194		7.086			
3 - STR (A1-M1-R3)	H - V	1.126		7.657			
4 - GEO (A2-M2-R2)					1.878		
5 - GEO (A2-M2-R2)	H + V				1.773		
6 - GEO (A2-M2-R2)	H - V				1.624		
7 - EQU (A1-M1-R3)			2.473				
8 - EQU (A1-M1-R3)	H + V		1.531				
9 - EQU (A1-M1-R3)	H - V		1.322				
15 - HYD						14.067	
16 - UPL							5.670

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	Rpt	Rps	Rp	Rt	R	T	FS
	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	
1 - STR (A1-M1-R3)	108,49	0,00	0,00	--	--	108,49	64,09	1.693
3 - STR (A1-M1-R3) H - V	99,03	0,00	0,00	--	--	99,03	87,94	1.126

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 portanza di progetto e carico agente al piano di posa)

n°	N	Qu	Qd	FS
	[kN]	[kN]	[kN]	
1 - STR (A1-M1-R3)	229,21	2790,06	1992,90	12.173
2 - STR (A1-M1-R3) H + V	245,40	1738,83	1449,02	7.086

Dettagli calcolo portanza

Simbologia adottata

n°	Indice combinazione
Nc, Nq, N _γ	Fattori di capacità portante
ic, iq, i _γ	Fattori di inclinazione del carico
dc, dq, d _γ	Fattori di profondità del piano di posa
gc, gq, g _γ	Fattori di inclinazione del profilo topografico
bc, bq, b _γ	Fattori di inclinazione del piano di posa
sc, sq, s _γ	Fattori di forma della fondazione
pc, pq, p _γ	Fattori di riduzione per punzonamento secondo Vesic
r _γ	Fattori per tener conto dell'effetto piastra. Per fondazioni che hanno larghezza maggiore di 2 m, il terzo termine della formula trinomia 0.5B _γ N _γ viene moltiplicato per questo fattore
D	Affondamento del piano di posa, espresso in [m]
B'	Larghezza fondazione ridotta, espresso in [m]
H	Altezza del cuneo di rottura, espresso in [m]
γ	Peso di volume del terreno medio, espresso in [kN/mc]
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	ry	D	B' H	γ	φ	c
									[m]	[m]	[kN/mc]	[°]	[kPa]
1	61.352 48.933 64.074	0.683 0.683 0.347	1.308 1.154 1.154	-- -- --	-- -- --	-- -- --	-- -- --	0.980	1,80	2,40 2,46	10,19	38.00	0
2	61.352 48.933 64.074	0.577 0.577 0.186	1.308 1.154 1.154	-- -- --	-- -- --	-- -- --	-- -- --	0.980	1,80	2,40 2,46	10,19	38.00	0

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	Mr	FS
	[kNm]	[kNm]	
7 - EQU (A1-M1-R3)	370,55	149,86	2.473
9 - EQU (A1-M1-R3) H - V	353,13	267,20	1.322

Verifica stabilità globale muro + terreno

Simbologia adottata

Ic	Indice/Tipo combinazione
C	Centro superficie di scorrimento, espresso in [m]
R	Raggio, espresso in [m]
FS	Fattore di sicurezza

Ic	C	R	FS
	[m]	[m]	
4 - GEO (A2-M2-R2)	-1,50; 2,50	7,66	1.878
6 - GEO (A2-M2-R2) H - V	-3,00; 4,50	10,13	1.624

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]
α	angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso in [°] (positivo antiorario)
φ	angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia

c coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in [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]

n°	W	Qy	b	α	φ	c	u	Tx; Ty
	[kN]	[kN]	[m]	[°]	[°]	[kPa]	[kPa]	[kN]
1	5,76	12,02	5,75 - 0,52	65.760	22.177	8	0,0	
2	15,63	12,02	0,52	57.778	22.177	8	0,0	
3	22,95	12,02	0,52	51.002	22.177	8	0,0	
4	28,76	12,02	0,52	45.123	22.177	8	0,0	
5	33,52	12,02	0,52	39.807	22.177	8	1,8	
6	37,51	12,02	0,52	34.879	22.177	8	7,2	
7	40,97	12,02	0,52	30.233	32.007	0	11,9	
8	44,76	12,02	0,52	25.798	32.007	0	16,1	
9	47,46	12,02	0,52	21.525	32.007	0	19,9	
10	49,39	12,02	0,52	17.375	32.007	0	23,2	
11	50,89	12,02	0,52	13.318	32.007	0	26,0	
12	57,28	0,04	0,52	9.328	32.007	0	28,6	
13	26,69	0,00	0,52	5.383	32.007	0	29,6	
14	27,02	0,00	0,52	1.464	32.007	0	29,9	
15	26,97	0,00	0,52	-2.448	32.007	0	29,9	
16	26,55	0,00	0,52	-6.372	32.007	0	29,5	
17	25,75	0,00	0,52	-10.326	32.007	0	28,7	
18	24,56	0,00	0,52	-14.331	32.007	0	27,6	
19	22,95	0,00	0,52	-18.409	32.007	0	26,1	
20	20,91	0,00	0,52	-22.587	32.007	0	24,2	
21	18,39	0,00	0,52	-26.897	32.007	0	21,8	
22	15,34	0,00	0,52	-31.379	32.007	0	19,0	
23	11,75	0,00	0,52	-36.088	22.177	8	15,5	
24	7,59	0,00	0,52	-41.102	22.177	8	11,4	
25	2,59	0,00	-7,31 - 0,52	-45.768	22.177	8	6,6	

n°	W	Qy	b	α	φ	c	u	Tx; Ty
	[kN]	[kN]	[m]	[°]	[°]	[kPa]	[kPa]	[kN]
1	6,98	13,14	6,09 - 0,66	59.551	27.000	10	0,0	
2	19,44	13,14	0,66	53.221	27.000	10	0,0	
3	29,38	13,14	0,66	47.372	27.000	10	0,0	
4	37,54	13,14	0,66	42.123	27.000	10	0,0	
5	44,37	13,14	0,66	37.282	27.000	10	4,3	
6	50,27	13,14	0,66	32.737	38.000	0	10,7	
7	56,39	13,14	0,66	28.416	38.000	0	16,3	
8	61,14	13,14	0,66	24.265	38.000	0	21,4	
9	64,68	13,14	0,66	20.246	38.000	0	25,9	
10	71,86	3,51	0,66	16.330	38.000	0	29,9	
11	37,07	0,00	0,66	12.490	38.000	0	32,2	
12	38,68	0,00	0,66	8.707	38.000	0	33,4	
13	39,72	0,00	0,66	4.963	38.000	0	34,2	
14	40,19	0,00	0,66	1.239	38.000	0	34,6	
15	40,09	0,00	0,66	-2.479	38.000	0	34,5	
16	39,44	0,00	0,66	-6.208	38.000	0	34,0	
17	38,21	0,00	0,66	-9.963	38.000	0	33,1	
18	36,40	0,00	0,66	-13.763	38.000	0	31,7	
19	33,97	0,00	0,66	-17.625	38.000	0	29,9	
20	30,89	0,00	0,66	-21.573	38.000	0	27,6	
21	27,11	0,00	0,66	-25.632	38.000	0	24,8	
22	22,56	0,00	0,66	-29.835	38.000	0	21,4	
23	17,17	0,00	0,66	-34.225	38.000	0	17,4	
24	11,01	0,00	0,66	-38.858	27.000	10	12,6	
25	3,78	0,00	-10,34 - 0,66	-43.236	27.000	10	7,0	

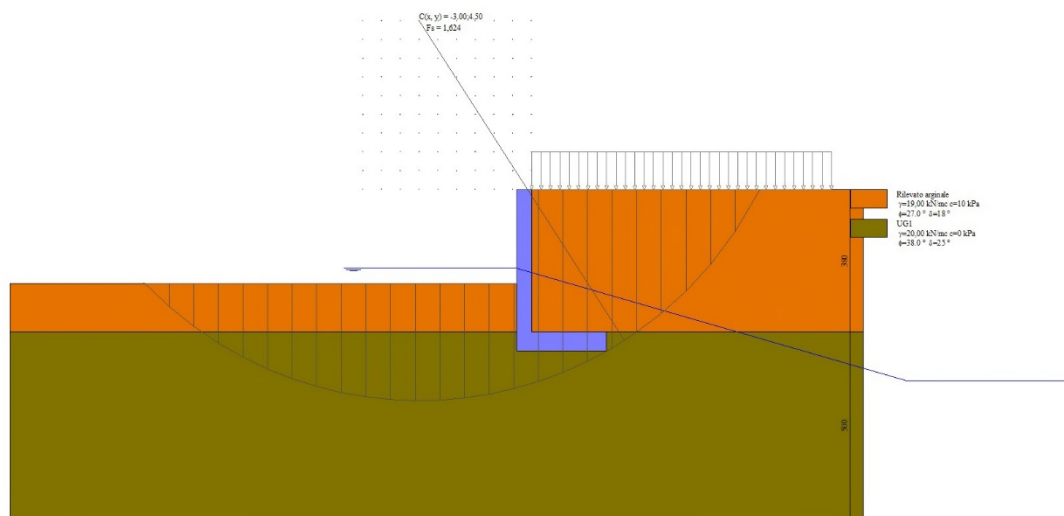


Fig. 7 - Stabilità fronte di scavo - Cerchio critico (Combinazione n° 6)

Verifica a sifonamento

Simbologia adottata

Ic	Indice della combinazione
ΔH	perdita di carico, espressa in [m]
L	Lunghezza di filtrazione, espressa in [m]
γm	Peso galleggiamento medio, espressa in [kN/mc]
ic	gradiente idraulico critico
ie	gradiente idraulico di efflusso
FS	Fattore di sicurezza a sifonamento (rapporto tra ic/ie)

Ic	ΔH [m]	L [m]	γm [kN/mc]	ic	ie	FS
15	1,31	5,09	35,5885	3.629	0.000	14.067

Verifica a sollevamento

Simbologia adottata

As	Azione stabilizzante, espressa in [kN]
Ai	Azione instabilizzante, espressa in [kN]
Rp	Resistenza di progetto, espressa in [kN]
FS	Fattore di sicurezza a sollevamento (rapporto tra As/Ai)

Ic	As [kN]	Ai [kN]	FS
16	272,14	48,00	5.670

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)

Paramento

n°	X	Nmin	Nmax	Tmin	Tmax	Mmin	Mmax
	[m]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]
1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2	-0,10	0,98	0,98	0,00	0,14	0,00	0,01
3	-0,20	1,96	1,96	0,00	0,31	0,00	0,03
4	-0,30	2,94	2,94	0,00	0,51	0,00	0,07
5	-0,40	3,92	3,92	0,00	0,73	0,00	0,13
6	-0,50	4,90	4,90	0,00	0,98	0,00	0,22
7	-0,60	5,88	5,88	0,00	1,26	0,00	0,33
8	-0,70	6,86	6,86	0,02	1,59	0,00	0,47
9	-0,80	7,85	7,85	0,08	1,98	0,01	0,65
10	-0,90	8,83	8,83	0,19	2,45	0,02	0,87
11	-1,00	9,81	9,81	0,36	3,01	0,05	1,14
12	-1,10	10,79	10,79	0,59	3,65	0,09	1,47
13	-1,20	11,77	11,77	0,88	4,38	0,16	1,88
14	-1,30	12,75	12,75	1,22	5,20	0,27	2,35
15	-1,40	13,73	13,73	1,63	6,10	0,41	2,92
16	-1,50	14,71	14,71	2,10	7,09	0,60	3,58
17	-1,60	15,69	15,69	2,63	8,17	0,83	4,34
18	-1,70	16,67	16,67	3,21	9,33	1,12	5,21
19	-1,80	17,65	17,65	3,86	10,59	1,48	6,21
20	-1,90	18,63	18,63	4,57	11,93	1,90	7,33
21	-2,00	19,61	19,61	5,33	13,35	2,39	8,60
22	-2,10	20,59	20,59	6,16	14,86	2,97	10,01
23	-2,20	21,57	21,57	7,03	16,45	3,63	11,57
24	-2,30	22,56	22,56	7,97	18,14	4,37	13,30
25	-2,40	23,54	23,54	9,05	19,98	5,22	15,20
26	-2,50	24,52	24,52	10,25	21,98	6,19	17,30
27	-2,60	25,50	25,50	11,59	24,14	7,28	19,61
28	-2,70	26,48	26,48	13,06	26,46	8,51	22,13
29	-2,80	27,46	27,46	14,67	28,94	9,90	24,90
30	-2,90	28,44	28,44	16,40	31,58	11,45	27,93
31	-3,00	29,42	29,42	18,27	34,38	13,18	31,22
32	-3,10	30,40	30,40	20,27	37,34	15,11	34,81
33	-3,20	31,38	31,38	22,40	40,45	17,24	38,70
34	-3,30	32,36	32,36	24,66	43,73	19,59	42,90
35	-3,40	33,34	33,34	27,06	47,17	22,17	47,45
36	-3,50	34,32	34,32	29,58	50,76	25,01	52,34
37	-3,60	35,30	35,30	32,24	54,52	28,10	57,61
38	-3,70	36,29	36,29	35,03	58,43	31,46	63,25
39	-3,80	37,27	37,27	37,96	62,50	35,11	69,30

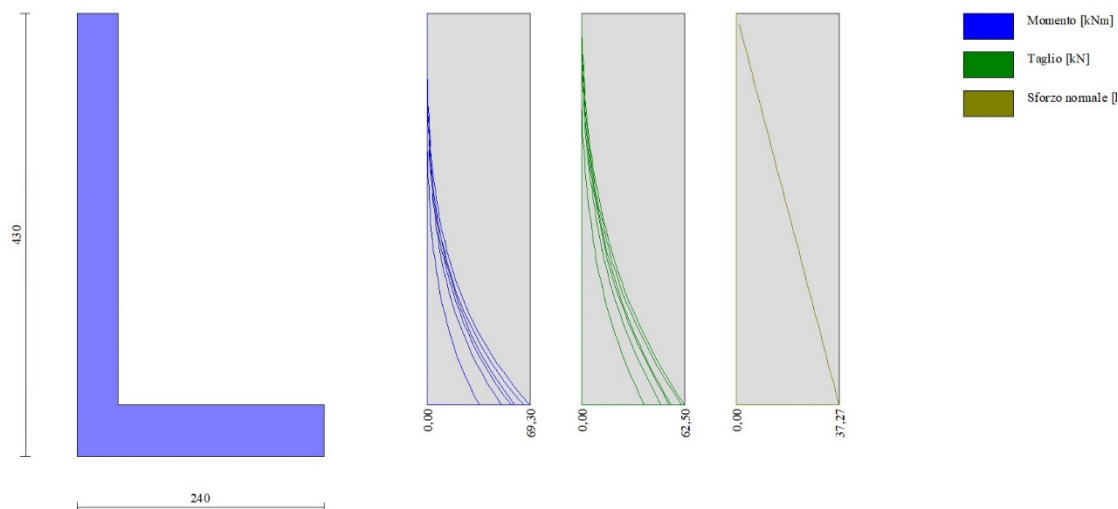


Fig. 8 - Paramento

Fondazione

n°	X [m]	Nmin [kN]	Nmax [kN]	Tmin [kN]	Tmax [kN]	Mmin [kNm]	Mmax [kNm]
1	0,00	0,00	0,00	-48,31	0,23	-106,35	-18,12
2	0,10	0,00	0,00	-50,73	-2,39	-101,84	-18,01
3	0,20	0,00	0,00	-55,87	-4,75	-96,59	-17,65
4	0,30	0,00	0,00	-61,65	-6,82	-90,70	-17,07
5	0,40	0,00	0,00	-66,32	-8,62	-84,29	-16,29
6	0,50	0,00	0,00	-69,87	-10,15	-77,48	-15,35
7	0,60	0,00	0,00	-72,32	-11,40	-70,36	-14,27
8	0,70	0,00	0,00	-73,65	-12,37	-63,05	-13,08
9	0,80	0,00	0,00	-73,86	-13,07	-55,67	-11,81
10	0,90	0,00	0,00	-72,97	-13,50	-48,31	-10,48
11	1,00	0,00	0,00	-70,96	-13,65	-41,11	-9,12
12	1,10	0,00	0,00	-67,85	-13,52	-34,16	-7,76
13	1,20	0,00	0,00	-63,62	-13,12	-27,58	-6,42
14	1,30	0,00	0,00	-58,27	-12,44	-21,47	-5,14
15	1,40	0,00	0,00	-51,82	-11,49	-15,96	-3,94
16	1,50	0,00	0,00	-44,25	-10,27	-11,15	-2,85
17	1,60	0,00	0,00	-35,64	-8,76	-7,14	-1,90
18	1,70	0,00	0,00	-26,77	-6,98	-4,02	-1,11
19	1,80	0,00	0,00	-17,88	-4,93	-1,79	-0,51
20	1,90	0,00	0,00	-8,95	-2,60	-0,45	-0,13
21	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

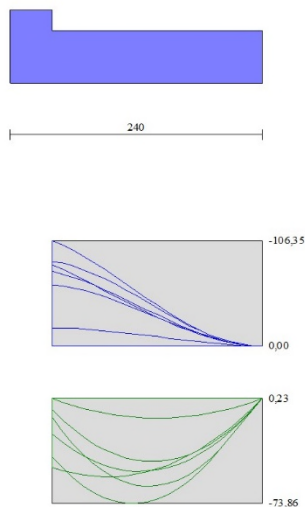


Fig. 9 - Fondazione

Verifiche strutturali

Verifiche a flessione

Elementi calcolati a trave

Simbologia adottata

n°	indice sezione
Y	ordinata sezione espressa in [m]
B	larghezza sezione espresso in [cm]
H	altezza sezione espressa in [cm]
Afi	area ferri inferiori espresso in [cmq]
Afs	area ferri superiori espresso in [cmq]
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	H	Afi	Afs	M	N	Mu	Nu	FS
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kN]	[kNm]	[kN]	
1	100	40	10,05	10,05	0,00	0,00	0,00	0,00	1000.000
2	100	40	10,05	10,05	0,00	0,00	0,00	0,00	1000.000
3	100	40	10,05	10,05	0,00	0,00	0,00	0,00	1000.000
4	100	40	10,05	10,05	0,00	0,00	0,00	0,00	1000.000
5	100	40	10,05	10,05	0,00	0,00	0,00	0,00	1000.000
6	100	40	10,05	10,05	0,00	0,00	0,00	0,00	1000.000

n°	B	H	Afi	Afs	M	N	Mu	Nu	FS
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kN]	[kNm]	[kN]	
7	100	40	10,05	10,05	0,00	0,00	0,00	0,00	1000.000
8	100	40	10,05	10,05	0,47	6,86	374,32	5446,16	793.351
9	100	40	10,05	10,05	0,65	7,85	411,64	4970,44	633.545
10	100	40	10,05	10,05	0,87	8,83	441,87	4479,57	507.535
11	100	40	10,05	10,05	1,14	9,81	464,69	3987,72	406.628
12	100	40	10,05	10,05	1,47	10,79	479,67	3508,22	325.212
13	100	40	10,05	10,05	1,88	11,77	469,61	2946,30	250.362
14	100	40	10,05	10,05	2,35	12,75	437,44	2369,21	185.837
15	100	40	10,05	10,05	2,92	13,73	394,52	1856,22	135.199
16	100	40	10,05	10,05	3,58	14,71	343,99	1414,64	96.167
17	100	40	10,05	10,05	4,34	15,69	300,79	1087,65	69.317
18	100	40	10,05	10,05	5,21	16,67	265,86	850,12	50.992
19	100	40	10,05	10,05	6,21	17,65	240,63	684,09	38.754
20	100	40	10,05	10,05	7,33	18,63	222,61	565,58	30.354
21	100	40	10,05	10,05	8,60	19,61	209,19	477,24	24.332
22	100	40	10,05	10,05	10,01	20,59	198,85	409,22	19.871
23	100	40	10,05	10,05	11,57	21,57	190,68	355,50	16.478
24	100	40	10,05	10,05	13,30	22,56	184,10	312,20	13.841
25	100	40	10,05	10,05	15,20	23,54	178,69	276,60	11.752
26	100	40	10,05	10,05	17,30	24,52	173,90	246,43	10.051
27	100	40	10,05	10,05	19,61	25,50	169,63	220,61	8.652
28	100	40	10,05	10,05	22,13	26,48	165,98	198,56	7.499
29	100	40	10,05	10,05	24,90	27,46	162,84	179,55	6.539
30	100	40	10,05	10,05	27,93	28,44	160,11	163,05	5.733
31	100	40	10,05	10,05	31,22	29,42	157,72	148,61	5.051
32	100	40	10,05	10,05	34,81	30,40	155,62	135,92	4.471
33	100	40	10,05	10,05	38,70	31,38	153,77	124,70	3.974
34	100	40	22,78	22,78	42,90	32,36	324,84	245,02	7.571
35	100	40	12,72	12,72	47,45	33,34	187,91	132,05	3.960
36	100	40	12,72	12,72	52,34	34,32	186,30	122,16	3.559
37	100	40	12,72	12,72	57,61	35,30	184,85	113,29	3.209
38	100	40	12,72	12,72	63,25	36,29	183,54	105,29	2.902
39	100	40	12,72	12,72	69,30	37,27	182,36	98,07	2.632

Fondazione

n°	B	H	Afi	Afs	M	N	Mu	Nu	FS
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kN]	[kNm]	[kN]	
1	100	50	12,72	12,72	-106,35	0,00	-214,65	0,00	2.018
2	100	50	12,72	12,72	-101,84	0,00	-214,65	0,00	2.108
3	100	50	12,72	12,72	-96,59	0,00	-214,65	0,00	2.222
4	100	50	12,72	12,72	-90,70	0,00	-214,65	0,00	2.367
5	100	50	12,72	12,72	-84,29	0,00	-214,65	0,00	2.546
6	100	50	12,72	12,72	-77,48	0,00	-214,65	0,00	2.771
7	100	50	12,72	12,72	-70,36	0,00	-214,65	0,00	3.051
8	100	50	12,72	12,72	-63,05	0,00	-214,65	0,00	3.404
9	100	50	12,72	12,72	-55,67	0,00	-214,65	0,00	3.856
10	100	50	12,72	12,72	-48,31	0,00	-214,65	0,00	4.443
11	100	50	12,72	12,72	-41,11	0,00	-214,65	0,00	5.222
12	100	50	12,72	12,72	-34,16	0,00	-214,65	0,00	6.284
13	100	50	12,72	12,72	-27,58	0,00	-214,65	0,00	7.784
14	100	50	12,72	12,72	-21,47	0,00	-214,65	0,00	9.997
15	100	50	12,72	12,72	-15,96	0,00	-214,65	0,00	13.451
16	100	50	12,72	12,72	-11,15	0,00	-214,65	0,00	19.259
17	100	50	12,72	12,72	-7,14	0,00	-214,65	0,00	30.048
18	100	50	12,72	12,72	-4,02	0,00	-214,65	0,00	53.362
19	100	50	12,72	12,72	-1,79	0,00	-214,65	0,00	119.938
20	100	50	12,72	12,72	-0,45	0,00	-214,65	0,00	479.247
21	100	50	12,72	12,72	0,00	0,00	0,00	0,00	1000.000

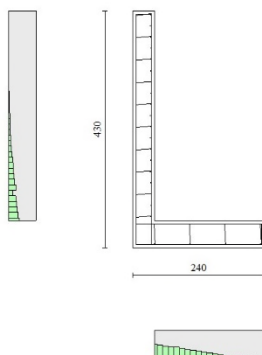


Fig. 10 - Paramento (Involuppo)

Verifiche a taglio

Simbologia adottata

I_s	indice sezione
Y	ordinata sezione espressa in [m]
B	larghezza sezione espresso in [cm]
H	altezza sezione espressa in [cm]
A_{sw}	area ferri a taglio espresso in [cmq]
$\cot\theta$	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 [cm]	H [cm]	A_{sw} [cmq]	$\cot\theta$	V_{Rcd} [kN]	V_{Rsd} [kN]	V_{Rd} [kN]	T [kN]	FS
1	100	40	0,00	--	0,00	0,00	198,46	0,00	100.000
2	100	40	0,00	--	0,00	0,00	198,59	0,14	1394.456
3	100	40	0,00	--	0,00	0,00	198,72	0,31	636.831
4	100	40	0,00	--	0,00	0,00	198,85	0,51	390.749
5	100	40	0,00	--	0,00	0,00	198,98	0,73	271.474
6	100	40	0,00	--	0,00	0,00	199,11	0,98	202.297
7	100	40	0,00	--	0,00	0,00	199,24	1,26	157.782
8	100	40	0,00	--	0,00	0,00	199,37	1,59	125.515
9	100	40	0,00	--	0,00	0,00	199,49	1,98	100.698
10	100	40	0,00	--	0,00	0,00	199,62	2,45	81.454
11	100	40	0,00	--	0,00	0,00	199,75	3,01	66.426
12	100	40	0,00	--	0,00	0,00	199,88	3,65	54.757

n°	B [cm]	H [cm]	A _{sw} [cmq]	cotθ	V _{Rcd} [kN]	V _{Rsd} [kN]	V _{Rd} [kN]	T [kN]	FS
13	100	40	0,00	--	0,00	0,00	200,01	4,38	45.660
14	100	40	0,00	--	0,00	0,00	200,14	5,20	38.508
15	100	40	0,00	--	0,00	0,00	200,27	6,10	32.825
16	100	40	0,00	--	0,00	0,00	200,39	7,09	28.257
17	100	40	0,00	--	0,00	0,00	200,52	8,17	24.545
18	100	40	0,00	--	0,00	0,00	200,65	9,33	21.496
19	100	40	0,00	--	0,00	0,00	200,78	10,59	18.966
20	100	40	0,00	--	0,00	0,00	200,91	11,93	16.847
21	100	40	0,00	--	0,00	0,00	201,04	13,35	15.058
22	100	40	0,00	--	0,00	0,00	201,17	14,86	13.536
23	100	40	0,00	--	0,00	0,00	201,30	16,45	12.234
24	100	40	0,00	--	0,00	0,00	201,42	18,14	11.106
25	100	40	0,00	--	0,00	0,00	201,55	19,98	10.090
26	100	40	0,00	--	0,00	0,00	201,68	21,98	9.177
27	100	40	0,00	--	0,00	0,00	201,81	24,14	8.360
28	100	40	0,00	--	0,00	0,00	201,94	26,46	7.632
29	100	40	0,00	--	0,00	0,00	202,07	28,94	6.982
30	100	40	0,00	--	0,00	0,00	202,20	31,58	6.403
31	100	40	0,00	--	0,00	0,00	202,33	34,38	5.885
32	100	40	0,00	--	0,00	0,00	202,45	37,34	5.422
33	100	40	0,00	--	0,00	0,00	202,58	40,45	5.008
34	100	40	0,00	--	0,00	0,00	264,91	43,73	6.058
35	100	40	0,00	--	0,00	0,00	219,05	47,17	4.644
36	100	40	0,00	--	0,00	0,00	219,18	50,76	4.318
37	100	40	0,00	--	0,00	0,00	219,31	54,52	4.023
38	100	40	0,00	--	0,00	0,00	219,44	58,43	3.756
39	100	40	0,00	--	0,00	0,00	219,57	62,50	3.513

Fondazione

n°	B [cm]	H [cm]	A _{sw} [cmq]	cotθ	V _{Rcd} [kN]	V _{Rsd} [kN]	V _{Rd} [kN]	T [kN]	FS
1	100	50	0,00	--	0,00	0,00	240,93	-48,31	4.987
2	100	50	0,00	--	0,00	0,00	240,93	-50,73	4.750
3	100	50	0,00	--	0,00	0,00	240,93	-55,87	4.312
4	100	50	0,00	--	0,00	0,00	240,93	-61,65	3.908
5	100	50	0,00	--	0,00	0,00	240,93	-66,32	3.633
6	100	50	0,00	--	0,00	0,00	240,93	-69,87	3.448
7	100	50	0,00	--	0,00	0,00	240,93	-72,32	3.332
8	100	50	0,00	--	0,00	0,00	240,93	-73,65	3.271
9	100	50	0,00	--	0,00	0,00	240,93	-73,86	3.262
10	100	50	0,00	--	0,00	0,00	240,93	-72,97	3.302
11	100	50	0,00	--	0,00	0,00	240,93	-70,96	3.395
12	100	50	0,00	--	0,00	0,00	240,93	-67,85	3.551
13	100	50	0,00	--	0,00	0,00	240,93	-63,62	3.787
14	100	50	0,00	--	0,00	0,00	240,93	-58,27	4.134
15	100	50	0,00	--	0,00	0,00	240,93	-51,82	4.649
16	100	50	0,00	--	0,00	0,00	240,93	-44,25	5.444
17	100	50	0,00	--	0,00	0,00	240,93	-35,64	6.760
18	100	50	0,00	--	0,00	0,00	240,93	-26,77	8.998
19	100	50	0,00	--	0,00	0,00	240,93	-17,88	13.476
20	100	50	0,00	--	0,00	0,00	240,93	-8,95	26.910
21	100	50	0,00	--	0,00	0,00	240,93	0,00	100.000

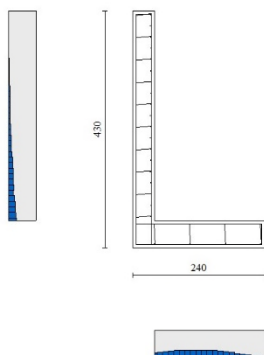


Fig. 11 - Paramento (Inviluppo)

Verifica delle tensioni

Simbologia adottata

n°	indice sezione
Y	ordinata sezione, espressa in [m]
B	larghezza sezione, espresso in [cm]
H	altezza sezione, espressa in [cm]
A_{fi}	area ferri inferiori, espresso in [cm ²]
A_{fs}	area ferri superiori, espressa in [cm ²]
M	momento agente, espressa in [kNm]
N	sforzo normale agente, espressa in [kN]
σ_c	tensione di compressione nel cls, espressa in [kPa]
σ_{fi}	tensione nei ferri inferiori, espressa in [kPa]
σ_{fs}	tensione nei ferri superiori, espressa in [kPa]

Combinazioni SLER

Paramento

Tensione massima di compressione nel calcestruzzo	19920	[kPa]
Tensione massima di trazione dell'acciaio	360000	[kPa]

n°	B	H	Afi	Afs	M	N	σc	σfi	σfs
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kN]	[kPa]	[kPa]	[kPa]
1	100	40	10,05	10,05	0,00	0,00	0 (10)	0 (10)	0 (10)
2	100	40	10,05	10,05	0,00	0,98	2 (10)	34 (10)	34 (10)
3	100	40	10,05	10,05	0,00	1,96	5 (10)	68 (10)	68 (10)
4	100	40	10,05	10,05	0,00	2,94	7 (10)	103 (10)	103 (10)
5	100	40	10,05	10,05	0,00	3,92	9 (10)	137 (10)	137 (10)
6	100	40	10,05	10,05	0,00	4,90	11 (10)	171 (10)	171 (10)
7	100	40	10,05	10,05	0,00	5,88	14 (10)	205 (10)	205 (10)
8	100	40	10,05	10,05	0,00	6,86	16 (10)	239 (10)	240 (10)
9	100	40	10,05	10,05	0,01	7,85	18 (10)	272 (10)	276 (10)
10	100	40	10,05	10,05	0,02	8,83	21 (10)	301 (10)	315 (10)
11	100	40	10,05	10,05	0,05	9,81	24 (10)	325 (10)	359 (10)
12	100	40	10,05	10,05	0,09	10,79	28 (10)	342 (10)	411 (10)
13	100	40	10,05	10,05	0,16	11,77	33 (10)	349 (10)	472 (10)
14	100	40	10,05	10,05	0,27	12,75	39 (10)	344 (10)	545 (10)
15	100	40	10,05	10,05	0,41	13,73	46 (10)	325 (10)	633 (10)
16	100	40	10,05	10,05	0,60	14,71	54 (10)	290 (10)	736 (10)
17	100	40	10,05	10,05	0,83	15,69	64 (10)	236 (10)	859 (10)
18	100	40	10,05	10,05	1,12	16,67	76 (10)	161 (10)	1002 (10)
19	100	40	10,05	10,05	1,48	17,65	91 (10)	43 (10)	1175 (10)
20	100	40	10,05	10,05	1,90	18,63	111 (10)	189 (10)	1398 (10)
21	100	40	10,05	10,05	2,39	19,61	138 (10)	620 (10)	1683 (10)
22	100	40	10,05	10,05	2,97	20,59	173 (10)	1354 (10)	2032 (10)
23	100	40	10,05	10,05	3,63	21,57	217 (10)	2463 (10)	2437 (10)
24	100	40	10,05	10,05	4,37	22,56	268 (10)	3972 (10)	2884 (10)
25	100	40	10,05	10,05	5,22	23,54	327 (10)	5883 (10)	3369 (10)
26	100	40	10,05	10,05	6,19	24,52	394 (10)	8213 (10)	3893 (10)
27	100	40	10,05	10,05	7,28	25,50	469 (10)	10983 (10)	4462 (10)
28	100	40	10,05	10,05	8,51	26,48	553 (10)	14222 (10)	5080 (10)
29	100	40	10,05	10,05	9,90	27,46	647 (10)	17962 (10)	5754 (10)
30	100	40	10,05	10,05	11,45	28,44	752 (10)	22238 (10)	6490 (10)
31	100	40	10,05	10,05	13,18	29,42	868 (10)	27089 (10)	7292 (10)
32	100	40	10,05	10,05	15,11	30,40	997 (10)	32551 (10)	8167 (10)
33	100	40	10,05	10,05	17,24	31,38	1139 (10)	38664 (10)	9120 (10)
34	100	40	22,78	22,78	19,59	32,36	898 (10)	21153 (10)	8523 (10)
35	100	40	12,72	12,72	22,17	33,34	1321 (10)	42506 (10)	10917 (10)
36	100	40	12,72	12,72	25,01	34,32	1489 (10)	49134 (10)	12123 (10)
37	100	40	12,72	12,72	28,10	35,30	1671 (10)	56408 (10)	13429 (10)
38	100	40	12,72	12,72	31,46	36,29	1870 (10)	64361 (10)	14842 (10)
39	100	40	12,72	12,72	35,11	37,27	2084 (10)	73026 (10)	16367 (10)

Fondazione

Tensione massima di compressione nel calcestruzzo 19920 [kPa]
 Tensione massima di trazione dell'acciaio 360000 [kPa]

n°	B	H	Afi	Afs	M	N	σc	σfi	σfs
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kN]	[kPa]	[kPa]	[kPa]
1	100	50	12,72	12,72	-18,12	0,00	702 (10)	5521 (10)	34520 (10)
2	100	50	12,72	12,72	-18,01	0,00	697 (10)	5488 (10)	34310 (10)
3	100	50	12,72	12,72	-17,65	0,00	684 (10)	5378 (10)	33625 (10)
4	100	50	12,72	12,72	-17,07	0,00	661 (10)	5201 (10)	32519 (10)
5	100	50	12,72	12,72	-16,29	0,00	631 (10)	4965 (10)	31043 (10)
6	100	50	12,72	12,72	-15,35	0,00	595 (10)	4678 (10)	29251 (10)
7	100	50	12,72	12,72	-14,27	0,00	553 (10)	4349 (10)	27194 (10)
8	100	50	12,72	12,72	-13,08	0,00	507 (10)	3986 (10)	24925 (10)
9	100	50	12,72	12,72	-11,81	0,00	457 (10)	3598 (10)	22496 (10)
10	100	50	12,72	12,72	-10,48	0,00	406 (10)	3193 (10)	19961 (10)
11	100	50	12,72	12,72	-9,12	0,00	353 (10)	2778 (10)	17370 (10)
12	100	50	12,72	12,72	-7,76	0,00	300 (10)	2364 (10)	14778 (10)
13	100	50	12,72	12,72	-6,42	0,00	249 (10)	1957 (10)	12236 (10)
14	100	50	12,72	12,72	-5,14	0,00	199 (10)	1567 (10)	9796 (10)
15	100	50	12,72	12,72	-3,94	0,00	153 (10)	1201 (10)	7512 (10)

n°	B	H	Afi	Afs	M	N	σc	σfi	σfs
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kN]	[kPa]	[kPa]	[kPa]
16	100	50	12,72	12,72	-2,85	0,00	110 (10)	869 (10)	5435 (10)
17	100	50	12,72	12,72	-1,90	0,00	74 (10)	579 (10)	3618 (10)
18	100	50	12,72	12,72	-1,11	0,00	43 (10)	338 (10)	2114 (10)
19	100	50	12,72	12,72	-0,51	0,00	20 (10)	156 (10)	975 (10)
20	100	50	12,72	12,72	-0,13	0,00	5 (10)	40 (10)	252 (10)
21	100	50	12,72	12,72	0,00	0,00	0 (10)	0 (10)	0 (10)

Combinazioni SLEF

Paramento

Tensione massima di compressione nel calcestruzzo 33200 [kPa]

Tensione massima di trazione dell'acciaio 450000 [kPa]

n°	B	H	Afi	Afs	M	N	σc	σfi	σfs
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kN]	[kPa]	[kPa]	[kPa]
1	100	40	10,05	10,05	0,00	0,00	0 (11)	0 (11)	0 (11)
2	100	40	10,05	10,05	0,00	0,98	2 (11)	34 (11)	34 (11)
3	100	40	10,05	10,05	0,00	1,96	5 (11)	68 (11)	68 (11)
4	100	40	10,05	10,05	0,00	2,94	7 (11)	103 (11)	103 (11)
5	100	40	10,05	10,05	0,00	3,92	9 (11)	137 (11)	137 (11)
6	100	40	10,05	10,05	0,00	4,90	11 (11)	171 (11)	171 (11)
7	100	40	10,05	10,05	0,00	5,88	14 (11)	205 (11)	205 (11)
8	100	40	10,05	10,05	0,00	6,86	16 (11)	239 (11)	240 (11)
9	100	40	10,05	10,05	0,01	7,85	18 (11)	272 (11)	276 (11)
10	100	40	10,05	10,05	0,02	8,83	21 (11)	301 (11)	315 (11)
11	100	40	10,05	10,05	0,05	9,81	24 (11)	325 (11)	359 (11)
12	100	40	10,05	10,05	0,09	10,79	28 (11)	342 (11)	411 (11)
13	100	40	10,05	10,05	0,16	11,77	33 (11)	349 (11)	472 (11)
14	100	40	10,05	10,05	0,27	12,75	39 (11)	344 (11)	545 (11)
15	100	40	10,05	10,05	0,41	13,73	46 (11)	325 (11)	633 (11)
16	100	40	10,05	10,05	0,60	14,71	54 (11)	290 (11)	736 (11)
17	100	40	10,05	10,05	0,83	15,69	64 (11)	236 (11)	859 (11)
18	100	40	10,05	10,05	1,12	16,67	76 (11)	161 (11)	1002 (11)
19	100	40	10,05	10,05	1,48	17,65	91 (11)	43 (11)	1175 (11)
20	100	40	10,05	10,05	1,90	18,63	111 (11)	189 (11)	1398 (11)
21	100	40	10,05	10,05	2,39	19,61	138 (11)	620 (11)	1683 (11)
22	100	40	10,05	10,05	2,97	20,59	173 (11)	1354 (11)	2032 (11)
23	100	40	10,05	10,05	3,63	21,57	217 (11)	2463 (11)	2437 (11)
24	100	40	10,05	10,05	4,37	22,56	268 (11)	3972 (11)	2884 (11)
25	100	40	10,05	10,05	5,22	23,54	327 (11)	5883 (11)	3369 (11)
26	100	40	10,05	10,05	6,19	24,52	394 (11)	8213 (11)	3893 (11)
27	100	40	10,05	10,05	7,28	25,50	469 (11)	10983 (11)	4462 (11)
28	100	40	10,05	10,05	8,51	26,48	553 (11)	14222 (11)	5080 (11)
29	100	40	10,05	10,05	9,90	27,46	647 (11)	17962 (11)	5754 (11)
30	100	40	10,05	10,05	11,45	28,44	752 (11)	22238 (11)	6490 (11)
31	100	40	10,05	10,05	13,18	29,42	868 (11)	27089 (11)	7292 (11)
32	100	40	10,05	10,05	15,11	30,40	997 (11)	32551 (11)	8167 (11)
33	100	40	10,05	10,05	17,24	31,38	1139 (11)	38664 (11)	9120 (11)
34	100	40	22,78	22,78	19,59	32,36	898 (11)	21153 (11)	8523 (11)
35	100	40	12,72	12,72	22,17	33,34	1321 (11)	42506 (11)	10917 (11)
36	100	40	12,72	12,72	25,01	34,32	1489 (11)	49134 (11)	12123 (11)
37	100	40	12,72	12,72	28,10	35,30	1671 (11)	56408 (11)	13429 (11)
38	100	40	12,72	12,72	31,46	36,29	1870 (11)	64361 (11)	14842 (11)
39	100	40	12,72	12,72	35,11	37,27	2084 (11)	73026 (11)	16367 (11)

Fondazione

Tensione massima di compressione nel calcestruzzo 33200 [kPa]
 Tensione massima di trazione dell'acciaio 450000 [kPa]

n°	B	H	Afi	Afs	M	N	σc	σfi	σfs
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kN]	[kPa]	[kPa]	[kPa]
1	100	50	12,72	12,72	-18,12	0,00	702 (11)	5521 (11)	34520 (11)
2	100	50	12,72	12,72	-18,01	0,00	697 (11)	5488 (11)	34310 (11)
3	100	50	12,72	12,72	-17,65	0,00	684 (11)	5378 (11)	33625 (11)
4	100	50	12,72	12,72	-17,07	0,00	661 (11)	5201 (11)	32519 (11)
5	100	50	12,72	12,72	-16,29	0,00	631 (11)	4965 (11)	31043 (11)
6	100	50	12,72	12,72	-15,35	0,00	595 (11)	4678 (11)	29251 (11)
7	100	50	12,72	12,72	-14,27	0,00	553 (11)	4349 (11)	27194 (11)
8	100	50	12,72	12,72	-13,08	0,00	507 (11)	3986 (11)	24925 (11)
9	100	50	12,72	12,72	-11,81	0,00	457 (11)	3598 (11)	22496 (11)
10	100	50	12,72	12,72	-10,48	0,00	406 (11)	3193 (11)	19961 (11)
11	100	50	12,72	12,72	-9,12	0,00	353 (11)	2778 (11)	17370 (11)
12	100	50	12,72	12,72	-7,76	0,00	300 (11)	2364 (11)	14778 (11)
13	100	50	12,72	12,72	-6,42	0,00	249 (11)	1957 (11)	12236 (11)
14	100	50	12,72	12,72	-5,14	0,00	199 (11)	1567 (11)	9796 (11)
15	100	50	12,72	12,72	-3,94	0,00	153 (11)	1201 (11)	7512 (11)
16	100	50	12,72	12,72	-2,85	0,00	110 (11)	869 (11)	5435 (11)
17	100	50	12,72	12,72	-1,90	0,00	74 (11)	579 (11)	3618 (11)
18	100	50	12,72	12,72	-1,11	0,00	43 (11)	338 (11)	2114 (11)
19	100	50	12,72	12,72	-0,51	0,00	20 (11)	156 (11)	975 (11)
20	100	50	12,72	12,72	-0,13	0,00	5 (11)	40 (11)	252 (11)
21	100	50	12,72	12,72	0,00	0,00	0 (11)	0 (11)	0 (11)

Combinazioni SLEQ

Paramento

Tensione massima di compressione nel calcestruzzo 14940 [kPa]
 Tensione massima di trazione dell'acciaio 450000 [kPa]

n°	B	H	Afi	Afs	M	N	σc	σfi	σfs
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kN]	[kPa]	[kPa]	[kPa]
1	100	40	10,05	10,05	0,00	0,00	0 (12)	0 (12)	0 (12)
2	100	40	10,05	10,05	0,00	0,98	2 (13)	34 (12)	36 (13)
3	100	40	10,05	10,05	0,02	1,96	5 (13)	68 (12)	76 (13)
4	100	40	10,05	10,05	0,05	2,94	8 (13)	103 (12)	120 (13)
5	100	40	10,05	10,05	0,09	3,92	12 (13)	137 (12)	169 (13)
6	100	40	10,05	10,05	0,14	4,90	16 (13)	171 (12)	223 (13)
7	100	40	10,05	10,05	0,21	5,88	21 (13)	205 (12)	285 (13)
8	100	40	10,05	10,05	0,30	6,86	26 (13)	239 (12)	353 (13)
9	100	40	10,05	10,05	0,42	7,85	32 (13)	272 (12)	430 (13)
10	100	40	10,05	10,05	0,56	8,83	39 (13)	301 (12)	519 (13)
11	100	40	10,05	10,05	0,75	9,81	48 (13)	325 (12)	622 (13)
12	100	40	10,05	10,05	0,98	10,79	59 (13)	342 (12)	750 (13)
13	100	40	10,05	10,05	1,26	11,77	73 (13)	349 (12)	912 (13)
14	100	40	10,05	10,05	1,60	12,75	92 (13)	460 (13)	1118 (13)
15	100	40	10,05	10,05	2,01	13,73	117 (13)	957 (13)	1373 (13)
16	100	40	10,05	10,05	2,49	14,71	149 (13)	1727 (13)	1674 (13)
17	100	40	10,05	10,05	3,06	15,69	188 (13)	2811 (13)	2017 (13)
18	100	40	10,05	10,05	3,72	16,67	233 (13)	4227 (13)	2398 (13)
19	100	40	10,05	10,05	4,48	17,65	286 (13)	5987 (13)	2816 (13)
20	100	40	10,05	10,05	5,35	18,63	345 (13)	8107 (13)	3274 (13)
21	100	40	10,05	10,05	6,33	19,61	411 (13)	10602 (13)	3774 (13)

n°	B	H	Afi	Afs	M	N	σc	σfi	σfs
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kN]	[kPa]	[kPa]	[kPa]
22	100	40	10,05	10,05	7,43	20,59	486 (13)	13491 (13)	4319 (13)
23	100	40	10,05	10,05	8,66	21,57	569 (13)	16793 (13)	4912 (13)
24	100	40	10,05	10,05	10,03	22,56	660 (13)	20526 (13)	5557 (13)
25	100	40	10,05	10,05	11,54	23,54	761 (13)	24726 (13)	6258 (13)
26	100	40	10,05	10,05	13,22	24,52	873 (13)	29438 (13)	7021 (13)
27	100	40	10,05	10,05	15,07	25,50	997 (13)	34709 (13)	7854 (13)
28	100	40	10,05	10,05	17,12	26,48	1132 (13)	40583 (13)	8761 (13)
29	100	40	10,05	10,05	19,38	27,46	1282 (13)	47106 (13)	9750 (13)
30	100	40	10,05	10,05	21,86	28,44	1446 (13)	54326 (13)	10826 (13)
31	100	40	10,05	10,05	24,57	29,42	1625 (13)	62287 (13)	11994 (13)
32	100	40	10,05	10,05	27,54	30,40	1821 (13)	71037 (13)	13261 (13)
33	100	40	10,05	10,05	30,78	31,38	2034 (13)	80621 (13)	14634 (13)
34	100	40	22,78	22,78	34,30	32,36	1544 (13)	41896 (13)	13868 (13)
35	100	40	12,72	12,72	38,11	33,34	2258 (13)	81937 (13)	17324 (13)
36	100	40	12,72	12,72	42,24	34,32	2500 (13)	91799 (13)	19032 (13)
37	100	40	12,72	12,72	46,69	35,30	2762 (13)	102474 (13)	20869 (13)
38	100	40	12,72	12,72	51,49	36,29	3043 (13)	113999 (13)	22841 (13)
39	100	40	12,72	12,72	56,64	37,27	3345 (13)	126411 (13)	24953 (13)

Fondazione

Tensione massima di compressione nel calcestruzzo 14940 [kPa]
 Tensione massima di trazione dell'acciaio 450000 [kPa]

n°	B	H	Afi	Afs	M	N	σc	σfi	σfs
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kN]	[kPa]	[kPa]	[kPa]
1	100	50	12,72	12,72	-75,50	0,00	2924 (14)	23003 (14)	143823 (14)
2	100	50	12,72	12,72	-72,67	0,00	2814 (14)	22142 (14)	138440 (14)
3	100	50	12,72	12,72	-69,29	0,00	2684 (14)	21113 (14)	132004 (14)
4	100	50	12,72	12,72	-65,44	0,00	2534 (14)	19938 (14)	124660 (14)
5	100	50	12,72	12,72	-61,18	0,00	2369 (14)	18641 (14)	116552 (14)
6	100	50	12,72	12,72	-56,60	0,00	2192 (14)	17245 (14)	107823 (14)
7	100	50	12,72	12,72	-51,76	0,00	2005 (14)	15773 (14)	98616 (14)
8	100	50	12,72	12,72	-46,76	0,00	1811 (14)	14247 (14)	89075 (14)
9	100	50	12,72	12,72	-41,65	0,00	1613 (14)	12690 (14)	79344 (14)
10	100	50	12,72	12,72	-36,52	0,00	1414 (14)	11127 (14)	69567 (14)
11	100	50	12,72	12,72	-31,44	0,00	1217 (14)	9578 (14)	59886 (14)
12	100	50	12,72	12,72	-26,48	0,00	1026 (14)	8068 (14)	50446 (14)
13	100	50	12,72	12,72	-21,73	0,00	841 (14)	6620 (14)	41390 (14)
14	100	50	12,72	12,72	-17,25	0,00	668 (14)	5256 (14)	32862 (14)
15	100	50	12,72	12,72	-13,13	0,00	508 (14)	3999 (14)	25005 (14)
16	100	50	12,72	12,72	-9,43	0,00	365 (14)	2873 (14)	17963 (14)
17	100	50	12,72	12,72	-6,24	0,00	241 (14)	1900 (14)	11879 (14)
18	100	50	12,72	12,72	-3,62	0,00	140 (14)	1103 (14)	6897 (14)
19	100	50	12,72	12,72	-1,66	0,00	64 (14)	506 (14)	3161 (14)
20	100	50	12,72	12,72	-0,43	0,00	17 (14)	130 (14)	814 (14)
21	100	50	12,72	12,72	0,00	0,00	0 (12)	0 (12)	0 (12)

Verifica a fessurazione

Simbologia adottata

n° indice sezione
 Y ordinata sezione espressa in [m]
 B larghezza sezione espresso in [cm]
 H altezza sezione espressa in [cm]
 Af area ferri zona tesa espresso in [cmq]

Aeff	area efficace espressa in [cmq]
M	momento agente espressa in [kNm]
Mpf	momento di prima fessurazione espressa in [kNm]
ε	deformazione espresso in %
Sm	spaziatura tra le fessure espressa in [mm]
w	apertura delle fessure espressa in [mm]

Combinazioni SLER

Paramento

Apertura limite fessure $w_{lim}=0.20$

n°	B	H	Af	Aeff	M	Mpf	ε	Sm	w
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kNm]	[%]	[mm]	[mm]
1	100	40	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0000	0,00	0,000 (10)
2	100	40	0,00	0,00	0,00	0,00	9806805,923 3	1000,00	0,000 (10)
3	100	40	0,00	0,00	0,00	0,00	9806805,923 3	1000,00	0,000 (10)
4	100	40	0,00	0,00	0,00	0,00	9806805,923 3	1000,00	0,000 (10)
5	100	40	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0000	0,00	0,000 (10)
6	100	40	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0000	0,00	0,000 (10)
7	100	40	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0000	0,00	0,000 (10)
8	100	40	0,00	0,00	0,00	0,13	0,0000	0,00	0,000 (10)
9	100	40	0,00	0,00	0,01	0,92	0,0000	0,00	0,000 (10)
10	100	40	0,00	0,00	0,02	2,87	0,0000	0,00	0,000 (10)
11	100	40	0,00	0,00	0,05	6,63	0,0000	0,00	0,000 (10)
12	100	40	0,00	0,00	0,09	13,06	0,0000	0,00	0,000 (10)
13	100	40	0,00	0,00	0,16	23,52	0,0000	0,00	0,000 (10)
14	100	40	0,00	0,00	0,27	40,66	0,0000	0,00	0,000 (10)
15	100	40	0,00	0,00	0,41	70,50	0,0000	0,00	0,000 (10)
16	100	40	0,00	0,00	0,60	130,29	0,0000	0,00	0,000 (10)
17	100	40	0,00	0,00	0,83	296,84	0,0000	0,00	0,000 (10)
18	100	40	0,00	0,00	1,12	2580,64	0,0000	0,00	0,000 (10)
19	100	40	0,00	0,00	1,48	570,30	0,0000	0,00	0,000 (10)
20	100	40	10,05	1250,00	1,90	299,57	0,0000	0,00	0,000 (10)
21	100	40	10,05	1250,00	2,39	220,20	0,0000	0,00	0,000 (10)
22	100	40	10,05	1250,00	2,97	182,66	0,0000	0,00	0,000 (10)
23	100	40	10,05	1250,00	3,63	160,99	0,0000	0,00	0,000 (10)
24	100	40	10,05	1250,00	4,37	147,00	0,0000	0,00	0,000 (10)
25	100	40	10,05	1250,00	5,22	137,24	0,0000	0,00	0,000 (10)
26	100	40	10,05	1250,00	6,19	130,04	0,0000	0,00	0,000 (10)
27	100	40	10,05	1250,00	7,28	124,51	0,0000	0,00	0,000 (10)
28	100	40	10,05	1250,00	8,51	120,16	0,0000	0,00	0,000 (10)
29	100	40	10,05	1250,00	9,90	116,65	0,0000	0,00	0,000 (10)
30	100	40	10,05	1250,00	11,45	113,79	0,0000	0,00	0,000 (10)
31	100	40	10,05	1250,00	13,18	111,41	0,0000	0,00	0,000 (10)
32	100	40	10,05	1250,00	15,11	109,42	0,0000	0,00	0,000 (10)
33	100	40	10,05	1250,00	17,24	107,74	0,0000	0,00	0,000 (10)
34	100	40	22,78	1250,00	19,59	122,29	0,0000	0,00	0,000 (10)
35	100	40	12,72	1250,00	22,17	108,37	0,0000	0,00	0,000 (10)
36	100	40	12,72	1250,00	25,01	107,26	0,0000	0,00	0,000 (10)
37	100	40	12,72	1250,00	28,10	106,29	0,0000	0,00	0,000 (10)
38	100	40	12,72	1250,00	31,46	105,45	0,0000	0,00	0,000 (10)
39	100	40	12,72	1250,00	35,11	104,71	0,0000	0,00	0,000 (10)

Fondazione

Apertura limite fessure $w_{lim}=0.20$

n°	B	H	Af	Aeff	M	Mpf	ε	Sm	w
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kNm]	[%]	[mm]	[mm]
1	100	50	12,72	1250,00	-18,12	-149,45	0,0000	0,00	0,000 (10)
2	100	50	12,72	1250,00	-18,01	-149,45	0,0000	0,00	0,000 (10)
3	100	50	12,72	1250,00	-17,65	-149,45	0,0000	0,00	0,000 (10)
4	100	50	12,72	1250,00	-17,07	-149,45	0,0000	0,00	0,000 (10)
5	100	50	12,72	1250,00	-16,29	-149,45	0,0000	0,00	0,000 (10)
6	100	50	12,72	1250,00	-15,35	-149,45	0,0000	0,00	0,000 (10)
7	100	50	12,72	1250,00	-14,27	-149,45	0,0000	0,00	0,000 (10)
8	100	50	12,72	1250,00	-13,08	-149,45	0,0000	0,00	0,000 (10)
9	100	50	12,72	1250,00	-11,81	-149,45	0,0000	0,00	0,000 (10)
10	100	50	12,72	1250,00	-10,48	-149,45	0,0000	0,00	0,000 (10)
11	100	50	12,72	1250,00	-9,12	-149,45	0,0000	0,00	0,000 (10)
12	100	50	12,72	1250,00	-7,76	-149,45	0,0000	0,00	0,000 (10)
13	100	50	12,72	1250,00	-6,42	-149,45	0,0000	0,00	0,000 (10)
14	100	50	12,72	1250,00	-5,14	-149,45	0,0000	0,00	0,000 (10)
15	100	50	12,72	1250,00	-3,94	-149,45	0,0000	0,00	0,000 (10)
16	100	50	12,72	1250,00	-2,85	-149,45	0,0000	0,00	0,000 (10)
17	100	50	12,72	1250,00	-1,90	-149,45	0,0000	0,00	0,000 (10)
18	100	50	12,72	1250,00	-1,11	-149,45	0,0000	0,00	0,000 (10)
19	100	50	12,72	1250,00	-0,51	-149,45	0,0000	0,00	0,000 (10)
20	100	50	12,72	1250,00	-0,13	-149,45	0,0000	0,00	0,000 (10)
21	100	50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0000	0,00	0,000 (10)

Combinazioni SLEF

Paramento

 Apertura limite fessure $w_{lim}=0.40$

n°	B	H	Af	Aeff	M	Mpf	ε	Sm	w
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kNm]	[%]	[mm]	[mm]
1	100	40	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0000	0,00	0,000 (11)
2	100	40	0,00	0,00	0,00	0,00	9806805,923 3	1000,00	0,000 (11)
3	100	40	0,00	0,00	0,00	0,00	9806805,923 3	1000,00	0,000 (11)
4	100	40	0,00	0,00	0,00	0,00	9806805,923 3	1000,00	0,000 (11)
5	100	40	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0000	0,00	0,000 (11)
6	100	40	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0000	0,00	0,000 (11)
7	100	40	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0000	0,00	0,000 (11)
8	100	40	0,00	0,00	0,00	0,13	0,0000	0,00	0,000 (11)
9	100	40	0,00	0,00	0,01	0,92	0,0000	0,00	0,000 (11)
10	100	40	0,00	0,00	0,02	2,87	0,0000	0,00	0,000 (11)
11	100	40	0,00	0,00	0,05	6,63	0,0000	0,00	0,000 (11)
12	100	40	0,00	0,00	0,09	13,06	0,0000	0,00	0,000 (11)
13	100	40	0,00	0,00	0,16	23,52	0,0000	0,00	0,000 (11)
14	100	40	0,00	0,00	0,27	40,66	0,0000	0,00	0,000 (11)
15	100	40	0,00	0,00	0,41	70,50	0,0000	0,00	0,000 (11)
16	100	40	0,00	0,00	0,60	130,29	0,0000	0,00	0,000 (11)
17	100	40	0,00	0,00	0,83	296,84	0,0000	0,00	0,000 (11)
18	100	40	0,00	0,00	1,12	2580,64	0,0000	0,00	0,000 (11)
19	100	40	0,00	0,00	1,48	570,30	0,0000	0,00	0,000 (11)
20	100	40	10,05	1250,00	1,90	299,57	0,0000	0,00	0,000 (11)
21	100	40	10,05	1250,00	2,39	220,20	0,0000	0,00	0,000 (11)
22	100	40	10,05	1250,00	2,97	182,66	0,0000	0,00	0,000 (11)
23	100	40	10,05	1250,00	3,63	160,99	0,0000	0,00	0,000 (11)
24	100	40	10,05	1250,00	4,37	147,00	0,0000	0,00	0,000 (11)
25	100	40	10,05	1250,00	5,22	137,24	0,0000	0,00	0,000 (11)

n°	B	H	Af	Aeff	M	Mpf	ε	Sm	w
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kNm]	[%]	[mm]	[mm]
26	100	40	10,05	1250,00	6,19	130,04	0,0000	0,00	0,000 (11)
27	100	40	10,05	1250,00	7,28	124,51	0,0000	0,00	0,000 (11)
28	100	40	10,05	1250,00	8,51	120,16	0,0000	0,00	0,000 (11)
29	100	40	10,05	1250,00	9,90	116,65	0,0000	0,00	0,000 (11)
30	100	40	10,05	1250,00	11,45	113,79	0,0000	0,00	0,000 (11)
31	100	40	10,05	1250,00	13,18	111,41	0,0000	0,00	0,000 (11)
32	100	40	10,05	1250,00	15,11	109,42	0,0000	0,00	0,000 (11)
33	100	40	10,05	1250,00	17,24	107,74	0,0000	0,00	0,000 (11)
34	100	40	22,78	1250,00	19,59	122,29	0,0000	0,00	0,000 (11)
35	100	40	12,72	1250,00	22,17	108,37	0,0000	0,00	0,000 (11)
36	100	40	12,72	1250,00	25,01	107,26	0,0000	0,00	0,000 (11)
37	100	40	12,72	1250,00	28,10	106,29	0,0000	0,00	0,000 (11)
38	100	40	12,72	1250,00	31,46	105,45	0,0000	0,00	0,000 (11)
39	100	40	12,72	1250,00	35,11	104,71	0,0000	0,00	0,000 (11)

Fondazione

Apertura limite fessure $w_{lim}=0.40$

n°	B	H	Af	Aeff	M	Mpf	ε	Sm	w
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kNm]	[%]	[mm]	[mm]
1	100	50	12,72	1250,00	-18,12	-149,45	0,0000	0,00	0,000 (11)
2	100	50	12,72	1250,00	-18,01	-149,45	0,0000	0,00	0,000 (11)
3	100	50	12,72	1250,00	-17,65	-149,45	0,0000	0,00	0,000 (11)
4	100	50	12,72	1250,00	-17,07	-149,45	0,0000	0,00	0,000 (11)
5	100	50	12,72	1250,00	-16,29	-149,45	0,0000	0,00	0,000 (11)
6	100	50	12,72	1250,00	-15,35	-149,45	0,0000	0,00	0,000 (11)
7	100	50	12,72	1250,00	-14,27	-149,45	0,0000	0,00	0,000 (11)
8	100	50	12,72	1250,00	-13,08	-149,45	0,0000	0,00	0,000 (11)
9	100	50	12,72	1250,00	-11,81	-149,45	0,0000	0,00	0,000 (11)
10	100	50	12,72	1250,00	-10,48	-149,45	0,0000	0,00	0,000 (11)
11	100	50	12,72	1250,00	-9,12	-149,45	0,0000	0,00	0,000 (11)
12	100	50	12,72	1250,00	-7,76	-149,45	0,0000	0,00	0,000 (11)
13	100	50	12,72	1250,00	-6,42	-149,45	0,0000	0,00	0,000 (11)
14	100	50	12,72	1250,00	-5,14	-149,45	0,0000	0,00	0,000 (11)
15	100	50	12,72	1250,00	-3,94	-149,45	0,0000	0,00	0,000 (11)
16	100	50	12,72	1250,00	-2,85	-149,45	0,0000	0,00	0,000 (11)
17	100	50	12,72	1250,00	-1,90	-149,45	0,0000	0,00	0,000 (11)
18	100	50	12,72	1250,00	-1,11	-149,45	0,0000	0,00	0,000 (11)
19	100	50	12,72	1250,00	-0,51	-149,45	0,0000	0,00	0,000 (11)
20	100	50	12,72	1250,00	-0,13	-149,45	0,0000	0,00	0,000 (11)
21	100	50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0000	0,00	0,000 (11)

Combinazioni SLEQ

Paramento

Apertura limite fessure $w_{lim}=0.30$

n°	B	H	Af	Aeff	M	Mpf	ε	Sm	w
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kNm]	[%]	[mm]	[mm]
1	100	40	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0000	0,00	0,000 (12)
2	100	40	0,00	0,00	0,00	0,00	9806805,923 3	1000,00	0,000 (12)
3	100	40	0,00	0,00	0,00	0,00	9806805,923 3	1000,00	0,000 (12)
4	100	40	0,00	0,00	0,00	0,00	9806805,923 3	1000,00	0,000 (12)

n°	B	H	Af	Aeff	M	Mpf	ε	Sm	w
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kNm]	[%]	[mm]	[mm]
5	100	40	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0000	0,00	0,000 (12)
6	100	40	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0000	0,00	0,000 (12)
7	100	40	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0000	0,00	0,000 (12)
8	100	40	0,00	0,00	0,00	0,13	0,0000	0,00	0,000 (12)
9	100	40	0,00	0,00	0,01	0,92	0,0000	0,00	0,000 (12)
10	100	40	0,00	0,00	0,02	2,87	0,0000	0,00	0,000 (12)
11	100	40	0,00	0,00	0,05	6,63	0,0000	0,00	0,000 (12)
12	100	40	0,00	0,00	0,09	13,06	0,0000	0,00	0,000 (12)
13	100	40	0,00	0,00	0,16	23,52	0,0000	0,00	0,000 (12)
14	100	40	0,00	0,00	0,27	40,66	0,0000	0,00	0,000 (12)
15	100	40	0,00	0,00	0,41	70,50	0,0000	0,00	0,000 (12)
16	100	40	0,00	0,00	0,60	130,29	0,0000	0,00	0,000 (12)
17	100	40	0,00	0,00	0,83	296,84	0,0000	0,00	0,000 (12)
18	100	40	0,00	0,00	1,12	2580,64	0,0000	0,00	0,000 (12)
19	100	40	0,00	0,00	1,48	570,30	0,0000	0,00	0,000 (12)
20	100	40	10,05	1250,00	1,90	299,57	0,0000	0,00	0,000 (12)
21	100	40	10,05	1250,00	2,39	220,20	0,0000	0,00	0,000 (12)
22	100	40	10,05	1250,00	2,97	182,66	0,0000	0,00	0,000 (12)
23	100	40	10,05	1250,00	3,63	160,99	0,0000	0,00	0,000 (12)
24	100	40	10,05	1250,00	4,37	147,00	0,0000	0,00	0,000 (12)
25	100	40	10,05	1250,00	5,22	137,24	0,0000	0,00	0,000 (12)
26	100	40	10,05	1250,00	6,19	130,04	0,0000	0,00	0,000 (12)
27	100	40	10,05	1250,00	7,28	124,51	0,0000	0,00	0,000 (12)
28	100	40	10,05	1250,00	8,51	120,16	0,0000	0,00	0,000 (12)
29	100	40	10,05	1250,00	9,90	116,65	0,0000	0,00	0,000 (12)
30	100	40	10,05	1250,00	11,45	113,79	0,0000	0,00	0,000 (12)
31	100	40	10,05	1250,00	13,18	111,41	0,0000	0,00	0,000 (12)
32	100	40	10,05	1250,00	15,11	109,42	0,0000	0,00	0,000 (12)
33	100	40	10,05	1250,00	17,24	107,74	0,0000	0,00	0,000 (12)
34	100	40	22,78	1250,00	19,59	122,29	0,0000	0,00	0,000 (12)
35	100	40	12,72	1250,00	22,17	108,37	0,0000	0,00	0,000 (12)
36	100	40	12,72	1250,00	25,01	107,26	0,0000	0,00	0,000 (12)
37	100	40	12,72	1250,00	28,10	106,29	0,0000	0,00	0,000 (12)
38	100	40	12,72	1250,00	31,46	105,45	0,0000	0,00	0,000 (12)
39	100	40	12,72	1250,00	35,11	104,71	0,0000	0,00	0,000 (12)

Fondazione

Apertura limite fessure $w_{lim}=0.30$

n°	B	H	Af	Aeff	M	Mpf	ε	Sm	w
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kNm]	[%]	[mm]	[mm]
1	100	50	12,72	1250,00	-18,12	-149,45	0,0000	0,00	0,000 (12)
2	100	50	12,72	1250,00	-18,01	-149,45	0,0000	0,00	0,000 (12)
3	100	50	12,72	1250,00	-17,65	-149,45	0,0000	0,00	0,000 (12)
4	100	50	12,72	1250,00	-17,07	-149,45	0,0000	0,00	0,000 (12)
5	100	50	12,72	1250,00	-16,29	-149,45	0,0000	0,00	0,000 (12)
6	100	50	12,72	1250,00	-15,35	-149,45	0,0000	0,00	0,000 (12)
7	100	50	12,72	1250,00	-14,27	-149,45	0,0000	0,00	0,000 (12)
8	100	50	12,72	1250,00	-13,08	-149,45	0,0000	0,00	0,000 (12)
9	100	50	12,72	1250,00	-11,81	-149,45	0,0000	0,00	0,000 (12)
10	100	50	12,72	1250,00	-10,48	-149,45	0,0000	0,00	0,000 (12)
11	100	50	12,72	1250,00	-9,12	-149,45	0,0000	0,00	0,000 (12)
12	100	50	12,72	1250,00	-7,76	-149,45	0,0000	0,00	0,000 (12)
13	100	50	12,72	1250,00	-6,42	-149,45	0,0000	0,00	0,000 (12)
14	100	50	12,72	1250,00	-5,14	-149,45	0,0000	0,00	0,000 (12)
15	100	50	12,72	1250,00	-3,94	-149,45	0,0000	0,00	0,000 (12)
16	100	50	12,72	1250,00	-2,85	-149,45	0,0000	0,00	0,000 (12)
17	100	50	12,72	1250,00	-1,90	-149,45	0,0000	0,00	0,000 (12)
18	100	50	12,72	1250,00	-1,11	-149,45	0,0000	0,00	0,000 (12)
19	100	50	12,72	1250,00	-0,51	-149,45	0,0000	0,00	0,000 (12)
20	100	50	12,72	1250,00	-0,13	-149,45	0,0000	0,00	0,000 (12)
21	100	50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0000	0,00	0,000 (12)

Elenco ferri

Simbologia adottata

n°	Indice del ferro
nf	numero ferri
D	diametro ferro espresso in [mm]
L	Lunghezza ferro espresso in [m]
P _{ferro}	Peso ferro espresso in [kN]

Paramento

n°	Tipo	nf	D [mm]	L [m]	P _f [kN]	P _{gf} [kN]	V _{dis} [mc]
1	Dritto inferiore	5	16,00	4,28	0,0663	0,3313	
2	Dritto superiore	5	16,00	4,28	0,0663	0,3313	
3	Dritto superiore	5	18,00	1,68	0,0329	0,1645	
4	Dritto inferiore	5	18,00	1,62	0,0317	0,1587	
5	Ripartitore	19	14,00	1,00	0,0119	0,2252	
6	Gancio	11	14,00	0,49	0,0059	0,0645	
	Totale al metro					1,4478	1,52
	Totale					1300,52	15,20

Fondazione

n°	Tipo	nf	D [mm]	L [m]	P _f [kN]	P _{gf} [kN]	V _{dis} [mc]
1	Dritto superiore	5	18,00	3,36	0,0659	0,3293	
2	Dritto inferiore	5	18,00	3,36	0,0659	0,3293	
3	Ripartitore	4	14,00	1,00	0,0119	0,0474	
4	Gancio	6	14,00	0,43	0,0051	0,0305	
	Totale al metro					0,7636	1,20
	Totale					751,05	12,00

Computo metrico

	U.M.	Quantità	Prezzo unitario [Euro]	Importo [Euro]
Calcestruzzo in elevazione	[mc]	1,52	72.30	109.90
Calcestruzzo in fondazione	[mc]	1,20	61.97	74.36
Acciaio per armatura	[kN]	2,2114	0.90	202.95
Totale muro				1848,41
Totale				1848,41

Incidenza delle armature

Per tale porzione di manufatto si è assunta un'incidenza delle armature pari a 90 kg/mc

11 ALLEGATO 3 - DICHIARAZIONI SECONDO N.T.C. 2008 (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. 17/07/2008.

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)
Licenza	AIU4639W1

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.

12 ALLEGATO 4 – DIMENSIONAMENTO IDRAULICO CANALE RISALITA PESCI

Nel seguito si riporta il dimensionamento del canale di by-pass per l'ittiofauna, estratto dalla relazione del Progetto Definitivo: BAG2_13AMB_R_RE_01_C, a cui si rimanda per ogni dettaglio.

2. CANALE BY-PASS PER L'ITTIOFAUNA

2.1 DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO

La realizzazione della Cassa di espansione in progetto determinerà un'interruzione del continuum fluviale a causa della realizzazione di una briglia d'ingresso con dislivello altimetrico pari a 5 m, che rappresenterà un ostacolo per gli spostamenti dell'ittiofauna sia nei movimenti da valle verso monte che nella ricolonizzazione del corso d'acqua da monte verso valle (che solitamente avviene quando, all'inizio dell'autunno, l'acqua ritorna nel torrente dopo le prolungate secche estive). Una trattazione più dettagliata della popolazione ittica del tratto fluviale interessato, delle modalità di spostamento e colonizzazione e delle motivazioni che giustificano la realizzazione di un intervento di mitigazione è riportata nel "Quadro di Riferimento Ambientale" e nelle "Indagini e valutazioni specialistiche", cui si rimanda per ulteriori approfondimenti.

La soluzione progettuale adottata dal Progetto prevede la realizzazione di un canale by-pass ed è stata definita con riferimento alle indicazioni riportate nella bibliografia di settore; in particolare secondo quanto riportato nella pubblicazione "Fish passes" design, dimensions and monitoring" i passaggi per pesci possono essere suddivisi in:

- Passaggi tecnici: passaggi artificiali riconducibili ad opere di ingegneria civile, realizzati prevalentemente in calcestruzzo e con utilizzo di sistemi di regolazione come paratoie o diaframmi.
- Passaggi naturaliformi ("close to nature"): passaggi artificiali che riproducono le condizioni naturali, attraverso la creazione di rapide, corsi d'acqua minori, ecc. In questi casi possono essere usate soluzioni di ingegneria naturalistica (massi intasati con calcestruzzo).
- Strutture artificiali: sistemi attivi che permettono il passaggio dei pesci senza però che venga ricostituito il continuum fluviale.

I by-pass rientrano nella categoria dei passaggi close to nature, e si configurano come canali artificiali a pendenza ridotta che aggirano lo sbarramento ricostituendo la continuità tra monte e valle e creando lungo il percorso habitat fruibili dalla fauna acquatica. Questa soluzione è particolarmente indicata nel caso sbarramenti con dislivelli superiori a 2 m, come avviene nel caso in esame.

Occorre considerare che il principale problema per la realizzazione dei by-pass è legato alla effettiva disponibilità delle aree, in particolar modo a causa della ridotta pendenza di fondo (valori massimi inferiori a 2-3%); in questo caso tale aspetto non costituisce un problema in quanto nella sponda sinistra adiacente alla cassa si dispone di ampie aree demaniali.

La realizzazione di un canale artificiale che permetterà di aggirare sia la prima briglia che il manufatto A di regolazione; a tale proposito si precisa che il manufatto A non si configura come uno sbarramento vero e proprio in

quanto le 4 luci di fondo, aventi ciascuno una larghezza di 6 m e un'altezza di 3,5 m, consentono il normale passaggio della corrente fino ad eventi di piena con tempi di ritorno centennali e duecentennali. Tuttavia la realizzazione di un bypass che aggiri anche tale manufatto garantirà un battente idrico sufficiente alla migrazione della fauna ittica anche nei periodi di magra, concentrando tutto il DMV all'interno del canale artificiale.

Il canale by-pass in progetto si svilupperà in sinistra idraulica del T. Baganza e avrà uno sviluppo complessivo di circa 800 m.

Di seguito si riportano i parametri di progettazione da rispettare per la realizzazione del by-pass:

- 1) Portata di riferimento che deve transitare nel canale (DMV fissato per il T. Baganza a Parma nei mesi da ott-apr): 0,53 m³/s;
- 2) Larghezza sul fondo compresa tra 0,80 ÷ 2,00 m;
- 3) Pendenza delle sponde: compresa tra 30 ÷ 35°;
- 4) Andamento naturaliforme con tratti rettilinei alternati a tratti sinuosi;
- 5) Altezza minima della lama d'acqua: 0,20 m;
- 6) Pendenza: in accordo con la pendenza naturale del fiume e comunque non superiore al 5%;

L'alimentazione del canale by-pass per pesci avverrà in corrispondenza del salto di fondo della briglia di monte che risulta dotata, in sponda sinistra, di un ribassamento della quota di sfioro di 1 metro su una lunghezza di circa 10 m. Le portate saranno convogliate verso uno scatolare a sezione rettangolare (1.5x2.0 m, larghezza x altezza) dotato di un piccolo manufatto con paratoia ad azionamento manuale, tarato su un'apertura fissa in grado di derivare le portate di magra (in particolare, il DMV pari a 0.53 mc/s) limitando al contempo le portate in condizioni di piena grazie al funzionamento sotto battente.

Il fondo del canale dovrà presentare un substrato ghiaioso, ricostruendo il fondo d'alveo naturale del T. Baganza, avendo però cura che il deflusso della portata derivata si mantenga all'interno del canale e non venga disperso per infiltrazione. Per tale motivo il canale dovrà essere impermeabilizzato utilizzando lo stesso materiale fine proveniente dalle operazioni di scavo (strato limoso sopra lo strato ghiaioso), successivamente sarà steso il geotessile e, sopra questo, il materiale ghiaioso (anch'esso ricavato dalle operazioni di scavo del canale stesso), per uno spessore di ca. 20 cm.

Il canale artificiale dovrà avere un andamento il più naturaliforme possibile e in alcuni tratti saranno realizzate delle buche a profondità maggiore e slarghi con realizzazione di banche intermedie nelle scarpate, in modo da diversificare maggiormente gli habitat seminaturali utilizzabili dalla fauna acquatica.

Nella parte finale del canale, prima dell'immissione nel Baganza, è previsto un tratto con una pendenza maggiore (circa 2%), in cui saranno realizzate delle barre trasversali in massi. I singoli tratti manterranno una pendenza di circa l'1%, l'altezza dei salti non dovrà superare i 0.2 m e i singoli massi dovranno avere dimensioni comprese tra

0.5 e 0.8 m. Questa soluzione garantisce l'ottenimento di un duplice vantaggio: da un lato si otterrà una sequenza di pozze (pool) utilizzabili dai pesci come zone rifugio mentre dall'altro l'aumento di pendenza creerà una maggiore turbolenza nel punto di immissione dando origine ad una corrente attrattiva, funzionale ad indirizzare i pesci verso il bypass.

Sarà prevista infine la realizzazione di un pennello sul T. Baganza, appena a valle del manufatto A, necessario ad indirizzare le portate che transita in alveo, in particolare nei periodi di magra, verso l'imbocco della scala di risalita.

Nella figura seguente si riporta un esempio di un canale by-pass realizzato.



Figura 2.1.1 – Esempio di un canale by-pass per l'ittiofauna realizzato.

2.2 DIMENSIONAMENTO IDRAULICO

Dal punto di vista idraulico il manufatto di presa del canale by-pass è schematizzabile come nell'immagine seguente:

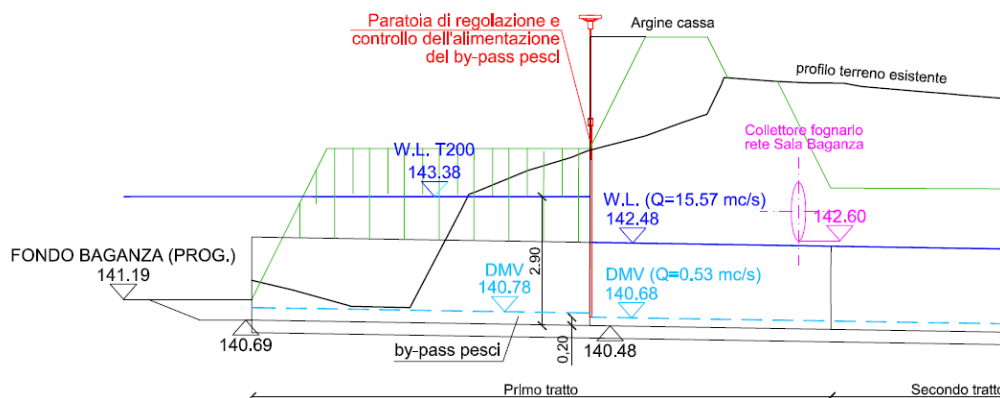


Figura 2.2.1 – Schema di funzionamento del manufatto di presa del canale by-pass

Il dimensionamento, è stato effettuato nelle due condizioni limite di funzionamento:

- massimo livello, pari alla piena di riferimento (T200) a monte della paratoia $h=2.90$ m;
- Deflusso Minimo Vitale (DMV = 0.53 mc/s).

Si è in particolare ipotizzato di mantenere, in condizioni di deflusso normali e fino ad eventi di piena ordinarie del T. Baganza, un'apertura della paratoia manuale fissa a 0.20 m, valore che consente l'instaurarsi nel canale di un livello pari almeno alla lama d'acqua necessaria per le specie ittiche con efflusso sotto battente.

In condizioni di piena del T. Baganza sarà opportuna la chiusura precauzionale della paratoia, anche al fine di non creare problemi di scarico al collettore fognario della rete di Sala Baganza che si immette immediatamente a valle della paratoia.

In ogni caso nei dimensionamenti che seguono si è verificato che anche nelle condizioni piena duecentennale del T. Baganza il canale risulta verificato, pur con franchi ridottissimi, anche lasciando inalterato il grado di apertura della paratoia (per es. per impossibilità di chiusura).

Di seguito si riportano i grafici delle portate di efflusso in funzione della quota idrica, espressa in m s.l.m., e dell'altezza idrica, espressa in m.

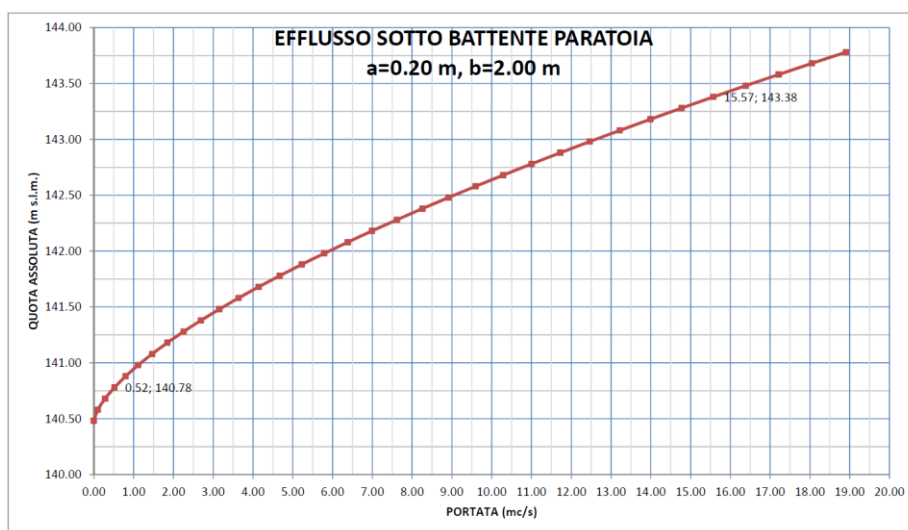


Figura 2.2.2 – Efflusso sotto battente in funzione della quota assoluta

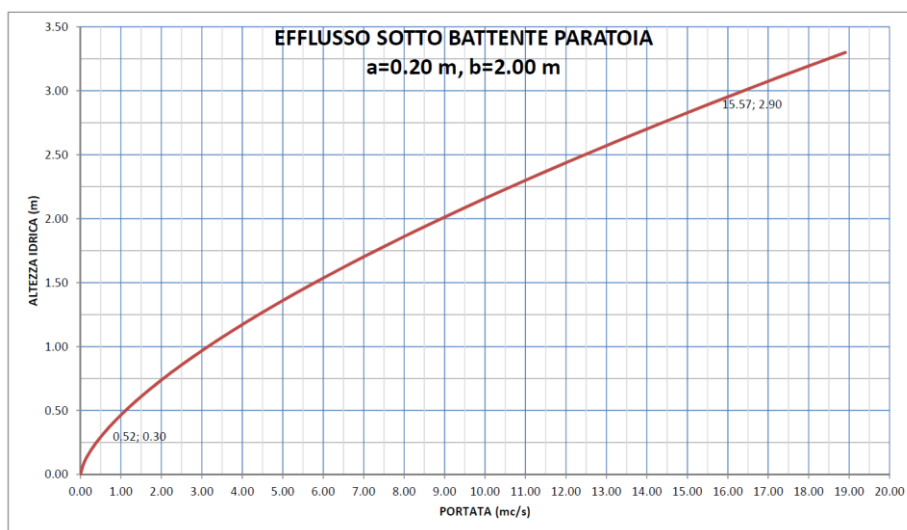


Figura 2.2.3 – Efflusso sotto battente in funzione dell'altezza idrica

Dai grafici si evince che:

- nella condizione di piena duecentennale, con tirante di 2.90 m a monte della paratoia, si ha un efflusso sotto battente pari a 15.57 mc/s;
- nella condizione di DMV si determina un livello a monte della paratoia di circa 0.30 m.

Definite portate e livelli di riferimento, sono state verificate, nell'ipotesi cautelativa di moto uniforme, le diverse sezioni tipo del canale by-pass. In particolare:

- primo tratto (tratto a monte del manufatto di regolazione con paratoia): sezione ad "U" in c.a. ($B=2.0\text{ m}$, $H=2.0\text{ m}$, $i=0.4\%$): è garantito il deflusso minimo vitale con lama d'acqua di circa 0.20 m (vedi grafico in figura 2.2.4);
- secondo tratto: sezione scatolare in c.a. ($B=2.0\text{ m}$, $H=2.0\text{ m}$, $i=0.4\%$): la portata di piena duecentennale è contenuta nella sezione con franco pressoché nullo ($h=2.0\text{ m}$); è inoltre garantito il deflusso minimo vitale con lama d'acqua di circa 0.20 m (vedi grafico in figura 2.2.4);

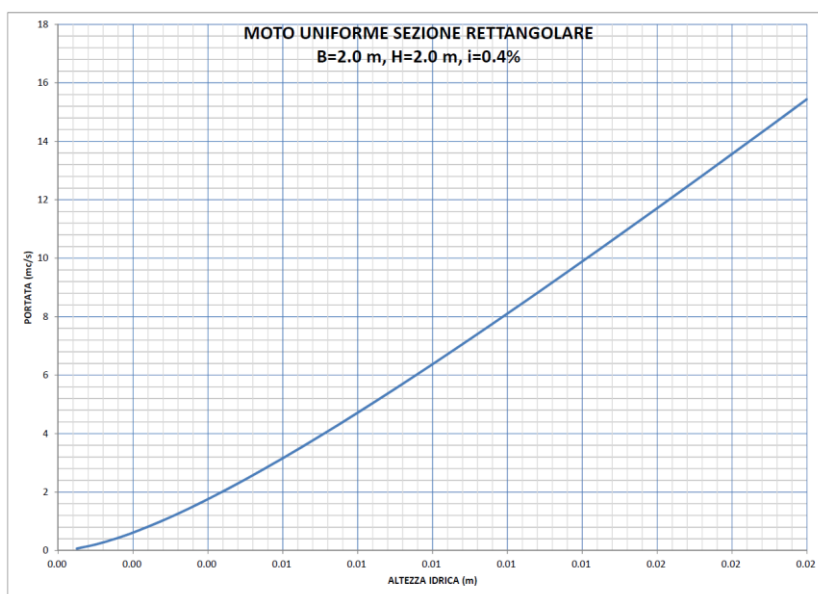


Figura 2.2.4 – Scala di deflusso in moto uniforme per la sezione relativa ai tratti 1 e 2

- Terzo tratto: sezione trapezia in terra ($B=1.5\text{ m}$, pendenza sponde 3:2, $i=0.4-1.0\%$): la portata di piena duecentennale è contenuta nella sezione con franco superiore ad 1 m ($h=1.3-1.7\text{ m}$); è inoltre garantito il deflusso minimo vitale con lama d'acqua compresa tra 0.23 e 0.30 m (vedi grafico in figura 2.2.5 e 2.2.6);

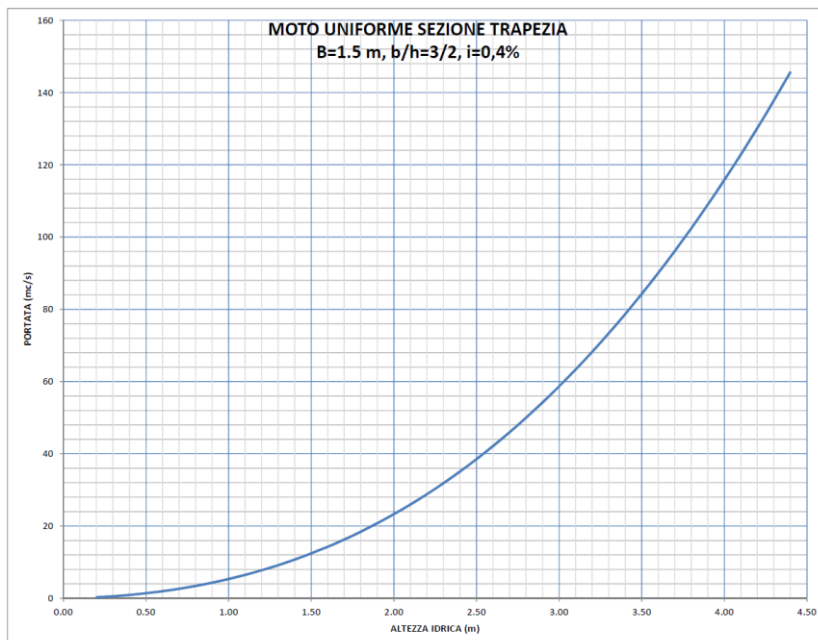


Figura 2.2.5 – Scala di deflusso in moto uniforme per la sezione relativa al tratto 3 ($i=0.4\%$)

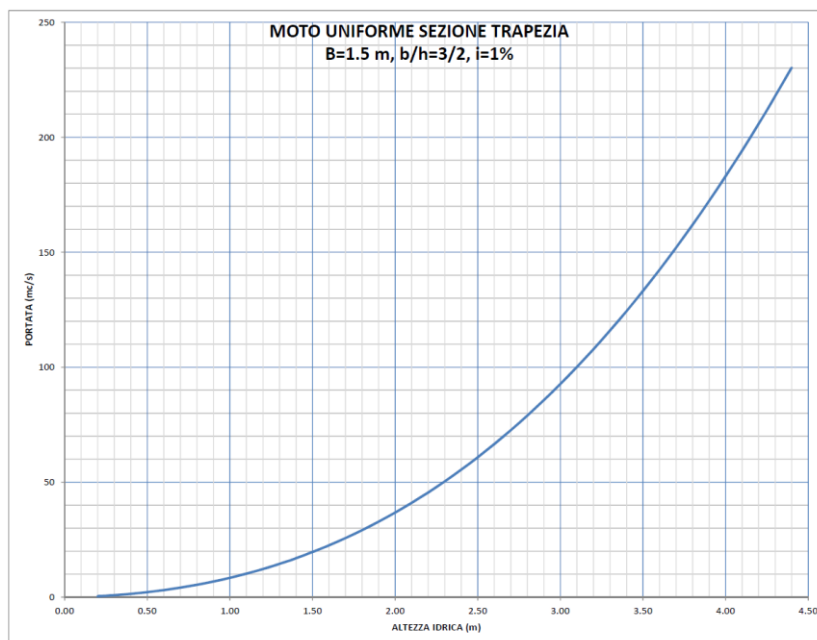


Figura 2.2.6 – Scala di deflusso in moto uniforme per la sezione relativa al tratto 3 ($I=1\%$)

- Quarto tratto: sezione scatolare in c.a. ($B=1.5$ m, $H=2.0$ m, $i=1.0\%$): la portata di piena duecentennale è contenuta nella sezione con franco di pochi cm ($h=1.95$ m); è inoltre garantito il deflusso minimo vitale con lama d'acqua di circa 0.20 m (vedi grafico in figura 2.2.7);

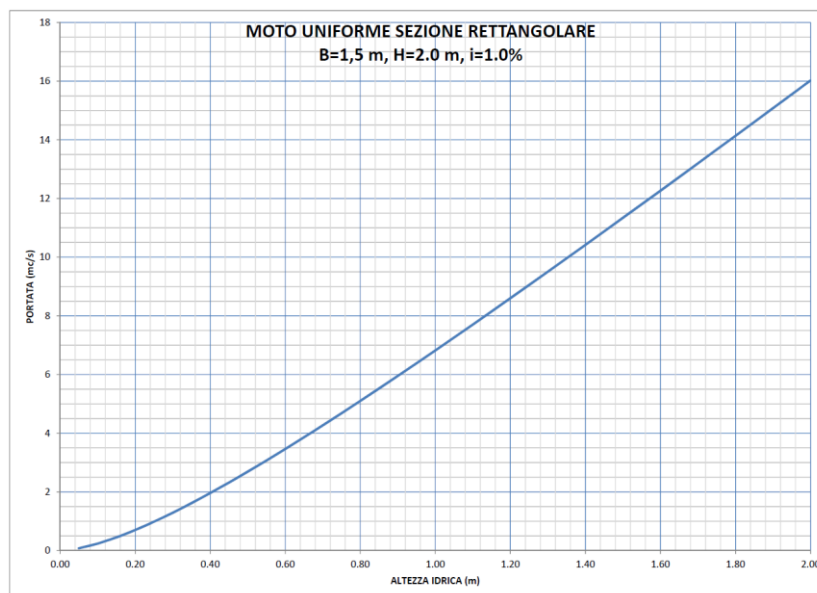


Figura 2.2.7 – Scala di deflusso in moto uniforme per la sezione relativa al tratto 4

- Quinto tratto: sezione trapezia in terra ($B=1.2$ m, pendenza sponde 3:2, $i=1.0\%$): la portata di piena duecentennale è contenuta nella sezione con franco superiore ad 1 m ($h=1.4$ m)); è inoltre garantito il deflusso minimo vitale con lama d'acqua di circa 0.25 (vedi grafico in figura 2.2.8);

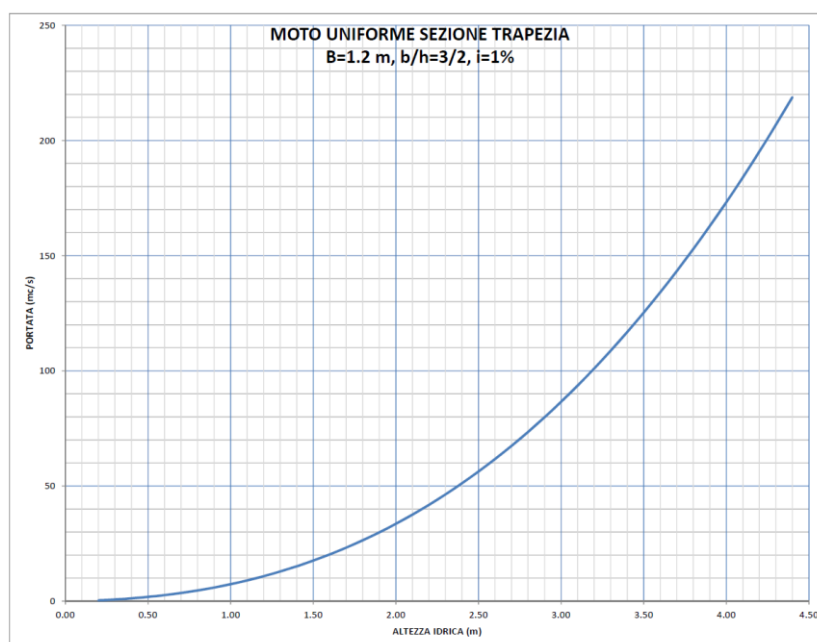


Figura 2.2.8 – Scala di deflusso in moto uniforme per la sezione relativa al tratto 5