Società Intercomunale Servizi Idrici S.r.l.
Piazza Risorgimento, 1 – Alba (CN) – Tel. 0173440366 – Fax. 0173293467 – sisiacque@pec.sisiacque.it

RAZIONALIZZAZIONE DEL SISTEMA DI COLLETTAMENTO E DEPURAZIONE DEI REFLUI DEL COMUNE DI BRA E DEI COMUNI LIMITROFI – 4° LOTTO COLLETTORE MONTICELLO – ALBA "CIG 7512777BB2"

AGGIORNAMENTO DEL PROGETTO DEFINITIVO

Relazione di calcolo delle strutture

CODICE DOCUMENTO	ELABORATO
3419-01-00600.DOC	1.6

REV.	DATA	REDAZIONE	VERIFICA	AUTORIZZAZIONE	MODIFICHE
00	DICEMBRE 2019	L. NEGRI	R. BERTERO	R. BOTTO	

SERVIZI DI INGEGNERIA

ASSOCIAZIONE TEMPORANEA DI OPERATORI ECONOMICI

HYDRODATA INGEGNERIA DELLE RISORSE IDRICHE

HY.M. STUDIO Ingegneria idraulica

ARCHEOLOGA
ANNA LORENZATTO

HYDRODATA S.p.A.
via Pomba 23 - 10123 TORINO tel. 011 55 92 811, fax 011 56 20 620
e-mail: hydrodata@hydrodata.it sito web: www.hydrodata.it

HY.M. STUDIO associazione professionale
via Pomba 23 - 10123 TORINO tel. 011 56 13 103, fax 011 55 92 891
e-mail: hym@hymstudio.it sito web: www.hymstudio.it

ORDINE DEGLI INGEGNERI DELLA PROVINCIA DI CUNEO
613 Dott. Ing. Aldo Denina

RIPRODUZIONE O CONSEGNA A TERZI SOLO DIETRO SPECIFICA AUTORIZZAZIONE

INDICE

1. GENERALITÀ 1

2. NORMATIVA VIGENTE 1

3. MATERIALI PREVISTI 1
   3.1 Calcestruzzo 1
   3.2 Acciaio per c.a. 3

4. PRESTAZIONI DI PROGETTO – CLASSE DELLE STRUTTURE – VITA UTILE 3

5. STATI LIMITE 4

6. PARAMETRI GEOTECNICI 5

7. PARAMETRI SISMICI 5

8. METODO DI CALCOLO CONTROSPINTA ED EQUILIBRIO MURO 6

9. METODO DI CALCOLO CAMERA DI SPINTA ED ESTRAZIONE 7

ALLEGATO 1 – CAMERA DI SPINTA MICROTUNNELING – FASE 1 1

ALLEGATO 2 – CAMERA DI SPINTA MICROTUNNELING – FASE 2 23

ALLEGATO 3 – CAMERA DI ESTRAZIONE MICROTUNNELING – FASE 1 44

ALLEGATO 4 – CAMERA DI ESTRAZIONE MICROTUNNELING – FASE 2 63

1. GENERALITÀ

Oggetto della presente relazione è il calcolo dei manufatti previsti nel Progetto Definitivo "Razionalizzazione del sistema di collettamento e depurazione dei reflui del Comune di Bra e dei Comuni Limitrofi – 4° lotto collettore Monticello – Alba" sito nel comune di Monticello d'Alba (CN).
Nello specifico gli interventi in progetto, maggiormente significativi sono i seguenti:

- Camera di spinta microtunneling realizzata in n°2 fasi, così identificate:
  FASE 1: camera per inserimento microtunneling avente dimensioni interne nette 6.0 x 4.5 m, composta da una parete di controspinta, di spessore variabile da un massimo al piede di 1.0 m sino ad un minimo di 60 cm di altezza netta di 4.58 m, e da pareti laterali di spessore 60 cm, incastrate all'interno di una platea di fondazione di spessore 60 cm. Si dimensiona la parete di controspinta per l'inserimento del microtunneling per un valore cautelativo di 3500 kN (Allegato 1)
  FASE 2: aggiunta di una soletta di copertura in c.a. di spessore 60 cm ed un ricoprimento in terra di spessore medio di 1.54 m (Allegato 2)

- Camera di estrazione microtunneling realizzata in n°2 fasi, così identificate:
  FASE 1: camera per estrazione microtunneling avente dimensioni interne nette 4.0 x 4.0 m, composta da pareti laterali di spessore 60 cm di altezza netta 5.98 m, incastrate all'interno di una platea di fondazione di spessore 60 cm. (Allegato 3)
  FASE 2: aggiunta di una soletta di copertura in c.a. di spessore 60 cm ed un ricoprimento in terra di spessore medio di 0.1 m (Allegato 4)

Si riportano nel seguito le analisi e le verifiche strutturali, in condizioni statiche e sismiche, ai sensi delle normative vigenti, dei manufatti maggiormente significativi. I manufatti non riportati in relazione sono stati analizzati e verificati in maniera analoga.
Il comune dove vengono realizzate le opere in progetto è quello di Monticello d'Alba (CN) sito in zona sismica 4, a bassa sismicità.

2. NORMATIVA VIGENTE

- D.M. 17 gennaio 2018 – "Nuove Norma Tecniche per le costruzioni"
- Circolare n. 7 del 2019 – "Istruzioni per l'applicazione delle "Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni" di cui al D.M. 17 gennaio 2018".

3. MATERIALI PREVISTI

3.1 Calcestruzzo

- Calcestruzzo con Classe di resistenza C 25/30
- R_{ck} = resistenza cubica del calcestruzzo = 30 N/mm^2
- f_{ck} = resistenza cilindrica a compressione = 0.83 R_{ck} = 24.90 N/mm^2
- f_{cm} = valore medio della resistenza cilindrica = f_{ck} + 8 = 32.8 N/mm^2
- f_{ctm} = resistenza media a trazione semplice assiale = 0.30 $f_{ck}^{2/3}$ = 2.558 N/mm^2

- f_{cfm} = resistenza a trazione per flessione = 1.2 f_{ctm} = 3.07 N/mm^2
- E_{cm} = modulo elastico = 22000 $(f_{cm}/10)^{0.3}$ = 31418 N/mm^2
- v = coefficiente di Poisson = 0.20
- Classe di consistenza: S4
- Classe d'esposizione ambientale: XC2
- Copriferro ≥ 50 mm

Dosatura dei materiali

La dosatura dei materiali per ottenere un cls C25/30 è orientativamente la seguente (per m^3 d'impasto).

sabbia	0.4 m^3
ghiaia	0.8 m^3
acqua	150 litri
cemento tipo 425	350 kg/m^3

Qualità dei componenti

La sabbia deve essere viva, con grani assortiti in grossezza da 0 a 3 mm, non proveniente da rocce in decomposizione, scricchiolante alla mano, pulita, priva di materie organiche, melmose, terrose e di salsedine.
La ghiaia deve contenere elementi assortiti, di dimensioni fino a 16 mm, resistenti e non gelivi, non friabili, scevri di sostanze estranee, terra e salsedine. Le ghiaie sporche vanno accuratamente lavate.
Anche il pietrisco proveniente da rocce compatte, non gessose né gelive, dovrà essere privo di impurità od elementi in decomposizione.
In definitiva gli inerti dovranno essere lavati ed esenti da corpi terrosi ed organici. Non sarà consentito assolutamente il misto di fiume. L'acqua da utilizzare per gli impasti dovrà essere potabile, priva di sali (cloruri e solfuri).
Potranno essere impiegati additivi fluidificanti o superfluidificanti per contenere il rapporto acqua/cemento mantenendo la lavorabilità necessaria.

Prescrizione per inerti

Sabbia viva 0-7 mm, pulita, priva di materie organiche e terrose; sabbia fino a 30 mm (70mm per fondazioni), non geliva, lavata; pietrisco di roccia compatta.
Assortimento granulometrico in composizione compresa tra le curve granulometriche sperimentali:
- passante al vaglio di mm 16 = 100%
- passante al vaglio di mm 8 = 88-60%
- passante al vaglio di mm 4 = 78-36%
- passante al vaglio di mm 2 = 62-21%
- passante al vaglio di mm 1 = 49-12%
- passante al vaglio di mm 0.25 = 18-3%

Prescrizione per il disarmo

Indicativamente: pilastri 3-4 giorni; solette modeste 10-12 giorni; travi, archi 24-25 giorni, mensole 28 giorni.
Per ogni porzione di struttura, il disarmo non può essere eseguito se non previa autorizzazione della Direzione Lavori.

Controlli di accettazione: provini da prelevarsi in cantiere (Punto 11.2.5 del D.M. 14/01/08)

Prelievo = n° 2 cubetti di lato 15 cm;

Controllo tipo A
Il controllo è riferito ad un quantitativo di miscela omogenea non maggiore di 300 m^3.
Ogni controllo di accettazione di tipo A è rappresentato da tre prelievi, ciascuno dei quali eseguito su un massimo di 100 m^3 di getto di miscela omogenea. Risulta quindi un controllo di accettazione ogni 300 m^2 massimo di getto. Per ogni giorno di getto va comunque effettuato almeno un prelievo.
Nelle costruzioni con meno di 100 m^3 di getto di miscela omogenea, fermo restando l'obbligo di almeno 3 prelievi e del rispetto delle limitazioni di cui sopra, è consentito derogare all'obbligo del prelievo giornaliero.
Controllo di accettazione di tipo A (quantitativo di miscela omogenea non maggiore di 300 m^3), positivo se:

$$R_i \geq R_{ck} - 3.5$$

Controllo tipo B
Nella realizzazione di opere strutturali che richiedano l'impiego di più di 1500 m^3 di miscela omogenea è obbligatorio il controllo di accettazione di tipo statistico (B).
Il controllo è riferito ad una definita miscela omogenea e va eseguito con frequenza non minore di un controllo ogni 1500 m^3 di calcestruzzo.
Per ogni giorno di getto di miscela omogenea va effettuato un prelievo e complessivamente almeno 15 prelievi sui 1500 m^3.

Il prelievo dei provini per il controllo di accettazione va eseguito alla presenza del Direttore dei Lavori o di un Tecnico di sua fiducia che provvede alla redazione di un apposito verbale di prelievo e dispone l'identificazione dei provini mediante sigle.
La domanda di prove al Laboratorio deve essere sottoscritta dal Direttore dei Lavori e deve contenere precise indicazioni sulla posizione delle strutture interessate da ciascun prelievo.

3.2 Acciaio per c.a.

- Tipo B450C
- f_{yk} = tensione caratteristica di snervamento = 450 N/mm^2
- f_{yt} = tensione caratteristica di rottura = 540 N/mm^2
- $(f_t/f_y)_k \geq 1.15$ 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/mm^2
- f_{bd} = resistenza tangenziale di aderenza acciaio-calcestruzzo = $f_{bk} : \gamma_c$ = 5.755 : 1.5 = 3.837 N/mm^2
- f_{bk} = resistenza tangenziale caratteristica = 2.25 x η x f_{ctk} = 2.25 x 1.0 x 2.558 = 5.755 N/mm^2

4. PRESTAZIONI DI PROGETTO – CLASSE DELLE STRUTTURE – VITA UTILE

La vita nominale di un'opera strutturale V_N è intesa come il numero di anni nel quale la struttura, purché soggetta alla manutenzione ordinaria, deve poter essere usata per lo scopo al quale è destinata.
Trattandosi le opere in progetto di costruzioni di tipo normale/ordinarie si identificano come opere di Tipo 2.

	TIPI DI COSTRUZIONE	Vita Nominale V_N (in anni)
1	Opere provvisorie – Opere provvisionali - Strutture in fase costruttiva[1]	≤ 10
2	Opere ordinarie, ponti, opere infrastrutturali e dighe di dimensioni contenute o di importanza normale	≥ 50
3	Grandi opere, ponti, opere infrastrutturali e dighe di grandi dimensioni o di importanza strategica	≥ 100

In presenza di **azioni sismiche**, con riferimento alle conseguenze di una interruzione di operatività o di un eventuale collasso, le costruzioni sono suddivise in classi d'uso così definite:

Classe I: Costruzioni con presenza solo occasionale di persone, edifici agricoli.

Classe II: Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali. Industrie con attività non pericolose per l'ambiente. Ponti, opere infrastrutturali, reti viarie non ricadenti in Classe d'uso *III* o in Classe d'uso *IV*, reti ferroviarie la cui interruzione non provochi situazioni di emergenza. Dighe il cui collasso non provochi conseguenze rilevanti.

Classe III: Costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi. Industrie con attività pericolose per l'ambiente. Reti viarie extraurbane non ricadenti in Classe d'uso *IV*. Ponti e reti ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza. Dighe rilevanti per le conseguenze di un loro eventuale collasso.

Classe IV: Costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, anche con riferimento alla gestione della protezione civile in caso di calamità. Industrie con attività particolarmente pericolose per l'ambiente. Reti viarie di tipo A o B, di cui al D.M. 5 novembre 2001, n. 6792, "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade", e di tipo C quando appartenenti ad itinerari di collegamento tra capoluoghi di provincia non altresì serviti da strade di tipo A o B. Ponti e reti ferroviarie di importanza critica per il mantenimento delle vie di comunicazione, particolarmente dopo un evento sismico. Dighe connesse al funzionamento di acquedotti e a impianti di produzione di energia elettrica.

Essendo di tipo 2 *(opere ordinarie)* con vita nominale ≥ 50 anni, C_U = coefficiente d'uso = 1.0, V_R = vita di riferimento = C_U x V_N = 50 anni.

5. STATI LIMITE

La sicurezza e le prestazioni dei manufatti sono state valutate in relazione agli Stati Limite che si possono verificare durante la loro vita nominale. In particolare le varie tipologie strutturali devono possedere i seguenti requisiti:

- *sicurezza nei confronti di stati limite ultimi (SLU), sia di tipo geotecnico (GEO e di equilibrio di corpo rigido (EQU,) che di tipo strutturale (STR)*
- *sicurezza nei confronti di stati limite di esercizio (SLE)*

La verifica della sicurezza nei riguardi degli stati limite di resistenza si effettua con il "metodo dei coefficienti parziali" di sicurezza espresso dall'equazione formale:

$$R_d \geq E_d$$

dove:

R_d è la resistenza di progetto, valutata in base ai valori di progetto della resistenza dei materiali ed ai valori nominali delle grandezze geometriche interessate;

E_d è il valore di progetto dell'effetto delle azioni, valutato in base ai valori di progetto $F_{dj} = F_{kj} \cdot \gamma_{Fj}$ delle azioni o direttamente $E_{dj} = E_{kj} \cdot \gamma_{Ej}$

Inoltre si è considerata:

V_N = vita nominale dell'opera ≥ 50 anni

Classe d'uso di tipo II con coefficiente $C_U = 1.0$

V_R = periodo di riferimento = $V_N \cdot C_U$ = 50 anni

6. PARAMETRI GEOTECNICI

I terreni su cui saranno posate le condotte saranno costituiti da alluvioni ghiaioso sabbiose debolmente limose, con locale presenza di ciottoli. Il substrato marnoso in sede di posa delle condotte con tecniche tradizionali può essere trovato a fondo scavo, mentre decisamente maggiore è la possibilità che questo venga interessato dalla realizzazione dell'attraversamento del T. Mellea.

Viste le caratteristiche dei sedimenti alluvionali, in via cautelativa in attesa degli esiti delle indagini geognostiche possono essere ipotizzati i seguenti parametri geotecnici:

- $\phi'_P = 33°$;
- c- $c_u = 0$;
- $\gamma = 18$ kN/m^3.

Per quanto riguarda i limi che costituiscono la coltre superficiale, possono essere ipotizzati i seguenti parametri geotecnici:

- $\phi'_P = 22°$;
- $c_u = 10$ kPa (0,1 kg/cm^2);
- $\gamma = 18$ kN/m^3.

Infine, per le marne, che verosimilmente al contatto con le alluvioni sono parzialmente alterate, si ipotizzano i seguenti parametri geotecnici:

- $\phi'_P = 20°$;
- $c_u = 200$ kPa (2 kg/cm^2);
- $c = 50$ kPa (0,5 kg/cm^2);
- $\gamma = 18$ kN/m^3.

7. PARAMETRI SISMICI

L'azione dell'azione sismica di progetto è effettuata in funzione della "pericolosità sismica di base" del sito mediante opportune formule spettrali variabili in relazione alla probabilità di superamento, nel periodo di riferimento adottato e, pertanto, in relazione al particolare stato limite considerato (SLV = Stato limite di Salvaguardia della Vita e SLD = Stato Limite di Danno).

I valori base dei parametri utili che consentono di definire le suddette azioni sismiche, per sito di riferimento rigido orizzontale sono quelli della "*Accelerazione orizzontale massima al sito"* (a_g), del *"Fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione"* (F_o) e del *"Periodo di inizio del tratto costante dello spettro in accelerazione"* (T_C) che, come detto sono variabili a seconda dello stato limite considerato.

Tali valori sono definiti interpolando tra i valori forniti per i vertici del reticolo di riferimento più prossimi al sito.
L'azione sismica non è tenuta in conto nella valutazione delle sollecitazioni relative ai manufatti "provvisori" come le camere di spinta.
Il Comune dove saranno realizzate le opere in progetto è quello di Monticello d'Alba (CN) ed è posizionato secondo i seguenti valori:

Latitudine : 44.705
Longitudine : 7.97
Si hanno i seguenti parametri sismici:

in particolare per lo SLV si sono adottati i seguenti parametri sismici:
P_r = periodo di ritorno = 475 anni
a_g = accelerazione massima del sito = 0.0482 g
F_o = valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale = 2.719
T^*_C = periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale = 0.288
Ai fini della definizione sismica di progetto, il terreno interessato dall'intervento può essere classificato di categoria "E"

E	*Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m,* posti sul substrato di riferimento (con V_s > 800 m/s).

8. METODO DI CALCOLO CONTROSPINTA ED EQUILIBRIO MURO

La controspinta e la verifica del muro di contrasto sono stati analizzati e verificati con i classici metodi della scienza, della tecnica delle costruzioni e della geotecnica, utilizzando un semplice foglio di calcolo di comprovata validità.
Per quanto concerne le verifiche statiche, le strutture sono state modellate con il software agli elementi finiti "Mastersap Top 2019" della AMV Software.
Le strutture e il loro comportamento sotto le azioni statiche e dinamiche sono state adeguatamente valutate, interpretate e trasferite nel modello che si caratterizza per la sua impostazione completamente tridimensionale. A tal fine ai nodi strutturali possono convergere diverse tipologie di elementi, che corrispondono nel codice numerico di calcolo in altrettante tipologie di elementi finiti. Travi e pilastri, ovvero componenti in cui una dimensione prevalente sulle altre due, vengono modellati con elementi "beam", il cui comportamento può essere opportunamente perfezionato attraverso alcune opzioni quali quelle in grado di definire le modalità di connessione all'estremità. Eventuali elementi soggetti a solo sforzo normale possono essere trattati come elementi "truss" oppure con elementi "beam" opportunamente svincolati. Piastre, muri e volte, ovvero elementi di tipo bidimensionale, sono modellati con elementi di tipo shell.
I vincoli con il mondo esterno vengono rappresentati con elementi in grado di definire le modalità di vincolo e le rigidezze nello spazio.
I parametri dei materiali utilizzati per la modellazione riguardano il modulo di Young, il coefficiente di Poisson, ma sono disponibili anche opzioni per ridurre la rigidezza flessionale e tagliante dei materiali per considerare l'effetto di fenomeni fessurativi nei materiali.
Il calcolo viene condotto mediante analisi lineare, ma vengono considerati gli effetti del secondo ordine e si può simulare il comportamento di elementi resistenti a sola trazione o compressione.

E’ stata impiegata un’analisi dinamica in campo lineare con adozione di spettro di risposta conforme al D.M. 17.01.2018. Agli effetti del dimensionamento è stato quindi impiegato il metodo degli stati limite.
La struttura è stata analizzata e verificata in condizioni elastiche applicando al modello un coefficiente di struttura q = 1.0

9. METODO DI CALCOLO CAMERA DI SPINTA ED ESTRAZIONE

Le analisi e le verifiche delle sezioni trasversali nelle due condizioni di progetto. 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 / chiuso 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.

<u>Spinta sui piedritti</u>

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 (α = 90° 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 β>Φ. 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 $\theta = \text{arctg}\,(k_h/(1 \pm k_v))$ 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.

In fase di dimensionamento e verifica dei manufatti, a favore di sicurezza, si è verificato il tipologico, ricoprimento maggiore e considerando un livello di falda posizionato a -0.5 m dal livello campagna.

ALLEGATO 1 – CAMERA DI SPINTA MICROTUNNELING – FASE 1

Geometria scatolare

Descrizione:	Scatolare tipo vasca	
Altezza esterna	5.18	[m]
Larghezza esterna	5.20	[m]
Lunghezza mensola di fondazione sinistra	0.00	[m]
Lunghezza mensola di fondazione destra	0.00	[m]
Spessore piedritto sinistro	0.60	[m]
Spessore piedritto destro	0.60	[m]
Spessore fondazione	0.60	[m]

Caratteristiche strati terreno

Strato di rinfianco

Descrizione	Terreno di rinfianco	
Peso di volume	18.0000	[kN/mc]
Peso di volume saturo	18.0000	[kN/mc]
Angolo di attrito	22.00	[°]
Angolo di attrito terreno struttura	14.67	[°]
Coesione	10	[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	33.00	[°]
Angolo di attrito terreno struttura	22.00	[°]
Coesione	0	[kPa]
Costante di Winkler	490	[kPa/cm]
Tensione limite	196	[kPa]

Caratteristiche materiali utilizzati

Materiale calcestruzzo

R_{ck} calcestruzzo	30000	[kPa]
Peso specifico calcestruzzo	24.5170	[kN/mc]
Modulo elastico E	30976850	[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_{ti}	componente tangenziale del carico distribuito nel punto iniziale
V_{tf}	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° 7 (Transito veicoli)
Distr Terreno X_i= 5.20 X_f= 10.38 V_{ni}= 20.00 V_{nf}= 20.00

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

$V_{Rd}=[0.18*k*(100.0*\rho_l*fck)^{1/3}/\gamma_c+0.15*\sigma_{cp}]*bw*d>(vmin+0.15*\sigma_{cp})*b_w*d$
$V_{Rsd}=0.9*d*A_{sw}/s*fyd*(ctg\alpha+ctg\theta)*sin\alpha$
$V_{Rcd}=0.9*d*b_w*\alpha_c*fcd'*(ctg(\theta)+ctg(\alpha)/(1.0+ctg\theta^2)$
con:

d	altezza utile sezione [mm]
b_w	larghezza minima sezione [mm]
σ_{cp}	tensione media di compressione [N/mmq]
ρ_l	rapporto geometrico di armatura
A_{sw}	area armatuta trasversale [mmq]
s	interasse tra due armature trasversali consecutive [mm]
α_c	coefficiente maggiorativo, funzione di fcd e σ_{cp}

fcd'=0.5*fcd
$k=1+(200/d)^{1/2}$
$vmin=0.035*k^{3/2}*fck^{1/2}$

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 2018 - Approccio 2

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 2018

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
$\gamma_{c'}$	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_{Qifav}	0.00	0.00
Variabili	Sfavorevole	γ_{Qisfav}	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	$\gamma_{\varepsilon fav}$	0.00	0.00
Termici	Sfavorevole	$\gamma_{\varepsilon sfav}$	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_{Qifav}	0.00	0.00
Variabili	Sfavorevole	γ_{Qisfav}	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	$\gamma_{\varepsilon fav}$	0.00	0.00
Termici	Sfavorevole	$\gamma_{\varepsilon sfav}$	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
Transito veicoli	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
Transito veicoli	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
Transito veicoli	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
Transito veicoli	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
Transito veicoli	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Sisma da destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 11 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
Transito veicoli	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
Transito veicoli	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 13 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
Transito veicoli	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
Transito veicoli	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
Transito veicoli	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
Transito veicoli	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
Transito veicoli	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 — Pressione geostatica
I carichi applicati sul terreno sono stati diffusi secondo **angolo di attrito**

Spinta sui piedritti

Attiva [combinazione 1]
Attiva [combinazione 2]
Attiva [combinazione 3]
Attiva [combinazione 4]
Attiva [combinazione 5]
Attiva [combinazione 6]
Attiva [combinazione 7]
Attiva [combinazione 8]
Attiva [combinazione 9]
Attiva [combinazione 10]
Attiva [combinazione 11]
Attiva [combinazione 12]
Attiva [combinazione 13]
Attiva [combinazione 14]
Attiva [combinazione 15]
Attiva [combinazione 16]
Attiva [combinazione 17]

Sisma

Identificazione del sito

Latitudine	44.718972
Longitudine	7.943776
Comune	Monticello D' Alba
Provincia	Cuneo
Regione	Piemonte
Punti di interpolazione del reticolo	15350 - 15351 - 15129 - 15128

Tipo di opera

Tipo di costruzione	Opera ordinaria
Vita nominale	50 anni
Classe d'uso	II - Normali affollamenti e industrie non pericolose
Vita di riferimento	50 anni

Combinazioni SLU

Accelerazione al suolo a_g =	0.48 [m/s^2]
Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (S)	1.60
Coefficiente di amplificazione topografica (St)	1.00
Coefficiente riduzione (β_m)	1.00

Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale	0.50
Coefficiente di intensità sismica orizzontale (percento)	$k_h=(a_g/g*\beta_m*St*Ss)$ = 7.86
Coefficiente di intensità sismica verticale (percento)	$k_v=0.50 * k_h$ = 3.93

Combinazioni SLE

Accelerazione al suolo a_g =	0.25 [m/s^2]
Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (S)	1.60
Coefficiente di amplificazione topografica (St)	1.00
Coefficiente riduzione (β_m)	1.00
Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale	0.50
Coefficiente di intensità sismica orizzontale (percento)	$k_h=(a_g/g*\beta_m*St*Ss)$ = 4.04
Coefficiente di intensità sismica verticale (percento)	$k_v=0.50 * k_h$ = 2.02
Forma diagramma incremento sismico	Rettangolare
Spinta sismica	Mononobe-Okabe
Angolo diffusione sovraccarico	30.00 [°]

Coefficienti di spinta

N°combinazione	Statico	Sismico
1	0.405	0.000
2	0.405	0.000
3	0.405	0.485
4	0.405	0.454
5	0.405	0.485
6	0.405	0.454
7	0.405	0.485
8	0.405	0.454
9	0.405	0.485
10	0.405	0.454
11	0.405	0.000
12	0.405	0.000
13	0.405	0.000
14	0.405	0.445
15	0.405	0.428
16	0.405	0.445
17	0.405	0.428

Discretizzazione strutturale

Numero elementi fondazione	50
Numero elementi piedritto sinistro	50
Numero elementi piedritto destro	50
Numero molle piedritto sinistro	51
Numero molle piedritto destro	51

Analisi della combinazione n° 1

Pressione in calotta(solo peso terreno) 0.0000 [kPa]

Carichi verticali in calotta

Xi	Xj	Q[kPa]
-13.09	20.38	0.0000

Spinte sui piedritti

Piedritto sinistro	Pressione sup. 0.0000 [kPa]	Pressione inf. 35.2000 [kPa]
Piedritto destro	Pressione sup. 0.0000 [kPa]	Pressione inf. 35.2000 [kPa]

Analisi della combinazione n° 2

Pressione in calotta(solo peso terreno) 0.0000 [kPa]

Carichi verticali in calotta

Xi	Xj	Q[kPa]
-13.09	5.20	0.0000
5.20	10.38	27.0000
10.38	20.38	0.0000

Spinte sui piedritti

Piedritto sinistro	Pressione sup. 0.0000 [kPa]	Pressione inf. 35.2000 [kPa]
Piedritto destro	Pressione sup. 0.0000 [kPa]	Pressione inf. 45.7844 [kPa]

Analisi della combinazione n° 3

Pressione in calotta(solo peso terreno) 0.0000 [kPa]

Carichi verticali in calotta

Xi	Xj	Q[kPa]
-13.09	20.38	0.0000

Spinte sui piedritti

Piedritto sinistro	Pressione sup. 0.0000 [kPa]	Pressione inf. 24.2347 [kPa]
Piedritto destro	Pressione sup. 0.0000 [kPa]	Pressione inf. 24.2347 [kPa]

Spinte sismiche sui piedritti

Piedritto sinistro	Pressione sup. 2.4233 [kPa]	Pressione inf. 2.4233 [kPa]

Analisi della combinazione n° 4

Pressione in calotta(solo peso terreno) 0.0000 [kPa]

Carichi verticali in calotta

Xi	Xj	Q[kPa]
-13.09	20.38	0.0000

Spinte sui piedritti

Piedritto sinistro	Pressione sup. 0.0000 [kPa]	Pressione inf. 24.2347 [kPa]
Piedritto destro	Pressione sup. 0.0000 [kPa]	Pressione inf. 24.2347 [kPa]

Spinte sismiche sui piedritti

Piedritto sinistro	Pressione sup. 1.4545 [kPa]	Pressione inf. 1.4545 [kPa]

Analisi della combinazione n° 5

Pressione in calotta(solo peso terreno) 0.0000 [kPa]

Carichi verticali in calotta

Xi	Xj	Q[kPa]
-13.09	5.20	0.0000
5.20	10.38	20.0000
10.38	20.38	0.0000

Spinte sui piedritti

Piedritto sinistro	Pressione sup. 0.0000 [kPa]	Pressione inf. 24.2347 [kPa]
Piedritto destro	Pressione sup. 0.0000 [kPa]	Pressione inf. 32.0749 [kPa]

Spinte sismiche sui piedritti

Piedritto sinistro	Pressione sup. 2.4233 [kPa]	Pressione inf. 2.4233 [kPa]

Analisi della combinazione n° 6

Pressione in calotta(solo peso terreno) 0.0000 [kPa]

Carichi verticali in calotta

Xi	Xj	Q[kPa]
-13.09	5.20	0.0000
5.20	10.38	20.0000
10.38	20.38	0.0000

Spinte sui piedritti

Piedritto sinistro	Pressione sup. 0.0000 [kPa]	Pressione inf. 24.2347 [kPa]
Piedritto destro	Pressione sup. 0.0000 [kPa]	Pressione inf. 32.0749 [kPa]

Spinte sismiche sui piedritti

Piedritto sinistro	Pressione sup. 1.4545 [kPa]	Pressione inf. 1.4545 [kPa]

Analisi della combinazione n° 7

Pressione in calotta(solo peso terreno) 0.0000 [kPa]

Carichi verticali in calotta

Xi	Xj	Q[kPa]
-13.09	20.38	0.0000

Spinte sui piedritti

Piedritto sinistro	Pressione sup. 0.0000 [kPa]	Pressione inf. 24.2347 [kPa]
Piedritto destro	Pressione sup. 0.0000 [kPa]	Pressione inf. 24.2347 [kPa]

Spinte sismiche sui piedritti

Piedritto destro	Pressione sup. 2.4233 [kPa]	Pressione inf. 2.4233 [kPa]

Analisi della combinazione n° 8

Pressione in calotta(solo peso terreno) 0.0000 [kPa]

Carichi verticali in calotta

Xi	Xj	Q[kPa]
-13.09	20.38	0.0000

Spinte sui piedritti

Piedritto sinistro	Pressione sup. 0.0000 [kPa]	Pressione inf. 24.2347 [kPa]
Piedritto destro	Pressione sup. 0.0000 [kPa]	Pressione inf. 24.2347 [kPa]

Spinte sismiche sui piedritti

Piedritto destro	Pressione sup. 1.4545 [kPa]	Pressione inf. 1.4545 [kPa]

Analisi della combinazione n° 9

Pressione in calotta(solo peso terreno) 0.0000 [kPa]

Carichi verticali in calotta

Xi	Xj	Q[kPa]
-13.09	5.20	0.0000
5.20	10.38	20.0000
10.38	20.38	0.0000

Spinte sui piedritti

Piedritto sinistro	Pressione sup. 0.0000 [kPa]	Pressione inf. 24.2347 [kPa]
Piedritto destro	Pressione sup. 0.0000 [kPa]	Pressione inf. 32.0749 [kPa]

Spinte sismiche sui piedritti

Piedritto destro	Pressione sup. 3.8682 [kPa]	Pressione inf. 3.8682 [kPa]

Analisi della combinazione n° 10

Pressione in calotta(solo peso terreno) 0.0000 [kPa]

Carichi verticali in calotta

Xi	Xj	Q[kPa]
-13.09	5.20	0.0000
5.20	10.38	20.0000
10.38	20.38	0.0000

Spinte sui piedritti

Piedritto sinistro	Pressione sup. 0.0000 [kPa]	Pressione inf. 24.2347 [kPa]
Piedritto destro	Pressione sup. 0.0000 [kPa]	Pressione inf. 32.0749 [kPa]

Spinte sismiche sui piedritti

Piedritto destro	Pressione sup. 2.3263 [kPa]	Pressione inf. 2.3263 [kPa]

Analisi della combinazione n° 11

Pressione in calotta(solo peso terreno) 0.0000 [kPa]

Carichi verticali in calotta

Xi	Xj	Q[kPa]
-13.09	5.20	0.0000
5.20	10.38	20.0000
10.38	20.38	0.0000

Spinte sui piedritti

Piedritto sinistro	Pressione sup. 0.0000 [kPa]	Pressione inf. 24.2347 [kPa]
Piedritto destro	Pressione sup. 0.0000 [kPa]	Pressione inf. 32.0749 [kPa]

Analisi della combinazione n° 12

Pressione in calotta(solo peso terreno) 0.0000 [kPa]

Carichi verticali in calotta

Xi	Xj	Q[kPa]
-13.09	5.20	0.0000
5.20	10.38	20.0000
10.38	20.38	0.0000

Spinte sui piedritti

Piedritto sinistro	Pressione sup. 0.0000 [kPa]	Pressione inf. 24.2347 [kPa]
Piedritto destro	Pressione sup. 0.0000 [kPa]	Pressione inf. 32.0749 [kPa]

Analisi della combinazione n° 13

Pressione in calotta(solo peso terreno) 0.0000 [kPa]

Carichi verticali in calotta

Xi	Xj	Q[kPa]

-13.09	5.20	0.0000
5.20	10.38	20.0000
10.38	20.38	0.0000

Spinte sui piedritti

Piedritto sinistro	Pressione sup. 0.0000 [kPa]	Pressione inf. 24.2347 [kPa]
Piedritto destro	Pressione sup. 0.0000 [kPa]	Pressione inf. 32.0749 [kPa]

Analisi della combinazione n° 14

Pressione in calotta(solo peso terreno) 0.0000 [kPa]

Carichi verticali in calotta

Xi	Xj	Q[kPa]
-13.09	5.20	0.0000
5.20	10.38	20.0000
10.38	20.38	0.0000

Spinte sui piedritti

Piedritto sinistro	Pressione sup. 0.0000 [kPa]	Pressione inf. 24.2347 [kPa]
Piedritto destro	Pressione sup. 0.0000 [kPa]	Pressione inf. 32.0749 [kPa]

Spinte sismiche sui piedritti

Piedritto sinistro	Pressione sup. 1.1830 [kPa]	Pressione inf. 1.1830 [kPa]

Analisi della combinazione n° 15

Pressione in calotta(solo peso terreno) 0.0000 [kPa]

Carichi verticali in calotta

Xi	Xj	Q[kPa]
-13.09	5.20	0.0000
5.20	10.38	20.0000
10.38	20.38	0.0000

Spinte sui piedritti

Piedritto sinistro	Pressione sup. 0.0000 [kPa]	Pressione inf. 24.2347 [kPa]
Piedritto destro	Pressione sup. 0.0000 [kPa]	Pressione inf. 32.0749 [kPa]

Spinte sismiche sui piedritti

Piedritto sinistro	Pressione sup. 0.6874 [kPa]	Pressione inf. 0.6874 [kPa]

Analisi della combinazione n° 16

Pressione in calotta(solo peso terreno) 0.0000 [kPa]

Carichi verticali in calotta

Xi	Xj	Q[kPa]
-13.09	5.20	0.0000
5.20	10.38	20.0000
10.38	20.38	0.0000

Spinte sui piedritti

Piedritto sinistro	Pressione sup. 0.0000 [kPa]	Pressione inf. 24.2347 [kPa]
Piedritto destro	Pressione sup. 0.0000 [kPa]	Pressione inf. 32.0749 [kPa]

Spinte sismiche sui piedritti

Piedritto destro	Pressione sup. 1.8960 [kPa]	Pressione inf. 1.8960 [kPa]

Analisi della combinazione n° 17

Pressione in calotta(solo peso terreno) 0.0000 [kPa]

Carichi verticali in calotta

Xi	Xj	Q[kPa]
-13.09	5.20	0.0000
5.20	10.38	20.0000
10.38	20.38	0.0000

Spinte sui piedritti

Piedritto sinistro	Pressione sup. 0.0000 [kPa]	Pressione inf. 24.2347 [kPa]
Piedritto destro	Pressione sup. 0.0000 [kPa]	Pressione inf. 32.0749 [kPa]

Spinte sismiche sui piedritti

Piedritto destro	Pressione sup. 1.0994 [kPa]	Pressione inf. 1.0994 [kPa]

Inviluppo sollecitazioni nodali

Inviluppo sollecitazioni fondazione

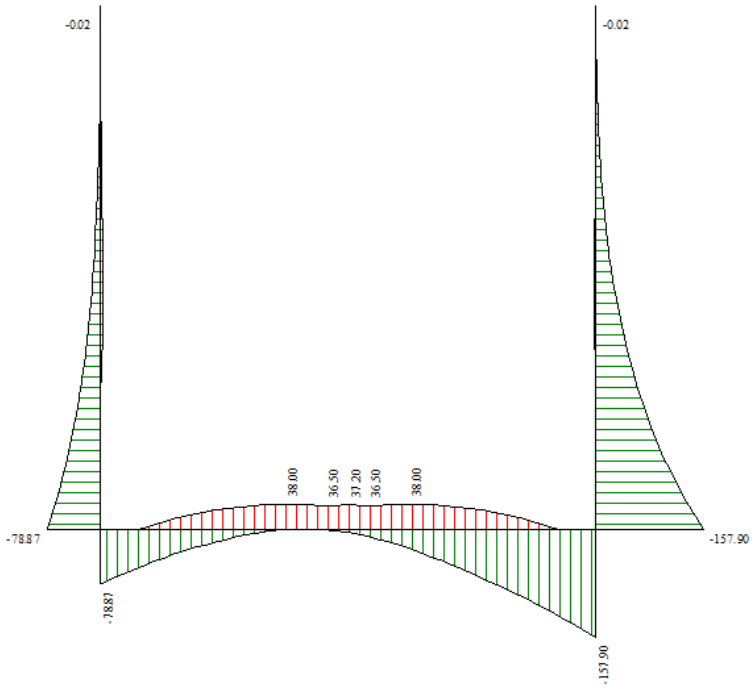
X [m]	M_{min} [kNm]	M_{max} [kNm]	V_{min} [kN]	V_{max} [kN]	N_{min} [kN]	N_{max} [kN]
0.30	-78.87	-22.48	-90.99	-66.15	35.47	79.00
1.46	-13.58	31.81	-47.55	-3.26	36.81	79.00
2.60	-3.60	37.20	-15.85	43.05	38.13	79.00
3.74	-63.91	31.81	24.07	72.07	36.81	79.00
4.90	-157.90	-22.48	66.70	92.26	35.47	79.00

Inviluppo sollecitazioni piedritto sinistro

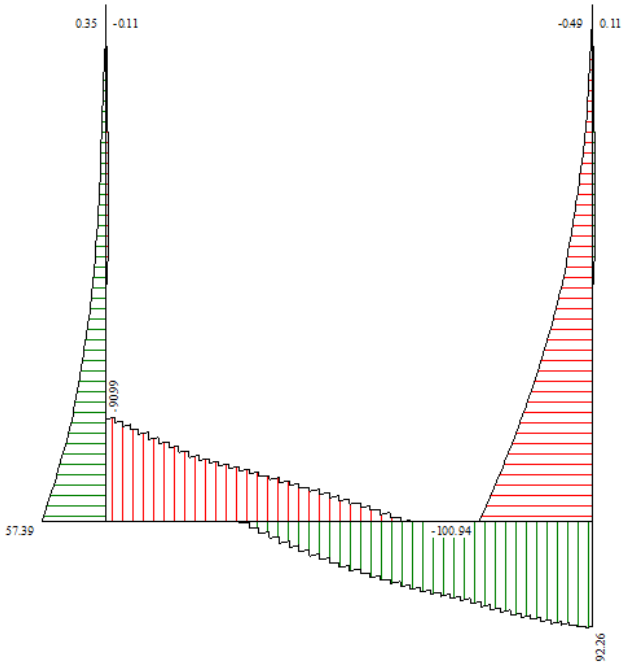
Y [m]	M_{min} [kNm]	M_{max} [kNm]	V_{min} [kN]	V_{max} [kN]	N_{min} [kN]	N_{max} [kN]
0.30	-78.87	-22.48	29.02	57.39	68.96	93.32
2.74	-11.06	3.04	-1.12	10.43	34.48	46.66
5.18	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Inviluppo sollecitazioni piedritto destro

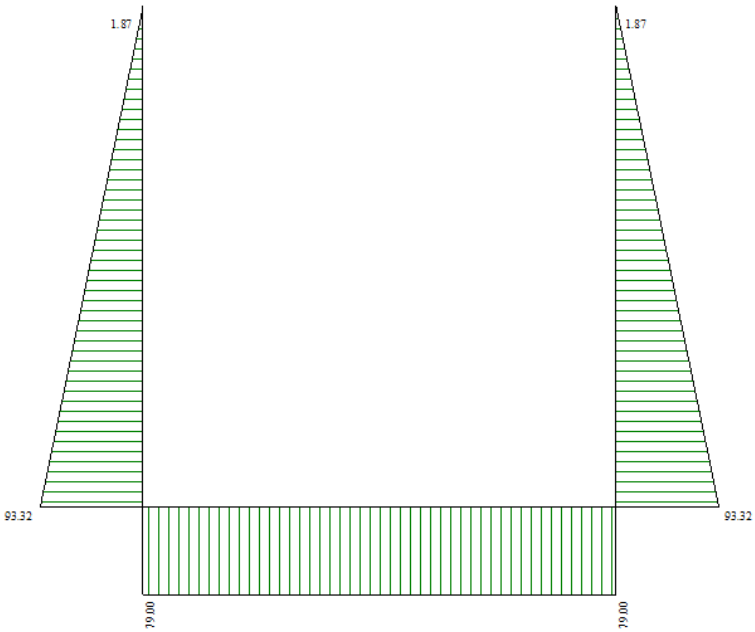
Y [m]	M_{min} [kNm]	M_{max} [kNm]	V_{min} [kN]	V_{max} [kN]	N_{min} [kN]	N_{max} [kN]
0.30	-157.90	-22.48	-100.94	-29.02	68.96	93.32
2.74	-21.90	3.04	-23.76	1.12	34.48	46.66
5.18	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00



Inviluppo sollecitazioni di momento flettente [kNm/m]



Inviluppo sollecitazioni di taglio [kN/m]



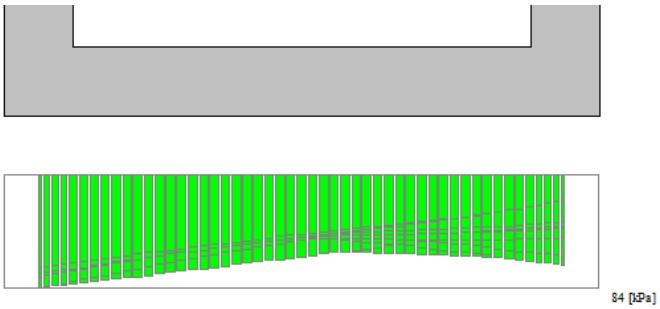
Inviluppo sollecitazioni di sforzo normale [kN/m]

Inviluppo pressioni terreno

Inviluppo pressioni sul terreno di fondazione

X [m]	σ_{tmin} [kPa]	σ_{tmax} [kPa]
0.30	33	84
1.46	38	72

2.60	42	61
3.74	30	60
4.90	7	67



Inviluppo pressioni in fondazione [kN/m]

Inviluppo verifiche stato limite ultimo (SLU)

Verifica sezioni fondazione (Inviluppo)

Base sezione B = 100 cm
Altezza sezione H = 60.00 cm

X	A_{fi}	A_{fs}	CS
0.30	0.00	0.00	0.00
1.46	12.72	12.72	9.96
2.60	12.72	12.72	9.83
3.74	12.72	12.72	3.18
4.90	0.00	0.00	0.00

X	V_{Rd}	V_{Rsd}	V_{Rcd}	A_{sw}
0.30	210.29	0.00	0.00	0.00
1.46	210.29	0.00	0.00	0.00
2.60	210.29	0.00	0.00	0.00
3.74	210.29	0.00	0.00	0.00
4.90	210.29	0.00	0.00	0.00

Verifica sezioni piedritto sinistro (Inviluppo)

Base sezione B = 100 cm
Altezza sezione H = 60.00 cm

Y	A_{fi}	A_{fs}	CS
0.30	10.05	10.05	3.61
2.74	10.05	10.05	30.59
5.18	10.05	10.05	1000.00

Y	V_{Rd}	V_{Rsd}	V_{Rcd}	A_{sw}
0.30	215.43	0.00	0.00	0.00
2.74	208.78	0.00	0.00	0.00
5.18	202.13	0.00	0.00	0.00

Verifica sezioni piedritto destro (Inviluppo)

Base sezione B = 100 cm
Altezza sezione H = 60.00 cm

Y	A_{fi}	A_{fs}	CS
0.30	10.05	10.05	1.61
2.74	10.05	10.05	8.79
5.18	10.05	10.05	1000.00

Y	V_{Rd}	V_{Rsd}	V_{Rcd}	A_{sw}
0.30	215.43	0.00	0.00	0.00
2.74	208.78	0.00	0.00	0.00
5.18	202.13	0.00	0.00	0.00

Inviluppo verifiche stato limite esercizio (SLE)

Verifica sezioni fondazione (Inviluppo)

Base sezione B = 100 cm
Altezza sezione H = 60.00 cm

X	A_{fi}	A_{fs}	σ_c	σ_{fi}	σ_{fs}
0.30	0.00	0.00	98068	0	0
1.46	12.72	12.72	523	6824	11537
2.60	12.72	12.72	494	6419	11426
3.74	12.72	12.72	1117	42617	13631
4.90	0.00	0.00	98068	0	0

X	τ_c	A_{sw}
0.30	-147	0.00
1.46	-57	0.00
2.60	64	0.00
3.74	125	0.00
4.90	150	0.00

Verifica sezioni piedritto sinistro (Inviluppo)

Base sezione B = 100 cm
Altezza sezione H = 60.00 cm

Y	A_{fi}	A_{fs}	σ_c	σ_{fi}	σ_{fs}
0.30	10.05	10.05	1719	20539	73814
2.74	10.05	10.05	148	2085	1147
5.18	10.05	10.05	0	0	0

Y	τ_c	A_{sw}
0.30	89	0.00
2.74	12	0.00
5.18	0	0.00

Verifica sezioni piedritto destro (Inviluppo)

Base sezione B = 100 cm
Altezza sezione H = 60.00 cm

Y	A_{fi}	A_{fs}	σ_c	σ_{fi}	σ_{fs}
0.30	10.05	10.05	3550	40499	188911
2.74	10.05	10.05	417	5334	11216
5.18	10.05	10.05	0	0	0

Y	τ_c	A_{sw}
0.30	-156	0.00
2.74	-36	0.00
5.18	0	0.00

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

Analisi e verifiche svolte con l'ausilio di codici di calcolo
Il sottoscritto , in qualità di calcolatore delle opere in progetto, dichiara quanto segue.

Tipo di analisi svolta
L'analisi strutturale e le verifiche sono condotte con l'ausilio di un codice di calcolo automatico. La verifica della sicurezza degli elementi strutturali è stata valutata con i metodi della scienza delle costruzioni.
La struttura viene discretizzata in elementi tipo trave. Per simulare il comportamento del terreno di fondazione e di rinfianco 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 17/01/2018.
La verifica delle sezioni degli elementi strutturali è eseguita con il metodo degli Stati Limite. Le combinazioni di carico adottate sono esaustive relativamente agli scenari di carico più gravosi cui l'opera sarà soggetta.

Origine e caratteristiche dei codici di calcolo

Titolo	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.

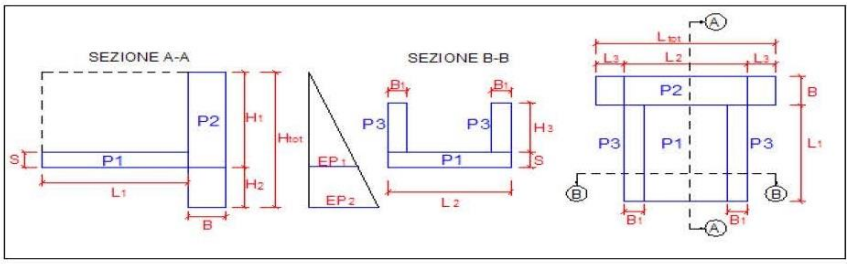
Informazioni generali sull'elaborazione
Il software prevede una serie di controlli automatici che consentono l'individuazione di errori di modellazione, di non rispetto di limitazioni geometriche e di armatura e di presenza di elementi non verificati. Il codice di calcolo consente di visualizzare e controllare, 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.

VERIFICA PARETE DI CONTROSPINTA:

Si verifica la parete di controspinta soggetta ad una spinta massima ai martinetti di 350 ton =3500 kN:

MURO DI SPINTA



DATI DI INPUT

S	=	0.60	m
L_1	=	6.60	m
L_2	=	5.20	m
L_3	=	0.00	m
$L_{tot} = L_2 + 2L_3$		5.20	m
B	=	0.60	m
B_1	=	0.60	m
H_1	=	4.58	m
H_2	=	0.00	m
$H_{tot} = H_1 + H_2$		4.58	m
H_3	=	4.58	m

CALCOLO PESI

P_1 Platea	=	$L_1 * L_2 * S * 25$	=	514.80	kN
P_2 Contrafforti	=	$25*[(H_1*L_2*B)+(H_2*L_2*B)+(2*H_1*L_3*B)+(2*H_2*L_3*B)]$	=	357.24	kN
P_3 Muretti laterali	=	$2 * B_1 * H_3 * L_1 * 25$	=	906.84	kN

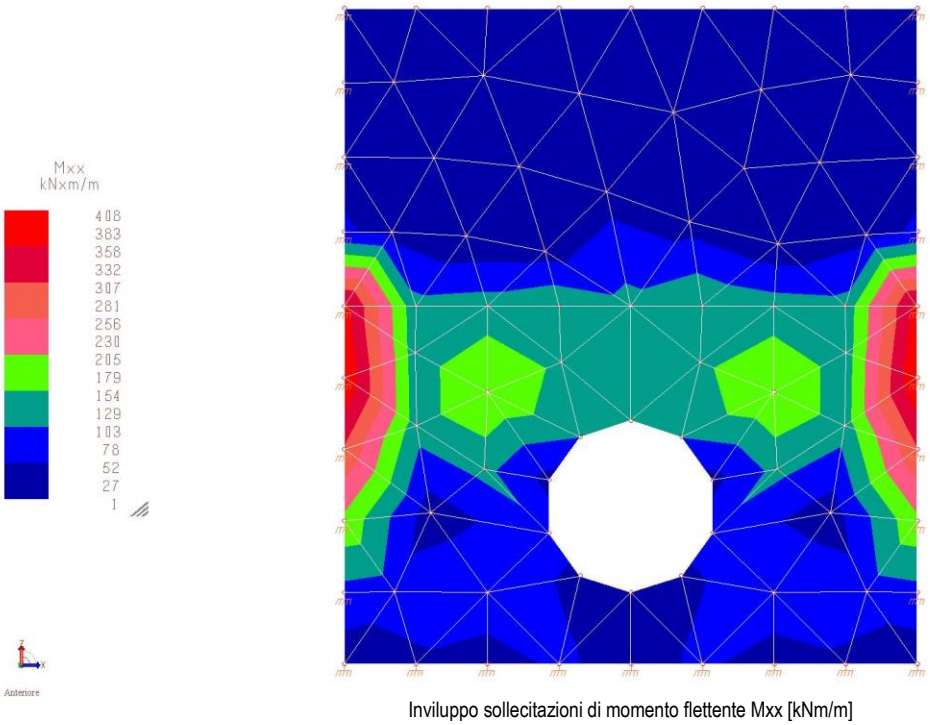
CALCOLO REAZIONI

In questa fase del calcolo si considera come materiale **SEMPRE** il **Calcestruzzo**. Quindi :

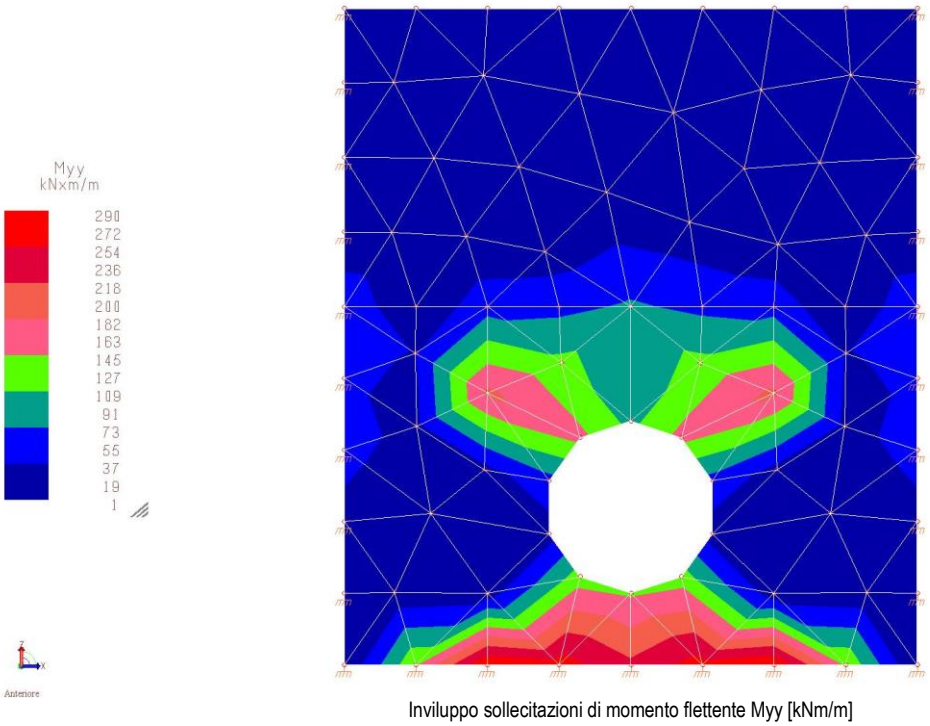
δ_1 = Angolo di attrito terreno - manufatto	=	$^2/_3\ \Phi$	=	24.000	°
f_1 = Coefficiente di attrito	=	TAN δ_1	=	0.445	
N_1	=	$P_1 * f_1$	=	229.20	kN
N_2	=	$P_2 * f_1$	=	159.05	kN
N_3	=	$P_3 * f_1$	=	403.75	kN

E' prevista la possibilità di inserimento manuale della **Spinta passiva del terreno** (K_p).
Per K_p è utilizzato K_{p2} se $K_{p2} \neq 0$
Per K_p è utilizzato K_{p1} se $K_{p2} = 0$

K_{p1} Spinta passiva del terreno	=	TAN $(45 + \Phi / 2)^2$	=	3.85	
K_{p2} Spinta passiva del terreno	=	0.000			
e_p Coefficiente di spinta passiva del terreno	=	$K_p * \gamma_t * (H_1 + H_2)$	=	352.83	kN/m²
E_p Spinta passiva	=	$1/2[e_p*(H1+H2)*(L2+L3)]$	=	4'201.48	kN
ΣN Reazione totale	=	$N_1 + N_2 + N_3 + E_p$	=	4'993.49	kN
Spinta totale S_{TOT}	=	$S_{1°}+S_{2°}+S_{3°}$	=	3'500.00	kN
Coefficiente di **ΣN / S**	=	**1.43**	=	**VERIFICATO**	

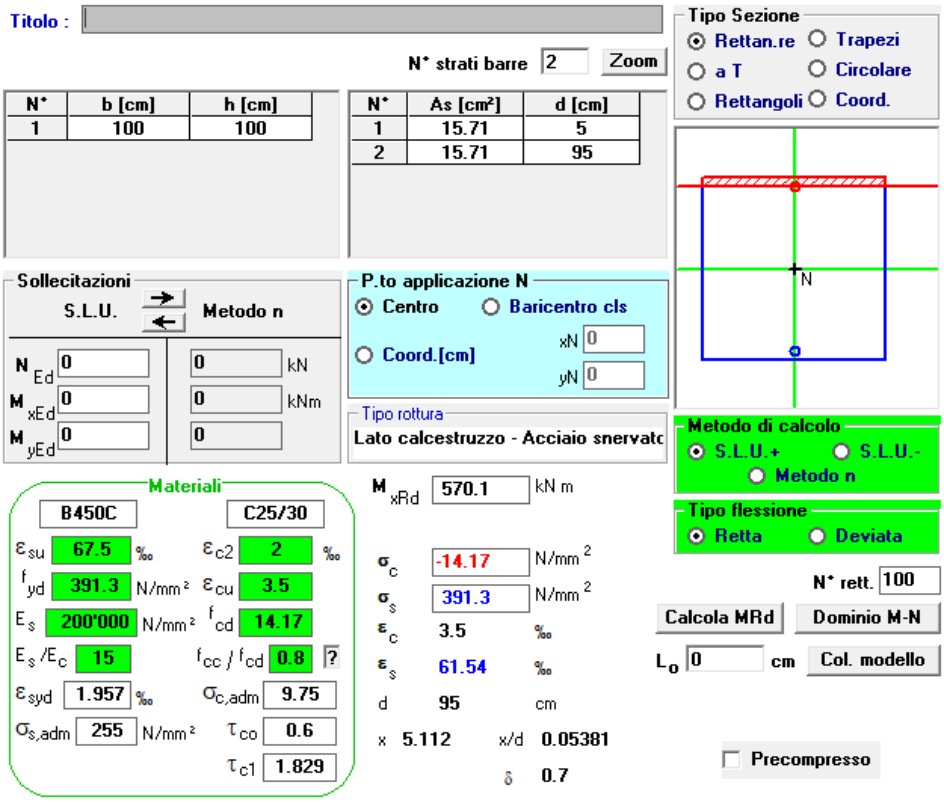


Inviluppo sollecitazioni di momento flettente Mxx [kNm/m]



Inviluppo sollecitazioni di momento flettente Myy [kNm/m]

Essendo la parete armata con doppia maglia sup+inf 1+1Φ20/, le sollecitazioni resistenti valgono:



M_{Rd} = 570 kNm/m > M_{Ed} = 408 kNm/m

ALLEGATO 2 – CAMERA DI SPINTA MICROTUNNELING – FASE 2

Geometria scatolare

Descrizione:	Scatolare semplice	
Altezza esterna	5.78	[m]
Larghezza esterna	5.20	[m]
Lunghezza mensola di fondazione sinistra	0.00	[m]
Lunghezza mensola di fondazione destra	0.00	[m]
Spessore piedritto sinistro	0.60	[m]
Spessore piedritto destro	0.60	[m]
Spessore fondazione	0.60	[m]
Spessore traverso	0.60	[m]

Caratteristiche strati terreno

Strato di ricoprimento

Descrizione	Terreno di ricoprimento	
Spessore dello strato	0.94	[m]
Peso di volume	18.0000	[kN/mc]
Peso di volume saturo	18.0000	[kN/mc]
Angolo di attrito	22.00	[°]
Coesione	10	[kPa]

Strato di rinfianco

Descrizione	Terreno di rinfianco	
Peso di volume	18.0000	[kN/mc]
Peso di volume saturo	18.0000	[kN/mc]
Angolo di attrito	22.00	[°]
Angolo di attrito terreno struttura	14.67	[°]
Coesione	10	[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	33.00	[°]
Angolo di attrito terreno struttura	22.00	[°]
Coesione	0	[kPa]
Costante di Winkler	490	[kPa/cm]
Tensione limite	196	[kPa]

Falda

Quota falda (rispetto al piano di posa)	6.28	[m]

Caratteristiche materiali utilizzati

Materiale calcestruzzo

R_{ck} calcestruzzo	30000	[kPa]
Peso specifico calcestruzzo	24.5170	[kN/mc]
Modulo elastico E	30976850	[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_{ti}	componente tangenziale del carico distribuito nel punto iniziale
V_{tf}	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 veicoli)

Distr	Terreno	X_i= -5.78	X_f= 10.98	V_{ni}= 20.00	V_{nf}= 20.00		

Condizione di carico n° 8 (Pozzetto pieno)

Distr	Pied_S	Y_i= 0.60	Y_f= 5.18	V_{ni}= -45.80	V_{nf}= 0.00	V_{ti}= 0.00	V_{tf}= 0.00
Distr	Pied_D	Y_i= 0.60	Y_f= 5.18	V_{ni}= 45.80	V_{nf}= 0.00	V_{ti}= 0.00	V_{tf}= 0.00
Distr	Fondaz.	X_i= 0.60	X_f= 4.60	V_{ni}= 45.80	V_{nf}= 45.80	V_{ti}= 0.00	V_{tf}= 0.00

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

$V_{Rd}=[0.18*k*(100.0*\rho_l*fck)^{1/3}/\gamma_c+0.15*\sigma_{cp}]*bw*d>(vmin+0.15*\sigma_{cp})*b_w*d$
$V_{Rsd}=0.9*d*A_{sw}/s*fyd*(ctg\alpha+ctg\theta)*sin\alpha$
$V_{Rcd}=0.9*d*b_w*\alpha_c*fcd'*(ctg(\theta)+ctg(\alpha)/(1.0+ctg\theta^2)$
con:

d	altezza utile sezione [mm]

b_w	larghezza minima sezione [mm]
σ_{cp}	tensione media di compressione [N/mmq]
ρ_l	rapporto geometrico di armatura
A_{sw}	area armatuta trasversale [mmq]
s	interasse tra due armature trasversali consecutive [mm]
α_c	coefficiente maggiorativo, funzione di fcd e σ_{cp}

fcd'=0.5*fcd
$k=1+(200/d)^{1/2}$
$vmin=0.035*k^{3/2}*fck^{1/2}$

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 2018 - Approccio 2

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 2018

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
$\gamma_{c'}$	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_{Qifav}	0.00	0.00
Variabili	Sfavorevole	γ_{Qisfav}	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	$\gamma_{\varepsilon fav}$	0.00	0.00
Termici	Sfavorevole	$\gamma_{\varepsilon sfav}$	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_{Qifav}	0.00	0.00
Variabili	Sfavorevole	γ_{Qisfav}	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	$\gamma_{\varepsilon fav}$	0.00	0.00
Termici	Sfavorevole	$\gamma_{\varepsilon sfav}$	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
Pozzetto pieno	Sfavorevole	1.50	1.00	1.50

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
Pozzetto pieno	Sfavorevole	1.50	1.00	1.50
Spinta falda	Sfavorevole	1.30	1.00	1.30
Transito veicoli	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
Pozzetto pieno	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
Pozzetto pieno	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
Pozzetto pieno	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta falda	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Transito veicoli	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
Pozzetto pieno	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta falda	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Transito veicoli	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
Pozzetto pieno	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
Pozzetto pieno	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
Pozzetto pieno	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta falda	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Transito veicoli	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
Pozzetto pieno	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta falda	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Transito veicoli	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Sisma da destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 11 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
Pozzetto pieno	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta falda	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Transito veicoli	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
Pozzetto pieno	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta falda	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Transito veicoli	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 13 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
Pozzetto pieno	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta falda	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Transito veicoli	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
Pozzetto pieno	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta falda	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Transito veicoli	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
Pozzetto pieno	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta falda	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Transito veicoli	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
Pozzetto pieno	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta falda	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Transito veicoli	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
Pozzetto pieno	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta falda	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Transito veicoli	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	Pressione geostatica
I carichi applicati sul terreno sono stati diffusi secondo **angolo di attrito**	
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]

Sisma

Identificazione del sito

Latitudine	44.718972
Longitudine	7.943776
Comune	Monticello D' Alba
Provincia	Cuneo
Regione	Piemonte
Punti di interpolazione del reticolo	15350 - 15351 - 15129 - 15128

Tipo di opera

Tipo di costruzione	Opera ordinaria
Vita nominale	50 anni
Classe d'uso	II - Normali affollamenti e industrie non pericolose
Vita di riferimento	50 anni

Combinazioni SLU

Accelerazione al suolo a_g =	0.48 [m/s^2]
Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (S)	1.60
Coefficiente di amplificazione topografica (St)	1.00
Coefficiente riduzione (β_m)	1.00
Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale	0.50
Coefficiente di intensità sismica orizzontale (percento)	$k_h=(a_g/g*\beta_m*St*Ss)$ = 7.86
Coefficiente di intensità sismica verticale (percento)	$k_v=0.50 * k_h$ = 3.93

Combinazioni SLE

Accelerazione al suolo a_g =	0.25 [m/s^2]
Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (S)	1.60
Coefficiente di amplificazione topografica (St)	1.00
Coefficiente riduzione (β_m)	1.00

Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale	0.50
Coefficiente di intensità sismica orizzontale (percento)	$k_h=(a_g/g*\beta_m*St*Ss)$ = 4.04
Coefficiente di intensità sismica verticale (percento)	$k_v=0.50 * k_h$ = 2.02
Forma diagramma incremento sismico	Rettangolare
Spinta sismica	Mononobe-Okabe
Angolo diffusione sovraccarico	22.00 [°]

Coefficienti di spinta

N°combinazione	Statico	Sismico
1	0.625	0.000
2	0.625	0.000
3	0.625	0.532
4	0.625	0.497
5	0.625	0.532
6	0.625	0.497
7	0.625	0.532
8	0.625	0.497
9	0.625	0.532
10	0.625	0.497
11	0.625	0.000
12	0.625	0.000
13	0.625	0.000
14	0.625	0.493
15	0.625	0.475
16	0.625	0.493
17	0.625	0.475

Discretizzazione strutturale

Numero elementi fondazione	50
Numero elementi traverso	26
Numero elementi piedritto sinistro	54
Numero elementi piedritto destro	54
Numero molle fondazione	51
Numero molle piedritto sinistro	55
Numero molle piedritto destro	55

Analisi della combinazione n° 1

Pressione in calotta(solo peso terreno) 21.9960 [kPa]

Carichi verticali in calotta

Xi	Xj	Q[kPa]
-16.16	21.36	21.9960

Spinte sui piedritti

Piedritto sinistro	Pressione sup. 0.0000 [kPa]	Pressione inf. 82.5255 [kPa]
Piedritto destro	Pressione sup. 0.0000 [kPa]	Pressione inf. 82.5255 [kPa]

Analisi della combinazione n° 2

Pressione in calotta(solo peso terreno) 15.6216 [kPa]

Carichi verticali in calotta

Xi	Xj	Q[kPa]
-16.16	-6.16	15.6216

-6.16	11.36	41.4510
11.36	21.36	15.6216

Spinte sui piedritti

Piedritto sinistro	Pressione sup. 10.1068 [kPa]	Pressione inf. 48.6083 [kPa]
Piedritto destro	Pressione sup. 10.1068 [kPa]	Pressione inf. 48.6083 [kPa]

Falda

Pressione in calotta	6.37[kPa]
Spinta	249.80[kN]
Sottospinta	80.06[kPa]

Analisi della combinazione n° 3

Pressione in calotta(solo peso terreno) 16.9200 [kPa]

Carichi verticali in calotta

Xi	Xj	Q[kPa]
-16.16	21.36	16.9200

Spinte sui piedritti

Piedritto sinistro	Pressione sup. 0.0000 [kPa]	Pressione inf. 59.8312 [kPa]
Piedritto destro	Pressione sup. 0.0000 [kPa]	Pressione inf. 59.8312 [kPa]

Spinte sismiche sui piedritti

Piedritto sinistro	Pressione sup. 2.2818 [kPa]	Pressione inf. 2.2818 [kPa]

Analisi della combinazione n° 4

Pressione in calotta(solo peso terreno) 16.9200 [kPa]

Carichi verticali in calotta

Xi	Xj	Q[kPa]
-16.16	21.36	16.9200

Spinte sui piedritti

Piedritto sinistro	Pressione sup. 0.0000 [kPa]	Pressione inf. 59.8312 [kPa]
Piedritto destro	Pressione sup. 0.0000 [kPa]	Pressione inf. 59.8312 [kPa]

Spinte sismiche sui piedritti

Piedritto sinistro	Pressione sup. 0.3727 [kPa]	Pressione inf. 0.3727 [kPa]

Analisi della combinazione n° 5

Pressione in calotta(solo peso terreno) 12.0166 [kPa]

Carichi verticali in calotta

Xi	Xj	Q[kPa]
-16.16	-6.16	12.0166
-6.16	11.36	31.1495
11.36	21.36	12.0166

Spinte sui piedritti

Piedritto sinistro	Pressione sup. 3.6643 [kPa]	Pressione inf. 33.2809 [kPa]
Piedritto destro	Pressione sup. 3.6643 [kPa]	Pressione inf. 33.2809 [kPa]

Spinte sismiche sui piedritti

Piedritto sinistro	Pressione sup. 1.0915 [kPa]	Pressione inf. 1.0915 [kPa]

Falda

Pressione in calotta	4.90[kPa]
Spinta	192.16[kN]
Sottospinta	61.59[kPa]

Analisi della combinazione n° 6

Pressione in calotta(solo peso terreno) 12.0166 [kPa]

Carichi verticali in calotta

Xi	Xj	Q[kPa]
-16.16	-6.16	12.0166
-6.16	11.36	31.1495
11.36	21.36	12.0166

Spinte sui piedritti

Piedritto sinistro	Pressione sup. 3.6643 [kPa]	Pressione inf. 33.2809 [kPa]
Piedritto destro	Pressione sup. 3.6643 [kPa]	Pressione inf. 33.2809 [kPa]

Spinte sismiche sui piedritti

Piedritto sinistro	Pressione sup. -0.3507 [kPa]	Pressione inf. -0.3507 [kPa]

Falda

Pressione in calotta	4.90[kPa]
Spinta	192.16[kN]
Sottospinta	61.59[kPa]

Analisi della combinazione n° 7

Pressione in calotta(solo peso terreno) 16.9200 [kPa]

Carichi verticali in calotta

Xi	Xj	Q[kPa]
-16.16	21.36	16.9200

Spinte sui piedritti

Piedritto sinistro	Pressione sup. 0.0000 [kPa]	Pressione inf. 59.8312 [kPa]
Piedritto destro	Pressione sup. 0.0000 [kPa]	Pressione inf. 59.8312 [kPa]

Spinte sismiche sui piedritti

Piedritto destro	Pressione sup. 2.2818 [kPa]	Pressione inf. 2.2818 [kPa]

Analisi della combinazione n° 8

Pressione in calotta(solo peso terreno) 16.9200 [kPa]

Carichi verticali in calotta

Xi	Xj	Q[kPa]
-16.16	21.36	16.9200

Spinte sui piedritti

Piedritto sinistro	Pressione sup. 0.0000 [kPa]	Pressione inf. 59.8312 [kPa]
Piedritto destro	Pressione sup. 0.0000 [kPa]	Pressione inf. 59.8312 [kPa]

Spinte sismiche sui piedritti

Piedritto destro	Pressione sup. 0.3727 [kPa]	Pressione inf. 0.3727 [kPa]

Analisi della combinazione n° 9

Pressione in calotta(solo peso terreno) 12.0166 [kPa]

Carichi verticali in calotta

Xi	Xj	Q[kPa]
-16.16	-6.16	12.0166
-6.16	11.36	31.1495
11.36	21.36	12.0166

Spinte sui piedritti

Piedritto sinistro	Pressione sup. 3.6643 [kPa]	Pressione inf. 33.2809 [kPa]
Piedritto destro	Pressione sup. 3.6643 [kPa]	Pressione inf. 33.2809 [kPa]

Spinte sismiche sui piedritti

Piedritto destro	Pressione sup. 1.0915 [kPa]	Pressione inf. 1.0915 [kPa]

Falda

Pressione in calotta	4.90[kPa]
Spinta	192.16[kN]
Sottospinta	61.59[kPa]

Analisi della combinazione n° 10

Pressione in calotta(solo peso terreno) 12.0166 [kPa]

Carichi verticali in calotta

Xi	Xj	Q[kPa]
-16.16	-6.16	12.0166
-6.16	11.36	31.1495
11.36	21.36	12.0166

Spinte sui piedritti

Piedritto sinistro	Pressione sup. 3.6643 [kPa]	Pressione inf. 33.2809 [kPa]
Piedritto destro	Pressione sup. 3.6643 [kPa]	Pressione inf. 33.2809 [kPa]

Spinte sismiche sui piedritti

Piedritto destro	Pressione sup. -0.3507 [kPa]	Pressione inf. -0.3507 [kPa]

Falda

Pressione in calotta	4.90[kPa]
Spinta	192.16[kN]
Sottospinta	61.59[kPa]

Analisi della combinazione n° 11

Pressione in calotta(solo peso terreno) 12.0166 [kPa]

Carichi verticali in calotta

Xi	Xj	Q[kPa]
-16.16	-6.16	12.0166
-6.16	11.36	31.1495
11.36	21.36	12.0166

Spinte sui piedritti

Piedritto sinistro	Pressione sup. 3.6643 [kPa]	Pressione inf. 33.2809 [kPa]
Piedritto destro	Pressione sup. 3.6643 [kPa]	Pressione inf. 33.2809 [kPa]

Falda

Pressione in calotta	4.90[kPa]
Spinta	192.16[kN]
Sottospinta	61.59[kPa]

Analisi della combinazione n° 12

Pressione in calotta(solo peso terreno) 12.0166 [kPa]

Carichi verticali in calotta

Xi	Xj	Q[kPa]

-16.16	-6.16	12.0166
-6.16	11.36	31.1495
11.36	21.36	12.0166

Spinte sui piedritti

Piedritto sinistro	Pressione sup. 3.6643 [kPa]	Pressione inf. 33.2809 [kPa]
Piedritto destro	Pressione sup. 3.6643 [kPa]	Pressione inf. 33.2809 [kPa]

Falda

Pressione in calotta	4.90[kPa]
Spinta	192.16[kN]
Sottospinta	61.59[kPa]

Analisi della combinazione n° 13

Pressione in calotta(solo peso terreno) 12.0166 [kPa]

Carichi verticali in calotta

Xi	Xj	Q[kPa]
-16.16	-6.16	12.0166
-6.16	11.36	31.1495
11.36	21.36	12.0166

Spinte sui piedritti

Piedritto sinistro	Pressione sup. 3.6643 [kPa]	Pressione inf. 33.2809 [kPa]
Piedritto destro	Pressione sup. 3.6643 [kPa]	Pressione inf. 33.2809 [kPa]

Falda

Pressione in calotta	4.90[kPa]
Spinta	192.16[kN]
Sottospinta	61.59[kPa]

Analisi della combinazione n° 14

Pressione in calotta(solo peso terreno) 12.0166 [kPa]

Carichi verticali in calotta

Xi	Xj	Q[kPa]
-16.16	-6.16	12.0166
-6.16	11.36	31.1495
11.36	21.36	12.0166

Spinte sui piedritti

Piedritto sinistro	Pressione sup. 3.6643 [kPa]	Pressione inf. 33.2809 [kPa]
Piedritto destro	Pressione sup. 3.6643 [kPa]	Pressione inf. 33.2809 [kPa]

Spinte sismiche sui piedritti

Piedritto sinistro	Pressione sup. -0.4634 [kPa]	Pressione inf. -0.4634 [kPa]

Falda

Pressione in calotta	4.90[kPa]
Spinta	192.16[kN]
Sottospinta	61.59[kPa]

Analisi della combinazione n° 15

Pressione in calotta(solo peso terreno) 12.0166 [kPa]

Carichi verticali in calotta

Xi	Xj	Q[kPa]
-16.16	-6.16	12.0166
-6.16	11.36	31.1495
11.36	21.36	12.0166

Spinte sui piedritti

Piedritto sinistro	Pressione sup. 3.6643 [kPa]	Pressione inf. 33.2809 [kPa]
Piedritto destro	Pressione sup. 3.6643 [kPa]	Pressione inf. 33.2809 [kPa]

Spinte sismiche sui piedritti

Piedritto sinistro	Pressione sup. -1.2052 [kPa]	Pressione inf. -1.2052 [kPa]

Falda

Pressione in calotta	4.90[kPa]
Spinta	192.16[kN]
Sottospinta	61.59[kPa]

Analisi della combinazione n° 16

Pressione in calotta(solo peso terreno) 12.0166 [kPa]

Carichi verticali in calotta

Xi	Xj	Q[kPa]
-16.16	-6.16	12.0166
-6.16	11.36	31.1495
11.36	21.36	12.0166

Spinte sui piedritti

Piedritto sinistro	Pressione sup. 3.6643 [kPa]	Pressione inf. 33.2809 [kPa]
Piedritto destro	Pressione sup. 3.6643 [kPa]	Pressione inf. 33.2809 [kPa]

Spinte sismiche sui piedritti

Piedritto destro	Pressione sup. -0.4634 [kPa]	Pressione inf. -0.4634 [kPa]

Falda

Pressione in calotta	4.90[kPa]

Spinta	192.16[kN]
Sottospinta	61.59[kPa]

Analisi della combinazione n° 17

Pressione in calotta(solo peso terreno) 12.0166 [kPa]

Carichi verticali in calotta

Xi	Xj	Q[kPa]
-16.16	-6.16	12.0166
-6.16	11.36	31.1495
11.36	21.36	12.0166

Spinte sui piedritti

Piedritto sinistro	Pressione sup. 3.6643 [kPa]	Pressione inf. 33.2809 [kPa]
Piedritto destro	Pressione sup. 3.6643 [kPa]	Pressione inf. 33.2809 [kPa]

Spinte sismiche sui piedritti

Piedritto destro	Pressione sup. -1.2052 [kPa]	Pressione inf. -1.2052 [kPa]

Falda

Pressione in calotta	4.90[kPa]
Spinta	192.16[kN]
Sottospinta	61.59[kPa]

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]
0.30	-138.00	-37.81	-248.54	-134.42	32.08	138.01
1.46	31.82	76.37	-104.24	-44.52	33.41	138.01
2.60	87.08	123.18	-14.82	25.84	34.74	138.01
3.74	31.82	76.37	56.84	114.50	33.41	138.01
4.90	-138.00	-37.81	134.42	248.54	32.08	138.01

Inviluppo sollecitazioni traverso

X [m]	M_{min} [kNm]	M_{max} [kNm]	V_{min} [kN]	V_{max} [kN]	N_{min} [kN]	N_{max} [kN]
0.30	-92.57	-7.85	65.23	153.98	0.19	80.34
1.51	27.53	50.01	26.77	73.03	1.59	80.34
2.60	56.56	84.51	-8.37	8.37	2.85	80.34
3.69	27.53	50.01	-73.03	-26.77	1.59	80.34
4.90	-92.57	-7.85	-153.98	-65.23	0.19	80.34

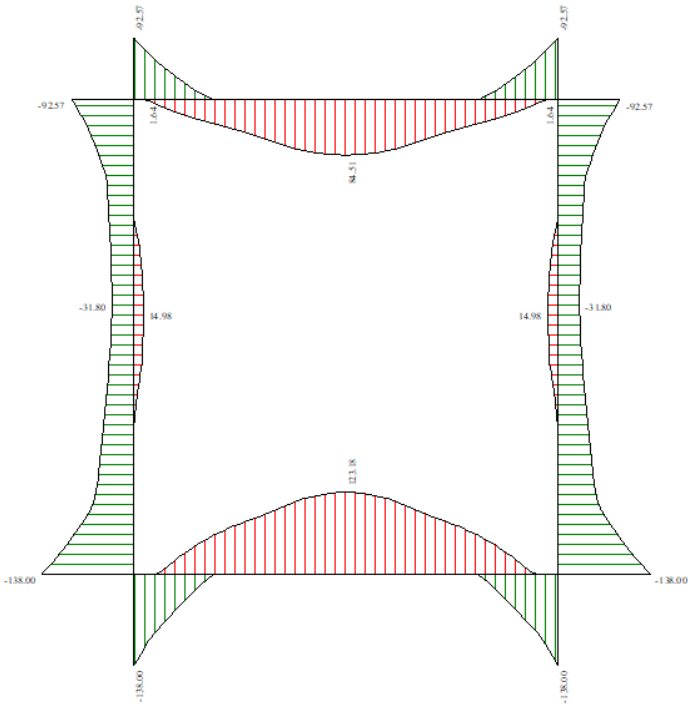
Inviluppo sollecitazioni piedritto sinistro

Y [m]	M_{min} [kNm]	M_{max} [kNm]	V_{min} [kN]	V_{max} [kN]	N_{min} [kN]	N_{max} [kN]
0.30	-138.00	-37.81	23.33	138.29	138.44	253.04
2.89	-34.24	14.48	-5.60	13.74	101.84	203.51
5.48	-92.57	-7.85	-80.34	-0.19	65.23	153.98

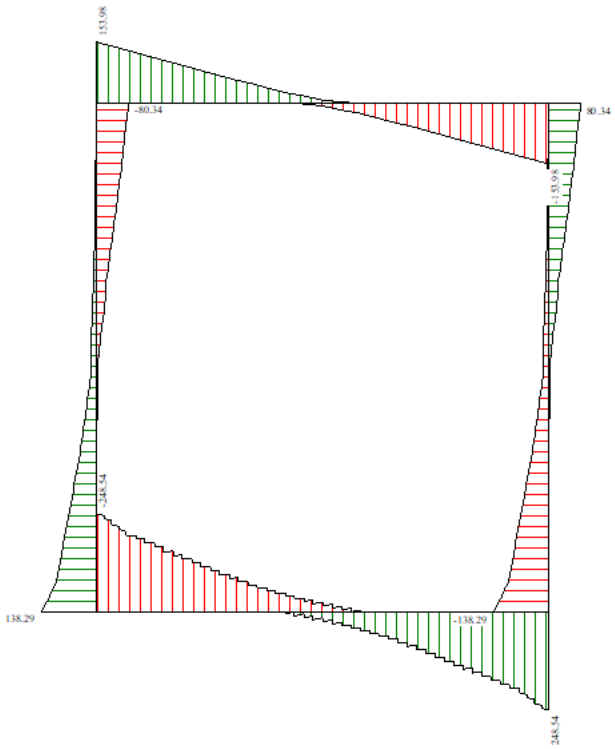
Inviluppo sollecitazioni piedritto destro

Y [m]	M_{min} [kNm]	M_{max} [kNm]	V_{min} [kN]	V_{max} [kN]	N_{min} [kN]	N_{max} [kN]
0.30	-138.00	-37.81	-138.29	-23.33	138.44	253.04
2.89	-34.24	14.48	-13.74	5.60	101.84	203.51

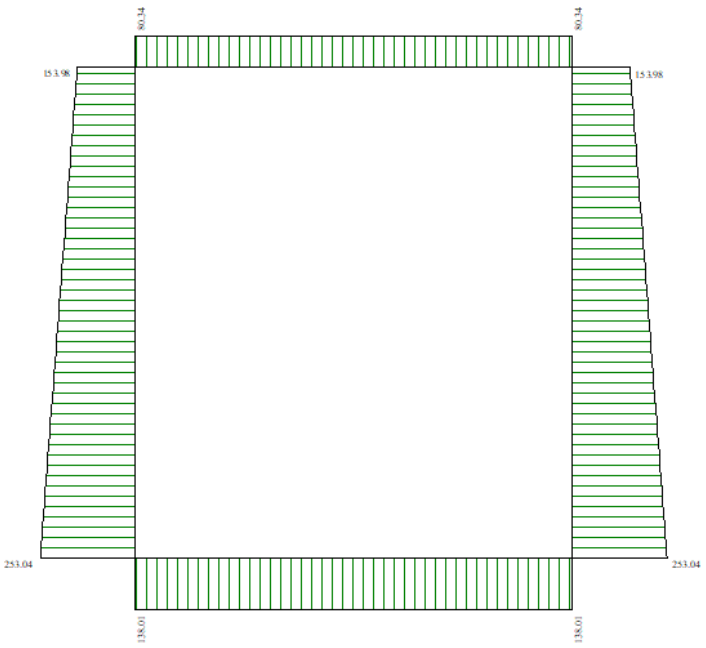
5.48	-92.57	-7.85	0.19	80.34	65.23	153.98



Inviluppo sollecitazioni di momento flettente [kNm/m]



Inviluppo sollecitazioni di taglio [kN/m]



Inviluppo sollecitazioni di sforzo normale [kN/m]

Inviluppo pressioni terreno

Inviluppo pressioni sul terreno di fondazione

X [m]	σ_{tmin} [kPa]	σ_{tmax} [kPa]
0.30	67	175
1.46	66	162
2.60	69	155
3.74	66	162
4.90	67	175

Inviluppo verifiche stato limite ultimo (SLU)

Verifica sezioni fondazione (Inviluppo)

Base sezione B = 100 cm
Altezza sezione H = 60.00 cm

X	A_{fi}	A_{fs}	CS
0.30	0.00	0.00	0.00
1.46	12.72	12.72	2.81
2.60	12.72	12.72	2.60
3.74	12.72	12.72	2.60
4.90	0.00	0.00	0.00

X	V_{Rd}	V_{Rsd}	V_{Rcd}	A_{sw}
0.30	208.29	0.00	0.00	0.00
1.46	208.29	0.00	0.00	0.00
2.60	208.29	0.00	0.00	0.00
3.74	208.29	0.00	0.00	0.00
4.90	208.29	0.00	0.00	0.00

Verifica sezioni traverso (Inviluppo)

Base sezione B = 100 cm
Altezza sezione H = 60.00 cm

X	A_{fi}	A_{fs}	CS
0.30	0.00	0.00	0.00
1.51	12.72	12.72	3.84
2.60	12.72	12.72	3.76
3.69	12.72	12.72	3.84
4.90	0.00	0.00	0.00

X	V_{Rd}	V_{Rsd}	V_{Rcd}	A_{sw}
0.30	203.25	0.00	0.00	0.00
1.51	203.25	0.00	0.00	0.00
2.60	203.25	0.00	0.00	0.00
3.69	203.25	0.00	0.00	0.00
4.90	203.25	0.00	0.00	0.00

Verifica sezioni piedritto sinistro (Inviluppo)

Base sezione B = 100 cm
Altezza sezione H = 60.00 cm

Y	A_{fi}	A_{fs}	CS
0.30	10.05	10.05	2.69
2.89	10.05	10.05	20.26
5.48	10.05	10.05	2.29

Y	V_{Rd}	V_{Rsd}	V_{Rcd}	A_{sw}
0.30	229.73	0.00	0.00	0.00
2.89	222.67	0.00	0.00	0.00
5.48	215.61	0.00	0.00	0.00

Verifica sezioni piedritto destro (Inviluppo)

Base sezione B = 100 cm
Altezza sezione H = 60.00 cm

Y	A_{fi}	A_{fs}	CS
0.30	10.05	10.05	2.69
2.89	10.05	10.05	20.26
5.48	10.05	10.05	2.29

Y	V_{Rd}	V_{Rsd}	V_{Rcd}	A_{sw}
0.30	229.73	0.00	0.00	0.00
2.89	222.67	0.00	0.00	0.00
5.48	215.61	0.00	0.00	0.00

Inviluppo verifiche stato limite esercizio (SLE)

Verifica sezioni fondazione (Inviluppo)

Base sezione B = 100 cm
Altezza sezione H = 60.00 cm

X	A_{fi}	A_{fs}	σ_c	σ_{fi}	σ_{fs}

0.30	0.00	0.00	98068	0	0
1.46	12.72	12.72	1454	18378	43476
2.60	12.72	12.72	2602	31422	105563
3.74	12.72	12.72	1454	18378	43476
4.90	0.00	0.00	98068	0	0

X	τ_c	A_{sw}
0.30	-401	0.00
1.46	-176	0.00
2.60	18	0.00
3.74	191	0.00
4.90	401	0.00

Verifica sezioni traverso (Inviluppo)

Base sezione B = 100 cm
Altezza sezione H = 60.00 cm

X	A_{fi}	A_{fs}	σ_c	σ_{fi}	σ_{fs}
0.30	0.00	0.00	98068	0	0
1.51	12.72	12.72	1032	37282	12709
2.60	12.72	12.72	1763	77552	20968
3.69	12.72	12.72	1032	37282	12709
4.90	0.00	0.00	98068	0	0

X	τ_c	A_{sw}
0.30	247	0.00
1.51	120	0.00
2.60	-5	0.00
3.69	-120	0.00
4.90	-247	0.00

Verifica sezioni piedritto sinistro (Inviluppo)

Base sezione B = 100 cm
Altezza sezione H = 60.00 cm

Y	A_{fi}	A_{fs}	σ_c	σ_{fi}	σ_{fs}
0.30	10.05	10.05	3369	41310	124842
2.89	10.05	10.05	396	2125	5709
5.48	10.05	10.05	2230	27186	85595

Y	τ_c	A_{sw}
0.30	226	0.00
2.89	7	0.00
5.48	-118	0.00

Verifica sezioni piedritto destro (Inviluppo)

Base sezione B = 100 cm
Altezza sezione H = 60.00 cm

Y	A_{fi}	A_{fs}	σ_c	σ_{fi}	σ_{fs}
0.30	10.05	10.05	3369	41310	124842
2.89	10.05	10.05	396	2125	5709
5.48	10.05	10.05	2230	27186	85595

Y	τ_c	A_{sw}
0.30	-226	0.00

2.89	-7	0.00
5.48	118	0.00

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

Analisi e verifiche svolte con l'ausilio di codici di calcolo
Il sottoscritto , in qualità di calcolatore delle opere in progetto, dichiara quanto segue.

Tipo di analisi svolta
L'analisi strutturale e le verifiche sono condotte con l'ausilio di un codice di calcolo automatico. La verifica della sicurezza degli elementi strutturali è stata valutata con i metodi della scienza delle costruzioni.
La struttura viene discretizzata in elementi tipo trave. Per simulare il comportamento del terreno di fondazione e di rinfianco 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 17/01/2018.
La verifica delle sezioni degli elementi strutturali è eseguita con il metodo degli Stati Limite. Le combinazioni di carico adottate sono esaustive relativamente agli scenari di carico più gravosi cui l'opera sarà soggetta.

Origine e caratteristiche dei codici di calcolo

Titolo	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.

ALLEGATO 3 – CAMERA DI ESTRAZIONE MICROTUNNELING – FASE 1

Geometria scatolare

Descrizione:	Scatolare tipo vasca	
Altezza esterna	6.58	[m]
Larghezza esterna	5.20	[m]
Lunghezza mensola di fondazione sinistra	0.00	[m]
Lunghezza mensola di fondazione destra	0.00	[m]
Spessore piedritto sinistro	0.60	[m]
Spessore piedritto destro	0.60	[m]
Spessore fondazione	0.60	[m]

Caratteristiche strati terreno

Strato di rinfianco

Descrizione	Terreno di rinfianco	
Peso di volume	18.0000	[kN/mc]
Peso di volume saturo	18.0000	[kN/mc]
Angolo di attrito	22.00	[°]
Angolo di attrito terreno struttura	14.67	[°]
Coesione	10	[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	33.00	[°]
Angolo di attrito terreno struttura	22.00	[°]
Coesione	0	[kPa]
Costante di Winkler	490	[kPa/cm]
Tensione limite	196	[kPa]

Caratteristiche materiali utilizzati

Materiale calcestruzzo

R_{ck} calcestruzzo	30000	[kPa]
Peso specifico calcestruzzo	24.5170	[kN/mc]
Modulo elastico E	30976850	[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	

Vincoli

Simbologia adottata

X	Ascissa del vincolo espressa in m
V_x	Grado di libertà in direzione X
V_y	Grado di libertà in direzione Y
V_r	Grado di libertà rotazionale
δ	Cedimento imposto espresso in cm
	Rotazione imposta espressa in °
K	Rigidezza traslazionale espressa in kN/cm
	Rigidezza rotazionale espressa in kNm/°

Nr.	X [m]	Vx	Vy	Vr
1	6.58	VINCOLATO	LIBERO	LIBERO
2	6.58	VINCOLATO	LIBERO	LIBERO

A SIMULARE LA PRESENZA DELLE PARETI ADIACENTI INCASTRATE LUNGO L'ALTEZZA

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_{ti}	componente tangenziale del carico distribuito nel punto iniziale
V_{tf}	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° 7 (Transito veicoli)

Distr Terreno X_i= 5.20 X_f= 10.38 V_{ni}= 20.00 V_{nf}= 20.00

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

$V_{Rd}=[0.18*k*(100.0*\rho_l*fck)^{1/3}/\gamma_c+0.15*\sigma_{cp}]*bw*d>(vmin+0.15*\sigma_{cp})*b_w*d$

$V_{Rsd}=0.9*d*A_{sw}/s*fyd*(ctg\alpha+ctg\theta)*sin\alpha$

$V_{Rcd}=0.9*d*b_w*\alpha_c*fcd'*(ctg(\theta)+ctg(\alpha)/(1.0+ctg\theta^2)$

con:

d	altezza utile sezione [mm]
b_w	larghezza minima sezione [mm]
σ_{cp}	tensione media di compressione [N/mmq]
ρ_l	rapporto geometrico di armatura
A_{sw}	area armatuta trasversale [mmq]
s	interasse tra due armature trasversali consecutive [mm]
α_c	coefficiente maggiorativo, funzione di fcd e σ_{cp}

fcd'=0.5*fcd
$k=1+(200/d)^{1/2}$
$vmin=0.035*k^{3/2}*fck^{1/2}$

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 2018 - Approccio 2

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 2018

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
$\gamma_{c'}$	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_{Qifav}	0.00	0.00
Variabili	Sfavorevole	γ_{Qisfav}	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	$\gamma_{\varepsilon fav}$	0.00	0.00
Termici	Sfavorevole	$\gamma_{\varepsilon sfav}$	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_{Qifav}	0.00	0.00
Variabili	Sfavorevole	γ_{Qisfav}	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	$\gamma_{\varepsilon fav}$	0.00	0.00
Termici	Sfavorevole	$\gamma_{\varepsilon sfav}$	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
Transito veicoli	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
Transito veicoli	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

Transito veicoli	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
Transito veicoli	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
Transito veicoli	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Sisma da destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 11 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
Transito veicoli	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
Transito veicoli	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 13 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
Transito veicoli	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
Transito veicoli	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
Transito veicoli	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
Transito veicoli	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
Transito veicoli	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 — Pressione geostatica
I carichi applicati sul terreno sono stati diffusi secondo **angolo di attrito**

Spinta sui piedritti

Attiva [combinazione 1]
Attiva [combinazione 2]
Attiva [combinazione 3]
Attiva [combinazione 4]
Attiva [combinazione 5]
Attiva [combinazione 6]
Attiva [combinazione 7]
Attiva [combinazione 8]
Attiva [combinazione 9]
Attiva [combinazione 10]
Attiva [combinazione 11]
Attiva [combinazione 12]
Attiva [combinazione 13]
Attiva [combinazione 14]
Attiva [combinazione 15]
Attiva [combinazione 16]
Attiva [combinazione 17]

Sisma

Identificazione del sito

Latitudine	44.718972
Longitudine	7.943776

Comune	Monticello D' Alba
Provincia	Cuneo
Regione	Piemonte
Punti di interpolazione del reticolo	15350 - 15351 - 15129 - 15128

Tipo di opera

Tipo di costruzione	Opera ordinaria
Vita nominale	50 anni
Classe d'uso	II - Normali affollamenti e industrie non pericolose
Vita di riferimento	50 anni

Combinazioni SLU

Accelerazione al suolo a_g =	0.48 [m/s^2]
Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (S)	1.60
Coefficiente di amplificazione topografica (St)	1.00
Coefficiente riduzione (β_m)	1.00
Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale	0.50
Coefficiente di intensità sismica orizzontale (percento)	$k_h=(a_g/g*\beta_m*St*Ss)$ = 7.86
Coefficiente di intensità sismica verticale (percento)	$k_v=0.50 * k_h$ = 3.93

Combinazioni SLE

Accelerazione al suolo a_g =	0.25 [m/s^2]
Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (S)	1.60
Coefficiente di amplificazione topografica (St)	1.00
Coefficiente riduzione (β_m)	1.00
Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale	0.50
Coefficiente di intensità sismica orizzontale (percento)	$k_h=(a_g/g*\beta_m*St*Ss)$ = 4.04
Coefficiente di intensità sismica verticale (percento)	$k_v=0.50 * k_h$ = 2.02
Forma diagramma incremento sismico	Rettangolare
Spinta sismica	Mononobe-Okabe
Angolo diffusione sovraccarico	30.00 [°]

Coefficienti di spinta

N°combinazione	Statico	Sismico
1	0.405	0.000
2	0.405	0.000
3	0.405	0.485
4	0.405	0.454
5	0.405	0.485
6	0.405	0.454
7	0.405	0.485
8	0.405	0.454
9	0.405	0.485
10	0.405	0.454
11	0.405	0.000
12	0.405	0.000
13	0.405	0.000
14	0.405	0.445
15	0.405	0.428
16	0.405	0.445
17	0.405	0.428

Discretizzazione strutturale

Numero elementi fondazione	50
Numero elementi piedritto sinistro	64
Numero elementi piedritto destro	64
Numero molle piedritto sinistro	65
Numero molle piedritto destro	65

Analisi della combinazione n° 1

Pressione in calotta(solo peso terreno) 0.0000 [kPa]

Carichi verticali in calotta

Xi	Xj	Q[kPa]
-14.03	20.38	0.0000

Spinte sui piedritti

Piedritto sinistro	Pressione sup. 0.0000 [kPa]	Pressione inf. 48.0423 [kPa]
Piedritto destro	Pressione sup. 0.0000 [kPa]	Pressione inf. 48.0423 [kPa]

Analisi della combinazione n° 2

Pressione in calotta(solo peso terreno) 0.0000 [kPa]

Carichi verticali in calotta

Xi	Xj	Q[kPa]
-14.03	5.20	0.0000
5.20	10.38	27.0000
10.38	20.38	0.0000

Spinte sui piedritti

Piedritto sinistro	Pressione sup. 0.0000 [kPa]	Pressione inf. 48.0423 [kPa]
Piedritto destro	Pressione sup. 0.0000 [kPa]	Pressione inf. 58.6267 [kPa]

Analisi della combinazione n° 3

Pressione in calotta(solo peso terreno) 0.0000 [kPa]

Carichi verticali in calotta

Xi	Xj	Q[kPa]
-14.03	20.38	0.0000

Spinte sui piedritti

Piedritto sinistro	Pressione sup. 0.0000 [kPa]	Pressione inf. 34.1134 [kPa]
Piedritto destro	Pressione sup. 0.0000 [kPa]	Pressione inf. 34.1134 [kPa]

Spinte sismiche sui piedritti

Piedritto sinistro	Pressione sup. 3.3847 [kPa]	Pressione inf. 3.3847 [kPa]

Analisi della combinazione n° 4

Pressione in calotta(solo peso terreno) 0.0000 [kPa]

Carichi verticali in calotta

Xi	Xj	Q[kPa]
-14.03	20.38	0.0000

Spinte sui piedritti

Piedritto sinistro	Pressione sup. 0.0000 [kPa]	Pressione inf. 34.1134 [kPa]
Piedritto destro	Pressione sup. 0.0000 [kPa]	Pressione inf. 34.1134 [kPa]

Spinte sismiche sui piedritti

Piedritto sinistro	Pressione sup. 2.0350 [kPa]	Pressione inf. 2.0350 [kPa]

Analisi della combinazione n° 5

Pressione in calotta(solo peso terreno) 0.0000 [kPa]

Carichi verticali in calotta

Xi	Xj	Q[kPa]
-14.03	5.20	0.0000
5.20	10.38	20.0000
10.38	20.38	0.0000

Spinte sui piedritti

Piedritto sinistro	Pressione sup. 0.0000 [kPa]	Pressione inf. 34.1134 [kPa]
Piedritto destro	Pressione sup. 0.0000 [kPa]	Pressione inf. 41.9536 [kPa]

Spinte sismiche sui piedritti

Piedritto sinistro	Pressione sup. 3.3847 [kPa]	Pressione inf. 3.3847 [kPa]

Analisi della combinazione n° 6

Pressione in calotta(solo peso terreno) 0.0000 [kPa]

Carichi verticali in calotta

Xi	Xj	Q[kPa]
-14.03	5.20	0.0000
5.20	10.38	20.0000
10.38	20.38	0.0000

Spinte sui piedritti

Piedritto sinistro	Pressione sup. 0.0000 [kPa]	Pressione inf. 34.1134 [kPa]
Piedritto destro	Pressione sup. 0.0000 [kPa]	Pressione inf. 41.9536 [kPa]

Spinte sismiche sui piedritti

Piedritto sinistro	Pressione sup. 2.0350 [kPa]	Pressione inf. 2.0350 [kPa]

Analisi della combinazione n° 7

Pressione in calotta(solo peso terreno) 0.0000 [kPa]

Carichi verticali in calotta

Xi	Xj	Q[kPa]
-14.03	20.38	0.0000

Spinte sui piedritti

Piedritto sinistro	Pressione sup. 0.0000 [kPa]	Pressione inf. 34.1134 [kPa]
Piedritto destro	Pressione sup. 0.0000 [kPa]	Pressione inf. 34.1134 [kPa]

Spinte sismiche sui piedritti

Piedritto destro	Pressione sup. 3.3847 [kPa]	Pressione inf. 3.3847 [kPa]

Analisi della combinazione n° 8

Pressione in calotta(solo peso terreno) 0.0000 [kPa]

Carichi verticali in calotta

Xi	Xj	Q[kPa]
-14.03	20.38	0.0000

Spinte sui piedritti

Piedritto sinistro	Pressione sup. 0.0000 [kPa]	Pressione inf. 34.1134 [kPa]
Piedritto destro	Pressione sup. 0.0000 [kPa]	Pressione inf. 34.1134 [kPa]

Spinte sismiche sui piedritti

Piedritto destro	Pressione sup. 2.0350 [kPa]	Pressione inf. 2.0350 [kPa]

Analisi della combinazione n° 9

Pressione in calotta(solo peso terreno) 0.0000 [kPa]

Carichi verticali in calotta

Xi	Xj	Q[kPa]
-14.03	5.20	0.0000
5.20	10.38	20.0000
10.38	20.38	0.0000

Spinte sui piedritti

Piedritto sinistro	Pressione sup. 0.0000 [kPa]	Pressione inf. 34.1134 [kPa]
Piedritto destro	Pressione sup. 0.0000 [kPa]	Pressione inf. 41.9536 [kPa]

Spinte sismiche sui piedritti

Piedritto destro	Pressione sup. 4.8466 [kPa]	Pressione inf. 4.8466 [kPa]

Analisi della combinazione n° 10

Pressione in calotta(solo peso terreno) 0.0000 [kPa]

Carichi verticali in calotta

Xi	Xj	Q[kPa]
-14.03	5.20	0.0000
5.20	10.38	20.0000
10.38	20.38	0.0000

Spinte sui piedritti

Piedritto sinistro	Pressione sup. 0.0000 [kPa]	Pressione inf. 34.1134 [kPa]
Piedritto destro	Pressione sup. 0.0000 [kPa]	Pressione inf. 41.9536 [kPa]

Spinte sismiche sui piedritti

Piedritto destro	Pressione sup. 2.9164 [kPa]	Pressione inf. 2.9164 [kPa]

Analisi della combinazione n° 11

Pressione in calotta(solo peso terreno) 0.0000 [kPa]

Carichi verticali in calotta

Xi	Xj	Q[kPa]
-14.03	5.20	0.0000
5.20	10.38	20.0000
10.38	20.38	0.0000

Spinte sui piedritti

Piedritto sinistro	Pressione sup. 0.0000 [kPa]	Pressione inf. 34.1134 [kPa]
Piedritto destro	Pressione sup. 0.0000 [kPa]	Pressione inf. 41.9536 [kPa]

Analisi della combinazione n° 12

Pressione in calotta(solo peso terreno) 0.0000 [kPa]

Carichi verticali in calotta

Xi	Xj	Q[kPa]
-14.03	5.20	0.0000
5.20	10.38	20.0000
10.38	20.38	0.0000

Spinte sui piedritti

Piedritto sinistro	Pressione sup. 0.0000 [kPa]	Pressione inf. 34.1134 [kPa]
Piedritto destro	Pressione sup. 0.0000 [kPa]	Pressione inf. 41.9536 [kPa]

Analisi della combinazione n° 13

Pressione in calotta(solo peso terreno) 0.0000 [kPa]

Carichi verticali in calotta

Xi	Xj	Q[kPa]

-14.03	5.20	0.0000
5.20	10.38	20.0000
10.38	20.38	0.0000

Spinte sui piedritti

Piedritto sinistro	Pressione sup. 0.0000 [kPa]	Pressione inf. 34.1134 [kPa]
Piedritto destro	Pressione sup. 0.0000 [kPa]	Pressione inf. 41.9536 [kPa]

Analisi della combinazione n° 14

Pressione in calotta(solo peso terreno) 0.0000 [kPa]

Carichi verticali in calotta

Xi	Xj	Q[kPa]
-14.03	5.20	0.0000
5.20	10.38	20.0000
10.38	20.38	0.0000

Spinte sui piedritti

Piedritto sinistro	Pressione sup. 0.0000 [kPa]	Pressione inf. 34.1134 [kPa]
Piedritto destro	Pressione sup. 0.0000 [kPa]	Pressione inf. 41.9536 [kPa]

Spinte sismiche sui piedritti

Piedritto sinistro	Pressione sup. 1.6585 [kPa]	Pressione inf. 1.6585 [kPa]

Analisi della combinazione n° 15

Pressione in calotta(solo peso terreno) 0.0000 [kPa]

Carichi verticali in calotta

Xi	Xj	Q[kPa]
-14.03	5.20	0.0000
5.20	10.38	20.0000
10.38	20.38	0.0000

Spinte sui piedritti

Piedritto sinistro	Pressione sup. 0.0000 [kPa]	Pressione inf. 34.1134 [kPa]
Piedritto destro	Pressione sup. 0.0000 [kPa]	Pressione inf. 41.9536 [kPa]

Spinte sismiche sui piedritti

Piedritto sinistro	Pressione sup. 0.9637 [kPa]	Pressione inf. 0.9637 [kPa]

Analisi della combinazione n° 16

Pressione in calotta(solo peso terreno) 0.0000 [kPa]

Carichi verticali in calotta

Xi	Xj	Q[kPa]
-14.03	5.20	0.0000
5.20	10.38	20.0000
10.38	20.38	0.0000

Spinte sui piedritti

Piedritto sinistro	Pressione sup. 0.0000 [kPa]	Pressione inf. 34.1134 [kPa]
Piedritto destro	Pressione sup. 0.0000 [kPa]	Pressione inf. 41.9536 [kPa]

Spinte sismiche sui piedritti

Piedritto destro	Pressione sup. 2.3806 [kPa]	Pressione inf. 2.3806 [kPa]

Analisi della combinazione n° 17

Pressione in calotta(solo peso terreno) 0.0000 [kPa]

Carichi verticali in calotta

Xi	Xj	Q[kPa]
-14.03	5.20	0.0000
5.20	10.38	20.0000
10.38	20.38	0.0000

Spinte sui piedritti

Piedritto sinistro	Pressione sup. 0.0000 [kPa]	Pressione inf. 34.1134 [kPa]
Piedritto destro	Pressione sup. 0.0000 [kPa]	Pressione inf. 41.9536 [kPa]

Spinte sismiche sui piedritti

Piedritto destro	Pressione sup. 1.3818 [kPa]	Pressione inf. 1.3818 [kPa]

Inviluppo sollecitazioni nodali

Inviluppo sollecitazioni fondazione

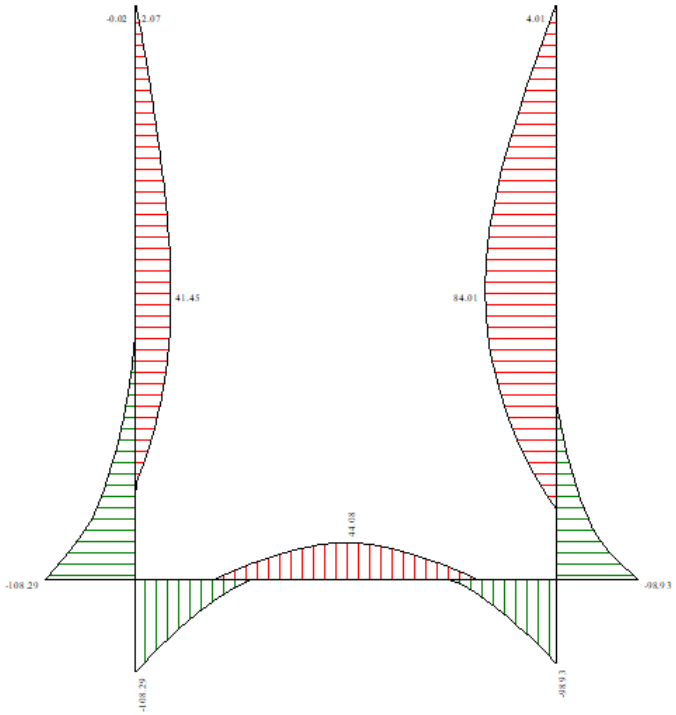
X [m]	M_{min} [kNm]	M_{max} [kNm]	V_{min} [kN]	V_{max} [kN]	N_{min} [kN]	N_{max} [kN]
0.30	-108.29	-61.36	-117.49	-86.60	65.87	115.09
1.46	-4.10	15.20	-57.57	-38.13	67.21	115.09
2.60	25.73	44.08	-2.89	5.50	68.53	115.09
3.74	1.91	15.20	41.97	61.23	67.21	115.09
4.90	-98.93	-61.36	86.56	117.32	65.87	115.09

Inviluppo sollecitazioni piedritto sinistro

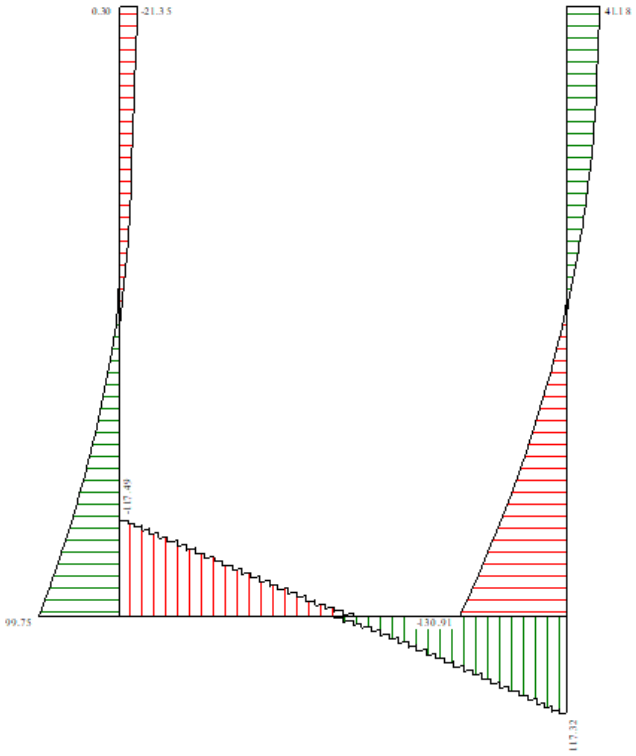
Y [m]	M_{min} [kNm]	M_{max} [kNm]	V_{min} [kN]	V_{max} [kN]	N_{min} [kN]	N_{max} [kN]
0.30	-108.29	-61.36	62.47	99.75	88.75	120.09
3.44	1.54	41.45	-0.83	3.54	44.37	60.05
6.58	0.00	0.00	-21.35	0.30	0.00	0.00

Inviluppo sollecitazioni piedritto destro

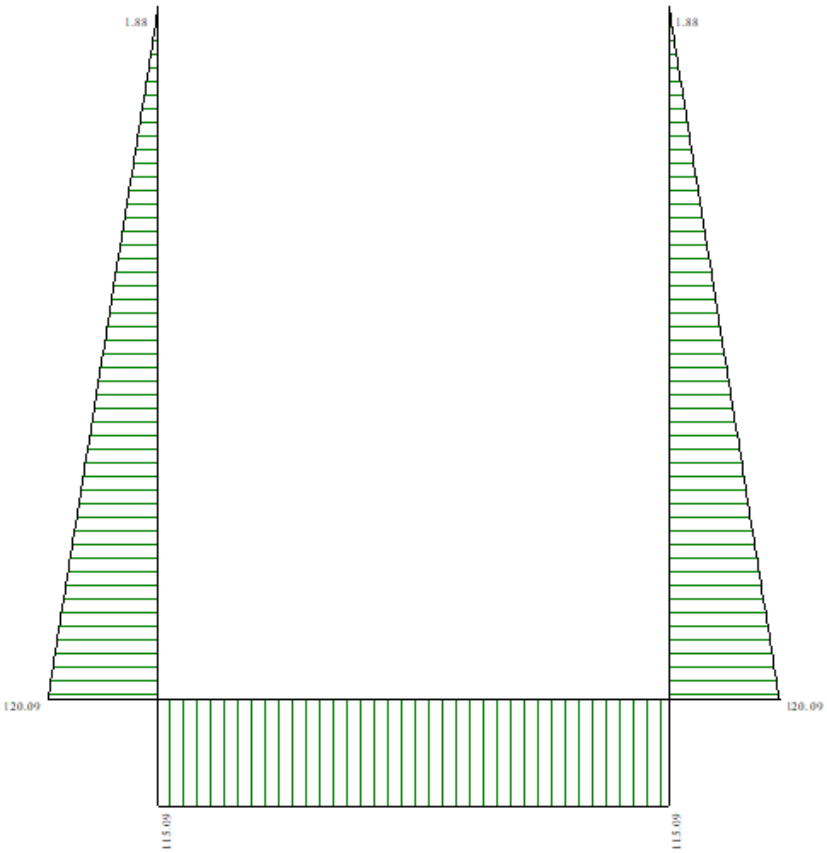
Y [m]	M_{min} [kNm]	M_{max} [kNm]	V_{min} [kN]	V_{max} [kN]	N_{min} [kN]	N_{max} [kN]
0.30	-98.93	-61.36	-130.91	-62.47	88.75	120.09
3.44	8.85	84.01	-1.21	0.85	44.37	60.05
6.58	0.00	0.00	2.02	41.18	0.00	0.00



Inviluppo sollecitazioni di momento flettente [kNm/m]



Inviluppo sollecitazioni di taglio [kN/m]



Inviluppo sollecitazioni di sforzo normale [kN/m]

Inviluppo pressioni terreno

Inviluppo pressioni sul terreno di fondazione

X [m]	σ_{tmin} [kPa]	σ_{tmax} [kPa]
0.30	49	74
1.46	51	71
2.60	51	70
3.74	52	73
4.90	53	75

Inviluppo verifiche stato limite ultimo (SLU)

Verifica sezioni fondazione (Inviluppo)

Base sezione B = 100 cm
Altezza sezione H = 60.00 cm

X	A_{fi}	A_{fs}	CS
0.30	0.00	0.00	0.00
1.46	15.71	15.71	17.72
2.60	15.71	15.71	16.10
3.74	15.71	15.71	16.16
4.90	0.00	0.00	0.00

X	V_{Rd}	V_{Rsd}	V_{Rcd}	A_{sw}
0.30	215.93	0.00	0.00	0.00
1.46	222.27	0.00	0.00	0.00
2.60	222.27	0.00	0.00	0.00
3.74	222.27	0.00	0.00	0.00
4.90	215.93	0.00	0.00	0.00

Verifica sezioni piedritto sinistro (Inviluppo)

Base sezione B = 100 cm
Altezza sezione H = 60.00 cm

Y	A_{fi}	A_{fs}	CS
0.30	0.00	0.00	0.00
3.44	12.72	12.72	9.32
6.58	0.00	0.00	0.00

Y	V_{Rd}	V_{Rsd}	V_{Rcd}	A_{sw}
0.30	219.25	0.00	0.00	0.00
3.44	210.69	0.00	0.00	0.00
6.58	202.13	0.00	0.00	0.00

Verifica sezioni piedritto destro (Inviluppo)

Base sezione B = 100 cm
Altezza sezione H = 60.00 cm

Y	A_{fi}	A_{fs}	CS
0.30	0.00	0.00	0.00
3.44	12.72	12.72	3.95
6.58	0.00	0.00	0.00

Y	V_{Rd}	V_{Rsd}	V_{Rcd}	A_{sw}
0.30	219.25	0.00	0.00	0.00
3.44	210.69	0.00	0.00	0.00
6.58	202.13	0.00	0.00	0.00

Inviluppo verifiche stato limite esercizio (SLE)

Verifica sezioni fondazione (Inviluppo)

Base sezione B = 100 cm
Altezza sezione H = 60.00 cm

X	A_{fi}	A_{fs}	σ_c	σ_{fi}	σ_{fs}
0.30	0.00	0.00	98068	0	0
1.46	15.71	15.71	184	2674	1908
2.60	15.71	15.71	775	10109	17096
3.74	15.71	15.71	244	3486	881
4.90	0.00	0.00	98068	0	0

X	τ_c	A_{sw}
0.30	-190	0.00
1.46	-95	0.00
2.60	4	0.00
3.74	98	0.00
4.90	190	0.00

Verifica sezioni piedritto sinistro (Inviluppo)

Base sezione B = 100 cm
Altezza sezione H = 60.00 cm

Y	A_{fi}	A_{fs}	σ_c	σ_{fi}	σ_{fs}
0.30	0.00	0.00	98068	0	0
3.44	12.72	12.72	655	19845	8267
6.58	0.00	0.00	0	0	0

Y	τ_c	A_{sw}
0.30	154	0.00
3.44	5	0.00
6.58	-25	0.00

Verifica sezioni piedritto destro (Inviluppo)

Base sezione B = 100 cm
Altezza sezione H = 60.00 cm

Y	A_{fi}	A_{fs}	σ_c	σ_{fi}	σ_{fs}
0.30	0.00	0.00	98068	0	0
3.44	12.72	12.72	1776	81714	20938
6.58	0.00	0.00	0	0	0

Y	τ_c	A_{sw}
0.30	-205	0.00
3.44	1	0.00
6.58	66	0.00

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

Analisi e verifiche svolte con l'ausilio di codici di calcolo
Il sottoscritto , in qualità di calcolatore delle opere in progetto, dichiara quanto segue.

Tipo di analisi svolta
L'analisi strutturale e le verifiche sono condotte con l'ausilio di un codice di calcolo automatico. La verifica della sicurezza degli elementi strutturali è stata valutata con i metodi della scienza delle costruzioni.
La struttura viene discretizzata in elementi tipo trave. Per simulare il comportamento del terreno di fondazione e di rinfianco 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 17/01/2018.
La verifica delle sezioni degli elementi strutturali è eseguita con il metodo degli Stati Limite. Le combinazioni di carico adottate sono esaustive relativamente agli scenari di carico più gravosi cui l'opera sarà soggetta.

Origine e caratteristiche dei codici di calcolo

Titolo	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.

ALLEGATO 4 – CAMERA DI ESTRAZIONE MICROTUNNELING – FASE 2

Geometria scatolare

Descrizione:	Scatolare semplice	
Altezza esterna	7.18	[m]
Larghezza esterna	5.20	[m]
Lunghezza mensola di fondazione sinistra	0.00	[m]
Lunghezza mensola di fondazione destra	0.00	[m]
Spessore piedritto sinistro	0.60	[m]
Spessore piedritto destro	0.60	[m]
Spessore fondazione	0.60	[m]
Spessore traverso	0.60	[m]

Caratteristiche strati terreno

Strato di ricoprimento

Descrizione	Terreno di ricoprimento	
Spessore dello strato	0.10	[m]
Peso di volume	18.0000	[kN/mc]
Peso di volume saturo	18.0000	[kN/mc]
Angolo di attrito	22.00	[°]
Coesione	10	[kPa]

Strato di rinfianco

Descrizione	Terreno di rinfianco	
Peso di volume	18.0000	[kN/mc]
Peso di volume saturo	18.0000	[kN/mc]
Angolo di attrito	22.00	[°]
Angolo di attrito terreno struttura	14.67	[°]
Coesione	10	[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	33.00	[°]
Angolo di attrito terreno struttura	22.00	[°]
Coesione	0	[kPa]
Costante di Winkler	490	[kPa/cm]
Tensione limite	196	[kPa]

Falda

Quota falda (rispetto al piano di posa)	6.78	[m]

Caratteristiche materiali utilizzati

Materiale calcestruzzo

R_{ck} calcestruzzo	30000	[kPa]
Peso specifico calcestruzzo	24.5170	[kN/mc]
Modulo elastico E	30976850	[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_{ti}	componente tangenziale del carico distribuito nel punto iniziale
V_{tf}	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 veicoli)

Distr	Terreno	X_i= -5.78	X_f= 10.98	V_{ni}= 20.00	V_{nf}= 20.00		

Condizione di carico n° 8 (Pozzetto pieno)

Distr	Pied_S	Y_i= 0.60	Y_f= 5.18	V_{ni}= -45.80	V_{nf}= 0.00	V_{ti}= 0.00	V_{tf}= 0.00
Distr	Pied_D	Y_i= 0.60	Y_f= 5.18	V_{ni}= 45.80	V_{nf}= 0.00	V_{ti}= 0.00	V_{tf}= 0.00
Distr	Fondaz.	X_i= 0.60	X_f= 4.60	V_{ni}= 45.80	V_{nf}= 45.80	V_{ti}= 0.00	V_{tf}= 0.00

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

$V_{Rd}=[0.18*k*(100.0*\rho_l*fck)^{1/3}/\gamma_c+0.15*\sigma_{cp}]*bw*d>(vmin+0.15*\sigma_{cp})*b_w*d$
$V_{Rsd}=0.9*d*A_{sw}/s*fyd*(ctg\alpha+ctg\theta)*sin\alpha$
$V_{Rcd}=0.9*d*b_w*\alpha_c*fcd'*(ctg(\theta)+ctg(\alpha)/(1.0+ctg\theta^2)$
con:

d	altezza utile sezione [mm]
b_w	larghezza minima sezione [mm]
σ_{cp}	tensione media di compressione [N/mmq]
ρ_l	rapporto geometrico di armatura

A_{sw}	area armatuta trasversale [mmq]
s	interasse tra due armature trasversali consecutive [mm]
α_c	coefficiente maggiorativo, funzione di fcd e σ_{cp}

fcd'=0.5*fcd
$k=1+(200/d)^{1/2}$
$vmin=0.035*k^{3/2}*fck^{1/2}$

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 2018 - Approccio 2

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 2018

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
$\gamma_{c'}$	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_{Qifav}	0.00	0.00
Variabili	Sfavorevole	γ_{Qisfav}	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	$\gamma_{\varepsilon fav}$	0.00	0.00
Termici	Sfavorevole	$\gamma_{\varepsilon sfav}$	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_{Qifav}	0.00	0.00
Variabili	Sfavorevole	γ_{Qisfav}	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	$\gamma_{\varepsilon fav}$	0.00	0.00
Termici	Sfavorevole	$\gamma_{\varepsilon sfav}$	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
Pozzetto pieno	Sfavorevole	1.50	1.00	1.50

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
Pozzetto pieno	Sfavorevole	1.50	1.00	1.50
Spinta falda	Sfavorevole	1.30	1.00	1.30
Transito veicoli	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
Pozzetto pieno	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
Pozzetto pieno	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
Pozzetto pieno	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta falda	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Transito veicoli	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
Pozzetto pieno	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta falda	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Transito veicoli	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
Pozzetto pieno	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
Pozzetto pieno	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
Pozzetto pieno	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta falda	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Transito veicoli	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
Pozzetto pieno	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta falda	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Transito veicoli	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Sisma da destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 11 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
Pozzetto pieno	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta falda	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Transito veicoli	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
Pozzetto pieno	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta falda	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Transito veicoli	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 13 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
Pozzetto pieno	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta falda	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Transito veicoli	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
Pozzetto pieno	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta falda	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Transito veicoli	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
Pozzetto pieno	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta falda	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Transito veicoli	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
Pozzetto pieno	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta falda	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Transito veicoli	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
Pozzetto pieno	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta falda	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Transito veicoli	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 — Pressione geostatica
I carichi applicati sul terreno sono stati diffusi secondo **angolo di attrito**

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]

Sisma

Identificazione del sito

Latitudine	44.718972
Longitudine	7.943776
Comune	Monticello D' Alba
Provincia	Cuneo
Regione	Piemonte
Punti di interpolazione del reticolo	15350 - 15351 - 15129 - 15128

Tipo di opera

Tipo di costruzione	Opera ordinaria
Vita nominale	50 anni
Classe d'uso	II - Normali affollamenti e industrie non pericolose
Vita di riferimento	50 anni

Combinazioni SLU

Accelerazione al suolo a_g =	0.48 [m/s^2]
Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (S)	1.60
Coefficiente di amplificazione topografica (St)	1.00
Coefficiente riduzione (β_m)	1.00
Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale	0.50
Coefficiente di intensità sismica orizzontale (percento)	$k_h=(a_g/g*\beta_m*St*Ss)$ = 7.86
Coefficiente di intensità sismica verticale (percento)	$k_v=0.50 * k_h$ = 3.93

Combinazioni SLE

Accelerazione al suolo a_g =	0.25 [m/s^2]
Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (S)	1.60
Coefficiente di amplificazione topografica (St)	1.00
Coefficiente riduzione (β_m)	1.00
Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale	0.50

Coefficiente di intensità sismica orizzontale (percento)	$k_h=(a_g/g*\beta_m*St*Ss)$ = 4.04
Coefficiente di intensità sismica verticale (percento)	$k_v=0.50 * k_h$ = 2.02
Forma diagramma incremento sismico	Rettangolare
Spinta sismica	Mononobe-Okabe
Angolo diffusione sovraccarico	22.00 [°]

Coefficienti di spinta

N°combinazione	Statico	Sismico
1	0.625	0.000
2	0.625	0.000
3	0.625	0.532
4	0.625	0.497
5	0.625	0.532
6	0.625	0.497
7	0.625	0.532
8	0.625	0.497
9	0.625	0.532
10	0.625	0.497
11	0.625	0.000
12	0.625	0.000
13	0.625	0.000
14	0.625	0.493
15	0.625	0.475
16	0.625	0.493
17	0.625	0.475

Discretizzazione strutturale

Numero elementi fondazione	50
Numero elementi traverso	26
Numero elementi piedritto sinistro	68
Numero elementi piedritto destro	68
Numero molle fondazione	51
Numero molle piedritto sinistro	69
Numero molle piedritto destro	69

Analisi della combinazione n° 1

Pressione in calotta(solo peso terreno) 2.3400 [kPa]

Carichi verticali in calotta

Xi	Xj	Q[kPa]
-15.82	21.02	2.3400

Spinte sui piedritti

Piedritto sinistro	Pressione sup. 0.0000 [kPa]	Pressione inf. 90.7207 [kPa]
Piedritto destro	Pressione sup. 0.0000 [kPa]	Pressione inf. 90.7207 [kPa]

Analisi della combinazione n° 2

Pressione in calotta(solo peso terreno) 2.3400 [kPa]

Carichi verticali in calotta

Xi	Xj	Q[kPa]
-15.82	-5.82	2.3400
-5.82	11.02	29.2104
11.02	21.02	2.3400

Spinte sui piedritti

Piedritto sinistro	Pressione sup. 2.4517 [kPa]	Pressione inf. 53.4680 [kPa]
Piedritto destro	Pressione sup. 2.4517 [kPa]	Pressione inf. 53.4680 [kPa]

Falda

Spinta	293.02[kN]
Sottospinta	86.44[kPa]

Analisi della combinazione n° 3

Pressione in calotta(solo peso terreno) 1.8000 [kPa]

Carichi verticali in calotta

Xi	Xj	Q[kPa]
-15.82	21.02	1.8000

Spinte sui piedritti

Piedritto sinistro	Pressione sup. 0.0000 [kPa]	Pressione inf. 66.1352 [kPa]
Piedritto destro	Pressione sup. 0.0000 [kPa]	Pressione inf. 66.1352 [kPa]

Spinte sismiche sui piedritti

Piedritto sinistro	Pressione sup. 2.3398 [kPa]	Pressione inf. 2.3398 [kPa]

Analisi della combinazione n° 4

Pressione in calotta(solo peso terreno) 1.8000 [kPa]

Carichi verticali in calotta

Xi	Xj	Q[kPa]
-15.82	21.02	1.8000

Spinte sui piedritti

Piedritto sinistro	Pressione sup. 0.0000 [kPa]	Pressione inf. 66.1352 [kPa]
Piedritto destro	Pressione sup. 0.0000 [kPa]	Pressione inf. 66.1352 [kPa]

Spinte sismiche sui piedritti

Piedritto sinistro	Pressione sup. 0.4945 [kPa]	Pressione inf. 0.4945 [kPa]

Analisi della combinazione n° 5

Pressione in calotta(solo peso terreno) 1.8000 [kPa]

Carichi verticali in calotta

Xi	Xj	Q[kPa]
-15.82	-5.82	1.8000

-5.82	11.02	21.7040
11.02	21.02	1.8000

Spinte sui piedritti

Piedritto sinistro	Pressione sup. 0.0000 [kPa]	Pressione inf. 37.0005 [kPa]
Piedritto destro	Pressione sup. 0.0000 [kPa]	Pressione inf. 37.0005 [kPa]

Spinte sismiche sui piedritti

Piedritto sinistro	Pressione sup. 1.1332 [kPa]	Pressione inf. 1.1332 [kPa]

Falda

Spinta	225.40[kN]
Sottospinta	66.49[kPa]

Analisi della combinazione n° 6

Pressione in calotta(solo peso terreno) 1.8000 [kPa]

Carichi verticali in calotta

Xi	Xj	Q[kPa]
-15.82	-5.82	1.8000
-5.82	11.02	21.7040
11.02	21.02	1.8000

Spinte sui piedritti

Piedritto sinistro	Pressione sup. 0.0000 [kPa]	Pressione inf. 37.0005 [kPa]
Piedritto destro	Pressione sup. 0.0000 [kPa]	Pressione inf. 37.0005 [kPa]

Spinte sismiche sui piedritti

Piedritto sinistro	Pressione sup. -0.2943 [kPa]	Pressione inf. -0.2943 [kPa]

Falda

Spinta	225.40[kN]
Sottospinta	66.49[kPa]

Analisi della combinazione n° 7

Pressione in calotta(solo peso terreno) 1.8000 [kPa]

Carichi verticali in calotta

Xi	Xj	Q[kPa]
-15.82	21.02	1.8000

Spinte sui piedritti

Piedritto sinistro	Pressione sup. 0.0000 [kPa]	Pressione inf. 66.1352 [kPa]
Piedritto destro	Pressione sup. 0.0000 [kPa]	Pressione inf. 66.1352 [kPa]

Spinte sismiche sui piedritti
Piedritto destro Pressione sup. 2.3398 [kPa] Pressione inf. 2.3398 [kPa]

Analisi della combinazione n° 8

Pressione in calotta(solo peso terreno) 1.8000 [kPa]

Carichi verticali in calotta

Xi	Xj	Q[kPa]
-15.82	21.02	1.8000

Spinte sui piedritti

Piedritto sinistro Pressione sup. 0.0000 [kPa] Pressione inf. 66.1352 [kPa]
Piedritto destro Pressione sup. 0.0000 [kPa] Pressione inf. 66.1352 [kPa]

Spinte sismiche sui piedritti
Piedritto destro Pressione sup. 0.4945 [kPa] Pressione inf. 0.4945 [kPa]

Analisi della combinazione n° 9

Pressione in calotta(solo peso terreno) 1.8000 [kPa]

Carichi verticali in calotta

Xi	Xj	Q[kPa]
-15.82	-5.82	1.8000
-5.82	11.02	21.7040
11.02	21.02	1.8000

Spinte sui piedritti

Piedritto sinistro Pressione sup. 0.0000 [kPa] Pressione inf. 37.0005 [kPa]
Piedritto destro Pressione sup. 0.0000 [kPa] Pressione inf. 37.0005 [kPa]

Spinte sismiche sui piedritti
Piedritto destro Pressione sup. 1.1332 [kPa] Pressione inf. 1.1332 [kPa]

Falda
Spinta 225.40[kN]
Sottospinta 66.49[kPa]

Analisi della combinazione n° 10

Pressione in calotta(solo peso terreno) 1.8000 [kPa]

Carichi verticali in calotta

Xi	Xj	Q[kPa]
-15.82	-5.82	1.8000
-5.82	11.02	21.7040

11.02	21.02	1.8000

Spinte sui piedritti

Piedritto sinistro	Pressione sup. 0.0000 [kPa]	Pressione inf. 37.0005 [kPa]
Piedritto destro	Pressione sup. 0.0000 [kPa]	Pressione inf. 37.0005 [kPa]

Spinte sismiche sui piedritti

Piedritto destro	Pressione sup. -0.2943 [kPa]	Pressione inf. -0.2943 [kPa]

Falda

Spinta	225.40[kN]
Sottospinta	66.49[kPa]

Analisi della combinazione n° 11

Pressione in calotta(solo peso terreno) 1.8000 [kPa]

Carichi verticali in calotta

Xi	Xj	Q[kPa]
-15.82	-5.82	1.8000
-5.82	11.02	21.7040
11.02	21.02	1.8000

Spinte sui piedritti

Piedritto sinistro	Pressione sup. 0.0000 [kPa]	Pressione inf. 37.0005 [kPa]
Piedritto destro	Pressione sup. 0.0000 [kPa]	Pressione inf. 37.0005 [kPa]

Falda

Spinta	225.40[kN]
Sottospinta	66.49[kPa]

Analisi della combinazione n° 12

Pressione in calotta(solo peso terreno) 1.8000 [kPa]

Carichi verticali in calotta

Xi	Xj	Q[kPa]
-15.82	-5.82	1.8000
-5.82	11.02	21.7040
11.02	21.02	1.8000

Spinte sui piedritti

Piedritto sinistro	Pressione sup. 0.0000 [kPa]	Pressione inf. 37.0005 [kPa]
Piedritto destro	Pressione sup. 0.0000 [kPa]	Pressione inf. 37.0005 [kPa]

Falda

Spinta	225.40[kN]
Sottospinta	66.49[kPa]

Analisi della combinazione n° 13

Pressione in calotta(solo peso terreno) 1.8000 [kPa]

Carichi verticali in calotta

Xi	Xj	Q[kPa]
-15.82	-5.82	1.8000
-5.82	11.02	21.7040
11.02	21.02	1.8000

Spinte sui piedritti

Piedritto sinistro	Pressione sup. 0.0000 [kPa]	Pressione inf. 37.0005 [kPa]
Piedritto destro	Pressione sup. 0.0000 [kPa]	Pressione inf. 37.0005 [kPa]

Falda

Spinta	225.40[kN]
Sottospinta	66.49[kPa]

Analisi della combinazione n° 14

Pressione in calotta(solo peso terreno) 1.8000 [kPa]

Carichi verticali in calotta

Xi	Xj	Q[kPa]
-15.82	-5.82	1.8000
-5.82	11.02	21.7040
11.02	21.02	1.8000

Spinte sui piedritti

Piedritto sinistro	Pressione sup. 0.0000 [kPa]	Pressione inf. 37.0005 [kPa]
Piedritto destro	Pressione sup. 0.0000 [kPa]	Pressione inf. 37.0005 [kPa]

Spinte sismiche sui piedritti

Piedritto sinistro	Pressione sup. -0.4052 [kPa]	Pressione inf. -0.4052 [kPa]

Falda

Spinta	225.40[kN]
Sottospinta	66.49[kPa]

Analisi della combinazione n° 15

Pressione in calotta(solo peso terreno) 1.8000 [kPa]

Carichi verticali in calotta

Xi	Xj	Q[kPa]
-15.82	-5.82	1.8000
-5.82	11.02	21.7040
11.02	21.02	1.8000

Spinte sui piedritti

Piedritto sinistro	Pressione sup. 0.0000 [kPa]	Pressione inf. 37.0005 [kPa]
Piedritto destro	Pressione sup. 0.0000 [kPa]	Pressione inf. 37.0005 [kPa]

Spinte sismiche sui piedritti

Piedritto sinistro	Pressione sup. -1.1377 [kPa]	Pressione inf. -1.1377 [kPa]

Falda

Spinta	225.40[kN]
Sottospinta	66.49[kPa]

Analisi della combinazione n° 16

Pressione in calotta(solo peso terreno) 1.8000 [kPa]

Carichi verticali in calotta

Xi	Xj	Q[kPa]
-15.82	-5.82	1.8000
-5.82	11.02	21.7040
11.02	21.02	1.8000

Spinte sui piedritti

Piedritto sinistro	Pressione sup. 0.0000 [kPa]	Pressione inf. 37.0005 [kPa]
Piedritto destro	Pressione sup. 0.0000 [kPa]	Pressione inf. 37.0005 [kPa]

Spinte sismiche sui piedritti

Piedritto destro	Pressione sup. -0.4052 [kPa]	Pressione inf. -0.4052 [kPa]

Falda

Spinta	225.40[kN]
Sottospinta	66.49[kPa]

Analisi della combinazione n° 17

Pressione in calotta(solo peso terreno) 1.8000 [kPa]

Carichi verticali in calotta

Xi	Xj	Q[kPa]
-15.82	-5.82	1.8000
-5.82	11.02	21.7040
11.02	21.02	1.8000

Spinte sui piedritti

Piedritto sinistro	Pressione sup. 0.0000 [kPa]	Pressione inf. 37.0005 [kPa]
Piedritto destro	Pressione sup. 0.0000 [kPa]	Pressione inf. 37.0005 [kPa]

Spinte sismiche sui piedritti

Piedritto destro Pressione sup. -1.1377 [kPa] Pressione inf. -1.1377 [kPa]

Falda
Spinta 225.40[kN]
Sottospinta 66.49[kPa]

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]
0.30	-180.66	-32.69	-233.31	-117.37	54.53	196.90
1.46	-16.14	68.16	-100.48	-31.70	55.87	196.90
2.60	50.79	85.54	-26.06	36.69	57.19	196.90
3.74	-16.14	68.16	44.41	109.57	55.87	196.90
4.90	-180.66	-32.69	117.37	233.31	54.53	196.90

Inviluppo sollecitazioni traverso

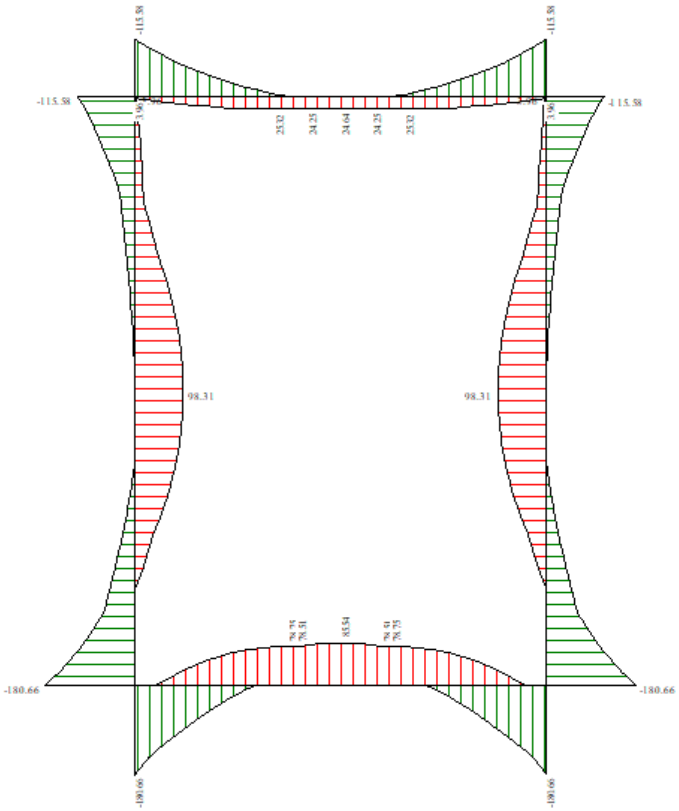
X [m]	M_{min} [kNm]	M_{max} [kNm]	V_{min} [kN]	V_{max} [kN]	N_{min} [kN]	N_{max} [kN]
0.30	-115.58	3.96	27.02	111.17	11.75	107.47
1.51	-20.32	24.14	6.36	52.73	13.15	107.47
2.60	11.28	24.64	-12.28	12.28	14.41	107.47
3.69	-20.32	24.14	-52.73	-6.36	13.15	107.47
4.90	-115.58	3.96	-111.17	-27.02	11.75	107.47

Inviluppo sollecitazioni piedritto sinistro

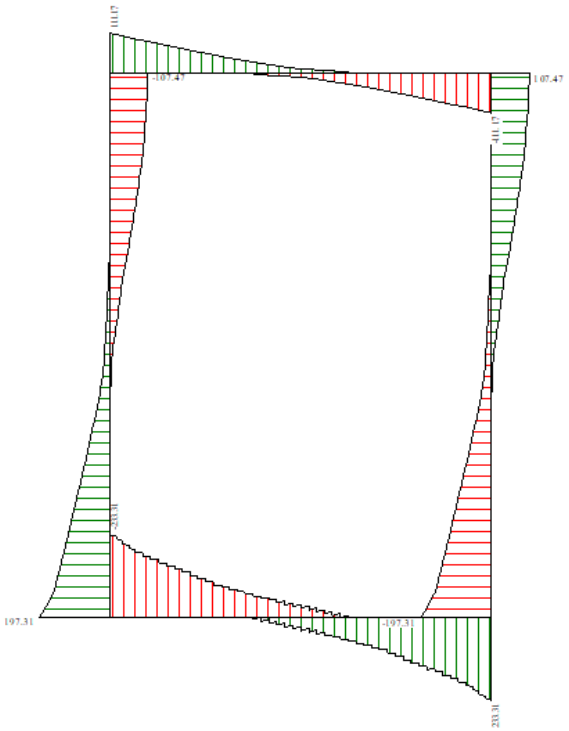
Y [m]	M_{min} [kNm]	M_{max} [kNm]	V_{min} [kN]	V_{max} [kN]	N_{min} [kN]	N_{max} [kN]
0.30	-180.66	-32.69	42.95	197.31	120.67	237.00
3.59	2.23	98.31	-10.48	14.06	74.17	174.08
6.88	-115.58	3.96	-107.47	-11.75	27.02	111.17

Inviluppo sollecitazioni piedritto destro

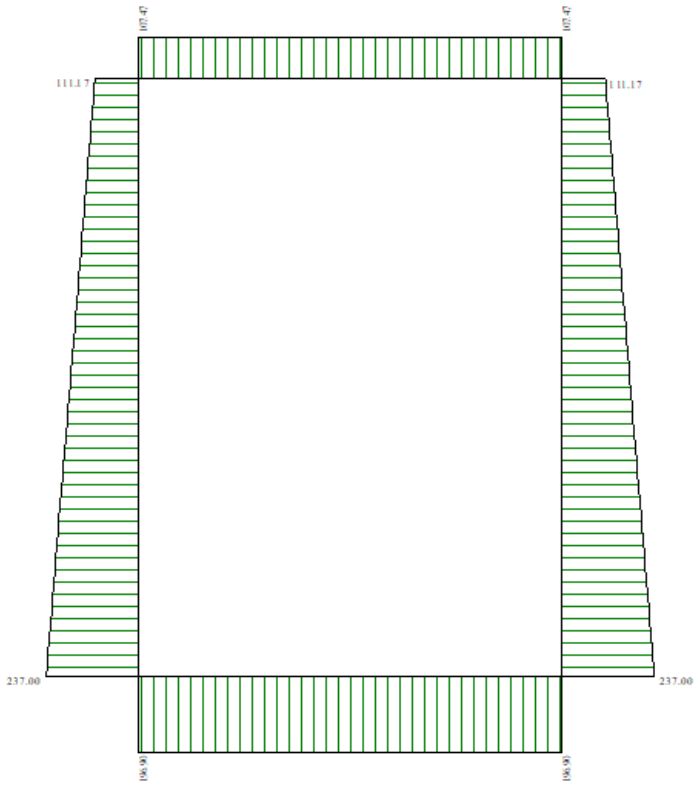
Y [m]	M_{min} [kNm]	M_{max} [kNm]	V_{min} [kN]	V_{max} [kN]	N_{min} [kN]	N_{max} [kN]
0.30	-180.66	-32.69	-197.31	-42.95	120.67	237.00
3.59	2.23	98.31	-14.06	10.48	74.17	174.08
6.88	-115.58	3.96	11.75	107.47	27.02	111.17



Inviluppo sollecitazioni di momento flettente [kNm/m]



Inviluppo sollecitazioni di taglio [kN/m]



Inviluppo sollecitazioni di sforzo normale [kN/m]

Inviluppo pressioni terreno

Inviluppo pressioni sul terreno di fondazione

X [m]	σ_{tmin} [kPa]	σ_{tmax} [kPa]
0.30	40	163
1.46	53	154
2.60	61	150
3.74	53	154
4.90	40	163

Inviluppo verifiche stato limite ultimo (SLU)

Verifica sezioni fondazione (Inviluppo)

Base sezione B = 100 cm
Altezza sezione H = 60.00 cm

X	A_{fi}	A_{fs}	CS
0.30	0.00	0.00	0.00
1.46	15.71	15.71	5.32
2.60	15.71	15.71	5.01
3.74	15.71	15.71	5.01
4.90	0.00	0.00	0.00

X	V_{Rd}	V_{Rsd}	V_{Rcd}	A_{sw}

0.30	212.59	0.00	0.00	0.00
1.46	218.92	0.00	0.00	0.00
2.60	218.92	0.00	0.00	0.00
3.74	218.92	0.00	0.00	0.00
4.90	212.59	0.00	0.00	0.00

Verifica sezioni traverso (Inviluppo)

Base sezione B = 100 cm
Altezza sezione H = 60.00 cm

X	A_{fi}	A_{fs}	CS
0.30	0.00	0.00	0.00
1.51	12.72	12.72	10.13
2.60	12.72	12.72	12.95
3.69	12.72	12.72	10.13
4.90	0.00	0.00	0.00

X	V_{Rd}	V_{Rsd}	V_{Rcd}	A_{sw}
0.30	205.53	0.00	0.00	0.00
1.51	205.53	0.00	0.00	0.00
2.60	205.53	0.00	0.00	0.00
3.69	205.53	0.00	0.00	0.00
4.90	205.53	0.00	0.00	0.00

Verifica sezioni piedritto sinistro (Inviluppo)

Base sezione B = 100 cm
Altezza sezione H = 60.00 cm

Y	A_{fi}	A_{fs}	CS
0.30	0.00	0.00	0.00
3.59	12.72	12.72	5.04
6.88	0.00	0.00	0.00

Y	V_{Rd}	V_{Rsd}	V_{Rcd}	A_{sw}
0.30	227.10	0.00	0.00	0.00
3.59	218.13	0.00	0.00	0.00
6.88	209.17	0.00	0.00	0.00

Verifica sezioni piedritto destro (Inviluppo)

Base sezione B = 100 cm
Altezza sezione H = 60.00 cm

Y	A_{fi}	A_{fs}	CS
0.30	0.00	0.00	0.00
3.59	12.72	12.72	5.04
6.88	0.00	0.00	0.00

Y	V_{Rd}	V_{Rsd}	V_{Rcd}	A_{sw}
0.30	227.10	0.00	0.00	0.00
3.59	218.13	0.00	0.00	0.00
6.88	209.17	0.00	0.00	0.00

Inviluppo verifiche stato limite esercizio (SLE)

Verifica sezioni fondazione (Inviluppo)

Base sezione B = 100 cm
Altezza sezione H = 60.00 cm

X	A_{fi}	A_{fs}	σ_c	σ_{fi}	σ_{fs}
0.30	0.00	0.00	98068	0	0
1.46	15.71	15.71	483	6866	3075
2.60	15.71	15.71	1387	18201	28752
3.74	15.71	15.71	483	6866	3075
4.90	0.00	0.00	98068	0	0

X	τ_c	A_{sw}
0.30	-379	0.00
1.46	-174	0.00
2.60	23	0.00
3.74	186	0.00
4.90	379	0.00

Verifica sezioni traverso (Inviluppo)

Base sezione B = 100 cm
Altezza sezione H = 60.00 cm

X	A_{fi}	A_{fs}	σ_c	σ_{fi}	σ_{fs}
0.30	0.00	0.00	98068	0	0
1.51	12.72	12.72	300	4213	1086
2.60	12.72	12.72	338	2025	4702
3.69	12.72	12.72	300	4213	1086
4.90	0.00	0.00	98068	0	0

X	τ_c	A_{sw}
0.30	181	0.00
1.51	90	0.00
2.60	7	0.00
3.69	-90	0.00
4.90	-181	0.00

Verifica sezioni piedritto sinistro (Inviluppo)

Base sezione B = 100 cm
Altezza sezione H = 60.00 cm

Y	A_{fi}	A_{fs}	σ_c	σ_{fi}	σ_{fs}
0.30	0.00	0.00	98068	0	0
3.59	12.72	12.72	1907	59768	23956
6.88	0.00	0.00	98068	0	0

Y	τ_c	A_{sw}
0.30	317	0.00
3.59	-10	0.00
6.88	-152	0.00

Verifica sezioni piedritto destro (Inviluppo)

Base sezione B = 100 cm
Altezza sezione H = 60.00 cm

Y	A_{fi}	A_{fs}	σ_c	σ_{fi}	σ_{fs}
0.30	0.00	0.00	98068	0	0

3.59	12.72	12.72	1907	59768	23956
6.88	0.00	0.00	98068	0	0

Y	τ_c	A_{sw}
0.30	-317	0.00
3.59	10	0.00
6.88	152	0.00

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

Analisi e verifiche svolte con l'ausilio di codici di calcolo
Il sottoscritto , in qualità di calcolatore delle opere in progetto, dichiara quanto segue.

Tipo di analisi svolta
L'analisi strutturale e le verifiche sono condotte con l'ausilio di un codice di calcolo automatico. La verifica della sicurezza degli elementi strutturali è stata valutata con i metodi della scienza delle costruzioni.
La struttura viene discretizzata in elementi tipo trave. Per simulare il comportamento del terreno di fondazione e di rinfianco 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 17/01/2018.
La verifica delle sezioni degli elementi strutturali è eseguita con il metodo degli Stati Limite. Le combinazioni di carico adottate sono esaustive relativamente agli scenari di carico più gravosi cui l'opera sarà soggetta.

Origine e caratteristiche dei codici di calcolo

Titolo	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.