

**SGC Grosseto Fano (E78).
Tratto Nodo di Arezzo (S. Zeno) - Selci Lama (E45).
Adeguamento a 4 corsie del tratto Le Ville - Selci Lama (E45).
Lotto 7.**

PROGETTO DEFINITIVO

PG 364

ANAS - DIREZIONE PROGETTAZIONE E REALIZZAZIONE LAVORI

| | | |
|--|--|---|
| <p>IL GEOLOGO <i>Dott. Geol. Salvatore Marino</i> Ordine dei geologi della Regione Lazio n. 1069</p> | <p>PROGETTISTI SPECIALISTICI <i>Ing. Ambrogio Signorelli</i> Ordine Ingegneri Provincia di Roma n. A35111</p> | <p>PROGETTAZIONE ATI: (Mandataria) GP INGENGERIA <i>GESTIONE PROGETTI INGENGERIA srl</i></p> <p>(Mandante)</p> <p>(Mandante) cooprogetti</p> <p>(Mandante) engeko</p> <p>(Mandante) AIM <i>Studio di Architettura e Ingegneria Moderna</i></p> |
| <p>COORDINATORE PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE <i>Arch. Santo Salvatore Vermiglio</i> Ordine Architetti Provincia di Reggio Calabria n. 1270</p> | <p><i>Ing. Moreno Panfili</i> Ordine Ingegneri Provincia di Perugia n. A2657</p> | |
| <p>L'ARCHEOLOGO <i>Dott.ssa Maria Grazia Liseno</i> Elenco MIBACT n. 1646</p> | <p><i>Ing. Claudio Muller</i> Ordine Ingegneri Provincia di Roma n. 15754</p> | |
| <p>VISTO: IL RESP. DEL PROCEDIMENTO <i>Ing. Michele Consumini</i></p> | <p><i>Ing. Giovanni Suraci</i> Ordine Ingegneri Provincia di RC n. A2895</p> | <p>IL PROGETTISTA RESPONSABILE DELL'INTEGRAZIONE DELLE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE. (DPR207/10 ART 15 COMMA 12): <i>Dott. Ing. GIORGIO GUIDUCCI</i> Ordine Ingegneri Provincia di Roma n. 14035</p> |
| <p>VISTO: IL RESP. DEL PROGETTO <i>Arch. Pianif. Marco Colazza</i></p> | <p><i>Ing. Giuseppe Resta</i> Ordine Ingegneri Provincia di Roma n. 20629</p> | |

OPERE D'ARTE MAGGIORI

Galleria Artificiale – Elaborati generali

Relazione di calcolo pareti frontali d'imbocco – galleria Citerna

| | | | | | | | |
|------------------------|--|-------------------|-----------------------------|---------------|-------------|------------------|--------------|
| CODICE PROGETTO | | | NOME FILE | | | REVISIONE | SCALA |
| COMP. | PROGETTO | LIV. ANNO N.PROG. | TOOGA00OSTRE07A | | | | |
| DP | LO702G | D2110 | T O O G A 0 0 O S T R E 0 7 | | | A | - |
| D | | | | | | | |
| C | | | | | | | |
| B | | | | | | | |
| A | Emisione per Istr. ANAS Prot. CDG.U.0439522 23-05-2024 | Giugno '24 | A. Amoruso | A. Signorelli | G. Guiducci | | |
| REV. | DESCRIZIONE | DATA | REDATTO | VERIFICATO | APPROVATO | | |

INDICE

| | | |
|---------|--|----|
| 1 | PREMESSA..... | 2 |
| 2 | NORMATIVA | 5 |
| 3 | CARATTERISTICHE DEI MATERIALI | 6 |
| 4 | DESCRIZIONE DELLE OPERE | 9 |
| 5 | CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA..... | 10 |
| 6 | CRITERI DI VERIFICA | 12 |
| 7 | ANALISI..... | 15 |
| 7.1 | STABILITA' DEL CORPI DI FRANA | 15 |
| 7.2 | VERIFICA DELLA PARETE FRONTALE DI IMBOCCO..... | 19 |
| 7.2.1 | Carichi..... | 20 |
| 7.2.1.1 | Spinta del terreno | 20 |
| 7.2.1.2 | Carichi sismici | 20 |
| 7.2.2 | Rigidezza equivalente delle paratie | 25 |
| 7.2.3 | Ancoraggi..... | 28 |
| 7.2.4 | Risultati | 28 |
| 7.2.5 | Verifiche strutturali | 39 |
| 7.2.5.1 | Pali | 39 |
| 7.2.5.2 | Ancoraggi..... | 43 |
| 7.2.6 | Verifiche geotecniche..... | 46 |
| 8 | ALLEGATI..... | 48 |

1 PREMESSA

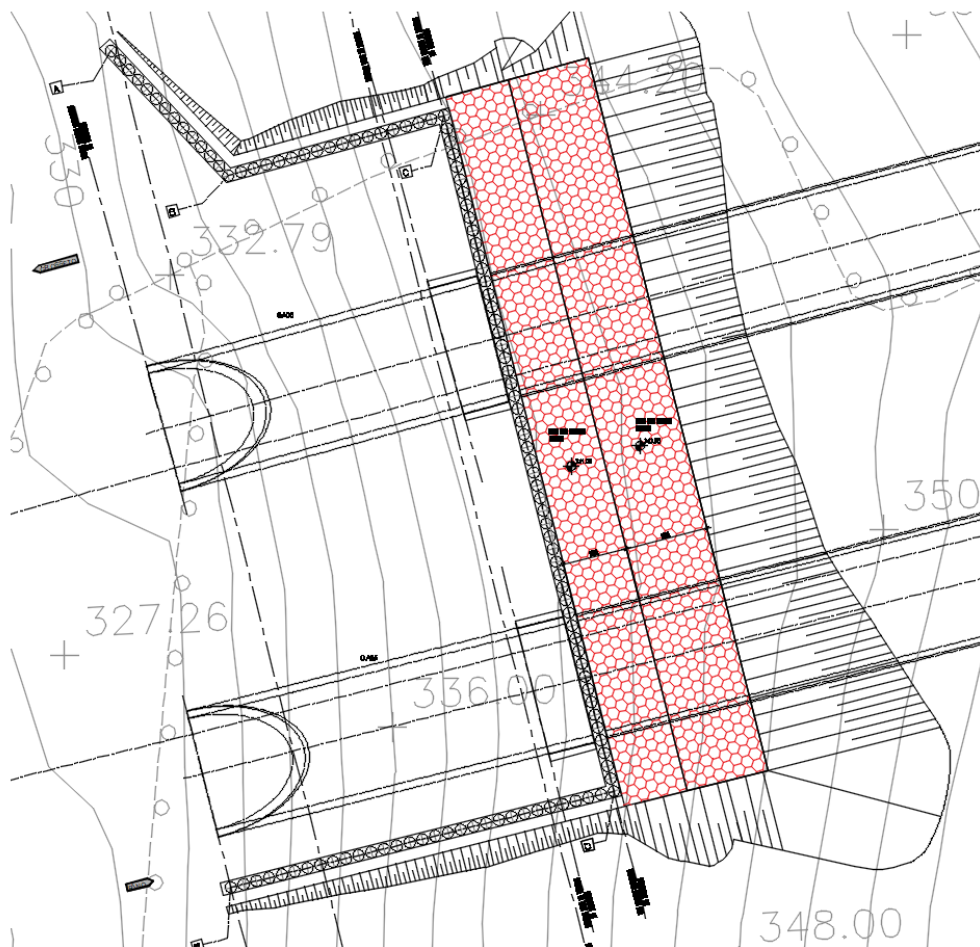
Nell'ambito della progettazione definitiva "SGC Grosseto Fano (E78). Tratto Nodo di Arezzo (S. Zeno) – Selci Lama (E45), Adeguamento A 4 Corsie Del Tratto Le Ville - Selci Lama (E45), Lotto 7" è prevista la realizzazione della galleria naturale "Citerna".

Nella presente relazione sono riportati il dimensionamento, le analisi e le verifiche degli interventi in corrispondenza delle paratie frontali di imbocco degli imbocchi GA05, GA06, GA07, GA08.

Per le suddette parti d'opera si prevede la realizzazione di un importante consolidamento a tergo della paratia di imbocco, costituito da pali plastici.

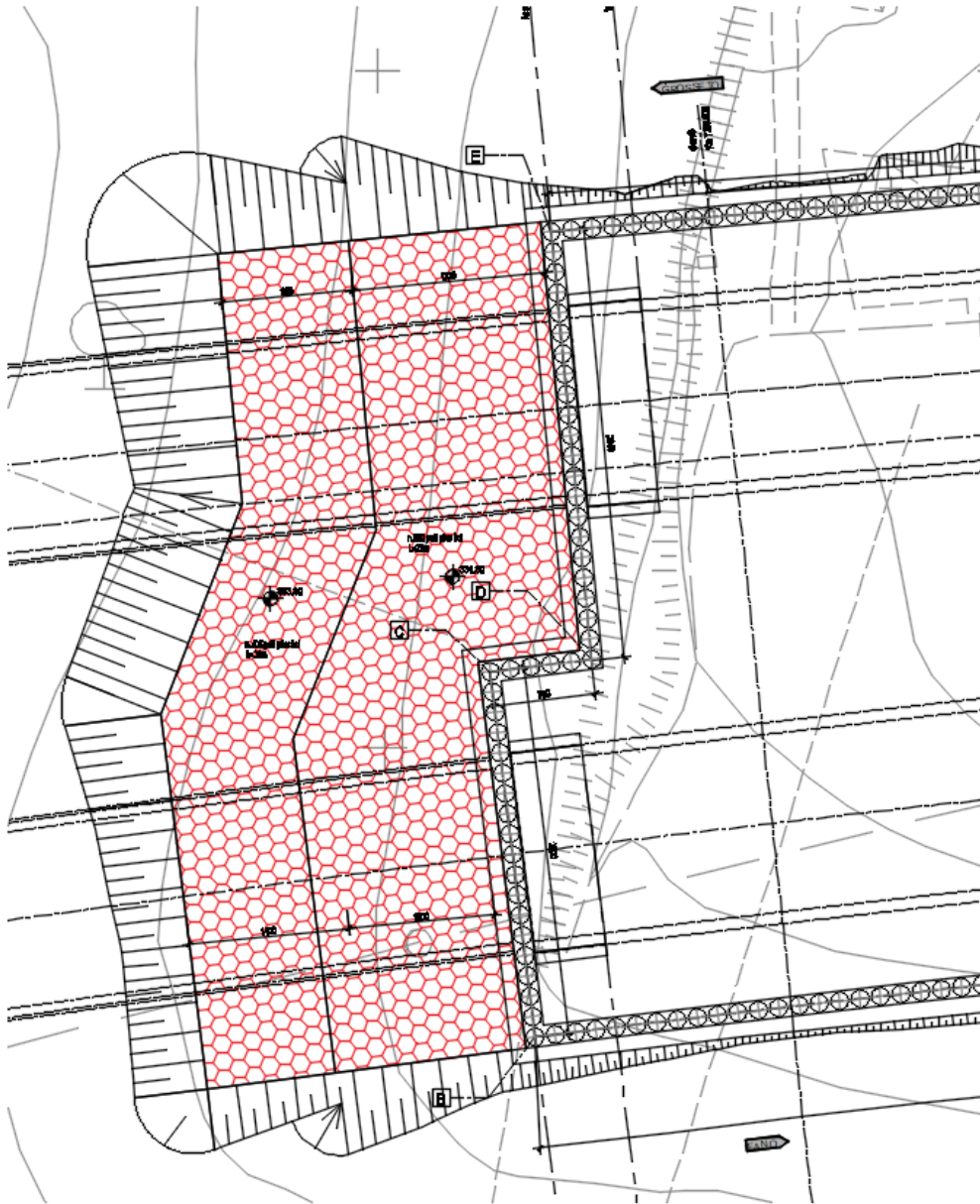
Tale intervento è necessario per consentire gli scavi con TBM-EPB di grande diametro a ridosso delle zone di imbocco, in cui la combinazione di basse coperture e ridotto confinamento del terreno rendono difficoltoso l'impiego di adeguate pressioni in camera di scavo.

Di seguito la vista planimetrica degli interventi.



Stralcio planimetrico intervento GA05-06

PROGETTAZIONE ATI:

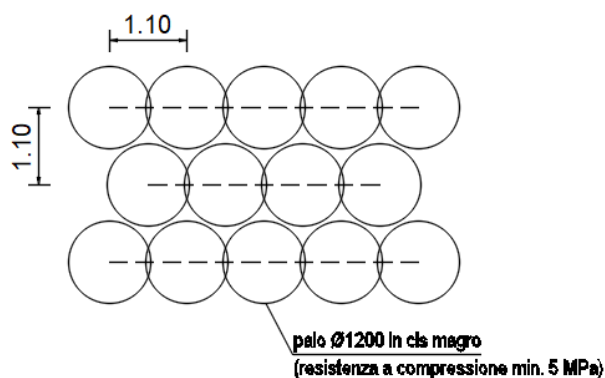


Stralcio planimetrico intervento GA07-08

Sono previsti pali di diametro 1200mm disposti su maglia a quinconce con interasse longitudinale e trasversale pari a 1,1m.

PROGETTAZIONE ATI:

MAGLIA PALI PLASTICI



Maglia pali plastici

Per i pali plastici sono previste lunghezze pari a 22-24 m per le GA05-06 e 29-31 m per le GA07-08.

2 NORMATIVA

Le verifiche statiche e la redazione della presente relazione sono state eseguite in conformità alle leggi e ai decreti di carattere generale, assunti come riferimento:

- *Decreto 17 gennaio 2018 del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti: Aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni";*
- *Circolare 21 gennaio 2019 – n.7 C.S.LL.PP. – del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti: Istruzioni per l'applicazione dell'«Aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni"» di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018;*
- *CNR - DT-203/2006 – "Istruzioni per la Progettazione, l'Esecuzione ed il Controllo di Strutture di Calcestruzzo Armato con Barre di Materiale Composito Fibrorinforzato"*

PROGETTAZIONE ATI:

3 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

CALCESTRUZZO DEL CORDOLO UNIFORME UNI EN 206-1

Si utilizzerà un calcestruzzo con classe di resistenza a compressione C28/35, confezionato in modo tale da garantire le prestazioni minime richieste per le classi di esposizione XC2 (come definite dalla Norma ENV 206-1 UNI 11104/04). La classe di consistenza è S4. Lo spessore minimo del copriferro è stato determinato in accordo alle indicazioni fornite dall'EUROCODICE 2-UNI ENV 1992 in funzione delle classi di esposizione ambientali.

- | | |
|--|---|
| - $f_{ck} = 28 \text{ MPa}$ | resistenza cilindrica caratteristica |
| - $\gamma_c = 1.5$ | coefficiente parziale per SLU |
| - $\alpha_{cc} = 0.85$ | effetto dei carichi a lunga durata |
| - $f_{cd} = \alpha_{cc} f_{ck} / \gamma_c = 15.87 \text{ MPa}$ | resistenza cilindrica di calcolo |
| - $f_{cm} = f_{ck} + 8 = 36 \text{ MPa}$ | resistenza cilindrica media |
| - $f_{ctm} = 0.3 f_{ck}^{2/3} = 2.77 \text{ MPa}$ | resistenza media a trazione |
| - $f_{ctk} = 0.7 f_{ctm} = 1.94 \text{ MPa}$ | resistenza caratteristica a trazione |
| - $f_{cfm} = 1.2 f_{ctm} = 3.32 \text{ MPa}$ | resistenza media a trazione per flessione |
| - $f_{ctd} = f_{ctk} / \gamma_c = 1.29 \text{ MPa}$ | resistenza di calcolo a trazione |
| - $E_{cm} = 22000 (f_{cm} / 10)^{0.3} = 32\ 300 \text{ MPa}$ | modulo elastico istantaneo |
| - $\gamma_{cls} = 25 \text{ kN/m}^3$ | peso per unità di volume |

CALCESTRUZZO MAGRO

- Calcestruzzo confezionato con dosaggio cemento 150 kg/m^3

MALTA CEMENTIZIA PER INIEZIONE DEI TIRANTI

- | | |
|---|--------------------------------------|
| - Classe di resistenza minima: C20/25 | |
| - Rapporto acqua-cemento ≤ 0.50 | |
| - Additivi fluidificanti ed acceleranti di presa | |
| - $f_{ck} = 20 \text{ MPa}$ | resistenza cilindrica caratteristica |
| - $\gamma_c = 1.5$ | coefficiente parziale per SLU |
| - $f_{ctm} = 0.3 f_{ck}^{2/3} = 2.21 \text{ MPa}$ | resistenza a trazione media |
| - $f_{ctk} = 0.7 f_{ctm} = 1.55 \text{ MPa}$ | resistenza a trazione caratteristica |

SPRITZ BETON CONFORME UNI EN 206-1

- Classe di resistenza minima: C25/30
- Classe di esposizione: XC2

PROGETTAZIONE ATI:

MALTA CEMENTIZIA PER GETTO DEI PALI

- Classe di resistenza minima: C25/30
- Rapporto acqua-cemento: 0.50-0.70
- Additivi fluidificanti ed acceleranti di presa

ACCIAIO PER CEMENTO ARMATO B450C

Si utilizzeranno barre in acciaio ad aderenza migliorata tipo B450C saldabile controllato in stabilimento, pertanto nei calcoli statici saranno assunti i seguenti parametri:

- | | |
|--|--|
| - $f_{yk} = 450$ MPa | tensione caratteristica di snervamento |
| - $f_{tk} = 540$ MPa | tensione caratteristica di rottura |
| - $\gamma_s = 1.15$ | coefficiente parziale per SLU |
| - $f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s = 391.3$ MPa | tensione di calcolo di snervamento |
| - $E_s = 210\,000$ MPa | modulo elastico |
| - $\epsilon_{yd} = f_{yd} / E_s = 1.863\%$ | deformazione ultima di snervamento |
| - $\epsilon_{uk} = 7.5\%$ | deformazione caratteristica uniforme |
| - $\epsilon_{ud} = 0.9 \epsilon_{uk} = 6.75\%$ | deformazione ultima uniforme |
| - $\gamma_{steel} = 78.5$ kN/m ³ | peso per unità di volume |

RETE ELETTRICALI

- acciaio B450C
- maglia 20x20 cm

ACCIAIO PER PROFILATI E PIASTRE S355 JR

- | | |
|--|--|
| - $\gamma_M = 1.05$ | coefficiente parziale per SLU |
| - $f_{tk} = 510$ MPa | tensione caratteristica di rottura |
| - $f_{yk} = 355$ MPa | tensione caratteristica di snervamento |
| - $f_{yd} = f_{yk} / \gamma_M = 338$ MPa | tensione di calcolo di snervamento |
| - $E_s = 210\,000$ MPa | modulo elastico |

ACCIAIO ARMONICO PER TIRANTI IN TREFOLI DA 0.6"

- | | |
|-----------------------------|---|
| - $f_{ptk} \geq 1860$ MPa | tensione caratteristica di rottura |
| - $f_{p(1)k} \geq 1670$ MPa | tensione caratteristica all'1% di deformazione totale |
| - $\gamma_s = 1.15$ | coefficiente parziale per SLU |
| - $E_s = 210\,000$ MPa | modulo elastico |

PROGETTAZIONE ATI:

BARRE IN VETRORESINA REALIZZATE CON RESINA DI VINILESTERE E FIBRE DI VETRO E-CR CON SUPERFICE NERVATA AD ADERENZA MIGLIORATA, PER L'UTILIZZO PERMANENTE REGOLATO SECONDO LE NORME CNR DT-203/2006

- *Tensione caratteristica di rottura $f_{tk} \geq 650$ MPa*
- *Modulo elastico $E \geq 40000$ MPa*

PALI PLASTICI

- *Resistenza a compressione minima misurata su campioni cilindrici 5 MPa*

PROGETTAZIONE ATI:

4 DESCRIZIONE DELLE OPERE

Le opere di sostegno in corrispondenza delle paratie frontali degli imbocchi GA05, GA06, GA07, GA08 della galleria naturale Citerna saranno realizzate mediante paratie di pali $\phi 1200$ mm – interasse 1,40m, di lunghezza pari a 28m per la GA05-06 e 32 per la GA07-08. La paratia è sormontata da un cordolo in c.a. per tutto il suo sviluppo, avente dimensioni 140x140 cm.

L'altezza di scavo massima è pari a:

- GA05-06: circa 19 m per la temporanea realizzazione della culla di alloggio della TBM, con successivo parziale ritombamento e prosecuzione delle lavorazioni con altezza della paratia fuori terra pari a 16 m.
- GA07-08: circa 22 m per la temporanea realizzazione della culla di alloggio della TBM, con successivo parziale ritombamento e prosecuzione delle lavorazioni con altezza della paratia fuori terra pari a 19,2 m.

Come descritto nella premessa, a tergo delle palificate sono presenti interventi di consolidamento con pali plastici diametro 1200mm e lunghezze pari a 22-24 m per la GA05-06 e 29-31 m per la GA07-08.

5 CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA

Per il dettaglio dell'inquadramento geologico-geotecnico si rimanda alla relazione geotecnica. Le diverse unità geotecniche presenti in sito ed i relativi parametri geotecnici, sono riassunti nella successiva tabella.

Lato Ovest (GA05-06):

Parametri di calcolo del modello geotecnico considerato

| Unità geotecnica | γ [kN/m ³] | c' [kPa] | φ' [°] | E [MPa] |
|------------------|-------------------------------|------------|----------------|---------|
| UG3 | 19 | 0 | 30 | 30 |
| UG6 | 19 | 0 | 18 | 15 |
| UG7a | 19 | 0 | 38 | 50 |
| UG8 | 19 | 0 | 38 | 40 |

Si rileva la presenza di falda a circa 20 m di profondità.

Lato Est (GA07-08):

Parametri di calcolo del modello geotecnico considerato

| Unità geotecnica | γ [kN/m ³] | c' [kPa] | φ' [°] | E [MPa] |
|------------------|-------------------------------|------------|----------------|---------|
| UG6 | 19 | 0 | 18 | 15 |
| UG9 | 19 | 20 | 26 | 40 |

Si rileva la presenza di falda a circa 8 m di profondità.

L'unità UG6, presente su ambo i lati, è riferita alla presenza di dissesti.

Per quanto riguarda la caratterizzazione della porzione di terreno interessata da intervento di consolidamento, si adotta il seguente approccio. Si considera per la singola colonna un angolo di attrito pari a $\phi = 32^\circ$; per ricavare la coesione equivalente si impiega la seguente:

$$c' = R \frac{\sigma_c}{2} \sqrt{k_a}$$

in cui:

R: rapporto tra area trattata e area totale, pari, per la geometria considerata, a 0.8

σ_c : resistenza a compressione cilindrica di calcolo della colonna consolidata, pari a $5/1.5 = 3.33$ MPa

k_a : coefficiente di spinta attiva

si ottiene:

$$c = 740 \text{ kPa}$$

a tale valore si applica un coefficiente di sicurezza FS = 2.0 per ottenere quindi il valore caratteristico della coesione successivamente impiegato nelle verifiche:

$$c_k = 350 \text{ kPa}$$

6 CRITERI DI VERIFICA

Ai fini del dimensionamento geotecnico e strutturale ai sensi del D.M. 2018 sono stati considerati i seguenti stati limite:

SLU di tipo geotecnico (GEO)

- collasso per rotazione intorno ad un punto dell'opera (atto di moto rigido);
- sfilamento di uno o più ancoraggi;

SLU di tipo strutturale (STR)

- raggiungimento della resistenza in uno o più ancoraggi;
- raggiungimento della resistenza in uno o più puntoni o di sistemi di contrasto;
- raggiungimento della resistenza strutturale della paratia.

Le verifiche sono effettuate secondo le seguenti combinazioni di coefficienti:

- combinazione 1 (A1+M1+R1);
- combinazione 2 (A2+M2+R1).

Al paragrafo 7.11.6.3.2 de DM 17/01/2018 si specifica che per le paratie devono essere soddisfatte le condizioni di sicurezza nei confronti dei possibili stati limiti ultimi (SLV) verificando il rispetto della condizione [6.2.1] con i coefficienti di sicurezza parziali prescritti al paragrafo 7.11.1. Quindi, le verifiche agli stati limite ultimi in presenza di azioni sismiche devono essere eseguite ponendo pari a 1 i coefficienti parziali sulle azioni e sui parametri geotecnici e con i coefficienti γ_R del gruppo R1 pari all'unità. Le prescrizioni relative alle verifiche in condizioni sismiche corrispondono agli approcci indicati con:

- EQK (GEO)
- EQK (STR)

Nel presente caso, così come previsto dalla Circolare dell'11 febbraio 2019 §C6.5.3.1.2, il collasso per rotazione intorno a un punto dell'opera, inteso come uno stato limite in cui si raggiungano le condizioni di equilibrio limite del terreno interagente con l'opera e che sia cinematicamente possibile un atto di moto rigido intorno alla paratia, non può verificarsi in quanto presenti più livelli di vincolo. Dunque saranno verificati esclusivamente gli stati limite riguardanti lo sfilamento degli

PROGETTAZIONE ATI:

ancoraggi e la stabilità globale dell'insieme terreno-opera (valutata secondo l'Approccio 1 – Combinazione 2 [A2+M2+R2]).

In accordo con il §6.5.2.2 delle NTC2018, in fase di calcolo, la quota di fondo scavo è stata ulteriormente diminuita di una quantità pari almeno al minore dei seguenti valori:

- 10% dell'altezza di terreno da sostenere nel caso di opere a sbalzo;
- 10% della differenza di quota tra il livello inferiore di contrasto e quella il fondo scavo;
- 0.50 m.

Le verifiche SLU sono state eseguite considerando le combinazioni di coefficienti parziali riportati nelle tabelle seguenti.

Coefficienti moltiplicativi maggiorativi delle azioni, utilizzati nelle verifiche allo SLU

| Carichi | Effetto | Coefficiente parziale | Combinazioni statiche | |
|------------|-------------|-----------------------|-----------------------|----------|
| | | | A1 (STR) | A2 (GEO) |
| Permanenti | Favorevole | γ_G | 1.00 | 1.00 |
| | Sfavorevole | | 1.30 | 1.00 |
| Variabili | Favorevole | γ_Q | 0.00 | 0.00 |
| | Sfavorevole | | 1.50 | 1.30 |

Coefficienti moltiplicativi riduttivi dei parametri geotecnici del terreno, utilizzati nelle verifiche allo SLU

| Parametro | | Coefficiente parziale | Combinazioni statiche | |
|--|-----------------|-----------------------|-----------------------|------|
| | | | M1 | M2 |
| Tangente dell'angolo di resistenza al taglio | $\tan \varphi'$ | $\gamma_{\varphi'}$ | 1.00 | 1.25 |
| Coesione efficace | c' | $\gamma_{c'}$ | 1.00 | 1.25 |
| Resistenza a taglio non drenata | c_u | γ_{c_u} | 1.00 | 1.40 |
| Peso dell'unità di volume | γ | γ_γ | 1.00 | 1.00 |

Le verifiche degli stati limite ultimi in presenza di azioni sismiche devono essere eseguite ponendo pari a 1 i coefficienti parziali sulle azioni e sui parametri geotecnici.

In riferimento alla combinazione A1+M1+R3 (specificata per i tiranti), la verifica può essere effettuata tenendo conto dei coefficienti parziali riduttivi della resistenza degli ancoraggi riportati nella tabella seguente (in accordo con il paragrafo 6.6.2 delle NTC2018 tabella 6.6.I).

Coefficienti parziali per la resistenza degli ancoraggi

| Tipo di ancoraggio | Coefficiente parziale |
|--------------------|-----------------------|
| Temporaneo | $\gamma_R = 1.10$ |
| Permanente | $\gamma_R = 1.20$ |

7 ANALISI

7.1 STABILITA' DEL CORPI DI FRANA

Si sono innanzitutto svolte analisi per verificare che gli scavi provvisori necessari per realizzare il consolidamento in pali plastici siano compatibili con la presenza dei dissesti ed in che misura il consolidamento possa essere efficace nella mitigazione del rischio.

Dagli elaborati relativi agli studi geologici si evince che i due dissesti in corrispondenza dei due imbocchi presentano simili caratteristiche in termini di profondità e stato di attività (quiescenti). Tuttavia, la frana lato Ovest investe in maniera più pesante l'imbocco.

Inoltre, l'intervento in pali plastici progettato per affrontare lo scavo in TBM in corrispondenza dell'imbocco presenta all'imbocco Ovest dimensioni inferiori rispetto all'imbocco Est.

Per tali motivi, si riportano di seguito le analisi di stabilità relative all'imbocco Ovest (GA05-06).

In tale area la soggiacenza della falda, nella sua posizione caratteristica, non raggiunge gli spessori di coltre in frana. Il meccanismo di scivolamento si innesca molto probabilmente in concomitanza di eventi meteorologici intensi, che possono influenzare il regime delle pressioni neutre.

Si è quindi determinato il valore di angolo di attrito operativo, tramite backanalysis, che soddisfi le due condizioni:

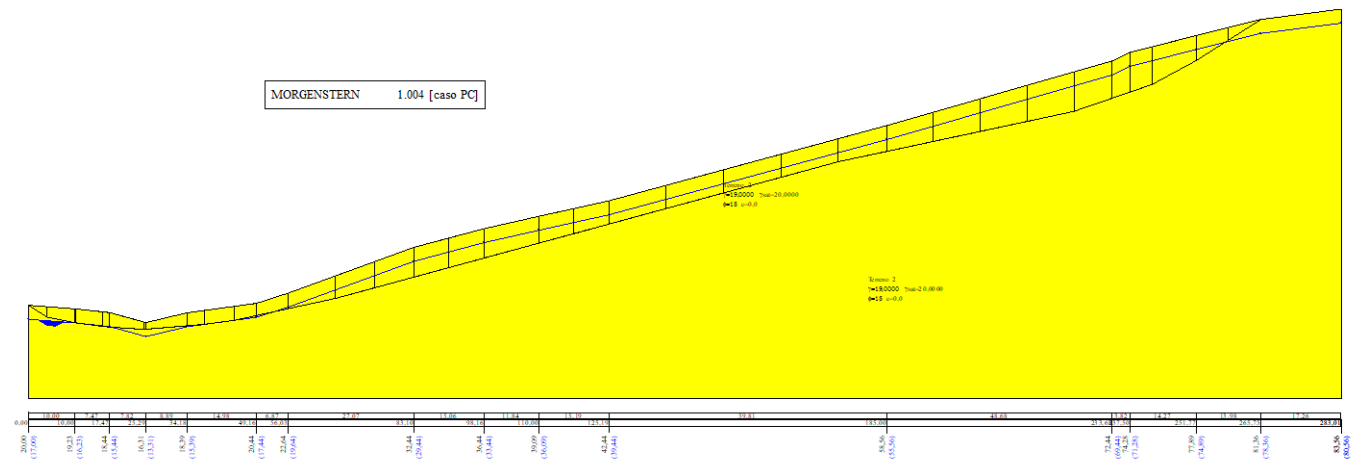
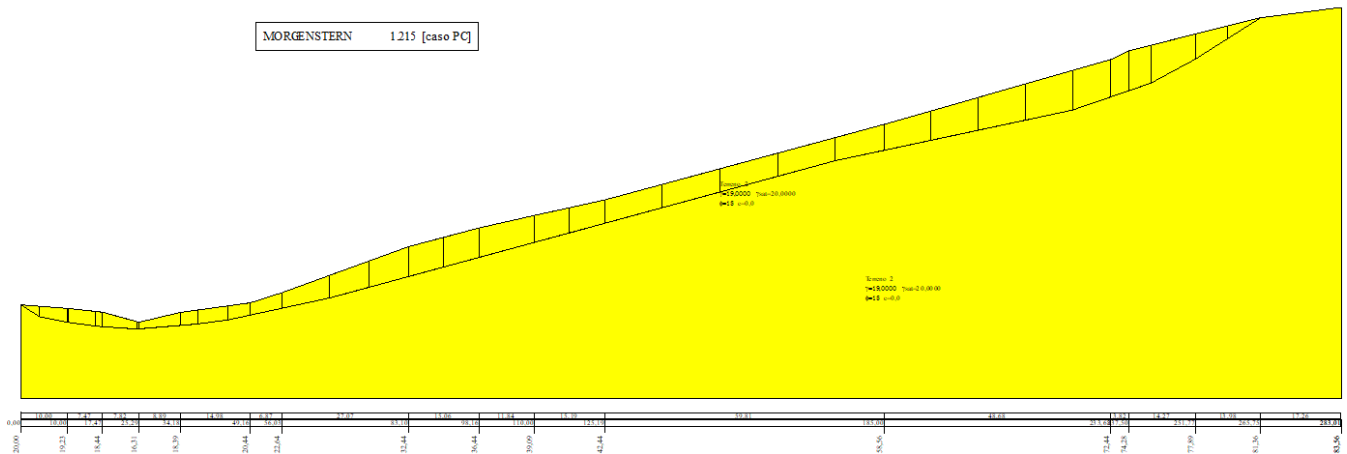
- Nelle condizioni asciutte il pendio risulta stabile ($FS > 1.1 - 1.2$)
- Con il manifestarsi di un regime di pressioni interstiziali assimilabile ad un livello di falda mediamente posizionato a 2.0m dal p.c. si raggiungono le condizioni limite ($FS=1.0$)

Di seguito i risultati ottenuti per parametri caratteristici della coltre in frana:

$$\gamma = 18 \text{ kN/mc}$$

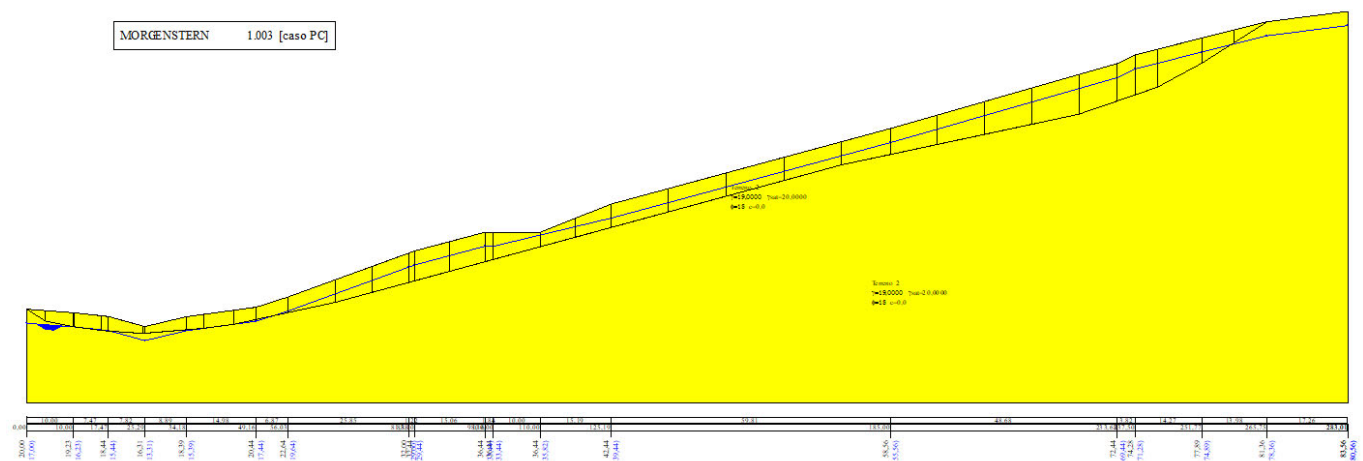
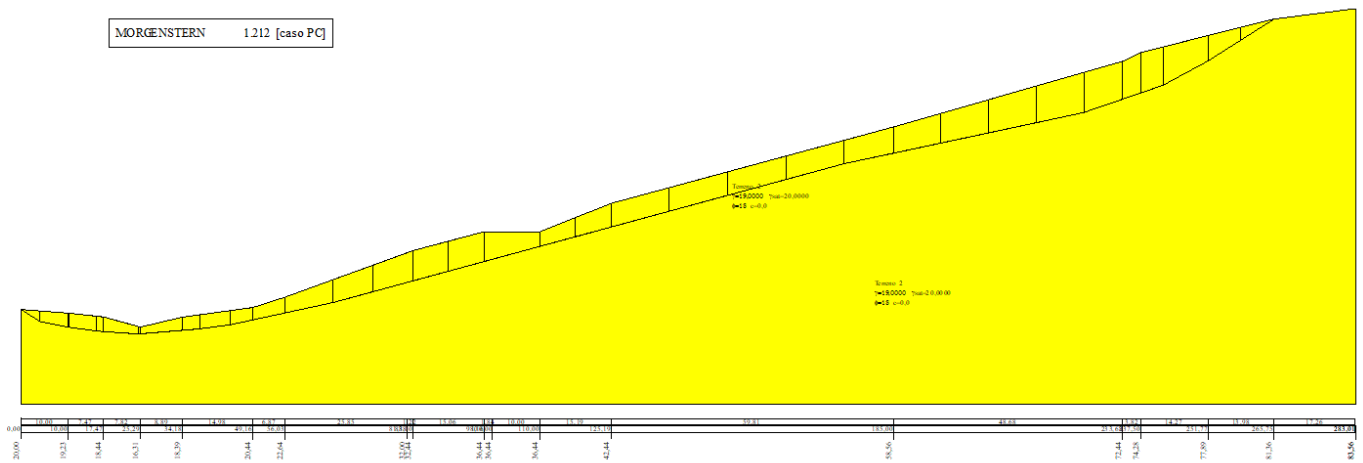
$$c = 0 \text{ kPa}$$

$$\phi = 18^\circ$$



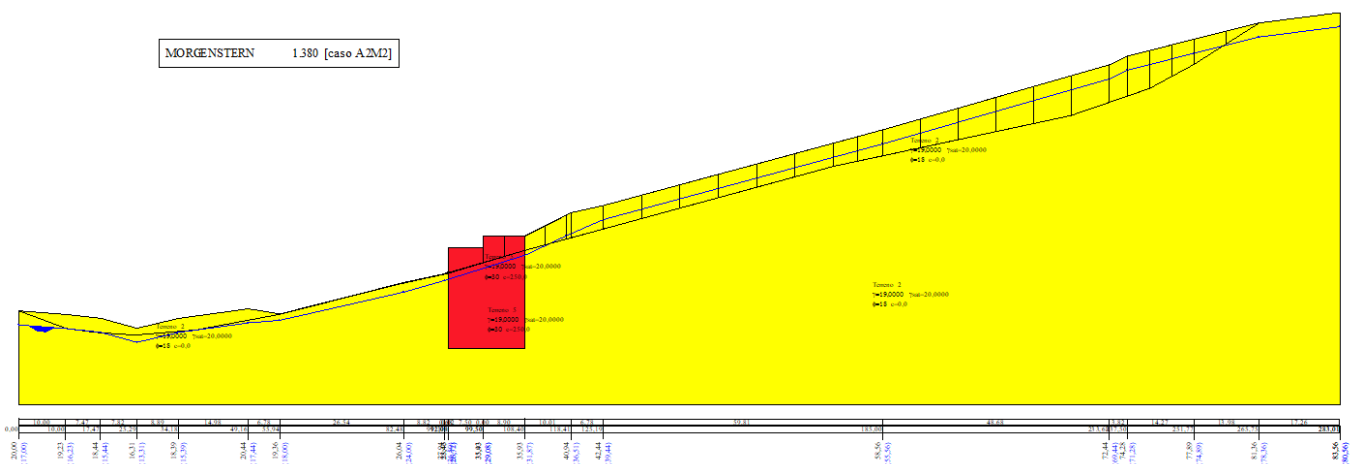
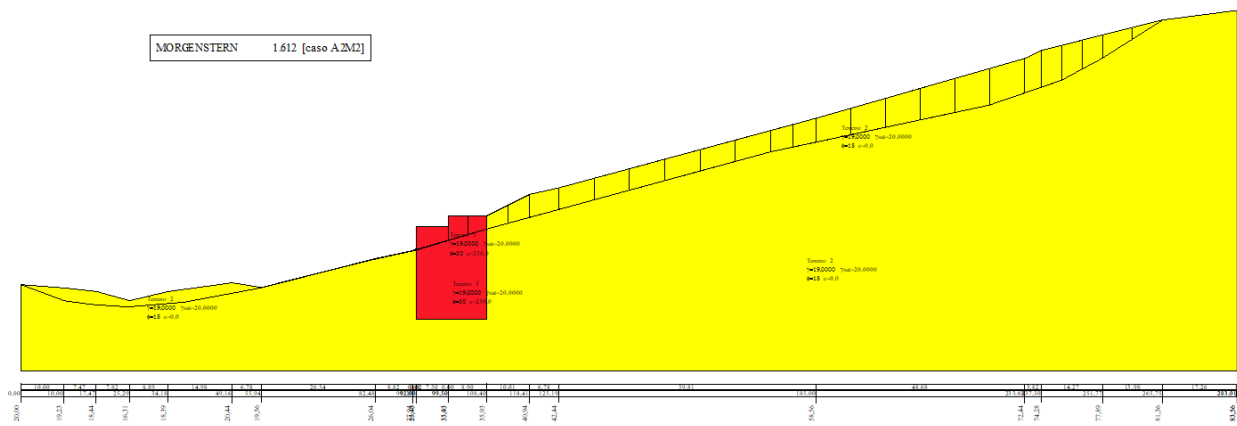
Lo step successivo riguarda l'analisi dell'influenza degli scavi necessari per la creazione della piazzola dalla quale realizzare il consolidamento.

Dal calcolo condotto, le cui risultanze sono di seguito riportate, tali scavi non esercitano influenze significative sul complesso del dissesto, sia nelle condizioni asciutte, sia nelle condizioni che generano la mobilitazione.



Si riporta, infine, il calcolo di stabilità in presenza del consolidamento, adottando sia parametri caratteristici, sia in condizioni A2-M2. Il valore del coefficiente di sicurezza è pari a:

- 1.61 per le condizioni asciutte (A2-M2)
- 1.38 per falda a -2.0 da p.c. (A2-M2)



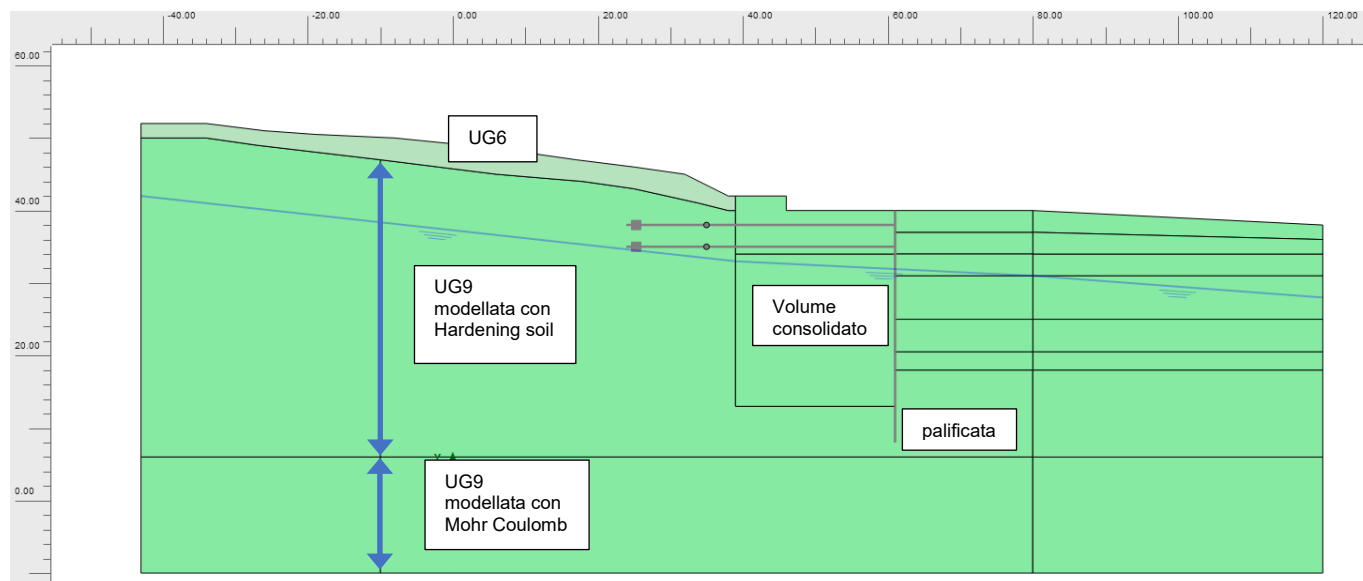
Il trattamento di consolidamento è in grado di stabilizzare la frana a monte dello scavo.

PROGETTAZIONE ATI:

7.2 VERIFICA DELLA PARETE FRONTALE DI IMBOCCO

Si riporta di seguito il calcolo di stabilità della parete frontale di imbocco, valutata per le GA07-08, le quali presentano la maggiore altezza di scavo e peggiori caratteristiche meccaniche, legate alla presenza dell'unità UG9 (argille delle Fighille) per l'intero dominio di calcolo.

Il calcolo è stato condotto con il codice FEM Plaxis. Di seguito il modello:



Le fasi impostate nel calcolo sono le seguenti:

- Calcolo delle tensioni geostatiche con procedura k0
- Realizzazione del volume consolidato e della palificata frontale
- Ribassi successivi con contestuale abbassamento della falda a tergo dell'opera (per la presenza dei drenaggi) e realizzazione tiranti
- Raggiungimento del fondo scavo provvisorio, a -22 m dalla testa paratia, propedeutico alla costruzione della culla di alloggio della TBM
- Verifica di stabilità globale (A2+M2+R2) sulla geometria con maggiore altezza di scavo
- Parziale ritombamento con altezza totale di scavo pari a 20m
- Verifica di stabilità globale (A2+M2+R2) sulla geometria con piano di scavo a -20
- Sisma
- Verifica di stabilità globale in condizioni sismiche

Nella valutazione delle altezze di scavo, provvisoria e definitiva, si è tenuto conto delle prescrizioni del §6.5.2.2 delle NTC2018 (Modello geometrico di riferimento).

Le verifiche di stabilità del complesso paratia-terreno in condizioni statiche sono eseguite considerando la Combinazione 2 dell'Approccio 1 del DM Infrastrutture 20 Febbraio 2018 (A2+M2+R2). Il fattore di sicurezza deve pertanto essere al minimo pari a $\gamma_R = 1.1$ in condizioni statiche.

Le verifiche di stabilità in condizioni sismiche si effettuano invece ponendo pari all'unità i coefficienti parziali sulle azioni e sui parametri geotecnici. Si impiega per la valutazione delle resistenze un coefficiente $\gamma_R = 1.2$ in condizioni sismiche.

Le verifiche di stabilità sono condotte con il metodo ϕ -c reduction implementato all'interno del codice di calcolo; il metodo prevede la progressiva riduzione delle caratteristiche di resistenza del terreno (c e $\tan\phi$) fino al completo sviluppo di un meccanismo di rottura.

Il coefficiente di sicurezza è definito come segue:

$$F_s = \frac{\text{resistenza disponibile}}{\text{resistenza a rottura}}$$

7.2.1 Carichi

7.2.1.1 Spinta del terreno

Il regime delle tensioni all'interno dell'ammasso è calcolato in automatico dal codice FEM.

7.2.1.2 Carichi sismici

L'azione sismica è definita secondo quanto riportato nel par. 3.2 del DM 17/01/2018 a partire dall'accelerazione massima attesa su affioramento roccioso (a_g) e dai parametri spettrali (F_0 e T_c^*) per il sito di riferimento (Latitudine = 43.4972, Longitudine = 12.0986).

Dato che l'opera è di carattere provvisoria, è stato considerato un periodo di riferimento pari a **$V_R = 35$ anni**.

In considerazione della probabilità di superamento dell'accelerazione di progetto P_{VR} nel periodo di riferimento V_R , viene definito un tempo di ritorno $T_R = -V_R / \ln(1 - P_{VR})$. Allo stato limite di salvaguardia della vita (SLV) si pone $P_{VR} = 10\%$, pertanto $T_R = 332$ anni.

Ai fini delle analisi sono stati considerati, allo SLV, i seguenti parametri spettrali:

- $a_g / g = 0.1932$
- $F_0 = 2.38$
- $T_c^* = 0.2891 \text{ s}$

dove

- a_g è l'accelerazione orizzontale massima al sito;
- F_0 è il valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;
- T_c^* è il valore di riferimento per la determinazione del periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale;
- g è l'accelerazione di gravità.

L'accelerazione di picco a_{\max} è quindi valutata come

$$a_{\max} = S \cdot a_g = S_S \cdot S_T \cdot a_g$$

dove S è il coefficiente che comprende l'effetto dell'amplificazione stratigrafica (S_S) e dell'amplificazione topografica (S_T). In particolare, tali coefficienti assumono i seguenti valori:

- Categoria di sottosuolo di tipo C $\rightarrow S_S = 1.4241$
- Categoria topografica T1 $\rightarrow S_T = 1$

Pertanto, risulterà

$$a_{\max} / g = 0.2751$$

L'analisi delle opere di sostegno in condizioni sismiche è stata eseguita con il metodo pseudo-statico ed il calcolo della spinta è stato eseguito utilizzando il metodo di Mononobe-Okabe.

La componente orizzontale a_h è stata calcolata mediante la relazione (paragrafo 7.11.6.3.1 del DM 17/01/2018)

$$a_h = k_h \cdot g = \alpha \cdot \beta \cdot a_{\max}$$

dove

- k_h è il coefficiente sismico in direzione orizzontale;
- $\alpha \leq 1$ è un coefficiente che tiene conto della deformabilità dei terreni interagenti con l'opera (cfr. Figura 7.1);
- $\beta \leq 1$ è un coefficiente funzione della capacità dell'opera di subire spostamenti senza cadute di resistenza (cfr. Figura 7.2);
- a_{max} è l'accelerazione orizzontale massima attesa al sito.

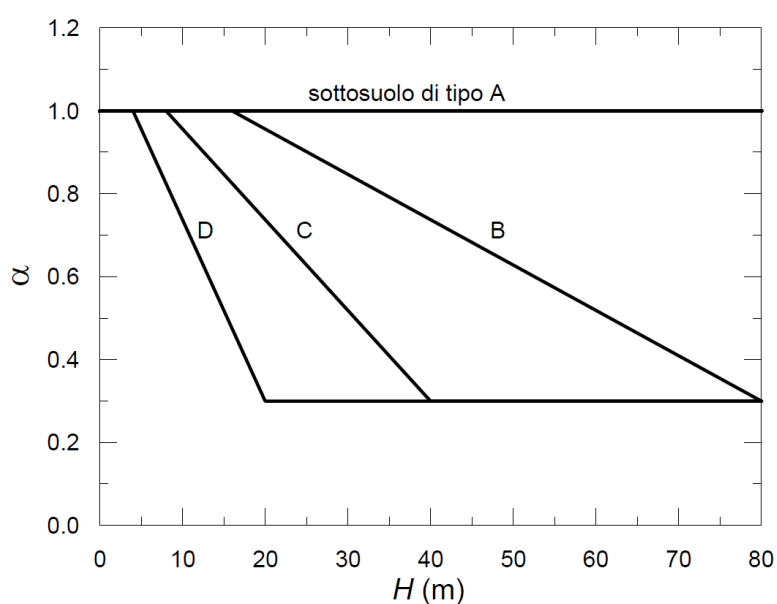


Diagramma per la valutazione del coefficiente di deformabilità α

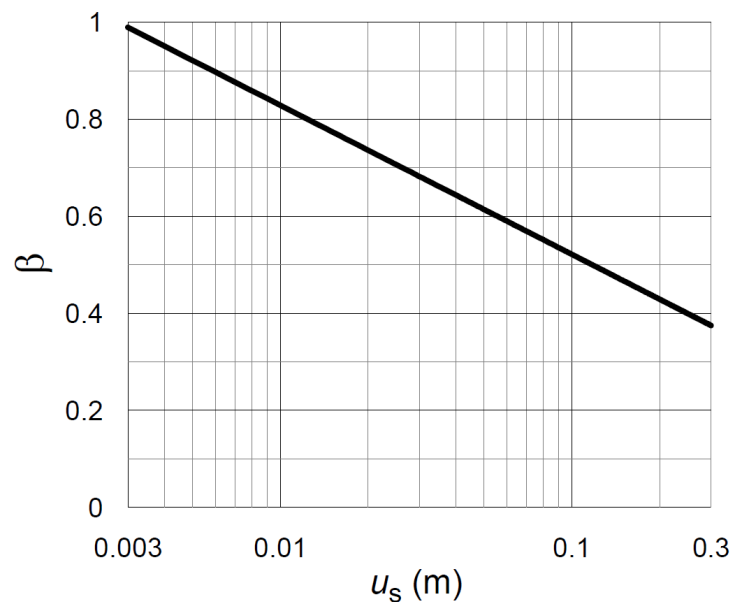


Diagramma per la valutazione del coefficiente di spostamento β

Per la valutazione della spinta nelle condizioni di equilibrio limite passivo deve porsi $\alpha = 1$. Il valore di β è valutato considerando uno spostamento massimo $u_s = 0.005 \cdot H$ come prescritto nelle NTC2018, dove H è l'altezza totale della paratia. Con un'altezza di progetto massima della paratia $H = 22$ m, lo spostamento massimo consentito da normativa è pari a $u_s = 0.11$ m e quindi il coefficiente di spostamento risulta pari a

$$\beta = 0.4578$$

Come consentito dalle NTC2018 (§ 7.11.6.3.1), per il caso delle paratie, la componente verticale dell'accelerazione è considerata $a_v = 0$.

La tabella seguente riporta i valori delle accelerazioni orizzontali e verticali impiegate per il progetto dell'opera.

Riepilogo delle accelerazioni sismiche orizzontali e verticali considerate nel modello di calcolo

| Opera | $k_h = \alpha \cdot \beta \cdot a_{max} / g$ | $k_v = a_v / g$ |
|--|--|-----------------|
| Paratia frontale di imbocco Lato est - Galleria Citerna | SLV 0.1216 | SLV 0 |

Per le analisi di stabilità globale in condizioni sismiche i coefficienti pseudo-statici k_h e k_v sono ridotti adottando opportuni valori di β_m , in riferimento a “fronti di scavo e rilevati” (§ 7.11.4, NTC2018). Nel caso in esame, per le verifiche di stato limite ultimo, si considera

$$\beta_m = 0.38$$

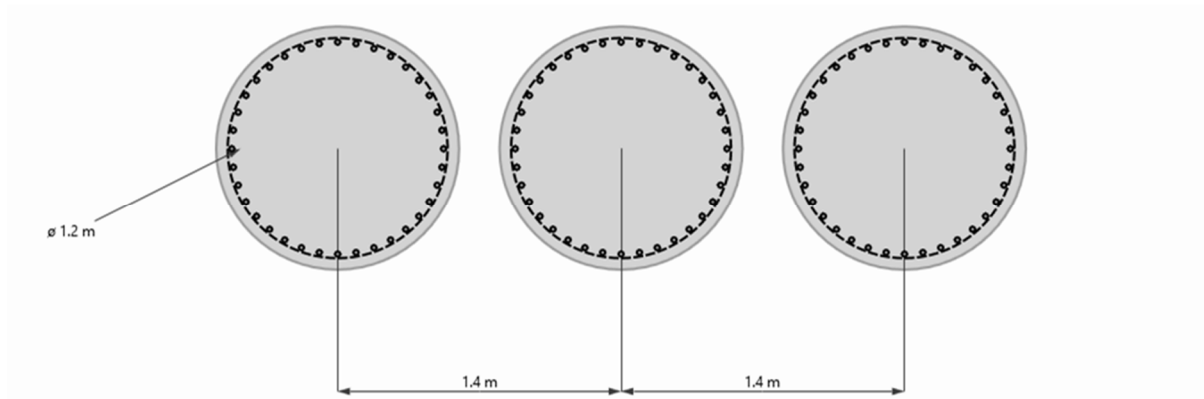
La tabella seguente riassume i valori assunti nelle verifiche di stabilità globale per l'opera.

Riepilogo delle accelerazioni sismiche considerate nella verifica di stabilità

| Opera | $k_h = \beta_m \cdot a_{max} / g$ | $k_v = a_v / g$ |
|-----------------------------|-----------------------------------|-----------------|
| Paratia frontale di imbocco | SLV | SLV |
| Lato est - Galleria Citerna | 0.104 | 0 |

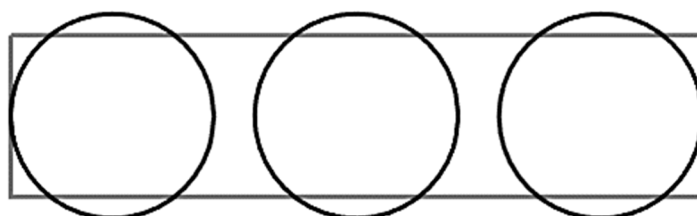
7.2.2 Rigidezza equivalente delle paratie

Nei modelli di calcolo la paratia in pali di calcestruzzo armato è schematizzata mediante elementi *beam* aventi rigidezza equivalente a quella dell'allineamento dei pali di progetto.



Sezione trasversale della paratia di pali armati

La rigidezza flessionale della palificata prevista dal progetto è stata valutata riconducendosi ad una sezione equivalente rettangolare di larghezza unitaria, considerando i pali come costituiti interamente di calcestruzzo.



Schema esemplificativo di sezione rettangolare equivalente

In riferimento alla sezione trasversale del palo si considera quindi

$$A_p = \frac{\pi}{4} D^2$$

$$J_p = \frac{\pi}{64} D^4$$

dove

- A_p = area della sezione del palo;
- J_p = momento di inerzia della sezione del palo;
- D = diametro di perforazione del palo.

L'area e il momento di inerzia equivalenti saranno dunque pari all'area e al momento di inerzia dei pali presenti in 1 m di paratia e sono calcolati come

$$A_{eq} = \frac{A_p}{i}$$

$$J_{eq} = \frac{J_p}{i}$$

dove

- A_{eq} = area equivalente della paratia per metro lineare;
- J_{eq} = momento di inerzia equivalente della paratia per metro lineare;
- i = interasse tra i baricentri dei pali.

È quindi possibile calcolare lo spessore equivalente S_{eq} della paratia, schematizzata come struttura a sezione rettangolare di larghezza unitaria, secondo la relazione

$$S_{eq} = \sqrt[3]{12 \cdot J_{eq}}$$

Si ottiene:

| | | | |
|-----------|---|-----------|----------------------|
| Diametro | D | 1200 | [mm] |
| Raggio | R | 600 | [mm] |
| Interasse | i | 1400 | [mm] |
| Inerzia | I | 7,271E+10 | [mm ⁴ /m] |

C25/30

calcestruzzo

| | | | |
|-----------------------------|------|--------|----------------------|
| Resistenza cubica | Rck | 30 | [N/mm ²] |
| Resistenza cilindrica | fck | 25 | [N/mm ²] |
| Resistenza cilindrica media | fcm | 33 | [N/mm ²] |
| Modulo elastico | Ecls | 31476 | [N/mm ²] |
| S equivalente | Seq | 955,5 | [mm] |
| Rigidezza | EI | 2288,5 | [MN m ²] |

PROGETTAZIONE ATI:

7.2.3 Ancoraggi

Nel modello di calcolo gli ancoraggi sono stati schematizzati con elementi *anchors* aventi un'inclinazione rispetto all'orizzontale e un valore di rigidezza assiale data dalla seguente relazione

$$K = \frac{EA}{L}$$

dove

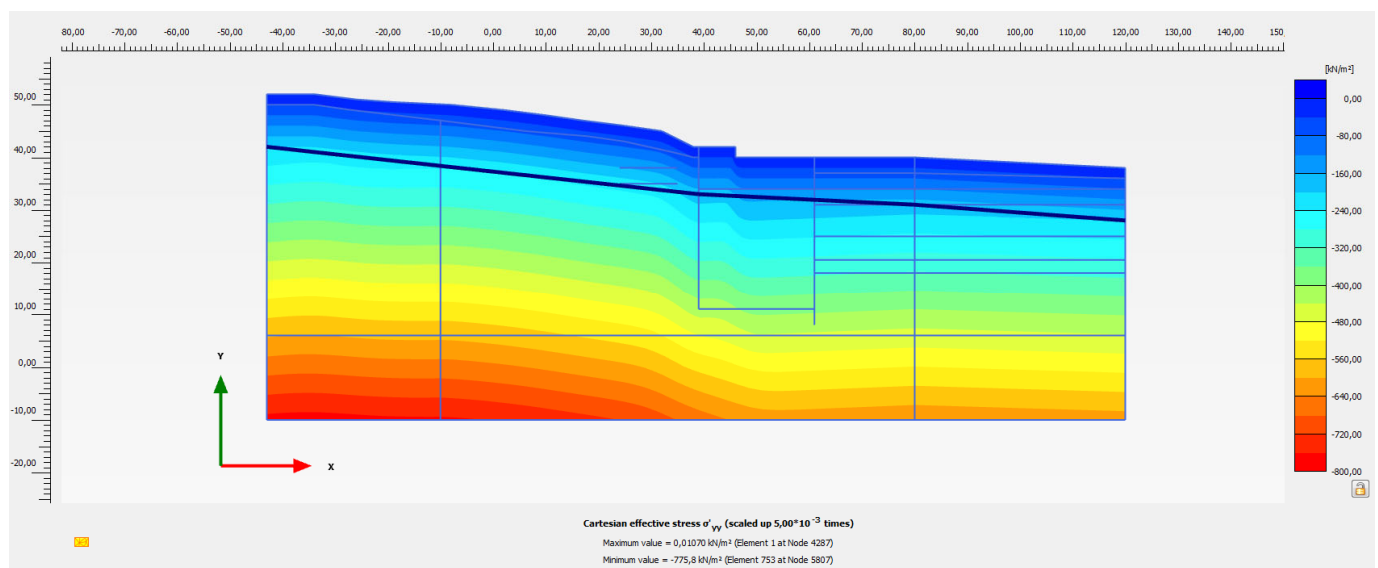
E = modulo elastico del tirante;

A = area per unità di larghezza dell'ordine di tiranti nel tratto deformabile;

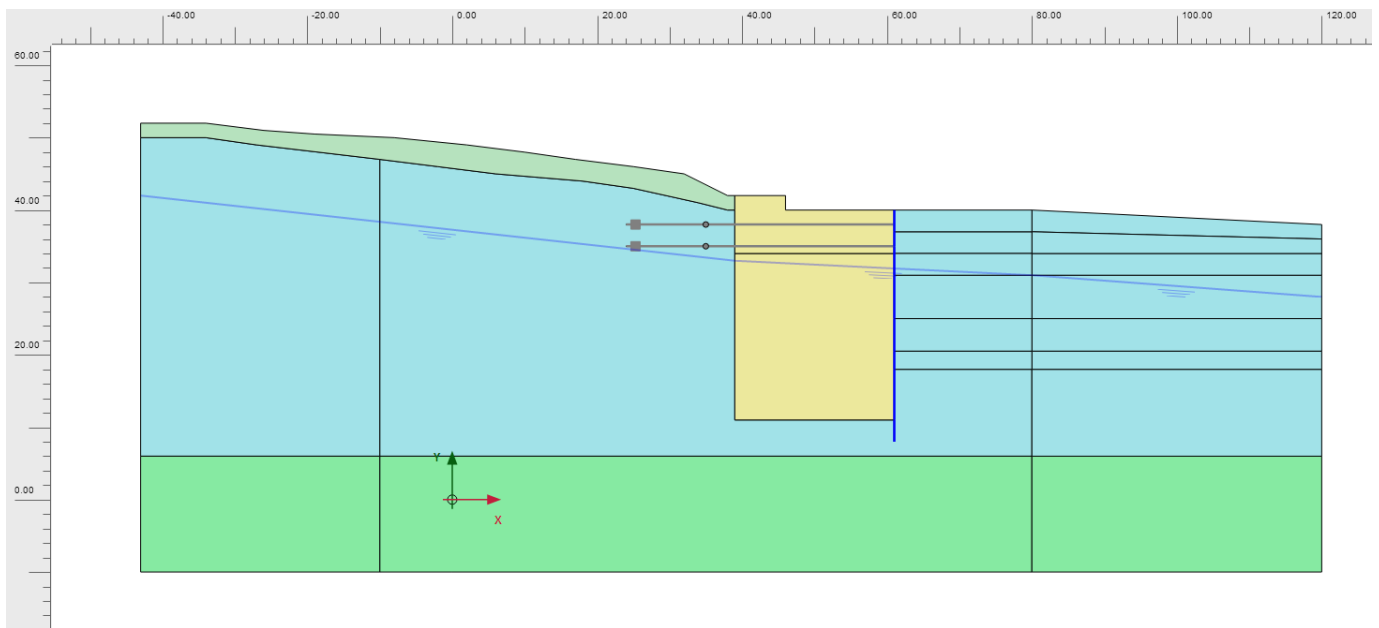
L = lunghezza del tratto deformabile del tirante (lunghezza libera).

7.2.4 Risultati

Si riportano di seguito i risultati ottenuti per le principali fasi di scavo.

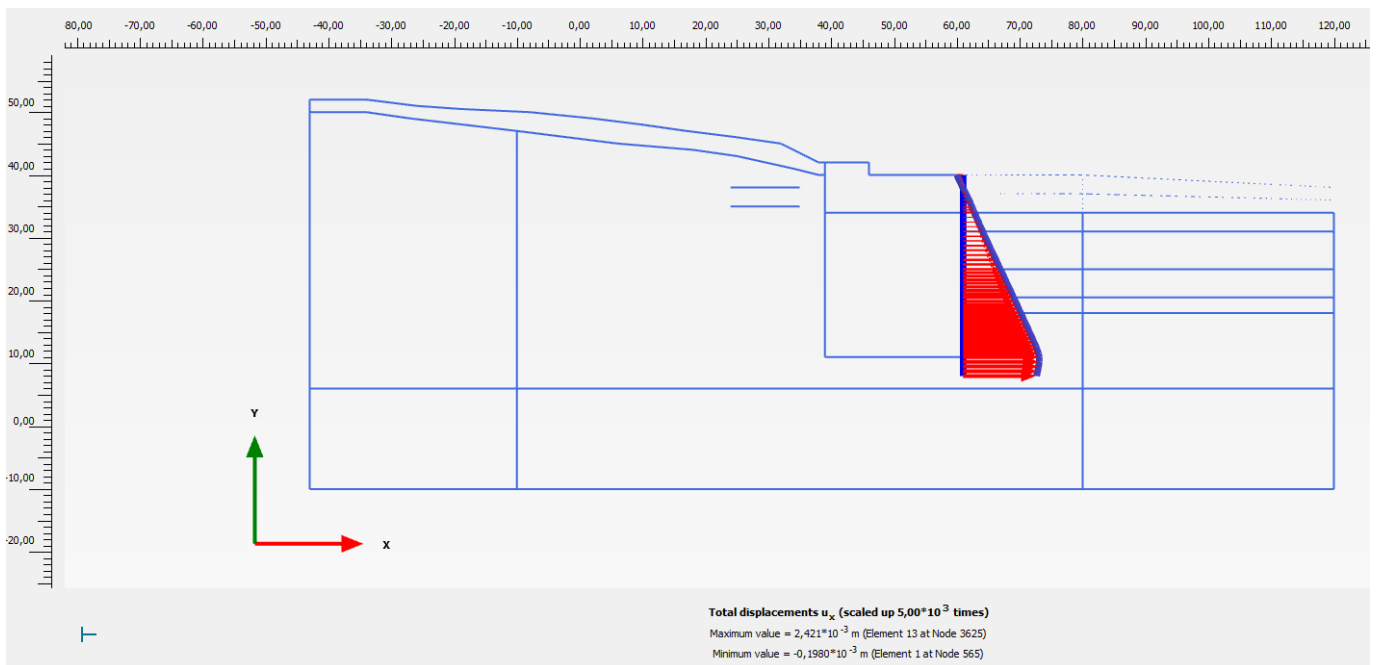


Stato tensionale geostatico



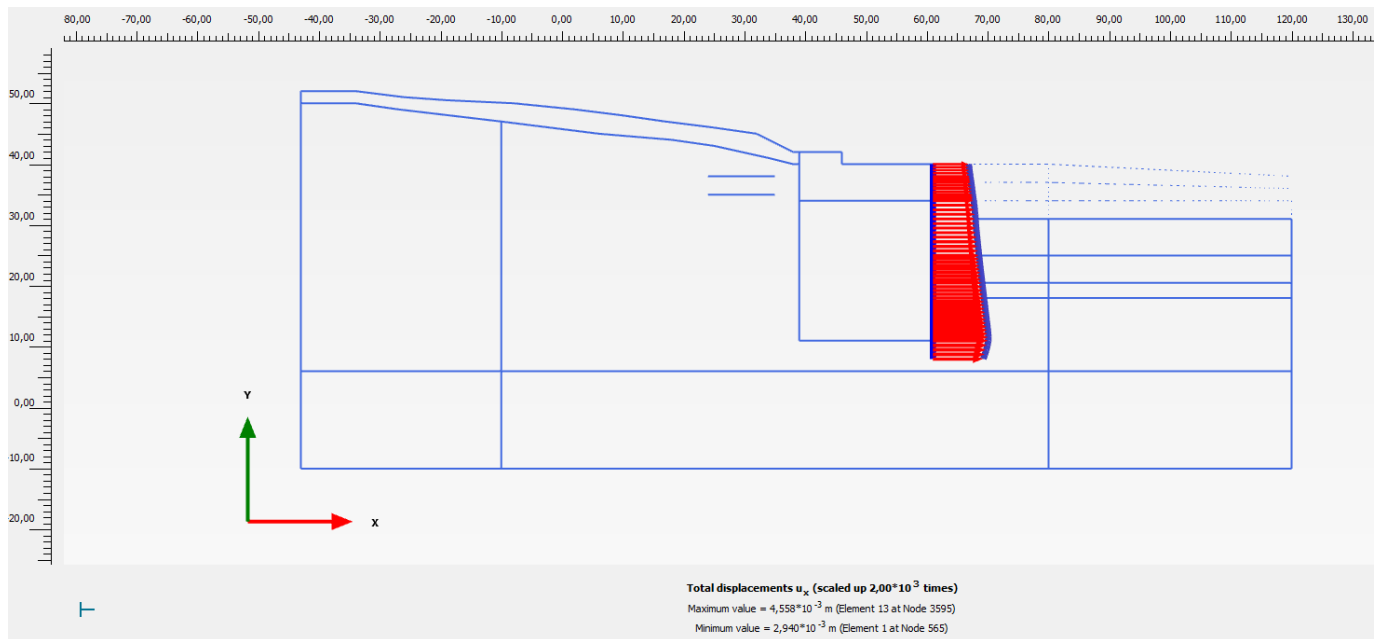
Visualizzazione modello al termine della fase iniziale di costruzione di parete frontale e consolidamento

Di seguito la vista della distribuzione degli spostamenti della struttura frontale per diverse fasi di scavo.

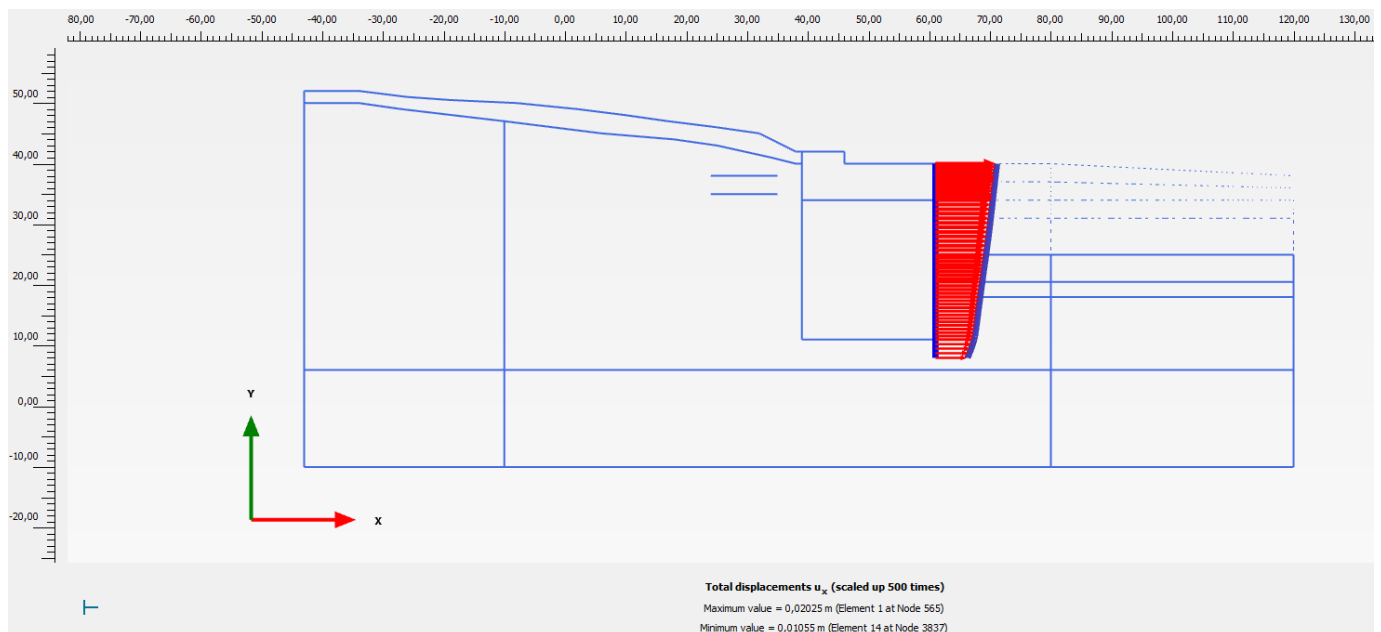


Spostamenti orizzontali per scavo pari a 6.0m

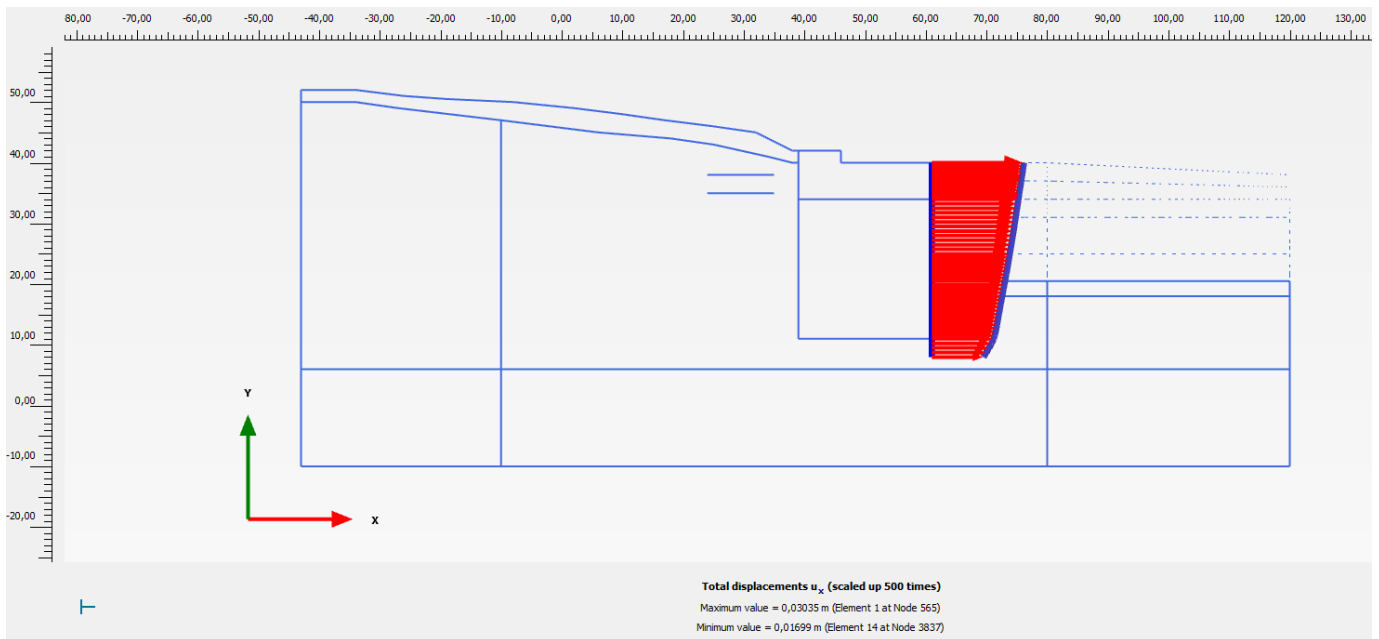
PROGETTAZIONE ATI:



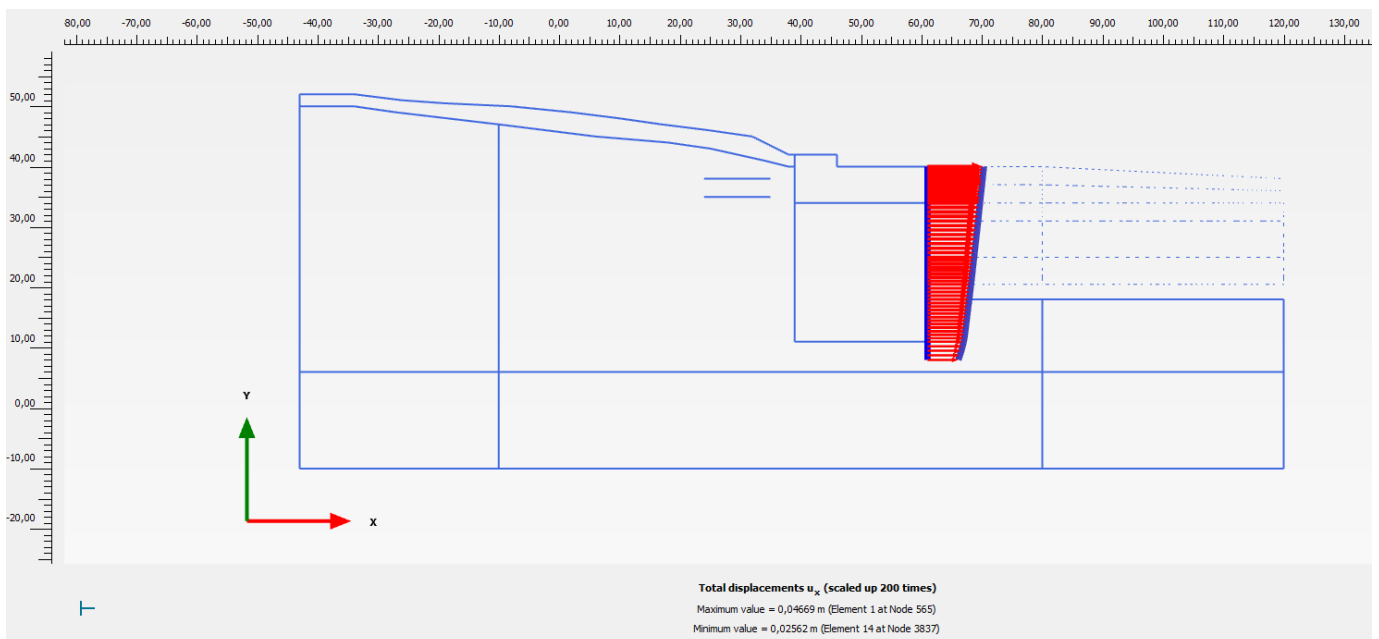
Spostamenti orizzontali per scavo pari a 8.0m – u_x testa paratia = 3.0mm



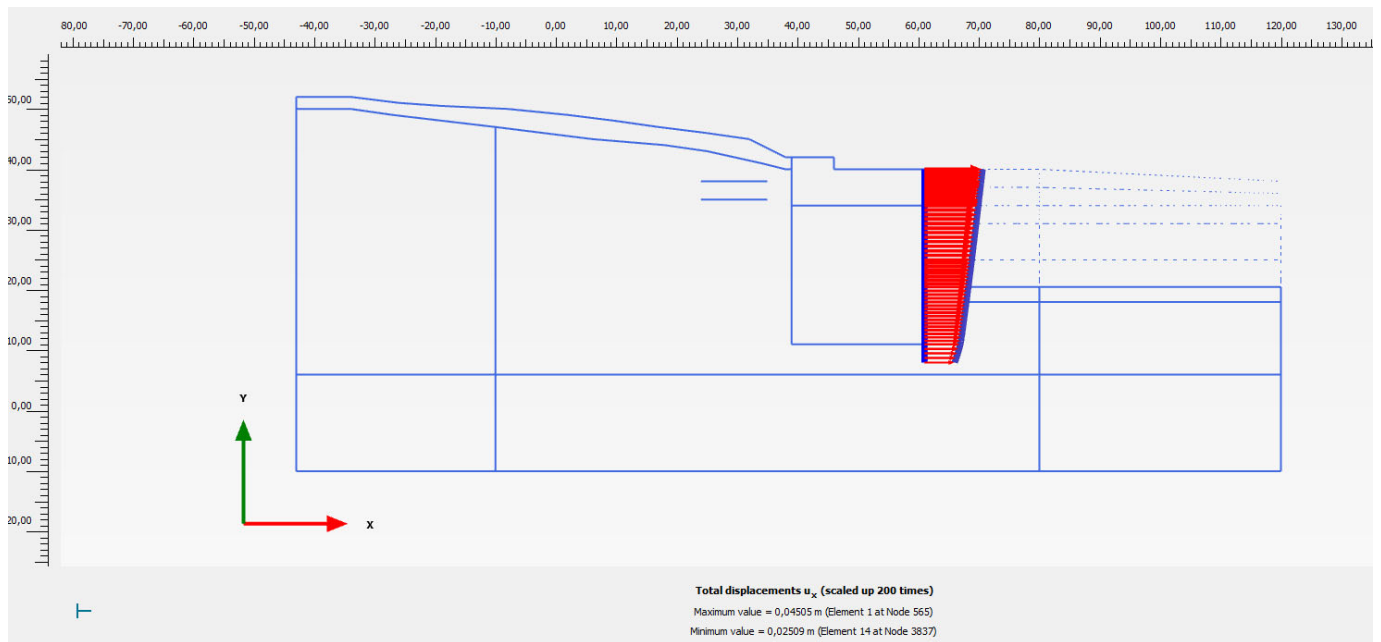
Spostamenti orizzontali per scavo pari a 15.0m – u_x testa paratia = 2.0cm



Spostamenti orizzontali per scavo pari a 20.0m – u_x testa paratia = 3.0cm



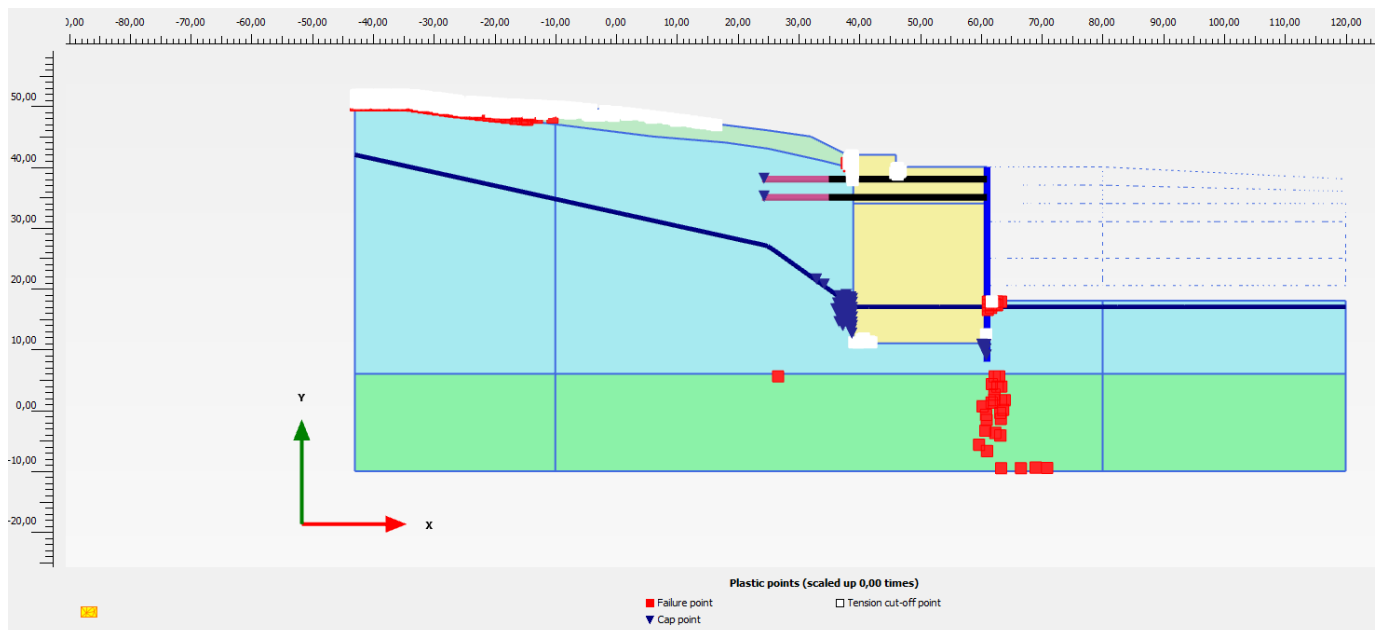
Spostamenti orizzontali per scavo pari a 22.0m – u_x testa paratia = 4.6cm



Spostamenti orizzontali per scavo pari a 20.0m, post-ritombamento parziale – u_x testa paratia = 4.5cm

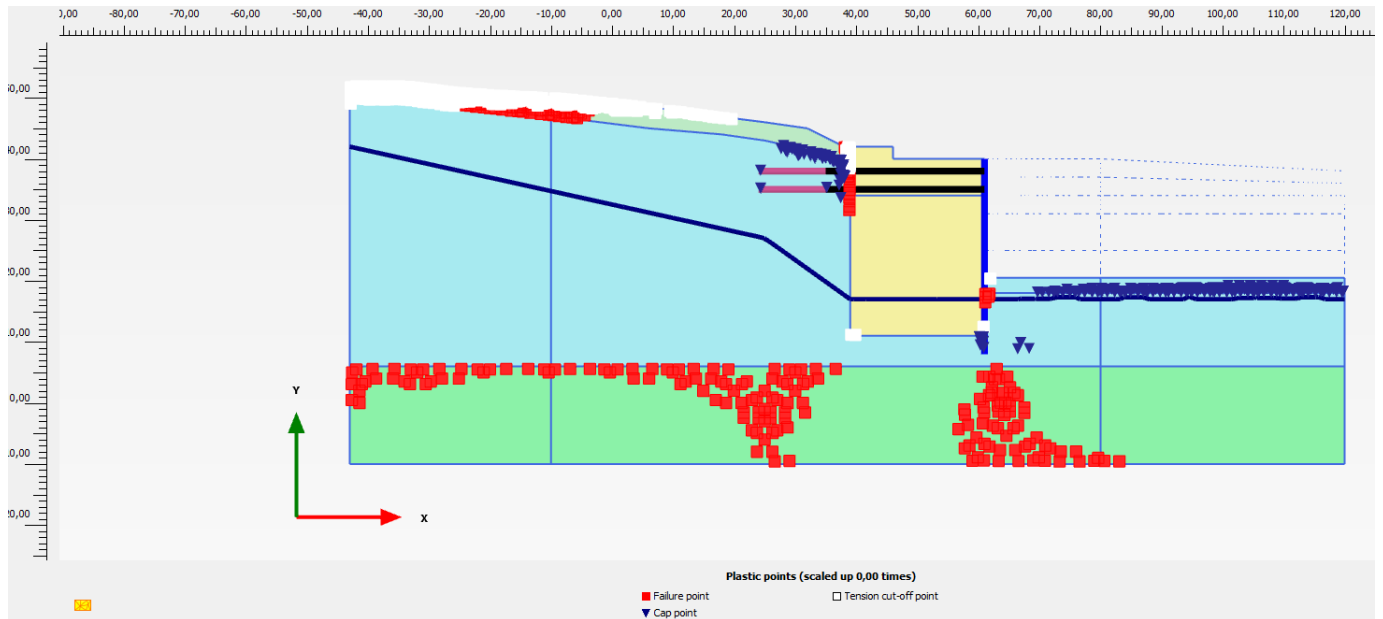
Si riportano le distribuzioni delle plasticizzazioni per le due fasi critiche:

- Raggiungimento del fondo scavo a -22m
- Sisma



Plasticizzazioni per scavo pari a 22.0m

PROGETTAZIONE ATI:



Plasticizzazioni in fase sismica

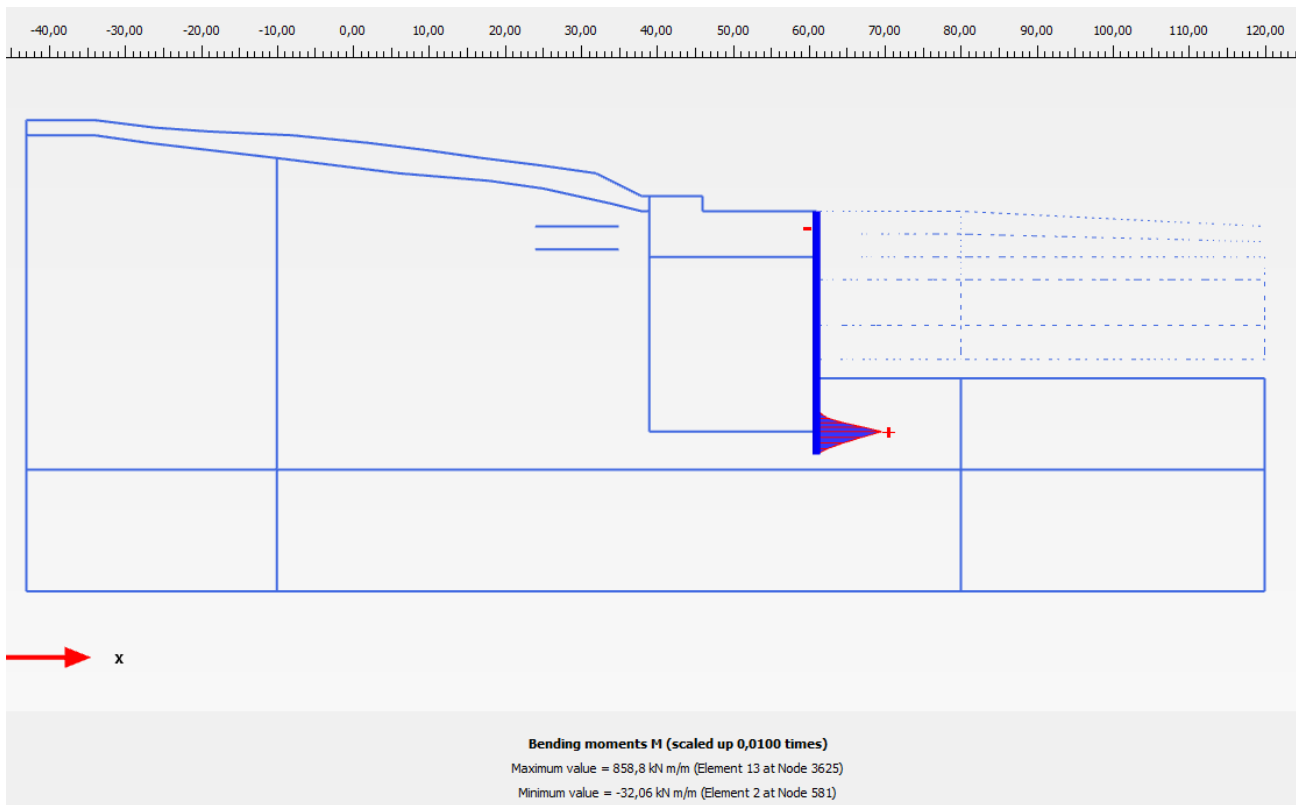
Di seguito le sollecitazioni sulla palificata per le fasi:

- Raggiungimento del fondo scavo a -22m
- Parziale ritombamento a -20m
- Sisma

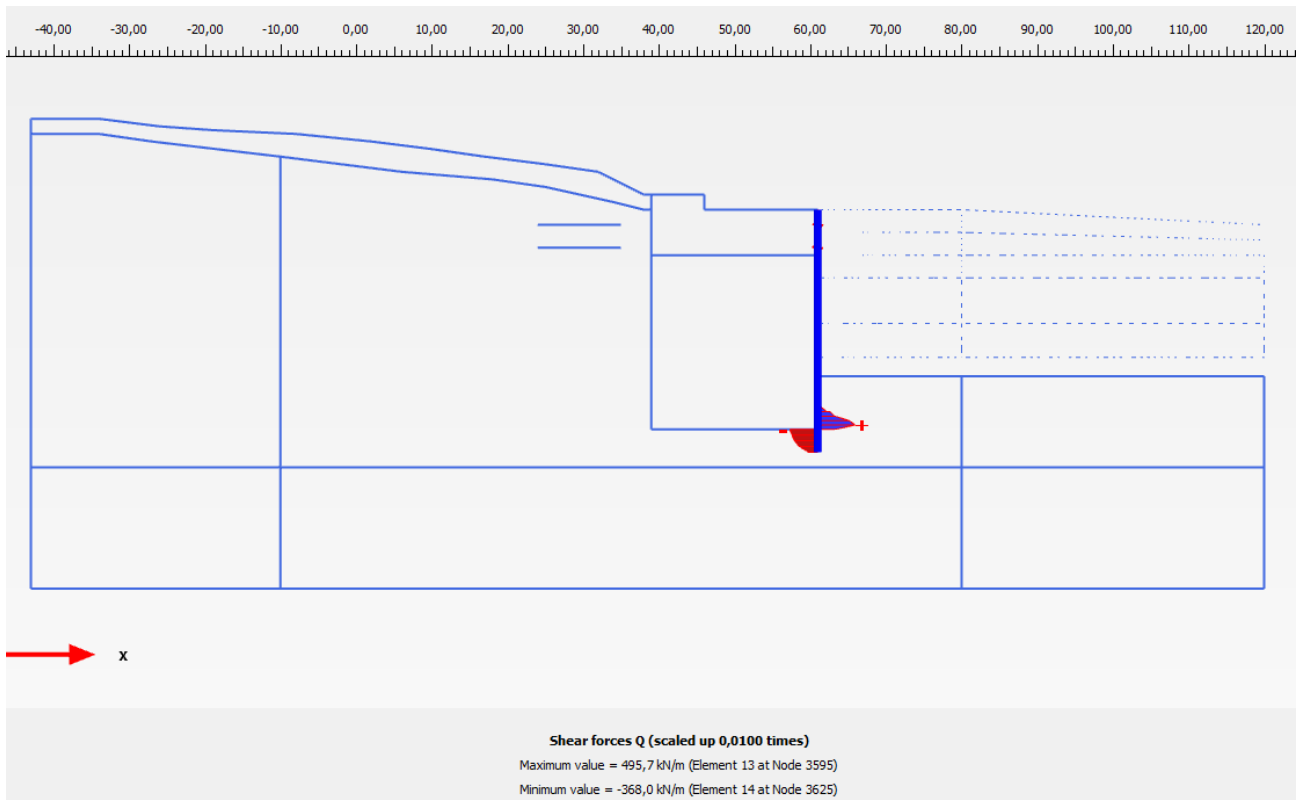
I valori sono forniti dal software per metro lineare di struttura. Per le condizioni statiche sono da intendersi come valori caratteristici; per le condizioni sismiche, sono forniti direttamente i valori di calcolo.

Le sollecitazioni di calcolo agenti sul singolo palo sono le seguenti:

- cdz statiche: $M_k = 859 \text{ kNm/m} \rightarrow M_d = 1563.4 \text{ kNm}$ sul singolo palo
 $V_k = 496.0 \text{ kN/m} \rightarrow V_d = 903.0 \text{ kN}$ sul singolo palo
- cdz sismiche: $M = 1094 \text{ kNm/m} \rightarrow M_d = 1531.6 \text{ kNm}$ sul singolo palo
 $V = 625.0 \text{ kN/m} \rightarrow V_d = 875.0 \text{ kN}$ sul singolo palo

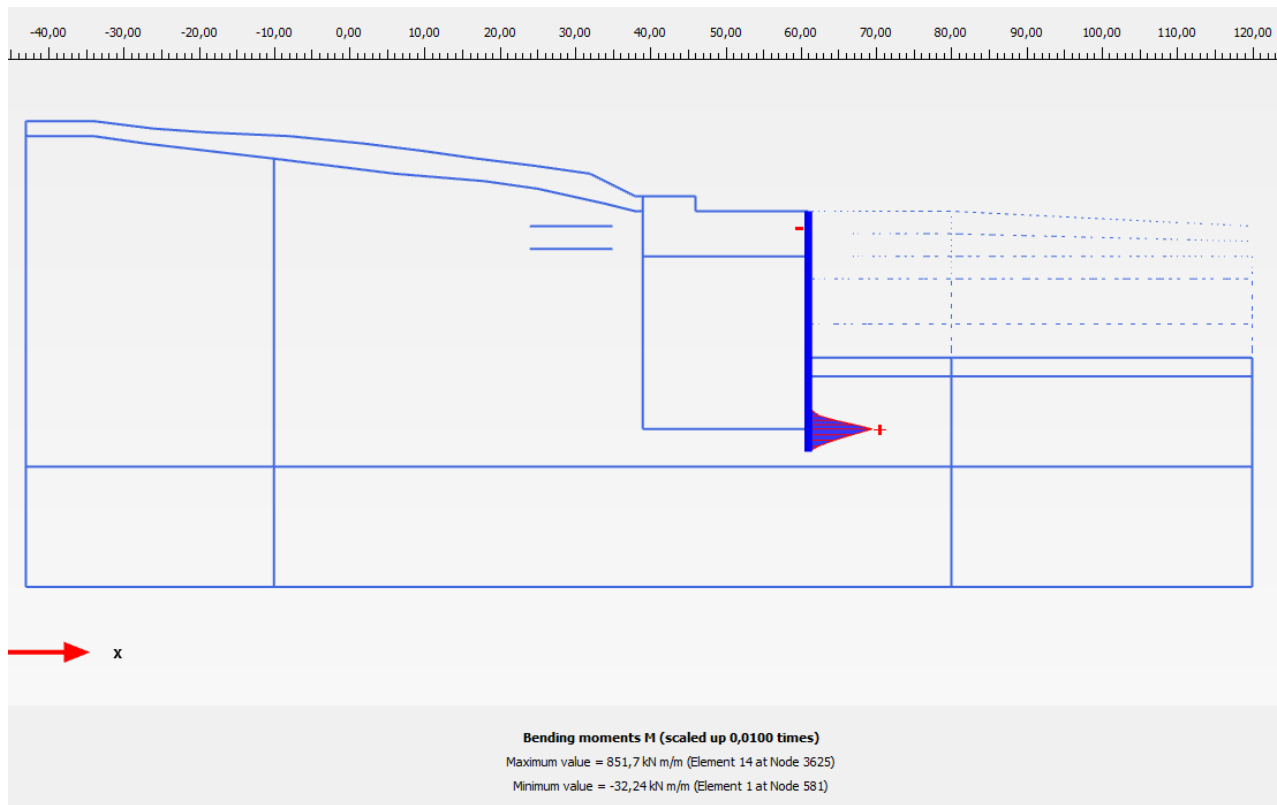


Fondo scavo 22m - Momento flettente (valore caratteristico)

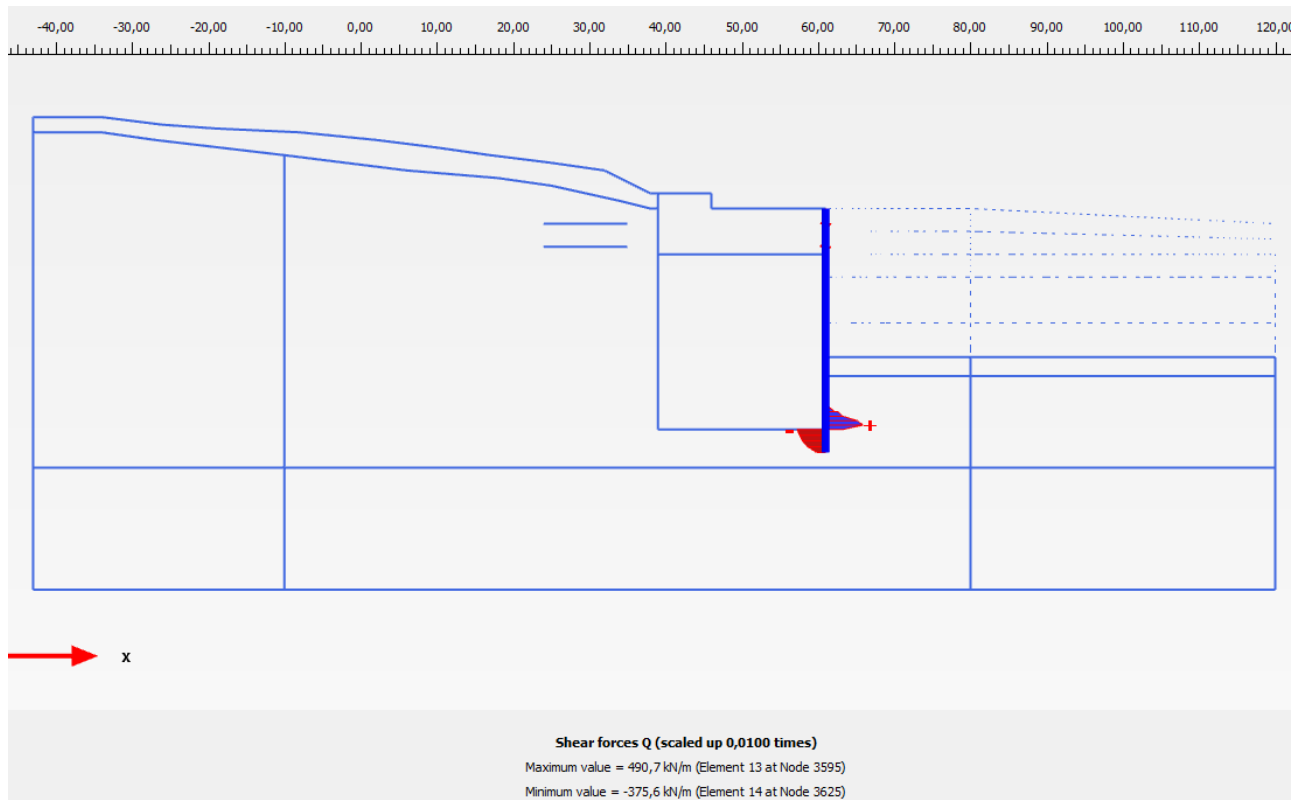


Fondo scavo 22m - Taglio (valore caratteristico)

PROGETTAZIONE ATI:

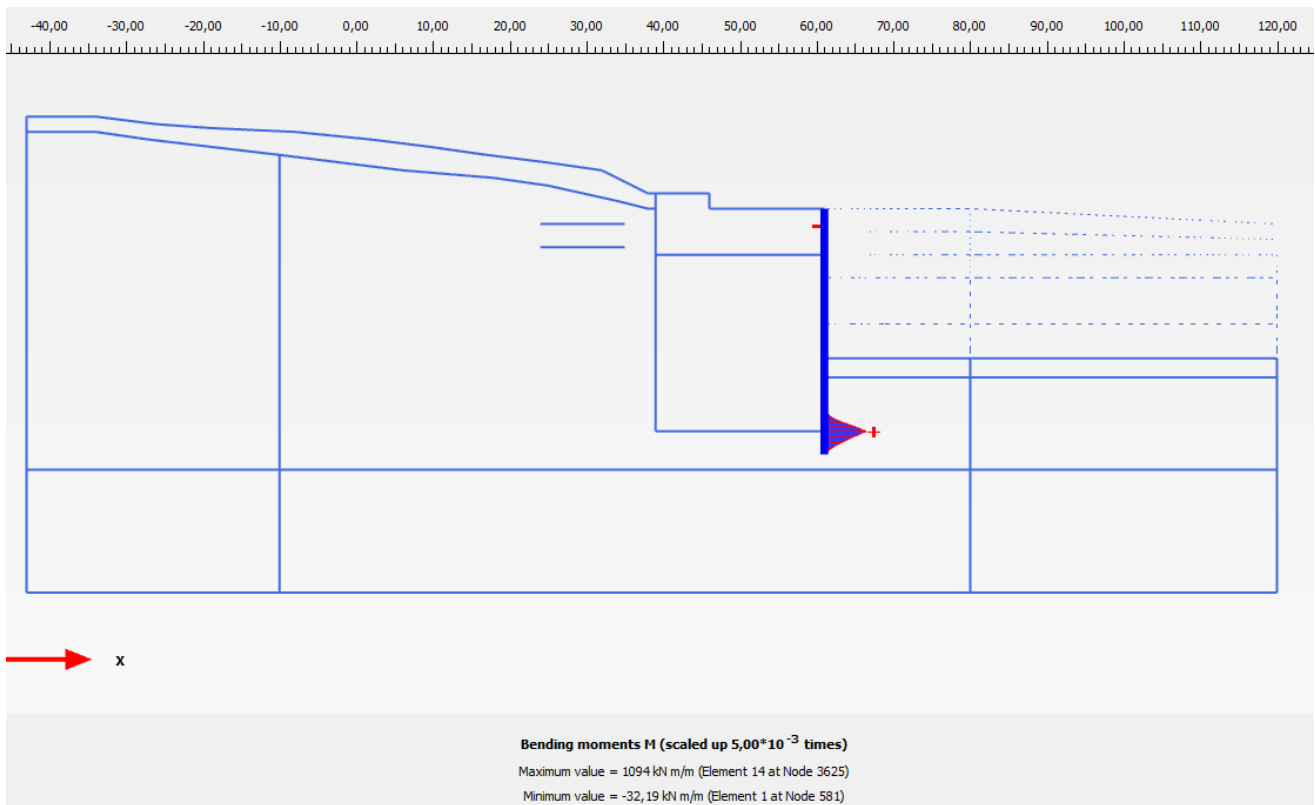


Parziale ritombamento - Momento flettente (valore caratteristico)

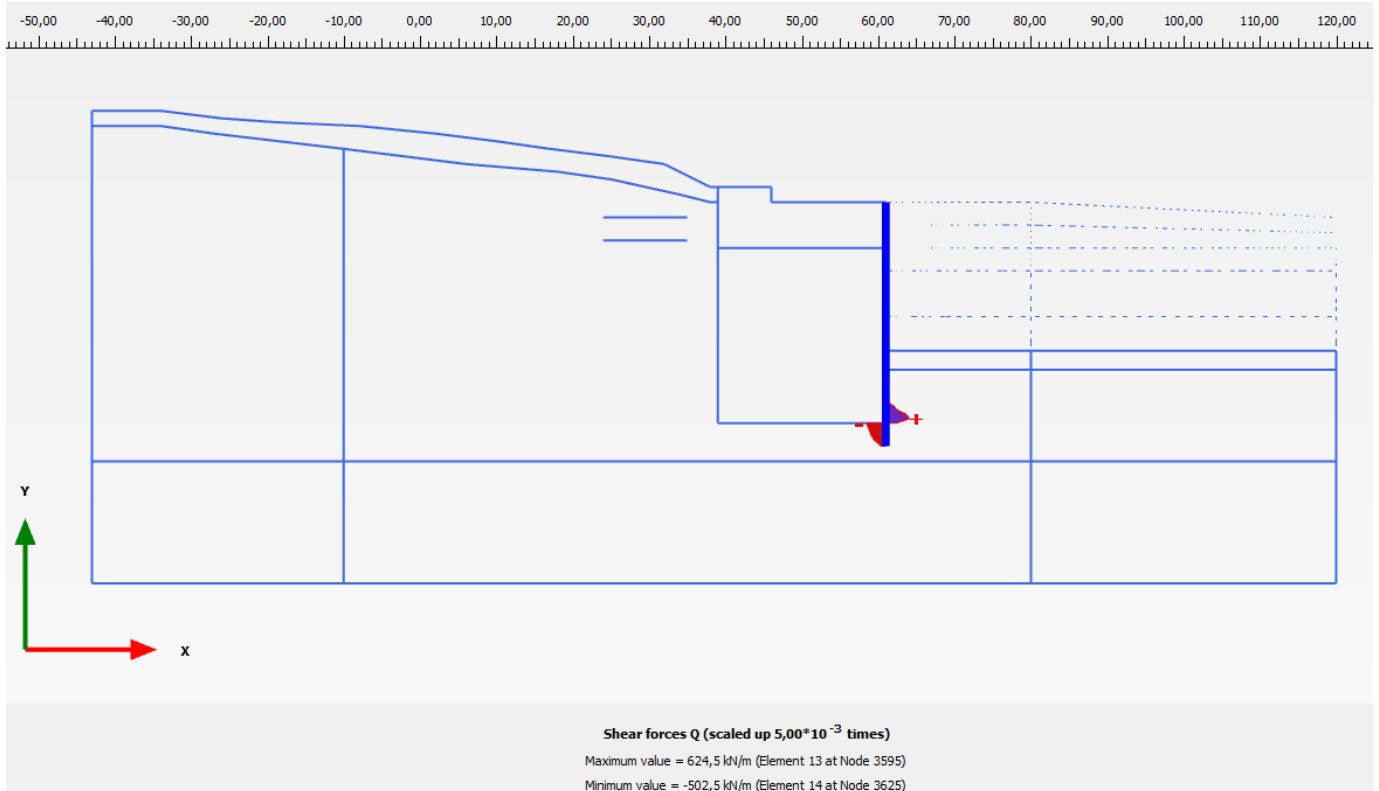


Parziale ritombamento - Taglio (valore caratteristico)

PROGETTAZIONE ATI:



Sisma - Momento flettente (valore di calcolo)



Sisma - Taglio (valore di calcolo)

PROGETTAZIONE ATI:

7.2.5 Verifiche strutturali

7.2.5.1 Pali

Le verifiche sono state condotte, sulla base delle sollecitazioni, secondo il metodo semiprobabilistico degli stati limite. Le sollecitazioni di output del codice di calcolo per le paratie sono fornite per metro lineare, quindi nelle verifiche tensionali è necessario moltiplicare tali sollecitazioni per l'interasse dei pali.

Vengono effettuate le seguenti verifiche, sia in condizioni statiche che sismiche:

- Verifica allo S.L.U. per flessione;
- Verifica allo S.L.U. per taglio.

Per le condizioni statiche sono dimensionanti i risultati ottenuti per scavo al piano di lavoro provvisorio. I valori di calcolo delle resistenze dei materiali si ricavano dividendo ciascun valore caratteristico per il fattore di sicurezza parziale γ_M specifico del materiale considerato. Di seguito si riportano i valori delle resistenze di calcolo, ottenute come rapporto tra la resistenza caratteristica ed il coefficiente parziale.

Le sollecitazioni di calcolo agenti sul singolo palo sono le seguenti:

- cdz statiche: $M_k = 859 \text{ kNm/m} \rightarrow M_d = 1563.4 \text{ kNm}$ sul singolo palo
 $V_k = 496.0 \text{ kN/m} \rightarrow V_d = 903.0 \text{ kN}$ sul singolo palo
- cdz sismiche: $M = 1094 \text{ kNm/m} \rightarrow M_d = 1531.6 \text{ kNm}$ sul singolo palo
 $V = 625.0 \text{ kNm/m} \rightarrow V_d = 875.0 \text{ kN}$ sul singolo palo

I pali saranno armati longitudinalmente con n. 48 $\phi 26$ nel caso di armatura in VTR e con n. 30 $\phi 26$ nel caso di armatura in acciaio B450C.

A taglio, si avrà spirale\cerchiatura $\phi 14/15\text{cm}$ sia per pali armati in acciaio B450C sia per pali armati in VTR. Si ottiene:

Verifica C.A. S.L.U. - File: [] [] [] []

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: NTC 2008 ?

Titolo: []

Sezione circolare cava

Raggio esterno: 60 [cm]
Raggio interno: 0 [cm]
N° barre uguali: 48
Diametro barre: 2,6 [cm]
Copriferro (baric.): 10 [cm]

N° barre: 0 Zoom

Tipo Sezione
 Rettan.re Trapezi
 a T Circolare
 Rettangoli Coord.

Sollecitazioni
S.L.U. Metodo n

N_{Ed}: 0 kN
M_{xEd}: 0 kNm
M_{yEd}: 0

P.to applicazione N
 Centro Baricentro cls
 Coord.[cm] xN: 0 yN: 0

Tipo rottura
Lato acciaio - Acciaio elastico

Metodo di calcolo
 S.L.U.+ S.L.U.-
 Metodo n

Tipo flessione
 Retta Deviata

Vertici: 52 N° rett. 100
Calcola MRd Dominio M-N
L₀: 0 cm Col. modello

Precompresso

Materiali

vtr C25/30

ϵ_{su} : 5,04 ‰ ϵ_{c2} : 2 ‰
 f_{yd} : 433,3 N/mm² ϵ_{cu} : 3,5 ‰
 E_s : 45 000 N/mm² f_{cd} : 14,17
 E_s/E_c : 1,43 f_{cc}/f_{cd} : 0,8 ?
 ϵ_{syd} : 9,629 ‰ $\sigma_{c,adm}$: 9,75
 $\sigma_{s,adm}$: 255 N/mm² τ_{co} : 0,6
 τ_{c1} : 1,829

M_{xRd}: 1 861 kN m
 σ_c : -14,17 N/mm²
 σ_s : 226,8 N/mm²
 ϵ_c : 2,087 ‰
 ϵ_s : 5,04 ‰
d: 110 cm
x: 32,21 x/d: 0,2928
 δ : 0,806

Verifica a flessione palo armato in VTR

Verifica C.A. S.L.U. - File: _____

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: NTC 2008 ?

Titolo: _____

Sezione circolare cava

Raggio esterno: 60 [cm]
Raggio interno: 0 [cm]
N° barre uguali: 24
Diametro barre: 2,6 [cm]
Copriferro (baric.): 10 [cm]

N° barre: 0 Zoom

Tipo Sezione
 Rettan.re Trapezi
 a T Circolare
 Rettangoli Coord.

Sollecitazioni
S.L.U. Metodo n

N_{Ed}: 0 kN
M_{xEd}: 0 kNm
M_{yEd}: 0

P.to applicazione N
 Centro Baricentro cls
 Coord.[cm] xN: 0 yN: 0

Tipo rottura
Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

Metodo di calcolo
 S.L.U.+ S.L.U.-
 Metodo n

Tipo flessione
 Retta Deviata

Vertici: 52 N° rett. 100

Calcola MRd Dominio M-N

L₀: 0 cm Col. modello

Precompresso

Materiali

B450C C25/30

ϵ_{su} : 67,5 ‰ ϵ_{c2} : 2 ‰
 f_{yd} : 391,3 N/mm² ϵ_{cu} : 3,5 ‰
 E_s : 400 000 N/mm² f_{cd} : 14,17
 E_s/E_c : 15 f_{cc}/f_{cd} : 0,8 ?
 ϵ_{syd} : 0,978 ‰ $\sigma_{c,adm}$: 9,75
 $\sigma_{s,adm}$: 255 N/mm² τ_{co} : 0,6
 τ_{c1} : 1,829

M_{xRd}: 2 215 kN m
 σ_c : -14,17 N/mm²
 σ_s : 391,3 N/mm²
 ϵ_c : 3,5 ‰
 ϵ_s : 9,905 ‰
d: 110 cm
x: 28,72 x/d: 0,2611
 δ : 0,7664

Verifica a flessione palo armato in acciaio B450c

| SEZIONE armatura VTR | | | |
|------------------------|---|--------------------------------------|--------------------------|
| b _w | = | 120 | cm |
| h | = | 84 | cm |
| c | = | 7,5 | cm |
| d | = | h-c | = 76,5 cm |
| MATERIALI | | | |
| f _{ywd} | = | 433,30 | MPa |
| R _{ck} | = | 30 | MPa |
| γ _c | = | 1,5 | |
| f _{ck} | = | 0.83xR _{ck} | = 24,9 MPa |
| f _{cd} | = | 0.85xf _{ck} /γ _c | = 14,11 MPa |
| ARMATURE A TAGLIO | | | |
| ø _{st} | = | 14 | |
| braccia | = | 2 | |
| ø _{st2} | = | 0 | |
| braccia | = | 0 | |
| passo | = | 15 | cm |
| (A _{sw} / s) | = | 20,525 | cm ² / m |
| α | = | 90 | ° (90° staffe verticali) |
| ARMATURE LONGITUDINALI | | | |
| ø _l | = | 26 | |
| Numero | = | 48 | |
| A _{sl} | = | 254,846 | cm ² |
| TAGLIO AGENTE | | V _{Ed} = 0 | (KN) |
| SFORZO NORMALE | | N _{Ed} = 0 | (KN) |

| IPOTESI 1 | | Cot φ = 2,5 | φ = 21,8° |
|----------------------------------|------------------|---|-----------------|
| Armatura trasversale | | | |
| V _{Rsd} = | 1530,80 (KN) | $0,9 \cdot d \cdot \frac{A_{sw}}{s} \cdot f_{yd} \cdot (\text{ctg}\alpha + \text{ctg}\theta) \cdot \sin\alpha$ | |
| V _{Rcd} = | 2009,95 (KN) | $0,9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot f'_{cd} \cdot (\text{ctg}\alpha + \text{ctg}\theta) / (1 + \text{ctg}^2\theta)$ | |
| V _{Rd} = | 1530,80 (KN) | min(V _{Rsd} , V _{Rcd}) | |
| IPOTESI 2 | | Cot φ = 1 | φ = 45° |
| Armatura trasversale | | | |
| V _{Rsd} = | 612,32 (KN) | $0,9 \cdot d \cdot \frac{A_{sw}}{s} \cdot f_{yd} \cdot (\text{ctg}\alpha + \text{ctg}\theta) \cdot \sin\alpha$ | |
| V _{Rcd} = | 2914,42 (KN) | $0,9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot f'_{cd} \cdot (\text{ctg}\alpha + \text{ctg}\theta) / (1 + \text{ctg}^2\theta)$ | |
| V _{Rd} = | 612,32 (KN) | min(V _{Rsd} , V _{Rcd}) | |
| IPOTESI 3 | | Cot φ in cui V _{Rsd} =V _{Rcd} : Rottura bilanciata | |
| cot(θ) = | 2,92 (calcolato) | cot(θ) = | 2,50 (limitato) |
| θ = | 18,91° | | |
| V _{Rsd} = | 1787,22 (KN) | $0,9 \cdot d \cdot \frac{A_{sw}}{s} \cdot f_{yd} \cdot (\text{ctg}\alpha + \text{ctg}\theta) \cdot \sin\alpha$ | |
| V _{Rcd} = | 1787,22 (KN) | $0,9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot f'_{cd} \cdot (\text{ctg}\alpha + \text{ctg}\theta) / (1 + \text{ctg}^2\theta)$ | |
| V _{Rd} = | 1787,22 (KN) | | |
| MASSIMO TAGLIO RESISTENTE | | | |
| V _{Rd} = | 1530,91 (KN) | | |

| SEZIONE armatura acciaio B450C | | | |
|--------------------------------|---|--------------------------------------|--------------------------|
| b _w | = | 120 | cm |
| h | = | 84 | cm |
| c | = | 7,5 | cm |
| d | = | h-c | = 76,5 cm |
| MATERIALI | | | |
| f _{ywd} | = | 391,30 | MPa |
| R _{ck} | = | 30 | MPa |
| γ _c | = | 1,5 | |
| f _{ck} | = | 0.83xR _{ck} | = 24,9 MPa |
| f _{cd} | = | 0.85xf _{ck} /γ _c | = 14,11 MPa |
| ARMATURE A TAGLIO | | | |
| ø _{st} | = | 14 | |
| braccia | = | 2 | |
| ø _{st2} | = | 0 | |
| braccia | = | 0 | |
| passo | = | 15 | cm |
| (A _{sw} / s) | = | 20,525 | cm ² / m |
| α | = | 90 | ° (90° staffe verticali) |
| ARMATURE LONGITUDINALI | | | |
| ø _l | = | 26 | |
| Numero | = | 30 | |
| A _{sl} | = | 159,279 | cm ² |
| TAGLIO AGENTE | | V _{Ed} = 0 | (KN) |
| SFORZO NORMALE | | N _{Ed} = 0 | (KN) |

| IPOTESI 1 | | Cot φ = 2,5 | φ = 21,8° |
|----------------------------------|------------------|---|-----------------|
| Armatura trasversale | | | |
| V _{Rsd} = | 1382,42 (KN) | $0,9 \cdot d \cdot \frac{A_{sw}}{s} \cdot f_{yd} \cdot (\text{ctg}\alpha + \text{ctg}\theta) \cdot \sin\alpha$ | |
| V _{Rcd} = | 2009,95 (KN) | $0,9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot f'_{cd} \cdot (\text{ctg}\alpha + \text{ctg}\theta) / (1 + \text{ctg}^2\theta)$ | |
| V _{Rd} = | 1382,42 (KN) | min(V _{Rsd} , V _{Rcd}) | |
| IPOTESI 2 | | Cot φ = 1 | φ = 45° |
| Armatura trasversale | | | |
| V _{Rsd} = | 552,97 (KN) | $0,9 \cdot d \cdot \frac{A_{sw}}{s} \cdot f_{yd} \cdot (\text{ctg}\alpha + \text{ctg}\theta) \cdot \sin\alpha$ | |
| V _{Rcd} = | 2914,42 (KN) | $0,9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot f'_{cd} \cdot (\text{ctg}\alpha + \text{ctg}\theta) / (1 + \text{ctg}^2\theta)$ | |
| V _{Rd} = | 552,97 (KN) | min(V _{Rsd} , V _{Rcd}) | |
| IPOTESI 3 | | Cot φ in cui V _{Rsd} =V _{Rcd} : Rottura bilanciata | |
| cot(θ) = | 3,09 (calcolato) | cot(θ) = | 2,50 (limitato) |
| θ = | 17,94° | | |
| V _{Rsd} = | 1708,03 (KN) | $0,9 \cdot d \cdot \frac{A_{sw}}{s} \cdot f_{yd} \cdot (\text{ctg}\alpha + \text{ctg}\theta) \cdot \sin\alpha$ | |
| V _{Rcd} = | 1708,03 (KN) | $0,9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot f'_{cd} \cdot (\text{ctg}\alpha + \text{ctg}\theta) / (1 + \text{ctg}^2\theta)$ | |
| V _{Rd} = | 1708,03 (KN) | | |
| MASSIMO TAGLIO RESISTENTE | | | |
| V _{Rd} = | 1382,51 (KN) | | |

7.2.5.2 Ancoraggi

Dal calcolo si ottengono le seguenti azioni sui tiranti

1° fila: $N_d = 615$ kN

2° fila: $N_d = 633$ kN

Verifica di resistenza allo snervamento

Nel caso di ancoraggi in trefoli il carico assiale agente deve rispettare la condizione seguente

$$N_{Rd} > \gamma_{Rd} \cdot N_{max}$$

dove

- N_{max} = valore massimo del tiro;
- γ_{Rd} = coefficiente di sovra-resistenza a sfilamento dell'ancoraggio, posto unitario nel caso in esame;
- N_{Rd} = resistenza di progetto del materiale che costituisce l'armatura dell'ancoraggio.

La resistenza di progetto è calcolata secondo la seguente espressione

$$N_{Rd} = A_T \cdot f_{p(1)k} / \gamma_s$$

dove

- $f_{p(1)k}$ = tensione caratteristica all'1% di deformazione totale, pari a 1670 MPa;
- A_T = l'area della sezione del tirante;
- γ_s = coefficiente di sicurezza per la resistenza dell'acciaio, pari a 1.15 secondo il paragrafo 4.3.3 delle NTC2018.

Per tiranti a 6 trefoli si ottiene:

$$N_{Rd} = 1211 \text{ kN}$$

Verifica di resistenza allo sfilamento

Per valutare la resistenza allo sfilamento dell'ancoraggio deve essere soddisfatta la seguente:

$$R_{ad} = R_{ak} / \gamma_R$$

con γ_R definito nella tabella seguente.

Coefficienti parziali per la resistenza di ancoraggi (Tab. 6.6.I del D.M.2018)

| Tipologia di vincolo | Coefficiente parziale | |
|----------------------|-----------------------|-----|
| Temporaneo | $\gamma_{R,t}$ | 1.1 |
| Permanente | $\gamma_{R,p}$ | 1.2 |

La lunghezza di ancoraggio L_b è quindi determinata sulla base della verifica più restrittiva tra le due sopra menzionate.

Resistenza di adesione malta-terreno

Per il calcolo della resistenza ultima allo sfilamento del bulbo dal terreno si ricorre a quanto indicato da Bustamante-Doix (1985, riportati da Tanzini 2004) sulla base di una serie di prove sperimentali. In questo caso la resistenza ultima calcolata può essere definita sulla base dei grafici forniti dagli autori in relazione alle caratteristiche geotecniche dei materiali interessati e al tipo di iniezione (semplice o multipla) secondo la relazione

$$R_{a,c} = \pi \cdot \alpha \cdot D_p \cdot L_b \cdot q_a$$

dove

- D_p = diametro di perforazione;
- α = fattore di sbulbamento;
- L_b = lunghezza del bulbo;
- q_a = aderenza limite bulbo-terreno.

Sulla base di quanto descritto nel paragrafo 6.6.2 del D.M. 2018, in assenza di prove dirette (caso b), il calcolo del valore di resistenza caratteristica deriva dalla seguente espressione

$$R_{ak,1} = \min \left[\frac{(R_{a,c})_{medio}}{\xi_{a3}}; \frac{(R_{a,c})_{min}}{\xi_{a4}} \right]$$

dove i valori medio e minimo della resistenza $R_{a,c}$ ottenuta dal calcolo sono diminuiti attraverso i fattori di correlazione ξ_a che dipendono dalla conoscenza del modello geotecnico di riferimento, in funzione del numero dei profili di indagine eseguiti (vedi tabella seguente).

Fattori di correlazione per derivare la resistenza caratteristica delle prove geotecniche, in funzione del numero di verticali di indagine (Tab. 6.6.III del D.M.2018)

| Numero di profili di indagine | 1 | 2 | 3 | 4 | ≥ 5 |
|-------------------------------|------|------|------|------|----------|
| ξ_{a3} | 1.80 | 1.75 | 1.70 | 1.65 | 1.60 |
| ξ_{a4} | 1.80 | 1.70 | 1.65 | 1.60 | 1.55 |

Nella tabella seguente si riportano i valori di sbulbamento e di tensione di aderenza adottati per le diverse unità geotecniche, presenti in sito.

Valori di progetto per le verifiche allo sfilamento

| Unità geotecnica | D_p [mm] | α | q_a [kPa] |
|------------------|------------|----------|-------------|
| UG9 | 160 | 1.2 | 200 |

Si ottiene, per tiranti con lunghezza di ancoraggio pari a 11.0m:

$$N_{Rd} = 669.9 \text{ kN}$$

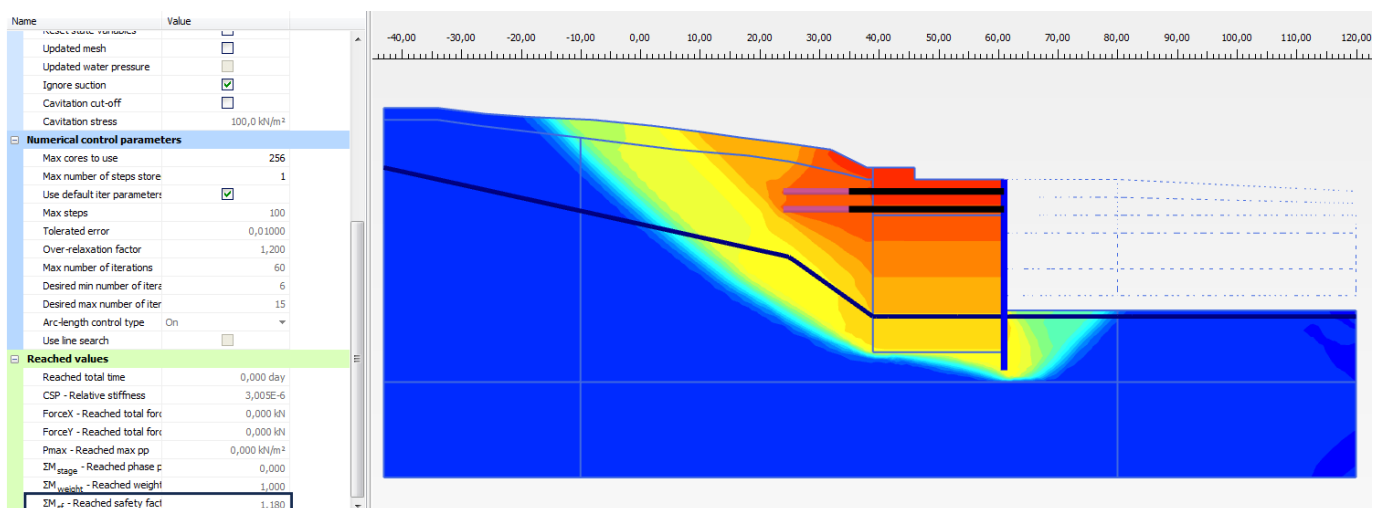
7.2.6 Verifiche geotecniche

Di seguito le verifiche geotecniche per le fasi:

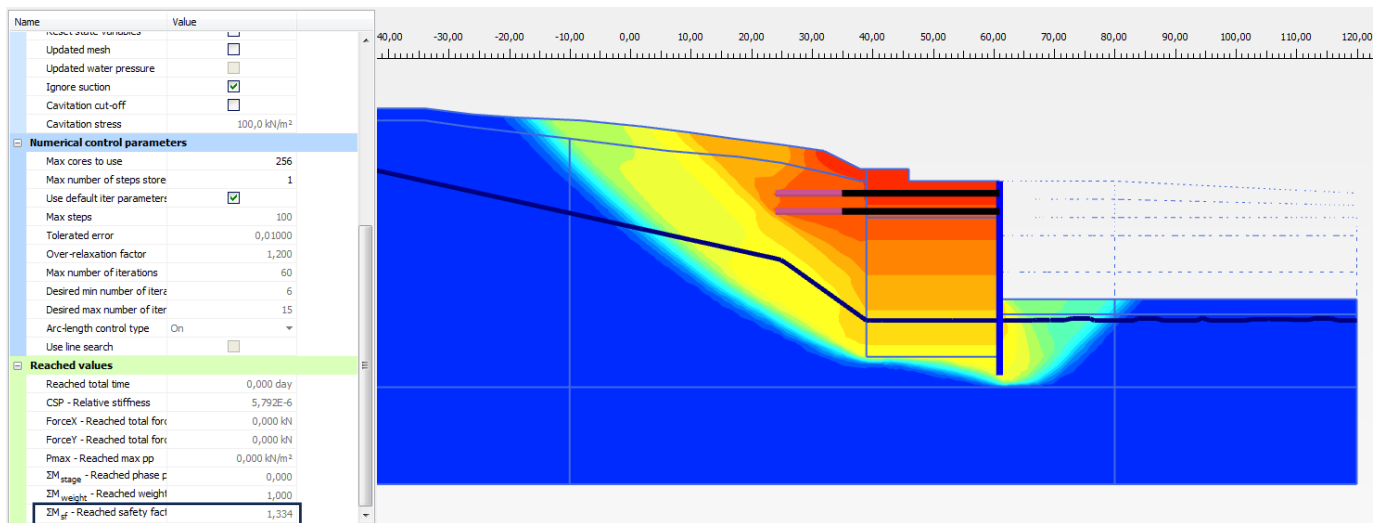
- Raggiungimento del fondo scavo a -22m (A2-M2-R2)
- Parziale ritombamento a -20m (A2-M2-R2)
- Sisma

I coefficienti di sicurezza minimi richiesti saranno pari a 1,1 per le condizioni statiche e 1,2 per le condizioni sismiche.

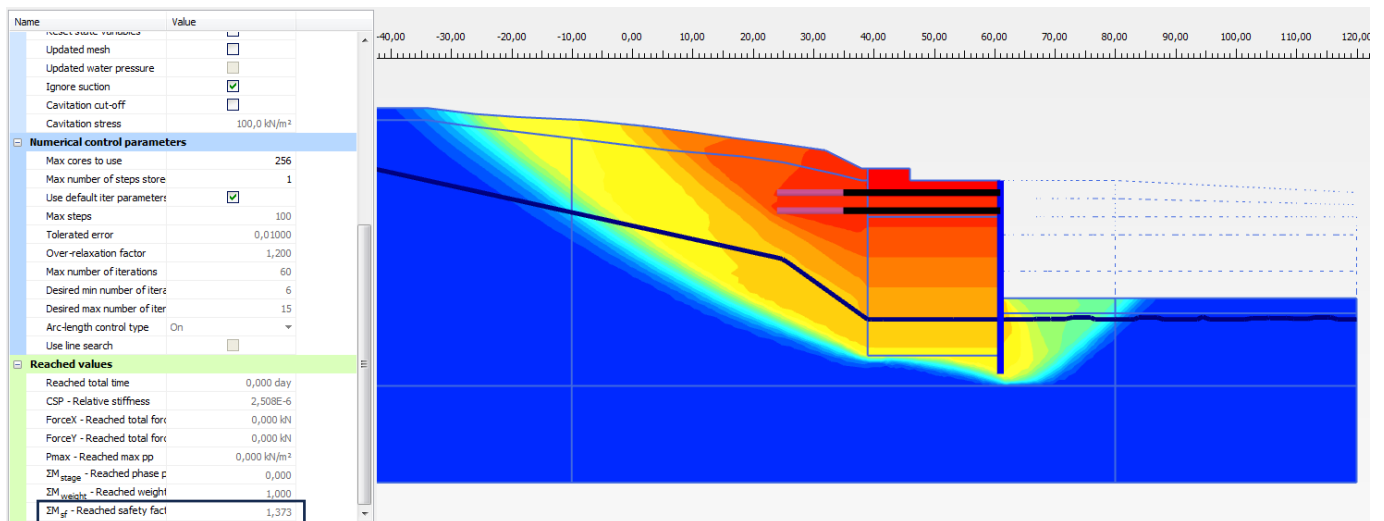
Le immagini seguenti riportano il valore del coefficiente di sicurezza ed una vista del campo di spostamenti a rottura, il quale a sua volta fornisce una visualizzazione del meccanismo e dei volumi coinvolti.



Fondo scavo – FS = 1.18



Parziale ritombamento – FS = 1.33



Sisma – FS = 1.37

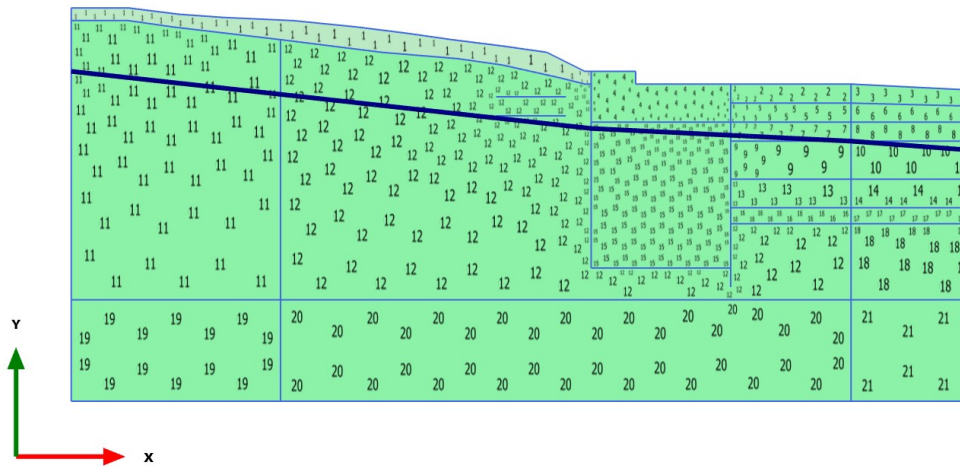
8 ALLEGATI

PROGETTAZIONE ATI:

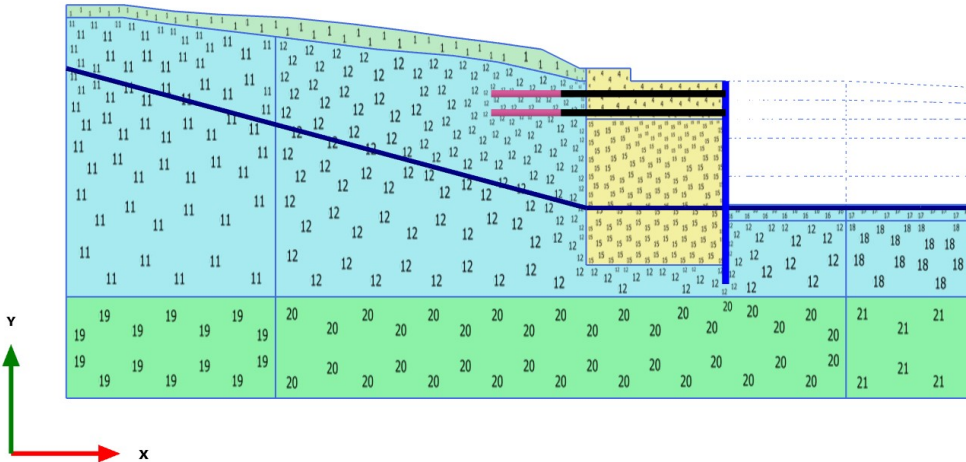
PLAXIS Report

[Click here](#) and press F9 key for TOC

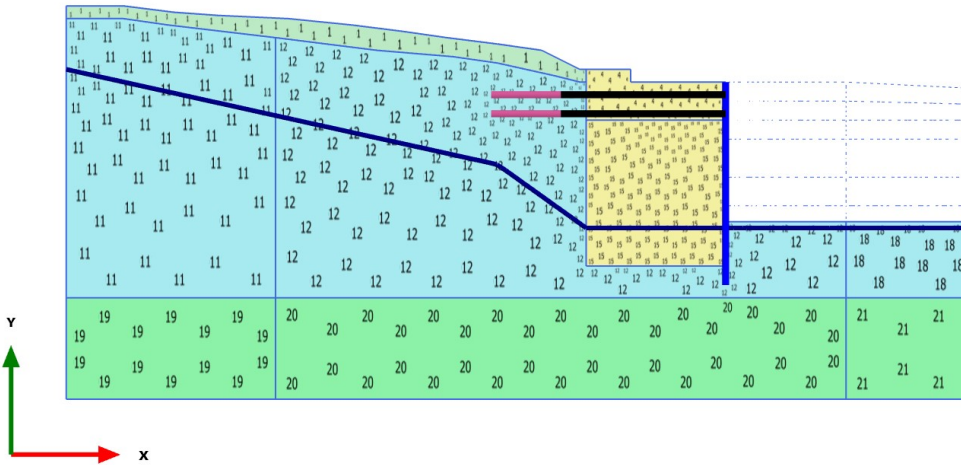
1.1.1.1 Calculation results, Initial phase [InitialPhase] (0/0), Connectivity plot



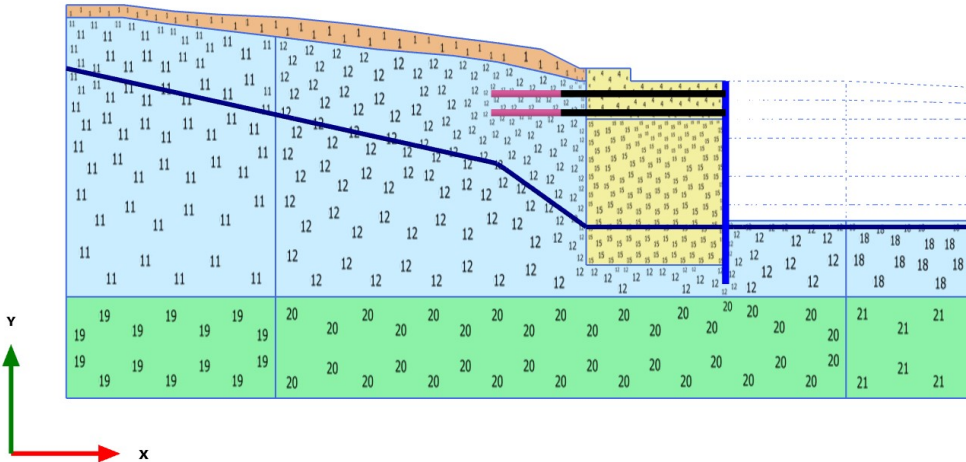
1.1.1.2 Calculation results, Phase_8 [Phase_8] (8/31), Connectivity plot



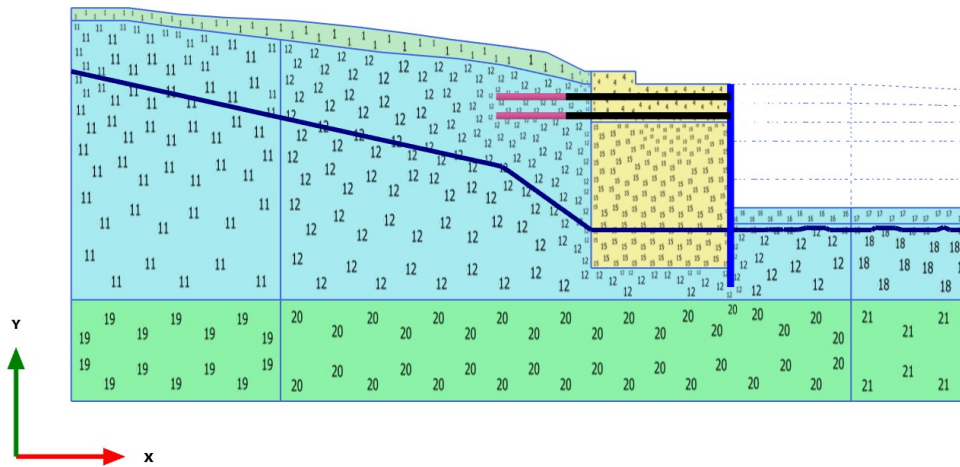
1.1.1.3 Calculation results, fondoscavo [Phase_9] (9/43), Connectivity plot



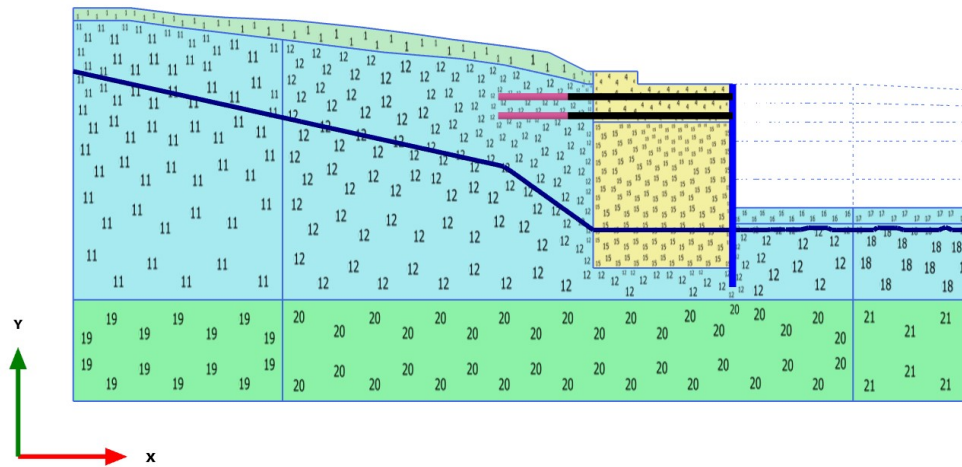
1.1.1.4 Calculation results, staticsafety [Phase_13] (13/170), Connectivity plot



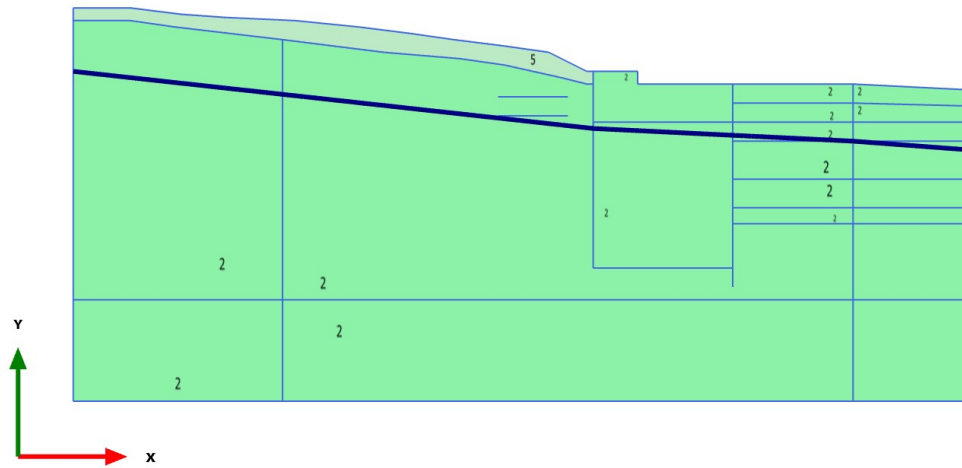
1.1.1.5 Calculation results, risalgo [Phase_14] (14/174), Connectivity plot



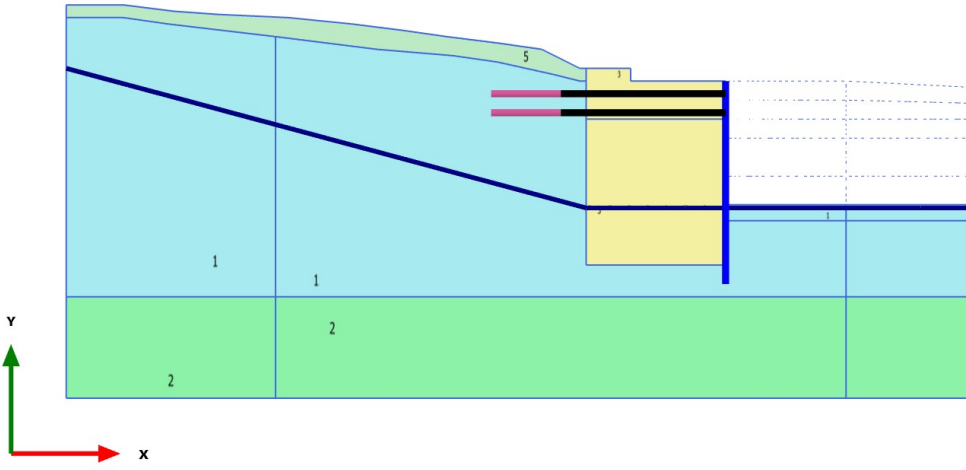
1.1.1.7 Calculation results, sismasafety [Phase_16] (16/284), Connectivity plot



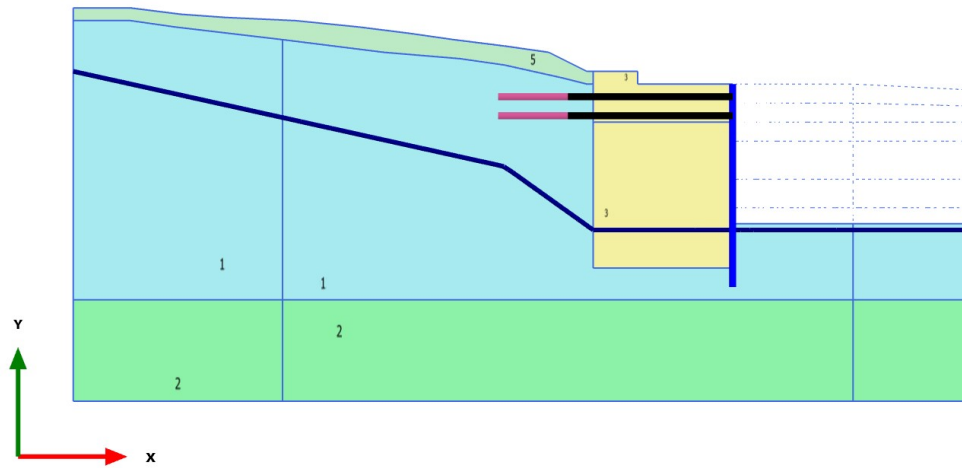
1.1.2.1 Calculation results, Initial phase [InitialPhase] (0/0), Materials plot



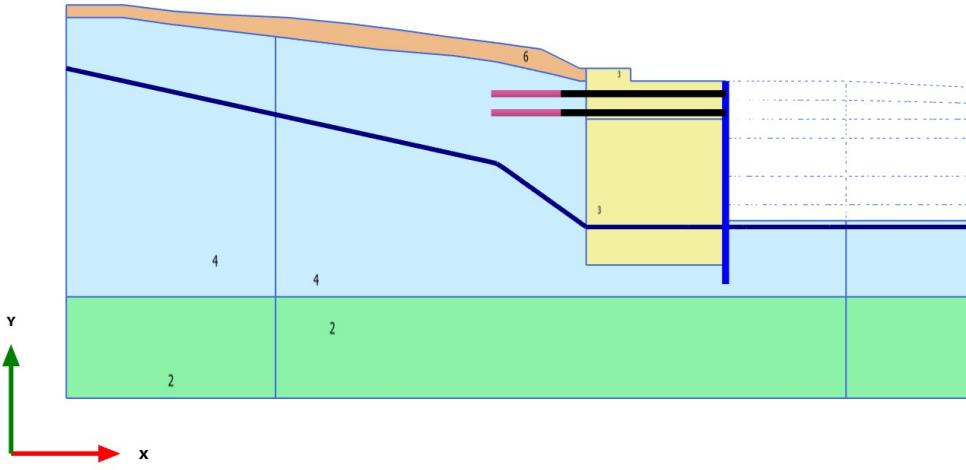
1.1.2.2 Calculation results, Phase_8 [Phase_8] (8/31), Materials plot



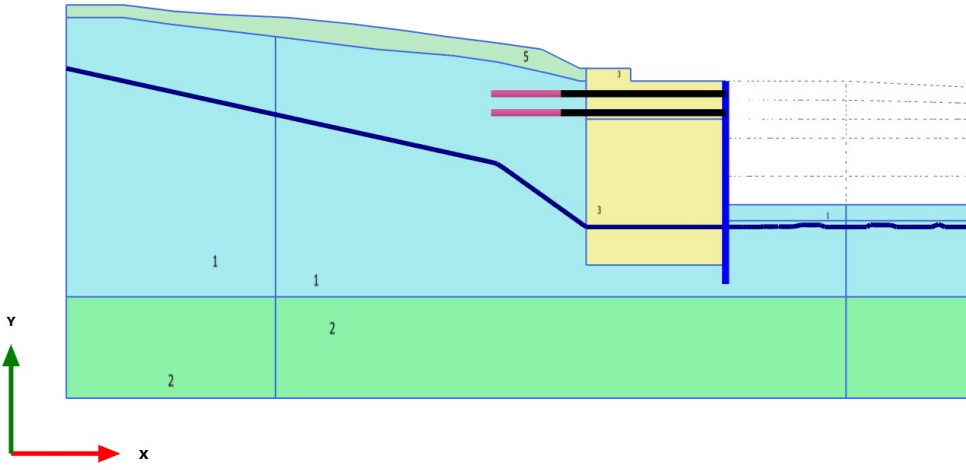
1.1.2.3 Calculation results, fondoscavo [Phase_9] (9/43), Materials plot



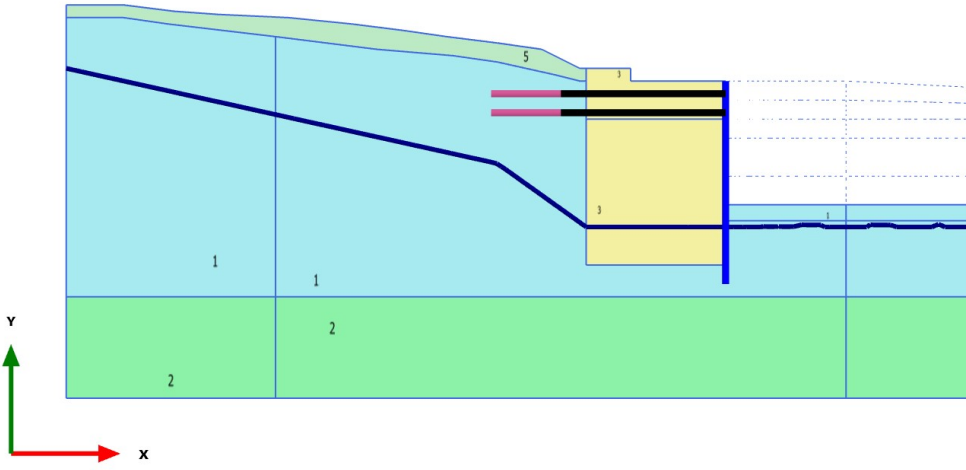
1.1.2.4 Calculation results, staticsafety [Phase_13] (13/170), Materials plot



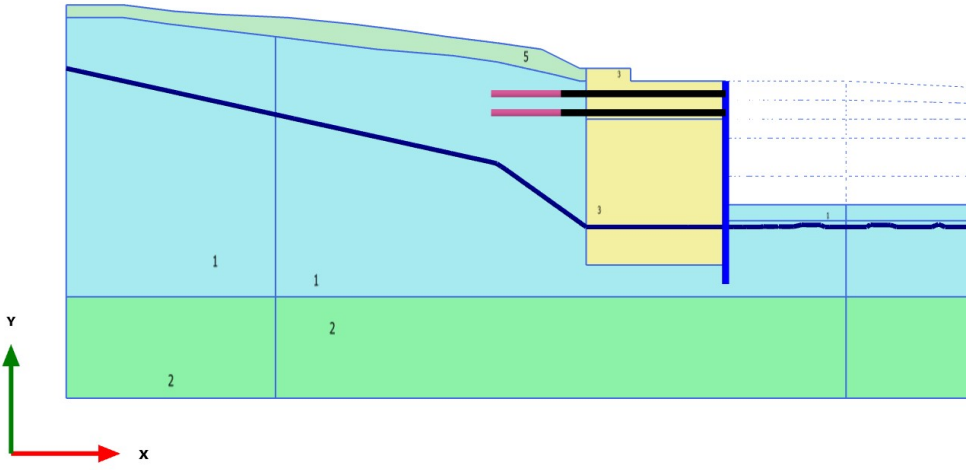
1.1.2.5 Calculation results, risalgo [Phase_14] (14/174), Materials plot



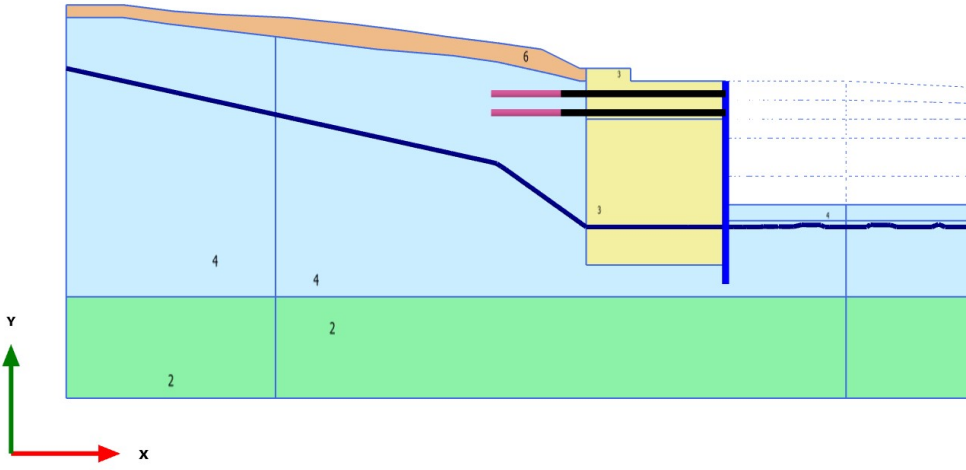
1.1.2.6 Calculation results, sisma [Phase_15] (15/184), Materials plot




1.1.2.7 Calculation results, sismasafety [Phase_16] (16/284), Materials plot



1.1.2.8 Calculation results, safety [Phase_11] (11/403), Materials plot



1.1.3.1.1 Materials - Soil and interfaces - Hardening soil






| Identification | | Fighille – UG9 |
|-----------------------|-------------------|---|
| Identification number | | 1 |
| Drainage type | | Drained |
| Colour | |  |
| Comments | | |
| γ_{unsat} | kN/m ³ | 20,00 |
| γ_{sat} | kN/m ³ | 21,00 |
| Dilatancy cut-off | | No |
| e_{init} | | 0,5000 |
| e_{min} | | 0,000 |
| e_{max} | | 999,0 |
| Rayleigh α | | 0,000 |
| Rayleigh β | | 0,000 |
| E_{50}^{ref} | kN/m ² | 40,00E3 |
| E_{oed}^{ref} | kN/m ² | 40,00E3 |
| E_{ur}^{ref} | kN/m ² | 120,0E3 |
| power (m) | | 0,5000 |
| Use alternatives | | No |

| Identification | | Figihille – UG9 |
|-----------------------|----------------------|-----------------|
| C_c | | 6,900E-3 |
| C_s | | 2,070E-3 |
| Θ_{init} | | 0,5000 |
| C_{ref} | kN/m ² | 20,00 |
| φ (phi) | ° | 26,00 |
| ψ (psi) | ° | 0,000 |
| Set to default values | | Yes |
| V_{ur} | | 0,2000 |
| p_{ref} | kN/m ² | 100,0 |
| K_0^{nc} | | 0,5616 |
| C_{inc} | kN/m ² /m | 0,000 |
| y_{ref} | m | 0,000 |
| R_f | | 0,9000 |
| Tension cut-off | | Yes |
| Tensile strength | kN/m ² | 0,000 |
| Undrained behaviour | | Standard |
| Skempton-B | | 0,9866 |
| V_u | | 0,4950 |
| $K_{w,ref} / n$ | kN/m ² | 6,146E6 |

| Identification | | Figihille – UG9 |
|---------------------------|-----------------------|-----------------|
| Stiffness | | Standard |
| Strength | | Rigid |
| R_{inter} | | 1,000 |
| Consider gap closure | | Yes |
| $\bar{\sigma}_{inter}$ | | 0,000 |
| Cross permeability | | Impermeable |
| Drainage conductivity, dk | m ³ /day/m | 0,000 |
| R | m ² K/kW | 0,000 |
| K_0 determination | | Automatic |
| $K_{0,x} = K_{0,z}$ | | Yes |
| $K_{0,x}$ | | 0,5616 |
| $K_{0,z}$ | | 0,5616 |
| OCR | | 1,000 |
| POP | kN/m ² | 0,000 |
| Data set | | Standard |
| Type | | Coarse |
| < 2 μ m | % | 10,00 |
| 2 μ m - 50 μ m | % | 13,00 |
| 50 μ m - 2 mm | % | 77,00 |

| Identification | | Fighille |
|-------------------------|---------------------|------------|
| Use defaults | | None |
| k_x | m/day | 0,000 |
| k_y | m/day | 0,000 |
| $-\psi_{\text{unsat}}$ | m | 10,00E3 |
| θ_{init} | | 0,5000 |
| S_s | 1/m | 0,000 |
| C_k | | 1000E12 |
| C_s | kJ/t/K | 0,000 |
| λ_s | kW/m/K | 0,000 |
| ρ_s | t/m ³ | 0,000 |
| Solid thermal expansion | | Volumetric |
| α_s | 1/K | 0,000 |
| D_v | m ² /day | 0,000 |
| f_{Tv} | | 0,000 |
| Unfrozen water content | | None |

1.1.3.1.2 Materials - Soil and interfaces - Mohr-Coulomb


| Identification | | Fighille – UG9 | pali | FighilleA2M2 | Fighille sup | Fighille Sup a2m2 |
|-----------------------|-------------------|---|---|---|---|---|
| Identification number | | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| Drainage type | | Drained | Drained | Drained | Drained | Drained |
| Colour | |  |  |  |  |  |
| Comments | | | | | | |
| γ_{unsat} | kN/m ³ | 20,00 | 23,00 | 20,00 | 20,00 | 20,00 |
| γ_{sat} | kN/m ³ | 21,00 | 23,00 | 21,00 | 21,00 | 21,00 |
| Dilatancy cut-off | | No | No | No | No | No |
| e_{init} | | 0,5000 | 0,5000 | 0,5000 | 0,5000 | 0,5000 |
| e_{min} | | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 |
| e_{max} | | 999,0 | 999,0 | 999,0 | 999,0 | 999,0 |
| Rayleigh α | | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 |
| Rayleigh β | | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 |
| E | kN/m ² | 200,0E3 | 5,00E6 | 40,0E3 | 20,00E3 | 20,0E3 |
| ν (nu) | | 0,3000 | 0,3000 | 0,000 | 0,3000 | 0,000 |
| G | kN/m ² | 115,4E3 | 2,885E6 | 125,0E3 | 7692 | 125,0E3 |
| E_{oed} | kN/m ² | 403,8E3 | 10,10E6 | 250,0E3 | 26,92E3 | 250,0E3 |
| C_{ref} | kN/m ² | 20,00 | 350,0 | 16,00 | 2,00 | 2,00 |

| Identification | | Fighille – UG9 | pali | FighilleA2M2 | Fighille sup | Fighille Sup a2m2 |
|-----------------------|----------------------|----------------|----------|--------------|--------------|-------------------|
| φ (phi) | ° | 28,00 | 35,00 | 21,30 | 20,00 | 16,50 |
| ψ (psi) | ° | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 |
| V_s | m/s | 237,9 | 1109 | 247,6 | 61,43 | 247,6 |
| V_p | m/s | 445,1 | 2075 | 350,2 | 114,9 | 350,2 |
| Set to default values | | Yes | No | Yes | Yes | Yes |
| E_{inc} | kN/m ² /m | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 |
| y_{ref} | m | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 |
| C_{inc} | kN/m ² /m | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 |
| y_{ref} | m | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 |
| Tension cut-off | | Yes | Yes | Yes | Yes | Yes |
| Tensile strength | kN/m ² | 0,000 | 30,00 | 0,000 | 0,000 | 0,000 |
| Undrained behaviour | | Standard | Standard | Standard | Standard | Standard |
| Skempton-B | | 0,9783 | 0,9783 | 0,9933 | 0,9783 | 0,9933 |
| v_u | | 0,4950 | 0,4950 | 0,4950 | 0,4950 | 0,4950 |
| $K_{w,ref} / n$ | kN/m ² | 11,25E6 | 281,2E6 | 12,37E6 | 750,0E3 | 12,37E6 |
| Stiffness | | Standard | Standard | Standard | Standard | Standard |
| Strength | | Rigid | Rigid | Rigid | Rigid | Rigid |
| R_{inter} | | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 |
| Consider gap closure | | Yes | Yes | Yes | Yes | Yes |

| Identification | | Figuille – UG9 | pali | FiguilleA2M2 | Figuille sup | Figuille Sup a2m2 |
|-------------------------------------|-----------------------|----------------|-------------|--------------|--------------|-------------------|
| δ_{inter} | | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 |
| Cross permeability | | Impermeable | Impermeable | Impermeable | Impermeable | Impermeable |
| Drainage conductivity, dk | m ³ /day/m | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 |
| R | m ² K/kW | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 |
| K ₀ determination | | Automatic | Automatic | Automatic | Automatic | Automatic |
| K _{0,x} = K _{0,z} | | Yes | Yes | Yes | Yes | Yes |
| K _{0,x} | | 0,5305 | 0,4264 | 0,6367 | 0,5933 | 0,6498 |
| K _{0,z} | | 0,5305 | 0,4264 | 0,6367 | 0,5933 | 0,6498 |
| Data set | | Standard | Standard | Standard | Standard | Standard |
| Type | | Coarse | Coarse | Coarse | Coarse | Coarse |
| < 2 μm | % | 10,00 | 10,00 | 10,00 | 10,00 | 10,00 |
| 2 μm - 50 μm | % | 13,00 | 13,00 | 13,00 | 13,00 | 13,00 |
| 50 μm - 2 mm | % | 77,00 | 77,00 | 77,00 | 77,00 | 77,00 |
| Use defaults | | None | None | None | None | None |
| k _x | m/day | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 |
| k _y | m/day | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 |
| -Ψ _{unsat} | m | 10,00E3 | 10,00E3 | 10,00E3 | 10,00E3 | 10,00E3 |
| e _{init} | | 0,5000 | 0,5000 | 0,5000 | 0,5000 | 0,5000 |
| S _s | 1/m | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 |


| Identification | | Fighille – UG9 | pali | FighilleA2M2 | Fighille sup | Fighille Sup a2m2 |
|-------------------------|---------------------|----------------|------------|--------------|--------------|-------------------|
| C _k | | 1000E12 | 1000E12 | 1000E12 | 1000E12 | 1000E12 |
| C _s | kJ/t/K | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 |
| λ _s | kW/m/K | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 |
| ρ _s | t/m ³ | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 |
| Solid thermal expansion | | Volumetric | Volumetric | Volumetric | Volumetric | Volumetric |
| α _s | 1/K | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 |
| D _v | m ² /day | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 |
| f _{TV} | | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 |
| Unfrozen water content | | None | None | None | None | None |

1.1.3.2 Materials - Plates -

| | | | |
|-----------------------|----------------------|--|---|
| Identification | | | pali |
| Identification number | | | 1 |
| Comments | | | |
| Colour | | |  |
| Material type | | | Elastic |
| Isotropic | | | Yes |
| EA ₁ | kN/m | | 28,65E6 |
| EA ₂ | kN/m | | 28,65E6 |
| EI | kN m ² /m | | 2,177E6 |
| d | m | | 0,955 |
| w | kN/m/m | | 5,000 |
| v (nu) | | | 0,3000 |
| Rayleigh α | | | 0,000 |
| Rayleigh β | | | 0,000 |
| Prevent punching | | | No |
| Identification number | | | 1 |
| c | kJ/t/K | | 0,000 |
| λ | kW/m/K | | 0,000 |

| Identification | pali |
|----------------|-------|
| ρ | 0,000 |
| α | 0,000 |

1.1.3.3 Materials - Geogrids -

| | | | |
|------------------------------|------------------|--|---|
| Identification | | | <NoName> |
| Identification number | | | 1 |
| Comments | | | |
| Colour | | |  |
| Material type | | | Elastic |
| Isotropic | | | Yes |
| EA ₁ | kN/m | | 201,0E3 |
| EA ₂ | kN/m | | 201,0E3 |
| Identification number | | | 1 |
| c | kJ/t/K | | 0,000 |
| λ | kW/m/K | | 0,000 |
| ρ | t/m ³ | | 0,000 |
| α | 1/K | | 0,000 |
| Identification number | | | 1 |
| c | kJ/t/K | | 0,000 |
| λ | kW/m/K | | 0,000 |
| ρ | t/m ³ | | 0,000 |
| α | 1/K | | 0,000 |

Identification

<NoName>

A

m²


0,000


1.1.3.4 Materials - Anchors -

| | | |
|------------------------------|------------------|-----------------------|
| Identification | | <NoName> |
| Identification number | | 1 |
| Comments | | |
| Colour | | ■ |
| Material type | | Elastic |
| EA | kN | 166,1E3 |
| L _{spacing} | m | 2,800 |
| Identification number | | 1 |
| c | kJ/t/K | 0,000 |
| λ | kW/m/K | 0,000 |
| ρ | t/m ³ | 0,000 |
| α | 1/K | 0,000 |
| Identification number | | 1 |
| c | kJ/t/K | 0,000 |
| λ | kW/m/K | 0,000 |
| ρ | t/m ³ | 0,000 |
| α | 1/K | 0,000 |
| A | m ² | 0,000 |

| Identification | | <NoName> |
|-----------------------|-----------------|----------|
| Identification number | | 1 |
| c | kJ/t/K | 0,000 |
| λ | kW/m/K | 0,000 |
| ρ | t/m^3 | 0,000 |
| α | $1/\text{K}$ | 0,000 |
| A | m^2 | 0,000 |

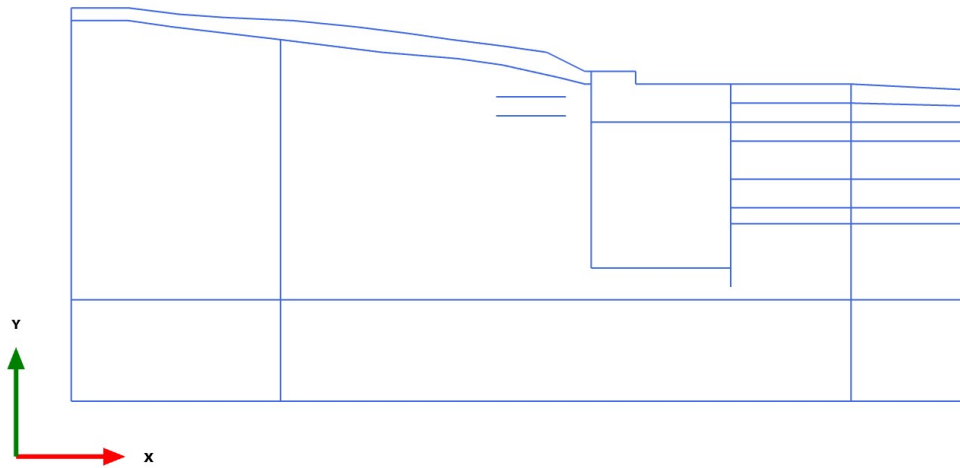
1.1.3.5 Materials - Embedded beam row -

| | | | |
|-------------------------------|-------------------|--|---|
| Identification | | | <NoName> |
| Identification number | | | 1 |
| Comments | | | |
| Colour | | |  |
| Material type | | | Elastic |
| E | kN/m ² | | 20,00E6 |
| γ | kN/m ³ | | 1,000 |
| Beam type | | | Predefined |
| Predefined beam type | | | Massive circular beam |
| Diameter | m | | 0,2000 |
| A | m ² | | 0,03142 |
| I ₂ | m ⁴ | | 0,07854E-3 |
| I ₃ | m ⁴ | | 0,07854E-3 |
| Rayleigh α | | | 0,000 |
| Rayleigh β | | | 0,000 |
| Axial skin resistance | | | Linear |
| T _{skin, start, max} | kN/m | | 180,0 |
| T _{skin, end, max} | kN/m | | 180,0 |

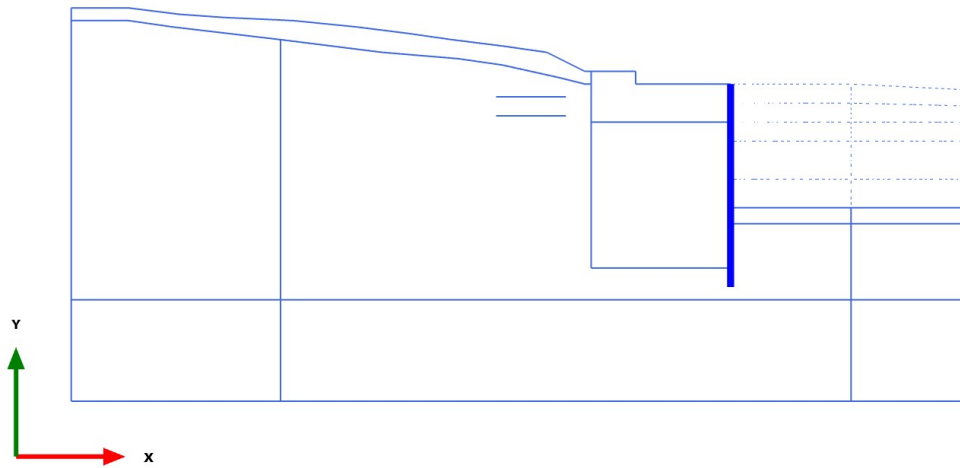
| | | | |
|------------------------|-------------------|--|---|
| Identification | | | <NoName> |
| F_{max} | kN | | 0,000 |
| Identification number | | | 1 |
| Comments | | | |
| Colour | | |  |
| Material type | | | Elastic |
| E | kN/m ² | | 20,00E6 |
| γ | kN/m ³ | | 1,000 |
| Beam type | | | Predefined |
| Predefined beam type | | | Massive circular beam |
| Diameter | m | | 0,2000 |
| A | m ² | | 0,03142 |
| I | m ⁴ | | 0,07854E-3 |
| $L_{spacing}$ | m | | 2,800 |
| Rayleigh α | | | 0,000 |
| Rayleigh β | | | 0,000 |
| Axial skin resistance | | | Linear |
| $T_{skin, start, max}$ | kN/m | | 180,0 |
| $T_{skin, end, max}$ | kN/m | | 180,0 |
| Lateral resistance | | | Unlimited |

| | | |
|--------------------------|----|-----------------------|
| Identification | | <NoName> |
| F _{max} | kN | 0,000 |
| Default values | | Yes |
| Axial stiffness factor | | 0,3454 |
| Lateral stiffness factor | | 0,3454 |
| Base stiffness factor | | 3,454 |
| Identification number | | 1 |

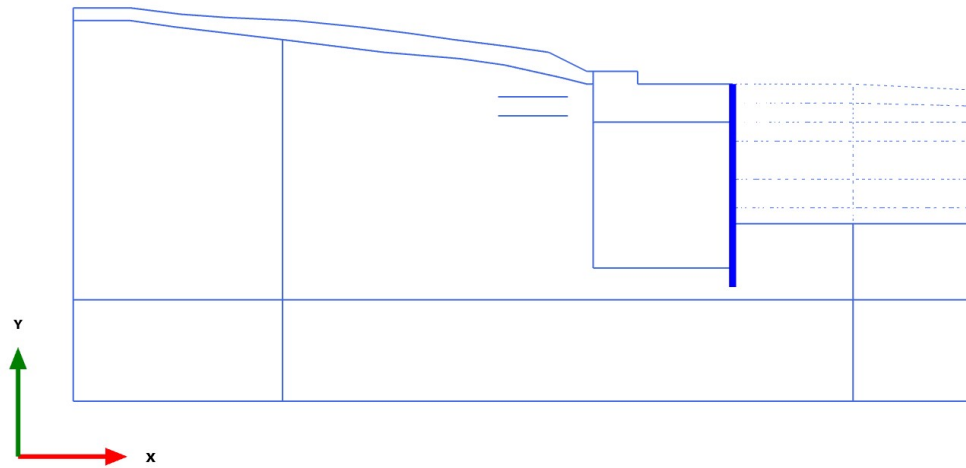
3.1.1.1.1 Calculation results, Plate, Initial phase [InitialPhase] (0/0), Connectivity plot



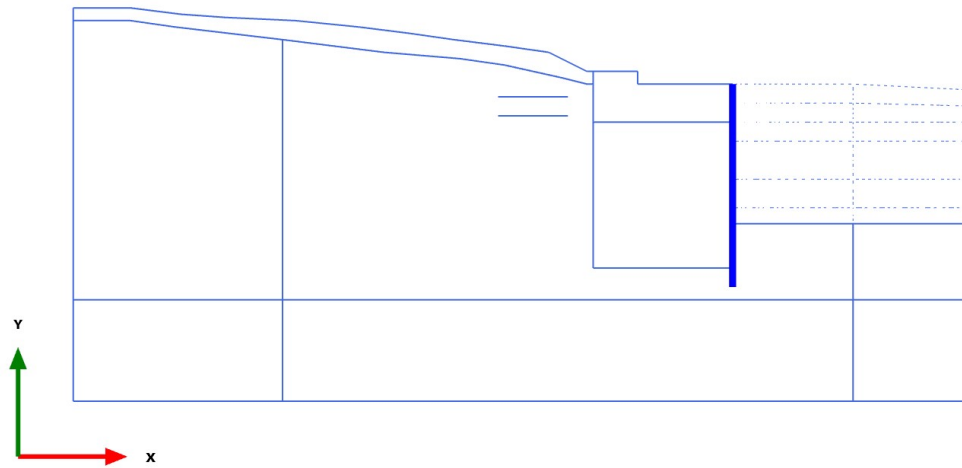
3.1.1.1.2 Calculation results, Plate, Phase_8 [Phase_8] (8/31), Connectivity plot



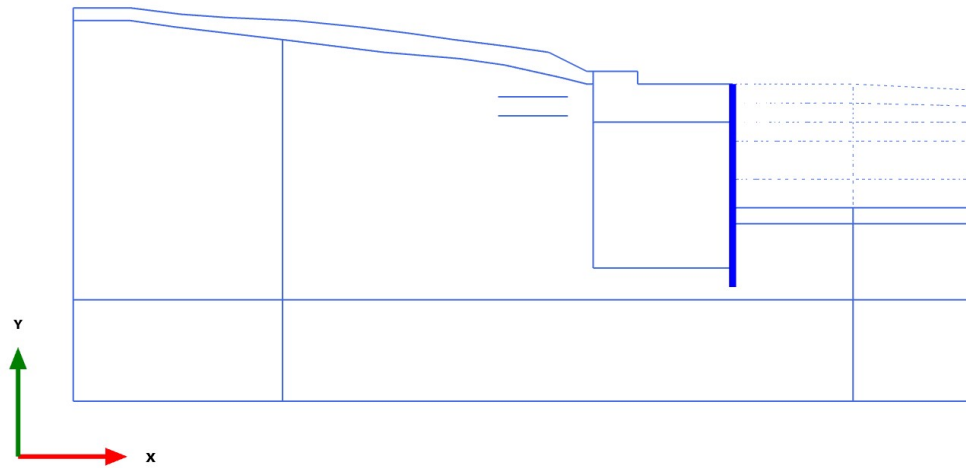
3.1.1.1.3 Calculation results, Plate, fondoscavo [Phase_9] (9/43), Connectivity plot



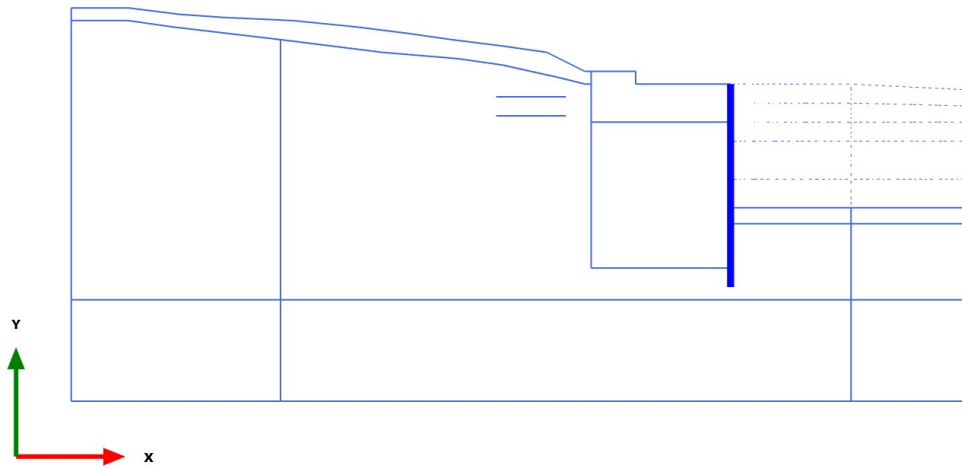
3.1.1.1.4 Calculation results, Plate, staticsafety [Phase_13] (13/170), Connectivity plot



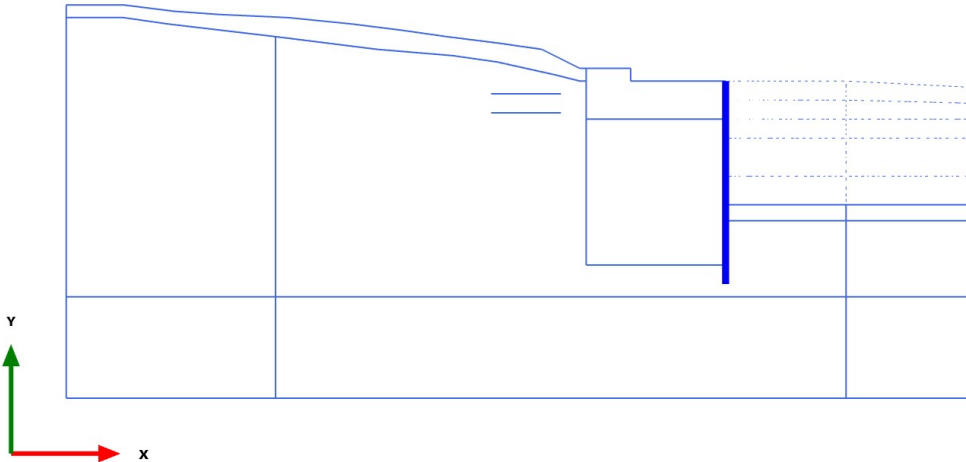
3.1.1.1.5 Calculation results, Plate, risalgo [Phase_14] (14/174), Connectivity plot



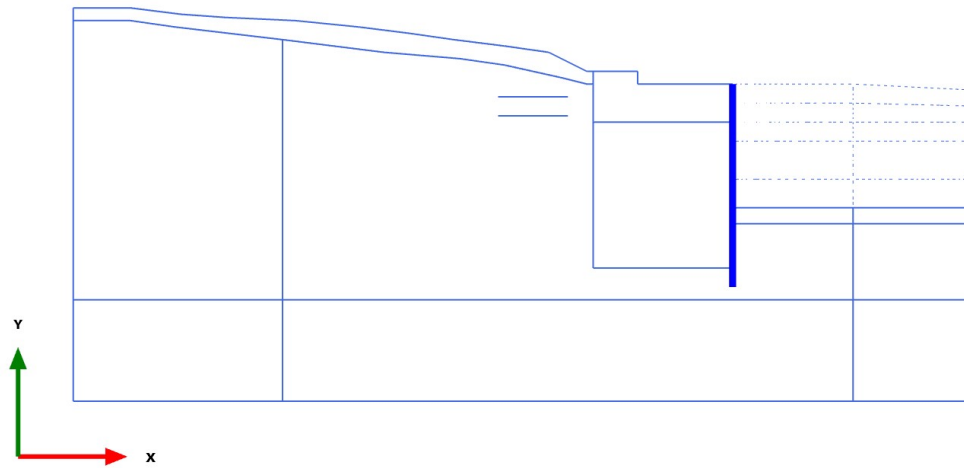
3.1.1.1.6 Calculation results, Plate, sisma [Phase_15] (15/184), Connectivity plot



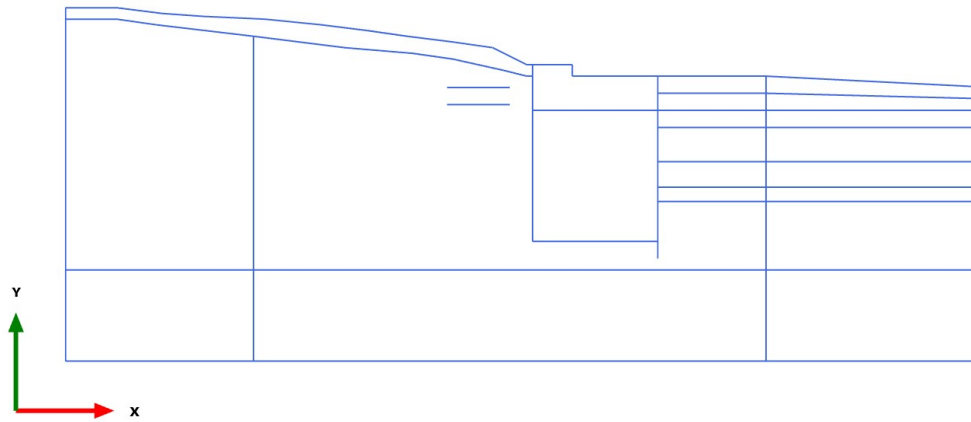
3.1.1.1.7 Calculation results, Plate, sismasafety [Phase_16] (16/284), Connectivity plot



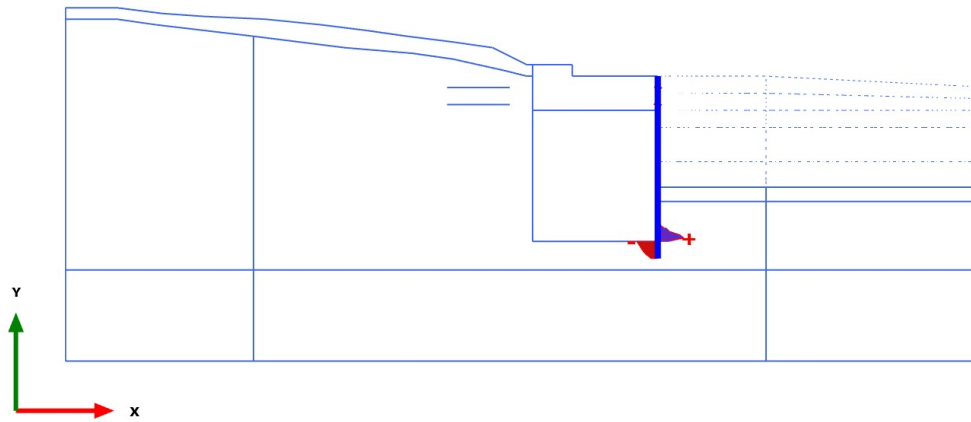
3.1.1.1.8 Calculation results, Plate, safety [Phase_11] (11/403), Connectivity plot



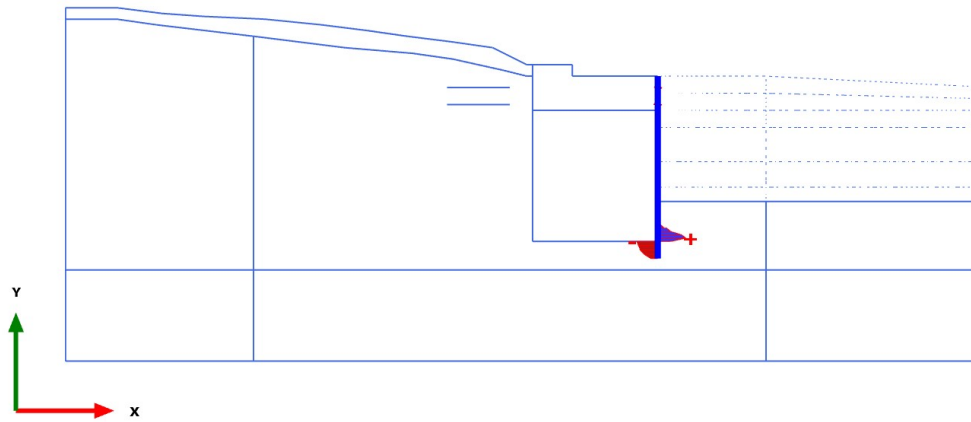
3.1.2.1.1 Calculation results, Plate, Initial phase [InitialPhase] (0/0), Shear forces Q



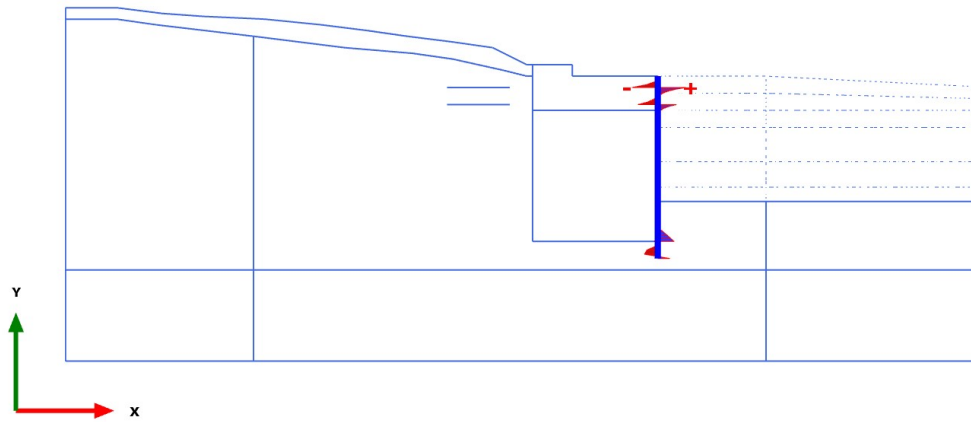
3.1.2.1.2 Calculation results, Plate, Phase_8 [Phase_8] (8/31), Shear forces Q



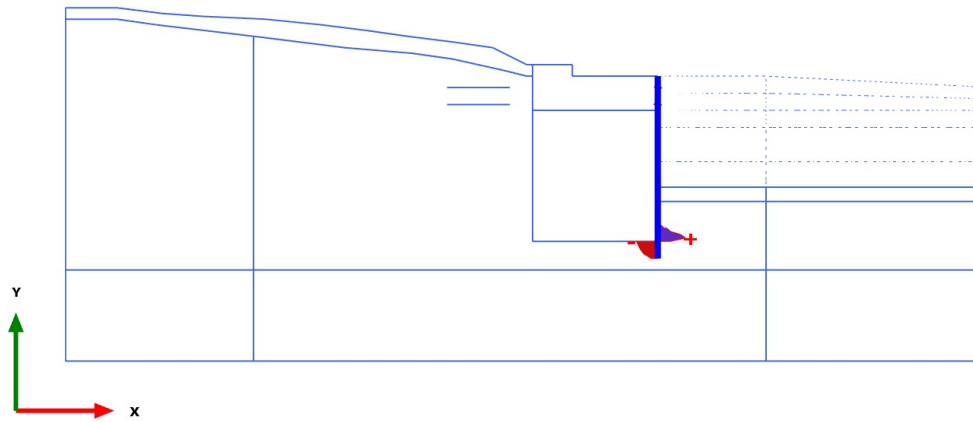
3.1.2.1.3 Calculation results, Plate, fondoscavo [Phase_9] (9/43), Shear forces Q



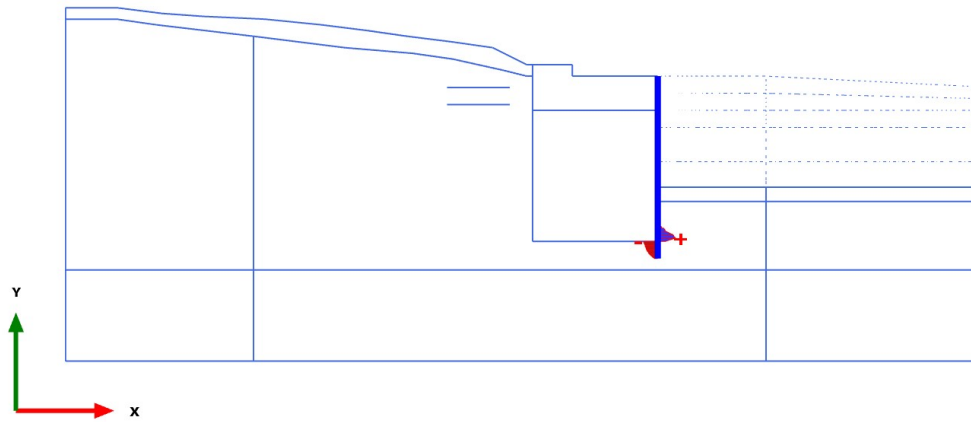
3.1.2.1.4 Calculation results, Plate, staticsafety [Phase_13] (13/170), Shear forces Q



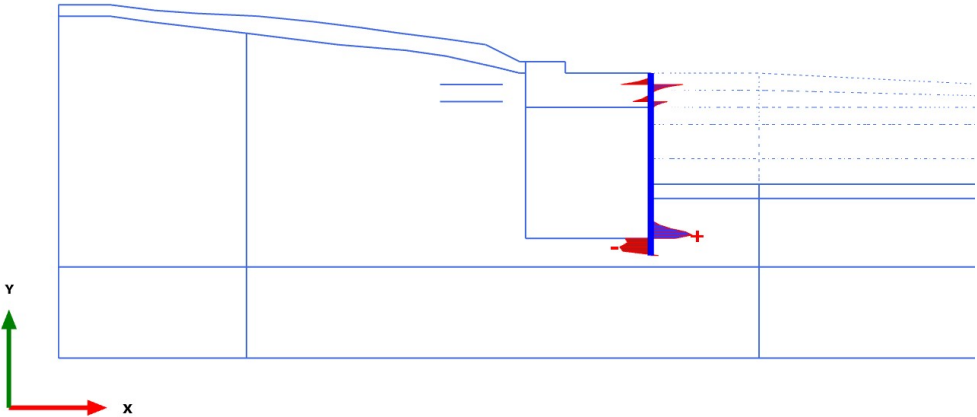
3.1.2.1.5 Calculation results, Plate, risalgo [Phase_14] (14/174), Shear forces Q



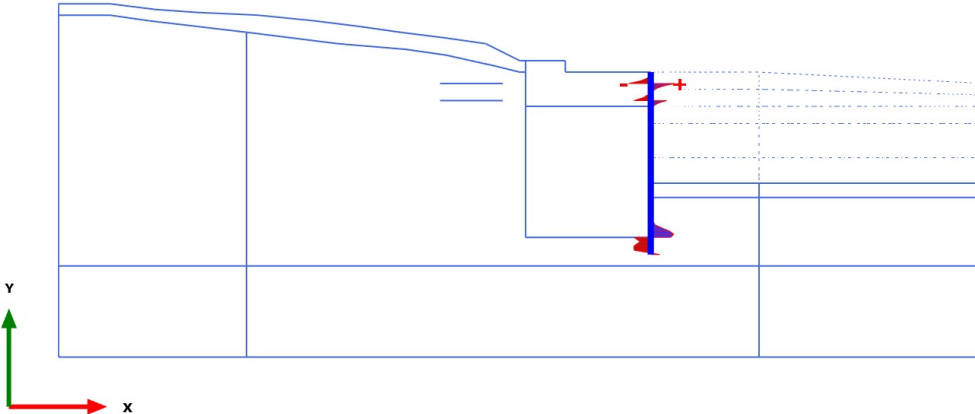
3.1.2.1.6 Calculation results, Plate, sisma [Phase_15] (15/184), Shear forces Q



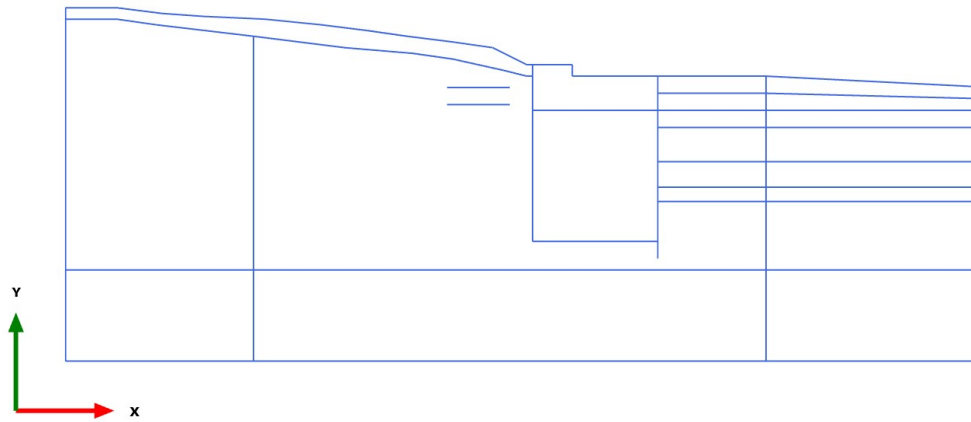
3.1.2.1.7 Calculation results, Plate, sismasafety [Phase_16] (16/284), Shear forces Q



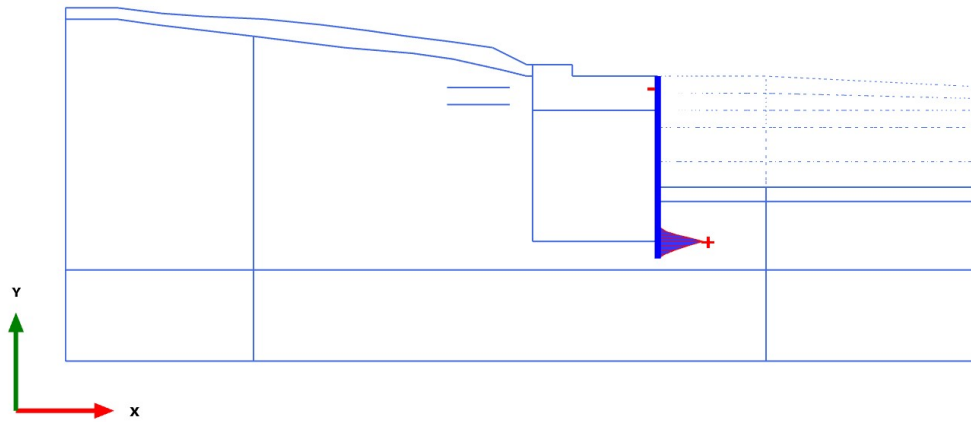
3.1.2.1.8 Calculation results, Plate, safety [Phase_11] (11/403), Shear forces Q



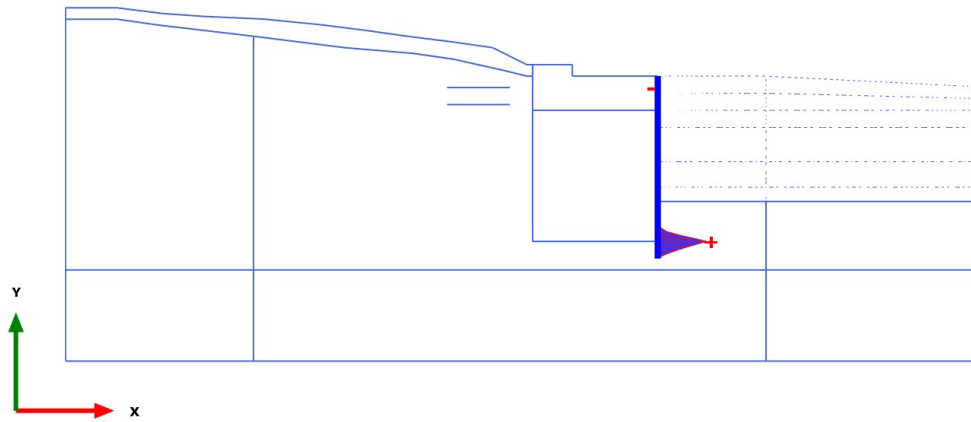
3.1.2.2.1 Calculation results, Plate, Initial phase [InitialPhase] (0/0), Bending moments M



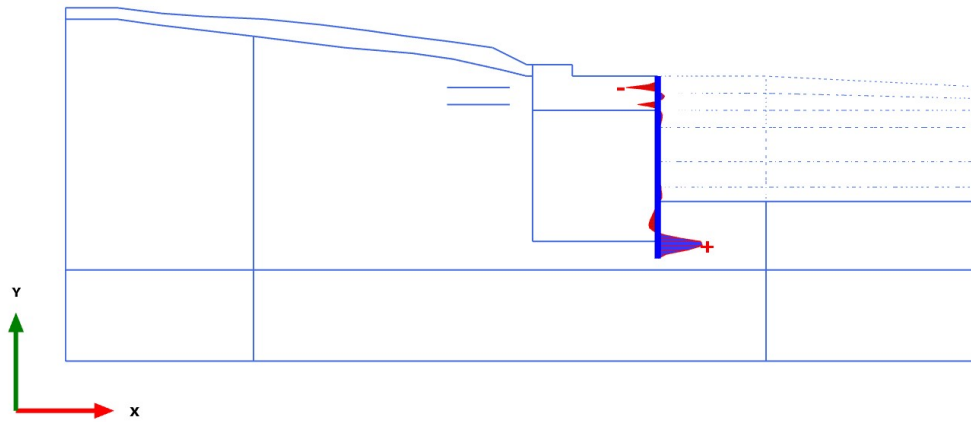
3.1.2.2.2 Calculation results, Plate, Phase_8 [Phase_8] (8/31), Bending moments M



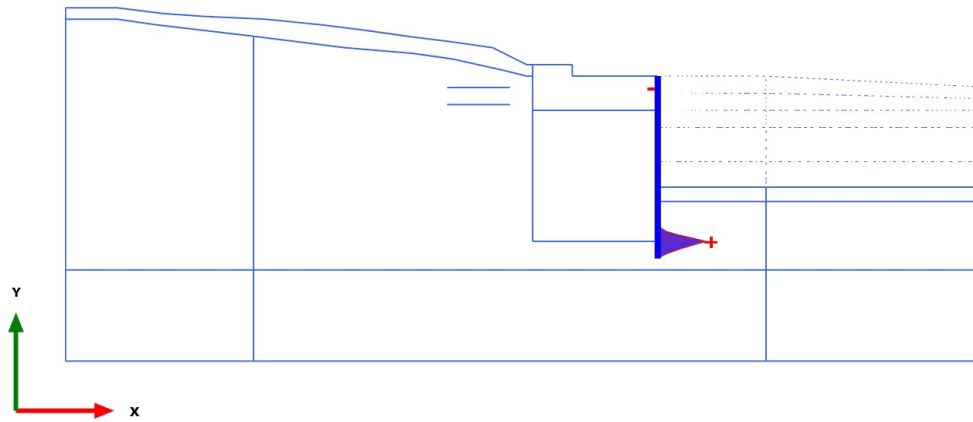
3.1.2.2.3 Calculation results, Plate, fondoscavo [Phase_9] (9/43), Bending moments M



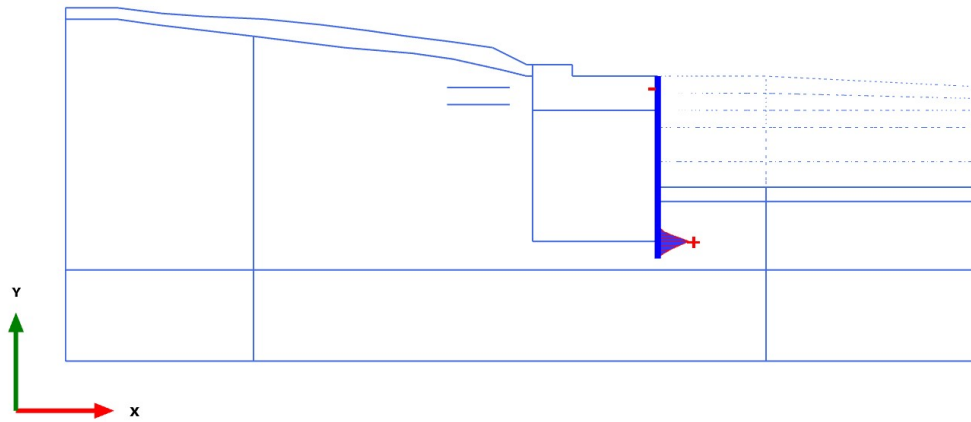
3.1.2.2.4 Calculation results, Plate, staticsafety [Phase_13] (13/170), Bending moments M



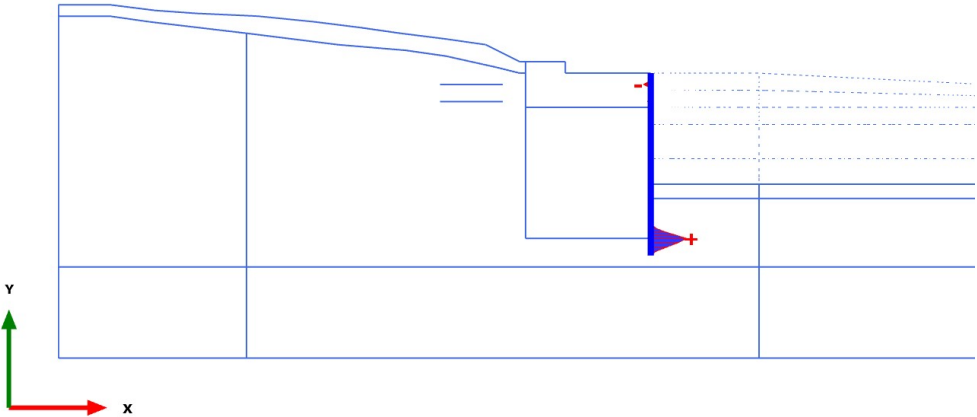
3.1.2.2.5 Calculation results, Plate, risalgo [Phase_14] (14/174), Bending moments M



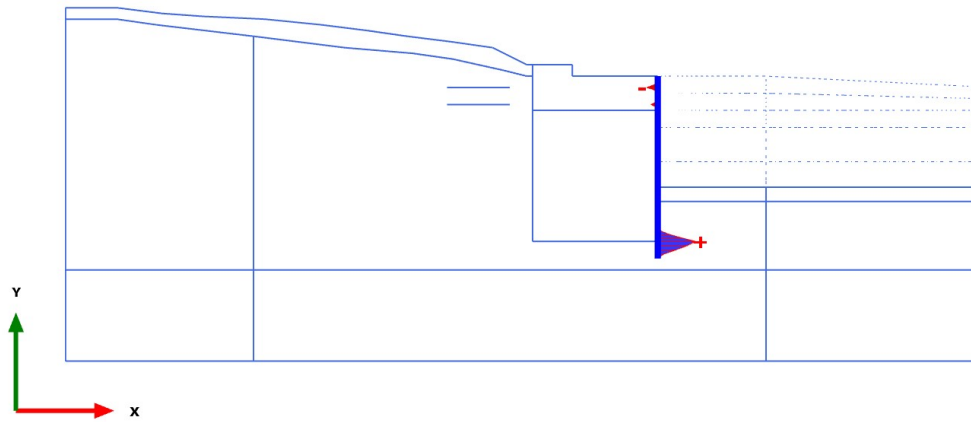
3.1.2.2.6 Calculation results, Plate, sisma [Phase_15] (15/184), Bending moments M



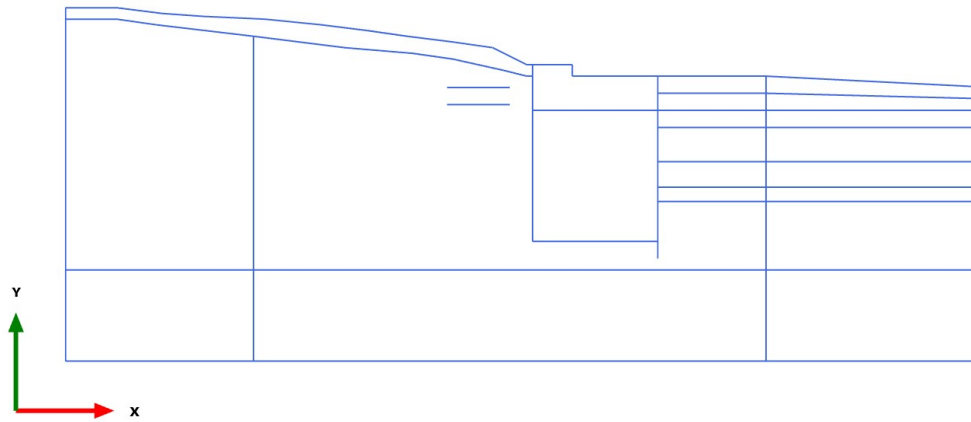
3.1.2.2.7 Calculation results, Plate, sismasafety [Phase_16] (16/284), Bending moments M



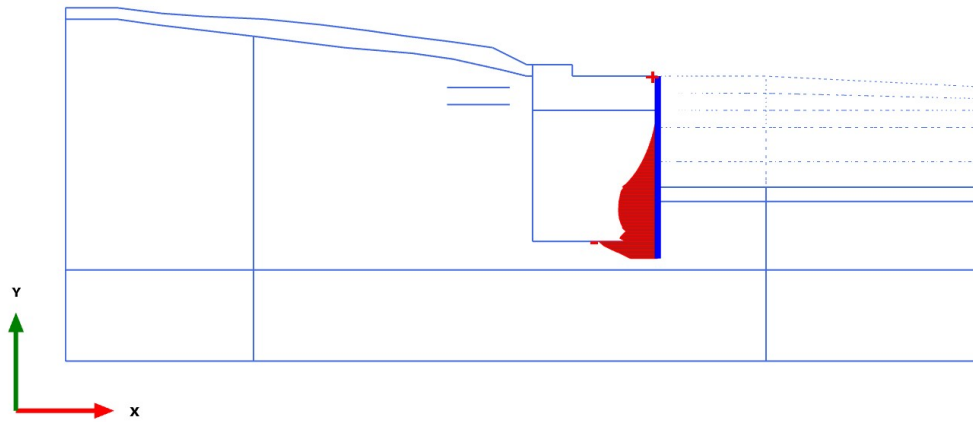
3.1.2.2.8 Calculation results, Plate, safety [Phase_11] (11/403), Bending moments M



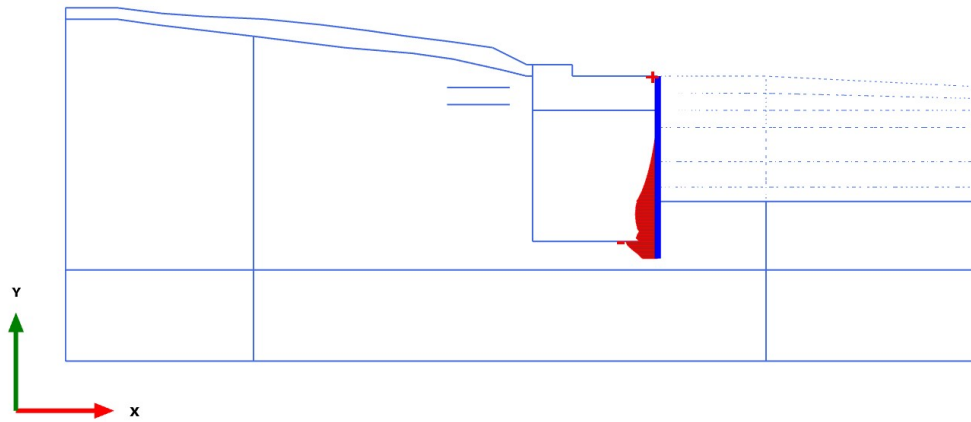
3.1.2.3.1 Calculation results, Plate, Initial phase [InitialPhase] (0/0), Axial forces N



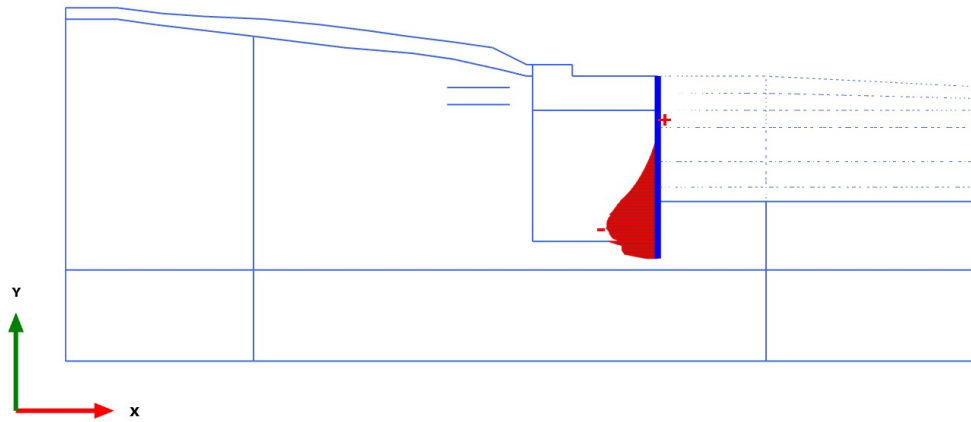
3.1.2.3.2 Calculation results, Plate, Phase_8 [Phase_8] (8/31), Axial forces N



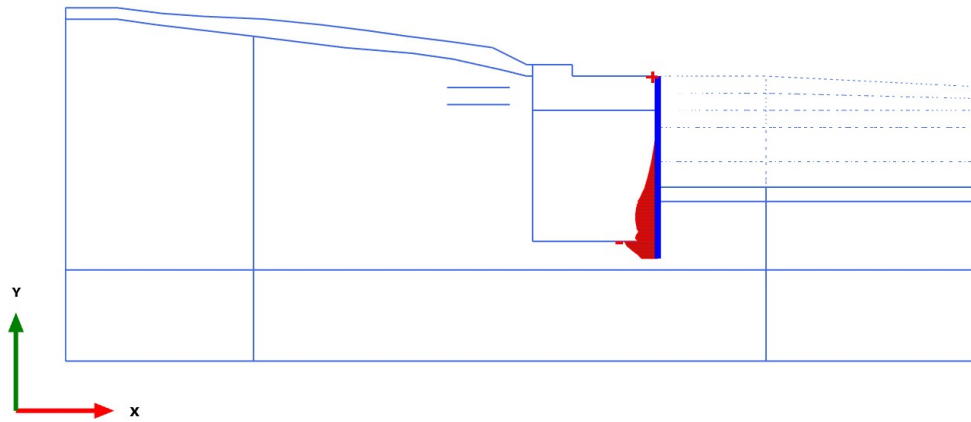
3.1.2.3.3 Calculation results, Plate, fondoscavo [Phase_9] (9/43), Axial forces N



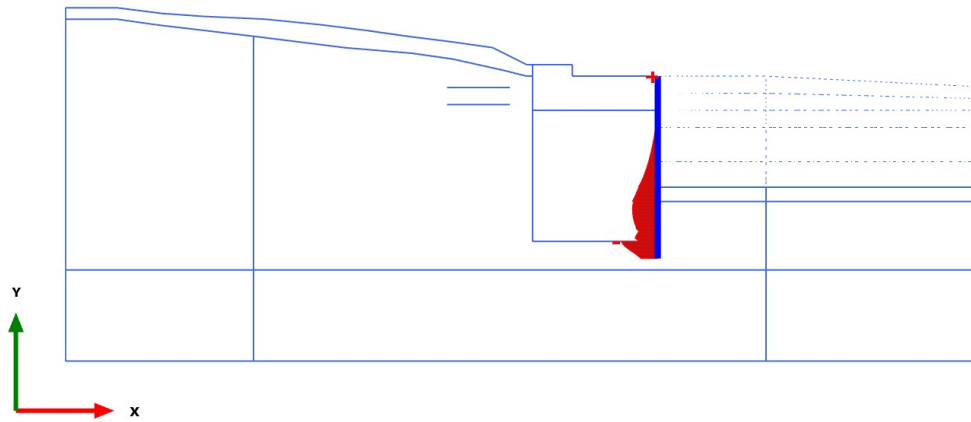
3.1.2.3.4 Calculation results, Plate, staticsafety [Phase_13] (13/170), Axial forces N



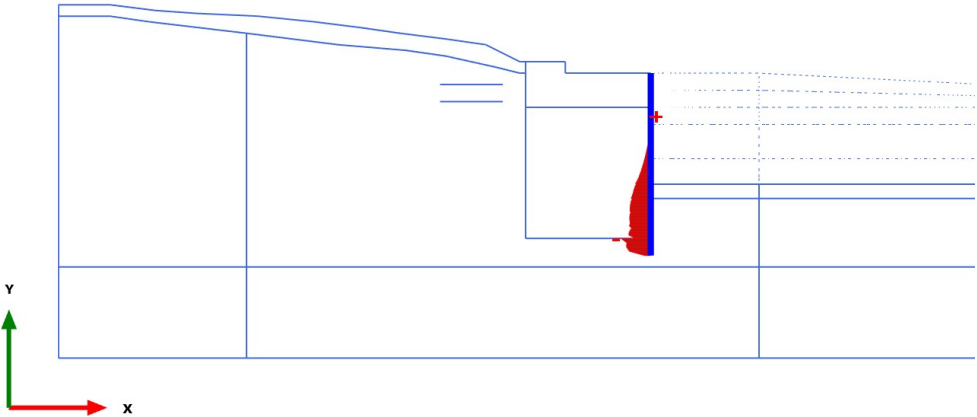
3.1.2.3.5 Calculation results, Plate, risalgo [Phase_14] (14/174), Axial forces N



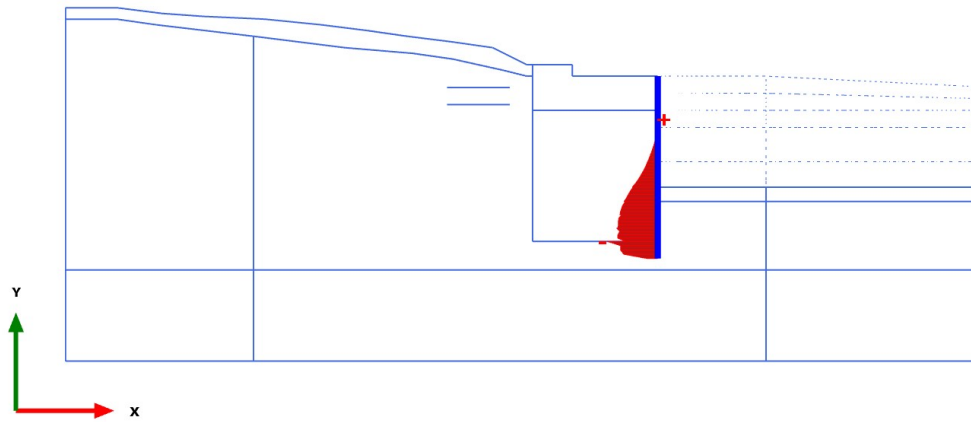
3.1.2.3.6 Calculation results, Plate, sisma [Phase_15] (15/184), Axial forces N



3.1.2.3.7 Calculation results, Plate, sismasafety [Phase_16] (16/284), Axial forces N



3.1.2.3.8 Calculation results, Plate, safety [Phase_11] (11/403), Axial forces N



3.1.2.4.2 Calculation results, Plate, Phase_8 [Phase_8] (8/31), Table of plate force envelopes

| Structural element | Node | Local number | X [m] | Y [m] | N [kN/m] | N _{min} [kN/m] | N _{max} [kN/m] | Q [kN/m] | Q _{min} [kN/m] | Q _{max} [kN/m] | M [kN m/m] | M _{min} [kN m/m] | M _{max} [kN m/m] |
|---------------------|------|--------------|--------|--------|----------|-------------------------|-------------------------|----------|-------------------------|-------------------------|------------|---------------------------|---------------------------|
| Plate_1_1 | 565 | 1 | 61,000 | 40,000 | -0,197 | -0,897 | 3,958 | 2,516 | -0,649 | 2,864 | 0,000 | 0,000 | 0,000 |
| Element 1-1 (Plate) | 559 | 2 | 61,000 | 39,500 | -3,991 | -4,493 | 4,639 | 0,496 | -0,898 | 5,148 | 0,784 | -0,275 | 1,828 |
| (pali) | 560 | 3 | 61,000 | 39,000 | -10,022 | -10,022 | 4,216 | -7,838 | -7,838 | 6,285 | -0,403 | -0,693 | 4,718 |
| | 561 | 4 | 61,000 | 38,500 | -16,464 | -17,315 | 2,549 | -27,892 | -27,892 | 4,915 | -9,008 | -9,008 | 7,626 |
| | 581 | 5 | 61,000 | 38,000 | -21,494 | -25,151 | 0,000 | -65,074 | -65,074 | 1,506 | -31,301 | -31,301 | 9,228 |
| Plate_1_2 | 581 | 1 | 61,000 | 38,000 | -24,432 | -27,942 | 0,175 | 72,223 | -0,409 | 72,223 | -31,301 | -31,301 | 9,228 |
| Element 2-2 (Plate) | 582 | 2 | 61,000 | 37,750 | -23,688 | -29,884 | 0,093 | 49,855 | -3,548 | 50,580 | -16,209 | -16,209 | 8,903 |
| (pali) | 583 | 3 | 61,000 | 37,500 | -22,278 | -34,918 | 0,013 | 33,683 | -9,926 | 35,192 | -5,834 | -5,834 | 7,574 |
| | 584 | 4 | 61,000 | 37,250 | -20,948 | -42,535 | 0,000 | 22,043 | -19,524 | 24,209 | 1,014 | -1,117 | 6,028 |
| | 603 | 5 | 61,000 | 37,000 | -20,444 | -51,056 | 0,000 | 13,268 | -33,546 | 16,030 | 5,403 | -2,844 | 11,028 |
| Plate_1_3 | 603 | 1 | 61,000 | 37,000 | -20,509 | -32,913 | 0,000 | 13,595 | -15,224 | 16,489 | 5,403 | -2,844 | 11,028 |
| Element 3-3 (Plate) | 597 | 2 | 61,000 | 36,500 | -21,199 | -33,455 | 0,000 | 0,263 | -2,927 | 7,460 | 8,428 | -6,734 | 15,662 |
| (pali) | 598 | 3 | 61,000 | 36,000 | -25,268 | -38,789 | 0,000 | -12,027 | -12,027 | 4,071 | 6,102 | -6,930 | 15,837 |
| | 599 | 4 | 61,000 | 35,500 | -31,588 | -54,044 | 0,000 | -32,519 | -32,519 | 1,721 | -4,968 | -5,794 | 17,126 |
| | 689 | 5 | 61,000 | 35,000 | -39,031 | -73,683 | 0,000 | -70,460 | -70,460 | 2,430 | -29,586 | -29,586 | 16,970 |
| Plate_1_4 | 689 | 1 | 61,000 | 35,000 | -39,051 | -73,764 | 0,000 | 68,750 | -4,193 | 68,852 | -29,586 | -29,586 | 16,970 |
| Element 4-4 (Plate) | 695 | 2 | 61,000 | 34,750 | -37,520 | -80,160 | 0,000 | 46,226 | -9,826 | 47,219 | -15,393 | -15,393 | 15,471 |
| (pali) | 694 | 3 | 61,000 | 34,500 | -35,741 | -87,665 | 0,000 | 30,381 | -18,345 | 32,160 | -5,892 | -5,892 | 12,417 |
| | 693 | 4 | 61,000 | 34,250 | -34,144 | -96,360 | 0,000 | 19,450 | -31,345 | 21,951 | 0,210 | -3,796 | 7,012 |

| Structural element | Node | Local number | X [m] | Y [m] | N [kN/m] | N _{min} [kN/m] | N _{max} [kN/m] | Q [kN/m] | Q _{min} [kN/m] | Q _{max} [kN/m] | M [kN m/m] | M _{min} [kN m/m] | M _{max} [kN m/m] |
|---------------------|------|--------------|--------|--------|----------|-------------------------|-------------------------|----------|-------------------------|-------------------------|------------|---------------------------|---------------------------|
| | 1073 | 5 | 61,000 | 34,000 | -33,156 | -106,706 | 0,000 | 11,667 | -50,424 | 14,877 | 4,071 | -7,120 | 11,417 |
| Plate_1_5 | 1073 | 1 | 61,000 | 34,000 | -32,767 | -73,220 | 0,000 | 10,901 | -15,817 | 16,125 | 4,071 | -7,120 | 11,417 |
| Element 5-5 (Plate) | 1074 | 2 | 61,000 | 33,250 | -33,367 | -81,924 | 1,199 | 1,124 | -2,919 | 4,816 | 7,871 | -10,281 | 17,380 |
| (pali) | 1075 | 3 | 61,000 | 32,500 | -37,617 | -106,304 | 6,437 | -1,449 | -1,600 | 6,428 | 7,729 | -7,100 | 21,593 |
| | 1076 | 4 | 61,000 | 31,750 | -46,496 | -145,969 | 12,970 | -0,838 | -13,013 | 3,575 | 6,492 | -4,630 | 17,733 |
| | 1337 | 5 | 61,000 | 31,000 | -60,984 | -201,899 | 19,959 | -1,065 | -61,182 | 4,628 | 6,090 | -7,893 | 7,705 |
| Plate_1_6 | 1337 | 1 | 61,000 | 31,000 | -60,238 | -141,800 | 19,860 | -0,446 | -15,669 | 2,184 | 6,090 | -7,893 | 7,705 |
| Element 6-6 (Plate) | 1338 | 2 | 61,000 | 30,250 | -76,957 | -164,953 | 25,818 | -0,002 | -0,487 | 4,442 | 5,937 | -10,221 | 7,963 |
| (pali) | 1339 | 3 | 61,000 | 29,500 | -96,446 | -166,126 | 30,544 | 0,267 | 0,000 | 6,542 | 6,040 | -7,069 | 8,689 |
| | 1340 | 4 | 61,000 | 28,750 | -118,660 | -175,298 | 34,070 | 0,429 | 0,000 | 3,420 | 6,310 | -4,280 | 10,028 |
| | 1873 | 5 | 61,000 | 28,000 | -143,552 | -200,977 | 36,424 | 0,551 | -0,023 | 4,098 | 6,675 | -2,646 | 12,177 |
| Plate_1_6 | 1873 | 1 | 61,000 | 28,000 | -143,567 | -201,161 | 36,285 | 0,545 | -0,016 | 6,173 | 6,675 | -2,646 | 12,177 |
| Element 6-7 (Plate) | 1874 | 2 | 61,000 | 27,250 | -171,317 | -233,663 | 37,627 | 0,672 | -0,041 | 4,156 | 7,135 | -1,983 | 14,756 |
| (pali) | 1875 | 3 | 61,000 | 26,500 | -202,049 | -279,582 | 37,866 | 0,827 | -0,056 | 4,605 | 7,687 | -1,556 | 19,353 |
| | 1876 | 4 | 61,000 | 25,750 | -236,012 | -336,862 | 39,845 | 1,089 | -12,371 | 1,089 | 8,402 | -1,245 | 18,757 |
| | 1951 | 5 | 61,000 | 25,000 | -273,451 | -406,571 | 40,968 | 1,537 | -60,539 | 1,537 | 9,370 | -12,138 | 9,370 |
| Plate_1_7 | 1951 | 1 | 61,000 | 25,000 | -273,471 | -358,305 | 40,964 | 1,587 | -21,216 | 1,587 | 9,370 | -12,138 | 9,370 |
| Element 7-8 (Plate) | 1952 | 2 | 61,000 | 24,438 | -304,129 | -396,668 | 41,112 | 2,115 | -5,964 | 5,925 | 10,390 | -14,714 | 10,390 |
| (pali) | 1953 | 3 | 61,000 | 23,875 | -337,279 | -410,880 | 40,664 | 2,970 | -0,908 | 10,242 | 11,814 | -10,188 | 11,814 |
| | 1954 | 4 | 61,000 | 23,313 | -373,362 | -418,696 | 39,618 | 4,041 | -0,132 | 5,334 | 13,773 | -4,918 | 13,773 |
| | 2571 | 5 | 61,000 | 22,750 | -412,821 | -437,419 | 37,973 | 5,219 | -5,224 | 5,219 | 16,376 | -3,149 | 16,376 |
| Plate_1_7 | 2571 | 1 | 61,000 | 22,750 | -412,912 | -432,033 | 37,984 | 6,115 | -0,190 | 6,199 | 16,376 | -3,149 | 16,376 |

| Structural element | Node | Local number | X [m] | Y [m] | N [kN/m] | N _{min} [kN/m] | N _{max} [kN/m] | Q [kN/m] | Q _{min} [kN/m] | Q _{max} [kN/m] | M [kN m/m] | M _{min} [kN m/m] | M _{max} [kN m/m] |
|----------------------|------|--------------|--------|--------|----------|-------------------------|-------------------------|----------|-------------------------|-------------------------|------------|---------------------------|---------------------------|
| Element 7-9 (Plate) | 2572 | 2 | 61,000 | 22,188 | -456,444 | -457,792 | 35,765 | 5,080 | -0,155 | 5,080 | 19,198 | -2,251 | 19,198 |
| (pali) | 2573 | 3 | 61,000 | 21,625 | -506,089 | -507,377 | 33,014 | 2,552 | -1,364 | 2,552 | 22,076 | -2,238 | 22,076 |
| | 2574 | 4 | 61,000 | 21,063 | -562,619 | -563,880 | 29,766 | -9,699 | -13,165 | 0,259 | 20,247 | -2,481 | 20,247 |
| | 2665 | 5 | 61,000 | 20,500 | -626,808 | -628,032 | 26,052 | -39,903 | -45,120 | 0,078 | 7,536 | -6,858 | 7,536 |
| Plate_1_8 | 2665 | 1 | 61,000 | 20,500 | -597,275 | -597,770 | 26,084 | -26,817 | -26,817 | 0,115 | 7,536 | -6,858 | 7,536 |
| Element 8-10 (Plate) | 2671 | 2 | 61,000 | 19,875 | -639,371 | -639,371 | 21,437 | -7,778 | -7,778 | 4,408 | -2,091 | -6,499 | 1,685 |
| (pali) | 2670 | 3 | 61,000 | 19,250 | -658,219 | -658,219 | 16,405 | -2,123 | -2,123 | 3,758 | -5,297 | -5,374 | 1,567 |
| | 2669 | 4 | 61,000 | 18,625 | -667,997 | -667,997 | 11,072 | -0,788 | -0,949 | 0,254 | -5,645 | -5,645 | 1,426 |
| | 3083 | 5 | 61,000 | 18,000 | -682,883 | -682,883 | 5,523 | 5,290 | -1,122 | 5,290 | -4,971 | -4,971 | 1,243 |
| Plate_1_9 | 3083 | 1 | 61,000 | 18,000 | -681,756 | -681,756 | 5,538 | -0,168 | -0,906 | 0,000 | -4,971 | -4,971 | 1,243 |
| Element 9-11 (Plate) | 3084 | 2 | 61,000 | 17,417 | -685,355 | -685,355 | 0,312 | -0,018 | -1,469 | 0,000 | -4,905 | -4,905 | 1,004 |
| (pali) | 3085 | 3 | 61,000 | 16,833 | -688,235 | -688,235 | 0,000 | -1,017 | -1,841 | 0,000 | -5,258 | -5,294 | 0,610 |
| | 3086 | 4 | 61,000 | 16,250 | -688,379 | -688,379 | 0,000 | -1,874 | -1,987 | 0,000 | -6,064 | -6,160 | 0,133 |
| | 3281 | 5 | 61,000 | 15,667 | -683,772 | -683,772 | 0,000 | -1,299 | -2,156 | 0,000 | -7,123 | -7,187 | 0,000 |
| Plate_1_9 | 3281 | 1 | 61,000 | 15,667 | -684,888 | -684,888 | 0,000 | -2,455 | -2,455 | 0,000 | -7,123 | -7,187 | 0,000 |
| Element 9-12 (Plate) | 3285 | 2 | 61,000 | 15,083 | -676,051 | -676,051 | 0,000 | 3,647 | 0,000 | 3,669 | -6,368 | -6,625 | 0,079 |
| (pali) | 3286 | 3 | 61,000 | 14,500 | -659,971 | -659,971 | 0,000 | 15,344 | 0,000 | 15,344 | -2,231 | -3,465 | 1,976 |
| | 3287 | 4 | 61,000 | 13,917 | -637,686 | -637,686 | 0,000 | 46,230 | 0,000 | 46,230 | 15,267 | 0,000 | 15,267 |
| | 3599 | 5 | 61,000 | 13,333 | -610,231 | -610,231 | 0,000 | 109,899 | 0,000 | 109,899 | 58,525 | 0,000 | 58,525 |
| Plate_1_9 | 3599 | 1 | 61,000 | 13,333 | -623,163 | -623,163 | 0,000 | 147,555 | 0,000 | 147,555 | 58,525 | 0,000 | 58,525 |
| Element 9-13 (Plate) | 3593 | 2 | 61,000 | 12,750 | -556,990 | -556,990 | 0,000 | 208,222 | 0,000 | 208,222 | 144,799 | 0,000 | 144,799 |
| (pali) | 3594 | 3 | 61,000 | 12,167 | -620,086 | -620,086 | 0,000 | 390,062 | 0,000 | 390,062 | 332,759 | 0,000 | 332,759 |

| Structural element | Node | Local number | X [m] | Y [m] | N [kN/m] | N _{min} [kN/m] | N _{max} [kN/m] | Q [kN/m] | Q _{min} [kN/m] | Q _{max} [kN/m] | M [kN m/m] | M _{min} [kN m/m] | M _{max} [kN m/m] |
|-----------------------|------|--------------|--------|--------|-----------|-------------------------|-------------------------|----------|-------------------------|-------------------------|------------|---------------------------|---------------------------|
| | 3595 | 4 | 61,000 | 11,583 | -670,445 | -670,445 | 0,000 | 461,657 | 0,000 | 461,657 | 578,551 | 0,000 | 578,551 |
| | 3625 | 5 | 61,000 | 11,000 | -566,061 | -566,061 | 0,000 | 191,592 | 0,000 | 191,592 | 797,201 | 0,000 | 797,201 |
| Plate_1_10 | 3625 | 1 | 61,000 | 11,000 | -1035,833 | -1035,833 | 0,000 | -370,685 | -370,927 | 0,000 | 797,201 | 0,000 | 797,201 |
| Element 10-14 (Plate) | 3626 | 2 | 61,000 | 10,250 | -952,154 | -952,154 | 0,000 | -323,098 | -323,098 | 0,000 | 538,141 | 0,000 | 538,141 |
| (pali) | 3627 | 3 | 61,000 | 9,500 | -800,915 | -800,915 | 0,000 | -276,000 | -276,000 | 0,000 | 311,764 | 0,000 | 311,764 |
| | 3628 | 4 | 61,000 | 8,750 | -628,252 | -628,252 | 0,000 | -213,501 | -213,501 | 0,000 | 127,894 | 0,000 | 127,894 |
| | 3837 | 5 | 61,000 | 8,000 | -480,302 | -480,302 | 0,000 | -119,710 | -119,731 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 |

3.1.2.4.3 Calculation results, Plate, fondoscavo [Phase_9] (9/43), Table of plate force envelopes

| Structural element | Node | Local number | X [m] | Y [m] | N [kN/m] | N _{min} [kN/m] | N _{max} [kN/m] | Q [kN/m] | Q _{min} [kN/m] | Q _{max} [kN/m] | M [kN m/m] | M _{min} [kN m/m] | M _{max} [kN m/m] |
|---------------------|------|--------------|--------|--------|----------|-------------------------|-------------------------|----------|-------------------------|-------------------------|------------|---------------------------|---------------------------|
| Plate_1_1 | 565 | 1 | 61,000 | 40,000 | -0,203 | -0,897 | 3,958 | 2,588 | -0,649 | 2,864 | 0,000 | 0,000 | 0,000 |
| Element 1-1 (Plate) | 559 | 2 | 61,000 | 39,500 | -4,038 | -4,493 | 4,639 | 0,501 | -0,898 | 5,148 | 0,805 | -0,275 | 1,828 |
| (pali) | 560 | 3 | 61,000 | 39,000 | -10,195 | -10,195 | 4,216 | -8,047 | -8,047 | 6,285 | -0,420 | -0,693 | 4,718 |
| | 561 | 4 | 61,000 | 38,500 | -16,797 | -17,315 | 2,549 | -28,568 | -28,568 | 4,915 | -9,238 | -9,238 | 7,626 |
| | 581 | 5 | 61,000 | 38,000 | -21,968 | -25,151 | 0,000 | -66,574 | -66,574 | 1,506 | -32,056 | -32,056 | 9,228 |
| Plate_1_2 | 581 | 1 | 61,000 | 38,000 | -24,969 | -27,942 | 0,175 | 73,707 | -0,409 | 73,707 | -32,056 | -32,056 | 9,228 |
| Element 2-2 (Plate) | 582 | 2 | 61,000 | 37,750 | -24,221 | -29,884 | 0,093 | 50,848 | -3,548 | 50,848 | -16,658 | -16,658 | 8,903 |
| (pali) | 583 | 3 | 61,000 | 37,500 | -22,788 | -34,918 | 0,013 | 34,322 | -9,926 | 35,192 | -6,081 | -6,081 | 7,574 |
| | 584 | 4 | 61,000 | 37,250 | -21,430 | -42,535 | 0,000 | 22,429 | -19,524 | 24,209 | 0,893 | -1,117 | 6,028 |
| | 603 | 5 | 61,000 | 37,000 | -20,908 | -51,056 | 0,000 | 13,466 | -33,546 | 16,030 | 5,354 | -2,844 | 11,028 |
| Plate_1_3 | 603 | 1 | 61,000 | 37,000 | -20,972 | -32,913 | 0,000 | 13,798 | -15,224 | 16,489 | 5,354 | -2,844 | 11,028 |
| Element 3-3 (Plate) | 597 | 2 | 61,000 | 36,500 | -21,628 | -33,455 | 0,000 | 0,194 | -2,927 | 7,460 | 8,403 | -6,734 | 15,662 |
| (pali) | 598 | 3 | 61,000 | 36,000 | -25,674 | -38,789 | 0,000 | -12,330 | -12,330 | 4,071 | 5,995 | -6,930 | 15,837 |
| | 599 | 4 | 61,000 | 35,500 | -31,952 | -54,044 | 0,000 | -33,196 | -33,196 | 1,721 | -5,319 | -5,794 | 17,126 |
| | 689 | 5 | 61,000 | 35,000 | -39,299 | -73,683 | 0,000 | -71,828 | -71,828 | 2,430 | -30,427 | -30,427 | 16,970 |
| Plate_1_4 | 689 | 1 | 61,000 | 35,000 | -39,319 | -73,764 | 0,000 | 69,924 | -4,193 | 69,924 | -30,427 | -30,427 | 16,970 |
| Element 4-4 (Plate) | 695 | 2 | 61,000 | 34,750 | -37,614 | -80,160 | 0,000 | 46,990 | -9,826 | 47,219 | -15,996 | -15,996 | 15,471 |
| (pali) | 694 | 3 | 61,000 | 34,500 | -35,633 | -87,665 | 0,000 | 30,858 | -18,345 | 32,160 | -6,341 | -6,341 | 12,417 |
| | 693 | 4 | 61,000 | 34,250 | -33,814 | -96,360 | 0,000 | 19,729 | -31,345 | 21,951 | -0,147 | -3,796 | 7,012 |

| Structural element | Node | Local number | X [m] | Y [m] | N [kN/m] | N _{min} [kN/m] | N _{max} [kN/m] | Q [kN/m] | Q _{min} [kN/m] | Q _{max} [kN/m] | M [kN m/m] | M _{min} [kN m/m] | M _{max} [kN m/m] |
|---------------------|------|--------------|--------|--------|----------|-------------------------|-------------------------|----------|-------------------------|-------------------------|------------|---------------------------|---------------------------|
| | 1073 | 5 | 61,000 | 34,000 | -32,591 | -106,706 | 0,000 | 11,805 | -50,424 | 14,877 | 3,766 | -7,120 | 11,417 |
| Plate_1_5 | 1073 | 1 | 61,000 | 34,000 | -32,202 | -73,220 | 0,000 | 11,026 | -15,817 | 16,125 | 3,766 | -7,120 | 11,417 |
| Element 5-5 (Plate) | 1074 | 2 | 61,000 | 33,250 | -31,992 | -81,924 | 1,199 | 1,071 | -2,919 | 4,816 | 7,580 | -10,281 | 17,380 |
| (pali) | 1075 | 3 | 61,000 | 32,500 | -35,251 | -106,304 | 6,437 | -1,551 | -1,600 | 6,428 | 7,379 | -7,100 | 21,593 |
| | 1076 | 4 | 61,000 | 31,750 | -42,923 | -145,969 | 12,970 | -0,934 | -13,013 | 3,575 | 6,062 | -4,630 | 17,733 |
| | 1337 | 5 | 61,000 | 31,000 | -55,954 | -201,899 | 19,959 | -1,172 | -61,182 | 4,628 | 5,589 | -7,893 | 7,705 |
| Plate_1_6 | 1337 | 1 | 61,000 | 31,000 | -55,207 | -141,800 | 19,860 | -0,544 | -15,669 | 2,184 | 5,589 | -7,893 | 7,705 |
| Element 6-6 (Plate) | 1338 | 2 | 61,000 | 30,250 | -70,179 | -164,953 | 25,818 | -0,106 | -0,487 | 4,442 | 5,361 | -10,221 | 7,963 |
| (pali) | 1339 | 3 | 61,000 | 29,500 | -87,602 | -166,126 | 30,544 | 0,149 | 0,000 | 6,542 | 5,381 | -7,069 | 8,689 |
| | 1340 | 4 | 61,000 | 28,750 | -107,385 | -175,298 | 34,070 | 0,286 | 0,000 | 3,420 | 5,555 | -4,280 | 10,028 |
| | 1873 | 5 | 61,000 | 28,000 | -129,438 | -200,977 | 36,424 | 0,370 | -0,023 | 4,098 | 5,800 | -2,646 | 12,177 |
| Plate_1_6 | 1873 | 1 | 61,000 | 28,000 | -129,457 | -201,161 | 36,285 | 0,369 | -0,016 | 6,173 | 5,800 | -2,646 | 12,177 |
| Element 6-7 (Plate) | 1874 | 2 | 61,000 | 27,250 | -153,874 | -233,663 | 37,627 | 0,424 | -0,041 | 4,156 | 6,098 | -1,983 | 14,756 |
| (pali) | 1875 | 3 | 61,000 | 26,500 | -180,723 | -279,582 | 37,866 | 0,475 | -0,056 | 4,605 | 6,435 | -1,556 | 19,353 |
| | 1876 | 4 | 61,000 | 25,750 | -210,092 | -336,862 | 39,845 | 0,534 | -12,371 | 1,089 | 6,813 | -1,245 | 18,757 |
| | 1951 | 5 | 61,000 | 25,000 | -242,073 | -406,571 | 40,968 | 0,613 | -60,539 | 1,537 | 7,241 | -12,138 | 9,370 |
| Plate_1_7 | 1951 | 1 | 61,000 | 25,000 | -242,089 | -358,305 | 40,964 | 0,613 | -21,216 | 1,587 | 7,241 | -12,138 | 9,370 |
| Element 7-8 (Plate) | 1952 | 2 | 61,000 | 24,438 | -267,894 | -396,668 | 41,112 | 0,704 | -5,964 | 5,925 | 7,612 | -14,714 | 10,390 |
| (pali) | 1953 | 3 | 61,000 | 23,875 | -295,351 | -410,880 | 40,664 | 0,833 | -0,908 | 10,242 | 8,040 | -10,188 | 11,814 |
| | 1954 | 4 | 61,000 | 23,313 | -324,538 | -418,696 | 39,618 | 1,034 | -0,132 | 5,334 | 8,563 | -4,918 | 13,773 |
| | 2571 | 5 | 61,000 | 22,750 | -355,537 | -437,419 | 37,973 | 1,340 | -5,224 | 5,219 | 9,224 | -3,149 | 16,376 |
| Plate_1_7 | 2571 | 1 | 61,000 | 22,750 | -355,567 | -432,033 | 37,984 | 1,348 | -0,190 | 6,199 | 9,224 | -3,149 | 16,376 |

| Structural element | Node | Local number | X [m] | Y [m] | N [kN/m] | N _{min} [kN/m] | N _{max} [kN/m] | Q [kN/m] | Q _{min} [kN/m] | Q _{max} [kN/m] | M [kN m/m] | M _{min} [kN m/m] | M _{max} [kN m/m] |
|----------------------|------|--------------|--------|--------|----------|-------------------------|-------------------------|----------|-------------------------|-------------------------|------------|---------------------------|---------------------------|
| Element 7-9 (Plate) | 2572 | 2 | 61,000 | 22,188 | -388,551 | -457,792 | 35,765 | 1,842 | -0,155 | 5,080 | 10,110 | -2,251 | 19,198 |
| (pali) | 2573 | 3 | 61,000 | 21,625 | -423,741 | -507,377 | 33,014 | 2,593 | -1,364 | 2,771 | 11,344 | -2,238 | 22,076 |
| | 2574 | 4 | 61,000 | 21,063 | -461,489 | -563,880 | 29,766 | 3,625 | -13,165 | 3,625 | 13,080 | -2,481 | 20,247 |
| | 2665 | 5 | 61,000 | 20,500 | -502,147 | -628,032 | 26,052 | 4,958 | -45,120 | 4,958 | 15,478 | -6,858 | 15,478 |
| Plate_1_8 | 2665 | 1 | 61,000 | 20,500 | -502,452 | -597,770 | 26,084 | 6,205 | -26,817 | 6,205 | 15,478 | -6,858 | 15,478 |
| Element 8-10 (Plate) | 2671 | 2 | 61,000 | 19,875 | -551,434 | -639,371 | 21,437 | 5,240 | -7,778 | 5,240 | 18,506 | -6,499 | 18,506 |
| (pali) | 2670 | 3 | 61,000 | 19,250 | -607,145 | -660,969 | 16,405 | 3,941 | -2,123 | 3,941 | 22,335 | -5,374 | 22,335 |
| | 2669 | 4 | 61,000 | 18,625 | -671,086 | -677,144 | 11,072 | -8,244 | -9,700 | 0,254 | 21,167 | -5,645 | 21,167 |
| | 3083 | 5 | 61,000 | 18,000 | -744,757 | -744,757 | 5,523 | -41,869 | -42,592 | 5,290 | 7,190 | -6,428 | 7,190 |
| Plate_1_9 | 3083 | 1 | 61,000 | 18,000 | -710,854 | -710,854 | 5,538 | -19,984 | -19,984 | 7,322 | 7,190 | -6,428 | 7,190 |
| Element 9-11 (Plate) | 3084 | 2 | 61,000 | 17,417 | -753,467 | -753,467 | 0,312 | -14,501 | -14,501 | 1,232 | -3,470 | -5,956 | 1,004 |
| (pali) | 3085 | 3 | 61,000 | 16,833 | -770,834 | -770,834 | 0,000 | -4,751 | -4,751 | 0,000 | -8,633 | -8,644 | 0,610 |
| | 3086 | 4 | 61,000 | 16,250 | -777,676 | -777,676 | 0,000 | 1,357 | -2,077 | 1,617 | -9,722 | -9,722 | 0,133 |
| | 3281 | 5 | 61,000 | 15,667 | -788,714 | -788,714 | 0,000 | -4,091 | -4,091 | 0,000 | -9,562 | -9,562 | 0,000 |
| Plate_1_9 | 3281 | 1 | 61,000 | 15,667 | -781,710 | -781,710 | 0,000 | 0,189 | -2,750 | 0,276 | -9,562 | -9,562 | 0,000 |
| Element 9-12 (Plate) | 3285 | 2 | 61,000 | 15,083 | -777,280 | -777,280 | 0,000 | 4,435 | 0,000 | 4,718 | -7,871 | -7,871 | 0,079 |
| (pali) | 3286 | 3 | 61,000 | 14,500 | -762,739 | -762,739 | 0,000 | 16,078 | 0,000 | 16,330 | -3,416 | -3,465 | 1,976 |
| | 3287 | 4 | 61,000 | 13,917 | -739,742 | -739,742 | 0,000 | 49,167 | 0,000 | 49,167 | 15,059 | 0,000 | 16,022 |
| | 3599 | 5 | 61,000 | 13,333 | -709,946 | -709,946 | 0,000 | 117,753 | 0,000 | 117,753 | 61,310 | 0,000 | 61,463 |
| Plate_1_9 | 3599 | 1 | 61,000 | 13,333 | -729,112 | -729,112 | 0,000 | 157,662 | 0,000 | 157,662 | 61,310 | 0,000 | 61,463 |
| Element 9-13 (Plate) | 3593 | 2 | 61,000 | 12,750 | -649,376 | -649,376 | 0,000 | 224,884 | 0,000 | 224,884 | 155,085 | 0,000 | 155,085 |
| (pali) | 3594 | 3 | 61,000 | 12,167 | -712,401 | -712,401 | 0,000 | 415,890 | 0,000 | 415,890 | 355,610 | 0,000 | 355,610 |

| Structural element | Node | Local number | X [m] | Y [m] | N [kN/m] | N _{min} [kN/m] | N _{max} [kN/m] | Q [kN/m] | Q _{min} [kN/m] | Q _{max} [kN/m] | M [kN m/m] | M _{min} [kN m/m] | M _{max} [kN m/m] |
|-----------------------|------|--------------|--------|--------|-----------|-------------------------|-------------------------|----------|-------------------------|-------------------------|------------|---------------------------|---------------------------|
| | 3595 | 4 | 61,000 | 11,583 | -761,541 | -761,541 | 0,000 | 495,727 | 0,000 | 495,727 | 618,798 | 0,000 | 618,798 |
| | 3625 | 5 | 61,000 | 11,000 | -640,149 | -640,149 | 0,000 | 229,441 | 0,000 | 229,441 | 858,813 | 0,000 | 858,813 |
| Plate_1_10 | 3625 | 1 | 61,000 | 11,000 | -1134,869 | -1134,869 | 0,000 | -367,950 | -375,669 | 0,000 | 858,813 | 0,000 | 858,813 |
| Element 10-14 (Plate) | 3626 | 2 | 61,000 | 10,250 | -1050,986 | -1050,986 | 0,000 | -338,687 | -338,687 | 0,000 | 595,609 | 0,000 | 595,609 |
| (pali) | 3627 | 3 | 61,000 | 9,500 | -879,890 | -879,890 | 0,000 | -307,149 | -307,149 | 0,000 | 350,116 | 0,000 | 350,116 |
| | 3628 | 4 | 61,000 | 8,750 | -687,111 | -687,111 | 0,000 | -244,291 | -244,291 | 0,000 | 142,605 | 0,000 | 142,605 |
| | 3837 | 5 | 61,000 | 8,000 | -538,183 | -538,183 | 0,000 | -121,062 | -124,112 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 |

3.1.2.4.5 Calculation results, Plate, risalgo [Phase_14] (14/174), Table of plate force envelopes

| Structural element | Node | Local number | X [m] | Y [m] | N [kN/m] | N _{min} [kN/m] | N _{max} [kN/m] | Q [kN/m] | Q _{min} [kN/m] | Q _{max} [kN/m] | M [kN m/m] | M _{min} [kN m/m] | M _{max} [kN m/m] |
|---------------------|------|--------------|--------|--------|----------|-------------------------|-------------------------|----------|-------------------------|-------------------------|------------|---------------------------|---------------------------|
| Plate_1_1 | 565 | 1 | 61,000 | 40,000 | -0,196 | -0,897 | 3,958 | 2,577 | -0,649 | 2,864 | 0,000 | 0,000 | 0,000 |
| Element 1-1 (Plate) | 559 | 2 | 61,000 | 39,500 | -4,013 | -4,493 | 4,639 | 0,458 | -0,898 | 5,148 | 0,790 | -0,275 | 1,828 |
| (pali) | 560 | 3 | 61,000 | 39,000 | -10,139 | -10,195 | 4,216 | -8,119 | -8,119 | 6,285 | -0,462 | -0,693 | 4,718 |
| | 561 | 4 | 61,000 | 38,500 | -16,684 | -17,315 | 2,549 | -28,701 | -28,701 | 4,915 | -9,331 | -9,331 | 7,626 |
| | 581 | 5 | 61,000 | 38,000 | -21,757 | -25,151 | 0,000 | -66,835 | -66,835 | 1,506 | -32,243 | -32,243 | 9,228 |
| Plate_1_2 | 581 | 1 | 61,000 | 38,000 | -24,769 | -27,942 | 0,175 | 73,946 | -0,409 | 73,946 | -32,243 | -32,243 | 9,228 |
| Element 2-2 (Plate) | 582 | 2 | 61,000 | 37,750 | -23,947 | -29,884 | 0,093 | 51,010 | -3,548 | 51,010 | -16,796 | -16,796 | 8,903 |
| (pali) | 583 | 3 | 61,000 | 37,500 | -22,427 | -34,918 | 0,013 | 34,430 | -9,926 | 35,192 | -6,186 | -6,186 | 7,574 |
| | 584 | 4 | 61,000 | 37,250 | -20,972 | -42,535 | 0,000 | 22,497 | -19,524 | 24,209 | 0,810 | -1,117 | 6,028 |
| | 603 | 5 | 61,000 | 37,000 | -20,346 | -51,056 | 0,000 | 13,505 | -33,546 | 16,030 | 5,285 | -2,844 | 11,028 |
| Plate_1_3 | 603 | 1 | 61,000 | 37,000 | -20,411 | -32,913 | 0,000 | 13,838 | -15,224 | 16,489 | 5,285 | -2,844 | 11,028 |
| Element 3-3 (Plate) | 597 | 2 | 61,000 | 36,500 | -20,834 | -33,455 | 0,000 | 0,192 | -2,927 | 7,460 | 8,342 | -6,734 | 15,662 |
| (pali) | 598 | 3 | 61,000 | 36,000 | -24,617 | -38,789 | 0,000 | -12,368 | -12,368 | 4,071 | 5,926 | -6,930 | 15,837 |
| | 599 | 4 | 61,000 | 35,500 | -30,594 | -54,044 | 0,000 | -33,295 | -33,295 | 1,721 | -5,423 | -5,794 | 17,126 |
| | 689 | 5 | 61,000 | 35,000 | -37,602 | -73,683 | 0,000 | -72,038 | -72,038 | 2,430 | -30,605 | -30,605 | 16,970 |
| Plate_1_4 | 689 | 1 | 61,000 | 35,000 | -37,622 | -73,764 | 0,000 | 70,127 | -4,193 | 70,127 | -30,605 | -30,605 | 16,970 |
| Element 4-4 (Plate) | 695 | 2 | 61,000 | 34,750 | -35,714 | -80,160 | 0,000 | 47,127 | -9,826 | 47,219 | -16,132 | -16,132 | 15,471 |
| (pali) | 694 | 3 | 61,000 | 34,500 | -33,519 | -87,665 | 0,000 | 30,948 | -18,345 | 32,160 | -6,449 | -6,449 | 12,417 |
| | 693 | 4 | 61,000 | 34,250 | -31,473 | -96,360 | 0,000 | 19,787 | -31,345 | 21,951 | -0,236 | -3,796 | 7,012 |

| Structural element | Node | Local number | X [m] | Y [m] | N [kN/m] | N _{min} [kN/m] | N _{max} [kN/m] | Q [kN/m] | Q _{min} [kN/m] | Q _{max} [kN/m] | M [kN m/m] | M _{min} [kN m/m] | M _{max} [kN m/m] |
|---------------------|------|--------------|--------|--------|----------|-------------------------|-------------------------|----------|-------------------------|-------------------------|------------|---------------------------|---------------------------|
| | 1073 | 5 | 61,000 | 34,000 | -30,014 | -106,706 | 0,000 | 11,840 | -50,424 | 14,877 | 3,688 | -7,120 | 11,417 |
| Plate_1_5 | 1073 | 1 | 61,000 | 34,000 | -29,625 | -73,220 | 0,000 | 11,059 | -15,817 | 16,125 | 3,688 | -7,120 | 11,417 |
| Element 5-5 (Plate) | 1074 | 2 | 61,000 | 33,250 | -28,641 | -81,924 | 1,199 | 1,076 | -2,919 | 4,816 | 7,515 | -10,281 | 17,380 |
| (pali) | 1075 | 3 | 61,000 | 32,500 | -31,020 | -106,304 | 6,437 | -1,553 | -1,600 | 6,428 | 7,316 | -7,100 | 21,593 |
| | 1076 | 4 | 61,000 | 31,750 | -37,699 | -145,969 | 12,970 | -0,933 | -13,013 | 3,575 | 5,997 | -4,630 | 17,733 |
| | 1337 | 5 | 61,000 | 31,000 | -49,613 | -201,899 | 19,959 | -1,170 | -61,182 | 4,628 | 5,526 | -7,893 | 7,705 |
| Plate_1_6 | 1337 | 1 | 61,000 | 31,000 | -48,865 | -141,800 | 19,860 | -0,540 | -15,669 | 2,184 | 5,526 | -7,893 | 7,705 |
| Element 6-6 (Plate) | 1338 | 2 | 61,000 | 30,250 | -62,583 | -164,953 | 25,818 | -0,099 | -0,487 | 4,442 | 5,302 | -10,221 | 7,963 |
| (pali) | 1339 | 3 | 61,000 | 29,500 | -78,601 | -166,126 | 30,544 | 0,158 | 0,000 | 6,542 | 5,329 | -7,069 | 8,689 |
| | 1340 | 4 | 61,000 | 28,750 | -96,816 | -175,298 | 34,070 | 0,297 | 0,000 | 3,420 | 5,510 | -4,280 | 10,028 |
| | 1873 | 5 | 61,000 | 28,000 | -117,124 | -200,977 | 36,424 | 0,385 | -0,023 | 4,098 | 5,765 | -2,646 | 12,177 |
| Plate_1_6 | 1873 | 1 | 61,000 | 28,000 | -117,143 | -201,161 | 36,285 | 0,383 | -0,016 | 6,173 | 5,765 | -2,646 | 12,177 |
| Element 6-7 (Plate) | 1874 | 2 | 61,000 | 27,250 | -139,617 | -233,663 | 37,627 | 0,442 | -0,041 | 4,156 | 6,075 | -1,983 | 14,756 |
| (pali) | 1875 | 3 | 61,000 | 26,500 | -164,304 | -279,582 | 37,866 | 0,496 | -0,056 | 4,605 | 6,426 | -1,556 | 19,353 |
| | 1876 | 4 | 61,000 | 25,750 | -191,267 | -336,862 | 39,845 | 0,559 | -12,371 | 1,089 | 6,822 | -1,245 | 18,757 |
| | 1951 | 5 | 61,000 | 25,000 | -220,573 | -406,571 | 40,968 | 0,643 | -60,539 | 1,537 | 7,271 | -12,138 | 9,370 |
| Plate_1_7 | 1951 | 1 | 61,000 | 25,000 | -220,587 | -358,305 | 40,964 | 0,644 | -21,216 | 1,587 | 7,271 | -12,138 | 9,370 |
| Element 7-8 (Plate) | 1952 | 2 | 61,000 | 24,438 | -244,186 | -396,668 | 41,112 | 0,741 | -5,964 | 5,925 | 7,660 | -14,714 | 10,390 |
| (pali) | 1953 | 3 | 61,000 | 23,875 | -269,241 | -410,880 | 40,664 | 0,879 | -0,908 | 10,242 | 8,111 | -10,188 | 11,814 |
| | 1954 | 4 | 61,000 | 23,313 | -295,814 | -418,696 | 39,618 | 1,095 | -0,132 | 5,334 | 8,664 | -4,918 | 13,773 |
| | 2571 | 5 | 61,000 | 22,750 | -323,963 | -437,419 | 37,973 | 1,426 | -5,224 | 5,219 | 9,365 | -3,149 | 16,376 |
| Plate_1_7 | 2571 | 1 | 61,000 | 22,750 | -323,998 | -432,033 | 37,984 | 1,440 | -0,190 | 6,199 | 9,365 | -3,149 | 16,376 |

| Structural element | Node | Local number | X [m] | Y [m] | N [kN/m] | N _{min} [kN/m] | N _{max} [kN/m] | Q [kN/m] | Q _{min} [kN/m] | Q _{max} [kN/m] | M [kN m/m] | M _{min} [kN m/m] | M _{max} [kN m/m] |
|----------------------|------|--------------|--------|--------|----------|-------------------------|-------------------------|----------|-------------------------|-------------------------|------------|---------------------------|---------------------------|
| Element 7-9 (Plate) | 2572 | 2 | 61,000 | 22,188 | -353,850 | -457,792 | 35,765 | 1,976 | -0,155 | 5,080 | 10,312 | -2,251 | 19,198 |
| (pali) | 2573 | 3 | 61,000 | 21,625 | -385,603 | -507,377 | 33,014 | 2,812 | -1,364 | 2,812 | 11,645 | -2,238 | 22,076 |
| | 2574 | 4 | 61,000 | 21,063 | -419,535 | -563,880 | 29,766 | 3,947 | -13,165 | 4,059 | 13,533 | -2,481 | 20,247 |
| | 2665 | 5 | 61,000 | 20,500 | -455,926 | -628,032 | 26,052 | 5,380 | -45,120 | 5,850 | 16,142 | -6,858 | 16,177 |
| Plate\1_8 | 2665 | 1 | 61,000 | 20,500 | -447,158 | -597,770 | 26,084 | 1,106 | -26,817 | 10,990 | 16,142 | -6,858 | 16,177 |
| Element 8-10 (Plate) | 2671 | 2 | 61,000 | 19,875 | -507,614 | -639,371 | 21,437 | 4,708 | -7,778 | 5,240 | 17,947 | -6,499 | 18,810 |
| (pali) | 2670 | 3 | 61,000 | 19,250 | -563,626 | -660,969 | 16,405 | 4,238 | -2,123 | 4,238 | 21,327 | -5,374 | 22,335 |
| | 2669 | 4 | 61,000 | 18,625 | -625,091 | -677,144 | 11,072 | -4,464 | -9,700 | 0,254 | 21,531 | -5,645 | 21,531 |
| | 3083 | 5 | 61,000 | 18,000 | -701,908 | -744,757 | 5,523 | -25,554 | -42,592 | 5,290 | 13,019 | -6,428 | 13,019 |
| Plate\1_9 | 3083 | 1 | 61,000 | 18,000 | -667,976 | -710,854 | 5,538 | -20,073 | -20,073 | 7,322 | 13,019 | -6,428 | 13,019 |
| Element 9-11 (Plate) | 3084 | 2 | 61,000 | 17,417 | -720,738 | -753,467 | 0,312 | -18,053 | -18,053 | 1,232 | 1,051 | -5,956 | 1,051 |
| (pali) | 3085 | 3 | 61,000 | 16,833 | -749,745 | -770,834 | 0,000 | -8,426 | -8,426 | 0,000 | -6,242 | -8,644 | 0,610 |
| | 3086 | 4 | 61,000 | 16,250 | -767,342 | -777,676 | 0,000 | -0,802 | -2,077 | 1,617 | -9,171 | -9,722 | 0,133 |
| | 3281 | 5 | 61,000 | 15,667 | -785,873 | -788,714 | 0,000 | -4,791 | -4,791 | 0,000 | -9,757 | -9,757 | 0,000 |
| Plate\1_9 | 3281 | 1 | 61,000 | 15,667 | -779,241 | -781,710 | 0,000 | -0,639 | -2,750 | 0,276 | -9,757 | -9,757 | 0,000 |
| Element 9-12 (Plate) | 3285 | 2 | 61,000 | 15,083 | -781,556 | -781,556 | 0,000 | 4,415 | 0,000 | 4,718 | -8,286 | -8,286 | 0,079 |
| (pali) | 3286 | 3 | 61,000 | 14,500 | -772,741 | -772,741 | 0,000 | 16,419 | 0,000 | 16,419 | -3,725 | -3,725 | 1,976 |
| | 3287 | 4 | 61,000 | 13,917 | -754,632 | -754,632 | 0,000 | 49,534 | 0,000 | 49,534 | 14,977 | 0,000 | 16,022 |
| | 3599 | 5 | 61,000 | 13,333 | -729,064 | -729,064 | 0,000 | 117,916 | 0,000 | 117,980 | 61,387 | 0,000 | 61,463 |
| Plate\1_9 | 3599 | 1 | 61,000 | 13,333 | -748,114 | -748,114 | 0,000 | 157,648 | 0,000 | 157,859 | 61,387 | 0,000 | 61,463 |
| Element 9-13 (Plate) | 3593 | 2 | 61,000 | 12,750 | -672,635 | -672,635 | 0,000 | 224,118 | 0,000 | 224,991 | 154,974 | 0,000 | 155,287 |
| (pali) | 3594 | 3 | 61,000 | 12,167 | -739,562 | -739,562 | 0,000 | 413,472 | 0,000 | 415,938 | 354,622 | 0,000 | 355,858 |

| Structural element | Node | Local number | X [m] | Y [m] | N [kN/m] | N _{min} [kN/m] | N _{max} [kN/m] | Q [kN/m] | Q _{min} [kN/m] | Q _{max} [kN/m] | M [kN m/m] | M _{min} [kN m/m] | M _{max} [kN m/m] |
|-----------------------|------|--------------|--------|--------|-----------|-------------------------|-------------------------|----------|-------------------------|-------------------------|------------|---------------------------|---------------------------|
| | 3595 | 4 | 61,000 | 11,583 | -792,837 | -792,837 | 0,000 | 490,652 | 0,000 | 495,727 | 615,670 | 0,000 | 618,989 |
| | 3625 | 5 | 61,000 | 11,000 | -676,401 | -676,401 | 0,000 | 220,598 | 0,000 | 229,441 | 851,686 | 0,000 | 858,813 |
| Plate_1_10 | 3625 | 1 | 61,000 | 11,000 | -1173,540 | -1173,540 | 0,000 | -375,634 | -375,669 | 0,000 | 851,686 | 0,000 | 858,813 |
| Element 10-14 (Plate) | 3626 | 2 | 61,000 | 10,250 | -1093,462 | -1093,462 | 0,000 | -339,715 | -339,715 | 0,000 | 585,165 | 0,000 | 595,609 |
| (pali) | 3627 | 3 | 61,000 | 9,500 | -920,937 | -920,937 | 0,000 | -302,703 | -307,149 | 0,000 | 341,234 | 0,000 | 350,116 |
| | 3628 | 4 | 61,000 | 8,750 | -723,515 | -723,515 | 0,000 | -237,476 | -244,291 | 0,000 | 138,055 | 0,000 | 142,605 |
| | 3837 | 5 | 61,000 | 8,000 | -568,743 | -568,743 | 0,000 | -116,909 | -124,112 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 |

3.1.2.4.6 Calculation results, Plate, sisma [Phase_15] (15/184), Table of plate force envelopes

| Structural element | Node | Local number | X [m] | Y [m] | N [kN/m] | N _{min} [kN/m] | N _{max} [kN/m] | Q [kN/m] | Q _{min} [kN/m] | Q _{max} [kN/m] | M [kN m/m] | M _{min} [kN m/m] | M _{max} [kN m/m] |
|---------------------|------|--------------|--------|--------|----------|-------------------------|-------------------------|----------|-------------------------|-------------------------|------------|---------------------------|---------------------------|
| Plate_1_1 | 565 | 1 | 61,000 | 40,000 | -0,246 | -0,897 | 3,958 | 2,808 | -0,649 | 2,864 | 0,000 | 0,000 | 0,000 |
| Element 1-1 (Plate) | 559 | 2 | 61,000 | 39,500 | -4,437 | -4,493 | 4,639 | 0,763 | -0,898 | 5,148 | 0,931 | -0,275 | 1,828 |
| (pali) | 560 | 3 | 61,000 | 39,000 | -10,987 | -10,987 | 4,216 | -7,943 | -8,119 | 6,285 | -0,189 | -0,693 | 4,718 |
| | 561 | 4 | 61,000 | 38,500 | -18,030 | -18,030 | 2,549 | -28,879 | -28,879 | 4,915 | -9,050 | -9,331 | 7,626 |
| | 581 | 5 | 61,000 | 38,000 | -23,698 | -25,151 | 0,000 | -67,616 | -67,616 | 1,506 | -32,191 | -32,243 | 9,228 |
| Plate_1_2 | 581 | 1 | 61,000 | 38,000 | -26,753 | -27,942 | 0,175 | 75,255 | -0,409 | 75,255 | -32,191 | -32,243 | 9,228 |
| Element 2-2 (Plate) | 582 | 2 | 61,000 | 37,750 | -26,232 | -29,884 | 0,093 | 51,958 | -3,548 | 51,958 | -16,463 | -16,796 | 8,903 |
| (pali) | 583 | 3 | 61,000 | 37,500 | -25,044 | -34,918 | 0,013 | 35,116 | -9,926 | 35,192 | -5,650 | -6,186 | 7,574 |
| | 584 | 4 | 61,000 | 37,250 | -23,965 | -42,535 | 0,000 | 22,994 | -19,524 | 24,209 | 1,492 | -1,117 | 6,028 |
| | 603 | 5 | 61,000 | 37,000 | -23,772 | -51,056 | 0,000 | 13,859 | -33,546 | 16,030 | 6,072 | -2,844 | 11,028 |
| Plate_1_3 | 603 | 1 | 61,000 | 37,000 | -23,838 | -32,913 | 0,000 | 14,194 | -15,224 | 16,489 | 6,072 | -2,844 | 11,028 |
| Element 3-3 (Plate) | 597 | 2 | 61,000 | 36,500 | -25,304 | -33,455 | 0,000 | 0,352 | -2,927 | 7,460 | 9,252 | -6,734 | 15,662 |
| (pali) | 598 | 3 | 61,000 | 36,000 | -30,387 | -38,789 | 0,000 | -12,357 | -12,368 | 4,071 | 6,883 | -6,930 | 15,837 |
| | 599 | 4 | 61,000 | 35,500 | -37,923 | -54,044 | 0,000 | -33,481 | -33,481 | 1,721 | -4,510 | -5,794 | 17,126 |
| | 689 | 5 | 61,000 | 35,000 | -46,744 | -73,683 | 0,000 | -72,566 | -72,566 | 2,430 | -29,861 | -30,605 | 16,970 |
| Plate_1_4 | 689 | 1 | 61,000 | 35,000 | -46,764 | -73,764 | 0,000 | 70,802 | -4,193 | 70,802 | -29,861 | -30,605 | 16,970 |
| Element 4-4 (Plate) | 695 | 2 | 61,000 | 34,750 | -45,810 | -80,160 | 0,000 | 47,604 | -9,826 | 47,604 | -15,245 | -16,132 | 15,471 |
| (pali) | 694 | 3 | 61,000 | 34,500 | -44,631 | -87,665 | 0,000 | 31,285 | -18,345 | 32,160 | -5,461 | -6,449 | 12,417 |
| | 693 | 4 | 61,000 | 34,250 | -43,667 | -96,360 | 0,000 | 20,027 | -31,345 | 21,951 | 0,823 | -3,796 | 7,012 |

| Structural element | Node | Local number | X [m] | Y [m] | N [kN/m] | N _{min} [kN/m] | N _{max} [kN/m] | Q [kN/m] | Q _{min} [kN/m] | Q _{max} [kN/m] | M [kN m/m] | M _{min} [kN m/m] | M _{max} [kN m/m] |
|---------------------|------|--------------|--------|--------|----------|-------------------------|-------------------------|----------|-------------------------|-------------------------|------------|---------------------------|---------------------------|
| | 1073 | 5 | 61,000 | 34,000 | -43,357 | -106,706 | 0,000 | 12,011 | -50,424 | 14,877 | 4,798 | -7,120 | 11,417 |
| Plate_1_5 | 1073 | 1 | 61,000 | 34,000 | -42,969 | -73,220 | 0,000 | 11,223 | -15,817 | 16,125 | 4,798 | -7,120 | 11,417 |
| Element 5-5 (Plate) | 1074 | 2 | 61,000 | 33,250 | -45,844 | -81,924 | 1,199 | 1,151 | -2,919 | 4,816 | 8,708 | -10,281 | 17,380 |
| (pali) | 1075 | 3 | 61,000 | 32,500 | -52,702 | -106,304 | 6,437 | -1,501 | -1,600 | 6,428 | 8,556 | -7,100 | 21,593 |
| | 1076 | 4 | 61,000 | 31,750 | -64,475 | -145,969 | 12,970 | -0,873 | -13,013 | 3,575 | 7,276 | -4,630 | 17,733 |
| | 1337 | 5 | 61,000 | 31,000 | -82,096 | -201,899 | 19,959 | -1,105 | -61,182 | 4,628 | 6,854 | -7,893 | 7,705 |
| Plate_1_6 | 1337 | 1 | 61,000 | 31,000 | -81,349 | -141,800 | 19,860 | -0,471 | -15,669 | 2,184 | 6,854 | -7,893 | 7,705 |
| Element 6-6 (Plate) | 1338 | 2 | 61,000 | 30,250 | -101,392 | -164,953 | 25,818 | -0,014 | -0,487 | 4,442 | 6,688 | -10,221 | 7,963 |
| (pali) | 1339 | 3 | 61,000 | 29,500 | -124,367 | -166,126 | 30,544 | 0,263 | 0,000 | 6,542 | 6,786 | -7,069 | 8,689 |
| | 1340 | 4 | 61,000 | 28,750 | -150,190 | -175,298 | 34,070 | 0,428 | 0,000 | 3,420 | 7,055 | -4,280 | 10,028 |
| | 1873 | 5 | 61,000 | 28,000 | -178,776 | -200,977 | 36,424 | 0,551 | -0,023 | 4,098 | 7,420 | -2,646 | 12,177 |
| Plate_1_6 | 1873 | 1 | 61,000 | 28,000 | -178,795 | -201,161 | 36,285 | 0,547 | -0,016 | 6,173 | 7,420 | -2,646 | 12,177 |
| Element 6-7 (Plate) | 1874 | 2 | 61,000 | 27,250 | -210,284 | -233,663 | 37,627 | 0,664 | -0,041 | 4,156 | 7,876 | -1,983 | 14,756 |
| (pali) | 1875 | 3 | 61,000 | 26,500 | -244,769 | -279,582 | 37,866 | 0,802 | -0,056 | 4,605 | 8,419 | -1,556 | 19,353 |
| | 1876 | 4 | 61,000 | 25,750 | -282,433 | -336,862 | 39,845 | 1,013 | -12,371 | 1,089 | 9,098 | -1,245 | 18,757 |
| | 1951 | 5 | 61,000 | 25,000 | -323,459 | -406,571 | 40,968 | 1,353 | -60,539 | 1,537 | 9,974 | -12,138 | 9,974 |
| Plate_1_7 | 1951 | 1 | 61,000 | 25,000 | -323,480 | -358,305 | 40,964 | 1,383 | -21,216 | 1,587 | 9,974 | -12,138 | 9,974 |
| Element 7-8 (Plate) | 1952 | 2 | 61,000 | 24,438 | -356,695 | -396,668 | 41,112 | 1,781 | -5,964 | 5,925 | 10,851 | -14,714 | 10,851 |
| (pali) | 1953 | 3 | 61,000 | 23,875 | -392,221 | -410,880 | 40,664 | 2,402 | -0,908 | 10,242 | 12,020 | -10,188 | 12,020 |
| | 1954 | 4 | 61,000 | 23,313 | -430,378 | -430,378 | 39,618 | 3,216 | -0,132 | 5,334 | 13,591 | -4,918 | 13,773 |
| | 2571 | 5 | 61,000 | 22,750 | -471,488 | -471,488 | 37,973 | 4,188 | -5,224 | 5,219 | 15,667 | -3,149 | 16,376 |
| Plate_1_7 | 2571 | 1 | 61,000 | 22,750 | -471,563 | -471,563 | 37,984 | 4,717 | -0,190 | 6,199 | 15,667 | -3,149 | 16,376 |

| Structural element | Node | Local number | X [m] | Y [m] | N [kN/m] | N _{min} [kN/m] | N _{max} [kN/m] | Q [kN/m] | Q _{min} [kN/m] | Q _{max} [kN/m] | M [kN m/m] | M _{min} [kN m/m] | M _{max} [kN m/m] |
|----------------------|------|--------------|--------|--------|----------|-------------------------|-------------------------|----------|-------------------------|-------------------------|------------|---------------------------|---------------------------|
| Element 7-9 (Plate) | 2572 | 2 | 61,000 | 22,188 | -516,171 | -516,171 | 35,765 | 4,573 | -0,155 | 5,080 | 18,079 | -2,251 | 19,198 |
| (pali) | 2573 | 3 | 61,000 | 21,625 | -565,644 | -565,644 | 33,014 | 3,799 | -1,364 | 3,799 | 20,846 | -2,238 | 22,076 |
| | 2574 | 4 | 61,000 | 21,063 | -620,753 | -620,753 | 29,766 | -2,370 | -13,165 | 4,059 | 21,342 | -2,481 | 21,342 |
| | 2665 | 5 | 61,000 | 20,500 | -682,267 | -682,267 | 26,052 | -18,697 | -45,120 | 5,850 | 16,124 | -6,858 | 16,574 |
| Plate_1_8 | 2665 | 1 | 61,000 | 20,500 | -666,571 | -666,571 | 26,084 | -8,313 | -26,817 | 10,990 | 16,124 | -6,858 | 16,574 |
| Element 8-10 (Plate) | 2671 | 2 | 61,000 | 19,875 | -721,946 | -721,946 | 21,437 | 1,057 | -7,778 | 5,240 | 14,270 | -6,499 | 18,810 |
| (pali) | 2670 | 3 | 61,000 | 19,250 | -774,011 | -774,011 | 16,405 | -0,264 | -2,123 | 4,621 | 15,313 | -5,374 | 22,335 |
| | 2669 | 4 | 61,000 | 18,625 | -829,054 | -829,054 | 11,072 | -14,950 | -16,044 | 0,254 | 11,156 | -5,645 | 21,531 |
| | 3083 | 5 | 61,000 | 18,000 | -893,365 | -893,365 | 5,523 | -45,673 | -53,153 | 5,290 | -6,808 | -7,075 | 13,019 |
| Plate_1_9 | 3083 | 1 | 61,000 | 18,000 | -842,161 | -842,161 | 5,538 | -14,762 | -24,573 | 7,322 | -6,808 | -7,075 | 13,019 |
| Element 9-11 (Plate) | 3084 | 2 | 61,000 | 17,417 | -878,415 | -878,415 | 0,312 | -7,040 | -18,053 | 1,232 | -13,398 | -14,350 | 1,051 |
| (pali) | 3085 | 3 | 61,000 | 16,833 | -889,103 | -889,103 | 0,000 | 0,625 | -8,426 | 2,054 | -14,875 | -15,291 | 0,610 |
| | 3086 | 4 | 61,000 | 16,250 | -887,255 | -887,255 | 0,000 | 3,539 | -2,077 | 4,209 | -13,592 | -13,592 | 0,133 |
| | 3281 | 5 | 61,000 | 15,667 | -885,901 | -885,901 | 0,000 | -2,993 | -4,880 | 0,251 | -12,740 | -12,740 | 0,000 |
| Plate_1_9 | 3281 | 1 | 61,000 | 15,667 | -876,413 | -876,413 | 0,000 | 2,177 | -2,750 | 2,177 | -12,740 | -12,740 | 0,000 |
| Element 9-12 (Plate) | 3285 | 2 | 61,000 | 15,083 | -859,674 | -859,674 | 0,000 | 8,634 | 0,000 | 8,634 | -9,085 | -9,841 | 0,079 |
| (pali) | 3286 | 3 | 61,000 | 14,500 | -830,524 | -830,524 | 0,000 | 23,732 | 0,000 | 23,732 | -1,598 | -4,634 | 1,976 |
| | 3287 | 4 | 61,000 | 13,917 | -791,809 | -802,648 | 0,000 | 65,922 | 0,000 | 65,922 | 23,874 | 0,000 | 23,874 |
| | 3599 | 5 | 61,000 | 13,333 | -746,375 | -767,928 | 0,000 | 153,655 | 0,000 | 153,655 | 84,773 | 0,000 | 84,773 |
| Plate_1_9 | 3599 | 1 | 61,000 | 13,333 | -770,131 | -788,755 | 0,000 | 205,434 | 0,000 | 205,434 | 84,773 | 0,000 | 84,773 |
| Element 9-13 (Plate) | 3593 | 2 | 61,000 | 12,750 | -663,852 | -702,087 | 0,000 | 289,985 | 0,000 | 289,985 | 206,253 | 0,000 | 206,253 |
| (pali) | 3594 | 3 | 61,000 | 12,167 | -741,854 | -772,908 | 0,000 | 531,837 | 0,000 | 531,837 | 463,935 | 0,000 | 463,935 |

| Structural element | Node | Local number | X [m] | Y [m] | N [kN/m] | N _{min} [kN/m] | N _{max} [kN/m] | Q [kN/m] | Q _{min} [kN/m] | Q _{max} [kN/m] | M [kN m/m] | M _{min} [kN m/m] | M _{max} [kN m/m] |
|-----------------------|------|--------------|--------|--------|-----------|-------------------------|-------------------------|----------|-------------------------|-------------------------|------------|---------------------------|---------------------------|
| | 3595 | 4 | 61,000 | 11,583 | -804,767 | -829,987 | 0,000 | 624,514 | 0,000 | 624,514 | 797,883 | 0,000 | 797,883 |
| | 3625 | 5 | 61,000 | 11,000 | -653,220 | -702,094 | 0,000 | 261,539 | 0,000 | 261,539 | 1093,707 | 0,000 | 1093,707 |
| Plate_1_10 | 3625 | 1 | 61,000 | 11,000 | -1286,712 | -1286,712 | 0,000 | -502,496 | -502,496 | 0,000 | 1093,707 | 0,000 | 1093,707 |
| Element 10-14 (Plate) | 3626 | 2 | 61,000 | 10,250 | -1190,052 | -1190,052 | 0,000 | -443,160 | -443,160 | 0,000 | 742,520 | 0,000 | 742,520 |
| (pali) | 3627 | 3 | 61,000 | 9,500 | -992,865 | -992,865 | 0,000 | -390,543 | -390,543 | 0,000 | 425,343 | 0,000 | 425,343 |
| | 3628 | 4 | 61,000 | 8,750 | -770,685 | -770,685 | 0,000 | -298,959 | -298,959 | 0,000 | 166,306 | 0,000 | 166,306 |
| | 3837 | 5 | 61,000 | 8,000 | -599,049 | -600,625 | 0,000 | -122,723 | -131,610 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 |

