

COMMITTENTE:



ALTA SORVEGLIANZA:



GENERAL CONTRACTOR:



INFRASTRUTTURE FERROVIARIE STRATEGICHE DEFINITE DALLA LEGGE OBIETTIVO N. 443/01

**TRATTA A.V. /A.C. TERZO VALICO DEI GIOVI
PROGETTO ESECUTIVO**

**NUOVA VIABILITÀ TRATTA VIA CHIARAVAGNA - VIA BORZOLI
Galleria artificiale - Imbocco galleria lato Borzoli
Relazione di calcolo e di monitoraggio**

| | |
|--|----------------------|
| GENERAL CONTRACTOR | DIRETTORE DEI LAVORI |
| Consorzio Cociv Ing. P.P. Marcheselli | |

| | | | | | | | |
|----------|-------|------|------|-----------|------------------|--------|------|
| COMMESSA | LOTTO | FASE | ENTE | TIPO DOC. | OPERA/DISCIPLINA | PROGR. | REV. |
| I G 5 1 | 0 2 | E | C V | R O | G A S E 0 0 | 0 0 1 | A |

| Progettazione : | | | | | | | | |
|-----------------|-------------|---------------------------|----------|------------------------------------|----------|---------------------------------|----------|-------------------|
| Rev | Descrizione | Redatto | Data | Verificato | Data | Progettista Integratore | Data | IL PROGETTISTA |
| A00 | Emissione | Rocksoil <i>Gomani</i> | 24/06/13 | Ing.F. Colla <i>[Signature]</i> | 26/06/13 | A.Palomba <i>[Signature]</i> | 28/06/13 | Ing. E. Ghislandi |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |

| | |
|-----------|-------------------------------|
| n. Elab.: | File: IG5102ECVROGASE00001A00 |
|-----------|-------------------------------|

| | | |
|---|--|---------------------------|
| <p>GENERAL CONTRACTOR</p>  | <p>ALTA SORVEGLIANZA</p>  | |
| | <p>IG5102ECVROGASE00001A00</p> | <p>Foglio 3 di 67</p> |

INDICE

| | | |
|--|--|----|
| INDICE..... | | 3 |
| 1. INTRODUZIONE..... | | 5 |
| 2. NORMATIVE E RACCOMANDAZIONI..... | | 5 |
| 2.1. Normativa Sismica..... | | 8 |
| 3. MATERIALI IMPIEGATI..... | | 9 |
| 3.1. Concio d'attacco | | 9 |
| 3.2. Galleria Artificiale | | 12 |
| 4. INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOTECNICO..... | | 13 |
| 4.1. Inquadramento Geologico, Idrogeologico e Geomorfologico | | 13 |
| 4.2. Inquadramento Geotecnico delle opere..... | | 15 |
| 5. INQUADRAMENTO DELL'OPERA E PROPOSTA DI INTERVENTO..... | | 21 |
| 5.1. Opere di contenimento degli scavi nel breve termine..... | | 23 |
| 5.1.1. Fase 1: Esecuzione dei micropali | | 23 |
| 5.1.2. Fase 2: Realizzazione della trave di testata..... | | 23 |
| 5.1.3. Fase 3: Scavo e installazione del primo ordine di tiranti..... | | 23 |
| 5.1.4. Fase 4: Scavo e installazione ordini di tiranti successivi | | 24 |
| 5.2. Dima e Concio d'attacco | | 25 |
| 5.2.1. Fase 1: Esecuzione dei drenaggi al contorno..... | | 25 |
| 5.2.2. Fase 2: Consolidamento al contorno della galleria naturale | | 25 |
| 5.2.3. Fase 3: Realizzazione della dima | | 26 |
| 5.2.4. Fase 4: Realizzazione concio e sezione d'attacco..... | | 26 |
| 5.3. Galleria artificiale | | 27 |
| 5.4. Sistemazione idraulica provvisoria, ritombamento e sistemazione idraulica definitiva..... | | 27 |
| 6. VERIFICHE GALLERIA ARTIFICIALE E CONCIO DI ATTACCO | | 28 |
| 6.1. Introduzione | | 28 |
| 6.1.1. Sezioni di calcolo | | 28 |
| 6.1. Modelli di calcolo..... | | 32 |
| 6.1.1. Concio di attacco – Sezione A | | 32 |
| 6.1.2. Galleria artificiale – Sezione B | | 34 |
| 6.1.3. Galleria artificiale – Sezione C | | 36 |
| 6.1.4. Modellazione degli elementi geotecnici e strutturali..... | | 38 |
| 6.1.5. Stratigrafie di calcolo e parametri geomeccanici | | 39 |
| 6.1.6. Coefficienti sismici | | 40 |
| 6.1.7. Carichi applicati..... | | 40 |

| | | |
|--|---|---------------------------|
| <p>GENERAL CONTRACTOR</p>  <p>CODIV Consorzio Collegamenti Integrati Veloci</p> | <p>ALTA SORVEGLIANZA</p>  <p>ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p> | |
| | <p>IG5102ECVROGASE00001A00</p> | <p>Foglio 4 di 67</p> |

| | | |
|--------|--|-----------|
| 6.1.8. | Fasi di calcolo | 41 |
| 6.2. | Sezione A: Concio d'attacco | 42 |
| 6.2.1. | Verifiche dei rivestimenti in c.a. | 42 |
| 6.2.2. | Verifica stabilità del fronte di scavo..... | 45 |
| 6.3. | Sezione B: Galleria artificiale (ricoprimento 4m)..... | 50 |
| 6.3.1. | Verifiche dei rivestimenti in c.a. | 50 |
| 6.4. | Sezione C: Galleria artificiale (ricoprimento 2m) | 52 |
| 6.4.1. | Verifiche dei rivestimenti in c.a. | 52 |
| 7. | MONITORAGGIO | 55 |
| 7.1. | Misure topografiche | 55 |
| 7.1.1. | Definizione del programma di misure | 56 |
| 7.1.2. | Modalità d'installazione | 56 |
| 7.1.3. | Sistema di acquisizione dati..... | 56 |
| 7.1.4. | Frequenza dei rilevamenti..... | 57 |
| 7.2. | Celle di carico | 57 |
| 7.2.1. | Definizione del programma di misure | 57 |
| 7.2.2. | Attrezzatura..... | 58 |
| 7.2.3. | Modalità di posa in opera | 58 |
| 7.2.4. | Frequenza rilevamenti | 59 |
| 7.2.5. | Restituzione dati..... | 59 |
| 7.3. | Definizione dei valori soglia delle grandezze monitorate | 59 |
| 8. | PRESCRIZIONI | 60 |
| 9. | CONCLUSIONI | 61 |
| 10. | ALLEGATO 1 – SONDAGGI PRESENTI NELL'AREA | 62 |
| 11. | ALLEGATO 2 – REPORT DI CALCOLO PLAXIS | 67 |

| | |
|---|---|
| <p>GENERAL CONTRACTOR</p>  | <p>ALTA SORVEGLIANZA</p>  |
| | <p style="text-align: center;">IG5102ECVROGASE00001A00</p> <p style="text-align: right;">Foglio 5 di 67</p> |

1. INTRODUZIONE

Nella presente relazione è descritto il progetto relativo alle opere provvisorie di imbocco lato Borzoli della “Galleria della Nuova Viabilità Via Borzoli – Via Chiaravagna”, nell’ambito dei lavori di realizzazione della linea AV/AC del Terzo Valico Ferroviario dei Giovi.

Dal punto di vista costruttivo la tratta di galleria artificiale verrà realizzata entro uno scavo sostenuto da paratie in micropali della lunghezza complessiva di circa 74m; detta paratia è di tipo berlinese, a carattere provvisorio, multitirantata, di altezza massima fuori terra pari a 12.6m. Per il dimensionamento di tale paratia si faccia riferimento al relativo elaborato di calcolo “Relazione di calcolo paratia berlinese”. Nel presente si analizzeranno la sezione del concio di attacco costruito sotto dima e la sezione di galleria artificiale, aventi rispettivamente sviluppo longitudinale pari a 5 e 20m.

Nei capitoli che seguono, dopo un breve richiamo della situazione idrogeologica, geomorfologica e geotecnica, vengono fornite le principali indicazioni inerenti le fasi costruttive necessarie per la realizzazione dell’imbocco e per l’attacco della galleria naturale.

Vengono riportate infine le verifiche statiche relative alle opere di imbocco, comprensive anche della verifica di stabilità del fronte di scavo per l’attacco della galleria. Le verifiche sono svolte secondo il metodo delle tensioni ammissibili.

Le opere oggetto di verifica ricadono in zona sismica classificata come “zona 4”. Nel seguito la progettazione è conforme a quanto previsto dall’Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n°3274 del 20/03/2003.

2. NORMATIVE E RACCOMANDAZIONI

Per il calcolo e per le verifiche delle opere strutturali si è fatto riferimento alle seguenti norme:

- Legge 5/11/1971 n. 1086

Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica.

- Legge n°64 del 2 febbraio 1974

Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche.

- Circolare Ministero Lavori Pubblici n. 11951 del 14/2/1974

Legge 5 novembre 1971, n. 1086. Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica. Istruzioni per l'applicazione.

- Circolare Ministero Lavori Pubblici n. 20049 del 9/1/1980

Legge 5 novembre 1971 n. 1086 - Istruzioni relative ai controlli sul conglomerato cementizio adoperato per le strutture in cemento armato.

| | |
|--|--|
| GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci | ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE |
| | IG5102ECVROGASE00001A00 Foglio 6 di 67 |

- Istruzioni C.N.R. 10012-81

Azioni sulle costruzioni.

- Decreto Ministero Lavori Pubblici 11/3/1988

Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione.

- Circolare Ministero Lavori Pubblici n. 30483 del 24/9/1988

Legge 2 febbraio 1974 art. 1-D.M. 11 marzo 1988. Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione. Istruzioni per l'applicazione.

- Nota Ministero Lavori Pubblici n. 183 del 13/4/1989

D.M. 11.3.88. Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, la progettazione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione.

- Decreto Ministero Lavori Pubblici 14/02/1992

Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche.

- Circolare Ministero Lavori Pubblici 24/06/1993 n. 406/STC

Istruzioni per l'applicazione delle Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche di cui al D. M. 14/02/1992.

- Decreto Ministero Lavori Pubblici 9/01/1996

Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato, normale e precompresso e per le strutture metalliche.

- Decreto Ministero Lavori Pubblici 16/01/1996

Norme tecniche relative ai "Criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi".

- Decreto Ministero Lavori Pubblici 16/01/1996

Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche

- Circolare Ministero Lavori Pubblici 15/10/1996 n. 252

Istruzioni per l'applicazione delle Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche di cui al D. M. 9/01/96.

- Circolare Ministero Lavori Pubblici 4/07/1996 n. 156AA.GG/STC

| | |
|---|--|
| GENERAL CONTRACTOR  | ALTA SORVEGLIANZA  |
| | IG5102ECVROGASE00001A00 Foglio 7 di 67 |

Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche relative ai criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi" di cui al decreto ministeriale 16 gennaio 1996.

- Circolare Ministero Lavori Pubblici 10/04/1997 n. 65/AA./GG.

Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche" di cui al D. M. 16/01/96.

- Decreto Ministero Lavori Pubblici 5/08/1999

Modificazioni al decreto ministeriale 9 gennaio 1996 contenente norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche.

- D.P.R. 6 Giugno 2001, n°380

Testo unico delle disposizioni legislative e regolamenti in materia edilizia

RACCOMANDAZIONI

- A.I.C.A.P. 1993

Ancoraggi nei terreni e nelle rocce – Raccomandazioni

- Eurocodice 1 UNI-EN-1991

Criteri generali di progettazione strutturale

- Eurocodice 2 UNI-EN-1992

Progettazione delle strutture in calcestruzzo

- Eurocodice 3 UNI-EN-1993

Progettazione delle strutture in acciaio

- Eurocodice 4 UNI-EN-1994

Progettazione delle strutture composte acciaio-calcestruzzo

- Eurocodice 7 UNI-EN-1997

Progettazione Geotecnica

- Eurocodice 8 UNI-EN-1998

Progettazione delle strutture per la resistenza sismica

| | |
|---|--|
| GENERAL CONTRACTOR  | ALTA SORVEGLIANZA  |
| | IG5102ECVROGASE00001A00 Foglio 8 di 67 |

2.1. Normativa Sismica

Per quanto riguarda l'analisi delle opere di imbocco in condizioni sismiche, il calcolo viene svolto con il procedimento pseudo-statico, in cui l'azione sismica è rappresentata da un insieme di forze statiche orizzontali e verticali date dal prodotto delle forze di gravità per un coefficiente sismico, come previsto dall'Ordinanza Ministeriale n°3274.

In particolare nelle analisi relative alla galleria artificiale e al concio di attacco l'azione sismica verrà considerata nel calcolo inserendo i coefficienti sismici orizzontale e verticale che risulteranno pari a

$$K_h = \frac{S \cdot a_g}{r}$$

$$K_v = 0.5 \cdot K_h$$

| | | |
|--|--|-------------------|
| GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci | ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE | |
| | IG5102ECVROGASE00001A00 | Foglio 9 di 67 |

3. MATERIALI IMPIEGATI

3.1. Concio d'attacco

Consolidamenti e rivestimenti provvisori

| | |
|--|---|
| Spritz beton fibrorinforzato | <ul style="list-style-type: none"> - Resistenza media su carote $h/\phi = 1$ a 48 ore ≥ 13 MPa, a 28 gg ≥ 30 MPa - dosaggio per fibre in acciaio ≥ 30 kg/m³ |
| Acciaio per centine, piastre e collegamenti: | S275 |
| Acciaio per catene | B450C |
| Acciaio per infilaggi: | S355 |
| Acciaio per armatura e rete elettrosaldata: | B450C |
| Drenaggi | Tubi microfessurati in PVC <ul style="list-style-type: none"> - $\phi_{est} > 60$ mm, sp. 5 mm - Resistenza alla trazione 4.5 MPa, perforo 80 mm rivestiti con TNT - I primi 10m da boccaforo devono essere ciechi |
| Impermeabilizzazione in PVC | <ul style="list-style-type: none"> - teli sp. 2+/-0.5 mm, - Resistenza a trazione ≥ 15 MPa - Allungamento a rottura $\geq 250\%$ - Resistenza alla lacerazione ≥ 100N/mm - Resistenza alla giunzione ≥ 10.5 MPa - Stabilità al calore = 70°C - Flessibilità a freddo = -30°C - Resistenza alle soluzioni acide alcaline = +/-20% max allungamento - Comportamento al fuoco B2 - Resistenza alla pressione dell'acqua a 1 MPa per 10 ore : impermeabile |

| | |
|---|--|
| <p>Tubi in VTR (caratteristiche del composito)</p> | <ul style="list-style-type: none"> - Diametro esterno = 60 mm ad aderenza migliorata - Diametro di perforazione = 100-120 mm - Spessore medio = 10 mm - Densità ≥ 1.8 t/mc - Res. a trazione ≥ 600 MPa - Res. a taglio ≥ 100 MPa - Modulo elastico ≥ 30000 MPa - Contenuto in vetro ≥ 50 % - Resistenza a flessione ≥ 600 MPa - Resistenza allo scoppio ≥ 8 MPa - Perforazione eseguita a secco |
| <p>Infilaggi metallici</p> | <ul style="list-style-type: none"> - Diametro esterno = 88.9 mm - Spessore = 10 mm - Diametro di perforazione = 120-130 mm - Perforazione eseguita a secco |
| <p>Miscele cementizie per cementazione a bassa pressione</p> | <p>Cemento 42.5R</p> <ul style="list-style-type: none"> - Rapporto a/c = 0.5-0.7 - Fluidificante = 4 % di peso sul cemento - Resistenza a compressione a 48 ore > 5 MPa |
| <p>Miscele di guaina per infilaggi metallici valvolati ed iniettati</p> | <p>Cemento R32.5 - R42.5</p> <ul style="list-style-type: none"> - Rapporto a/c $\approx 1.5-2$ - Bentonite $\approx 5-8$ % sul peso di cemento - Densità ≈ 1.3 t/m³ - Rendimento volumetrico ≥ 95 % - Viscosità Marsh (ugello 4.7 mm) 30-35 sec. |

| | |
|--|--|
| Miscele di iniezione per infilaggi metallici valvolati ed iniettati | Cemento R42.5 <ul style="list-style-type: none"> - Rapporto a/c \approx 0.4-0.7 - Bentonite <2 % - Additivo fluidificante (Flowcable o simili) \approx 4 % in peso - Viscosità Marsh (ugello 4.7 mm) 35-45 sec. - Densità \approx 1.8 t/m³ - Finezza \geq 4500 blaine - Rendimento volumetrico > 95% |
|--|--|

Rivestimenti definitivi

| | |
|--|---------------------------------|
| Acciaio per armatura: | B450C |
| Calcestruzzo strutturale calotta e piedritti | C25/30, Tipo CEM III-V, XC2, S4 |
| Calcestruzzo strutturale arco rovescio | C25/30, Tipo CEM III-V, XC2, S3 |
| Magrone di pulizia di sottofondo | Rm \geq 15 MPa, Tipo CEM I-V |

Le verifiche strutturali sono condotte mediante il metodo delle tensioni ammissibili; nel seguito si indicano i valori di resistenza di progetto per i vari materiali.

| | |
|--|---|
| Acciaio S275 | $\sigma_{amm} = 190$ MPa |
| Acciaio tubi S355 | $\sigma_{amm} = 240$ MPa |
| Acciaio B450C | $\sigma_{amm} = 160$ Mpa (*) |
| Calcestruzzo strutturale armato Rck 30 Mpa | $\sigma_{amm} = 9.75$ Mpa $\tau_{c0} = 0.60$ Mpa $\tau_{c1} = 1.80$ Mpa |

(*) In condizioni sismiche o in condizioni di esercizio con verifica a fessurazione $\sigma_{amm} = 255$ Mpa

| | |
|--|--|
| GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci | ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE |
| | IG5102ECVROGASE00001A00 Foglio 12 di 67 |

3.2. Galleria Artificiale

Rivestimenti definitivi

| | |
|--|---------------------------------|
| Acciaio per armature: | B450C |
| Calcestruzzo strutturale calotta e piedritti | C25/30, Tipo CEM III-V, XC2, S4 |
| Calcestruzzo strutturale arco rovescio | C25/30, Tipo CEM III-V, XC2, S3 |
| Magrone di pulizia di sottofondo | Rm \geq 15 MPa, Tipo CEM I-V |

Le verifiche strutturali sono condotte mediante il metodo delle tensioni ammissibili; nel seguito si indicano i valori di resistenza di progetto per i vari materiali.

| | |
|--|----------------------------|
| Acciaio B450C | $\sigma_{amm}=160$ MPa (*) |
| Calcestruzzo strutturale armato Rck 30 MPa | $\sigma_{amm}=9.75$ MPa |

(*) In condizioni sismiche o in condizioni di esercizio con verifica a fessurazione $\sigma_{amm}=255$ MPa

| | | |
|---|--|--------------------|
| GENERAL CONTRACTOR  | ALTA SORVEGLIANZA  | |
| | IG5102ECVROGASE00001A00 | Foglio 13 di 67 |

4. INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOTECNICO

4.1. Inquadramento Geologico, Idrogeologico e Geomorfologico

L'area in esame rientra dal punto di vista geologico nella cosiddetta "Zona Sestri-Voltaggio" che comprende alcune unità strutturali mostranti tra loro complessi rapporti tettonici, limitate ad ovest dalle unità di metaofioliti del "Gruppo di Voltri" e ad est dall'Unità dei Flysch ad Helmitoidi del M.Antola.

Tale Zona è costituita dalle seguenti unità tettoniche sovrapposte, distinguibili per pertinenza paleogeografica e caratteri metamorfici:

- Unità Gazzo-Isoverde
- Unità Cravasco-Voltaggio
- Unità Timone-Bric Teiolo
- Unità della Val Polcevera

Nell'area in esame a copertura delle formazioni di basamento prima elencate sono presenti i sedimenti più recenti ricollegabili al Pliocene Ligure ed al Quaternario. Il Pliocene Ligure è rappresentato in zona dal Lembo di Borzoli costituito da due facies tipiche:

- Argille di Ortovero: argille marnose e marne grigio azzurre più o meno siltose con stratificazione poco evidente
- Conglomerati e breccie basali: i conglomerati possono intercalarsi localmente alle argille ma in genere risultano basali con spessori da pochi decimetri a non più di 10-15 m; si associano spesso a depositi grossolani molto immaturi riferibili ad accumuli di frana.

Dal punto di vista geomorfologico il tratto di strada da adeguare, che comprende le opere facenti parte del presente documento, è inserito in un contesto collinare segnato dalle incisioni torrentizie del T.Chiaravagna, del Rio Batestu e del Rio Ruscarolo.

Come elementi geomorfologici significativi, si evidenziano (vedi "Carta geologica-geomorfologica"):

- i versanti in depositi pliocenici sono caratterizzati da pendenze blande e da una generale sistemazione superficiale tramite terrazzamenti completamente coltivati in virtù del significativo spessore di suolo che tipicamente si genera su questa formazione geologica (foto 1 e 5); tali versanti sono quindi caratterizzati da uno strato superficiale di coltre eluviale (spessore medio compreso tra 1,5-2,0 m) che passa, attraverso l'orizzonte di alterazione della formazione, alla formazione stessa;



Foto 1 – Collina in terreni pliocenici – versante lato Chiaravagna



Foto 2



Foto 3



Foto 4



Foto 5

- le scarpate in basalti sono invece acclivi e segnano quindi un significativo cambio di pendenza in corrispondenza del passaggio ai sedimenti pliocenici.

| | |
|---|--|
| GENERAL CONTRACTOR  | ALTA SORVEGLIANZA  |
| | IG5102ECVROGASE00001A00 Foglio 15 di 67 |

Le osservazioni sul terreno non hanno evidenziato, ad eccezione di situazioni locali e circostanziate, problematiche geomorfologiche di instabilità particolari lungo lo sviluppo del tratto di strada in esame, e in ogni caso mai interferenti con le opere di imbocco relative al presente documento.

Le situazioni localizzate, classificabili come scivolamenti superficiali, sono state rilevate:

- in corrispondenza del pendio in basalti in sinistra del Rio Batestu, tra la spalla e la pila del ponte ferroviario in prossimità dello scatolare previsto all'interno del progetto dell'opera; la stessa scarpata in basalti, sotto alla quale passerà la viabilità è interessata, a causa della fratturazione, da locali distacchi di blocchetti di roccia;
- sulla scarpata in argille plioceniche dell'arteria AMIU dove le emergenze d'acqua dalle sabbie in testa scarpata fanno rammollire le argille sottostanti con conseguente in stabilizzazione superficiale;
- sulla scarpata in basalti sulla Via Borzoli dove è stato eseguito un placcaggio con spritz-beton.

Dal punto di vista idrogeologico si che la formazione pliocenica è in termini generali da poco permeabile a praticamente impermeabile; questo comporta che:

- le acque di pioggia che riescono ad infiltrarsi nel primo orizzonte superficiale (suolo e copertura eluviale) rimangono confinate, dalla formazione sottostante impermeabile, in tale orizzonte; questo fa sì che tale orizzonte possa nei periodi piovosi essere interessato da presenza d'acqua diffusa sino a saturarsi;
- le intercalazioni sabbiose rappresentano dei veri e propri orizzonti acquiferi alimentati da monte;
- le scarpate in basalti fratturati presenti, sul lato monte, in prossimità dello scatolare Rio Batestu possono essere sede di circolazioni d'acqua che trovano nelle argille plioceniche a valle uno sbarramento idrogeologico ad una eventuale loro emergenza; questo potrebbe favorire un carico d'acqua nel volume di argille plioceniche più vicine al contatto con i basalti.

4.2. Inquadramento Geotecnico delle opere

L'imbocco lato Borzoli della viabilità Via Chiaravagna – Via Borzoli, è caratterizzato dalla presenza delle "Argille di Ortovero", argille plioceniche, costituite da argille marnose e marne grigio-azzurre con stratificazione poco evidente.

Le indagini presenti nell'area di interesse sono riportate in Figura 1 e successive.

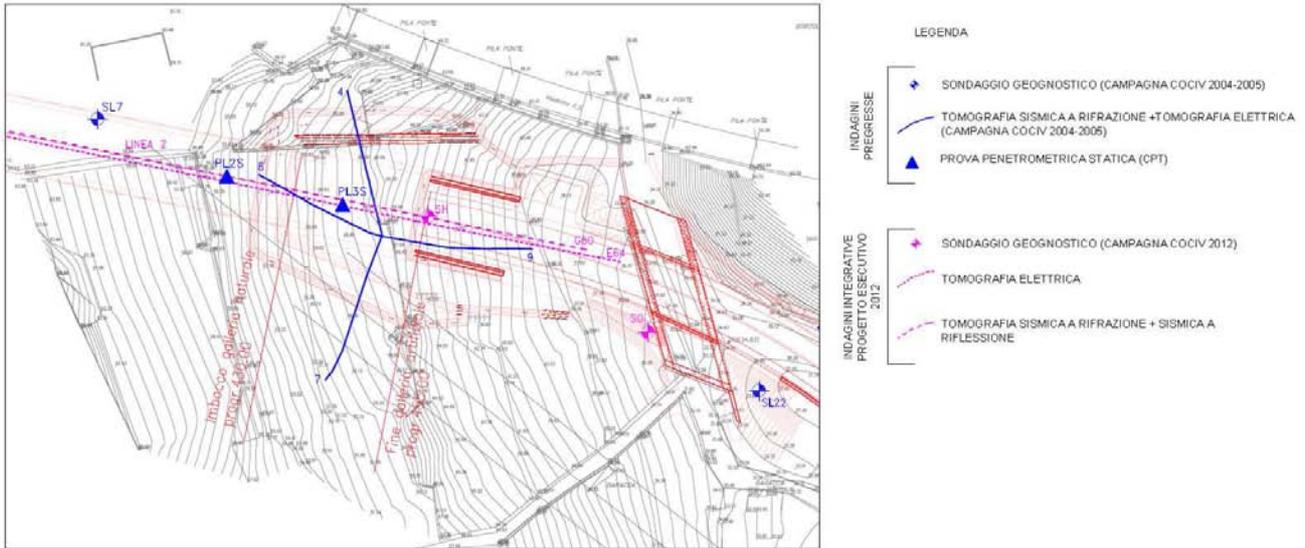


Figura 1 – Indagini presenti nell’area di interesse

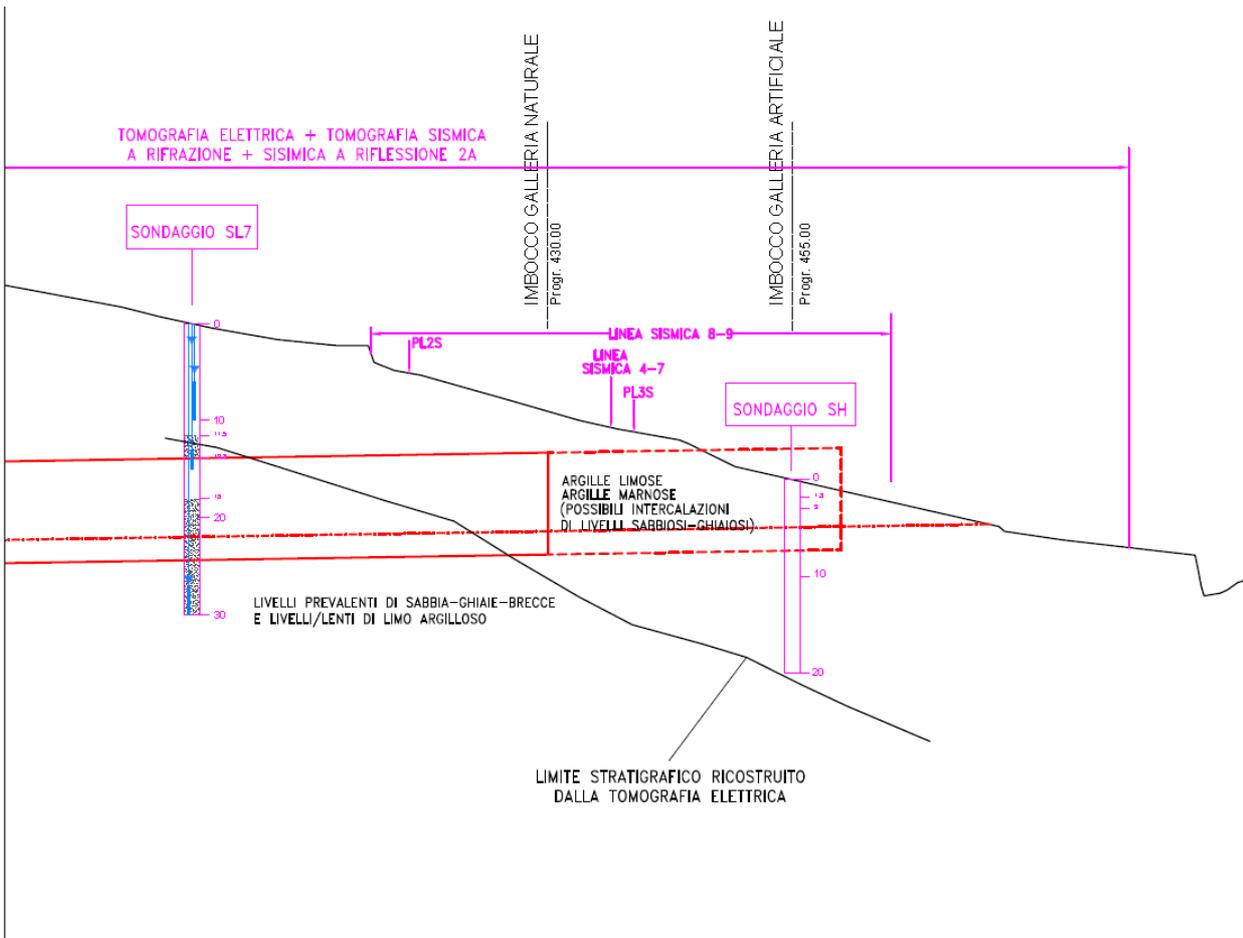


Figura 2 – Profilo stratigrafico di insieme

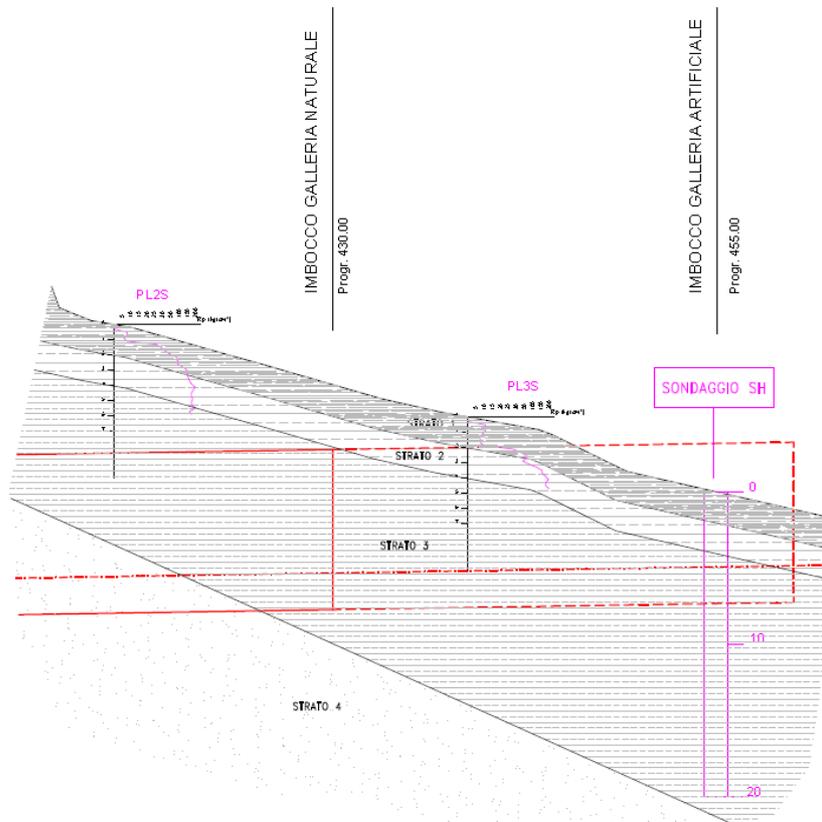


Figura 3 – Ricostruzione stratigrafica nell'area di interesse e sondaggi presenti

Come riportato nella relazione geotecnica, a cui si rimanda per ulteriori approfondimenti, per l'individuazione della stratigrafia geotecnica media nei terreni pliocenici interessanti le opere di imbocco sono state incrociate le informazioni derivanti dalle osservazioni in sito con i dati disponibili dalla precedente fase di Progetto Definitivo e con i risultati della Campagna geognostica del 2012. Nel seguito vengono indicati puntualmente i dati raccolti:

- *osservazioni in sito*: l'osservazione della scarpata sub-verticale alla base del versante presente dietro ai capannoni in destra al Rio Batestu evidenzia spessori di suolo superficiale variabili tra 1,5-2 m;
- *prove penetrometriche statiche (INDAGINI PREGRESSE)*: le prove PL2S e PL3S, eseguite invece nel dominio delle argille limose grigie, hanno riscontrato uno spessore medio di 1,5-2,0 m della copertura eluviale e di 2,00-3,00 m dell'orizzonte di alterazione della formazione argilloso marnosa;
- *sondaggi SL22 e SL7 (INDAGINI PREGRESSE)*: tali sondaggi, eseguiti a risalire sul versante, hanno evidenziato spessori del suolo tra 0,5-1m e, subito sottostante, uno spessore più alterato della formazione argillosa-marnosa di 3-4m con presenza di materiali anche a pezzatura grossolana (vedi in particolare SL22). Il sondaggio SL7 evidenzia presenza di ghiaie e sabbie per profondità superiori a 18.0m.

- *sondaggi SH e S0 (CAMPAGNA 2012)*: il sondaggio SH, eseguito in prossimità delle opere di imbocco ha anch'esso confermato la presenza della formazione argillosa-marnosa, indicando uno strato superficiale composto da limo-argilloso e argille-limose con potenza di circa 3m. Si evidenzia inoltre la presenza di ghiaie e sabbie per profondità superiori a 15.0m, comunque con strati di spessore decimetrico. Il sondaggio S0, posto invece a valle a maggior distanza dall'area in esame, indica anch'esso la presenza della formazione marnosa a pochi metri dalla superficie (circa 4m), ma indica la presenza di materiale a granulometria meno fine nei primi metri con potenza di circa 3m.
- *tomografie sismiche e elettriche*: utilizzando i dati delle osservazioni in sito e dei sondaggi per la lettura delle tomografie, è stato individuato un orizzonte più lento superficiale di circa 4 m con $V_p < 1000$ m/s comprensivo del suolo vegetale e dello spessore più alterato della formazione argilloso-marnosa; le velocità > 1000 m/s individuano, in profondità, un progressivo miglioramento delle caratteristiche geotecniche della formazione. La ricostruzione stratigrafica ottenuta tramite le tomografie sismiche evidenzia che lo scavo dell'imbocco interessa le argille marnose plioceniche, anche se non può essere esclusa completamente visto il livello dell'indagine geofisica la possibilità di intercettare verso la base dello scavo livelli di sabbie-ghiaie-brecce.

Vengono riportate in allegato le stratigrafie dei sondaggi relativi alla zona di imbocco

CHIARAVAGNA-BORZOLI Lato Borzoli 8-9

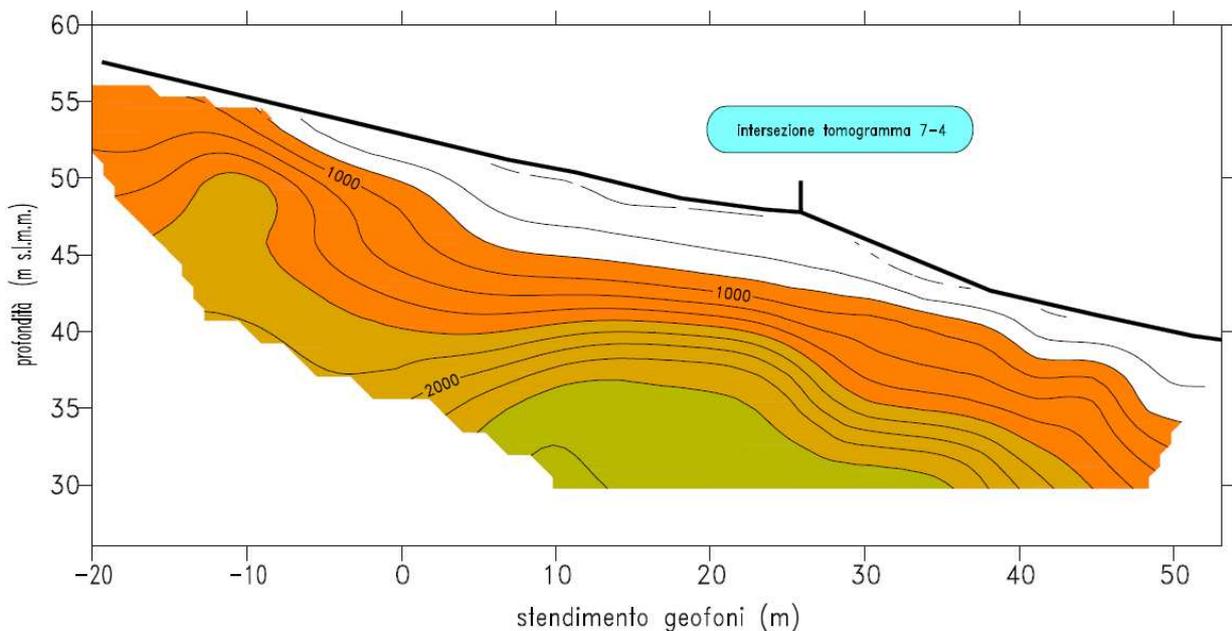


Figura 4 – Linea sismica 8-9 (longitudinale al tracciato)

CHIARAVAGNA – BORZOLI Lato Borzoli 7-4

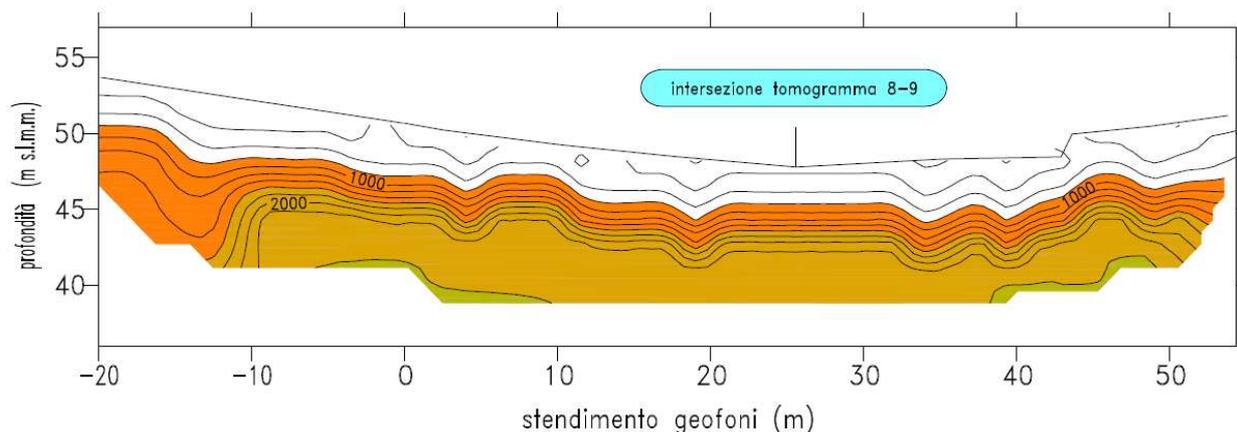


Figura 5 – Linea sismica 8-9 (Trasversale al tracciato)

Per la caratterizzazione geotecnica si è fatto riferimento in particolare ai risultati delle prove in sito e di laboratorio condotte sui campioni prelevati dai sondaggi sopra indicati.

La stratigrafia adottata per le sezioni di calcolo ed i parametri geotecnici impiegati nelle analisi sono riassunti nella tabella sotto riportata.

| Terreno | Profondità (m) | Peso di volume γ (kN/m ³) | Coesione c' (kPa) | Angolo di attrito φ (°) | Modulo def. E (GPa) |
|--|----------------|--|---------------------|---------------------------------|---------------------|
| Argilla limosa poco consistente (coltre eluviale) | 0.0 – 2.0 | 18 – 19 | 5 - 10 | 20 - 22 | 0.01 – 0.02 |
| Cappellaccio – strato di alterazione delle argille marnose substrato | 2.0 – 3.5/5.0 | 19 – 20 | 15 – 25 | 21 – 23 | 0.025 – 0.040 |
| Argille marnose poco alterate (substrato) | >3.5/5.0 | 20 - 21 | 20 - 40 | 23 - 25 | 0.050 – 0.070 |

La permeabilità media dell'ammasso è molto ridotta con valori di "k" compresi tra 5e-06m/s e 5e-7m/s, come evidenziato dalle prove di permeabilità di tipo Lefranc a carico costante eseguite a 19m e 25m circa del sondaggio S7. La prova eseguita sul sondaggio SH alla profondità di circa 5m mostra valori di permeabilità ancora inferiori dell'ordine di 10e-08m/s, mostrando quindi che tale formazione ha un comportamento da poco permeabile a pressochè impermeabili.

Di seguito si allegano alcune fotografie della scarpata a tergo dei capannoni in corrispondenza del Rio Batestu, in prossimità dell'area di imbocco. Le fotografie evidenziano la presenza di una

scarpata verticale, esposta, le argille marnose si presentano piuttosto compatte, e, localmente, si individuano superfici di strato.



Figura 6 - Particolare scarpata



Figura 7 - Scarpata

| | | |
|---|--|--------------------|
| GENERAL CONTRACTOR  | ALTA SORVEGLIANZA  | |
| | IG5102ECVROGASE00001A00 | Foglio 21 di 67 |

5. INQUADRAMENTO DELL'OPERA E PROPOSTA DI INTERVENTO

L'imbocco in oggetto rientra nella realizzazione di un collegamento tra la viabilità relativa alla galleria in progetto proveniente dalla via Chiaravagna nella zona posta a valle del Viadotto della Ferrovia Genova-Ovada, con la nuova viabilità alternativa per l'accesso alla discarica di Monte Scarpino e con la viabilità esistente in località Borzoli, nei pressi del Campo Sportivo Comunale.



Per quanto riguarda la sismicità dell'area in base all'ordinanza n°3274 si è preso a riferimento il valore relativo il comune di Genova nel quale ricade l'opera, classificato come zona 4.

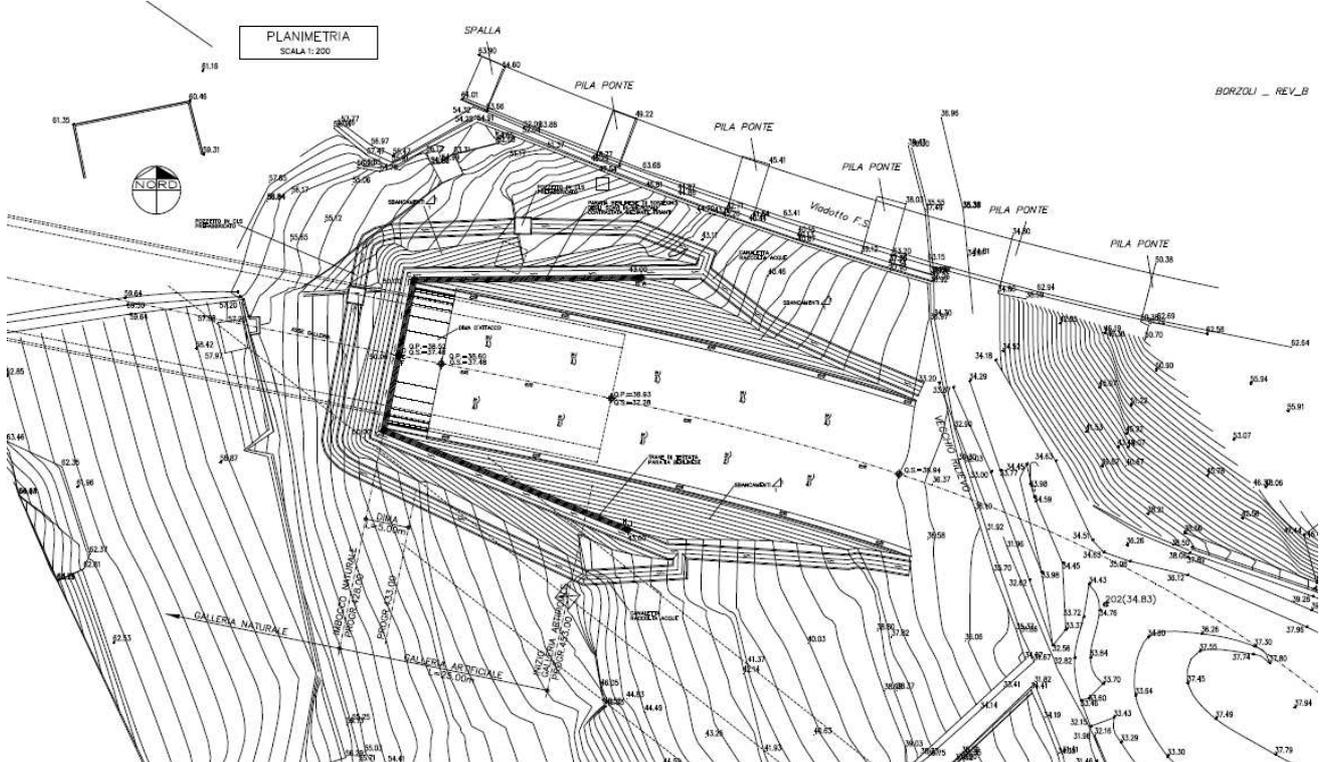
In relazione al contesto geologico, geotecnico e geomorfologico dell'area in oggetto, la soluzione progettuale prevede la realizzazione, al fine di contenere gli scavi, di una paratia di tipo berlinese costituita da micropali di diametro 220mm armati con tubolari metallici di diametro 168.3mm spessore 12mm installati a passo 35cm. All'interno degli scavi vengono poi realizzati il concio di attacco sotto dima e la galleria artificiale, aventi rispettivamente sviluppo longitudinale pari a 5 e 20m.

Gli interventi di seguito descritti sono tutti indispensabili e nessuno può prescindere dall'altro, pena l'impossibilità di garantire i coefficienti di sicurezza minimi per la stabilità del versante.

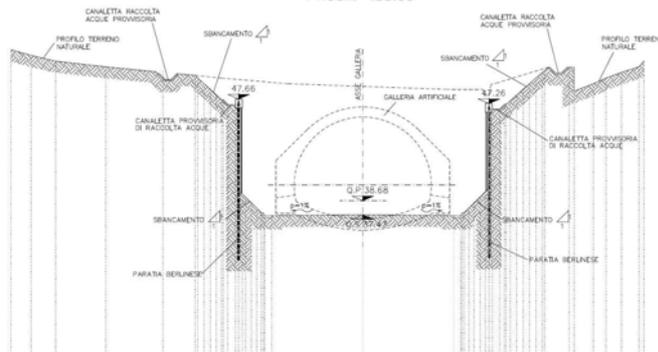
Essi si articolano in sintesi:

- esecuzione di un'opera di contenimento, tipo "berlinese", prima di operare qualunque sbancamento, anche preliminare, a valle;
- realizzazione della dima per consentire l'attacco della galleria naturale;
- realizzazione della galleria artificiale.

Le opere oggetto del presente documento riguardano solo l'esecuzione del concio di attacco e della galleria artificiale, essendo la paratia berlinese trattata in uno specifico elaborato di calcolo.



SEZIONE B-B
SCALA 1:200
PROGR. 438.00



Q. Riv. = 25.00

| PROGETTO | QUOTE DI SCAVO | | | | | | | | | | |
|----------|-------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | QUOTE | 53.20 | 51.50 | 51.00 | 50.50 | 50.00 | 49.75 | 49.50 | 49.00 | 48.50 | 48.33 |
| TERRENO | DISTANZE PARZIALI | | | | | | | | | | |
| | DISTANZE PARZIALI | 1.76 | 2.11 | 4.38 | 3.04 | 2.77 | 2.34 | 5.80 | 13.94 | 3.82 | 4.08 |

| | |
|--|--|
| GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci | ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE |
| | IG5102ECVROGASE00001A00 Foglio 23 di 67 |

5.1. Opere di contenimento degli scavi nel breve termine

La stabilità degli scavi necessari è ottenuta attraverso la realizzazione di una paratia tipo berlinese sul fronte interessato dall'attacco della galleria.

Gli interventi previsti devono perseguire i seguenti aspetti:

- impedire che l'azione delle acque superficiali possa innescare una spinta idrostatica e, di conseguenza, movimenti gravitativi che potrebbero compromettere la funzionalità dell'opera;
- contenere le decompressioni del pendio.

5.1.1. Fase 1: Esecuzione dei micropali

1. Preparazione di un piano di lavoro per il posizionamento delle attrezzature di servizio e di perforazione;
2. Per l'esecuzione dei micropali si osservano le seguenti modalità costruttive (cfr. Capitolato di Costruzione Opere Civili):
 - Perforazione verticale in presenza di rivestimento (se necessario) e con circolazione di fluidi secondo la geometria di progetto; diametro $\varnothing = 220$ mm, interasse $i=0.35$ m;
 - Rimozione dei detriti presenti nel foro e installazione dell'armatura composta da tubolari metallici tipo $\varnothing 168.3$ mm, sp.12mm;
 - Cementazione (Rck 25 MPa): il riempimento del foro dovrà avvenire tramite un tubo di alimentazione disceso sino a 10-15cm dal fondo collegato alla pompa di mandata. Il riempimento sarà eseguito sino a che la malta immessa risalga in superficie senza inclusioni o miscele con il fluido di perforazione. (cfr. Capitolato di Costruzione Opere Civili – Sezione VII)

5.1.2. Fase 2: Realizzazione della trave di testata

Si posa in opera l'armatura della trave e si procede al getto della trave di coronamento. La trave di coronamento è realizzata in conglomerato cementizio avente CLASSE C25/30, classe di consistenza S4, con riferimento al Capitolato di Costruzione Opere Civili. La trave, secondo quanto indicato nell'elaborato "Particolari costruttivi" sarà armata con barre d'acciaio ad aderenza migliorata controllate in stabilimento B450C ed avrà un copriferro minimo di 5 cm.

5.1.3. Fase 3: Scavo e installazione del primo ordine di tiranti

Attesa la maturazione del getto eseguito per la trave di coronamento si procederà secondo le seguenti modalità operative e le quote riportate sugli elaborati grafici:

1. Scavo del primo ribasso a valle della paratia, con immediata realizzazione di uno strato di spritz-beton armato con rete elettrosaldata $\varnothing 6$ mm maglia 15x15 cm sovrapposizione

| | |
|--|--|
| GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci | ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE |
| | IG5102ECVROGASE00001A00 Foglio 24 di 67 |

minima dei fogli 30cm, per uno spessore $s = 10$ cm min.; la rete elettrosaldada viene applicata in fogli mediante appositi chiodi sulla paratia.

2. Esecuzione del 1° ordine di tiranti secondo queste fasi (cfr. Capitolato di Costruzione Opere Civili):

- Perforazione mediante sonda a rotazione o rotopercussione con rivestimento continuo (se necessario) e circolazione di fluidi, secondo le prescrizioni di progetto; diametro $\varnothing = 150$ mm;
- Inserimento del tirante realizzato con 3-4 trefoli da 0.6" ($f_{ptk} > 1860$ MPa; $f_{p(1)k} > 1670$ MPa) attestati su travi di correa realizzate con 2 profilati tipo HEB accoppiati e fazzolettati, secondo le indicazioni contenute nelle tavole di progetto;
- Riempimento dei dispositivi di separazione e protezioni interni (sacco otturatore, bulbo interno);
- Esecuzione delle iniezioni ripetute ad alta pressione da più valvole (interasse valvole minore di 1m); la malta utilizzata per le iniezioni dei bulbi di ancoraggio deve avere resistenza media $R_m > 25$ MPa;
- Prove di carico di collaudo;
- Tensionamento del tirante;
- Eventuale iniezione della parte libera.

3. prima di procedere allo scavo descritto nel successivo punto è necessario attendere la completa maturazione della miscela iniettata per il bulbo di ancoraggio.

5.1.4. Fase 4: Scavo e installazione ordini di tiranti successivi

Attesa la maturazione della miscela iniettata per il bulbo di ancoraggio del primo ordine di tiranti si procederà secondo le seguenti modalità operative:

1. Prosecuzione degli scavi per abbassamenti successivi variabili secondo le geometrie di progetto con immediata realizzazione di uno strato di spritz-beton armato con rete elettrosaldada $\varnothing 6$ mm maglia 15x15 cm, per uno spessore sp. = 10 cm min., ad ogni scavo di ribasso. La realizzazione del ribasso successivo è possibile solo dopo il completamento delle operazioni di sostegno dello scavo precedente, comprensive dei tempi di attesa per la maturazione del bulbo di ancoraggio.
2. Esecuzione dei successivi ordini di tiranti, realizzati con trefoli da 0.6" ($f_{ptk} \geq 1860$ MPa; $f_{p(1)k} \geq 1670$ MPa) attestati su travi di correa realizzate con 2 profilati tipo HEB accoppiati e fazzolettati, secondo le indicazioni contenute nelle tavole di progetto; le fasi esecutive sono analoghe a quelle descritte nella fase precedente.

| | |
|--|--|
| GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci | ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE |
| | IG5102ECVROGASE00001A00 Foglio 25 di 67 |

3. Al termine della fase precedente vanno posti in opera i barbacani costituiti da tubi in PVC $\varnothing=110$ mm, spessore 3mm, della lunghezza di 3m e disposti come indicato in progetto

5.2. Dima e Concio d'attacco

Una volta completato lo scavo di sbancamento si procede, senza soluzione di continuità, all'esecuzione sul fronte della paratia di tutti gli interventi di consolidamento necessari per l'attacco della galleria naturale.

5.2.1. Fase 1: Esecuzione dei drenaggi al contorno

E' prevista la realizzazione di n. 4 drenaggi al contorno, costituiti da tubi in PVC, di lunghezza pari a $L = 30$ m e sovrapposizione 10m, microfessurati per 20 m a partire da fondo foro e "ciechi" per 10 m verso bocca foro, del diametro $\phi \geq 60$ mm, spessore 5mm e protezione in TNT, messi in opera all'interno di un foro con diametro $\phi \geq 100$ mm.

5.2.2. Fase 2: Consolidamento al contorno della galleria naturale

Consolidamento al contorno

Si realizza la coronella di infilaggi metallici valvolati e iniettati orizzontali al contorno della futura sezione di scavo della galleria, secondo le geometrie di progetto, mediante l'inserimento di n. 37 tubi realizzati in acciaio S355, $\Phi=88.9$ mm, $L=15$ m, $Sp=10$ mm, sovrapposizione 7m; circa 1m di tubo deve essere lasciato al di fuori della paratia per essere poi inglobato nel getto della dima d'attacco.

Le fasi costruttive sono le seguenti:

- perforazione eseguita a secco o mediante agenti schiumogeni $\Phi=120-130$ mm;
- inserimento del tubo in acciaio $\Phi=88.9$ mm $Sp=10$ mm;
- cianfrinatura
- iniezione di miscela di guaina ogni 4/5 fori non consecutivi;
- iniezione ad alta pressione.

Le sequenze operative andranno adattate alle caratteristiche dell'ammasso ma dovranno comunque essere tali da garantire l'inghisaggio del tubo d'acciaio al terreno mediante il completo riempimento dell'intercapedine con le pareti del foro. La fase di cementazione potrà avvenire di massima ogni 4-5 perforazioni armate e comunque il prima possibile, per evitare possibili franamenti del foro, con conseguente perdita di efficacia dell'intervento.

Il riempimento del foro avverrà dal fondo del foro verso il paramento del fronte. Le caratteristiche delle miscele da impiegare sono riportate nella Tabella materiali.

| | |
|--|--|
| GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci | ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE |
| | IG5102ECVROGASE00001A00 Foglio 26 di 67 |

5.2.3. Fase 3: Realizzazione della dima

Terminati gli interventi di consolidamento descritti, si costruisce la dima d'attacco alla galleria, secondo le seguenti fasi costruttive:

- Taglio dei micropali ricadenti nella sagoma di galleria naturale.
- Immediato posizionamento della centinatura metallica all'intradosso della dima;
- Casseratura e getto della dima d'attacco con conglomerato cementizio (C25/30).

Consolidamento al fronte

Secondo le geometrie riportate sull'elaborato grafico relativo agli scavi e consolidamenti della dima e del concio d'attacco vengono eseguiti dei consolidamenti al fronte, delle caratteristiche riportate sull'elaborato citato, mediante perforazioni $\Phi=100-120$ mm eseguite a secco o mediante agenti schiumogeni e successivamente armate con tubi in VTR cementati mediante l'iniezione di miscela cementizia, le cui caratteristiche sono riportate nella Tabella materiali. L'intervento prevede la realizzazione di n. 50 tubi in VTR distribuiti oltre a n. 20 tubi integrativi nella zona superiore, di lunghezza pari a $L=15.00$ m e sovrapposizione = 8.00 m.

Le fasi costruttive sono le seguenti:

- perforazione eseguita a secco $\Phi=100-120$ mm;
- posa dell'elemento strutturale in VTR, munito dell'opportuna attrezzatura per la cementazione ed esecuzione di cianfrinatura a boccaforo;
- esecuzione della cementazione ogni 4/5 fori.

5.2.4. Fase 4: Realizzazione concio e sezione d'attacco

Si esegue un primo avanzamento in naturale, secondo le seguenti fasi costruttive:

- Avanzamento a piena sezione, realizzando sfondi di circa 1.00 m e posa immediata del rivestimento di prima fase costituito da spritz-beton proiettato fibrorinforzato $sp = 25$ cm e due centine metalliche accoppiate di tipo IPN 180 passo 1.00 m, per una lunghezza di circa 7.00 m; si prevede l'esecuzione ad ogni singolo sfondo di uno strato di spritz beton di spessore pari a 5cm.
- Al termine dell'avanzamento complessivo, il fronte di scavo va sagomato a forma concava ($f \approx 1.50$ m) e protetto con uno strato di spritz-beton $sp = 10$ cm fibrorinforzato. Gli avanzamenti successivi sono descritti nel progetto della galleria naturale;
- Realizzazione consolidamenti al fronte come da progetto della sezione della galleria naturale;
- Getto di uno spessore minimo di 10 cm di cls di magrone di pulizia;

| | |
|---|--|
| <p>GENERAL CONTRACTOR</p>  | <p>ALTA SORVEGLIANZA</p>  |
| | <p>IG5102ECVROGASE00001A00</p> <p style="text-align: right;">Foglio 27 di 67</p> |

- Posizionamento dell'armatura, della cassetta e getto dell'arco rovescio del cono d'attacco fino alla quota di ripresa di getto, secondo quanto indicato negli elaborati grafici relativi;
- Posizionamento dell'armatura, della cassetta e getto dei piedritti e della calotta del cono d'attacco, secondo quanto indicato negli elaborati grafici relativi.
- I getti di arco rovescio, murette e calotta del cono di attacco potranno essere realizzati dopo aver già effettuato il minimo avanzamento nella galleria naturale sufficiente a fornire al Cantiere gli spazi operativi necessari, ma sempre in funzione di quanto rilevato direttamente in opera e tramite il sistema di monitoraggio previsto.

5.3. Galleria artificiale

L'esecuzione della galleria artificiale potrà avvenire una volta completata la dima, oppure contemporaneamente o al termine dello scavo della galleria naturale, in funzione del comportamento deformativo dell'opera già realizzata, evidenziato dal sistema di monitoraggio previsto.

La carpenteria, le armature e l'impermeabilizzazione di tali conchi sono descritti negli elaborati grafici relativi.

Le fasi esecutive della galleria artificiale sono:

- Scavo dell'arco rovescio;
- Getto di uno spessore minimo di 10 cm di cls di magrone di pulizia;
- Posizionamento dell'armatura, della cassetta e getto dell'arco rovescio fino alla quota di ripresa di getto;
- Posizionamento dell'armatura, della cassetta e getto dei piedritti e della calotta.

Si potrà prevedere il getto di tutti i conchi di arco rovescio, prima di procedere al getto dei piedritti e della calotta, così da consentire un immediato contenimento al piede della paratia qualora lo stato deformativo della stessa lo rendesse necessario.

5.4. Sistemazione idraulica provvisoria, ritombamento e sistemazione idraulica definitiva

In fase provvisoria, è prevista la realizzazione di una canaletta a tergo della trave di testata per la raccolta delle acque di scorrimento superficiale provenienti da monte.

La sistemazione definitiva dell'imbocco prevede che, una volta realizzati la galleria artificiale ed il portale d'imbocco, questi e le opere di sostegno degli scavi vengano interamente ricoperti con terreno di riporto per raggiungere la configurazione finale.

| | |
|--|--|
| GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci | ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE |
| | IG5102ECVROGASE00001A00 |
| | Foglio 28 di 67 |

Particolare importanza, nell'ambito della sistemazione definitiva dell'imbocco, riveste la sistemazione idraulica definitiva, attraverso la captazione ed il convogliamento ad idoneo recapito delle acque di scorrimento superficiale presenti nell'area interessata dall'imbocco stesso.

6. VERIFICHE GALLERIA ARTIFICIALE E CONCIO DI ATTACCO

6.1. Introduzione

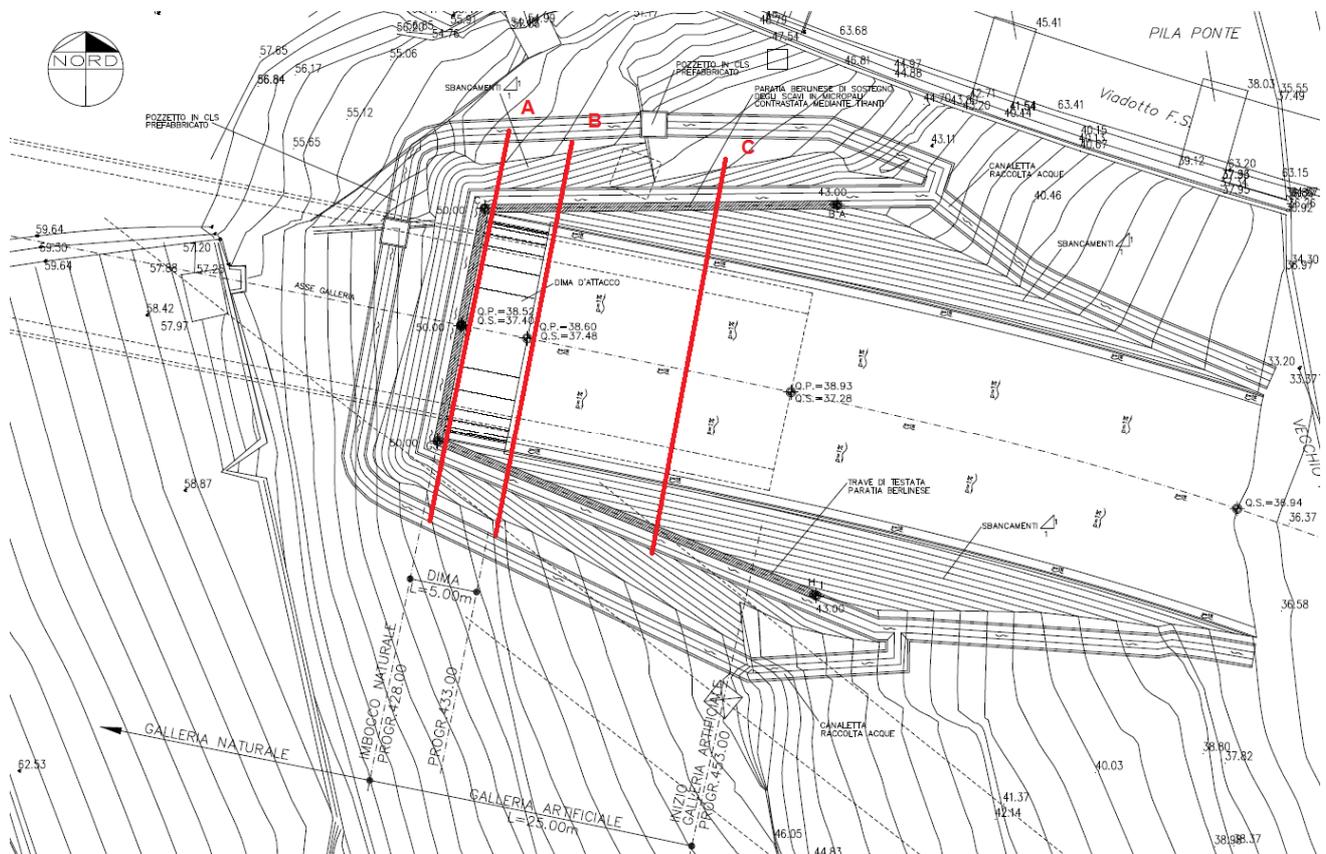
Nel seguito verranno presentate le sezioni di calcolo ritenute rappresentative e dimensionanti per quanto riguarda il concio di attacco e la galleria artificiale. Le analisi per stabilire lo stato sollecitativo e deformativo delle opere in esame sono state condotte mediante l'utilizzo del seguente codice di calcolo:

- Plaxis 2011 sviluppato dalla Delft University of Technology & Plaxis bv.

Il programma ha permesso di simulare, per fasi successive, la realizzazione del concio di attacco e della dima oltre alla galleria artificiale. In particolare si è simulata la costruzione della paratia, introducendo progressivamente i vari livelli di tirantatura previsti dal progetto per consentire l'approfondimento degli scavi fino a fondo scavo per poi procedere con la realizzazione delle opere in esame. Si è quindi simulato attraverso varie fasi di calcolo il ritombamento delle strutture in esame ed infine si sono ricreate le condizioni di lungo termine (non considerando la presenza della paratia berlinese) e sismiche.

6.1.1. Sezioni di calcolo

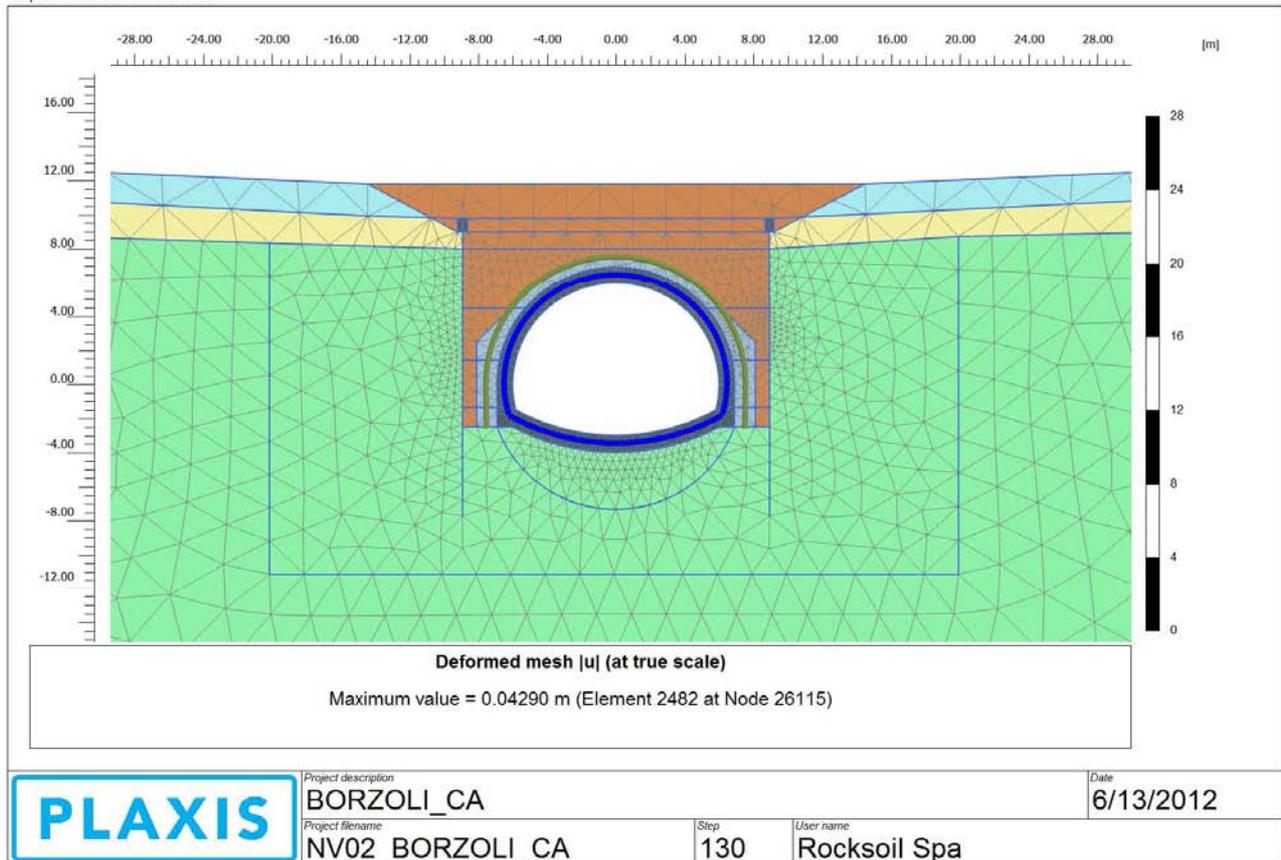
Per quanto riguarda il concio di attacco, si è svolta un'analisi in corrispondenza della massima altezza del ritombamento. Sono state invece considerate due differenti sezioni di calcolo per la galleria artificiale, corrispondenti a due diverse altezze di ritombamento (una pari a 4m in corrispondenza della fine della sezione del concio di attacco ed una intermedia pari a 2m); Tali sezioni sono ritenute le più gravose presenti in termini di sollecitazione sulla struttura (massima copertura) per le tratte di cui sono rappresentative. Si è ritenuto inoltre, data la medesima geometria e la simmetria del ricoprimento, che le varie fasi di ritombamento considerate nel calcolo fossero rappresentative delle sezioni aventi minore copertura. Nel seguito viene riportata la planimetria con indicate le sezioni di calcolo.



SEZIONE A (Concio di attacco)

A – *Concio di attacco*: si riferisce alla sezione immediatamente a tergo della galleria naturale, dove la galleria viene realizzata in seguito alla dima; le analisi sono state condotte considerando un modello bidimensionale avente lunghezza unitaria (1m) fuori piano. Nel calcolo si è simulato, per fasi successive, la realizzazione della paratia multistratificata fino ad arrivare alla quota di fondo scavo. Si è poi costruita la dima in base alla reale geometria utilizzando un materiale di tipo elasto-plastico con una resistenza limite a trazione, essendo l'elemento non armato. All'interno della dima si è quindi gettato il concio d'attacco, modellato invece tramite un materiale elastico lineare. Si è infine realizzato il ritombamento con un'altezza di circa 4.30m superiore rispetto alla sezione di chiave della dima. Nelle fasi finali si è inoltre disattivata la paratia, in modo da simulare la condizione di lungo termine dove, data la provvisorietà dell'opera, questa non deve essere tenuta in conto.

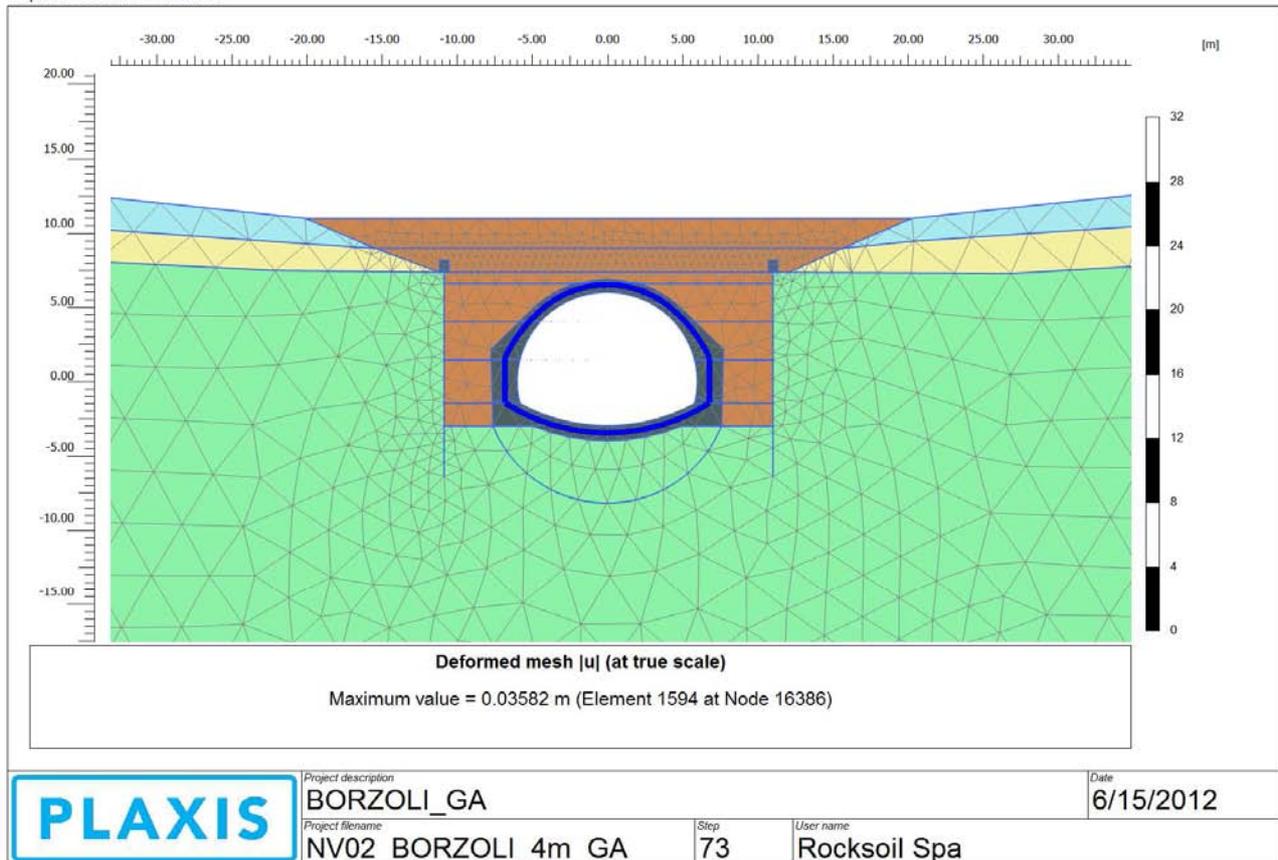
Output Version 2011.1.7671.7015



SEZIONE B (Galleria Artificiale)

B – Galleria Artificiale: si riferisce alla sezione immediatamente a tergo del concio di attacco, dove termina la dima; le analisi sono state condotte considerando un modello bidimensionale avente lunghezza unitaria (1m) fuori piano. Nel calcolo si è simulato, per fasi successive, la realizzazione della paratia multitirantata disposta lateralmente alla galleria fino ad arrivare alla quota di fondo scavo. Si è quindi realizzata la galleria artificiale considerando l'effettiva geometria e modellando il calcestruzzo come un materiale elastico lineare. Si è infine realizzato il ritombamento con un'altezza di circa 4.0 m rispetto alla sezione di chiave calotta della galleria artificiale stessa. Nelle fasi finali si è inoltre disattivata la paratia, in modo da simulare la condizione di lungo termine dove, data la provvisorietà dell'opera, essa non deve essere tenuta in conto.

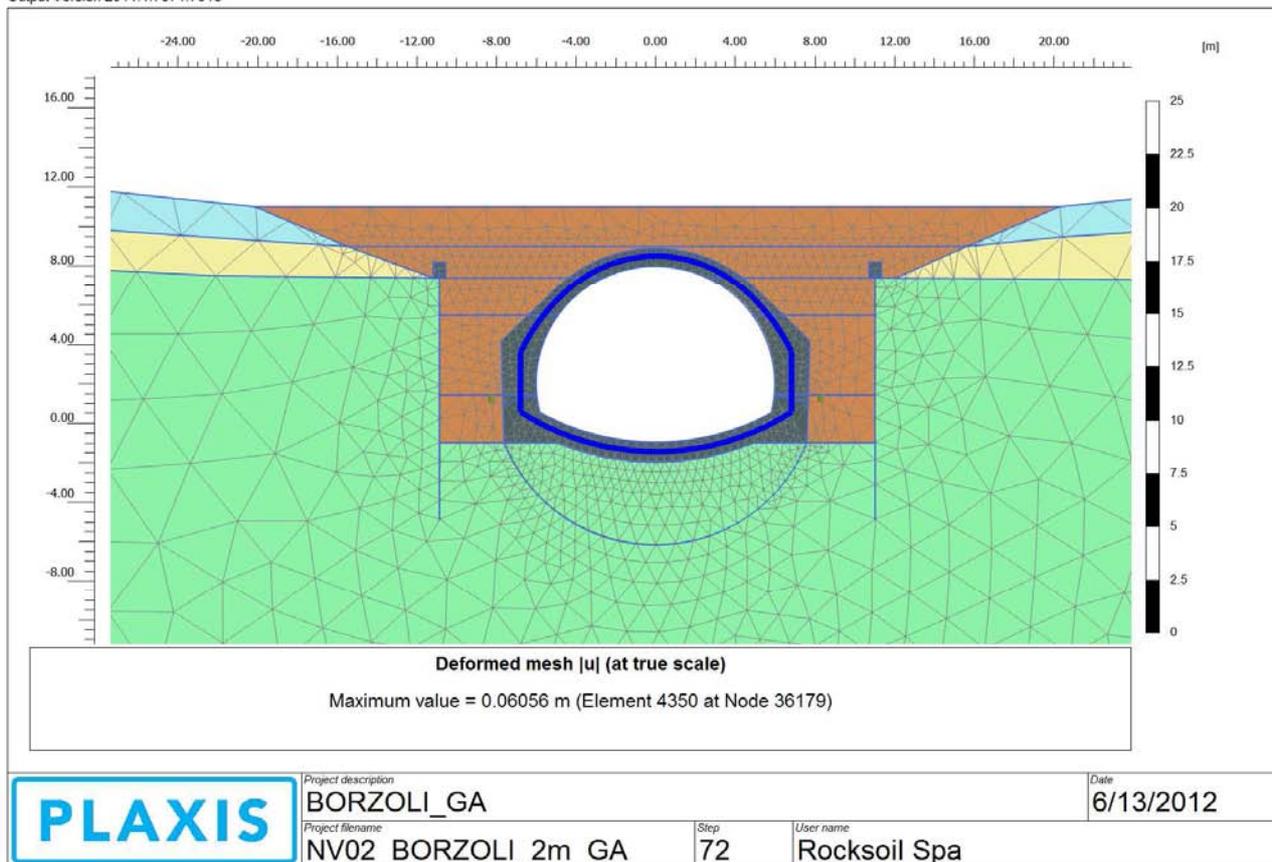
Output Version 2011.1.7671.7015



SEZIONE C (Galleria Artificiale)

C – *Galleria Artificiale*: si riferisce alla sezione intermedia rispetto allo sviluppo longitudinale della galleria artificiale; le analisi sono state condotte considerando un modello bidimensionale avente lunghezza unitaria (1m) fuori piano. Nel calcolo si è simulato, per fasi successive, la realizzazione della paratia multitirantata disposta lateralmente alla galleria fino ad arrivare alla quota di fondo scavo. Si è quindi realizzata la galleria artificiale considerando l'effettiva geometria e modellando il calcestruzzo come un materiale elastico lineare. Si è infine realizzato il ritombamento con un altezza di circa 2.0 m rispetto alla sezione di chiave calotta della galleria artificiale stessa. Nelle fasi finali si è inoltre disattivata la paratia, in modo da simulare la condizione di lungo termine dove, data la provvisorietà dell'opera, essa non deve essere tenuta in conto.

Output Version 2011.1.7671.7015

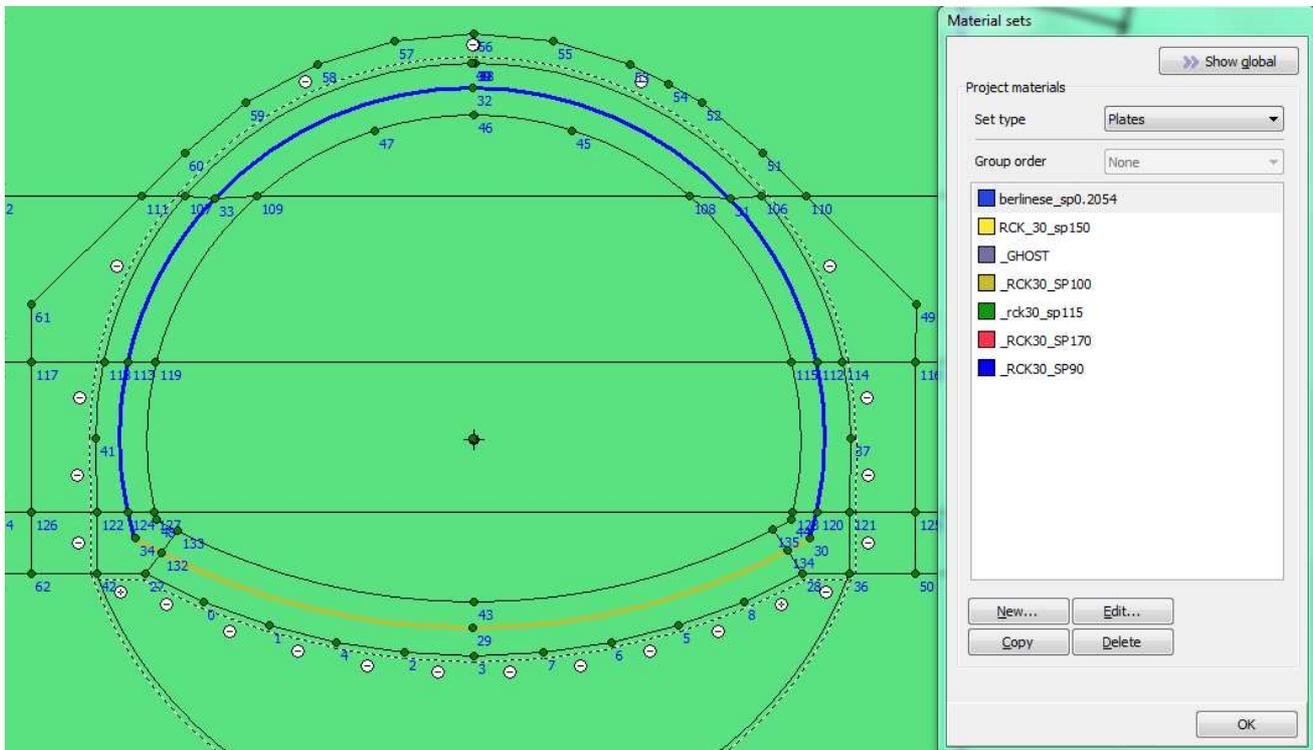


6.1. Modelli di calcolo

6.1.1. Concio di attacco – Sezione A

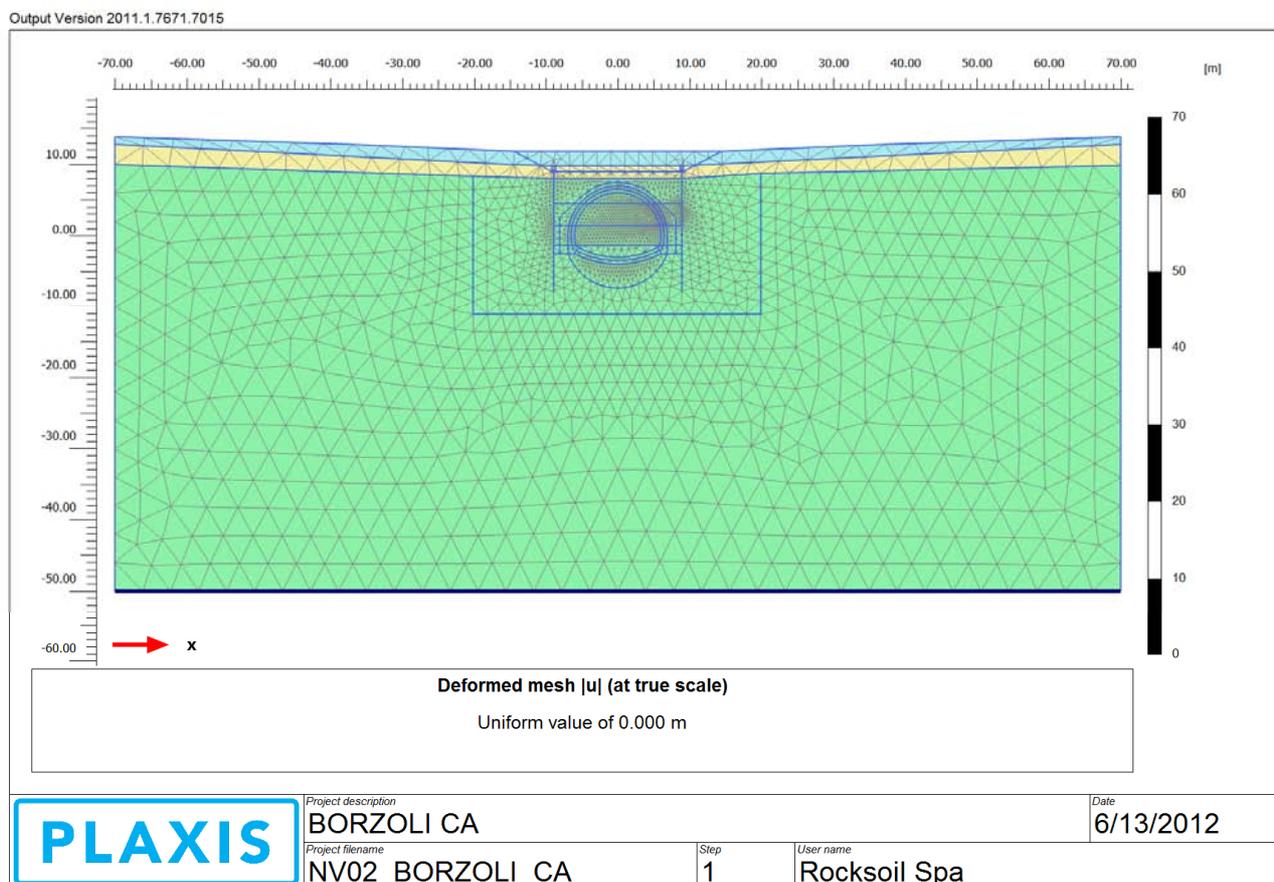
Per effettuare le analisi si è ricreata la geometria del concio di attacco e della dima. Si è inoltre introdotta una paratia tipologica con il solo fine di ricreare uno stato deformativo il più possibile prossimo alla realtà (la paratia non sarà quindi oggetto di alcuna verifica) approfondendo gli scavi per fasi successive fino alla quota dove verranno realizzate le strutture oggetto di analisi. Il terreno è stato modellato attraverso tre strati di terreno paralleli con una leggera inclinazione a tergo della paratia (pari a circa 5°). Per ottenere le sollecitazioni interne della struttura si sono inseriti nella mezzeria della sezione elementi beam di spessore variabile ed aventi una rigidezza ridotta dell'ordine di 10^{10} in modo da non influenzare il calcolo numerico: i valori ottenuti sono quindi stati moltiplicati per tale coefficienti in modo da giungere alle azioni sollecitanti per il dimensionamento del concio. Nella seguente tabella e nella successiva immagine sono mostrati gli spessori impiegati nel modello di calcolo.

| Sezione | Spessori impiegati (cm) |
|---------------|-------------------------|
| Calotta | 90 |
| Arco rovescio | 100 |



Tra la dima e la sezione del concio di attacco si è introdotta un' interfaccia, data la discontinuità strutturale, in modo da non consentire una collaborazione tra i due elementi.

Si è utilizzato un modello di tipo *Plane strain* costituita da elementi a 15 nodi. Nel seguito si riporta quindi la mesh di calcolo per il concio di attacco, costituita da n°38463 nodi.



Le dimensioni della mesh di elementi finiti sono fissate in maniera tale da evitare che il problema in esame risulti influenzato dalle condizioni di vincolo al contorno. Per quanto concerne le condizioni di vincolo applicate, esse sono definite come “Standard fixities” all’interno del programma PLAXIS e constano essenzialmente in un doppio vincolo allo spostamento al contorno inferiore e spostamento orizzontale impedito alle posizioni laterali. La formulazione del vincolo laterale permette dunque lo sviluppo di tensioni normali di compressione ma non di tensioni di taglio agenti in direzione verticale. Tali tensioni sono invece generate al contorno inferiore.

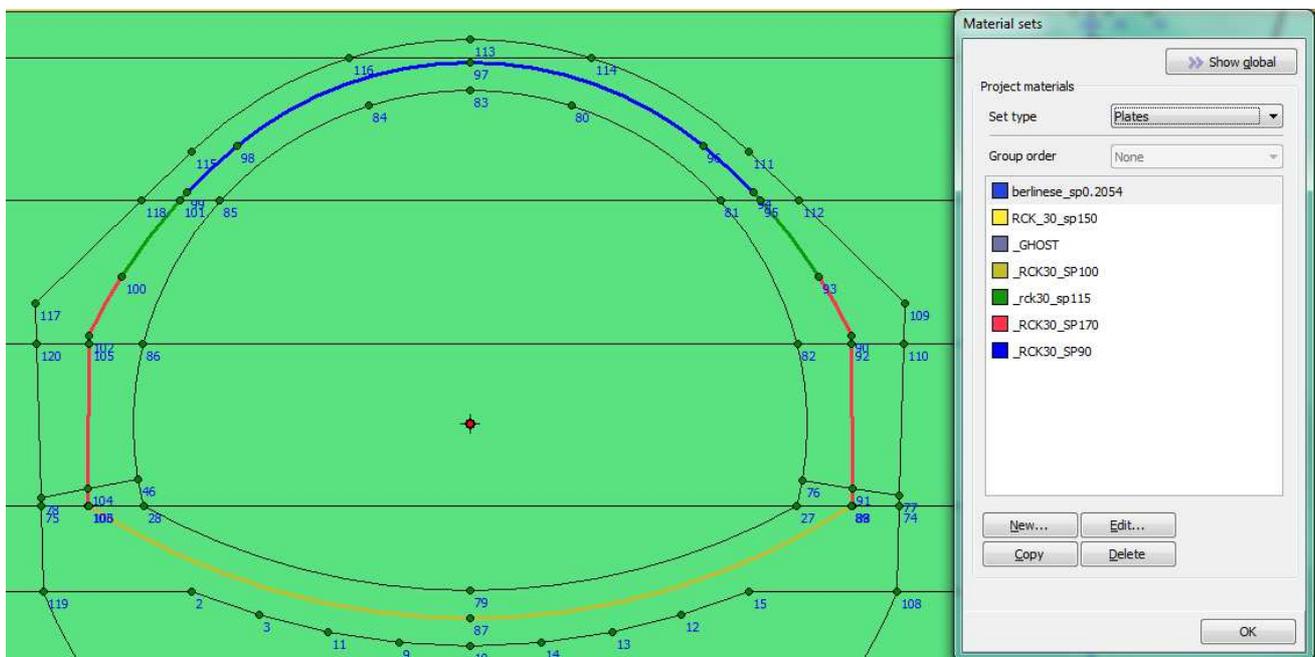
Per quanto riguarda le condizioni iniziali denominate “Initial Phase” si fa riferimento alla “Procedura- K_0 ” implementata dal codice di calcolo PLAXIS. Dato che tale procedura è utilizzata unicamente con lo scopo di creare le condizioni iniziali per l’analisi in corso, non si tratta di una reale fase di calcolo; al termine di tale procedura non è infatti generato alcun quadro deformativo.

6.1.2. Galleria artificiale – Sezione B

Per effettuare le analisi si è ricreata la geometria della galleria artificiale. Si è inoltre introdotta una paratia tipologica con il solo fine di ricreare uno stato deformativo il più possibile prossimo alla realtà (la paratia non sarà quindi oggetto di alcuna verifica) approfondendo gli scavi per fasi successive fino alla quota dove verranno realizzate le strutture oggetto di analisi. Il terreno è stato modellato attraverso tre strati di terreno paralleli con una leggera inclinazione a tergo della paratia (pari a circa

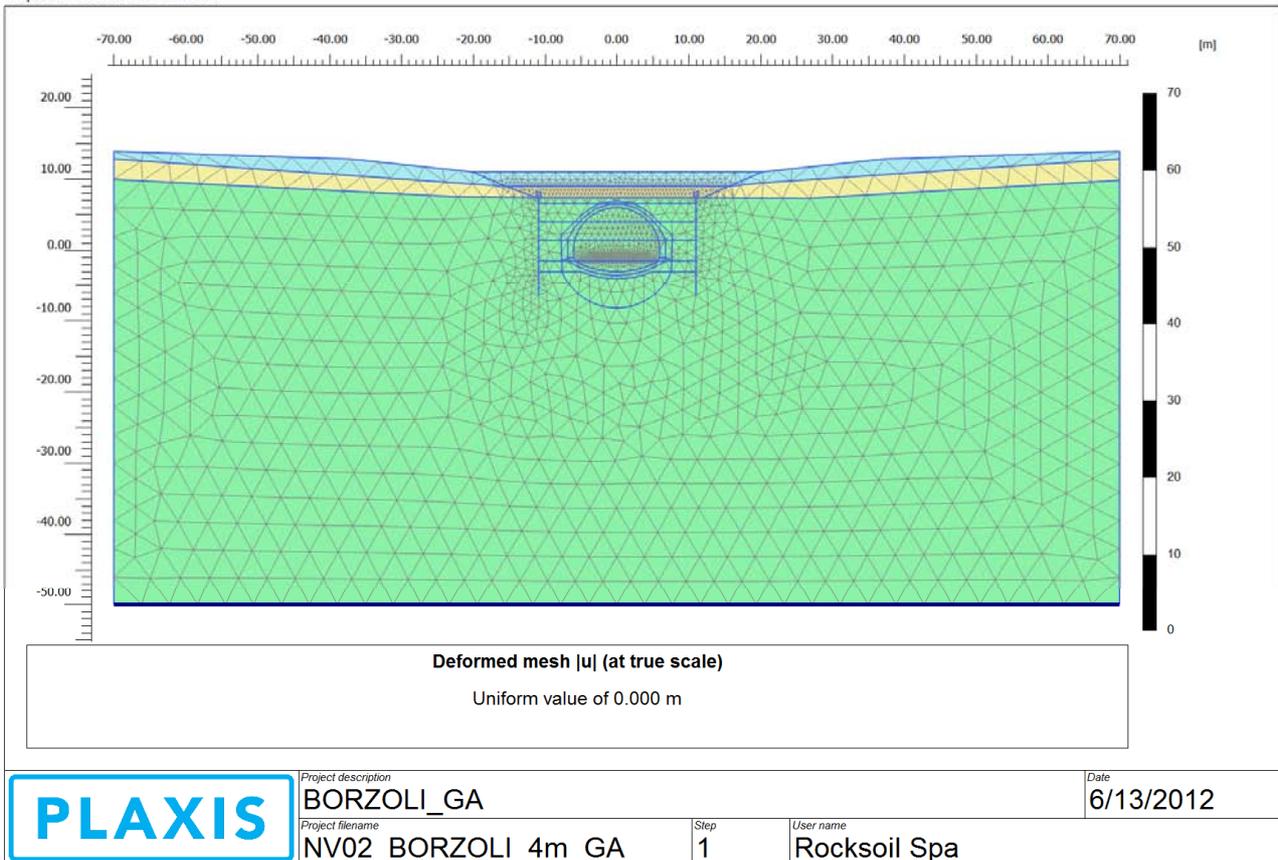
5^o). Per ottenere le sollecitazioni interne della struttura si sono inseriti nella mezzeria della sezione elementi beam di spessore variabile ed aventi una rigidezza ridotta dell'ordine di 10^{10} in modo da non influenzare il calcolo numerico: i valori ottenuti sono quindi stati moltiplicati per tale coefficienti in modo da giungere alle azioni sollecitanti per il dimensionamento del concio. Nella seguente tabella e nella successiva immagine sono mostrati gli spessori impiegati nel modello di calcolo.

| Sezione | Spessori impiegati (cm) |
|---------------|-------------------------|
| Calotta | 90 |
| Reni | 115 |
| Piedritti | 170 |
| Arco rovescio | 100 |



Si è utilizzato un modello di tipo *Plane strain* costituita da elementi a 15 nodi. Nel seguito si riporta quindi la mesh di calcolo per il concio di attacco, costituita da n°27107 nodi.

Output Version 2011.1.7671.7015



Le dimensioni della mesh di elementi finiti sono fissate in maniera tale da evitare che il problema in esame risulti influenzato dalle condizioni di vincolo al contorno. Per quanto concerne le condizioni di vincolo applicate, esse sono definite come “Standard fixities” all’interno del programma PLAXIS e constano essenzialmente in un doppio vincolo allo spostamento al contorno inferiore e spostamento orizzontale impedito alle posizioni laterali. La formulazione del vincolo laterale permette dunque lo sviluppo di tensioni normali di compressione ma non di tensioni di taglio agenti in direzione verticale. Tali tensioni sono invece generate al contorno inferiore.

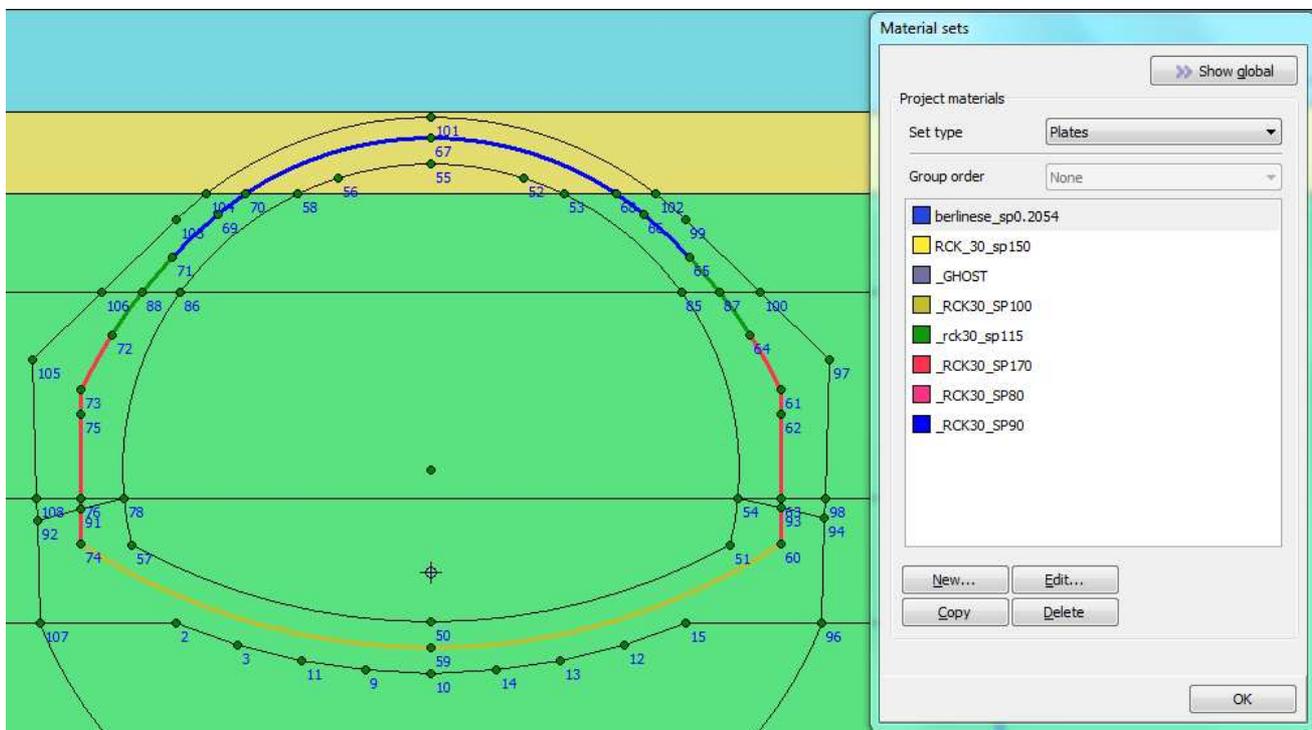
Per quanto riguarda le condizioni iniziali denominate “Initial Phase” si fa riferimento alla “Procedura- K_0 ” implementata dal codice di calcolo PLAXIS. Dato che tale procedura è utilizzata unicamente con lo scopo di creare le condizioni iniziali per l’analisi in corso, non si tratta di una reale fase di calcolo; al termine di tale procedura non è infatti generato alcun quadro deformativo.

6.1.3. Galleria artificiale – Sezione C

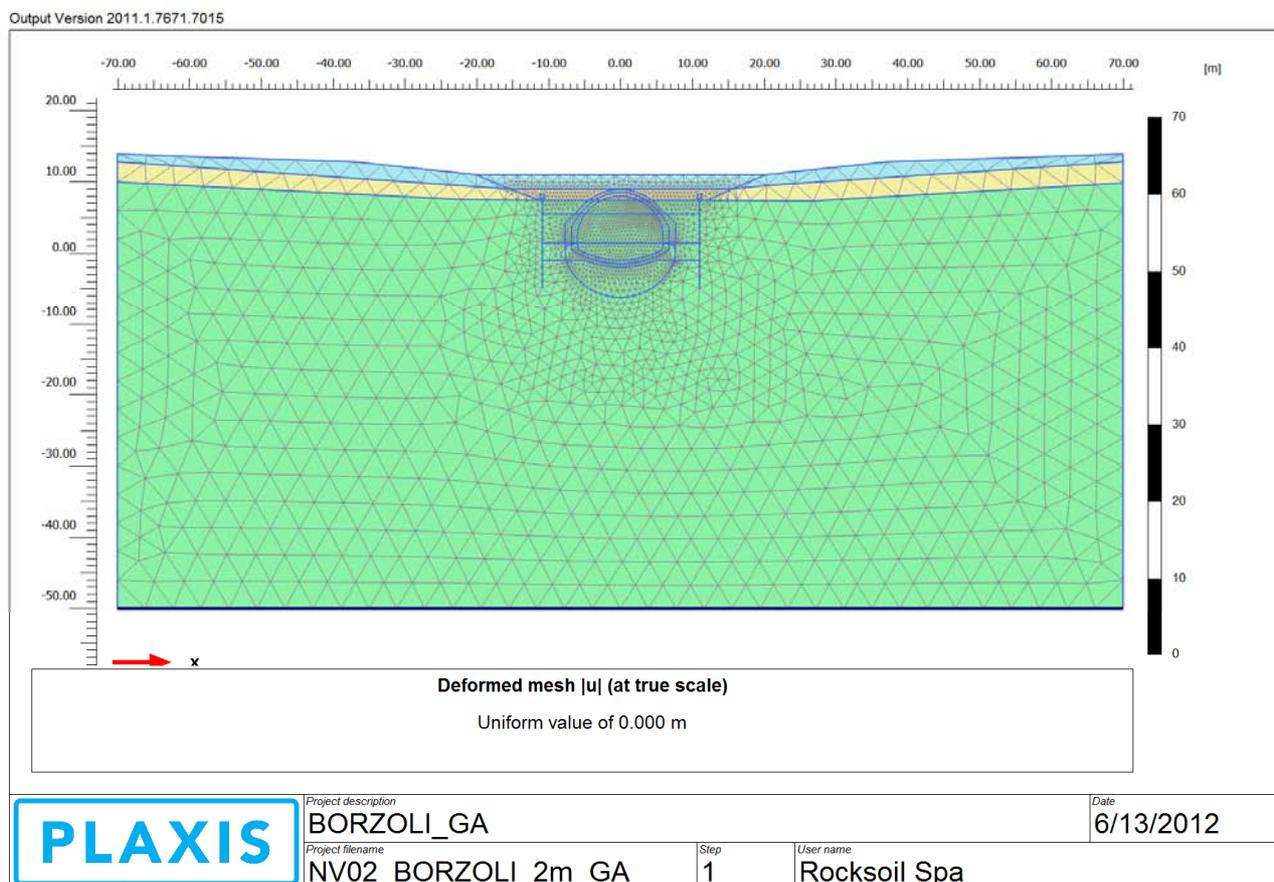
Per effettuare le analisi si è ricreata la geometria della galleria artificiale. Si è inoltre introdotta una paratia tipologica con il solo fine di ricreare uno stato deformativo il più possibile prossimo alla realtà (la paratia non sarà quindi oggetto di alcuna verifica) approfondendo gli scavi per fasi successive fino alla quota dove verranno realizzate le strutture oggetto di analisi. Il terreno è stato modellato attraverso tre strati di terreno paralleli con una leggera inclinazione a tergo della paratia (pari a circa 5°). Per ottenere le sollecitazioni interne della struttura si sono inseriti nella mezzeria della sezione

elementi beam di spessore variabile ed aventi una rigidezza ridotta dell'ordine di 10^{10} in modo da non influenzare il calcolo numerico: i valori ottenuti sono quindi stati moltiplicati per tale coefficienti in modo da giungere alle azioni sollecitanti per il dimensionamento del concio. Nella seguente tabella e nella successiva immagine sono mostrati gli spessori impiegati nel modello di calcolo.

| Sezione | Spessori impiegati (cm) |
|---------------|-------------------------|
| Calotta | 90 |
| Reni | 115 |
| Piedritti | 170 |
| Arco rovescio | 100 |



Si è utilizzato un modello di tipo *Plane strain* costituita da elementi a 15 nodi. Nel seguito si riporta quindi la mesh di calcolo per il concio di attacco, costituita da n°38463 nodi.

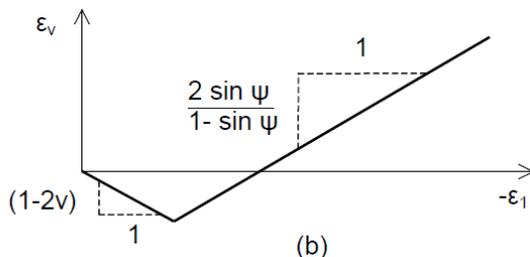
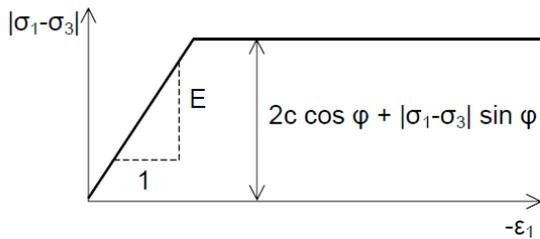


Le dimensioni della mesh di elementi finiti sono fissate in maniera tale da evitare che il problema in esame risulti influenzato dalle condizioni di vincolo al contorno. Per quanto concerne le condizioni di vincolo applicate, esse sono definite come “Standard fixities” all’interno del programma PLAXIS e constano essenzialmente in un doppio vincolo allo spostamento al contorno inferiore e spostamento orizzontale impedito alle posizioni laterali. La formulazione del vincolo laterale permette dunque lo sviluppo di tensioni normali di compressione ma non di tensioni di taglio agenti in direzione verticale. Tali tensioni sono invece generate al contorno inferiore.

Per quanto riguarda le condizioni iniziali denominate “Initial Phase” si fa riferimento alla “Procedura- K_0 ” implementata dal codice di calcolo PLAXIS. Dato che tale procedura è utilizzata unicamente con lo scopo di creare le condizioni iniziali per l’analisi in corso, non si tratta di una reale fase di calcolo; al termine di tale procedura non è infatti generato alcun quadro deformativo.

6.1.4. Modellazione degli elementi geotecnici e strutturali

Il terreno viene modellato utilizzando un modello costitutivo elasto-plastico ideale con superficie di rottura alla Mohr-Coulomb. Anche il calcestruzzo utilizzato per la dima, essendo la struttura non armata, è stato modellato in tale modo definendo però un valore massimo resistente a trazione differente da zero, nel calcolo posto pari a 0.75 MPa.



I parametri necessari alla modellazione del terreno sono i seguenti:

- modulo di Young E
- coefficiente di Poisson ν
- coesione c'
- angolo di attrito φ'
- angolo di dilatanza ψ
- peso di volume del materiale saturo e non saturo $\gamma_{\text{sat}} - \gamma_{\text{unsat}}$

Il calcestruzzo utilizzato per il concio di attacco e per la galleria artificiale è stato modellato come un materiale elastico lineare. Questo modello rappresenta la legge di Hooke dell'elasticità isotropa lineare e richiede due parametri di rigidezza elastici, che sono il modulo di Young E , ed il coefficiente di Poisson ν , pari a $E=31220$ MPa e $\nu=0.2$.

6.1.5. Stratigrafie di calcolo e parametri geomeccanici

| Terreno | Profondità (m) | Peso di volume γ (kN/m ³) | Coesione c' (kPa) | Angolo di attrito φ (°) | Modulo def. E (MPa) | Coeff. Poisson ν (-) |
|---------------------------------|----------------|--|---------------------|---------------------------------|-----------------------|--------------------------|
| AR_LIM (Argilla limosa) | 0.0 – 2.0 | 18.5 | 5 | 21 | 15 | 0.3 |
| CAP (Cappellaccio) | 2.0 – 4.0 | 19.5 | 20 | 22 | 32.5 | 0.3 |
| AR_MARNOSE (Argille marnose) | >4 | 20.5 | 30 | 24 | 60 | 0.3 |

| | |
|--|--|
| GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci | ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE |
| | IG5102ECVROGASE00001A00 Foglio 40 di 67 |

| Materiale | Impiego | Peso di volume γ (kN/m ³) | Coesione c' (kPa) | Angolo di attrito φ (°) | Modulo def. E (MPa) | Coeff. Poisson ν (-) |
|-------------------|-------------------------|---|------------------------|------------------------------------|------------------------|-----------------------------|
| CLS_Mohr-Coulomb* | Dima | 24 | 513 | 35 | 31220 | 0.2 |
| Ricoprimento | Terreno di ritombamento | 21 | 0 | 28 | 30 | 0.3 |

*I valori utilizzati nel calcolo per l'angolo di attrito e la coesione sono stati desunti da valori suggeriti in letteratura nel caso di impiego del modello costitutivo di tipo Mohr-Coulomb per il calcestruzzo, facendo riferimento alle caratteristiche del materiale imposte dalle normative EHE-98 ed EC2. I valori del modulo elastico e del coefficiente di Poisson sono invece quelli previsti per il calcestruzzo avete Rck pari a 30 Mpa

6.1.6. Coefficienti sismici

Per valutare lo stato deformativo e tensionale delle strutture analizzate in condizione sismica si è proceduto inserendo i coefficienti sismici orizzontale e verticale nel modello come accelerazioni applicate nell'ultima fase di calcolo.

Considerando inoltre i seguenti parametri relativi alla categoria di suolo e alla deformabilità della struttura

$$S = 1.25$$

$$r = 1$$

Dalla quale si ricavano infine i coefficienti sismici orizzontale e verticale

$$K_h = \frac{S \cdot a_g}{r} = 0.063$$

$$K_v = 0.5 \cdot K_h = 0.0315$$

6.1.7. Carichi applicati

Carico idrico

Il carico idrostatico si considera non agente sulle opere in esame.

| | |
|---|--|
| <p>GENERAL CONTRACTOR</p>  | <p>ALTA SORVEGLIANZA</p>  |
| | <p style="text-align: center;">IG5102ECVROGASE00001A00</p> <p style="text-align: right;">Foglio 41 di 67</p> |

6.1.8. Fasi di calcolo

SEZIONE A: CONCIO D'ATTACCO

Si riporta la metodologia impiegata per simulare le fasi di realizzazione dell'opera. Per maggiori dettagli si vedano gli allegati di calcolo.

step 1 geostatico: vengono applicati i pesi propri del terreno;

step 2 Scavo fino alla quota di base della trave di testa;

step 3 Realizzazione della trave di testa e attivazione dell'elemento "beam" che simula la paratia;

step 4-12 Ulteriori fasi di scavo attraverso l'impiego di tiranti posti in opera 50cm sopra la quota di scavo raggiunta.

step 13 Realizzazione della dima

step 14 Realizzazione dell'arco rovescio e delle murette

step 15 Completamento della galleria

step 16-17 Esecuzione del ritombamento fino ad arrivare alla quota massima di ricoprimento

step 18LT Disattivazione della paratia (fase di lungo termine)

step 19A Applicazione delle accelerazioni sismiche sopra definite con valore positivo

step 19B Applicazione delle accelerazioni sismiche sopra definite con valore negativo

SEZIONE B: GALLERIA ARTIFICIALE (ricoprimento 4m)

Si riporta la metodologia impiegata per simulare le fasi di realizzazione dell'opera. Per maggiori dettagli si vedano gli allegati di calcolo.

step 1 geostatico: vengono applicati i pesi propri del terreno;

step 2 Scavo fino alla quota di base della trave di testa;

step 3 Realizzazione della trave di testa e attivazione dell'elemento "beam" che simula la paratia;

step 4-12 Ulteriori fasi di scavo attraverso l'impiego di tiranti posti in opera 50cm sopra la quota di scavo raggiunta.

step 13 Realizzazione dell'arco rovescio e delle murette

step 14 Completamento della galleria

step 15-16 Esecuzione del ritombamento fino ad arrivare alla quota massima di ricoprimento

step 17LT Disattivazione della paratia (fase di lungo termine)

step 18A Applicazione delle accelerazioni sismiche sopra definite con valore positivo

step 18B Applicazione delle accelerazioni sismiche sopra definite con valore negativo

| | | |
|--|--|--------------------|
| GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci | ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE | |
| | IG5102ECVROGASE00001A00 | Foglio 42 di 67 |

SEZIONE C: GALLERIA ARTIFICIALE (ricoprimento 2m)

Si riporta la metodologia impiegata per simulare le fasi di realizzazione dell'opera. Per maggiori dettagli si vedano gli allegati di calcolo.

step 1 geostatico: vengono applicati i pesi propri del terreno;

step 2 Scavo fino alla quota di base della trave di testa;

step 3 Realizzazione della trave di testa e attivazione dell'elemento "beam" che simula la paratia;

step 4-8 Ulteriori fasi di scavo attraverso l'impiego di tiranti posti in opera 50cm sopra la quota di scavo raggiunta.

step 9 Realizzazione dell'arco rovescio e delle murette

step 10 Completamento della galleria

step 11-12 Esecuzione del ritombamento fino ad arrivare alla quota massima di ricoprimento

step 13LT Disattivazione della paratia (fase di lungo termine)

step 14A Applicazione delle accelerazioni sismiche sopra definite con valore positivo

step 14B Applicazione delle accelerazioni sismiche sopra definite con valore negativo

6.2. Sezione A: Concio d'attacco

6.2.1. Verifiche dei rivestimenti in c.a.

Il concio d'attacco è realizzato in calcestruzzo armato ordinario, con conglomerato cementizio di classe $R_{ck}=30$ MPa e barre di tipo B450C ad aderenza migliorata, a cui corrispondono le seguenti tensioni ammissibili:

| | |
|--|---|
| Acciaio B450C | $\sigma_{amm}=160$ Mpa (*) |
| Calcestruzzo strutturale armato Rck 30 Mpa | $\sigma_{amm}=9.75$ Mpa $\tau_{c0} = 0.60$ Mpa $\tau_{c1} = 1.80$ Mpa |

(*) In condizioni sismiche o in condizioni di esercizio con verifica a fessurazione $\sigma_{amm}=255$ Mpa

I ferri utilizzati per l'armatura principale sono riassunti in tabella.

| FERRI ARMATURA PRINCIPALE | | |
|---------------------------|------------------|------------|
| | Intradosso | Estradosso |
| Arco rovescio | Φ24/20 - Φ24/10* | Φ24/20 |
| Piedritti | Φ24/20 | Φ24/20 |
| Calotta | Φ24/20 | Φ24/20 |

*Nella parte centrale dell'arco rovescio è stato inserito un ferro integrativo in intradosso con passo 20cm.

Le verifiche di pressoflessione, come già precedentemente descritto, vengono svolte utilizzando le sollecitazioni ricavate dai beam inseriti in corrispondenza della mezzaria della struttura. La verifica a fessurazione è stata svolta secondo il D.M.L.P. 09/07/96.

Secondo tale normativa, in funzione della classe di esposizione (ambiente poco aggressivo), si ritengono accettabili aperture fessurative minori di 0.2 mm. In questo caso poichè il copriferro è pari a 5.4 cm > 1.5*c_{min} (con c_{min} = 2.5 cm) , è ammesso un aumento del limite di apertura delle fessure. Il limite di apertura w_k sarà pari a

$$0.2 * 1.5 = 0.3 \text{ mm.}$$

Si considera quindi:

$$M_f \text{ II} = W_i * f_{cfm}$$

dove

$$f_{cfm} = 1.2 * 0.27 (Rck)^{2/3} \text{ (N/mm}^2\text{)}$$

L'apertura delle fessure vale:

$$w_k = 1.7 * w_m = 1.7 * s_{rm} * \epsilon_{sm}$$

dove:

$$s_{rm} = 2(c+s/10) + k_2 k_3 \Phi / \rho_r$$

$$\epsilon_{sm} = \sigma_s / E_s (1 - \beta_1 \beta_2 (\sigma_{sr} / \sigma_s)^2)$$

per la sezione in esame si ha:

c = 54mm

copriferro netto armatura tesa

s

interasse tra i ferri

k₂ = 0.4

per barre ad aderenza migliorata

k₃ = 0.125

per diagramma delle s triangolare, dovuto a flessione o pressoflessione

Φ

diametro delle barre

ρ_r =

A_s/A_{c eff}

| | | |
|--|--|--------------------|
| GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci | ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE | |
| | IG5102ECVROGASE00001A00 | Foglio 44 di 67 |

- $\sigma_s =$ tensione dell'acciaio calcolata nella sezione fessurata per la combinazione di azioni considerata
 $\sigma_{sr} =$ tensione dell'acciaio calcolata nella sezione fessurata per la sollecitazione corrispondente al raggiungimento della resistenza a trazione f_{ctm} nella fibra di calcestruzzo più sollecitata nella sezione interamente reagente.
 $\beta_1 = 1$ per barre ad aderenza migliorata
 $\beta_2 = 0.5$ nel caso di azioni di lunga durata o ripetute.

Le verifiche di taglio vengono svolte in corrispondenza di tutte le aste con le quali si è discretizzata la struttura. Le tensioni tangenziali sono calcolate come:

$$\tau = \frac{T}{0,9 \cdot b \cdot d}$$

con:

T = taglio agente sulla sezione;

b = larghezza della sezione (1 m)

d = altezza utile della sezione

In sintesi vengono indicate le sezioni più gravose in base a quanto valutato nei vari step di calcolo per le diverse parti strutturali (arco rovescio, piedritti, calotta) del concio di attacco. Nella tabella sotto viene riportato lo stato tensionale e l'apertura della fessura quando il momento agente supera il momento di fessurazione.

| Zona | Fase di calcolo | σ_s MPa | σ_{cls} MPa | τ MPa | W_k mm |
|---------------------------|-----------------|----------------|--------------------|------------|----------|
| Arco rovescio (sp.=100cm) | 17 | 195.0 | -5.40 | 0.0015 | 0.25 |
| Calotta (sp.=90 cm) | 17 | 189.20 | -6.50 | 0.096 | 0.25 |

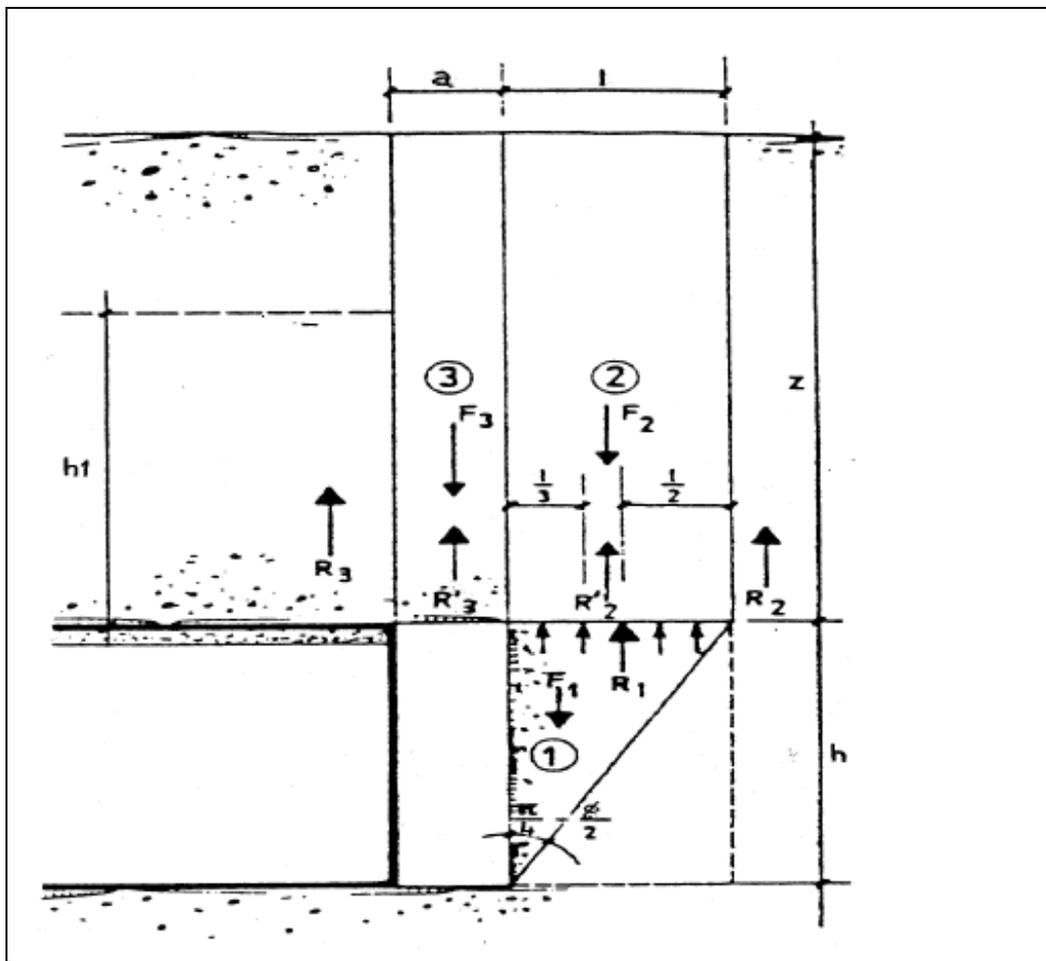
Come si nota, tutte le verifiche risultano soddisfatte. Poiché si verifica ovunque $\tau < \tau_{c0}$ non è necessario disporre armatura specifica a taglio; l'armatura sarà quella minima prescritta da normativa.

In allegato sono riportate invece le verifiche sezionali per tutti i beam con i quali si è discretizzata la struttura.

6.2.2. Verifica stabilità del fronte di scavo

Una valutazione della stabilità del fronte di scavo può essere condotta mediante l'impiego di metodi analitici semplificati. Questi metodi permettono di calcolare, in forma chiusa, lo stato deformativo presso il fronte in relazione alla pressione di confinamento presente.

Le teorie di Tamez e Cornejo ipotizzano che esistano dei prismi di terreno in distacco secondo sezioni longitudinali, giungendo a definire un coefficiente di sicurezza FSF nei confronti della stabilità del fronte di scavo. Tali metodi consentono inoltre di tenere in conto degli interventi di preconsolidamento assumendo per il terreno trattato caratteristiche meccaniche incrementate rispetto a quelle del terreno naturale.



Prismi di terreno per il calcolo del fattore di sicurezza secondo la teoria di Tamez – Corneo

Le ipotesi di calcolo effettuate per le analisi sono le seguenti:

- Area di scavo: si è considerata la sezione di scavo media, avendo la galleria una geometria tronco-conica.
- La falda è stata posta al di sotto della quota della galleria

| | |
|---|--|
| <p>GENERAL CONTRACTOR</p>  | <p>ALTA SORVEGLIANZA</p>  |
| | <p style="text-align: center;">IG5102ECVROGASE00001A00</p> <p style="text-align: right;">Foglio 46 di 67</p> |

- La coesione del terreno è stata considerata nel calcolo (terreno di tipo “CF” = coesione e frizione all’interno del materiale)
- La τ di aderenza del terreno è stata valutata pari alla minima impiegata per le verifiche di ancoraggio dei tiranti.
- Si è utilizzato il valore medio del diametro di perforazione previsto
- Come lunghezza di sovrapposizione dei VTR è stato preso il valore netto di sovrapposizione

La verifica è stata effettuata sia in assenza che in presenza dei tubi in VTR. Nelle seguenti tabelle sono presentati i parametri utilizzati e i risultati ottenuti.

Imboocco Lato Borzoli - $A_{EXCAV. [m^2]} = 121.31$ 

FACE STABILITY ANALYSIS - TAMEZ-CONEJO

DIAGNOSIS PHASE

Geotechnical properties

| Overburden layers | ΔH [m] | γ_n [kNm^{-3}] | c' [kPa] | ϕ' [°] |
|-------------------|----------------|---------------------------|------------|-------------|
| AR_LIMOSE | 2.0 | 18.5 | 5 | 21 |
| CAP | 2.0 | 19.5 | 20 | 22 |
| AR_MARNOSE | 1.0 | 20.5 | 30 | 24 |

| Excavated layers | ΔH [m] | γ_n [kNm^{-3}] | c' [kPa] | ϕ' [°] |
|------------------|----------------|---------------------------|------------|-------------|
| AR_MARNOSE | 11.0 | 20.5 | 30 | 24 |
| | | | | |
| | | | | |

Tunnel geometry

| Type of ground | CF/F | CF |
|----------------------|-------|--------|
| Total Overburden | Z [m] | 5.0 |
| Depth of water table | W [m] | 1000.0 |
| Excavated height | h [m] | 11.0 |
| Tunnel's width | b [m] | 13.8 |
| Free span length | a [m] | 1.0 |

| Shallow tunnel ($Z < 3D$) | | |
|------------------------------|--------------|------|
| Equivalent tunnel diameter | D_{eq} [m] | 12.4 |
| Earth coefficient at rest | k_0 [-] | 0.3 |
| Depth coefficient | k_A [-] | 0.5 |
| Height of mass load at crown | H_p [m] | 5.0 |
| Length of prisms in advance | L_p [m] | 7.1 |

Prismatic volume properties

| | γ_p [kNm^{-3}] | |
|-----------------------------|---------------------------|------|
| Aver. weight of load mass | 19.3 | |
| Aver. cohesion of load mass | c'_p [kPa] | 16.0 |
| Aver. friction of load mass | ϕ'_p [°] | 22.0 |

| | γ_E [kNm^{-3}] | |
|---------------------------------|---------------------------|------|
| Aver. weight of Excav. layers | 20.5 | |
| Aver. cohesion of Excav. layers | c'_E [kPa] | 30.0 |
| Aver. friction of load mass | ϕ'_E [°] | 24.0 |

| | | |
|--------------------------------|-------------------|----|
| Effective soil press. at crown | σ'_v [kPa] | 97 |
|--------------------------------|-------------------|----|

| | | |
|---------------------------|---------|---|
| hydraulic press. at crown | u [kPa] | 0 |
|---------------------------|---------|---|

Shear resistance and Safety factor at Diagnosis phase

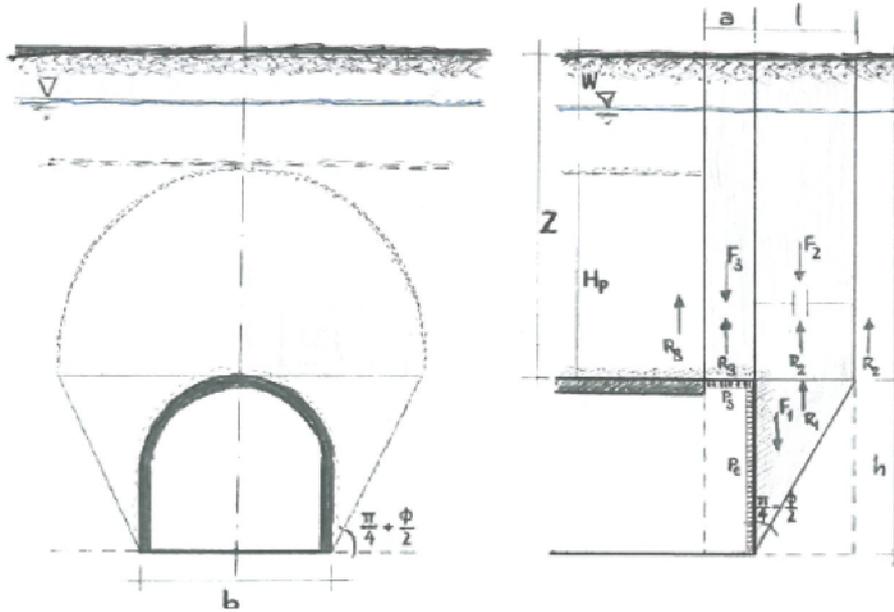
| | | |
|-------------------------------|-------------------|----|
| Shear resistance (prism 3) | τ_{m3} [kPa] | 16 |
| Shear resistance (prisms 1-2) | τ_{m2} [kPa] | 38 |

| | | |
|-------------------------------------|--------|------|
| Safety factor (prism 3) | FS_3 | 1.78 |
| Safety factor ($M\Sigma FR/MSFA$) | FS_F | 0.74 |

| | | |
|------------------------------|---------------|-----|
| Permitted free span length | a_{max} [m] | 0.6 |
| Pressure on primary supports | P_s [kPa] | 91 |
| Requird pressure at face | P_E [kPa] | 61 |

| | | |
|-------------------------|--------|------|
| Obtained safety factor | SF | 0.74 |
| Requested safety factor | SF_R | 2.00 |

Prismatic volume gravitating over the crown system of forces



Imbocco Lato Borzoli - $A_{EXCAV. [m^2]} = 121.31$

FACE STABILITY ANALYSIS - TAMEZ-CONEJO
THERAPY
PHASE

ROCKSOIL S.p.A.

Parametro non influente al fine del calcolo

Geotechnical properties

| Overburden layers | ΔH [m] | γ_n [kNm^{-3}] | c' [kPa] | ϕ' [°] |
|-------------------|----------------|---------------------------|------------|-------------|
| AR_LIMOSE | 2 | 18.5 | 5 | 21 |
| CAP | 2 | 19.5 | 20 | 22 |
| AR_MARNOSE | 1 | 20.5 | 30 | 24 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

| Excavated layers | ΔH [m] | γ_n [kNm^{-3}] | c' [kPa] | ϕ' [°] |
|------------------|----------------|---------------------------|------------|-------------|
| AR_MARNOSE | 11 | 20.5 | 30 | 24 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

Tunnel geometry

| Type of ground | CF/F | CF |
|----------------------|-------|--------|
| Total Overburden | Z [m] | 5.0 |
| Depth of water table | W [m] | 1000.0 |
| Excavated height | h [m] | 11.0 |
| Tunnel's width | b [m] | 13.8 |
| Free span length | a [m] | 1.0 |

| Shallow tunnel ($Z < 3D$) | | |
|------------------------------|--------------|------|
| Equivalent tunnel diameter | D_{eq} [m] | 12.4 |
| Earth coefficient at rest | k_0 [-] | 0.3 |
| Depth coefficient | k_A [-] | 0.5 |
| Height of mass load at crown | H_p [m] | 5.0 |
| Length of prisms in advance | L_p [m] | 7.1 |

Injection modality

| Grout injection properties | | |
|--------------------------------|----------------|-------|
| Cubic compression resistance | R_{ck} [MPa] | 25 |
| Injection influence ratio | i_i [-] | 1 |
| Curing factor | γ_c [-] | 1.0 |
| Material's safety factor | γ_f [-] | 1.6 |
| Mortar's position ratio | v_c [-] | 0.2 |
| Elastic module of mortar | E_c [GPa] | 20.0 |
| Grout-soil bond | τ_a [kPa] | 120.0 |
| Injection penetrability coeff. | α_i [-] | 1.0 |
| ULS resistance of mortar | σ_c [-] | 15.6 |

| Face bolt properties | | |
|-------------------------------|---------------------------|--------|
| Tensile resistance of bar | σ_b [MPa] | 600.0 |
| Tensile resistance at joint | σ_j [MPa] | 600.0 |
| Shear resistance of bar | σ_t [MPa] | 100.0 |
| Drilling diameter | \varnothing_{dril} [mm] | 110.0 |
| External diameter | \varnothing_{ext} [mm] | 60.0 |
| Tube's Thickness | th_b [mm] | 10.0 |
| Overlapping length | L_{LAP} [m] | 8.0 |
| Joint step | i_{joint} [m] | 15.0 |
| Resistance area of single bar | A_b [mm ²] | 1570.8 |

Improved face properties

| | | |
|---------------------------------|----------------|-------|
| Shear force resist. of bars | T_t [kN] | 157.1 |
| Tensile force resist. of bars | T_T [kN] | 942.5 |
| Pull-out resistance of bars | T_F [kN] | 331.8 |
| Max. resistance offered by bars | T_{max} [kN] | 331.8 |

| | | |
|-----------------------------|--------------------------|-------|
| Adopted number of bars | N_b [-] | 70.0 |
| N° of bars for unit of area | n_b [m ⁻²] | 0.58 |
| Confining pressure | $\Delta\sigma_3$ [kPa] | 191.4 |
| Increment of cohesion | $\Delta c'$ [kPa] | 147.4 |
| Improved cohesion at face | c'_{eq} [kPa] | 177.4 |

Prismatic volume properties

| | | |
|-----------------------------|---------------------------------|------|
| Aver. weight of load mass | γ_p [kNm ⁻³] | 19.3 |
| Aver. cohesion of load mass | c'_p [kPa] | 16.0 |
| Aver. friction of load mass | ϕ'_p [°] | 22.0 |

| | | |
|---------------------------------|---------------------------------|------|
| Aver. weight of Excav. layers | γ_E [kNm ⁻³] | 20.5 |
| Aver. cohesion of Excav. layers | c'_E [kPa] | 30.0 |
| Aver. friction of load mass | ϕ'_E [°] | 24.0 |

| | | |
|--------------------------------|-------------------|----|
| Effective soil press. at crown | σ'_v [kPa] | 97 |
|--------------------------------|-------------------|----|

| | | |
|---------------------------|-----------|---|
| hydraulic press. at crown | u [kPa] | 0 |
|---------------------------|-----------|---|

Shear resistance and Safety factor at Diagnosis phase

| | | |
|-------------------------------|-------------------|-----|
| Shear resistance (prism 3) | τ_{m3} [kPa] | 107 |
| Shear resistance (prisms 1-2) | τ_{m2} [kPa] | 144 |

| | | |
|---------------------------|--------|-------|
| Safety factor (prism 3) | FS_3 | 11.85 |
| Safety factor (MΣFR/MSFA) | FS_F | 4.26 |

| | | |
|------------------------------|---------------|-----|
| Permitted free span length | a_{max} [m] | 7.9 |
| Pressure on primary supports | P_s [kPa] | 58 |
| Requird pressure at face | P_E [kPa] | 0 |

| | | |
|-------------------------|--------|------|
| Obtained safety factor | SF | 4.26 |
| Requested safety factor | SF_R | 2.00 |

Come si può vedere in presenza di tubi in VTR il fronte risulta stabile; si riporta nel seguito una tabella riassuntiva dei principali risultati ottenuti.

| | | |
|--|--|--------------------|
| GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci | ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE | |
| IG5102ECVROGASE00001A00 | | Foglio 50 di 67 |

| RIEPILOGO ANALISI | | |
|---|-------------------------------|-------|
| Area di scavo | A_{EXCAV} [m ²] | 121.3 |
| Fattore di sicurezza (Fase di Diagnosi) | SF [-] | 0.74 |
| Numero di VTR previsti | n° [-] | 70.0 |
| Aumento di coesione | $\Delta c'$ [kPa] | 147.4 |
| Fattore di sicurezza (Fase di Terapia) | SF [-] | 4.26 |

6.3. Sezione B: Galleria artificiale (ricoprimento 4m)

6.3.1. Verifiche dei rivestimenti in c.a.

La galleria artificiale è realizzata in calcestruzzo armato ordinario, con conglomerato cementizio di classe $R_{ck}=30$ MPa e barre di tipo B450C ad aderenza migliorata, a cui corrispondono le seguenti tensioni ammissibili:

| | |
|--|---|
| Acciaio B450C | $\sigma_{amm}=160$ Mpa (*) |
| Calcestruzzo strutturale armato Rck 30 Mpa | $\sigma_{amm}=9.75$ Mpa $\tau_{c0} = 0.60$ Mpa $\tau_{c1} = 1.80$ Mpa |

(*) In condizioni sismiche o in condizioni di esercizio con verifica a fessurazione $\sigma_{amm}=255$ Mpa

I ferri utilizzati per l'armatura principale sono riassunti in tabella.

| FERRI ARMATURA PRINCIPALE | | |
|---------------------------|-------------------------------|--------------|
| | Intradosso | Estradosso |
| Arco rovescio | $\Phi 24/20$ - $\Phi 24/10^*$ | $\Phi 24/20$ |
| Piedritti | $\Phi 24/20$ | $\Phi 24/20$ |
| Calotta | $\Phi 24/20$ | $\Phi 24/20$ |

*Nella parte centrale dell'arco rovescio è stato inserito un ferro integrativo in intradosso con passo 20cm.

Le verifiche di pressoflessione, come già precedentemente descritto, vengono svolte utilizzando le sollecitazioni ricavate dai beam inseriti in corrispondenza della mezzaria della struttura. La verifica a fessurazione è stata svolta secondo il D.M.L.P. 09/07/96.

| | | |
|--|--|--------------------|
| GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci | ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE | |
| | IG5102ECVROGASE00001A00 | Foglio 51 di 67 |

Secondo tale normativa, in funzione della classe di esposizione (ambiente poco aggressivo), si ritengono accettabili aperture fessurative minori di 0.2 mm. In questo caso poichè il copriferro è pari a 5.4 cm > 1.5*c_{min} (con c_{min} = 2.5 cm) , è ammesso un aumento del limite di apertura delle fessure. Il limite di apertura w_k sarà pari a

$$0.2 * 1.5 = 0.3 \text{ mm.}$$

Si considera quindi:

$$M_f \text{ II} = W_i * f_{cfm}$$

dove

$$f_{cfm} = 1.2 * 0.27 (Rck)^{2/3} \quad (\text{N/mm}^2)$$

L'apertura delle fessure vale:

$$w_k = 1.7 * w_m = 1.7 * s_{rm} * \epsilon_{sm}$$

dove:

$$s_{rm} = 2(c+s/10) + k_2 k_3 \Phi / \rho_r$$

$$\epsilon_{sm} = \sigma_s / E_s (1 - \beta_1 \beta_2 (\sigma_{sr} / \sigma_s)^2)$$

per la sezione in esame si ha:

| | |
|------------------------|---|
| c = 54mm | copriferro netto armatura tesa |
| s | interasse tra i ferri |
| k ₂ = 0.4 | per barre ad aderenza migliorata |
| k ₃ = 0.125 | per diagramma delle s triangolare, dovuto a flessione o pressoflessione |
| Φ | diametro delle barre |
| ρ _r = | A _s /A _{c eff} |
| σ _s = | tensione dell'acciaio calcolata nella sezione fessurata per la combinazione di azioni considerata |
| σ _{sr} = | tensione dell'acciaio calcolata nella sezione fessurata per la sollecitazione corrispondente al raggiungimento della resistenza a trazione f _{ctm} nella fibra di calcestruzzo più sollecitata nella sezione interamente reagente. |
| β ₁ = 1 | per barre ad aderenza migliorata |
| β ₂ = 0.5 | nel caso di azioni di lunga durata o ripetute. |

Le verifiche di taglio vengono svolte in corrispondenza di tutte le aste con le quali si è discretizzata la struttura. Le tensioni tangenziali sono calcolate come:

| | |
|--|--|
| GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci | ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE |
| | IG5102ECVROGASE00001A00 Foglio 52 di 67 |

$$\tau = \frac{T}{0,9 \cdot b \cdot d}$$

con:

T = taglio agente sulla sezione;

b = larghezza della sezione (1 m)

d = altezza utile della sezione

In sintesi vengono indicate le sezioni più gravose in base a quanto valutato nei vari step di calcolo per le diverse parti strutturali (arco rovescio, piedritti, calotta) della galleria artificiale. Nella tabella sotto viene riportato lo stato tensionale e l'apertura della fessura quando il momento agente supera il momento di fessurazione.

| Zona | Fase di calcolo | σ_s MPa | σ_{cls} MPa | τ MPa | W_k mm |
|------------------------------|-----------------|----------------|--------------------|------------|----------|
| Arco rovescio (sp.=100cm) | 16 | 166.30 | -4.70 | 0.258 | - |
| Calotta (sp.=90 cm) | 16 | 149.4 | -4.80 | 0.511 | - |
| Piedritto (sp=170cm) | 16 | 240.8 | -4.70 | 0.196 | - |

Come si nota, tutte le verifiche risultano soddisfatte. Poiché si verifica ovunque $\tau < \tau_{c0}$ non è necessario disporre armatura specifica a taglio; l'armatura sarà quella minima prescritta da normativa.

In allegato sono riportate invece le verifiche sezionali per tutti i beam con i quali si è discretizzata la struttura.

6.4. Sezione C: Galleria artificiale (ricoprimento 2m)

6.4.1. Verifiche dei rivestimenti in c.a.

La galleria artificiale è realizzato in calcestruzzo armato ordinario, con conglomerato cementizio di classe $R_{ck}=30$ MPa e barre di tipo B450C ad aderenza migliorata, a cui corrispondono le seguenti tensioni ammissibili:

| | |
|--|---|
| Acciaio B450C | $\sigma_{amm}=160$ Mpa (*) |
| Calcestruzzo strutturale armato Rck 30 Mpa | $\sigma_{amm}=9.75$ Mpa $\tau_{c0} = 0.60$ Mpa $\tau_{c1} = 1.80$ Mpa |

(*) In condizioni sismiche o in condizioni di esercizio con verifica a fessurazione $\sigma_{amm}=255$ Mpa

I ferri utilizzati per l'armatura principale sono riassunti in tabella.

| FERRI ARMATURA PRINCIPALE | | |
|----------------------------------|-----------------------------|--------------|
| | Intradosso | Estradosso |
| Arco rovescio | $\Phi 20/20 - \Phi 20/10^*$ | $\Phi 20/20$ |
| Piedritti | $\Phi 20/20$ | $\Phi 20/20$ |
| Calotta | $\Phi 20/20$ | $\Phi 20/20$ |

*Nella parte centrale dell'arco rovescio è stato inserito un ferro integrativo in intradosso con passo 20cm.

Le verifiche di pressoflessione, come già precedentemente descritto, vengono svolte utilizzando le sollecitazioni ricavate dai beam inseriti in corrispondenza della mezzaria della struttura. La verifica a fessurazione è stata svolta secondo il D.M.L.P. 09/07/96.

Secondo tale normativa, in funzione della classe di esposizione (ambiente poco aggressivo), si ritengono accettabili aperture fessurative minori di 0.2 mm. In questo caso poichè il copriferro è pari a 5.4 cm $> 1.5 \cdot c_{min}$ (con $c_{min} = 2.5$ cm) , è ammesso un aumento del limite di apertura delle fessure. Il limite di apertura w_k sarà pari a

$$0.2 \cdot 1.5 = 0.3 \text{ mm.}$$

Si considera quindi:

$$M_f \text{ II} = W_i \cdot f_{cfm}$$

dove

$$f_{cfm} = 1.2 \cdot 0.27 (Rck)^{2/3} \text{ (N/mm}^2\text{)}$$

L'apertura delle fessure vale:

$$w_k = 1.7 \cdot w_m = 1.7 \cdot s_{rm} \cdot \epsilon_{sm}$$

dove:

$$s_{rm} = 2(c+s/10) + k_2 k_3 \Phi / \rho_r$$

| | | |
|--|--|--------------------|
| GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci | ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE | |
| | IG5102ECVROGASE00001A00 | Foglio 54 di 67 |

$$\varepsilon_{sm} = \sigma_s / E_s (1 - \beta_1 \beta_2 (\sigma_{sr} / \sigma_s)^2)$$

per la sezione in esame si ha:

| | |
|-------------------|--|
| $c = 54\text{mm}$ | copriferro netto armatura tesa |
| s | interasse tra i ferri |
| $k_2 = 0.4$ | per barre ad aderenza migliorata |
| $k_3 = 0.125$ | per diagramma delle s triangolare, dovuto a flessione o pressoflessione |
| Φ | diametro delle barre |
| $\rho_r =$ | $A_s / A_{c\text{eff}}$ |
| $\sigma_s =$ | tensione dell'acciaio calcolata nella sezione fessurata per la combinazione di azioni considerata |
| $\sigma_{sr} =$ | tensione dell'acciaio calcolata nella sezione fessurata per la sollecitazione corrispondente al raggiungimento della resistenza a trazione f_{ctm} nella fibra di calcestruzzo più sollecitata nella sezione interamente reagente. |
| $\beta_1 = 1$ | per barre ad aderenza migliorata |
| $\beta_2 = 0.5$ | nel caso di azioni di lunga durata o ripetute. |

Le verifiche di taglio vengono svolte in corrispondenza di tutte le aste con le quali si è discretizzata la struttura. Le tensioni tangenziali sono calcolate come:

$$\tau = \frac{T}{0,9 \cdot b \cdot d}$$

con:

T = taglio agente sulla sezione;

b = larghezza della sezione (1 m)

d = altezza utile della sezione

In sintesi vengono indicate le sezioni più gravose in base a quanto valutato nei vari step di calcolo per le diverse parti strutturali (arco rovescio, piedritti, calotta) della galleria artificiale. Nella tabella sotto viene riportato lo stato tensionale e l'apertura della fessura quando il momento agente supera il momento di fessurazione.

| Zona | Fase di calcolo | σ_s MPa | σ_{cls} MPa | τ MPa | W_k mm |
|------------------------------|-----------------|----------------|--------------------|------------|----------|
| Arco rovescio (sp.=100cm) | 12 | 181.10 | -4.60 | 0.186 | - |
| Calotta (sp.=90 cm) | 12 | 114.10 | -3.30 | 0.330 | - |
| Piedritto (sp=170cm) | 12 | 237.90 | -3.70 | 0.104 | - |

Come si nota, tutte le verifiche risultano soddisfatte. Poiché si verifica ovunque $\tau < \tau_{c0}$ non è necessario disporre armatura specifica a taglio; l'armatura sarà quella minima prescritta da normativa.

In allegato sono riportate invece le verifiche sezionali per tutti i beam con i quali si è discretizzata la struttura.

7. MONITORAGGIO

Il programma di monitoraggio prevede il controllo deformativo della paratia berlinese prevista all'imbocco, attraverso misure di spostamento della trave di testata e della struttura a quote inferiori.

L'ubicazione ed il numero dei riferimenti sono riportati nell'elaborato grafico "NUOVA VIABILITA' TRATTA VIA BORZOLI-VIA CHIARAVAGNA – Galleria naturale – Imbocco galleria lato Borzoli – Monitoraggio paratia". I riferimenti così installati dovranno fornire gli spostamenti assoluti della paratia nelle tre direzioni dello spazio.

Si prevede inoltre l'adozione di celle di carico toroidali per la misura del carico agente sul tirante. La disposizione di tale strumentazione è indicata anch'essa sull'elaborato grafico sopra citato.

Le celle dovranno essere dotate di target ottici al fine di misurare eventuali spostamenti ai quali potrebbero essere soggette.

7.1. Misure topografiche

Le misure topografiche sono previste sulla paratia berlinese di imbocco della galleria naturale. Questa, durante le fasi di scavo, è rivestita con spritz-beton dello spessore di 10 cm, armato con rete elettrosaldada Φ 6mm e maglia 15x15 cm. La paratia inoltre è collegata in testa mediante una trave in calcestruzzo armato, realizzata con lo scopo di irrigidire e collegare la paratia stessa.

| | |
|---|--|
| GENERAL CONTRACTOR  | ALTA SORVEGLIANZA  |
| | IG5102ECVROGASE00001A00 Foglio 56 di 67 |

7.1.1. Definizione del programma di misure

L'opera di sostegno dovrà essere strumentata attraverso la messa in opera di misuratori di spostamento.

Più in particolare, si dovranno predisporre complessivamente n. 16 riferimenti topografici, ubicati secondo lo schema riportato nell'elaborato grafico "NUOVA VIABILITA' TRATTA VIA BORZOLI-VIA CHIARAVAGNA – Galleria naturale – Imbocco galleria lato Borzoli – Monitoraggio paratia".

I chiodi saranno scelti tra i modelli presenti sul mercato in modo tale da garantire un perfetto accoppiamento della testa chiodo con il supporto del prisma ottico successivamente utilizzato per le misure di precisione.

7.1.2. Modalità d'installazione

L'installazione dei chiodi di misura topografica dovrà essere realizzata secondo la seguente procedura:

1. Tracciamento topografico delle posizioni di installazione;
2. Realizzazione del foro di alloggiamento del chiodo di diametro adeguato;
3. Infissione e sigillatura del chiodo nel foro precedentemente realizzato.

Al termine delle operazioni di posa potrà essere realizzata la prima livellazione topografica di riferimento per i successivi rilievi (lettura di zero). Il caposaldo di riferimento dovrà essere in posizione tale per cui eventuali cedimenti siano minimi e controllabili topograficamente con altri riferimenti certi.

I riferimenti dovranno essere installati prima dell'esecuzione dello scavo di sbancamento della paratia.

7.1.3. Sistema di acquisizione dati

I riferimenti così installati dovranno fornire gli spostamenti assoluti in testa alla paratia nelle tre componenti: abbassamenti, spostamenti radiali e tangenziali della paratia, o in alternativa, abbassamenti, spostamenti N e spostamenti E.

Il sistema di acquisizione dati è costituito da una stazione composta da un teodolite accoppiato a un distanziometro elettronico di precisione. È richiesta la precisione seguente:

- teodolite: lettura angolare non superiore a 2 secondi centesimali;
- distanziometro elettronico: $\pm 3 \text{ mm} + 2 \text{ ppm}$.

| | |
|--|--|
| GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci | ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE |
| | IG5102ECVROGASE00001A00 |
| | Foglio 57 di 67 |

7.1.4. Frequenza dei rilevamenti

I riferimenti topografici andranno letti in corrispondenza delle diverse fasi di scavo e più precisamente:

- Prima dell'esecuzione dello scavo;
- Ogni successiva fase parziale di scavo;

Completati gli scavi, il programma di misure dovrà proseguire con le seguenti scadenze:

- 1 lettura giornaliera per la prima settimana dal completamento dello scavo;
- 1 lettura settimanale per il successivo mese;
- 1 lettura ogni due settimane per i successivi mesi fino al ritombamento dell'opera.

Eventuali ulteriori letture potranno essere previste, in funzione degli spostamenti registrati durante le letture precedenti.

Le cadenze sopra elencate dovranno essere il più possibile coincidenti con l'inizio o la fine delle principali lavorazioni previste.

7.2. Celle di carico

Si tratta di strumenti adatti al controllo e alla misura del carico agente su strutture e/o trasmesso in determinati punti delle stesse.

7.2.1. Definizione del programma di misure

Le celle di carico devono essere disposte in testa ad alcuni tiranti con lo scopo di misurare i carichi trasmessi e l'evoluzione degli stessi nel tempo e col proseguire delle lavorazioni. Le celle devono essere dotate di target ottici per la misura degli spostamenti che eventualmente potranno subire.

Nel caso in esame dovranno essere disposte n. 8 celle di carico di tipo toroidale, alloggiato tra la piastra di ripartizione e la testa di ancoraggio, disposte come da elaborato grafico "NUOVA VIABILITA' TRATTA VIA BORZOLI-VIA CHIARAVAGNA – Galleria naturale – Imbocco galleria lato Borzoli – Monitoraggio paratia".

| | |
|--|---|
| <p>GENERAL CONTRACTOR</p>  <p>CODIV Consorzio Collegamenti Integrati Veloci</p> | <p>ALTA SORVEGLIANZA</p>  <p>ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p> |
| | <p style="text-align: center;">IG5102ECVROGASE00001A00</p> <p style="text-align: right;">Foglio 58 di 67</p> |

7.2.2. Attrezzatura

Le celle di carico per tiranti strumentati sono costituite da:

- Un corpo in acciaio di forma toroidale sensibilizzato con strain-gauge di tipo resistivo in numero variabile ma dimensionati in modo tale da garantire una minore sensibilità ai carichi eccentrici, collegati in modo da permettere l'acquisizione dati su un unico canale di misura 4-20 mA;
- Una piastra in acciaio che permette una più omogenea ripartizione del carico sull'intero corpo della cella;
- Un cavo elettrico di opportune caratteristiche che realizzi il collegamento dello strumento all'unità di lettura.

Sotto carico la cella toroidale subisce una deformazione che viene rilevata dagli estensimetri, i quali variando il loro valore di resistenza generano in uscita un segnale elettrico proporzionale al carico applicato.

Le principali caratteristiche tecniche delle celle di carico per bulloni strumentati sono le seguenti:

- Campo di misura, 0 ÷ 600 kN
- Sovraccarico ammissibile, 150 % f.s.
- Segnali in uscita, 4 ÷ 20 mA
- Precisione globale, < 0.5 % f.s.
- Deriva termica di zero, < 0.01 % f.s./°C
- Campo di temperatura, -10 ÷ +50 °C

7.2.3. Modalità di posa in opera

Le celle vanno inserite nel punto di rilevamento del carico ponendo particolare cura affinché le due superfici d'appoggio della cella risultino piane e non deformabili, così che il carico sia trasferito correttamente alla cella.

La superficie di contatto cella – piastra di ripartizione deve essere perfettamente piana e per garantire una sufficiente rigidità è necessario che la cella di carico appoggi su una piastra d'acciaio di spessore opportuno e di diametro superiore a quello della cella.

Analogamente, sull'altra superficie della cella, per le stesse ragioni, viene installata una piastra di acciaio che garantisca una migliore ripartizione del carico.

Lo strumento sarà installato con la seguente procedura:

- Spianare e lisciare la superficie di contatto all'interno del foro predisposto per il tirante da strumentare;

| | |
|---|--|
| <p>GENERAL CONTRACTOR</p>  | <p>ALTA SORVEGLIANZA</p>  |
| | <p>IG5102ECVROGASE00001A00</p> <p style="text-align: right;">Foglio 59 di 67</p> |

- Appoggiare la cella di carico alla superficie predisposta, collegare il cavo strumentale al pannello di centralizzazione e installare la piastra di distribuzione;
- Iniziare le operazioni di tesatura del tirante, valutando subito l'opportunità di regolarne la posizione onde garantire la perfetta planarità della cella e conseguentemente la perfetta distribuzione del carico; tale operazione sarà eseguita controllando i valori elettrici restituiti dalla cella;
- Procedere con la messa in carico fino al valore di progetto.

In aggiunta alle suddette celle di carico, andrà installata una cella termometrica, per la misura delle variazioni di temperatura dell'aria.

7.2.4. *Frequenza rilevamenti*

Le celle di carico sono lette in automatico e quindi permettono l'acquisizione con cadenza costante e frequente.

In particolare si dovrà predisporre il sistema di acquisizione dati con letture almeno orarie fino al completamento degli scavi. Completati gli scavi il programma di misure dovrà proseguire con le seguenti scadenze:

- 1 lettura giornaliera per il primo mese dal completamento dello scavo;
- 1 lettura settimanale fino al termine dei lavori.

Contemporaneamente alle letture dei carichi si dovranno eseguire le misure con cella termometrica.

7.2.5. *Restituzione dati*

I dati misurati saranno restituiti in forma di tabella e con i seguenti diagrammi:

- Variazioni di carico rispetto al tempo;
- Variazioni di carico rispetto alla temperatura.

7.3. **Definizione dei valori soglia delle grandezze monitorate**

Nel seguito si riportano i valori di deformazione da assumersi quale riferimento in fase di scavo della paratia di imbocco per i riferimenti topografici relativi alla trave di testata. Per i riferimenti relativi alle quote inferiori le soglie di attenzione e di allarme e il relativo gradiente di deformazione dovrà essere definito durante le lavorazioni, essendo la deformazione misurata necessariamente legata alla fase di installazione della mira stessa.

Le soglie di attenzione e di allarme sono espresse con riferimento allo spostamento assoluto della paratia nel corso del singolo ribasso dello scavo e a scavo ultimato ed al gradiente con cui i fenomeni deformativi si manifestano.

| | Spostamento assoluto | | Gradiente | |
|----------------------------|----------------------|-------------------|----------------------|-------------------|
| | Soglia di attenzione | Soglia di allarme | Soglia di attenzione | Soglia di allarme |
| | [mm] | [mm] | [mm/g] | [mm/g] |
| Durante le fasi di ribasso | 30 | 50 | 15 | 25 |
| A scavo ultimato | 30 | 50 | 10 | 20 |

Spostamenti anomali del singolo riferimento topografico dovranno essere confermati attraverso una serie di letture ripetute in un arco temporale limitato.

Inoltre, i valori di spostamento sopra indicati non saranno valutati con riferimento al singolo riferimento topografico, ma verranno comparati con il valore medio dello spostamento registrato dal gruppo di riferimenti topografici appartenenti al medesimo settore di paratia in esame.

Il raggiungimento della soglia di attenzione comporterà il proseguimento delle lavorazioni secondo le indicazioni di progetto, associato all'intensificazione delle letture di monitoraggio dell'opera; l'eventuale raggiungimento della soglia di allarme comporterà la temporanea interruzione delle lavorazioni, per consentire l'interpretazione dei fenomeni deformativi in atto e la definizione delle necessarie misure correttive.

8. PRESCRIZIONI

Fermo restando l'osservanza di tutte le prescrizioni e norme in materia di sicurezza con specifico riguardo anche alla idoneità del personale, alla idoneità e congruenza dei mezzi e delle attrezzature di lavoro, per l'esecuzione delle opere di cui al presente progetto si richiama l'esecutore al rispetto delle indicazioni contenute nei documenti progettuali (elaborati grafici, relazioni tecniche), in particolare per quanto attiene alle geometrie degli interventi di consolidamento e rivestimento, alle caratteristiche dei materiali da impiegare, alla sequenza ed alla successione delle fasi esecutive.

| | | |
|--|--|--------------------|
| GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci | ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE | |
| | IG5102ECVROGASE00001A00 | Foglio 61 di 67 |

Si richiama l'attenzione da parte dell'esecutore sul fatto che il progetto garantisce la stabilità in condizioni statiche e pertanto, nelle fasi dinamiche di lavoro al fronte (scavo in avanzamento, perforazioni, consolidamenti, posa centine, ...), si ritiene necessario ricordare quanto segue:

- utilizzare sempre mezzi di lavoro e macchinari non solo pienamente rispondenti alle norme di prevenzione, ma anche idonei ed adeguati allo specifico lavoro da effettuare in concreto;
- preallertare ed istruire le maestranze riguardo le norme di sicurezza da rispettare;
- istituire delle zone di rispetto al fine di mantenere il personale non indispensabile lontano dal fronte e comunque evitare che vi sostis per periodi di tempo eccessivamente lunghi;
- fermo restando che la messa in opera dello spritz-beton dovrà seguire immediatamente l'esecuzione degli sbancamenti, per l'altezza prevista in ogni singola fase, qualora le pareti di scavo presentino qualche fenomeno di instabilità con locali distacchi, si dovrà provvedere alla loro stabilizzazione immediata con tutti gli accorgimenti necessari atti ad evitare danni di qualsiasi natura.
- tenere sempre sotto controllo visivo diretto il fronte di scavo, prevedendo in tal senso la presenza di un responsabile durante la permanenza del personale presso il fronte stesso.

9. CONCLUSIONI

Nella presente relazione è stato illustrato il progetto relativo alle opere di imbocco Lato Borzoli della galleria "Nuova viabilità tratta via Borzoli – via Chiaravagna" nell'ambito dei lavori di realizzazione della linea AV/AC del Terzo Valico Ferroviario del Giovi.

Sono state verificate dal punto di vista statico le opere di contenimento delle terre unicamente in fase definitiva, essendo le opere provvisorie oggetto di specifico elaborato di calcolo; in particolare si sono dimensionati e verificati i rivestimenti definitivi della galleria artificiale e del concio di attacco della galleria, analizzando anche la stabilità del fronte di scavo per l'attacco della galleria. Le verifiche sono effettuate secondo il metodo delle tensioni ammissibili seguendo le prescrizioni del D.M. 1996 e dell'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n°3274 del 20/03/2003 per quanto concerne gli aspetti sismici. In base a quanto svolto, tutte le opere risultano soddisfare i requisiti richiesti dalle normative.

STRATIGRAFIA - SL7

SCALA 1 : 100 Pagina 2/2

| Riferimento: comm.: COCIV cant.: viabilità cantieri versante figure | | | | Sondaggio: SL7 | | | | | | | | |
|---|-------|---|---------|----------------------------|--------|----|---------------|-------------------------|--------------------|---------------|------------------|-------|
| Località: Borzoli - Genova | | | | Quota: 61,05 m/slm | | | | | | | | |
| Impresa esecutrice: SGF | | | | Data: 25 marzo 2004 | | | | | | | | |
| Coordinate: E 50863,2 N 148841,7 | | | | Redattore: dott. Bordignon | | | | | | | | |
| Perforazione: a rotazione a carotaggio continuo | | | | | | | | | | | | |
| Riv. | Piez. | LITOLOGIA | prof. m | S.P.T. | | RP | prove in foto | Campioni | Prel. % 0 - 100 | metri bas. | RQD % 0 - 100 | Cass. |
| | | | | S.P.T. | S.P.T. | | | | | | | |
| | |  | | | | | Lefranc CC | C) Dis < 24,00 24,50 | | | | 5 |
| | | | 28,5 | | | | | | | | | 6 |
| | |  | | | | | | D) Dis < 28,50 30,00 | | | | |
| | | | 30,0 | | | | | | | | | |

DATA INIZIO: 19/03/2004 DATA ULTIMAZIONE: 24/03/2004
 TIPO DI ATTREZZATURA: Casagrande M3D
 METODO DI PERFORAZIONE: a rotazione a carotaggio continuo
 ATTREZZO DI PERFORAZIONE: carotiere semplice diametro 101 mm da mt. 0.00 a mt. 30.00
 RIVESTIMENTO: diametro 127 mm da mt. 0.00 a mt. 30.00
 PROVE: n° 1 pressiometrica tipo Menard
 n° 2 Lefranc a carico costante
 INSTALLAZIONI: installate n° 3 celle Casagrande.

Tipo di campione:

1, 2 = campioni indisturbati

A, B, C, D = campioni rimaneggiati

Profondità battute:

1,50 - 3,00 - 4,50 - 6,00 - 6,60 - 8,00 - 9,00 - 10,00 - 11,00 - 12,50 - 14,00 - 14,50 - 15,00 - 16,50 - 18,00 - 19,00 - 20,00 - 21,00 - 22,00 - 23,00 - 24,00 - 25,50 - 27,00 - 28,50 - 30,00



STRATIGRAFIA - SH

SCALA 1 : 100 Pagina 1/2

| | |
|--|--------------------------------------|
| Riferimento: SINA S.p.a. - Linea AV/AC Milano - Genova Terzo Valico dei Giovi NVO2 | Sondaggio: SH |
| Località: Vai Borzoli-Via Chiaravagna - Galleria artificiale lato Borzoli | Quota: 44,021 |
| Impresa esecutrice: TERRA s.r.l. | Data: 30/08/2012 |
| Coordinate: E 1488856,853 N 4920142,502 | Redattore: Geol. Marcello Delsoldato |
| Perforazione: A rotazione a carotaggio continuo | |

| LITOLOGIA | metri base | prof. m | Spes. m | DESCRIZIONE | Standard Penetration Test | | Fca | RP | metri | prof. in foro | Campioni | Prel. % 0 --- 100 | C. % 0 --- 100 | RQD % 0 --- 100 | Pa |
|-----------|------------|---------|---------|---|---------------------------|--------------|-----|-----|-------|---------------|----------|----------------------|-------------------|--------------------|----|
| | | | | | m | SPT | | | | | | | | | |
| | 0,30 | 0,30 | | Sabbia fine limosa colore marrone chiaro, asciutta. | | | | | 1 | | | | | | |
| | 1,30 | 1,30 | | Limo argilloso debolmente sabbioso con vegetali e ghiaia medio-fine subangolare, molto consistente e secco. | 1,5 | 5-6-16 | | 2,2 | 2 | | | | | | |
| | 3,00 | 3,00 | | Argilla limosa localmente sabbiosa colore da marrone nocciola a grigiastro, molto consistente, con frustoli carboniosi marroni e nerastri, debolmente umida. | 3,0 | 8-25-48 | | 7,3 | 3 | | | | 1 | | |
| | 4,50 | 4,50 | | Argilla marnosa colore grigio, da molto consistente a semilapidea, con frustoli carboniosi nerastri e localmente lenti millimetriche sabbiose fini colore grigio scuro, debolmente umida. | 4,5 | 12-28-50/2cm | | RP | 4 | | | | | | |
| | | | | | | | | | 5 | | | | | | |
| | | | | | | | | | 6 | | | | | | |
| | | | | | | | | | 7 | | | | | | |
| | | | | | | | | | 8 | | | | | | |
| | | | | | | | | | 9 | | | | | | |
| | | | | | | | | | 10 | | | | | | |
| | | | | | | | | | 11 | | | | | | |
| | | | | | | | | | 12 | | | | | | |
| | | | | | | | | | 13 | | | | | | |
| | | | | | | | | | 14 | | | | | | |
| | 14,70 | 14,70 | 1,30 | Sabbia grossa con ghiaia fine arrotondata colore marrone giallastro, satura. | | | | | 15 | | | | | | |
| | | | | Argilla marnosa colore grigio localmente debolmente sabbiosa, da molto consistente a semilapidea, con frustoli carboniosi nerastri, debolmente umida. | | | | | 16 | | | | | | |
| | | | | | | | | | 17 | | | | | | |
| | | | | | | | | | 18 | | | | | | |
| | | | | | | | | | 19 | | | | | | |
| | | | | | | | | | 20 | | | | | | |



STRATIGRAFIA - SO

SCALA 1 : 125 Pagina 1/2

| | |
|--|--------------------------------------|
| Riferimento: SINA S.p.a. - Linea AV/AC Milano - Genova Terzo Valico dei Giovi NVO2 | Sondaggio: SO |
| Località: Vai Borzoli-Via Chiaravagna - Sponda dx rio Batesto | Quota: 35,857 m/slm |
| Impresa esecutrice: TERRA s.r.l. | Data: 28/08/2012 |
| Coordinate: E 1488897,899 N 4920120,713 | Redattore: Geol. Marcello Delsoldato |
| Perforazione: A rotazione a carotaggio continuo | |

| LITOLOGIA | metri m | prof m | spes m | DESCRIZIONE | Standard Penetration Test | | | metri m | prof m | Campioni | Prel. % 0 --- 100 | C % | RQD % 0 --- 100 | Pz |
|-----------|------------|-----------|-----------|---|---------------------------|-------------|----|------------|-----------|----------|----------------------|-----|--------------------|----|
| | | | | | α | SPT | N | | | | | | | |
| | 1 | 1,10 | 1,10 | Limo con sabbia fine debolmente argilloso colore marrone, consistente e secco, con vegetali e ghiaia subangolare. | 1,5 | 9-13-17 | 30 | 1 | | | | | | |
| | 2 | | | Ghiaia eterometrica subangolare e alcuni ciottoli ϕ max tagliati dal carotiere, con sabbia fine limosa colore marrone, asciutta fino a mt. 2,50, debolmente umida mt. 2,50 in poi. | | | | 2 | | | | | 1 | |
| | 3 | | | Livelli a più alta % limoso-sabbiosa da mt. 3,00 a mt. 4,00 e da mt. 3,70 a mt. 4,10. | | | | 3 | | | | | | |
| | 4 | 4,10 | 3,00 | Argilla marnosa colore grigio, da molto consistente a semilapidea, con frustoli carboniosi nerastri e localmente lenti millimetriche sabbiose fini, debolmente umida. | +5 | 10-23-50+cm | RU | 4 | | | | | | |
| | 5 | | | | | | | 5 | | | | | | |
| | 6 | | | | | | | 6 | | | | | | |
| | 7 | | | | | | | 7 | | | | | | |
| | 8 | | | | | | | 8 | | | | | 2 | |
| | 9 | | | | | | | 9 | | | | | | |
| | 10 | | | | | | | 10 | | | | | | |
| | 11 | | | | | | | 11 | | | | | | |
| | 12 | | | | | | | 12 | | | | | | |
| | 13 | | | | | | | 13 | | | | | 3 | |
| | 14 | | | | | | | 14 | | | | | | |
| | 15 | | | | | | | 15 | | | | | | |
| | 16 | | | | | | | 16 | | | | | | |
| | 17 | | | | | | | 17 | | | | | | |
| | 18 | | | | | | | 18 | | | | | 4 | |
| | 19 | | | | | | | 19 | | | | | | |
| | 20 | | | | | | | 20 | | | | | | |
| | 21 | | | | | | | 21 | | | | | | |
| | 22 | | | | | | | 22 | | | | | | |
| | 23 | | | | | | | 23 | | | | | 5 | |
| | 24 | | | | | | | 24 | | | | | | |
| | 25 | | | | | | | 25 | | | | | | |

| | | |
|--|--|--------------------|
| GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci | ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE | |
| | IG5102ECVROGASE00001A00 | Foglio 67 di 67 |

11. ALLEGATO 2 – REPORT DI CALCOLO PLAXIS

PLAXIS Report

1.1.1.1.1 Materials - Soil and interfaces - Mohr-Coulomb

| Identification | | ARG_LIM | AR_MARNOSE | CAP | ricoprimento |
|-----------------------|----------------------|---|---|---|---|
| Identification number | | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Drainage type | | Drained | Drained | Drained | Drained |
| Colour | |  |  |  |  |
| Comments | | Argille limose, strato superficialae 2m | ARGILLE MARNOSE DI ORTEVERO _stratigrafia>5m | ARGILLE MARNOSE DI ORTEVERO _strato alterato -stratigrafia2-5m | |
| γ_{unsat} | kN/m ³ | 18.50 | 20.50 | 19.50 | 21.00 |
| γ_{sat} | kN/m ³ | 18.50 | 20.50 | 19.50 | 21.00 |
| Dilatancy cut-off | | No | No | No | No |
| e_{min} | | 0.5000 | 0.5000 | 0.5000 | 0.5000 |
| e_{max} | | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| e_{max} | | 999.0 | 999.0 | 999.0 | 999.0 |
| Rayleigh | | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| Rayleigh | | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| E | kN/m ² | 15.00E3 | 60.00E3 | 32.50E3 | 30.00E3 |
| (ν) | | 0.3000 | 0.3000 | 0.3000 | 0.3000 |
| G | kN/m ² | 5769 | 23.08E3 | 12.50E3 | 11.54E3 |
| E_{swd} | kN/m ² | 20.19E3 | 80.77E3 | 43.75E3 | 40.38E3 |
| c_{int} | kN/m ² | 5.000 | 30.00 | 20.00 | 0.000 |
| (ϕ) | ° | 21.00 | 24.00 | 22.00 | 28.00 |
| (ψ) | ° | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| V_v | m/s | 55.28 | 105.0 | 79.26 | 73.38 |
| V_h | m/s | 103.4 | 196.5 | 148.3 | 137.3 |
| Set to default values | | Yes | Yes | Yes | Yes |
| E_{int} | kN/m ² /m | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| y_{int} | m | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

| | | | | | |
|----------------------------|----------------------|-----------|------------|-----------|--------------|
| Identification | | ARG_LIM | AR_MARNOSE | CAP | ricoprimento |
| c_{inc} | kN/m ³ /m | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| y_{int} | m | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| Tension cut-off | | Yes | Yes | Yes | Yes |
| Tensile strength | kN/m ² | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| Strength | | Rigid | Rigid | Rigid | Rigid |
| R_{inter} | | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 |
| R_{inter} | | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| K_{σ} determination | | Automatic | Automatic | Automatic | Automatic |
| K_{σ} | | 0.6416 | 0.5933 | 0.6254 | 0.5305 |
| Data set | | Standard | Standard | Standard | Standard |
| Type | | Coarse | Coarse | Coarse | Coarse |
| < 2 μ m | % | 10.00 | 10.00 | 10.00 | 10.00 |
| 2 μ m - 50 μ m | % | 13.00 | 13.00 | 13.00 | 13.00 |
| 50 μ m - 2 mm | % | 77.00 | 77.00 | 77.00 | 77.00 |
| Set to default values | | No | No | No | No |
| k_x | m/day | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| k_y | m/day | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| r_{unsat} | m | 10.00E3 | 10.00E3 | 10.00E3 | 10.00E3 |
| e_{init} | | 0.5000 | 0.5000 | 0.5000 | 0.5000 |
| c_s | | 1.000E15 | 1.000E15 | 1.000E15 | 1.000E15 |

1.1.1.1.2 Materials - Soil and interfaces - Linear elastic

| | | |
|-----------------------|---|---------|
| Identification | _CLS C25/30 - DM96 | |
| Identification number | 5 | |
| Drainage type | Drained | |
| Colour |  | |
| Comments | CLS C 25/30 | |
| e_{unsat} | kN/m^3 | 25.00 |
| e_{sat} | kN/m^3 | 25.00 |
| Dilatancy cut-off | No | |
| e_{init} | 0.5000 | |
| e_{min} | 0.000 | |
| e_{max} | 999.0 | |
| Rayleigh | 0.000 | |
| Rayleigh | 0.000 | |
| E | kN/m^2 | 31.22E6 |
| (ν) | 0.2000 | |
| G | kN/m^2 | 13.01E6 |
| E_{oed} | kN/m^2 | 34.69E6 |

| | | | |
|------------------------|----------------------|--|--------------------|
| Identification | | | _CLS C25/30 - DM96 |
| V_s | m/s | | 2258 |
| V_p | m/s | | 3688 |
| Set to default values | | | Yes |
| E_{inc} | kN/m ² /m | | 0.000 |
| y_{ref} | m | | 0.000 |
| Strength | | | Manual |
| R_{inter} | | | 0.01000 |
| α_{inter} | | | 0.000 |
| K_0 determination | | | Automatic |
| $K_{0,x}$ | | | 0.2929 |
| 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 |
| Set to default values | | | No |
| k_x | m/day | | 0.000 |
| k_y | m/day | | 0.000 |
| α_{unsat} | m | | 10.00E3 |

| | |
|-------------------|--------------------|
| Identification | _CLS C25/30 - DM96 |
| e _{init} | 0.5000 |
| C _k | 1.000E15 |

1.1.1.2.1 Materials - Plates - (1/2)

| Identification | | _GHOST | _RCK30_SP100 | _RCK30_SP90 | _RCK30_SP170 | berlinese_sp0.2054 |
|-----------------------|----------------------|---|---|---|---|---|
| Identification number | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Comments | | | Ridotta K 10 ⁻¹⁰ | | Ridotta K 10 ⁻¹⁰ | pARATIA BERLINESE sp EQUIV. 0.2054M MICROPALI 22CM SPAZIATI 0.35 |
| Colour | |  |  |  |  |  |
| Material type | | Elastoplastic | Elastoplastic | Elastoplastic | Elastoplastic | Elastoplastic |
| Isotropic | | Yes | No | No | No | No |
| EA ₁ | kN/m | 1.000E-9 | 3.122E-3 | 2.810E-3 | 5.300E-3 | 6.410E6 |
| EA ₂ | kN/m | 1.000E-9 | 3.122E-3 | 2.810E-3 | 5.300E-3 | 6.410E6 |
| EI | kN m ² /m | 1.000E-9 | 0.2603E-3 | 0.1897E-3 | 1.277E-3 | 22.53E3 |
| d | m | 3.464 | 1.000 | 0.9000 | 1.700 | 0.2054 |
| w | kN/m/m | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| (nu) | | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.2000 |
| M _p | kN m/m | 1.000E12 | 1.000E12 | 1.000E12 | 1.000E12 | 1.000E12 |
| N _{a1} | kN/m | 1.000E12 | 1.000E12 | 1.000E12 | 1.000E12 | 1.000E12 |
| N _{a2} | kN/m | 1.000E12 | 1.000E12 | 1.000E12 | 1.000E12 | 1.000E12 |
| Rayleigh | | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| Rayleigh | | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

1.1.1.2.2 Materials - Plates - (2/2)

| | | | | |
|-----------------------|----------------------|---|---|---|
| Identification | | _rck30_sp115 | RCK_30_sp150 | _RCK30_SP80 |
| Identification number | | 6 | 7 | 8 |
| Comments | | Ridotta K 10 ⁻¹⁰ | Ridotta K 10 ⁻¹⁰ | K e-10 |
| Colour | |  |  |  |
| Material type | | Elastoplastic | Elastoplastic | Elastoplastic |
| Isotropic | | No | No | No |
| EA ₁ | kN/m | 3.588E-3 | 4.680E-3 | 2.498E-3 |
| EA ₂ | kN/m | 3.588E-3 | 4.680E-3 | 2.498E-3 |
| EI | kN m ² /m | 0.3950E-3 | 0.8780E-3 | 0.1332E-3 |
| d | m | 1.149 | 1.500 | 0.8000 |
| w | kN/m/m | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| (nu) | | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| M _p | kN m/m | 1.000E12 | 1.000E12 | 1.000E12 |
| N _{p,1} | kN/m | 1.000E12 | 1.000E12 | 1.000E12 |
| N _{p,2} | kN/m | 1.000E12 | 1.000E12 | 1.000E12 |
| Rayleigh | | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| Rayleigh | | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

1.1.1.3 Materials - Anchors -

| Identification | | TIRANTE_3 trefoli | TIRANTE_4trefoli |
|-----------------------|----|---|---|
| Identification number | | 1 | 2 |
| Comments | | | |
| Colour | |  |  |
| Material type | | Elastoplastic | Elastoplastic |
| EA | kN | 79.23E3 | 105.6E3 |
| L _{spacing} | m | 2.100 | 2.100 |
| F _{max,tens} | kN | 404.0 | 538.0 |
| F _{max,comp} | kN | 1.000 | 1.000 |

1.1.2 General information

General information

Project

Filename NV02_BORZOLI_2m_GA.PLX

Directory J:\352.08 - COCIV - PROGETTO COSTRUTTIVO\02_LOTTO1\NV02\GASE - IMBOCCO LATO BORZOLI\03_GALLERIA_ARTIFICIALE\FILE_PLAXIS\NV02_BORZOLI_2m_GA.P2DAT\

Title borzoli_artificiale_01

General

Model Plane strain

Elements 15-Noded

Acceleration

Gravity angle -90.00°

x-acceleration 0.06300 G

y-acceleration 0.03150 G

Earth gravity 9.800 m/s²

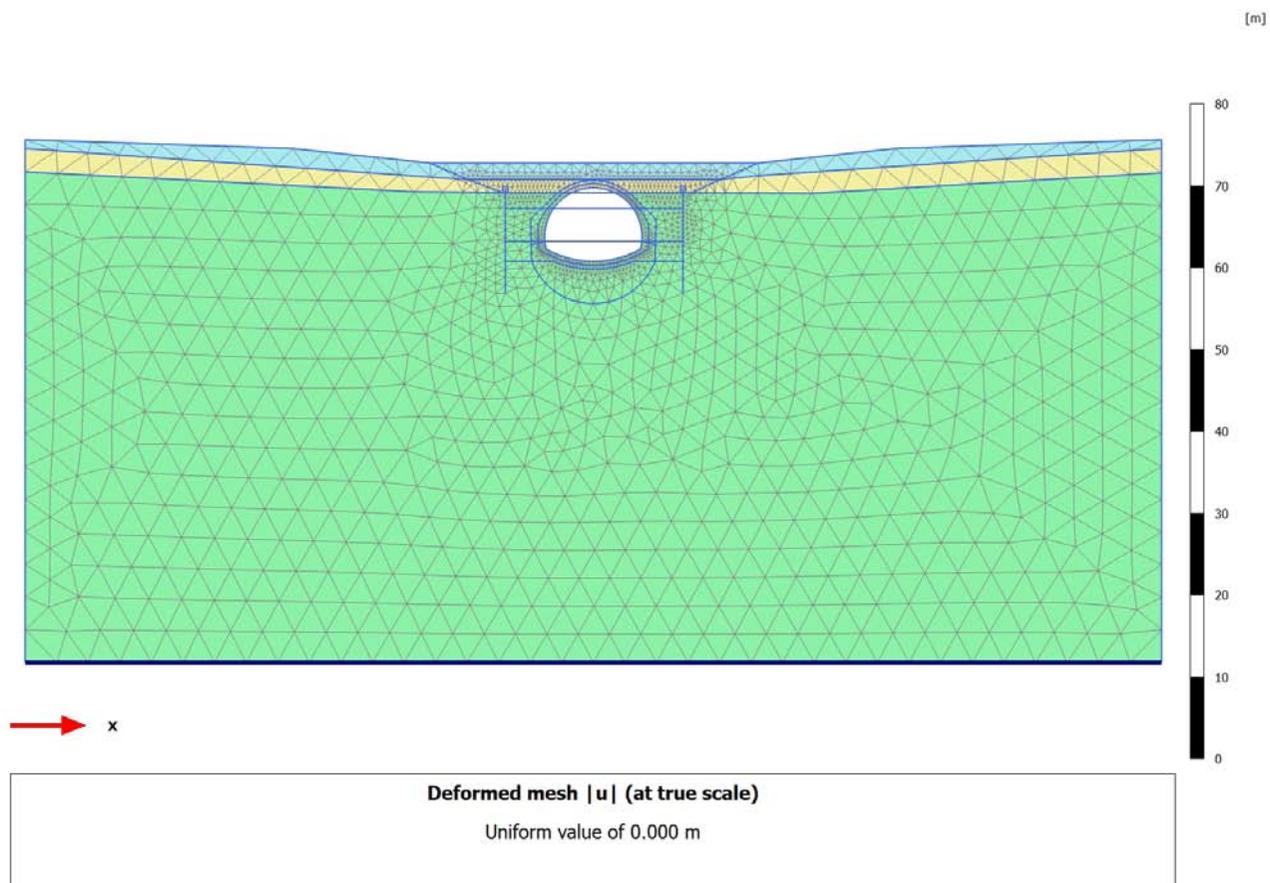
Mesh

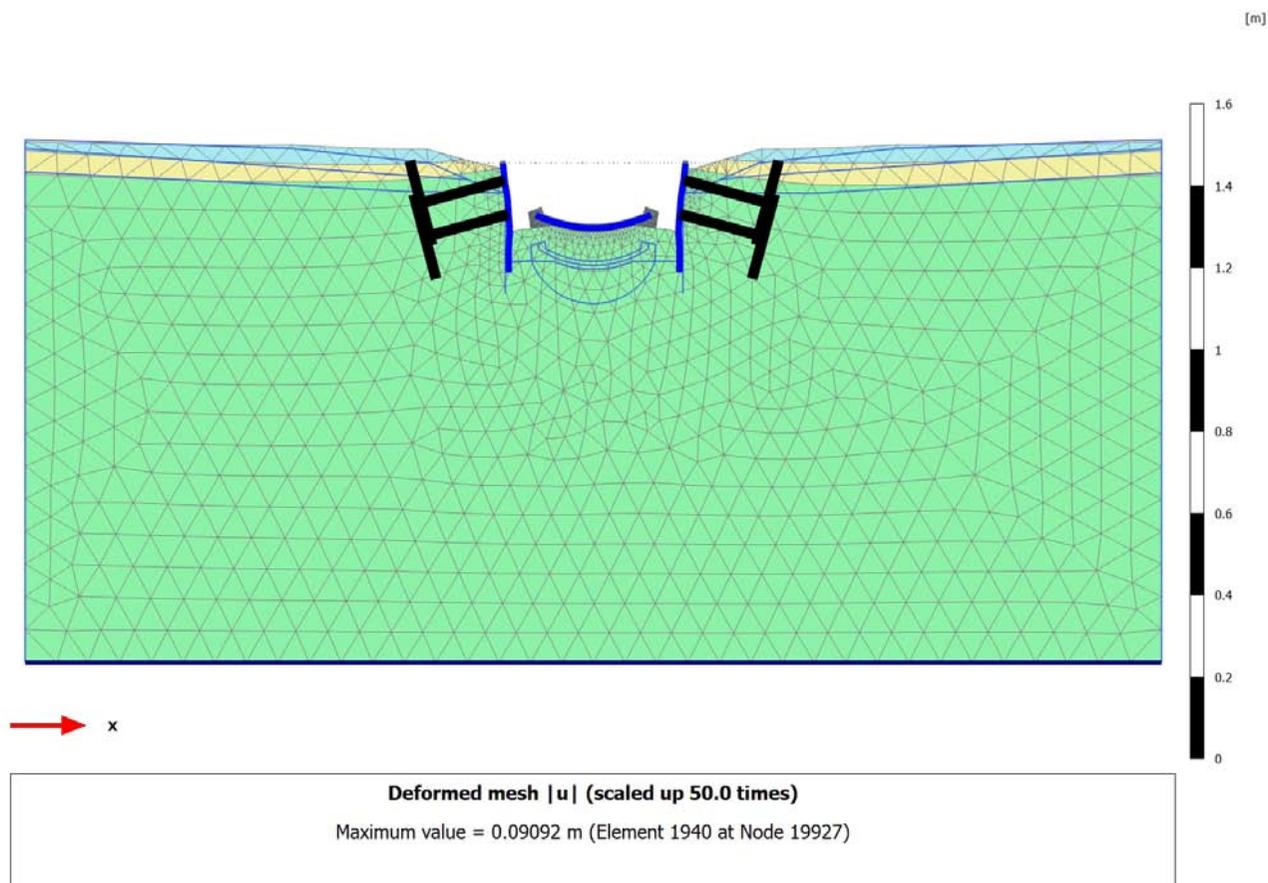
Nr of soil elements 4105

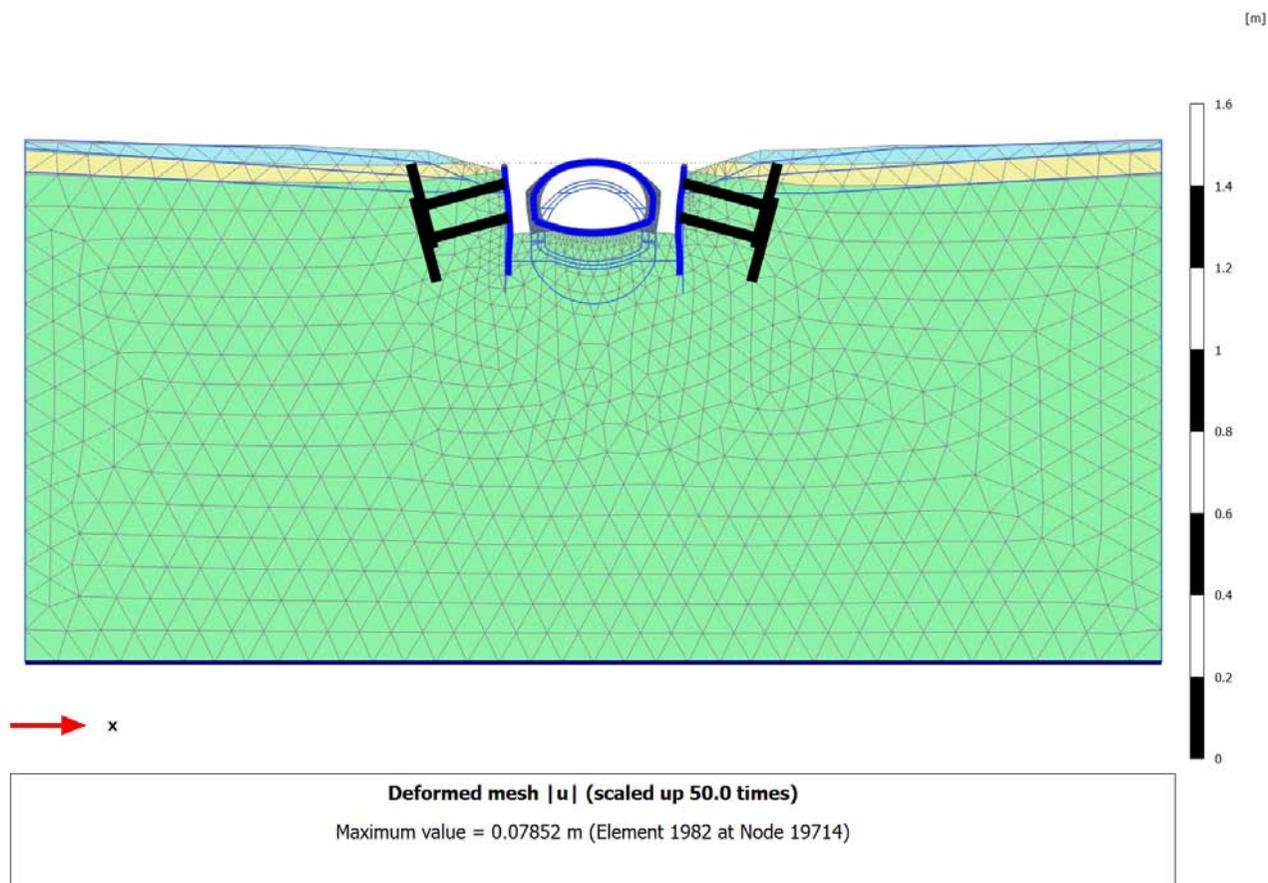
Nr of nodes 33079

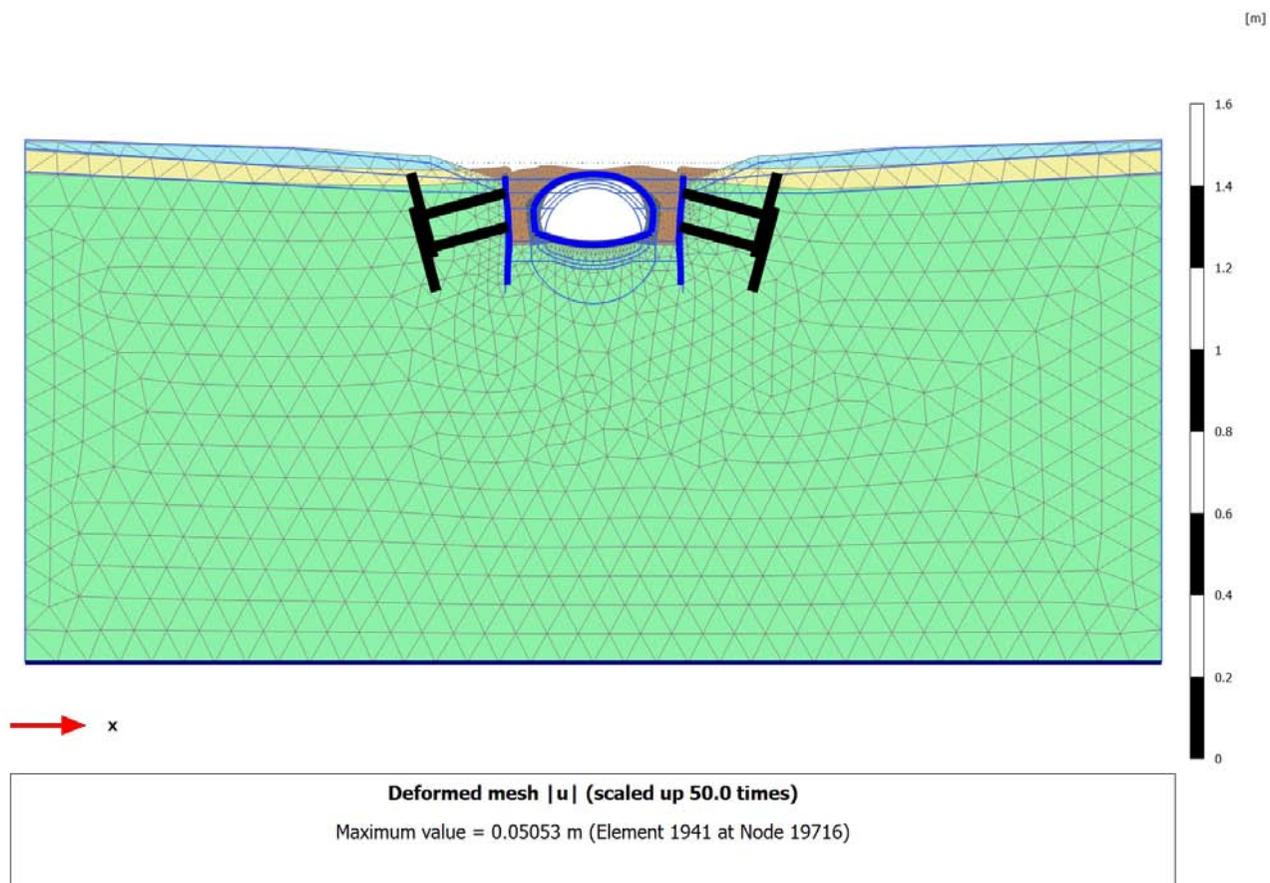
Average elem. size 1.476 m

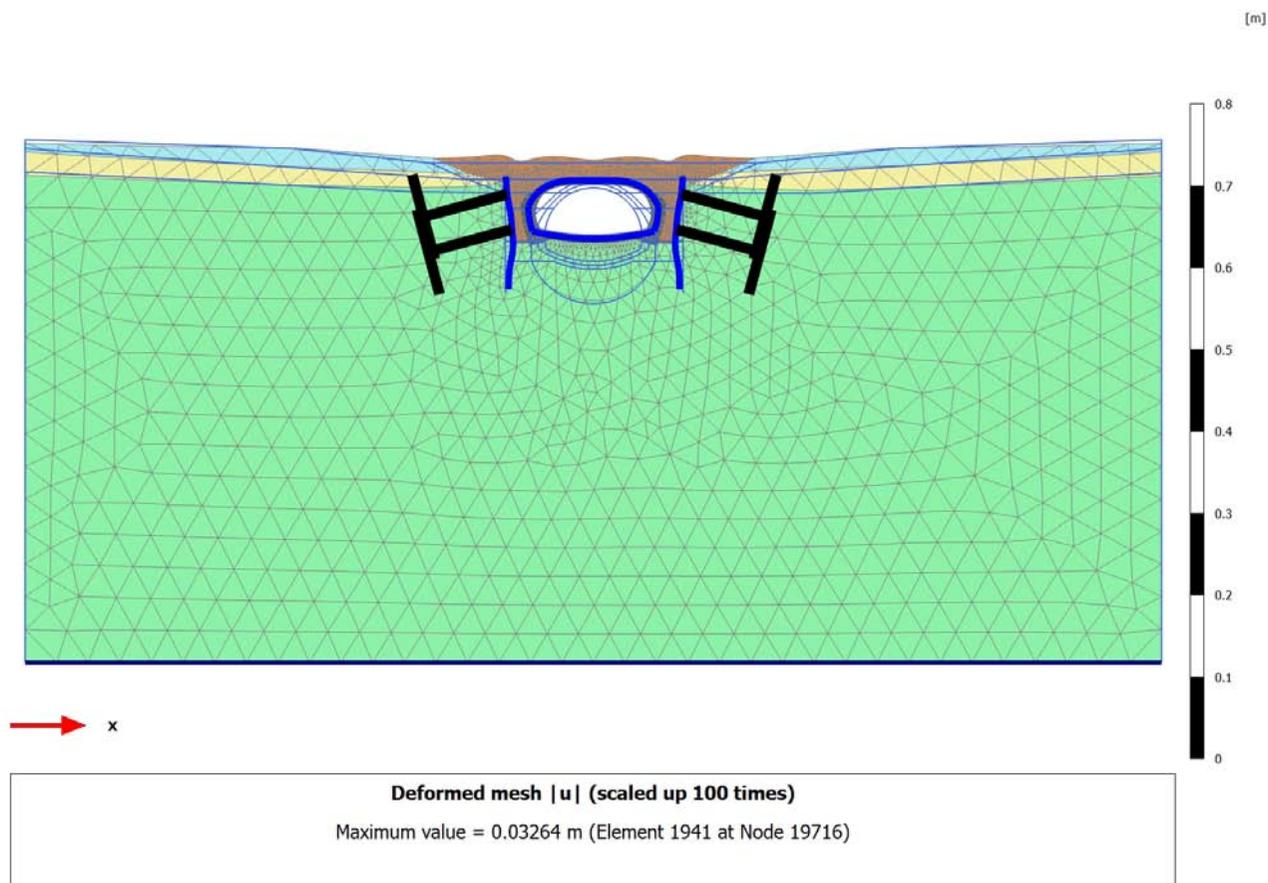
Comments

4.1.1 Calculation results, Initial phase (0/1), Deformed mesh $|u|$ 

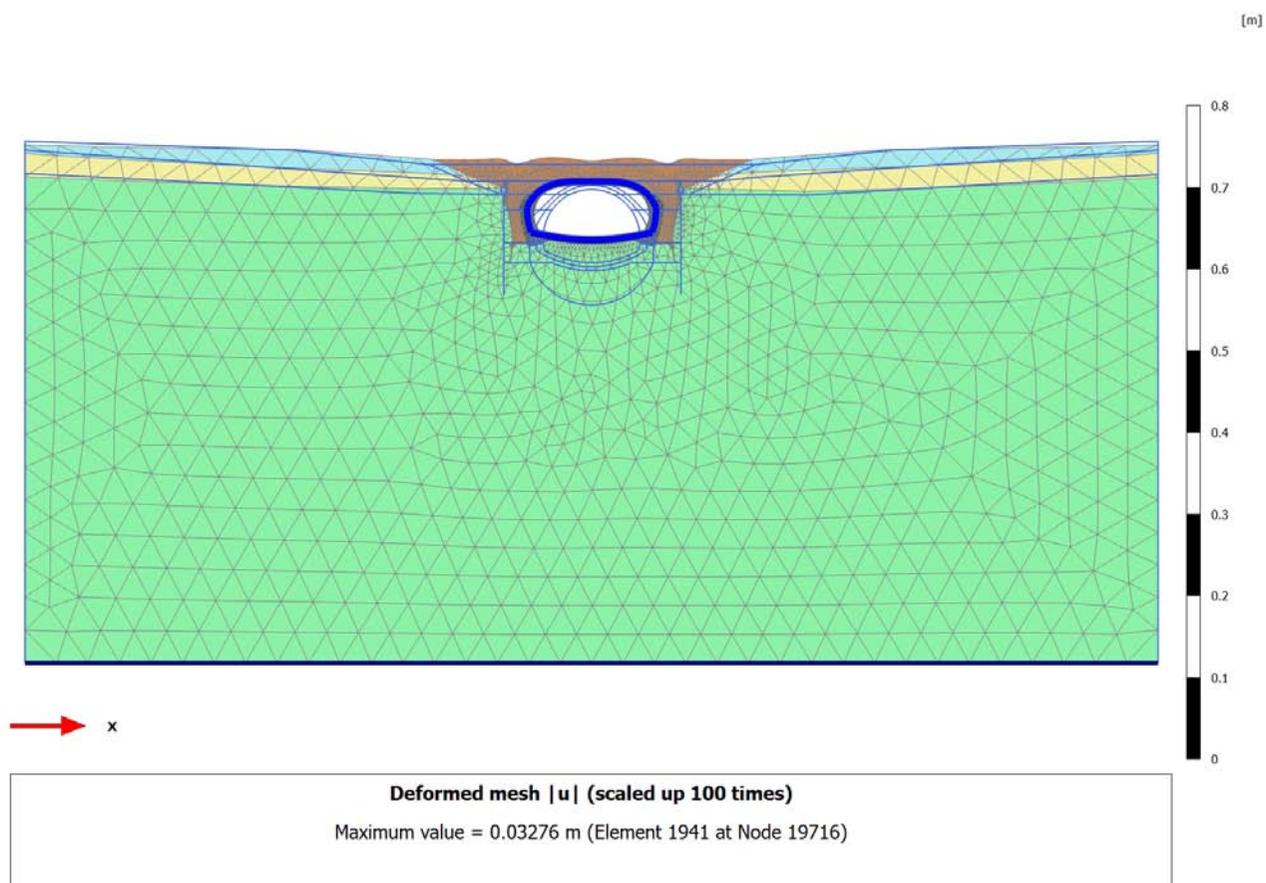
4.1.2 Calculation results, <Phase 9> (9/36), Deformed mesh $|u|$ 

4.1.3 Calculation results, <Phase 10> (10/39), Deformed mesh $|u|$ 

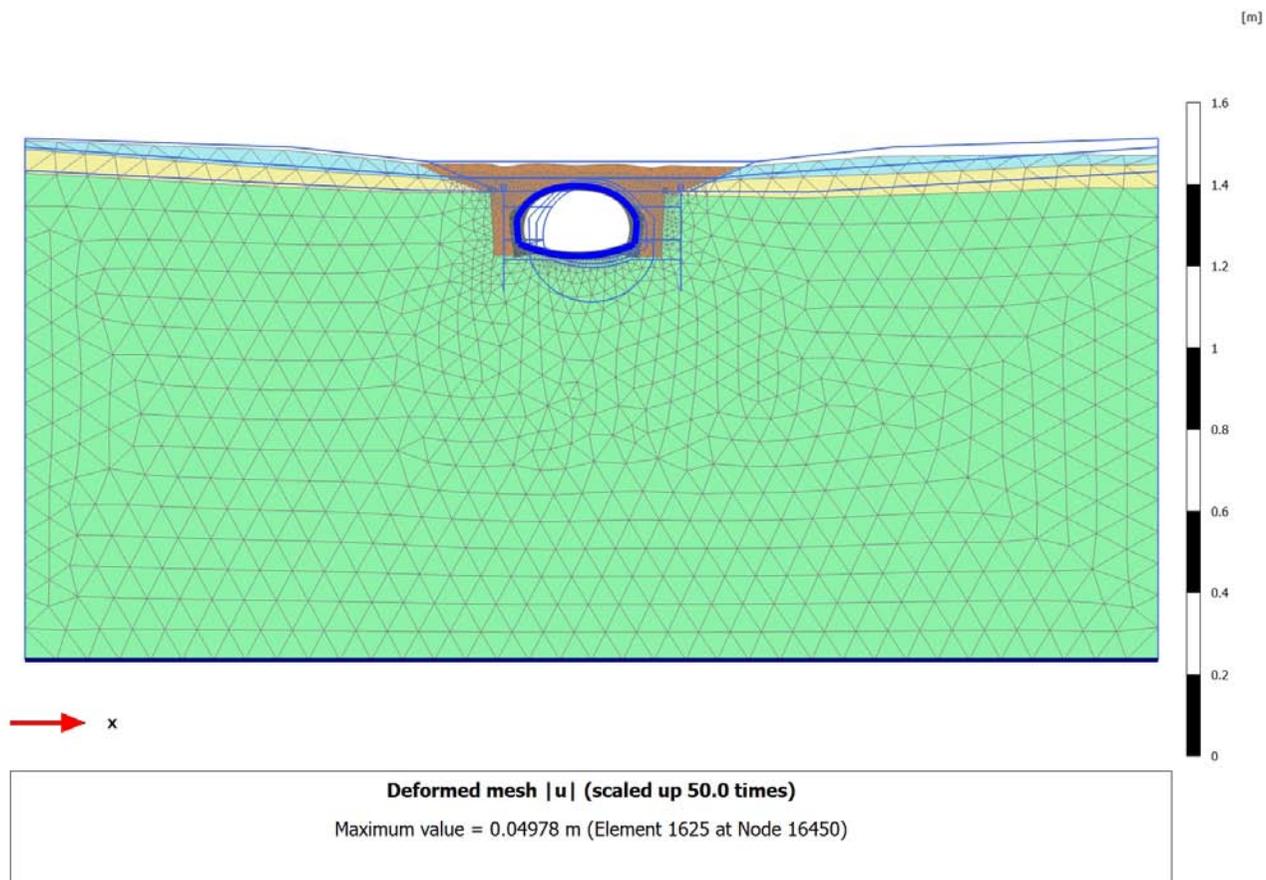
4.1.4 Calculation results, <Phase 11 > (11/83), Deformed mesh $|u|$ 

4.1.5 Calculation results, <Phase 12> (12/92), Deformed mesh $|u|$ 

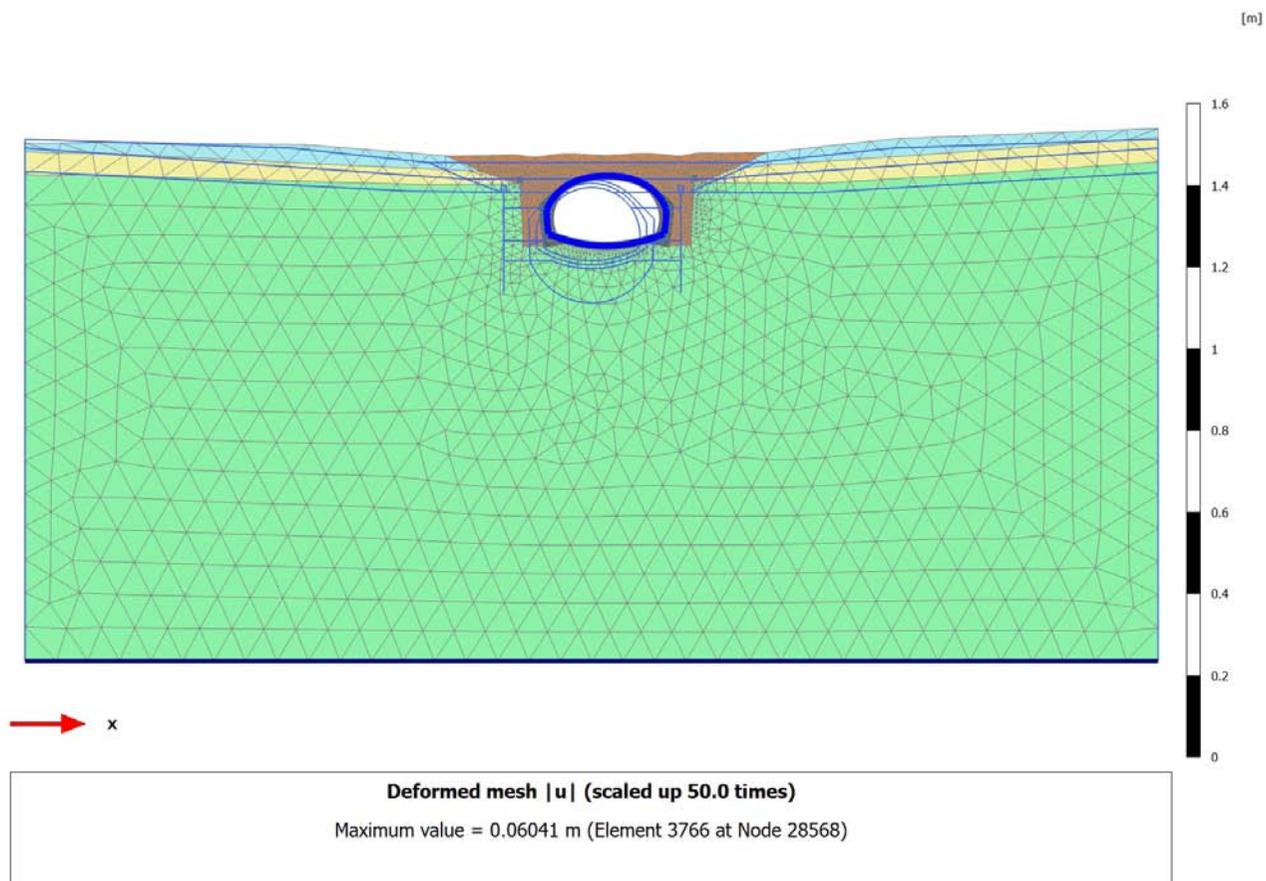
4.1.6 Calculation results, <Phase 13LT> (13/101), Deformed mesh |u|



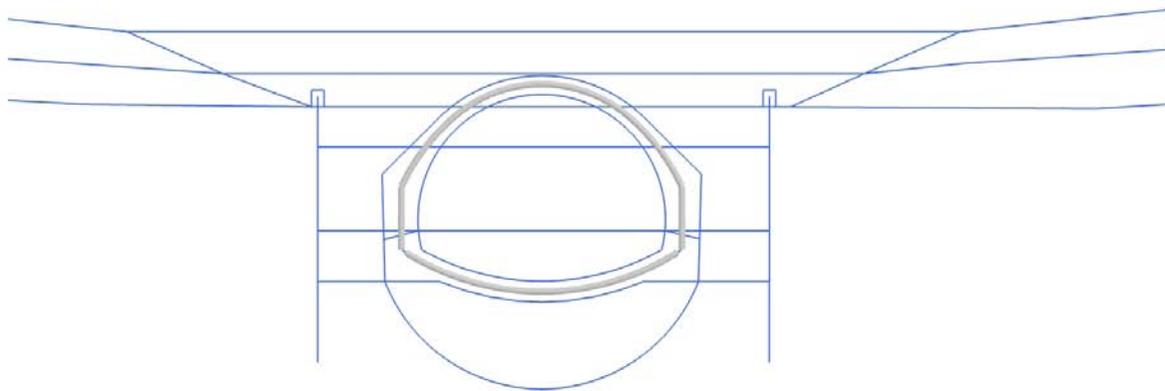
4.1.7 Calculation results, <Phase 14A> (14/110), Deformed mesh |u|



4.1.8 Calculation results, <Phase 14B> (15/121), Deformed mesh | u |

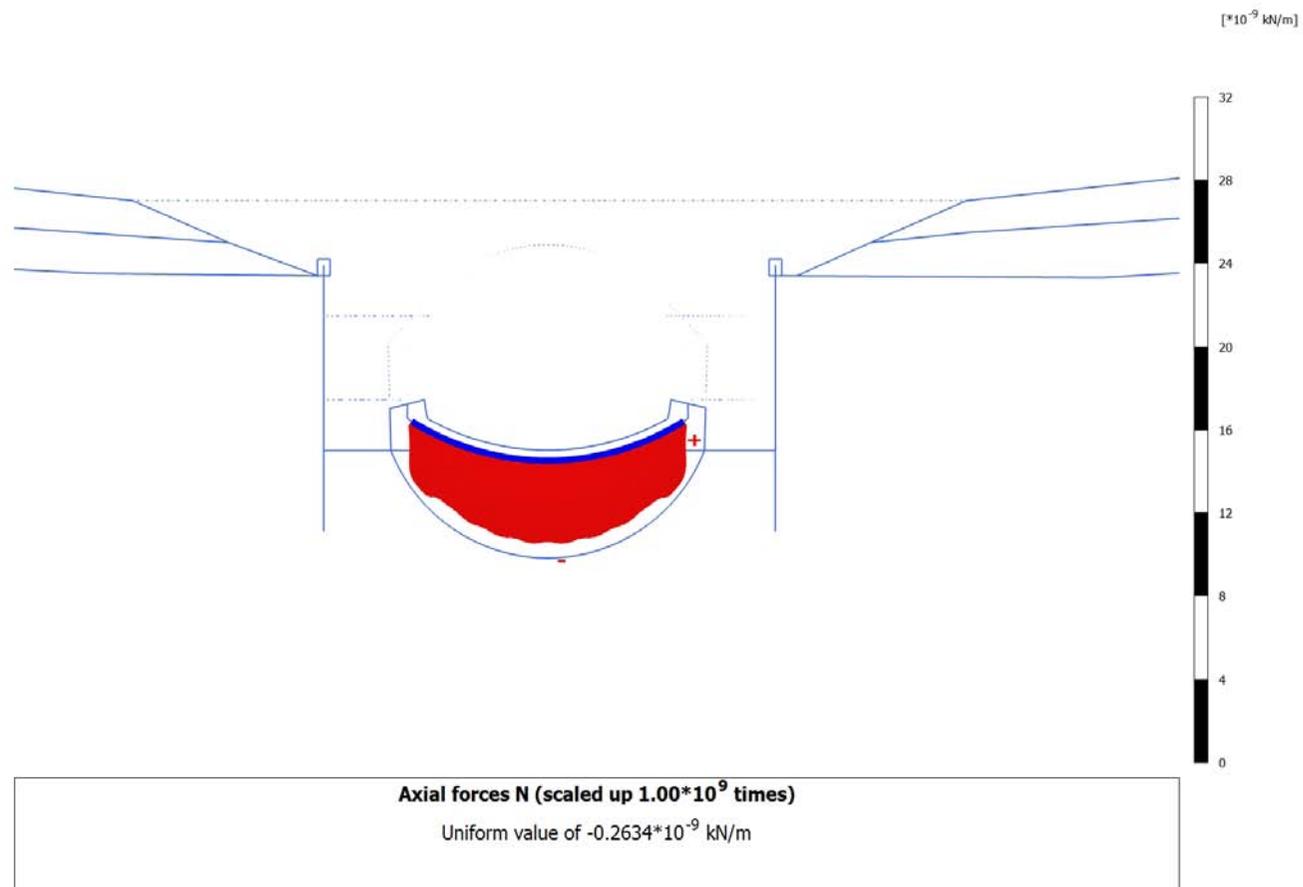


4.2.1 Calculation results, Plate, Initial phase (0/1), Axial forces N

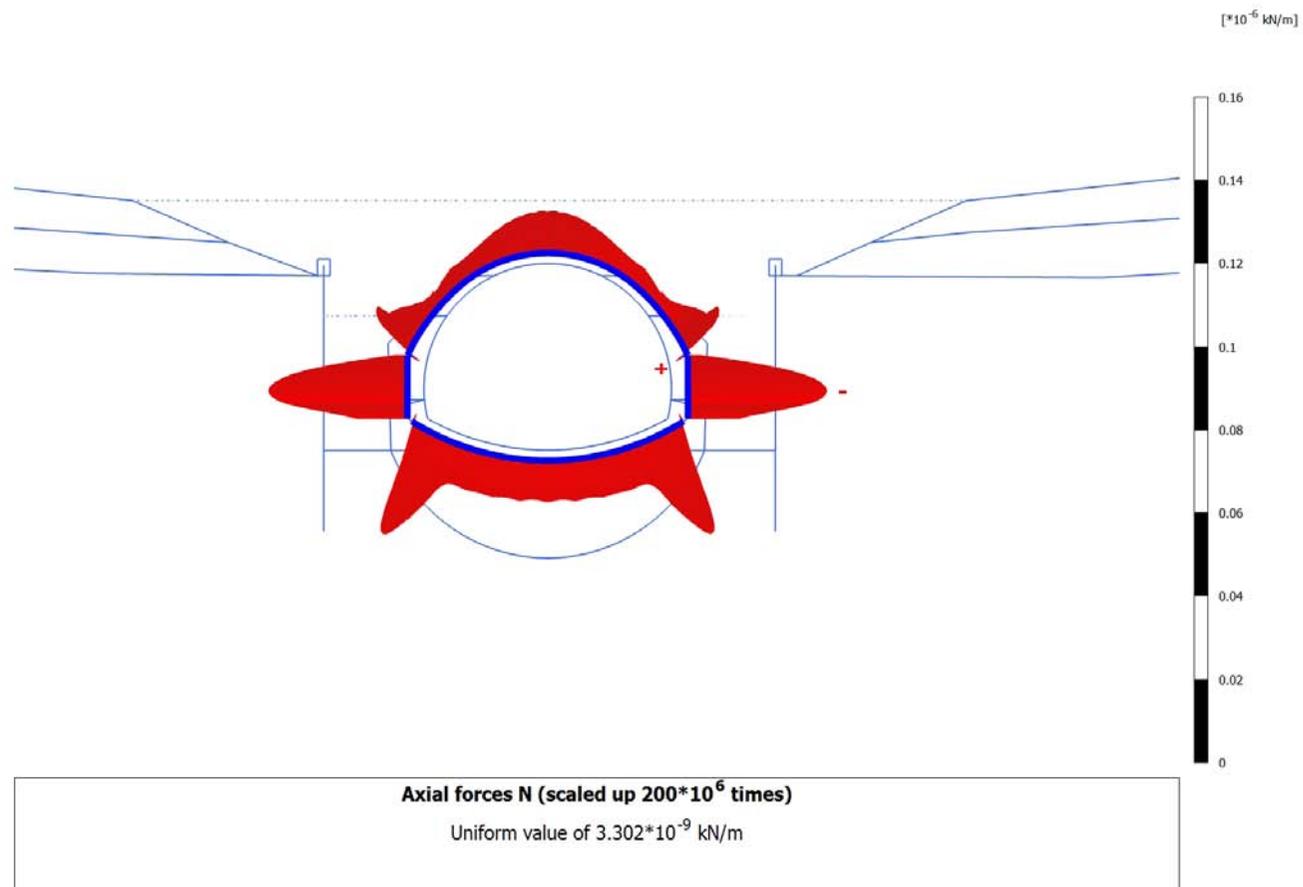


Axial forces N (scaled up 1.00 times)
No results

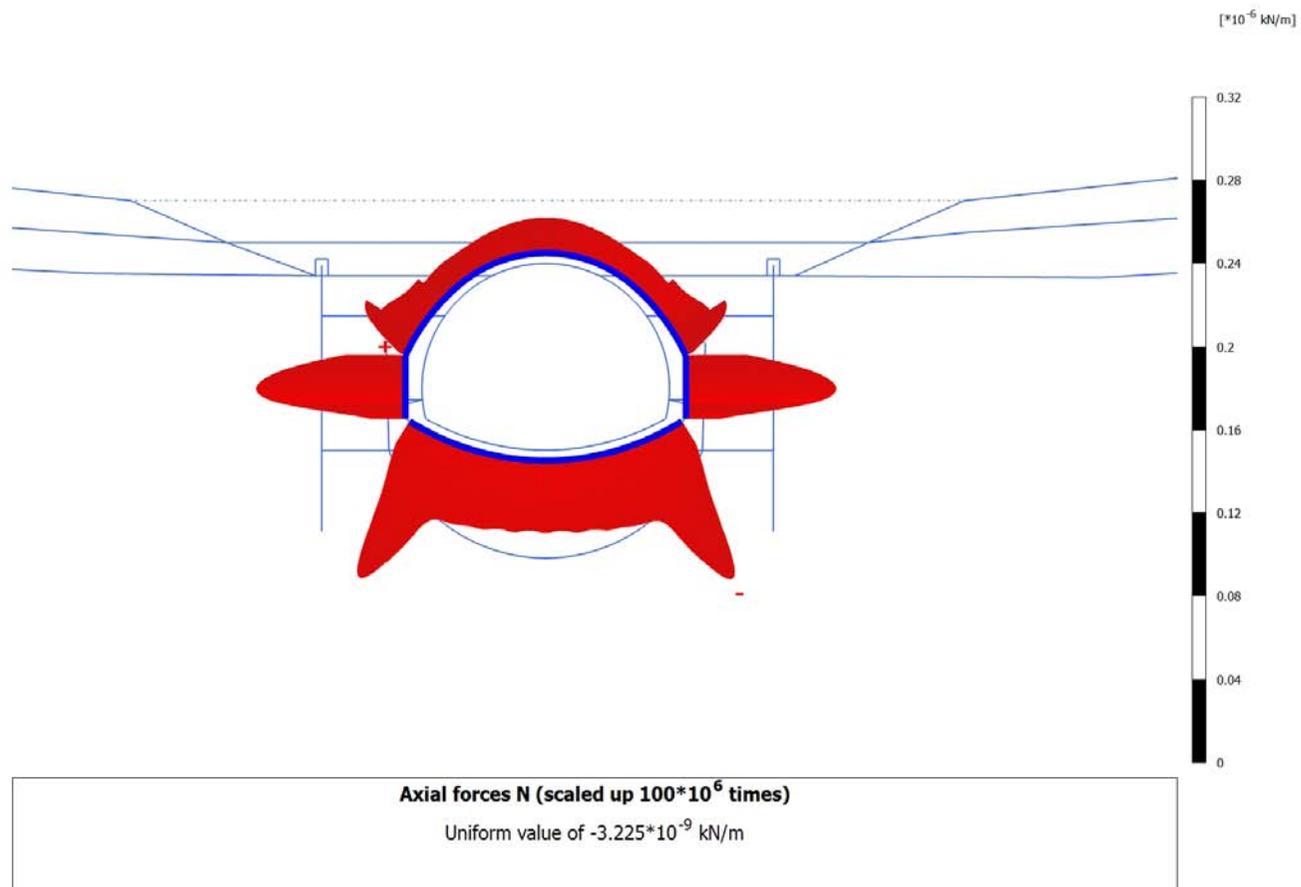
4.2.2 Calculation results, Plate, <Phase 9> (9/36), Axial forces N



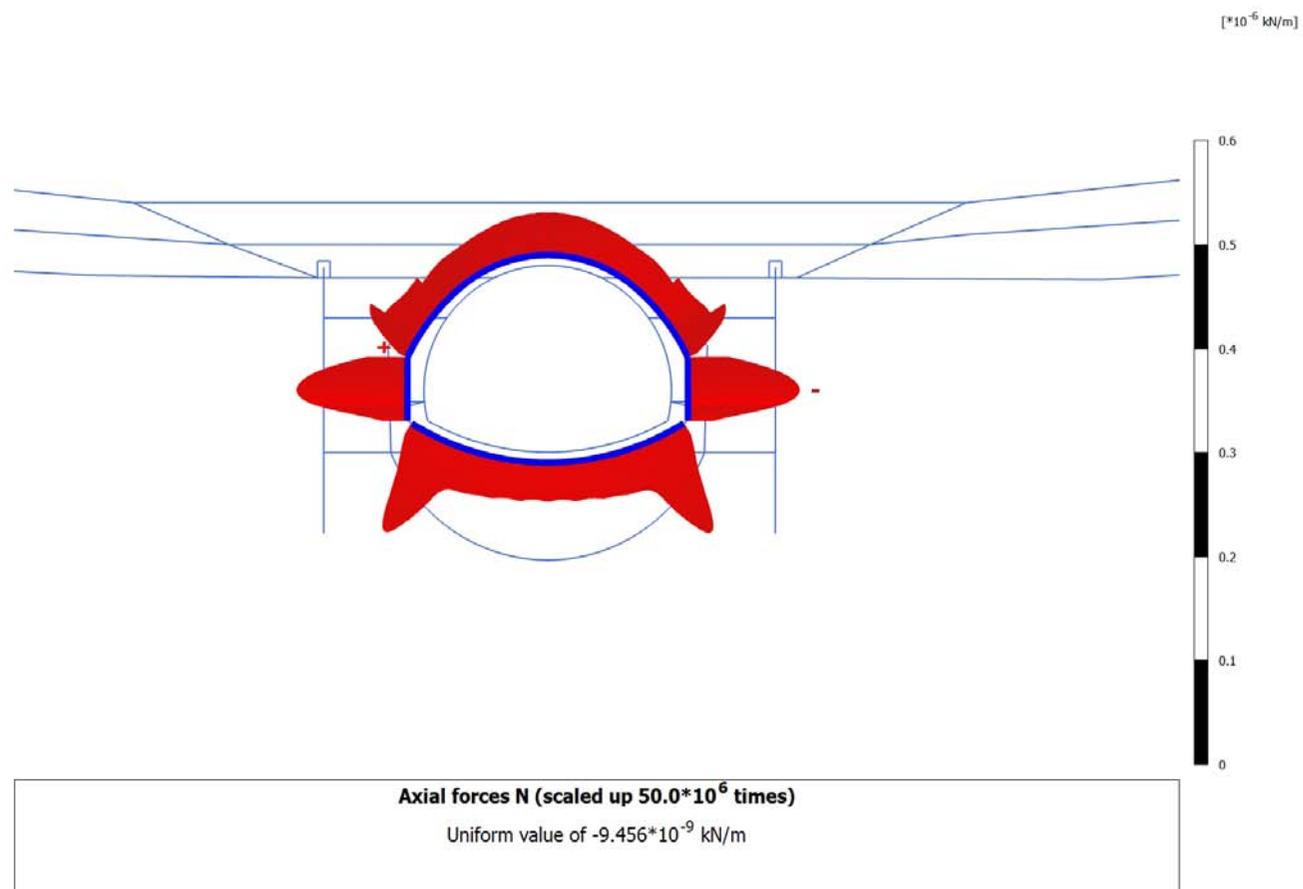
4.2.3 Calculation results, Plate, <Phase 10> (10/39), Axial forces N



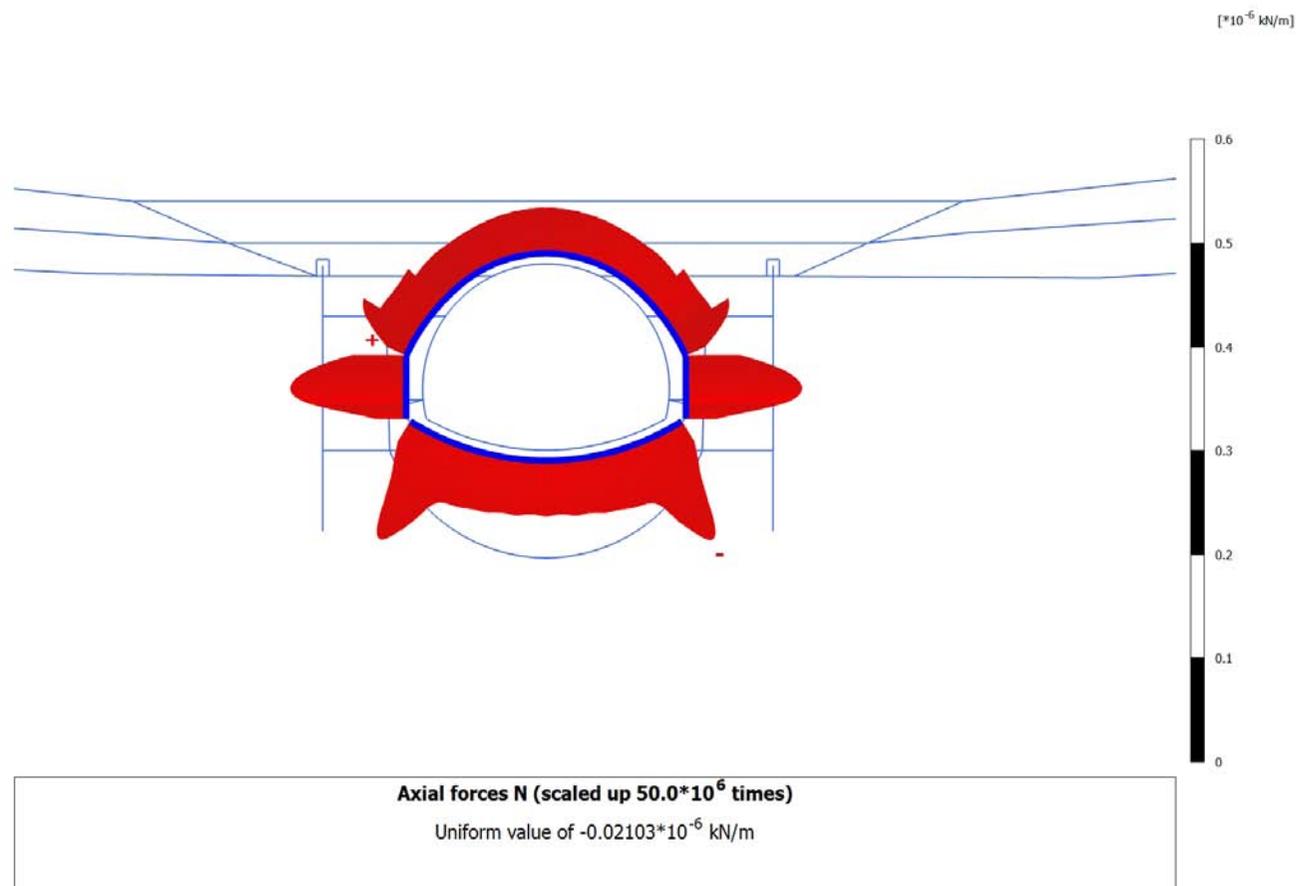
4.2.4 Calculation results, Plate, <Phase 11 > (11/83), Axial forces N



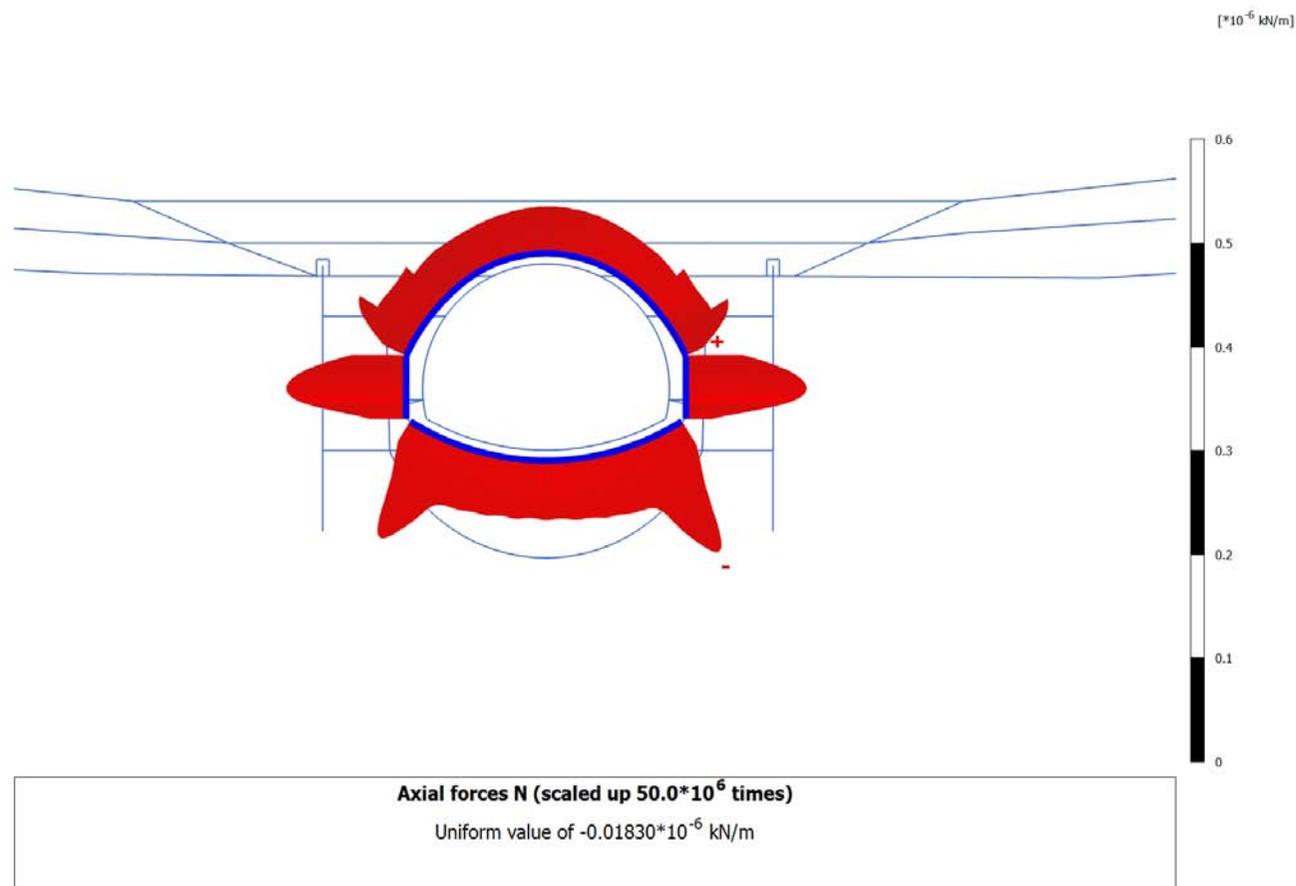
4.2.5 Calculation results, Plate, <Phase 12> (12/92), Axial forces N



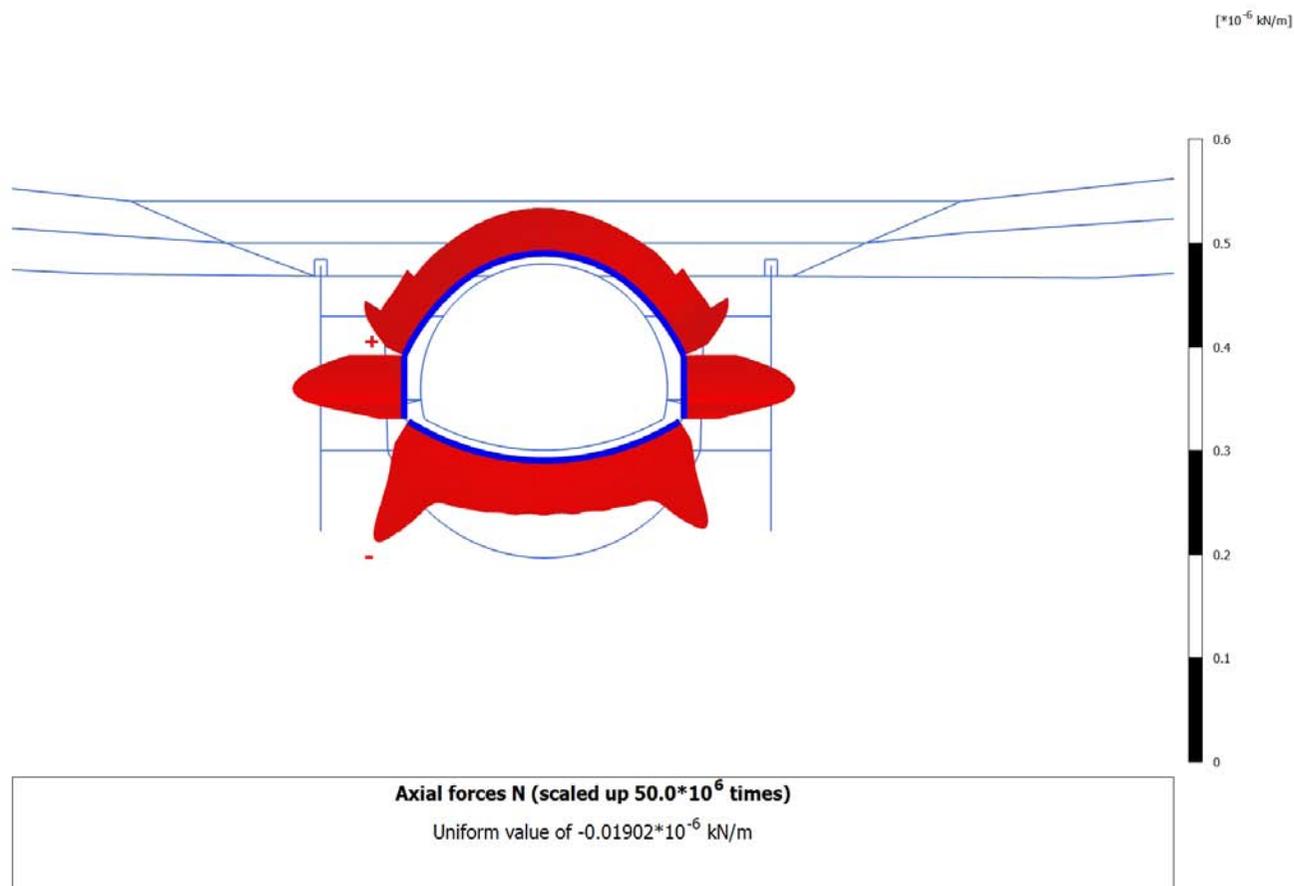
4.2.6 Calculation results, Plate, <Phase 13LT> (13/101), Axial forces N



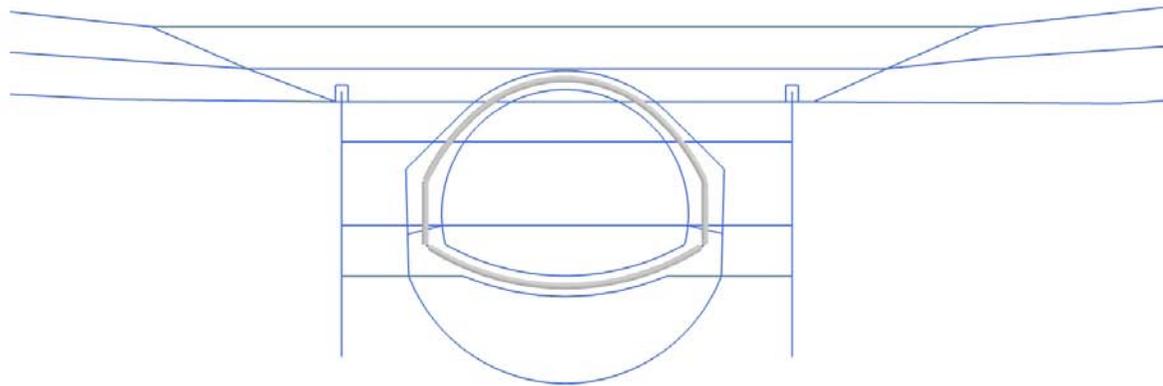
4.2.7 Calculation results, Plate, <Phase 14A> (14/110), Axial forces N



4.2.8 Calculation results, Plate, <Phase 14B> (15/121), Axial forces N

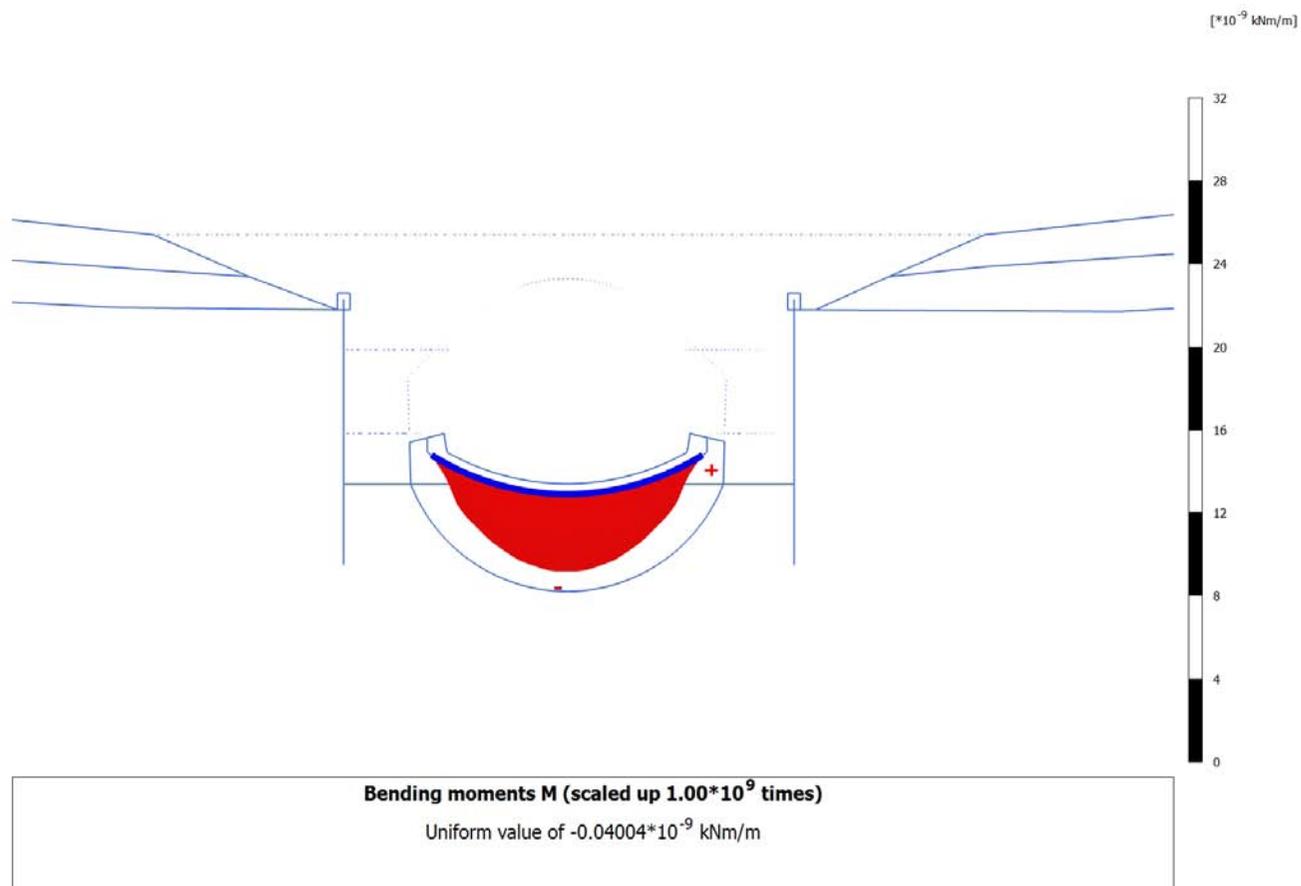


4.3.1 Calculation results, Plate, Initial phase (0/1), Bending moments M

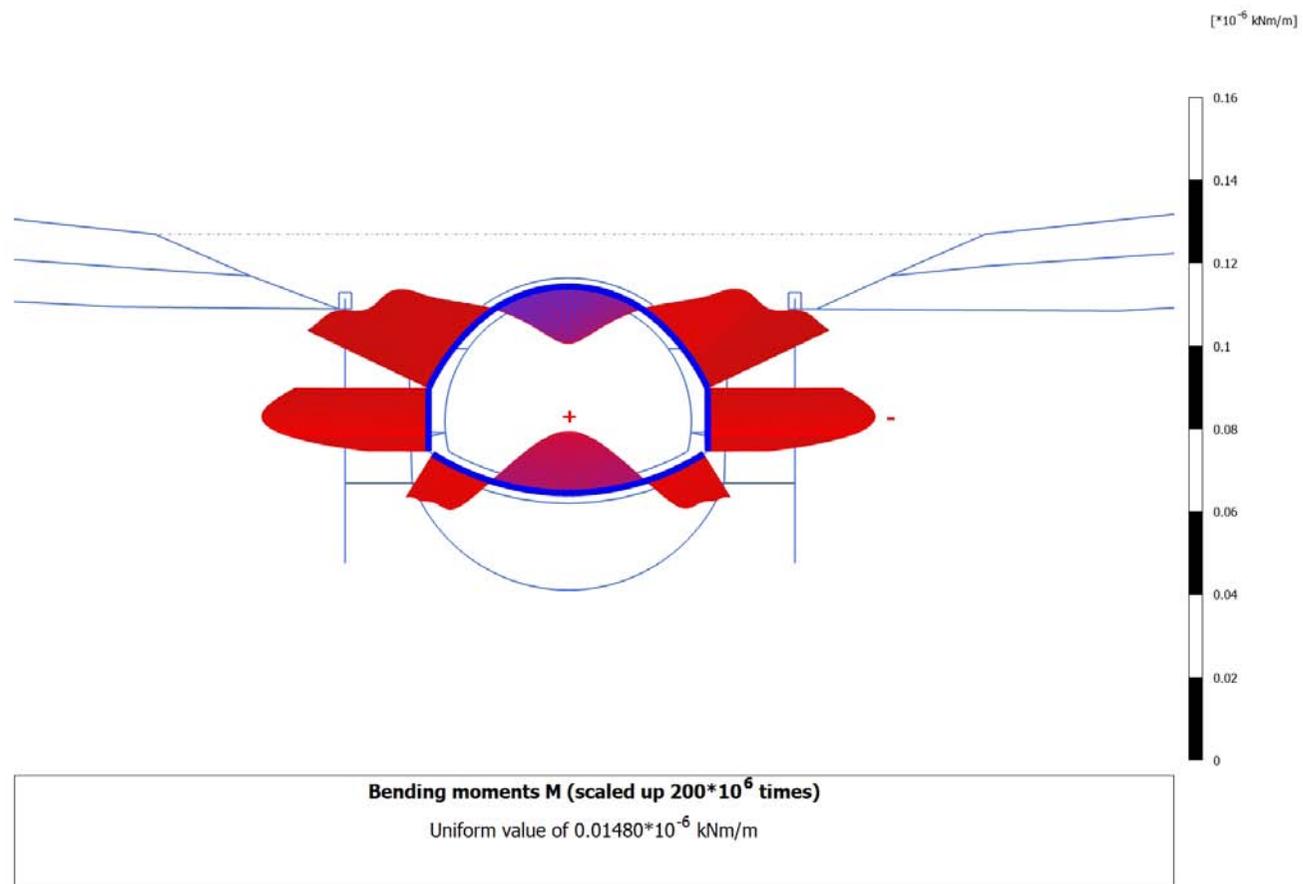


Bending moments M (scaled up 1.00 times)
No results

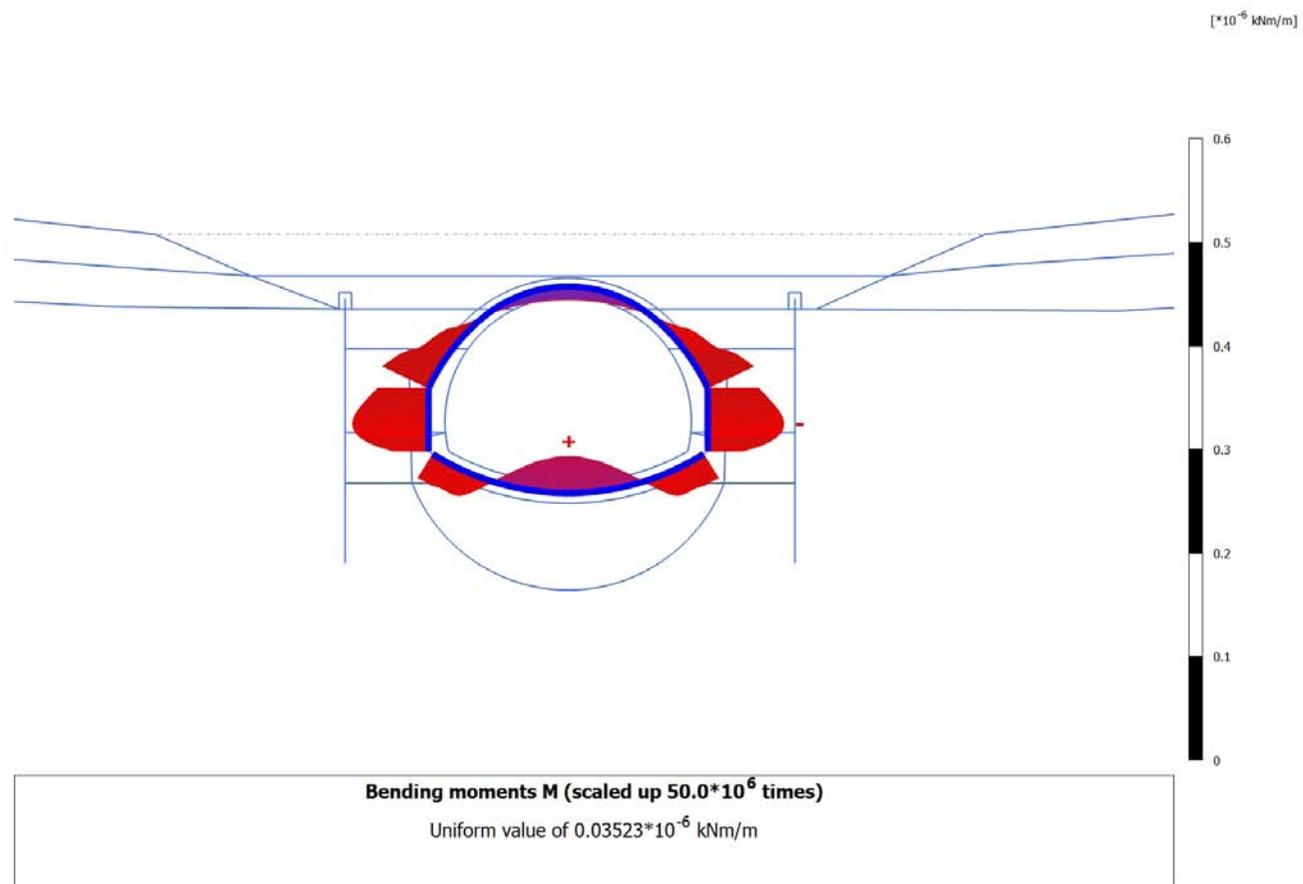
4.3.2 Calculation results, Plate, <Phase 9> (9/36), Bending moments M



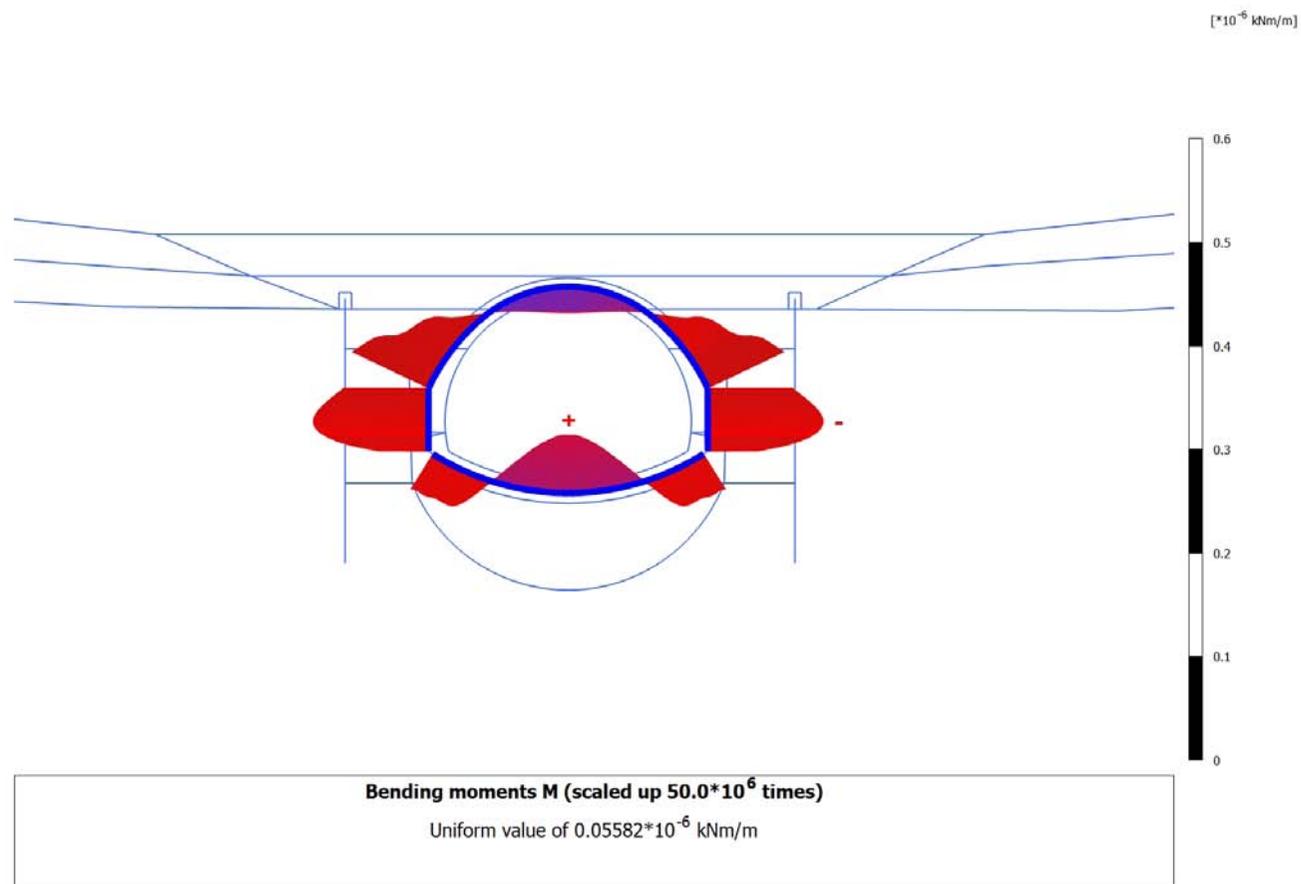
4.3.3 Calculation results, Plate, <Phase 10> (10/39), Bending moments M



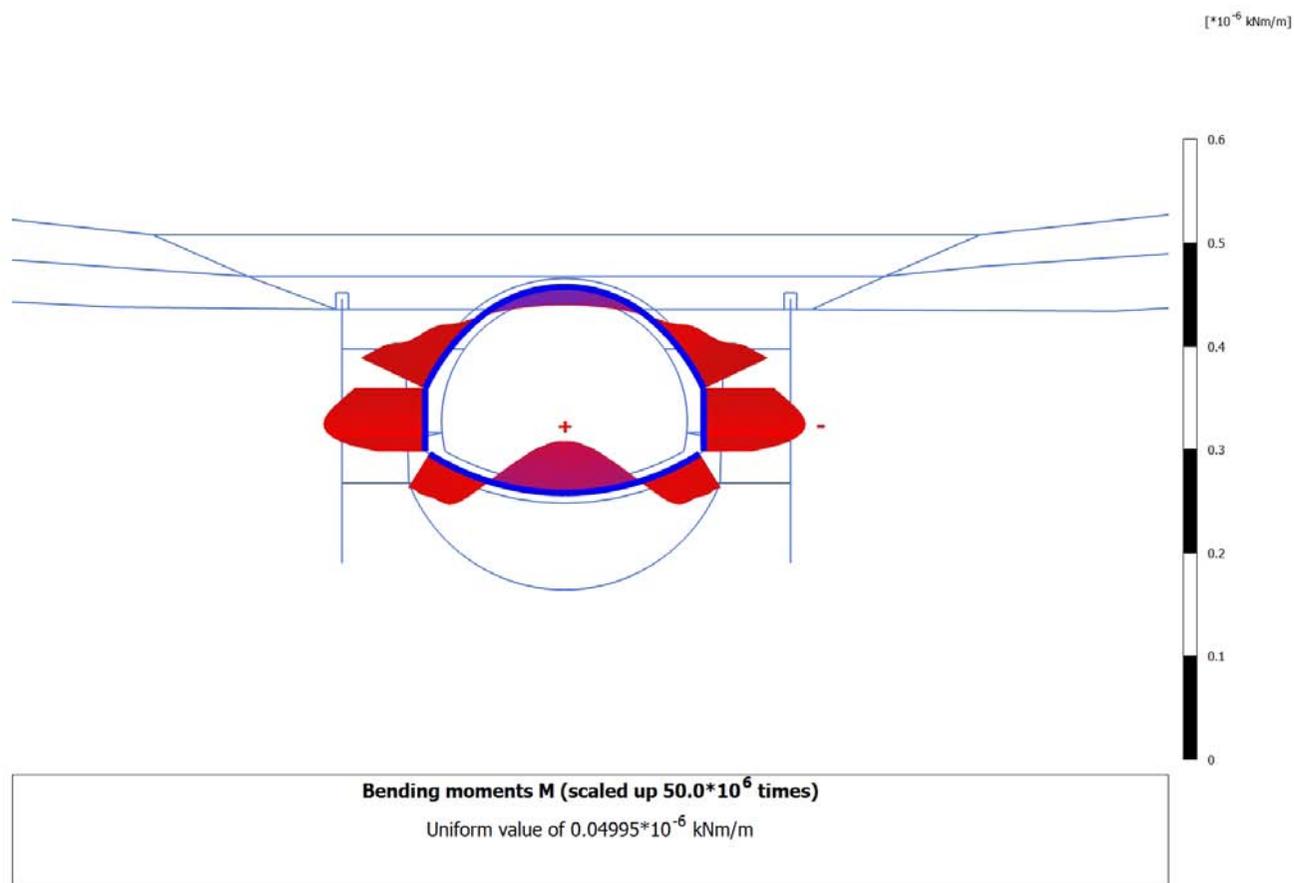
4.3.4 Calculation results, Plate, <Phase 11 > (11/83), Bending moments M



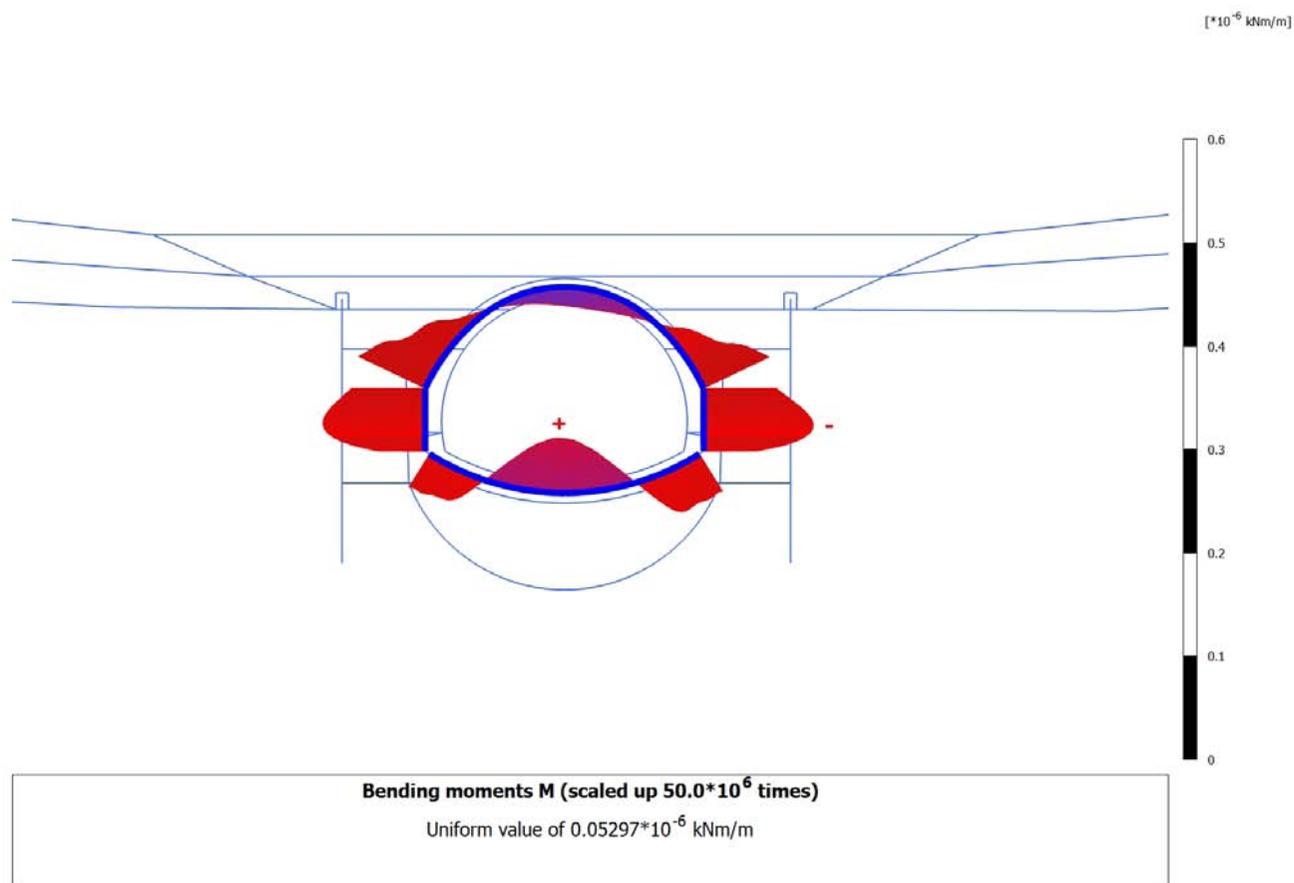
4.3.5 Calculation results, Plate, <Phase 12> (12/92), Bending moments M



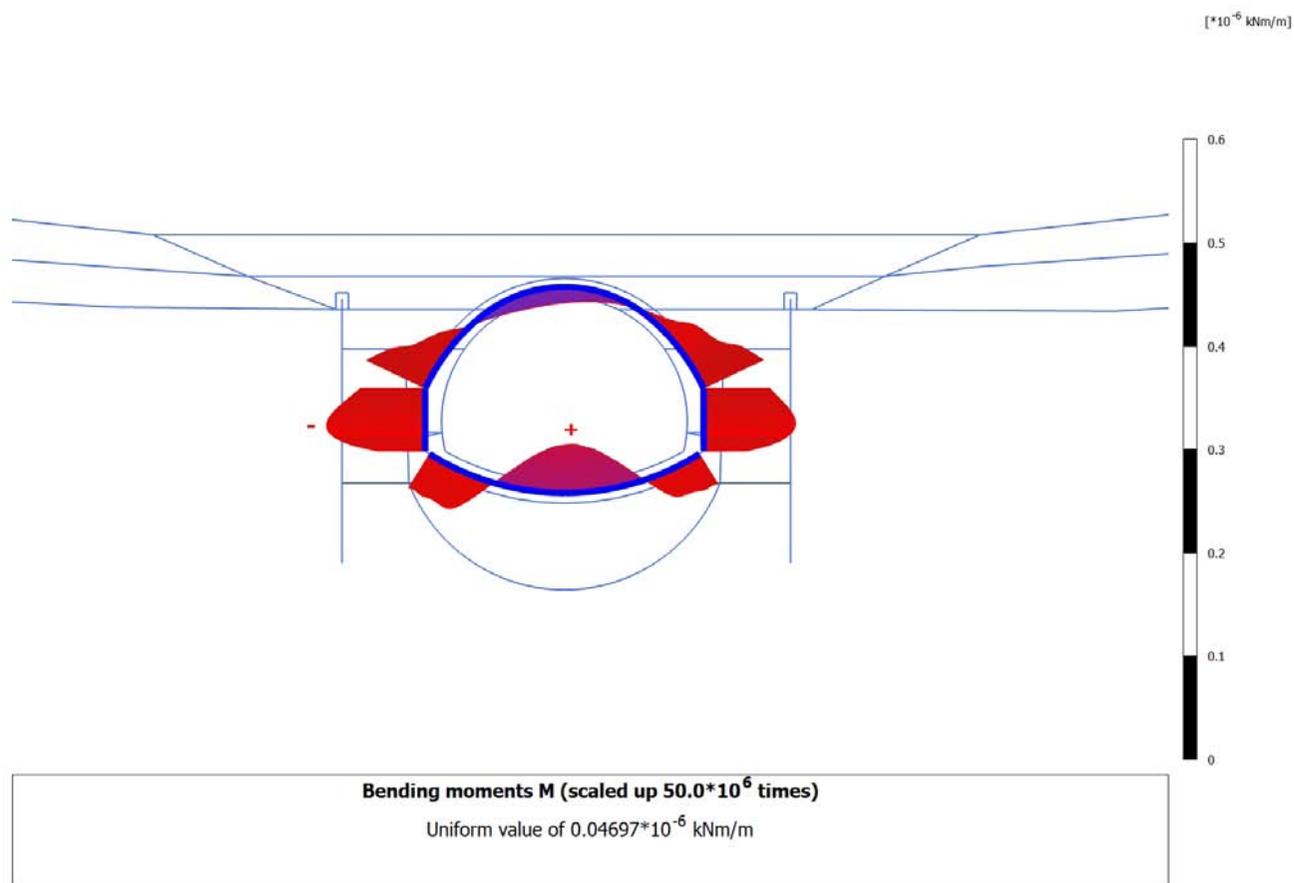
4.3.6 Calculation results, Plate, <Phase 13LT> (13/101), Bending moments M

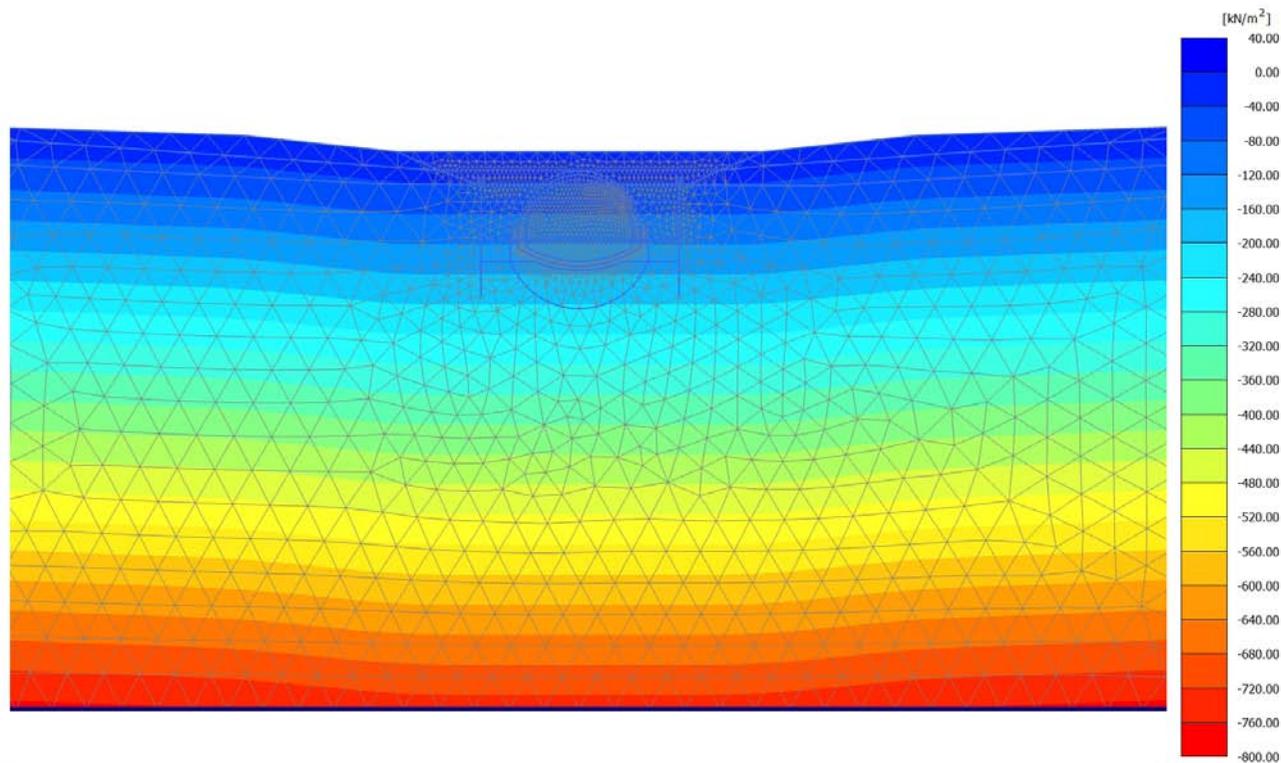


4.3.7 Calculation results, Plate, <Phase 14A> (14/110), Bending moments M



4.3.8 Calculation results, Plate, <Phase 14B> (15/121), Bending moments M

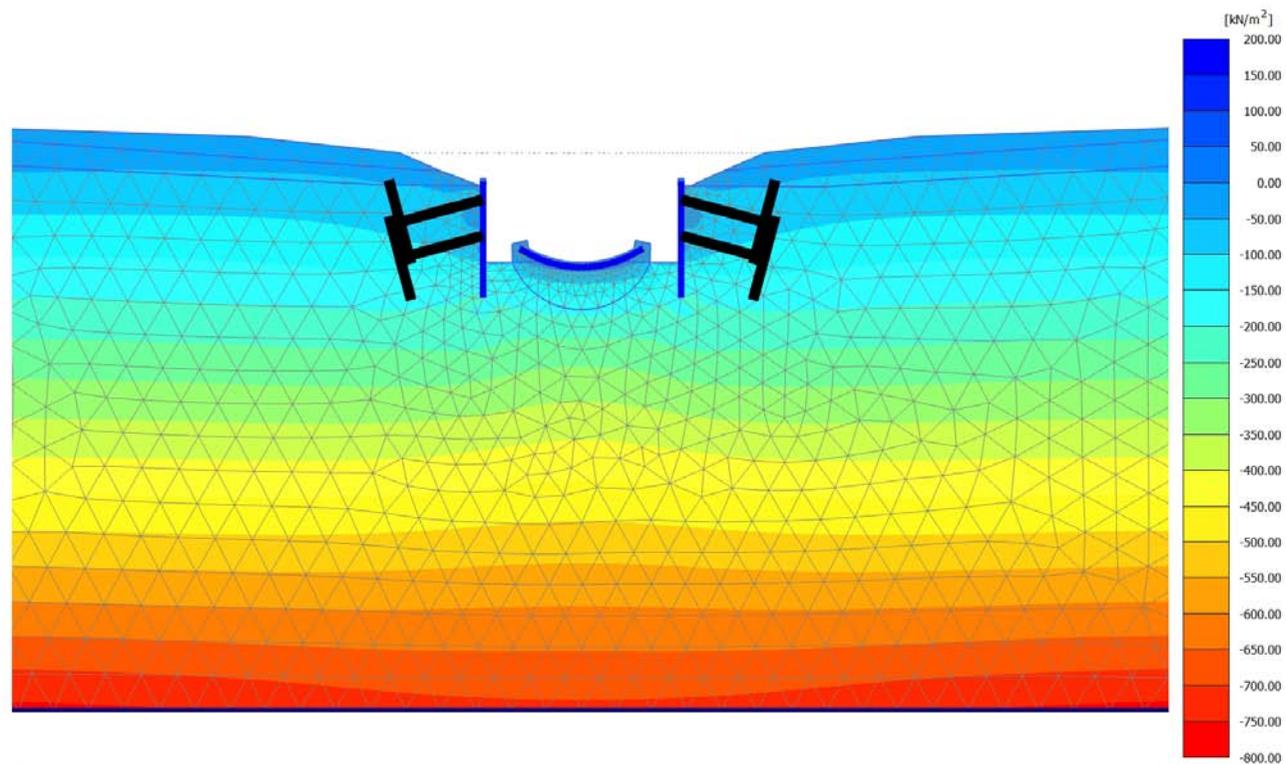


4.4.1 Calculation results, Initial phase (0/1), Cartesian effective stress σ'_{xx} 

Cartesian effective stress σ'_{xx}

Maximum value = $1.977 \cdot 10^{-3}$ kN/m² (Element 1543 at Node 11317)

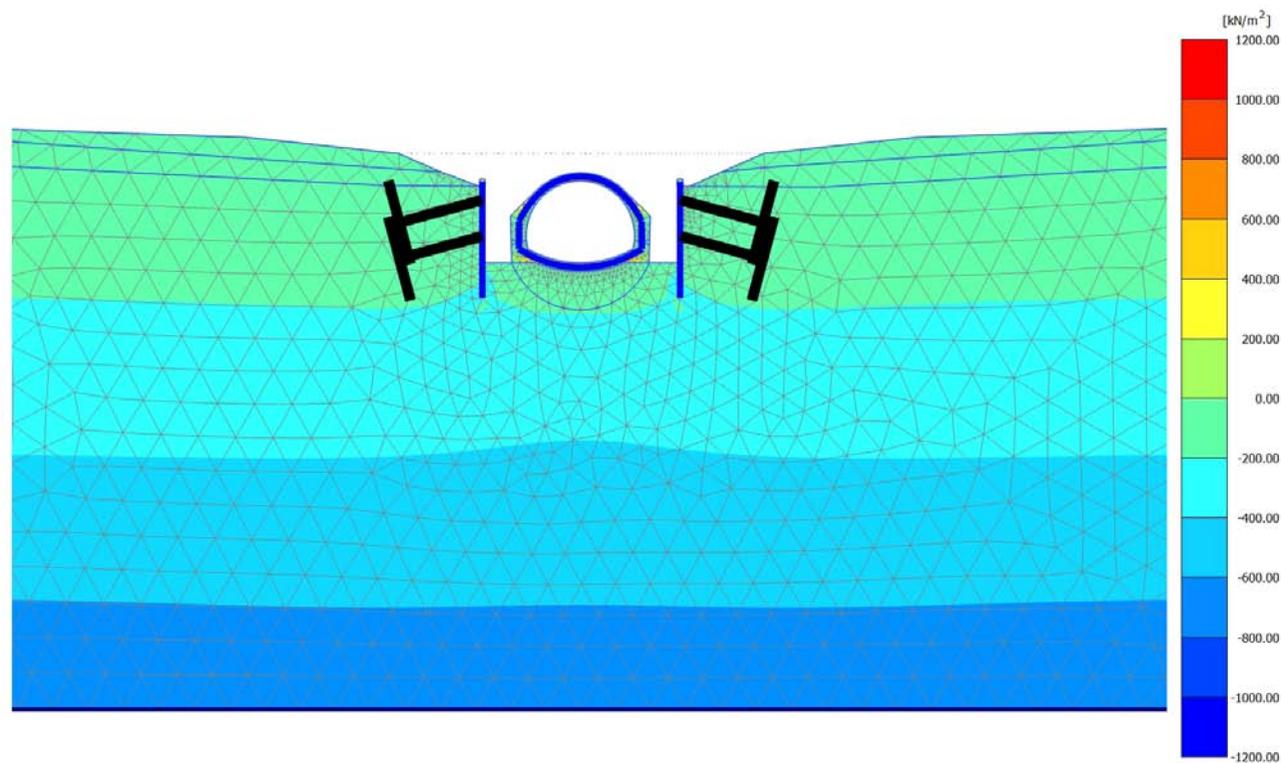
Minimum value = -773.8 kN/m² (Element 1 at Node 1)

4.4.2 Calculation results, <Phase 9> (9/36), Cartesian effective stress σ'_{xx} 

Cartesian effective stress σ'_{xx}

Maximum value = 176.8 kN/m² (Element 1910 at Node 18045)

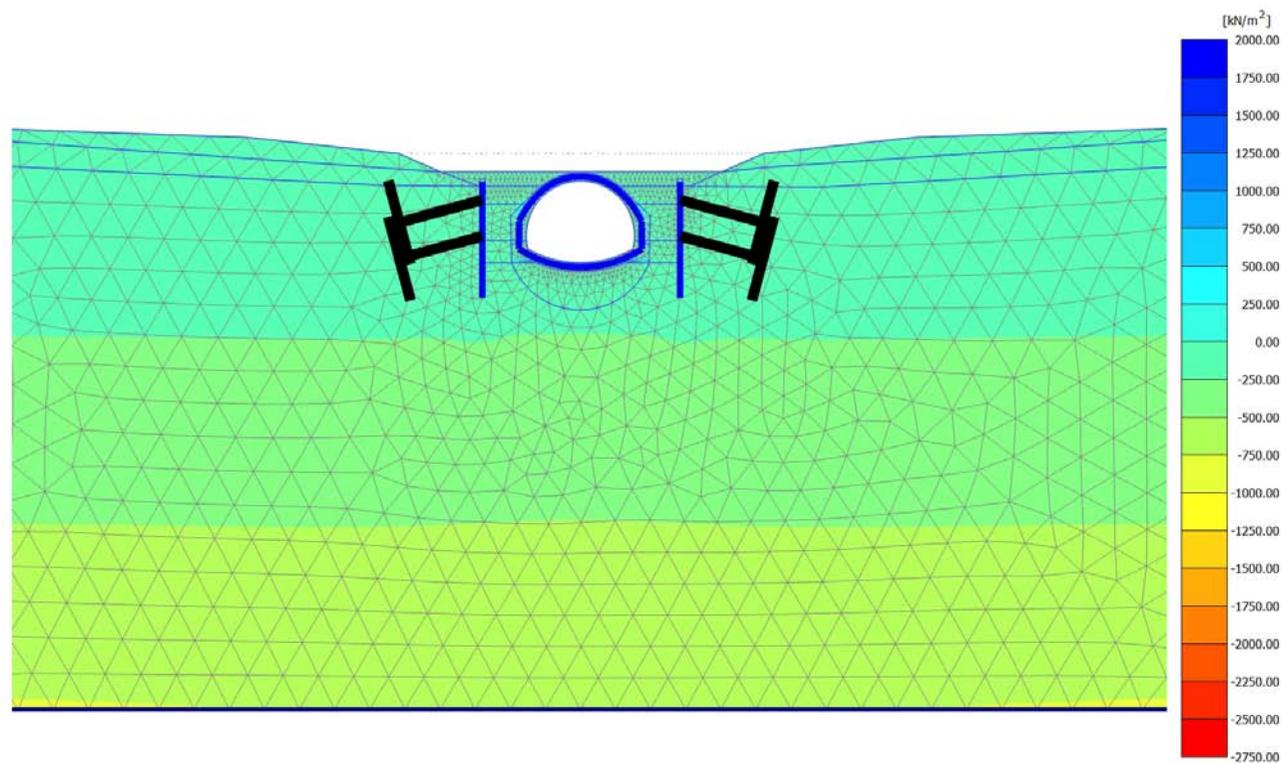
Minimum value = -765.3 kN/m² (Element 1 at Node 1)

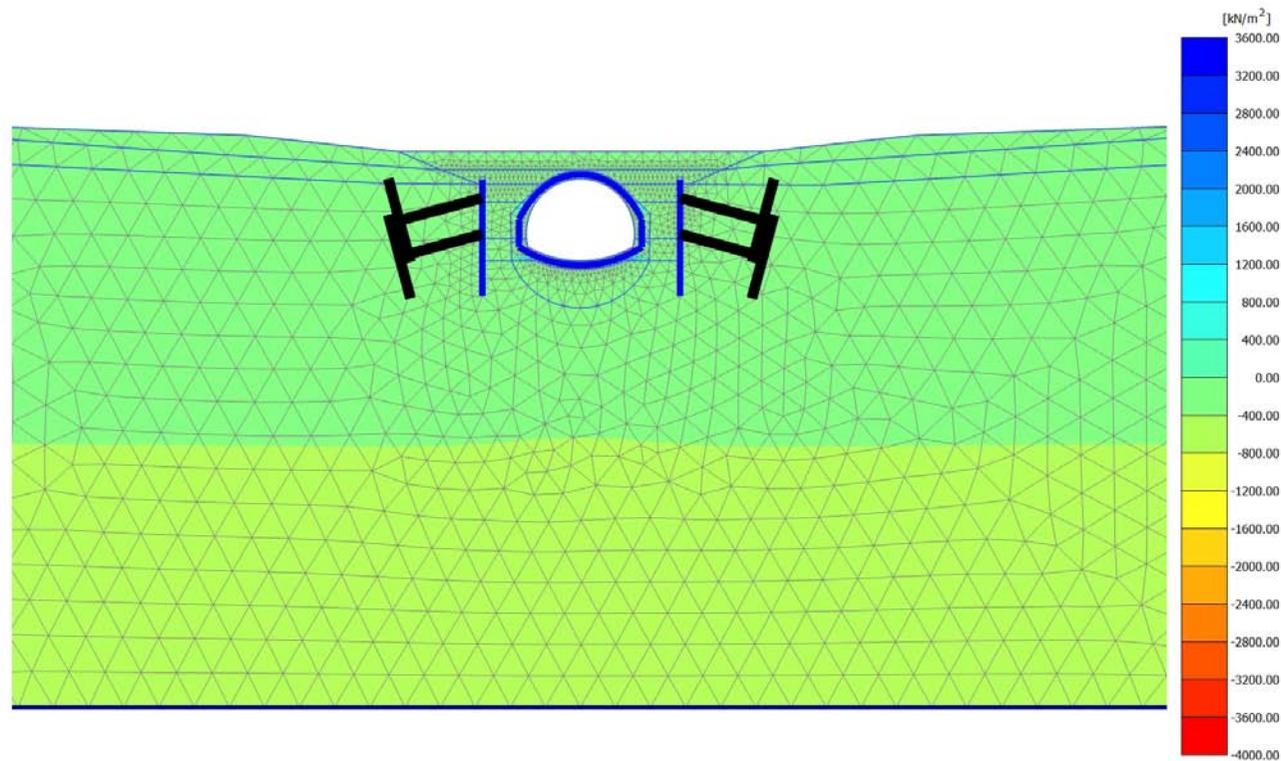
4.4.3 Calculation results, <Phase 10> (10/39), Cartesian effective stress σ'_{xx} 

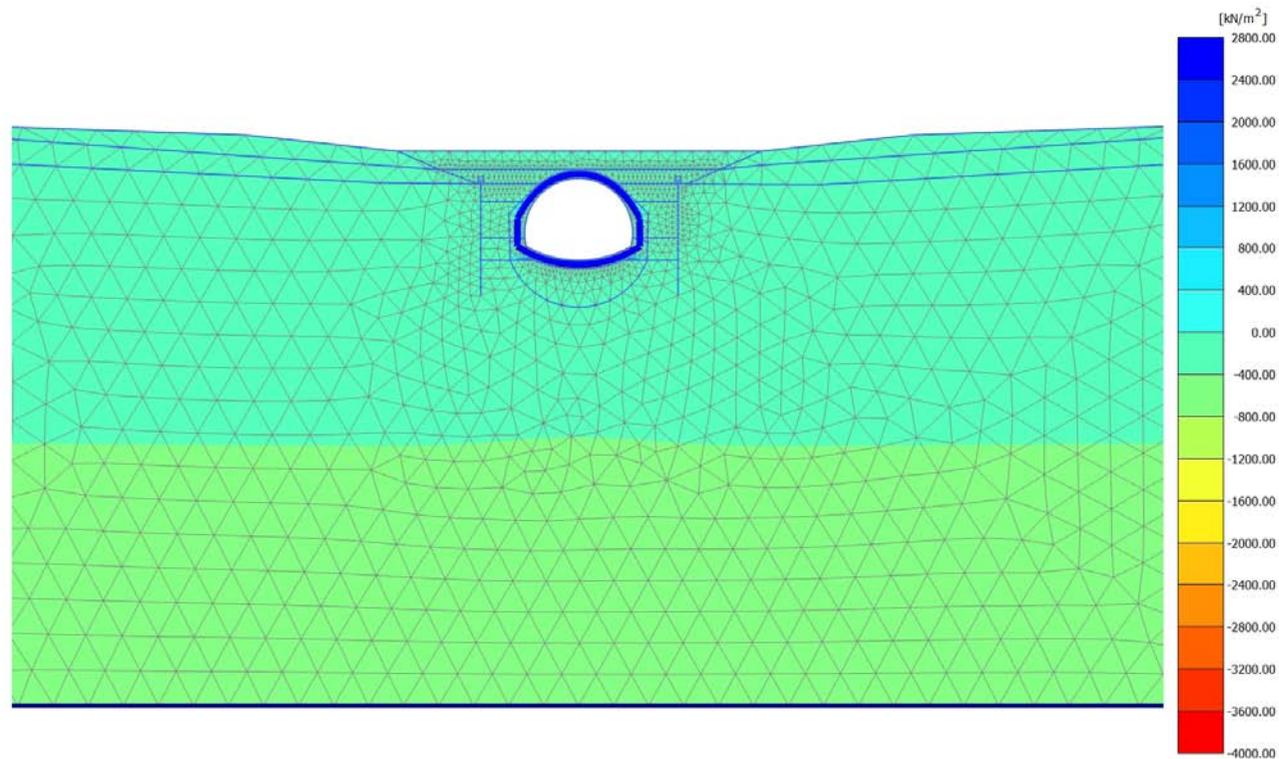
Cartesian effective stress σ'_{xx}

Maximum value = 1133 kN/m² (Element 3673 at Node 25517)

Minimum value = -1039 kN/m² (Element 3639 at Node 26403)

4.4.4 Calculation results, <Phase 11 > (11/83), Cartesian effective stress σ'_{xx} **Cartesian effective stress σ'_{xx}** Maximum value = 1906 kN/m² (Element 2426 at Node 20977)Minimum value = -2559 kN/m² (Element 2532 at Node 25353)

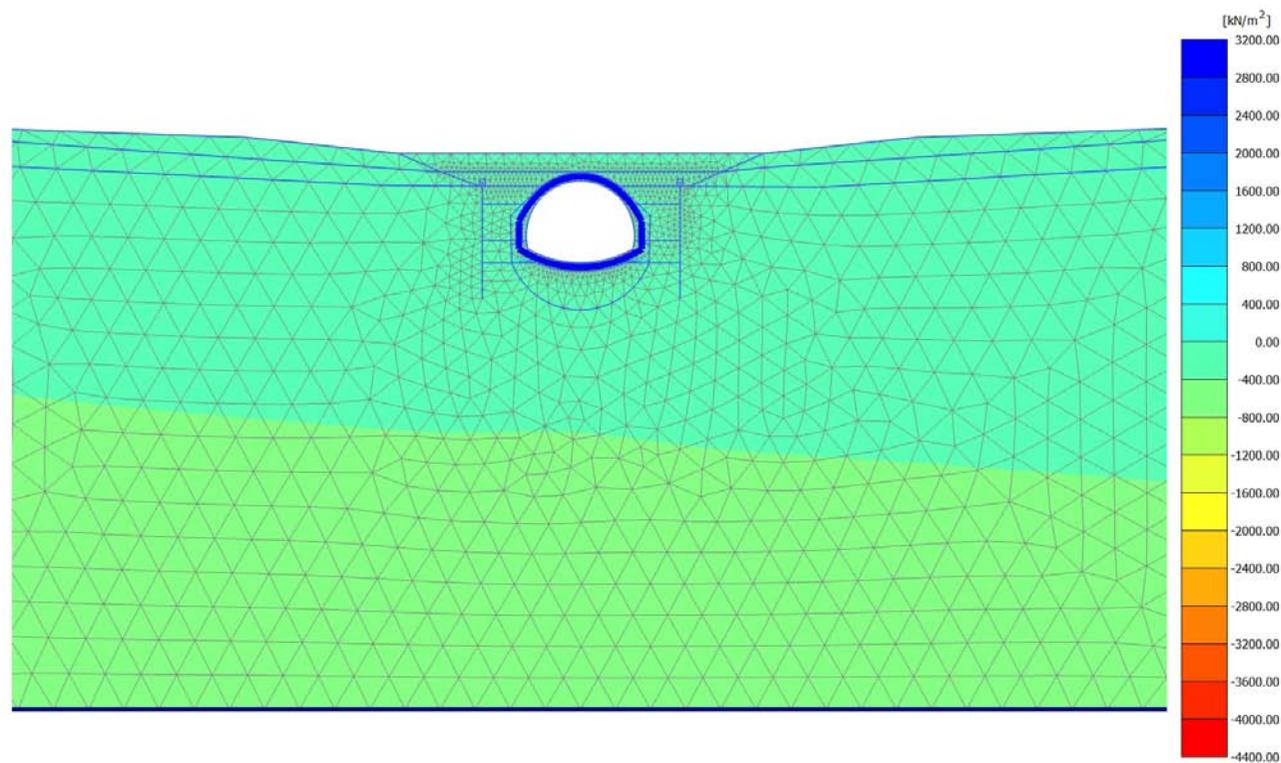
4.4.5 Calculation results, <Phase 12> (12/92), Cartesian effective stress σ'_{xx} **Cartesian effective stress σ'_{xx}** Maximum value = 3207 kN/m² (Element 2426 at Node 20977)Minimum value = -3766 kN/m² (Element 1940 at Node 19927)

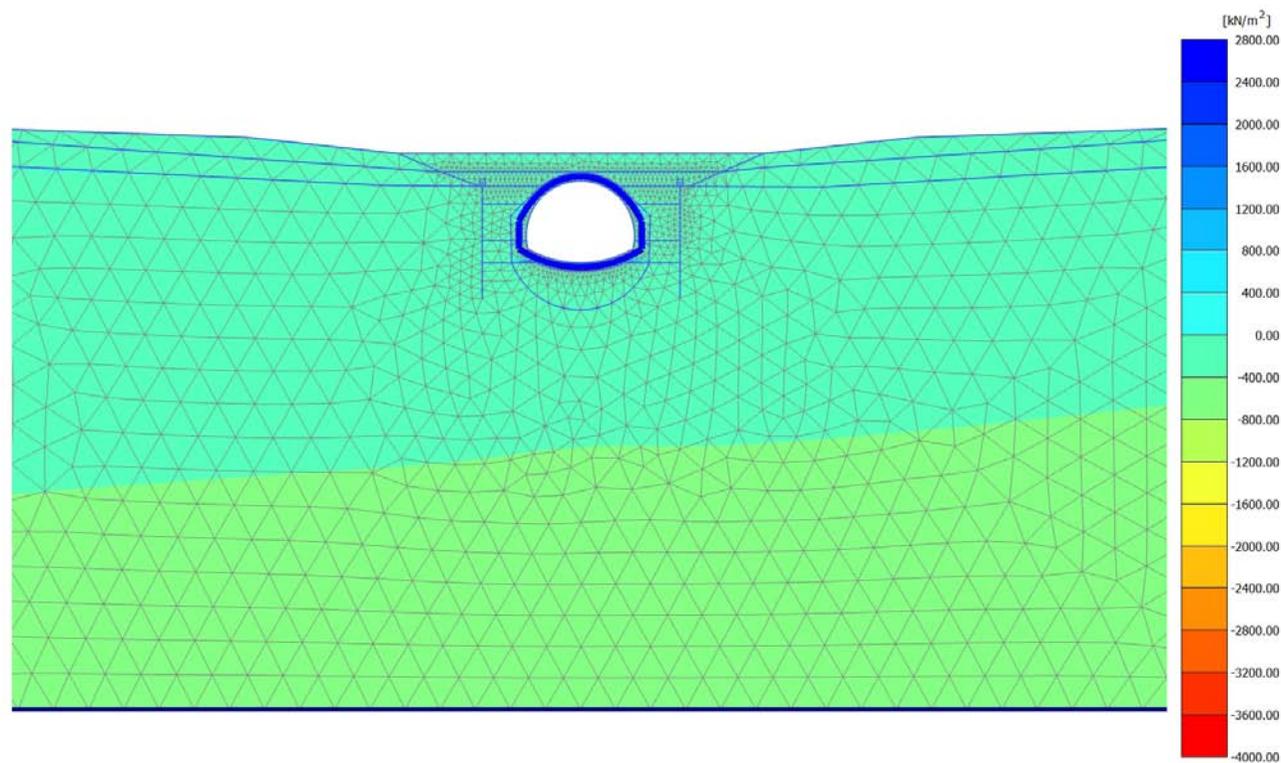
4.4.6 Calculation results, <Phase 13LT> (13/101), Cartesian effective stress σ'_{xx} 

Cartesian effective stress σ'_{xx}

Maximum value = 2658 kN/m² (Element 2426 at Node 20977)

Minimum value = -3642 kN/m² (Element 2532 at Node 25353)

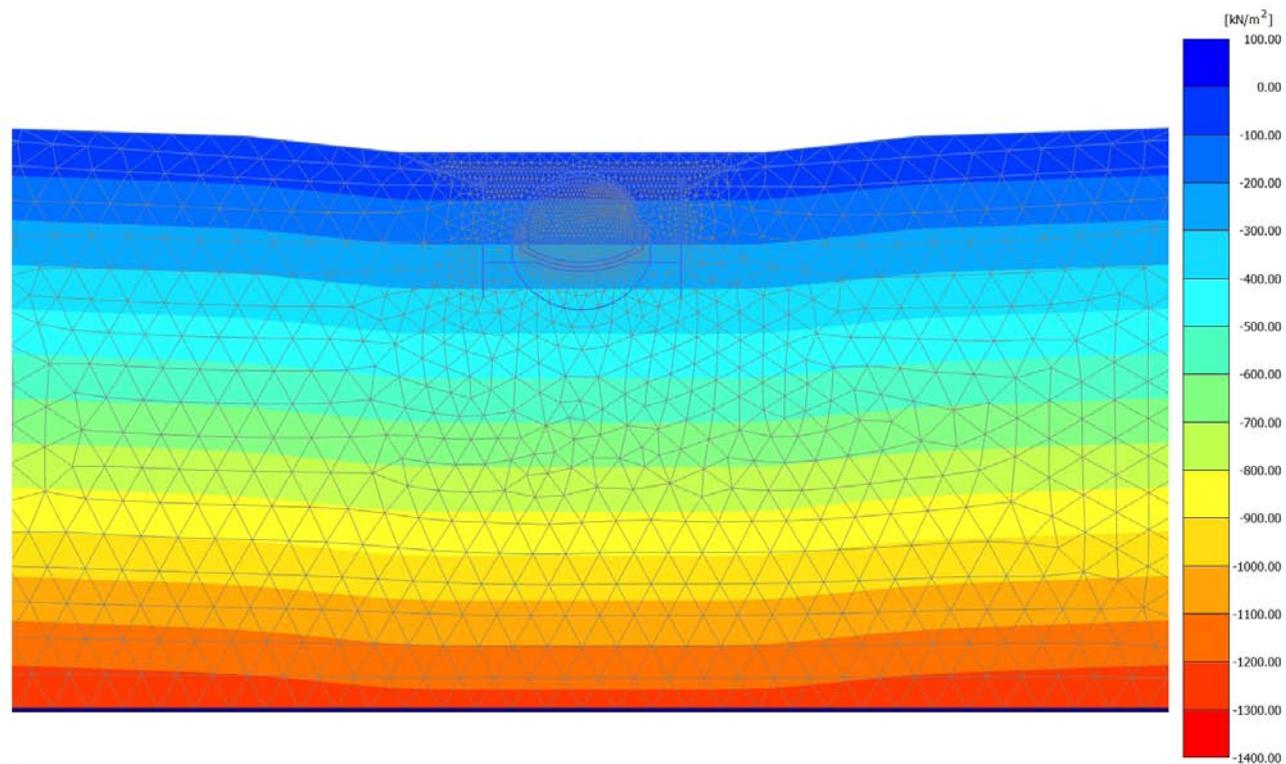
4.4.7 Calculation results, <Phase 14A> (14/110), Cartesian effective stress σ'_{xx} **Cartesian effective stress σ'_{xx}** Maximum value = 3089 kN/m² (Element 2012 at Node 21887)Minimum value = -4094 kN/m² (Element 2532 at Node 25353)

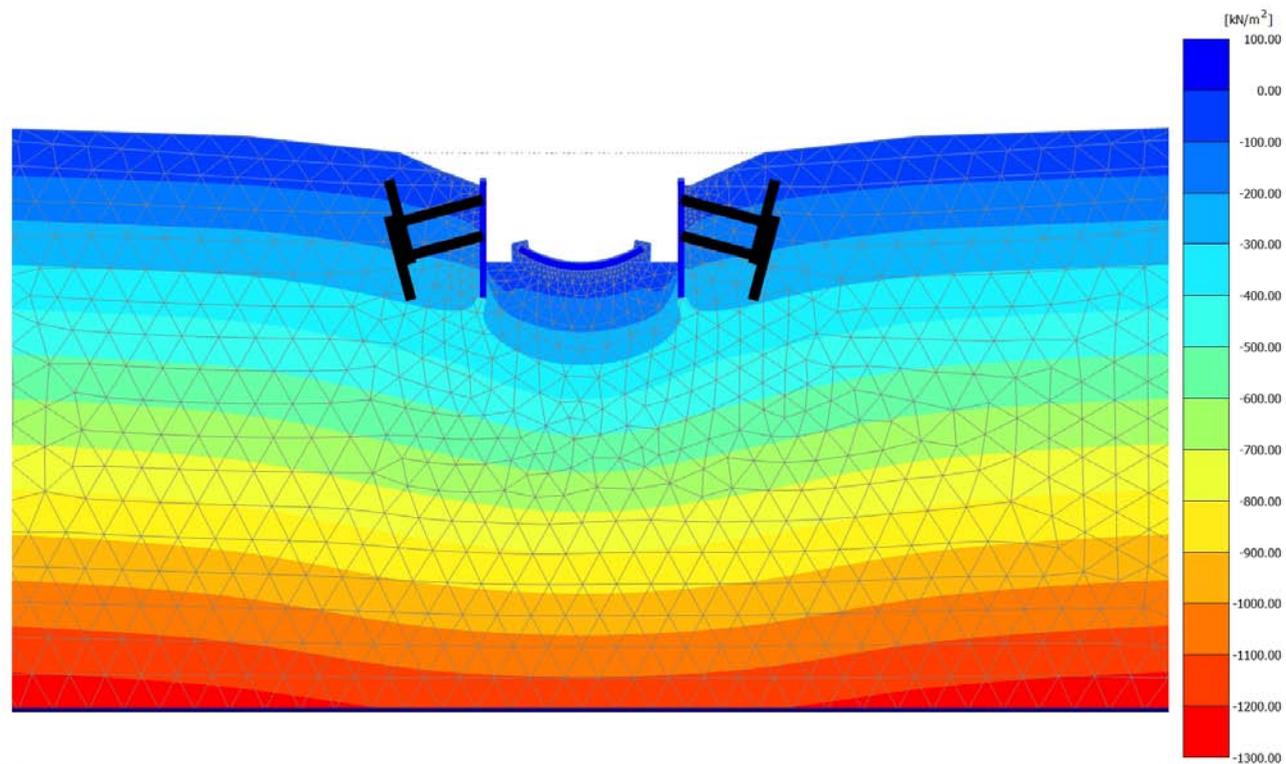
4.4.8 Calculation results, <Phase 14B> (15/121), Cartesian effective stress σ'_{xx} 

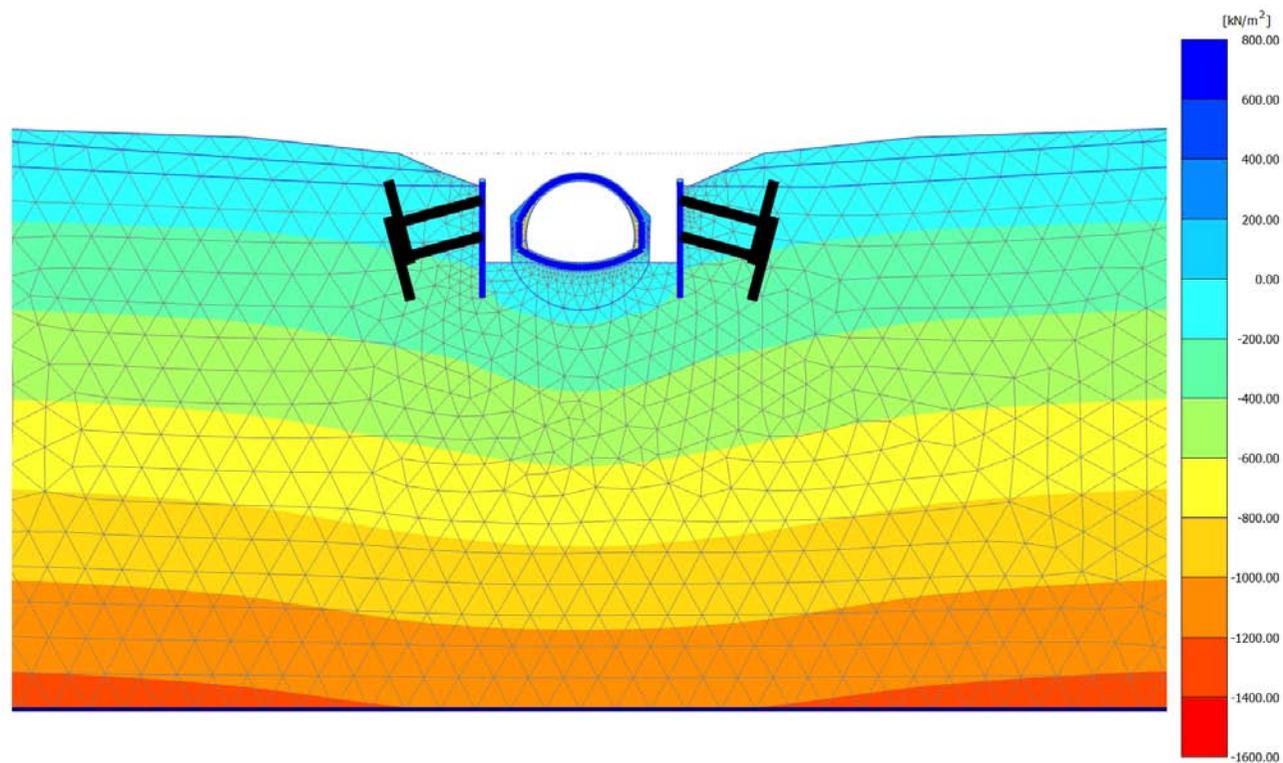
Cartesian effective stress σ'_{xx}

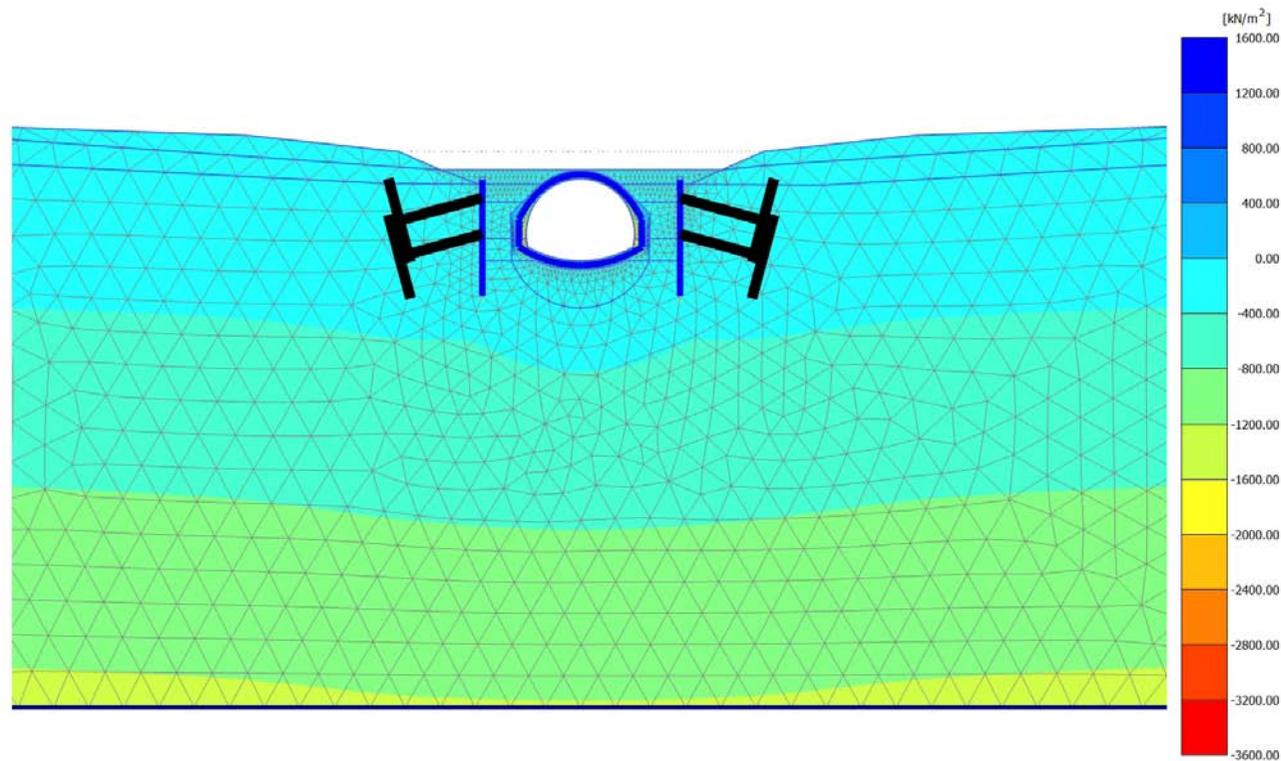
Maximum value = 2786 kN/m² (Element 2017 at Node 10060)

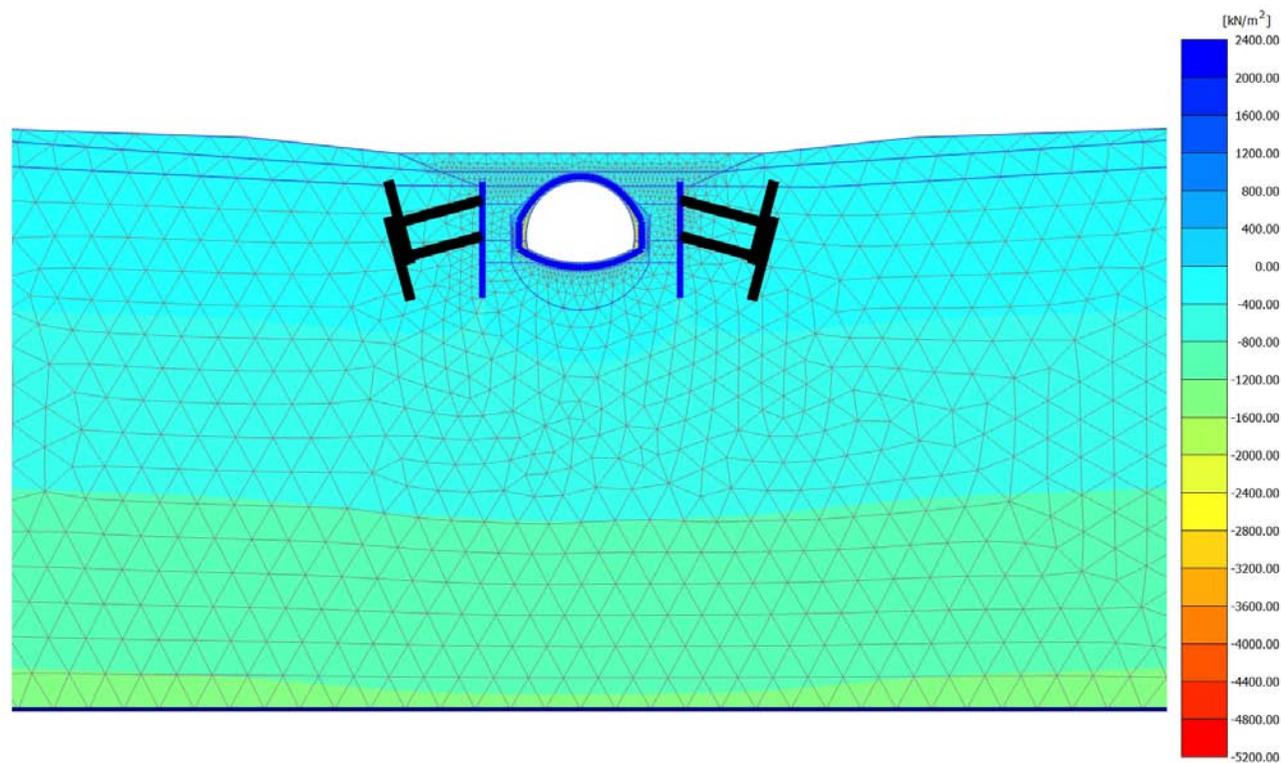
Minimum value = -3718 kN/m² (Element 2517 at Node 10838)

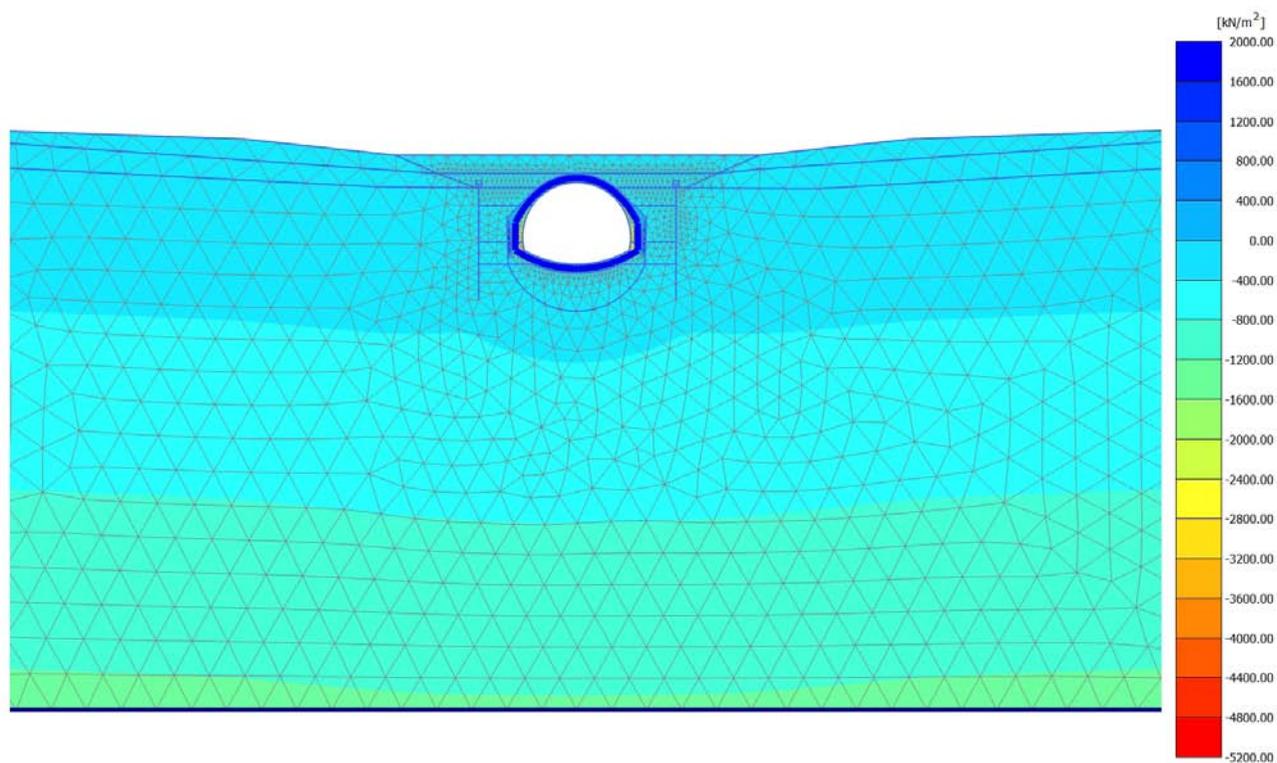
4.5.1 Calculation results, Initial phase (0/1), Cartesian effective stress σ'_{yy} **Cartesian effective stress σ'_{yy}** Maximum value = $3.082 \cdot 10^{-3}$ kN/m² (Element 1543 at Node 11317)Minimum value = -1304 kN/m² (Element 1 at Node 1)

4.5.2 Calculation results, <Phase 9> (9/36), Cartesian effective stress σ'_{yy} **Cartesian effective stress σ'_{yy}** Maximum value = 4.593 kN/m² (Element 69 at Node 23408)Minimum value = -1285 kN/m² (Element 1 at Node 1)

4.5.3 Calculation results, <Phase 10> (10/39), Cartesian effective stress σ'_{yy} **Cartesian effective stress σ'_{yy}** Maximum value = 795.0 kN/m^2 (Element 3811 at Node 27020)Minimum value = -1498 kN/m^2 (Element 2513 at Node 10819)

4.5.4 Calculation results, <Phase 11 > (11/83), Cartesian effective stress σ'_{yy} **Cartesian effective stress σ'_{yy}** Maximum value = 1503 kN/m^2 (Element 3795 at Node 26601)Minimum value = -3530 kN/m^2 (Element 2513 at Node 10819)

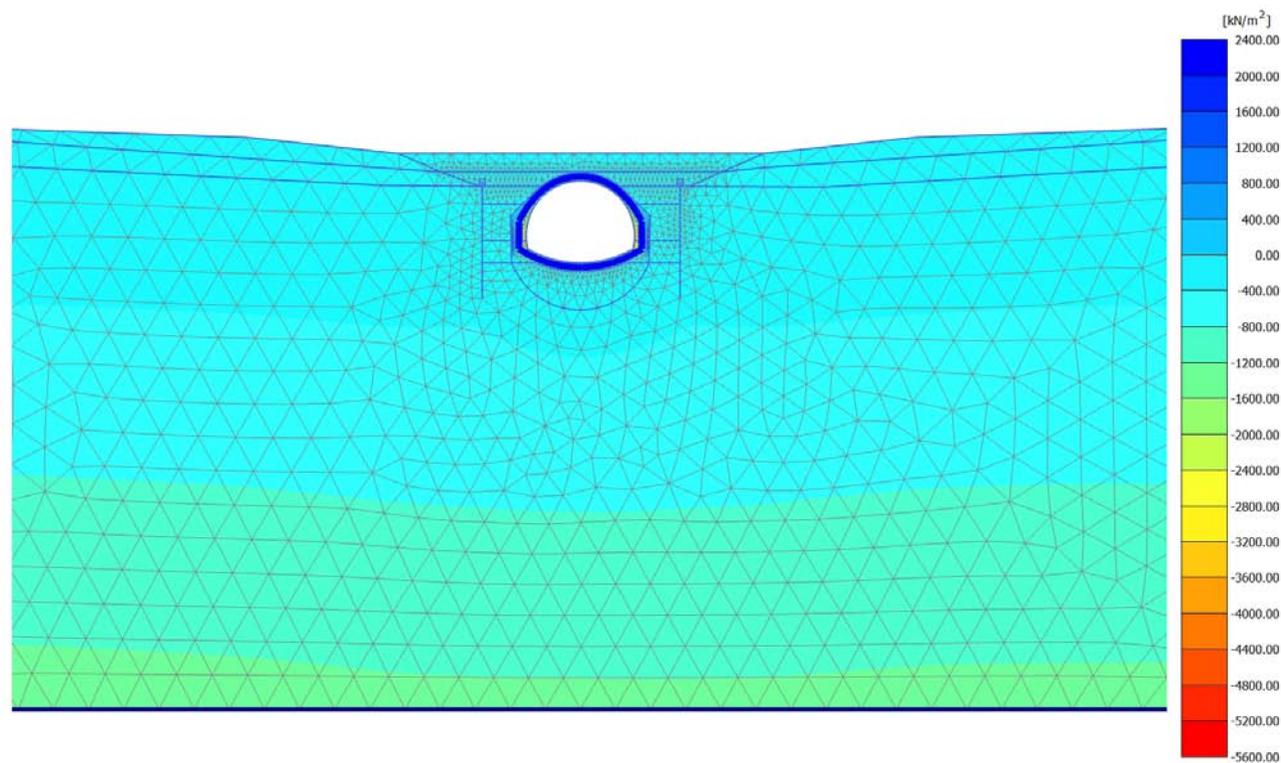
4.5.5 Calculation results, <Phase 12> (12/92), Cartesian effective stress σ'_{yy} **Cartesian effective stress σ'_{yy}** Maximum value = 2229 kN/m² (Element 3795 at Node 27015)Minimum value = -5017 kN/m² (Element 2513 at Node 10819)

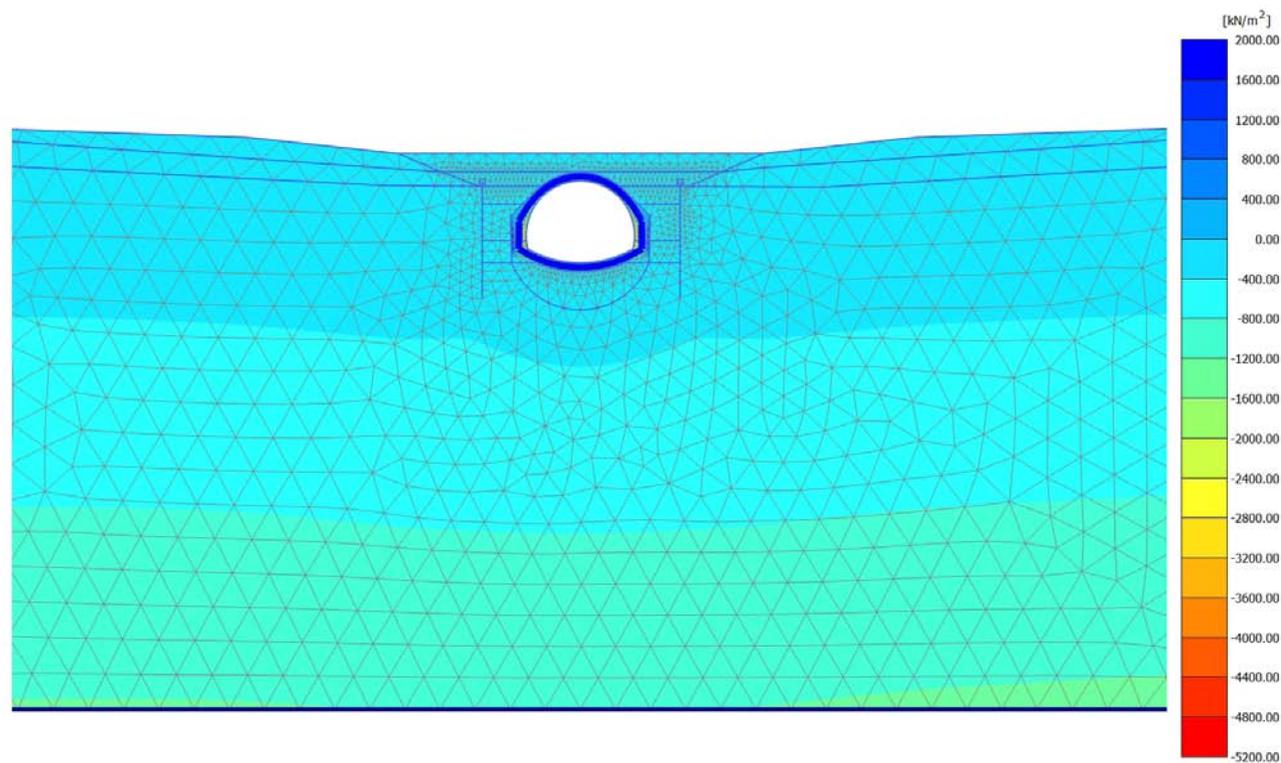
4.5.6 Calculation results, <Phase 13LT> (13/101), Cartesian effective stress σ'_{yy} 

Cartesian effective stress σ'_{yy}

Maximum value = 1935 kN/m² (Element 3795 at Node 26601)

Minimum value = -4982 kN/m² (Element 2513 at Node 10819)

4.5.7 Calculation results, <Phase 14A> (14/110), Cartesian effective stress σ'_{yy} **Cartesian effective stress σ'_{yy}** Maximum value = 2152 kN/m² (Element 3795 at Node 26602)Minimum value = -5418 kN/m² (Element 2459 at Node 25362)

4.5.8 Calculation results, <Phase 14B> (15/121), Cartesian effective stress σ'_{yy} **Cartesian effective stress σ'_{yy}** Maximum value = 1932 kN/m^2 (Element 2205 at Node 7520)Minimum value = -5016 kN/m^2 (Element 2513 at Node 10819)

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----------------|-------|---|---|----------|--------|---------|-------|-------|------|------|-------|------|-------|---|--------|------|------|---|---|----|----|----|----|---|------|------|
| | 16819 | 4 | 1 | -344,382 | 70,884 | 293,693 | 31,42 | 15,71 | -2,7 | 62,9 | -33,0 | 78,8 | 570,5 | - | 2160,5 | 20,0 | 21,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 12,9 | 24,7 |
| | 17683 | 5 | 1 | -344,014 | 67,407 | 297,976 | 31,42 | 15,71 | -2,7 | 64,4 | -33,4 | 74,9 | 570,4 | - | 2160,5 | 20,0 | 21,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 13,1 | 25,3 |
| Plate 14-150 | 17683 | 1 | 1 | -348,308 | 65,612 | 297,976 | 31,42 | 15,71 | -2,7 | 63,9 | -33,5 | 72,9 | 571,2 | - | 2160,5 | 20,0 | 21,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 13,1 | 25,1 |
| (_RCK30_SP100) | 17686 | 2 | 1 | -348,188 | 64,632 | 302,019 | 31,42 | 15,71 | -2,8 | 65,4 | -33,9 | 71,8 | 571,2 | - | 2160,5 | 20,0 | 21,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 13,3 | 25,6 |
| | 17685 | 3 | 1 | -349,085 | 63,246 | 305,983 | 31,42 | 15,71 | -2,8 | 66,7 | -34,3 | 70,3 | 571,4 | - | 2160,5 | 20,0 | 21,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 13,4 | 26,2 |
| | 17684 | 4 | 1 | -349,908 | 61,994 | 309,869 | 31,42 | 15,71 | -2,8 | 68,0 | -34,7 | 68,9 | 571,5 | - | 2160,5 | 20,0 | 21,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 13,6 | 26,7 |
| | 17993 | 5 | 1 | -349,564 | 61,418 | 313,689 | 31,42 | 15,71 | -2,9 | 69,4 | -35,1 | 68,2 | 571,5 | - | 2160,5 | 20,0 | 21,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 13,8 | 27,2 |
| Plate 14-151 | 17993 | 1 | 1 | -349,707 | 61,495 | 313,689 | 31,42 | 15,71 | -2,9 | 69,4 | -35,1 | 68,3 | 571,5 | - | 2160,5 | 20,0 | 21,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 13,8 | 27,2 |
| (_RCK30_SP100) | 17999 | 2 | 1 | -350,194 | 61,001 | 317,489 | 31,42 | 15,71 | -2,9 | 70,7 | -35,5 | 67,8 | 571,6 | - | 2160,5 | 20,0 | 21,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 13,9 | 27,7 |
| | 17998 | 3 | 1 | -349,269 | 60,277 | 321,251 | 31,42 | 15,71 | -2,9 | 72,1 | -35,8 | 67,0 | 571,4 | - | 2160,5 | 20,0 | 21,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 14,0 | 28,3 |
| | 17997 | 4 | 1 | -347,677 | 59,522 | 324,967 | 31,42 | 15,71 | -3,0 | 73,7 | -36,2 | 66,1 | 571,1 | - | 2160,5 | 20,0 | 21,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 14,2 | 28,9 |
| | 18555 | 5 | 1 | -346,158 | 58,933 | 328,638 | 31,42 | 15,71 | -3,0 | 75,2 | -36,5 | 65,5 | 570,8 | - | 2160,5 | 20,0 | 21,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 14,3 | 29,5 |
| Plate 14-152 | 18555 | 1 | 1 | -343,286 | 57,831 | 328,638 | 31,42 | 15,71 | -3,0 | 75,5 | -36,5 | 64,3 | 570,3 | - | 2160,5 | 20,0 | 21,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 14,3 | 29,6 |
| (_RCK30_SP100) | 18558 | 2 | 1 | -342,434 | 54,780 | 332,133 | 31,42 | 15,71 | -3,0 | 76,9 | -36,8 | 60,9 | 570,1 | - | 2160,5 | 20,0 | 21,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 14,4 | 30,1 |
| | 18557 | 3 | 1 | -341,046 | 51,090 | 335,420 | 31,42 | 15,71 | -3,1 | 78,2 | -37,1 | 56,8 | 569,8 | - | 2160,5 | 20,0 | 21,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 14,6 | 30,7 |
| | 18556 | 4 | 1 | -339,159 | 46,755 | 338,458 | 31,42 | 15,71 | -3,1 | 79,6 | -37,4 | 52,0 | 569,5 | - | 2160,5 | 20,0 | 21,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 14,7 | 31,2 |
| | 18783 | 5 | 1 | -336,808 | 41,774 | 341,207 | 31,42 | 15,71 | -3,1 | 80,9 | -37,7 | 46,4 | 569,0 | - | 2160,5 | 20,0 | 21,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 14,8 | 31,7 |
| Plate 14-153 | 18783 | 1 | 1 | -337,302 | 42,484 | 341,207 | 31,42 | 15,71 | -3,1 | 80,8 | -37,7 | 47,2 | 569,1 | - | 2160,5 | 20,0 | 21,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 14,8 | 31,7 |
| (_RCK30_SP100) | 18769 | 2 | 1 | -337,320 | 37,038 | 343,672 | 31,42 | 15,71 | -3,1 | 81,7 | -37,9 | 41,2 | 569,1 | - | 2160,5 | 20,0 | 21,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 14,9 | 32,0 |
| | 18768 | 3 | 1 | -337,093 | 31,596 | 345,801 | 31,42 | 15,71 | -3,2 | 82,5 | -38,1 | 35,1 | 569,1 | - | 2160,5 | 20,0 | 21,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 14,9 | 32,3 |
| | 18767 | 4 | 1 | -336,558 | 26,194 | 347,593 | 31,42 | 15,71 | -3,2 | 83,2 | -38,3 | 29,1 | 569,0 | - | 2160,5 | 20,0 | 21,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 15,0 | 32,6 |
| | 18773 | 5 | 1 | -335,656 | 20,869 | 349,052 | 31,42 | 15,71 | -3,2 | 83,8 | -38,4 | 23,2 | 568,8 | - | 2160,5 | 20,0 | 21,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 15,1 | 32,9 |
| Plate 14-154 | 18773 | 1 | 1 | -335,987 | 20,973 | 349,052 | 31,42 | 15,71 | -3,2 | 83,8 | -38,4 | 23,3 | 568,8 | - | 2160,5 | 20,0 | 21,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 15,1 | 32,9 |
| (_RCK30_SP100) | 18776 | 2 | 1 | -337,569 | 15,965 | 350,194 | 31,42 | 15,71 | -3,2 | 84,0 | -38,6 | 17,7 | 569,1 | - | 2160,5 | 20,0 | 21,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 15,1 | 32,9 |
| | 18775 | 3 | 1 | -338,865 | 11,428 | 351,042 | 31,42 | 15,71 | -3,2 | 84,2 | -38,6 | 12,7 | 569,4 | - | 2160,5 | 20,0 | 21,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 15,2 | 33,0 |
| | 18774 | 4 | 1 | -339,771 | 7,324 | 351,621 | 31,42 | 15,71 | -3,2 | 84,2 | -38,7 | 8,1 | 569,6 | - | 2160,5 | 20,0 | 21,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 15,2 | 33,0 |
| | 19991 | 5 | 1 | -340,182 | 3,617 | 351,959 | 31,42 | 15,71 | -3,2 | 84,3 | -38,8 | 4,0 | 569,7 | - | 2160,5 | 20,0 | 21,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 15,2 | 33,1 |
| Plate 14-155 | 19991 | 1 | 1 | -343,655 | 3,261 | 351,959 | 31,42 | 15,71 | -3,2 | 83,9 | -38,8 | 3,6 | 570,3 | - | 2160,5 | 20,0 | 21,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 15,2 | 32,9 |
| (_RCK30_SP100) | 19994 | 2 | 1 | -345,013 | 2,212 | 352,129 | 31,42 | 15,71 | -3,2 | 83,8 | -38,8 | 2,5 | 570,6 | - | 2160,5 | 20,0 | 21,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 15,2 | 32,9 |
| | 19993 | 3 | 1 | -346,569 | 1,221 | 352,233 | 31,42 | 15,71 | -3,2 | 83,6 | -38,9 | 1,4 | 570,9 | - | 2160,5 | 20,0 | 21,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 15,2 | 32,8 |
| | 19992 | 4 | 1 | -347,476 | 0,500 | 352,286 | 31,42 | 15,71 | -3,2 | 83,5 | -38,9 | 0,6 | 571,1 | - | 2160,5 | 20,0 | 21,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 15,2 | 32,8 |
| | 20004 | 5 | 1 | -346,886 | 0,262 | 352,306 | 31,42 | 15,71 | -3,2 | 83,6 | -38,9 | 0,3 | 570,9 | - | 2160,5 | 20,0 | 21,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 15,2 | 32,8 |

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----------------|-------|---|---|----------|---------|---------|-------|-------|------|-------|-------|-------|-------|---|--------|------|------|---|---|----|----|----|----|---|------|------|
| | 16819 | 4 | 1 | -368,625 | 109,477 | 467,951 | 31,42 | 15,71 | -4,2 | 122,9 | -50,4 | 121,6 | 575,1 | - | 2160,5 | 20,0 | 21,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 19,8 | 48,2 |
| | 17683 | 5 | 1 | -367,941 | 104,135 | 474,567 | 31,42 | 15,71 | -4,3 | 125,4 | -51,1 | 115,7 | 575,0 | - | 2160,5 | 20,0 | 21,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 20,0 | 49,2 |
| Plate 14-150 | 17683 | 1 | 1 | -374,424 | 101,428 | 474,567 | 31,42 | 15,71 | -4,3 | 124,5 | -51,2 | 112,7 | 576,3 | - | 2160,5 | 20,0 | 21,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 20,1 | 48,8 |
| (_RCK30_SP100) | 17686 | 2 | 1 | -374,263 | 99,851 | 480,815 | 31,42 | 15,71 | -4,4 | 126,8 | -51,8 | 110,9 | 576,2 | - | 2160,5 | 20,0 | 21,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 20,3 | 49,7 |
| | 17685 | 3 | 1 | -375,597 | 97,666 | 486,938 | 31,42 | 15,71 | -4,4 | 128,9 | -52,4 | 108,5 | 576,5 | - | 2160,5 | 20,0 | 21,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 20,5 | 50,6 |
| | 17684 | 4 | 1 | -376,774 | 95,689 | 492,937 | 31,42 | 15,71 | -4,5 | 131,0 | -53,0 | 106,3 | 576,7 | - | 2160,5 | 20,0 | 21,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 20,8 | 51,4 |
| | 17993 | 5 | 1 | -376,143 | 94,736 | 498,831 | 31,42 | 15,71 | -4,5 | 133,2 | -53,5 | 105,3 | 576,6 | - | 2160,5 | 20,0 | 21,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 21,0 | 52,2 |
| Plate 14-151 | 17993 | 1 | 1 | -376,366 | 94,855 | 498,831 | 31,42 | 15,71 | -4,5 | 133,2 | -53,5 | 105,4 | 576,6 | - | 2160,5 | 20,0 | 21,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 21,0 | 52,2 |
| (_RCK30_SP100) | 17999 | 2 | 1 | -377,103 | 94,018 | 504,691 | 31,42 | 15,71 | -4,6 | 135,2 | -54,1 | 104,5 | 576,8 | - | 2160,5 | 20,0 | 21,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 21,2 | 53,0 |
| | 17998 | 3 | 1 | -375,672 | 92,832 | 510,485 | 31,42 | 15,71 | -4,6 | 137,5 | -54,6 | 103,1 | 576,5 | - | 2160,5 | 20,0 | 21,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 21,4 | 53,9 |
| | 17997 | 4 | 1 | -373,176 | 91,599 | 516,208 | 31,42 | 15,71 | -4,7 | 140,0 | -55,1 | 101,8 | 576,0 | - | 2160,5 | 20,0 | 21,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 21,6 | 54,9 |
| | 18555 | 5 | 1 | -370,720 | 90,621 | 521,854 | 31,42 | 15,71 | -4,7 | 142,4 | -55,7 | 100,7 | 575,6 | - | 2160,5 | 20,0 | 21,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 21,8 | 55,8 |
| Plate 14-152 | 18555 | 1 | 1 | -366,416 | 88,952 | 521,854 | 31,42 | 15,71 | -4,7 | 142,9 | -55,6 | 98,8 | 574,7 | - | 2160,5 | 20,0 | 21,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 21,8 | 56,0 |
| (_RCK30_SP100) | 18558 | 2 | 1 | -365,140 | 84,232 | 527,229 | 31,42 | 15,71 | -4,8 | 145,1 | -56,1 | 93,6 | 574,5 | - | 2160,5 | 20,0 | 21,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 22,0 | 56,9 |
| | 18557 | 3 | 1 | -363,007 | 78,544 | 532,283 | 31,42 | 15,71 | -4,8 | 147,2 | -56,5 | 87,3 | 574,1 | - | 2160,5 | 20,0 | 21,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 22,2 | 57,7 |
| | 18556 | 4 | 1 | -360,067 | 71,871 | 536,953 | 31,42 | 15,71 | -4,8 | 149,3 | -56,9 | 79,9 | 573,5 | - | 2160,5 | 20,0 | 21,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 22,3 | 58,6 |
| | 18783 | 5 | 1 | -356,371 | 64,196 | 541,177 | 31,42 | 15,71 | -4,9 | 151,4 | -57,3 | 71,3 | 572,8 | - | 2160,5 | 20,0 | 21,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 22,5 | 59,4 |
| Plate 14-153 | 18783 | 1 | 1 | -357,143 | 65,349 | 541,177 | 31,42 | 15,71 | -4,9 | 151,3 | -57,3 | 72,6 | 572,9 | - | 2160,5 | 20,0 | 21,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 22,5 | 59,3 |
| (_RCK30_SP100) | 18769 | 2 | 1 | -357,198 | 56,970 | 544,970 | 31,42 | 15,71 | -4,9 | 152,6 | -57,7 | 63,3 | 572,9 | - | 2160,5 | 20,0 | 21,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 22,6 | 59,9 |
| | 18768 | 3 | 1 | -356,830 | 48,614 | 548,244 | 31,42 | 15,71 | -4,9 | 153,9 | -58,0 | 54,0 | 572,9 | - | 2160,5 | 20,0 | 21,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 22,7 | 60,4 |
| | 18767 | 4 | 1 | -355,946 | 40,326 | 551,003 | 31,42 | 15,71 | -5,0 | 155,0 | -58,2 | 44,8 | 572,7 | - | 2160,5 | 20,0 | 21,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 22,8 | 60,8 |
| | 18773 | 5 | 1 | -354,450 | 32,149 | 553,249 | 31,42 | 15,71 | -5,0 | 156,1 | -58,4 | 35,7 | 572,4 | - | 2160,5 | 20,0 | 21,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 22,9 | 61,2 |
| Plate 14-154 | 18773 | 1 | 1 | -354,987 | 32,312 | 553,249 | 31,42 | 15,71 | -5,0 | 156,0 | -58,4 | 35,9 | 572,5 | - | 2160,5 | 20,0 | 21,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 22,9 | 61,2 |
| (_RCK30_SP100) | 18776 | 2 | 1 | -357,423 | 24,620 | 555,010 | 31,42 | 15,71 | -5,0 | 156,3 | -58,6 | 27,4 | 573,0 | - | 2160,5 | 20,0 | 21,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 23,0 | 61,3 |
| | 18775 | 3 | 1 | -359,384 | 17,642 | 556,318 | 31,42 | 15,71 | -5,0 | 156,5 | -58,8 | 19,6 | 573,4 | - | 2160,5 | 20,0 | 21,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 23,0 | 61,4 |
| | 18774 | 4 | 1 | -360,708 | 11,309 | 557,212 | 31,42 | 15,71 | -5,0 | 156,7 | -58,9 | 12,6 | 573,6 | - | 2160,5 | 20,0 | 21,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 23,1 | 61,4 |
| | 19991 | 5 | 1 | -361,232 | 5,553 | 557,733 | 31,42 | 15,71 | -5,0 | 156,8 | -58,9 | 6,2 | 573,7 | - | 2160,5 | 20,0 | 21,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 23,1 | 61,5 |
| Plate 14-155 | 19991 | 1 | 1 | -366,485 | 5,108 | 557,733 | 31,42 | 15,71 | -5,0 | 156,1 | -59,0 | 5,7 | 574,7 | - | 2160,5 | 20,0 | 21,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 23,1 | 61,2 |
| (_RCK30_SP100) | 19994 | 2 | 1 | -368,603 | 3,376 | 557,997 | 31,42 | 15,71 | -5,0 | 155,9 | -59,1 | 3,8 | 575,1 | - | 2160,5 | 20,0 | 21,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 23,2 | 61,1 |
| | 19993 | 3 | 1 | -370,970 | 1,760 | 558,153 | 31,42 | 15,71 | -5,0 | 155,7 | -59,1 | 2,0 | 575,6 | - | 2160,5 | 20,0 | 21,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 23,2 | 61,0 |
| | 19992 | 4 | 1 | -372,301 | 0,570 | 558,224 | 31,42 | 15,71 | -5,0 | 155,5 | -59,2 | 0,6 | 575,9 | - | 2160,5 | 20,0 | 21,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 23,2 | 61,0 |
| | 20004 | 5 | 1 | -371,315 | 0,115 | 558,240 | 31,42 | 15,71 | -5,0 | 155,6 | -59,1 | 0,1 | 575,7 | - | 2160,5 | 20,0 | 21,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 23,2 | 61,0 |

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----------------|-------|---|---|----------|--------|---------|-------|-------|------|-------|-------|-------|-------|---|--------|------|------|---|---|----|----|----|----|---|------|------|
| | 16819 | 4 | 1 | -531,437 | 98,888 | 417,602 | 31,42 | 15,71 | -3,8 | 84,4 | -47,3 | 109,9 | 606,6 | - | 2160,5 | 20,0 | 21,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 18,6 | 33,1 |
| | 17683 | 5 | 1 | -530,897 | 94,005 | 423,576 | 31,42 | 15,71 | -3,9 | 86,6 | -47,9 | 104,5 | 606,5 | - | 2160,5 | 20,0 | 21,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 18,8 | 34,0 |
| Plate 14-150 | 17683 | 1 | 1 | -537,083 | 91,414 | 423,576 | 31,42 | 15,71 | -3,9 | 85,9 | -48,0 | 101,6 | 607,7 | - | 2160,5 | 20,0 | 21,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 18,8 | 33,7 |
| (_RCK30_SP100) | 17686 | 2 | 1 | -536,866 | 90,134 | 429,212 | 31,42 | 15,71 | -3,9 | 87,9 | -48,6 | 100,1 | 607,7 | - | 2160,5 | 20,0 | 21,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 19,0 | 34,5 |
| | 17685 | 3 | 1 | -538,124 | 88,268 | 434,742 | 31,42 | 15,71 | -4,0 | 89,7 | -49,1 | 98,1 | 607,9 | - | 2160,5 | 20,0 | 21,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 19,3 | 35,2 |
| | 17684 | 4 | 1 | -539,283 | 86,595 | 440,168 | 31,42 | 15,71 | -4,0 | 91,5 | -49,7 | 96,2 | 608,1 | - | 2160,5 | 20,0 | 21,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 19,5 | 35,9 |
| | 17993 | 5 | 1 | -538,768 | 85,897 | 445,507 | 31,42 | 15,71 | -4,1 | 93,4 | -50,2 | 95,4 | 608,0 | - | 2160,5 | 20,0 | 21,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 19,7 | 36,6 |
| Plate 14-151 | 17993 | 1 | 1 | -538,966 | 86,006 | 445,507 | 31,42 | 15,71 | -4,1 | 93,4 | -50,2 | 96,6 | 608,1 | - | 2160,5 | 20,0 | 21,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 19,7 | 36,6 |
| (_RCK30_SP100) | 17999 | 2 | 1 | -539,614 | 85,425 | 450,825 | 31,42 | 15,71 | -4,1 | 95,2 | -50,8 | 94,9 | 608,2 | - | 2160,5 | 20,0 | 21,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 19,9 | 37,3 |
| | 17998 | 3 | 1 | -538,236 | 84,509 | 456,095 | 31,42 | 15,71 | -4,2 | 97,2 | -51,3 | 93,9 | 607,9 | - | 2160,5 | 20,0 | 21,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 20,1 | 38,1 |
| | 17997 | 4 | 1 | -535,907 | 83,545 | 461,309 | 31,42 | 15,71 | -4,2 | 99,4 | -51,8 | 92,8 | 607,5 | - | 2160,5 | 20,0 | 21,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 20,3 | 39,0 |
| | 18555 | 5 | 1 | -533,708 | 82,816 | 466,465 | 31,42 | 15,71 | -4,3 | 101,5 | -52,3 | 92,0 | 607,1 | - | 2160,5 | 20,0 | 21,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 20,5 | 39,8 |
| Plate 14-152 | 18555 | 1 | 1 | -529,559 | 81,234 | 466,465 | 31,42 | 15,71 | -4,3 | 102,0 | -52,3 | 90,3 | 606,3 | - | 2160,5 | 20,0 | 21,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 20,5 | 40,0 |
| (_RCK30_SP100) | 18558 | 2 | 1 | -528,276 | 76,959 | 471,374 | 31,42 | 15,71 | -4,3 | 103,9 | -52,7 | 85,5 | 606,0 | - | 2160,5 | 20,0 | 21,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 20,7 | 40,7 |
| | 18557 | 3 | 1 | -526,238 | 71,763 | 475,992 | 31,42 | 15,71 | -4,4 | 105,8 | -53,2 | 79,7 | 605,6 | - | 2160,5 | 20,0 | 21,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 20,9 | 41,5 |
| | 18556 | 4 | 1 | -523,498 | 65,641 | 480,259 | 31,42 | 15,71 | -4,4 | 107,7 | -53,6 | 72,9 | 605,1 | - | 2160,5 | 20,0 | 21,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 21,0 | 42,2 |
| | 18783 | 5 | 1 | -520,108 | 58,592 | 484,115 | 31,42 | 15,71 | -4,4 | 109,5 | -53,9 | 65,1 | 604,4 | - | 2160,5 | 20,0 | 21,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 21,1 | 42,9 |
| Plate 14-153 | 18783 | 1 | 1 | -520,812 | 59,600 | 484,115 | 31,42 | 15,71 | -4,4 | 109,4 | -53,9 | 66,2 | 604,6 | - | 2160,5 | 20,0 | 21,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 21,1 | 42,9 |
| (_RCK30_SP100) | 18769 | 2 | 1 | -520,792 | 51,883 | 487,572 | 31,42 | 15,71 | -4,5 | 110,6 | -54,3 | 57,6 | 604,6 | - | 2160,5 | 20,0 | 21,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 21,3 | 43,4 |
| | 18768 | 3 | 1 | -520,433 | 44,169 | 490,551 | 31,42 | 15,71 | -4,5 | 111,7 | -54,6 | 49,1 | 604,5 | - | 2160,5 | 20,0 | 21,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 21,4 | 43,8 |
| | 18767 | 4 | 1 | -519,647 | 36,511 | 493,053 | 31,42 | 15,71 | -4,5 | 112,7 | -54,8 | 40,6 | 604,3 | - | 2160,5 | 20,0 | 21,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 21,5 | 44,2 |
| | 18773 | 5 | 1 | -518,349 | 28,965 | 495,082 | 31,42 | 15,71 | -4,5 | 113,6 | -55,0 | 32,2 | 604,1 | - | 2160,5 | 20,0 | 21,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 21,6 | 44,6 |
| Plate 14-154 | 18773 | 1 | 1 | -518,815 | 29,114 | 495,082 | 31,42 | 15,71 | -4,5 | 113,6 | -55,0 | 32,3 | 604,2 | - | 2160,5 | 20,0 | 21,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 21,6 | 44,5 |
| (_RCK30_SP100) | 18776 | 2 | 1 | -521,046 | 22,025 | 496,664 | 31,42 | 15,71 | -4,5 | 113,8 | -55,2 | 24,5 | 604,6 | - | 2160,5 | 20,0 | 21,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 21,6 | 44,6 |
| | 18775 | 3 | 1 | -522,879 | 15,614 | 497,828 | 31,42 | 15,71 | -4,5 | 114,0 | -55,3 | 17,3 | 605,0 | - | 2160,5 | 20,0 | 21,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 21,7 | 44,7 |
| | 18774 | 4 | 1 | -524,165 | 9,828 | 498,614 | 31,42 | 15,71 | -4,6 | 114,2 | -55,4 | 10,9 | 605,2 | - | 2160,5 | 20,0 | 21,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 21,7 | 44,8 |
| | 19991 | 5 | 1 | -524,753 | 4,615 | 499,059 | 31,42 | 15,71 | -4,6 | 114,2 | -55,4 | 5,1 | 605,3 | - | 2160,5 | 20,0 | 21,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 21,7 | 44,8 |
| Plate 14-155 | 19991 | 1 | 1 | -529,741 | 4,092 | 499,059 | 31,42 | 15,71 | -4,6 | 113,6 | -55,5 | 4,5 | 606,3 | - | 2160,5 | 20,0 | 21,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 21,8 | 44,6 |
| (_RCK30_SP100) | 19994 | 2 | 1 | -531,649 | 2,702 | 499,271 | 31,42 | 15,71 | -4,6 | 113,5 | -55,5 | 3,0 | 606,7 | - | 2160,5 | 20,0 | 21,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 21,8 | 44,5 |
| | 19993 | 3 | 1 | -533,856 | 1,393 | 499,395 | 31,42 | 15,71 | -4,6 | 113,2 | -55,6 | 1,5 | 607,1 | - | 2160,5 | 20,0 | 21,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 21,8 | 44,4 |
| | 19992 | 4 | 1 | -535,142 | 0,472 | 499,452 | 31,42 | 15,71 | -4,6 | 113,1 | -55,6 | 0,5 | 607,3 | - | 2160,5 | 20,0 | 21,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 21,8 | 44,4 |
| | 20004 | 5 | 1 | -534,291 | 0,246 | 499,469 | 31,42 | 15,71 | -4,6 | 113,2 | -55,6 | 0,3 | 607,2 | - | 2160,5 | 20,0 | 21,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 21,8 | 44,4 |

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----------------|-------|---|---|----------|---------|---------|-------|-------|------|-------|-------|-------|-------|---|--------|------|------|---|---|----|----|----|----|---|------|------|
| | 16819 | 4 | 1 | -561,087 | 86,364 | 465,766 | 31,42 | 15,71 | -4,3 | 97,9 | -52,5 | 96,0 | 612,4 | - | 2160,5 | 20,0 | 21,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 20,6 | 38,4 |
| | 17683 | 5 | 1 | -560,777 | 81,222 | 470,955 | 31,42 | 15,71 | -4,3 | 99,8 | -53,0 | 90,2 | 612,3 | - | 2160,5 | 20,0 | 21,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 20,8 | 39,1 |
| Plate 14-150 | 17683 | 1 | 1 | -567,525 | 78,341 | 470,955 | 31,42 | 15,71 | -4,3 | 99,0 | -53,1 | 87,0 | 613,6 | - | 2160,5 | 20,0 | 21,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 20,8 | 38,8 |
| (_RCK30_SP100) | 17686 | 2 | 1 | -567,583 | 77,148 | 475,784 | 31,42 | 15,71 | -4,4 | 100,7 | -53,6 | 85,7 | 613,6 | - | 2160,5 | 20,0 | 21,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 21,0 | 39,5 |
| | 17685 | 3 | 1 | -569,218 | 75,299 | 480,509 | 31,42 | 15,71 | -4,4 | 102,2 | -54,1 | 83,7 | 613,9 | - | 2160,5 | 20,0 | 21,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 21,2 | 40,1 |
| | 17684 | 4 | 1 | -570,722 | 73,653 | 485,131 | 31,42 | 15,71 | -4,4 | 103,6 | -54,5 | 81,8 | 614,2 | - | 2160,5 | 20,0 | 21,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 21,4 | 40,6 |
| | 17993 | 5 | 1 | -570,390 | 73,066 | 489,670 | 31,42 | 15,71 | -4,5 | 105,3 | -55,0 | 81,2 | 614,1 | - | 2160,5 | 20,0 | 21,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 21,6 | 41,3 |
| Plate 14-151 | 17993 | 1 | 1 | -570,526 | 73,181 | 489,670 | 31,42 | 15,71 | -4,5 | 105,3 | -55,0 | 81,3 | 614,2 | - | 2160,5 | 20,0 | 21,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 21,6 | 41,3 |
| (_RCK30_SP100) | 17999 | 2 | 1 | -571,472 | 72,696 | 494,196 | 31,42 | 15,71 | -4,5 | 106,8 | -55,5 | 80,8 | 614,4 | - | 2160,5 | 20,0 | 21,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 21,8 | 41,9 |
| | 17998 | 3 | 1 | -570,196 | 71,833 | 498,679 | 31,42 | 15,71 | -4,6 | 108,5 | -55,9 | 79,8 | 614,1 | - | 2160,5 | 20,0 | 21,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 21,9 | 42,6 |
| | 17997 | 4 | 1 | -567,885 | 70,899 | 503,107 | 31,42 | 15,71 | -4,6 | 110,4 | -56,3 | 78,8 | 613,7 | - | 2160,5 | 20,0 | 21,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 22,1 | 43,3 |
| | 18555 | 5 | 1 | -565,724 | 70,202 | 507,479 | 31,42 | 15,71 | -4,6 | 112,2 | -56,7 | 78,0 | 613,2 | - | 2160,5 | 20,0 | 21,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 22,2 | 44,0 |
| Plate 14-152 | 18555 | 1 | 1 | -561,185 | 68,522 | 507,479 | 31,42 | 15,71 | -4,6 | 112,8 | -56,7 | 76,1 | 612,4 | - | 2160,5 | 20,0 | 21,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 22,2 | 44,2 |
| (_RCK30_SP100) | 18558 | 2 | 1 | -560,043 | 63,968 | 511,592 | 31,42 | 15,71 | -4,7 | 114,4 | -57,1 | 71,1 | 612,1 | - | 2160,5 | 20,0 | 21,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 22,4 | 44,9 |
| | 18557 | 3 | 1 | -558,113 | 58,426 | 515,393 | 31,42 | 15,71 | -4,7 | 116,0 | -57,4 | 64,9 | 611,8 | - | 2160,5 | 20,0 | 21,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 22,5 | 45,5 |
| | 18556 | 4 | 1 | -555,446 | 51,893 | 518,821 | 31,42 | 15,71 | -4,7 | 117,5 | -57,8 | 57,7 | 611,3 | - | 2160,5 | 20,0 | 21,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 22,6 | 46,1 |
| | 18783 | 5 | 1 | -552,094 | 44,364 | 521,810 | 31,42 | 15,71 | -4,8 | 119,0 | -58,0 | 49,3 | 610,6 | - | 2160,5 | 20,0 | 21,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 22,8 | 46,7 |
| Plate 14-153 | 18783 | 1 | 1 | -552,832 | 45,458 | 521,810 | 31,42 | 15,71 | -4,8 | 118,9 | -58,0 | 50,5 | 610,8 | - | 2160,5 | 20,0 | 21,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 22,8 | 46,6 |
| (_RCK30_SP100) | 18769 | 2 | 1 | -553,119 | 37,232 | 524,374 | 31,42 | 15,71 | -4,8 | 119,8 | -58,3 | 41,4 | 610,8 | - | 2160,5 | 20,0 | 21,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 22,9 | 47,0 |
| | 18768 | 3 | 1 | -553,051 | 29,023 | 526,428 | 31,42 | 15,71 | -4,8 | 120,6 | -58,5 | 32,2 | 610,8 | - | 2160,5 | 20,0 | 21,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 22,9 | 47,3 |
| | 18767 | 4 | 1 | -552,527 | 20,884 | 527,976 | 31,42 | 15,71 | -4,8 | 121,2 | -58,6 | 23,2 | 610,7 | - | 2160,5 | 20,0 | 21,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 23,0 | 47,5 |
| | 18773 | 5 | 1 | -551,447 | 12,870 | 529,022 | 31,42 | 15,71 | -4,8 | 121,7 | -58,7 | 14,3 | 610,5 | - | 2160,5 | 20,0 | 21,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 23,0 | 47,7 |
| Plate 14-154 | 18773 | 1 | 1 | -551,901 | 13,049 | 529,022 | 31,42 | 15,71 | -4,8 | 121,6 | -58,7 | 14,5 | 610,6 | - | 2160,5 | 20,0 | 21,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 23,0 | 47,7 |
| (_RCK30_SP100) | 18776 | 2 | 1 | -554,582 | 5,550 | 529,595 | 31,42 | 15,71 | -4,8 | 121,5 | -58,8 | 6,2 | 611,1 | - | 2160,5 | 20,0 | 21,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 23,1 | 47,7 |
| | 18775 | 3 | 1 | -556,822 | -1,214 | 529,726 | 31,42 | 15,71 | -4,8 | 121,3 | -58,9 | -1,3 | 611,5 | - | 2160,5 | 20,0 | 21,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 23,1 | 47,6 |
| | 18774 | 4 | 1 | -558,458 | -7,302 | 529,458 | 31,42 | 15,71 | -4,8 | 121,0 | -58,8 | -8,1 | 611,8 | - | 2160,5 | 20,0 | 21,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 23,1 | 47,4 |
| | 19991 | 5 | 1 | -559,328 | -12,774 | 528,833 | 31,42 | 15,71 | -4,8 | 120,7 | -58,8 | -14,2 | 612,0 | - | 2160,5 | 20,0 | 21,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 23,1 | 47,3 |
| Plate 14-155 | 19991 | 1 | 1 | -564,579 | -13,354 | 528,833 | 31,42 | 15,71 | -4,8 | 120,0 | -58,9 | -14,8 | 613,0 | - | 2160,5 | 20,0 | 21,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 23,1 | 47,1 |
| (_RCK30_SP100) | 19994 | 2 | 1 | -566,828 | -14,772 | 527,962 | 31,42 | 15,71 | -4,8 | 119,4 | -58,8 | -16,4 | 613,5 | - | 2160,5 | 20,0 | 21,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 23,1 | 46,8 |
| | 19993 | 3 | 1 | -569,376 | -16,121 | 527,000 | 31,42 | 15,71 | -4,8 | 118,8 | -58,7 | -17,9 | 614,0 | - | 2160,5 | 20,0 | 21,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 23,0 | 46,6 |
| | 19992 | 4 | 1 | -570,947 | -17,073 | 525,970 | 31,42 | 15,71 | -4,8 | 118,2 | -58,6 | -19,0 | 614,3 | - | 2160,5 | 20,0 | 21,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 23,0 | 46,4 |
| | 20004 | 5 | 1 | -570,264 | -17,303 | 524,899 | 31,42 | 15,71 | -4,8 | 117,9 | -58,5 | -19,2 | 614,1 | - | 2160,5 | 20,0 | 21,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 23,0 | 46,2 |

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----------------|-------|---|---|----------|---------|---------|-------|-------|------|-------|-------|-------|-------|---|--------|------|------|---|---|----|----|----|----|---|------|------|
| | 16819 | 4 | 1 | -529,280 | 109,570 | 361,230 | 31,42 | 15,71 | -3,3 | 65,1 | -41,5 | 121,7 | 606,2 | - | 2160,5 | 20,0 | 21,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 16,3 | 25,5 |
| | 17683 | 5 | 1 | -528,549 | 105,028 | 367,879 | 31,42 | 15,71 | -3,4 | 67,4 | -42,2 | 116,7 | 606,1 | - | 2160,5 | 20,0 | 21,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 16,6 | 26,4 |
| Plate 14-150 | 17683 | 1 | 1 | -534,126 | 102,744 | 367,879 | 31,42 | 15,71 | -3,4 | 66,8 | -42,2 | 114,2 | 607,1 | - | 2160,5 | 20,0 | 21,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 16,6 | 26,2 |
| (_RCK30_SP100) | 17686 | 2 | 1 | -533,638 | 101,435 | 374,215 | 31,42 | 15,71 | -3,4 | 69,0 | -42,9 | 112,7 | 607,0 | - | 2160,5 | 20,0 | 21,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 16,8 | 27,1 |
| | 17685 | 3 | 1 | -534,519 | 99,609 | 380,448 | 31,42 | 15,71 | -3,5 | 71,1 | -43,6 | 110,7 | 607,2 | - | 2160,5 | 20,0 | 21,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 17,1 | 27,9 |
| | 17684 | 4 | 1 | -535,342 | 97,967 | 386,578 | 31,42 | 15,71 | -3,5 | 73,1 | -44,2 | 108,9 | 607,4 | - | 2160,5 | 20,0 | 21,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 17,3 | 28,7 |
| | 17993 | 5 | 1 | -534,674 | 97,205 | 392,621 | 31,42 | 15,71 | -3,6 | 75,3 | -44,8 | 108,0 | 607,2 | - | 2160,5 | 20,0 | 21,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 17,6 | 29,5 |
| Plate 14-151 | 17993 | 1 | 1 | -534,928 | 97,307 | 392,621 | 31,42 | 15,71 | -3,6 | 75,3 | -44,8 | 108,1 | 607,3 | - | 2160,5 | 20,0 | 21,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 17,6 | 29,5 |
| (_RCK30_SP100) | 17999 | 2 | 1 | -535,275 | 96,678 | 398,638 | 31,42 | 15,71 | -3,7 | 77,3 | -45,4 | 107,4 | 607,4 | - | 2160,5 | 20,0 | 21,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 17,8 | 30,3 |
| | 17998 | 3 | 1 | -533,810 | 95,761 | 404,606 | 31,42 | 15,71 | -3,7 | 79,6 | -46,0 | 106,4 | 607,1 | - | 2160,5 | 20,0 | 21,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 18,1 | 31,2 |
| | 17997 | 4 | 1 | -531,500 | 94,816 | 410,519 | 31,42 | 15,71 | -3,8 | 81,9 | -46,6 | 105,4 | 606,6 | - | 2160,5 | 20,0 | 21,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 18,3 | 32,1 |
| | 18555 | 5 | 1 | -529,310 | 94,100 | 416,373 | 31,42 | 15,71 | -3,8 | 84,2 | -47,2 | 104,6 | 606,2 | - | 2160,5 | 20,0 | 21,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 18,5 | 33,0 |
| Plate 14-152 | 18555 | 1 | 1 | -525,576 | 92,632 | 416,373 | 31,42 | 15,71 | -3,8 | 84,7 | -47,2 | 102,9 | 605,5 | - | 2160,5 | 20,0 | 21,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 18,5 | 33,2 |
| (_RCK30_SP100) | 18558 | 2 | 1 | -524,157 | 88,712 | 422,000 | 31,42 | 15,71 | -3,9 | 86,8 | -47,7 | 98,6 | 605,2 | - | 2160,5 | 20,0 | 21,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 18,7 | 34,1 |
| | 18557 | 3 | 1 | -522,032 | 83,944 | 427,360 | 31,42 | 15,71 | -3,9 | 89,0 | -48,2 | 93,3 | 604,8 | - | 2160,5 | 20,0 | 21,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 18,9 | 34,9 |
| | 18556 | 4 | 1 | -519,256 | 78,328 | 432,398 | 31,42 | 15,71 | -4,0 | 91,1 | -48,7 | 87,0 | 604,3 | - | 2160,5 | 20,0 | 21,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 19,1 | 35,7 |
| | 18783 | 5 | 1 | -515,883 | 71,863 | 437,059 | 31,42 | 15,71 | -4,0 | 93,2 | -49,2 | 79,8 | 603,6 | - | 2160,5 | 20,0 | 21,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 19,3 | 36,5 |
| Plate 14-153 | 18783 | 1 | 1 | -516,543 | 72,762 | 437,059 | 31,42 | 15,71 | -4,0 | 93,1 | -49,2 | 80,8 | 603,7 | - | 2160,5 | 20,0 | 21,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 19,3 | 36,5 |
| (_RCK30_SP100) | 18769 | 2 | 1 | -516,206 | 65,665 | 441,351 | 31,42 | 15,71 | -4,0 | 94,6 | -49,6 | 73,0 | 603,7 | - | 2160,5 | 20,0 | 21,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 19,4 | 37,1 |
| | 18768 | 3 | 1 | -515,561 | 58,554 | 445,203 | 31,42 | 15,71 | -4,1 | 96,1 | -50,0 | 65,1 | 603,6 | - | 2160,5 | 20,0 | 21,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 19,6 | 37,7 |
| | 18767 | 4 | 1 | -514,533 | 51,483 | 448,617 | 31,42 | 15,71 | -4,1 | 97,4 | -50,3 | 57,2 | 603,4 | - | 2160,5 | 20,0 | 21,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 19,7 | 38,2 |
| | 18773 | 5 | 1 | -513,050 | 44,511 | 451,592 | 31,42 | 15,71 | -4,1 | 98,7 | -50,6 | 49,5 | 603,1 | - | 2160,5 | 20,0 | 21,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 19,8 | 38,7 |
| Plate 14-154 | 18773 | 1 | 1 | -513,515 | 44,627 | 451,592 | 31,42 | 15,71 | -4,1 | 98,6 | -50,6 | 49,6 | 603,2 | - | 2160,5 | 20,0 | 21,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 19,8 | 38,7 |
| (_RCK30_SP100) | 18776 | 2 | 1 | -515,264 | 38,050 | 454,152 | 31,42 | 15,71 | -4,2 | 99,3 | -50,9 | 42,3 | 603,5 | - | 2160,5 | 20,0 | 21,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 19,9 | 39,0 |
| | 18775 | 3 | 1 | -516,670 | 32,087 | 456,325 | 31,42 | 15,71 | -4,2 | 99,9 | -51,1 | 35,7 | 603,8 | - | 2160,5 | 20,0 | 21,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 20,0 | 39,2 |
| | 18774 | 4 | 1 | -517,598 | 26,697 | 458,145 | 31,42 | 15,71 | -4,2 | 100,5 | -51,3 | 29,7 | 603,9 | - | 2160,5 | 20,0 | 21,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 20,1 | 39,4 |
| | 19991 | 5 | 1 | -517,914 | 21,835 | 459,647 | 31,42 | 15,71 | -4,2 | 101,0 | -51,4 | 24,3 | 604,0 | - | 2160,5 | 20,0 | 21,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 20,2 | 39,6 |
| Plate 14-155 | 19991 | 1 | 1 | -522,596 | 21,355 | 459,647 | 31,42 | 15,71 | -4,2 | 100,4 | -51,5 | 23,7 | 604,9 | - | 2160,5 | 20,0 | 21,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 20,2 | 39,4 |
| (_RCK30_SP100) | 19994 | 2 | 1 | -524,127 | 20,053 | 460,932 | 31,42 | 15,71 | -4,2 | 100,7 | -51,6 | 22,3 | 605,2 | - | 2160,5 | 20,0 | 21,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 20,3 | 39,5 |
| | 19993 | 3 | 1 | -525,963 | 18,837 | 462,135 | 31,42 | 15,71 | -4,2 | 100,9 | -51,8 | 20,9 | 605,6 | - | 2160,5 | 20,0 | 21,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 20,3 | 39,6 |
| | 19992 | 4 | 1 | -526,955 | 17,995 | 463,277 | 31,42 | 15,71 | -4,2 | 101,2 | -51,9 | 20,0 | 605,8 | - | 2160,5 | 20,0 | 21,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 20,4 | 39,7 |
| | 20004 | 5 | 1 | -525,951 | 17,815 | 464,382 | 31,42 | 15,71 | -4,2 | 101,7 | -52,0 | 19,8 | 605,6 | - | 2160,5 | 20,0 | 21,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 20,4 | 39,9 |

PLAXIS Report

1.1.1.1.1 Materials - Soil and interfaces - Mohr-Coulomb

| Identification | | ARG_LIM | AR_MARNOSE | CAP | ricoprimento |
|-----------------------|----------------------|---|---|---|---|
| Identification number | | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Drainage type | | Drained | Drained | Drained | Drained |
| Colour | |  |  |  |  |
| Comments | | Argille limose, strato superficialae 2m | ARGILLE MARNOSE DI ORTEVERO _stratigrafia>5m | ARGILLE MARNOSE DI ORTEVERO _strato alterato -stratigrafia2-5m | |
| γ_{unsat} | kN/m ³ | 18.50 | 20.50 | 19.50 | 21.00 |
| γ_{sat} | kN/m ³ | 18.50 | 20.50 | 19.50 | 21.00 |
| Dilatancy cut-off | | No | No | No | No |
| e_{min} | | 0.5000 | 0.5000 | 0.5000 | 0.5000 |
| e_{max} | | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| e_{max} | | 999.0 | 999.0 | 999.0 | 999.0 |
| Rayleigh | | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| Rayleigh | | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| E | kN/m ² | 15.00E3 | 60.00E3 | 32.50E3 | 30.00E3 |
| (nu) | | 0.3000 | 0.3000 | 0.3000 | 0.3000 |
| G | kN/m ² | 5769 | 23.08E3 | 12.50E3 | 11.54E3 |
| E_{swd} | kN/m ² | 20.19E3 | 80.77E3 | 43.75E3 | 40.38E3 |
| c_{int} | kN/m ² | 5.000 | 30.00 | 20.00 | 0.000 |
| (phi) | ° | 21.00 | 24.00 | 22.00 | 28.00 |
| (psi) | ° | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| V_v | m/s | 55.28 | 105.0 | 79.26 | 73.38 |
| V_h | m/s | 103.4 | 196.5 | 148.3 | 137.3 |
| Set to default values | | Yes | Yes | Yes | Yes |
| E_{int} | kN/m ² /m | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| y_{int} | m | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

| | | | | | |
|----------------------------|----------------------|-----------|------------|-----------|--------------|
| Identification | | ARG_LIM | AR_MARNOSE | CAP | ricoprimento |
| c_{inc} | kN/m ³ /m | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| y_{int} | m | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| Tension cut-off | | Yes | Yes | Yes | Yes |
| Tensile strength | kN/m ² | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| Strength | | Rigid | Rigid | Rigid | Rigid |
| R_{inter} | | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 |
| R_{inter} | | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| K_{σ} determination | | Automatic | Automatic | Automatic | Automatic |
| $K_{\sigma, \sigma}$ | | 0.6416 | 0.5933 | 0.6254 | 0.5305 |
| Data set | | Standard | Standard | Standard | Standard |
| Type | | Coarse | Coarse | Coarse | Coarse |
| < 2 μ m | % | 10.00 | 10.00 | 10.00 | 10.00 |
| 2 μ m - 50 μ m | % | 13.00 | 13.00 | 13.00 | 13.00 |
| 50 μ m - 2 mm | % | 77.00 | 77.00 | 77.00 | 77.00 |
| Set to default values | | No | No | No | No |
| k_x | m/day | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| k_y | m/day | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| r_{unsat} | m | 10.00E3 | 10.00E3 | 10.00E3 | 10.00E3 |
| e_{init} | | 0.5000 | 0.5000 | 0.5000 | 0.5000 |
| c_s | | 1.000E15 | 1.000E15 | 1.000E15 | 1.000E15 |

1.1.1.1.2 Materials - Soil and interfaces - Linear elastic

| | | |
|-----------------------|---|---------|
| Identification | _CLS C25/30 - DM96 | |
| Identification number | 5 | |
| Drainage type | Drained | |
| Colour |  | |
| Comments | CLS C 25/30 | |
| e_{unsat} | kN/m^3 | 25.00 |
| e_{sat} | kN/m^3 | 25.00 |
| Dilatancy cut-off | No | |
| e_{init} | 0.5000 | |
| e_{min} | 0.000 | |
| e_{max} | 999.0 | |
| Rayleigh | 0.000 | |
| Rayleigh | 0.000 | |
| E | kN/m^2 | 31.22E6 |
| (ν) | 0.2000 | |
| G | kN/m^2 | 13.01E6 |
| E_{oed} | kN/m^2 | 34.69E6 |

| | | | |
|------------------------|----------------------|--|--------------------|
| Identification | | | _CLS C25/30 - DM96 |
| V_s | m/s | | 2258 |
| V_p | m/s | | 3688 |
| Set to default values | | | Yes |
| E_{inc} | kN/m ² /m | | 0.000 |
| y_{ref} | m | | 0.000 |
| Strength | | | Manual |
| R_{inter} | | | 0.01000 |
| α_{inter} | | | 0.000 |
| K_0 determination | | | Automatic |
| $K_{0,x}$ | | | 0.2929 |
| 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 |
| Set to default values | | | No |
| k_x | m/day | | 0.000 |
| k_y | m/day | | 0.000 |
| α_{unsat} | m | | 10.00E3 |

| | |
|-------------------|--------------------|
| Identification | _CLS C25/30 - DM96 |
| e _{init} | 0.5000 |
| C _k | 1.000E15 |

1.1.1.2.1 Materials - Plates - (1/2)

| Identification | | _GHOST | _RCK30_SP100 | _RCK30_SP90 | _RCK30_SP170 | berlinese_sp0.2054 |
|-----------------------|----------------------|---|---|---|---|---|
| Identification number | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Comments | | | Ridotta K 10 ⁻¹⁰ | | Ridotta K 10 ⁻¹⁰ | pARATIA BERLINESE sp EQUIV. 0.2054M MICROPALI 22CM SPAZIATI 0.35 |
| Colour | |  |  |  |  |  |
| Material type | | Elastoplastic | Elastoplastic | Elastoplastic | Elastoplastic | Elastoplastic |
| Isotropic | | Yes | No | No | No | No |
| EA ₁ | kN/m | 1.000E-9 | 3.122E-3 | 2.810E-3 | 5.300E-3 | 6.410E6 |
| EA ₂ | kN/m | 1.000E-9 | 3.122E-3 | 2.810E-3 | 5.300E-3 | 6.410E6 |
| EI | kN m ² /m | 1.000E-9 | 0.2603E-3 | 0.1897E-3 | 1.277E-3 | 22.53E3 |
| d | m | 3.464 | 1.000 | 0.9000 | 1.700 | 0.2054 |
| w | kN/m/m | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| (nu) | | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.2000 |
| M _p | kN m/m | 1.000E12 | 1.000E12 | 1.000E12 | 1.000E12 | 1.000E12 |
| N _{a1} | kN/m | 1.000E12 | 1.000E12 | 1.000E12 | 1.000E12 | 1.000E12 |
| N _{a2} | kN/m | 1.000E12 | 1.000E12 | 1.000E12 | 1.000E12 | 1.000E12 |
| Rayleigh | | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| Rayleigh | | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

1.1.1.2.2 Materials - Plates - (2/2)

| | | | |
|-----------------------|----------------------|---|---|
| Identification | | _rck30_sp115 | RCK_30_sp150 |
| Identification number | | 6 | 7 |
| Comments | | Ridotta K 10 ⁻¹⁰ | Ridotta K 10 ⁻¹⁰ |
| Colour | |  |  |
| Material type | | Elastoplastic | Elastoplastic |
| Isotropic | | No | No |
| EA ₁ | kN/m | 3.588E-3 | 4.680E-3 |
| EA ₂ | kN/m | 3.588E-3 | 4.680E-3 |
| EI | kN m ² /m | 0.3950E-3 | 0.8780E-3 |
| d | m | 1.149 | 1.500 |
| w | kN/m/m | 0.000 | 0.000 |
| (nu) | | 0.000 | 0.000 |
| M _p | kN m/m | 1.000E12 | 1.000E12 |
| N _{p,1} | kN/m | 1.000E12 | 1.000E12 |
| N _{p,2} | kN/m | 1.000E12 | 1.000E12 |
| Rayleigh | | 0.000 | 0.000 |
| Rayleigh | | 0.000 | 0.000 |

1.1.1.3 Materials - Anchors -

| Identification | | TIRANTE_3 trefoli | TIRANTE_4trefoli |
|-----------------------|----|---|---|
| Identification number | | 1 | 2 |
| Comments | | | |
| Colour | |  |  |
| Material type | | Elastoplastic | Elastoplastic |
| EA | kN | 79.23E3 | 105.6E3 |
| L _{spacing} | m | 2.100 | 2.100 |
| F _{max,tens} | kN | 404.0 | 538.0 |
| F _{max,comp} | kN | 1.000 | 1.000 |

1.1.2 General information

General information

Project

Filename NV02_BORZOLI_4m_GA.PLX

Directory J:\352.08 - COCIV - PROGETTO COSTRUTTIVO\02_LOTTO1\NV02\GASE - IMBOCCO LATO BORZOLI\03_GALLERIA_ARTIFICIALE\FILE_PLAXIS\NV02_BORZOLI_4m_GA.P2DAT\

Title borzoli_artificiale_01

General

Model Plane strain

Elements 15-Noded

Acceleration

Gravity angle -90.00°

x-acceleration 0.06300 G

y-acceleration 0.03150 G

Earth gravity 9.800 m/s²

Mesh

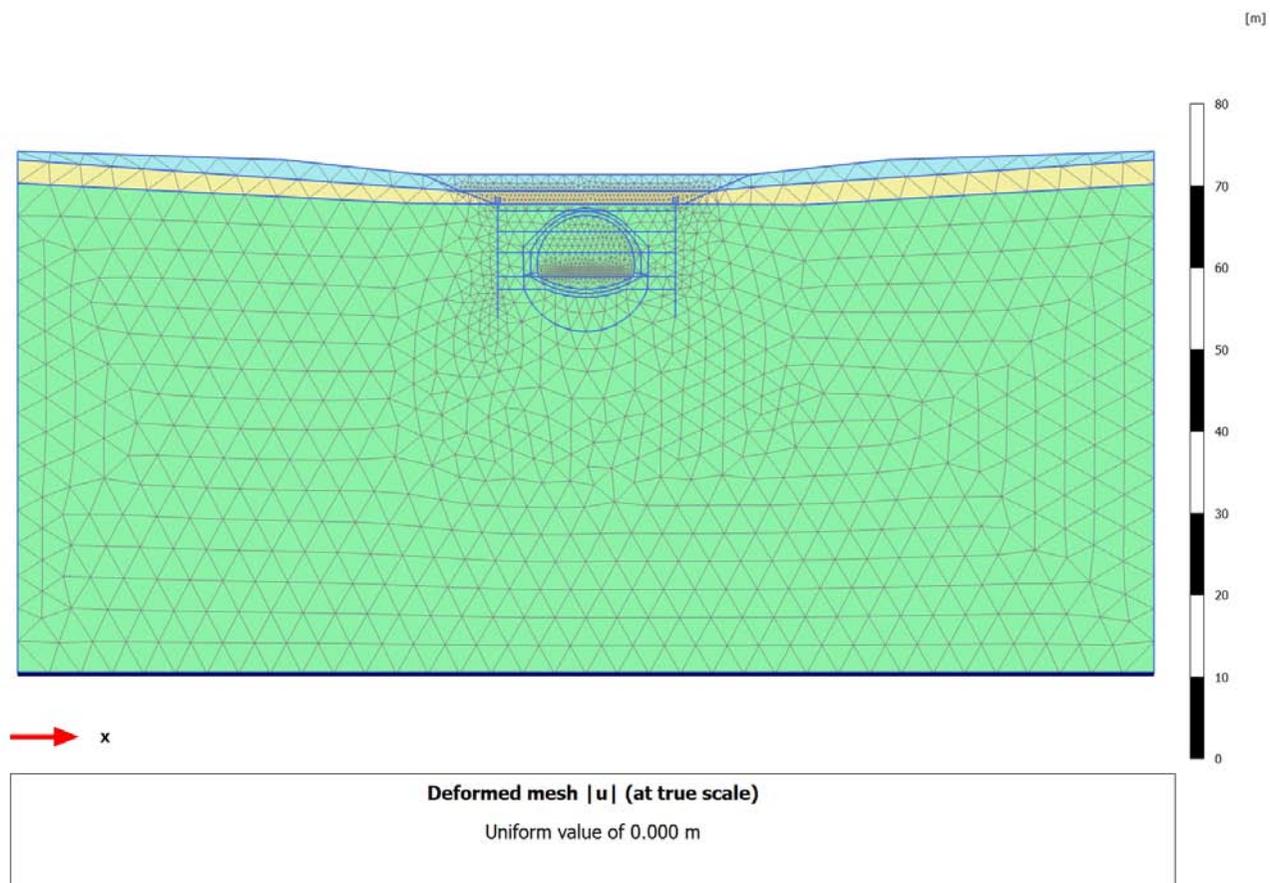
Nr of soil elements 3343

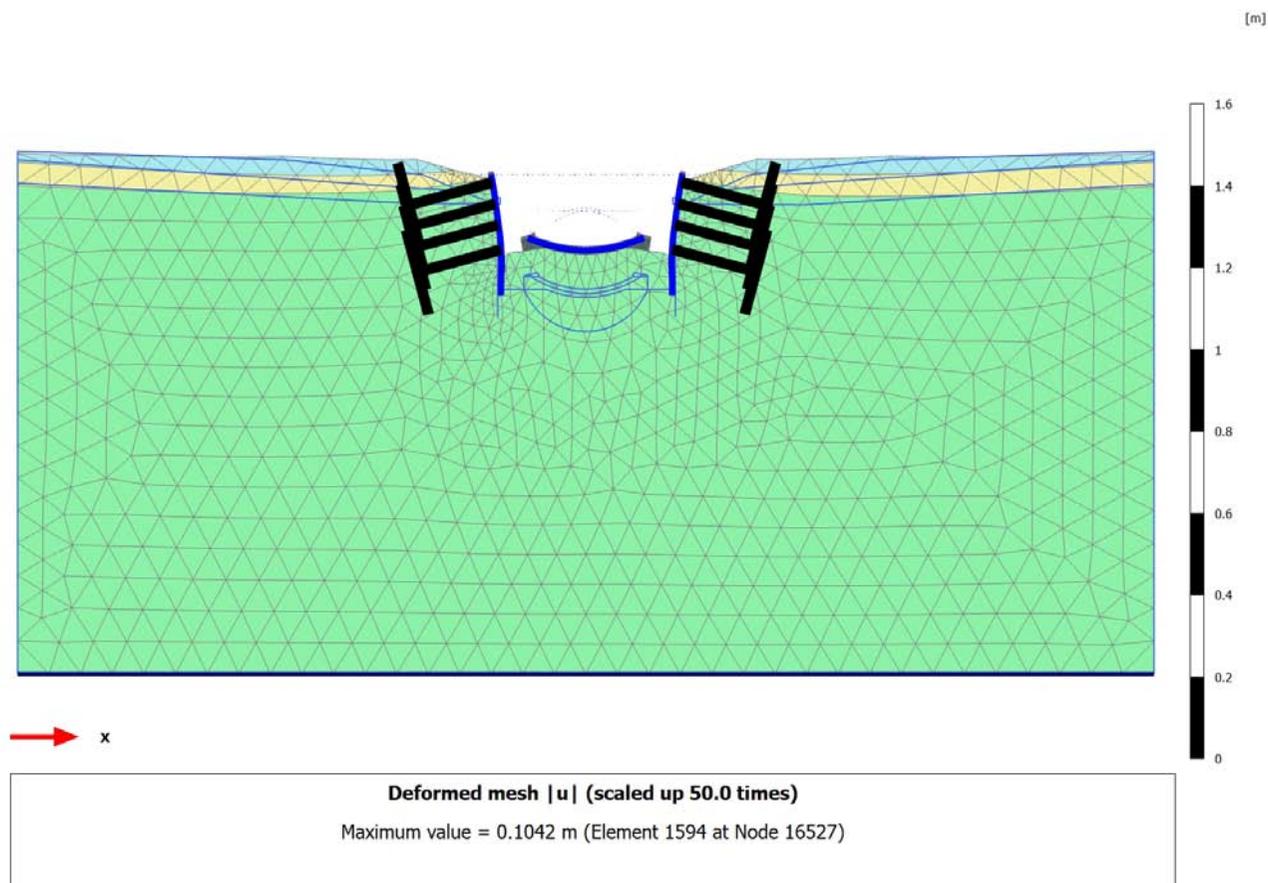
Nr of nodes 27107

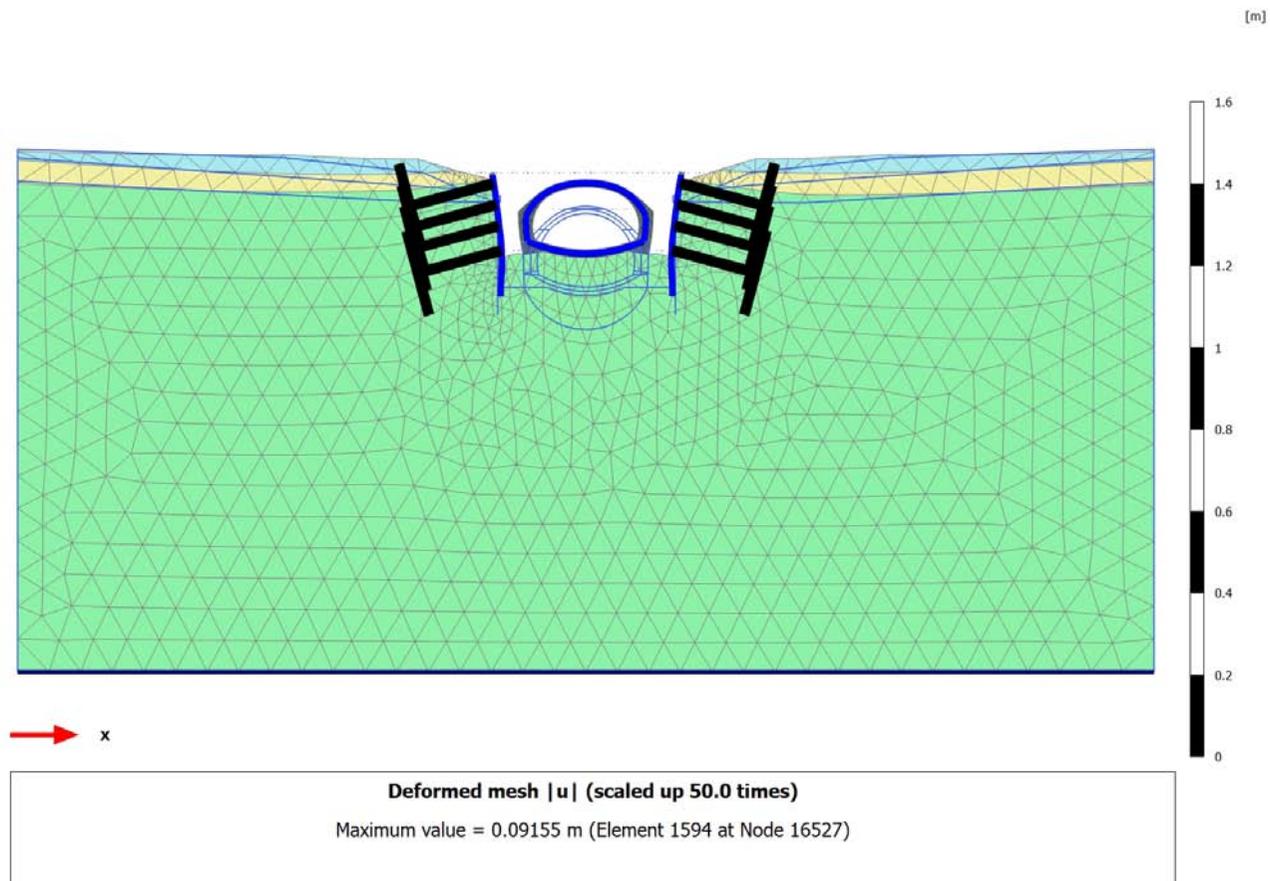
Average elem. size 1.635 m

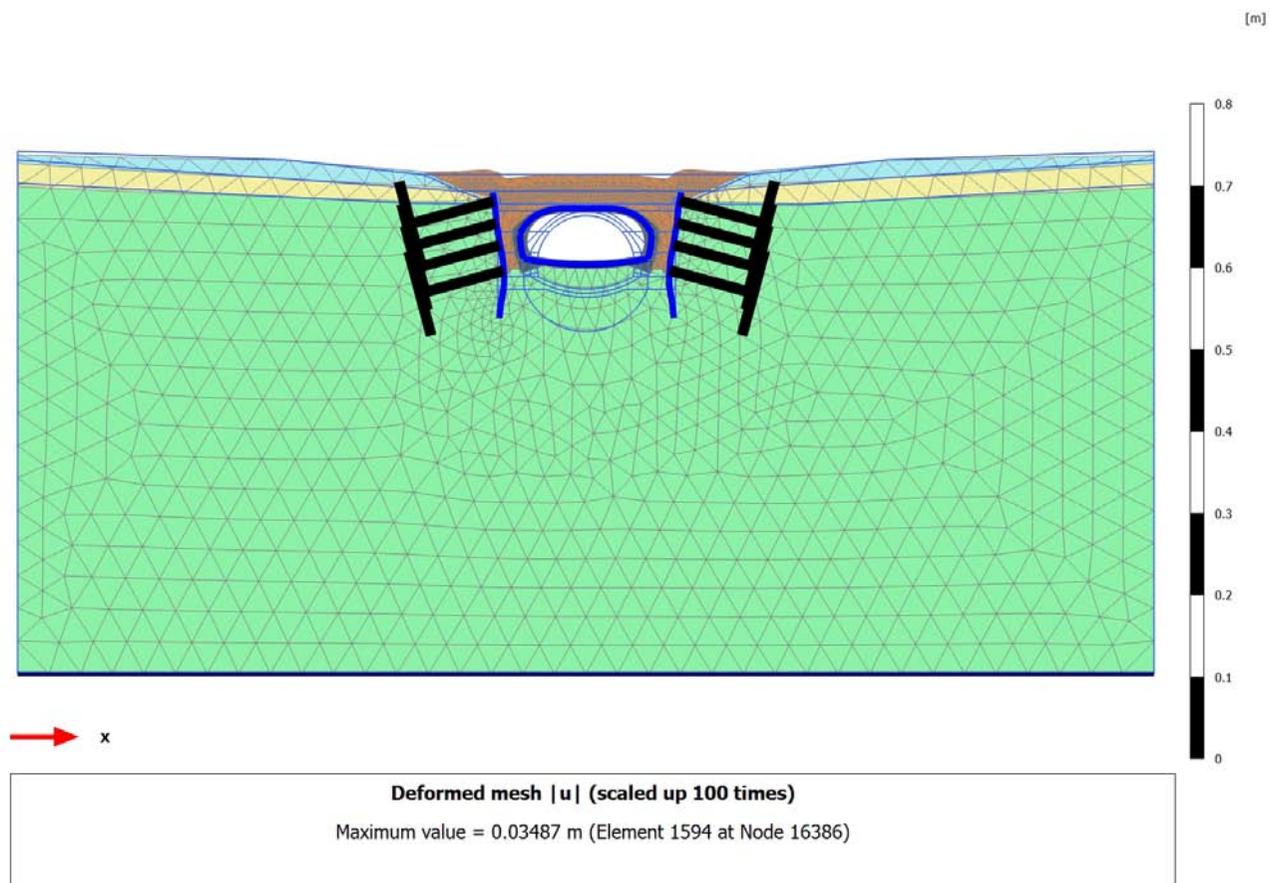
Comments

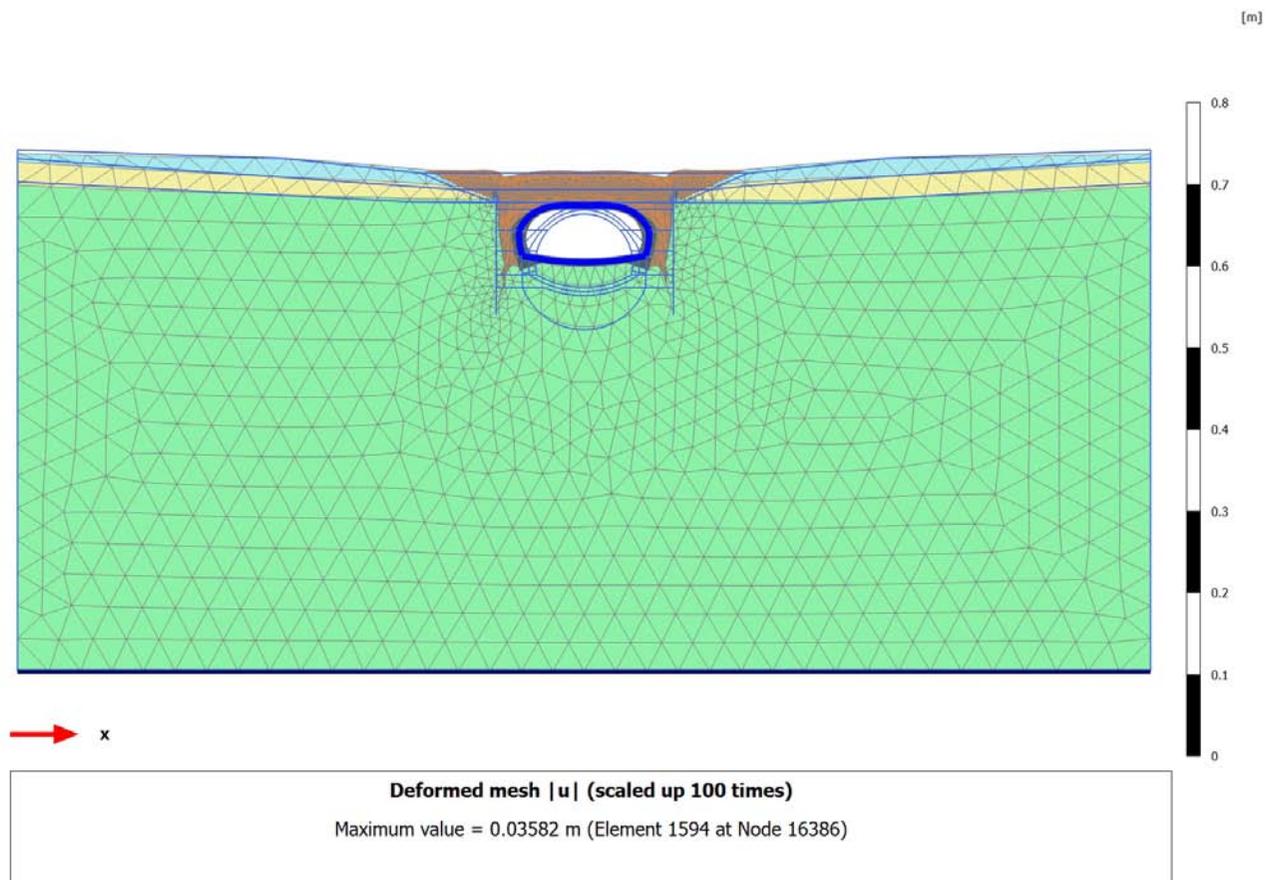
4.1.1 Calculation results, Initial phase (0/1), Deformed mesh |u|



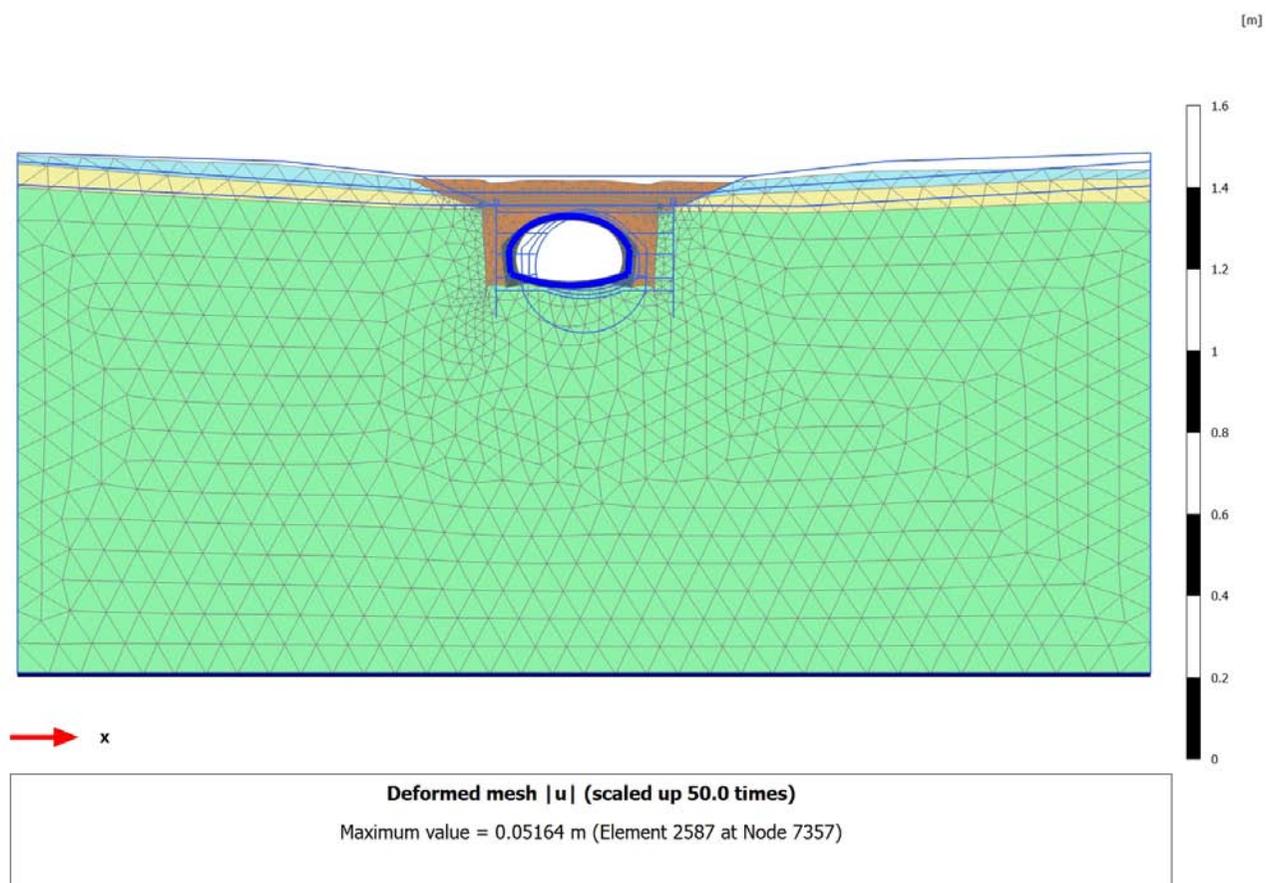
4.1.2 Calculation results, <Phase 13> (13/42), Deformed mesh $|u|$ 

4.1.3 Calculation results, <Phase 14> (14/46), Deformed mesh $|u|$ 

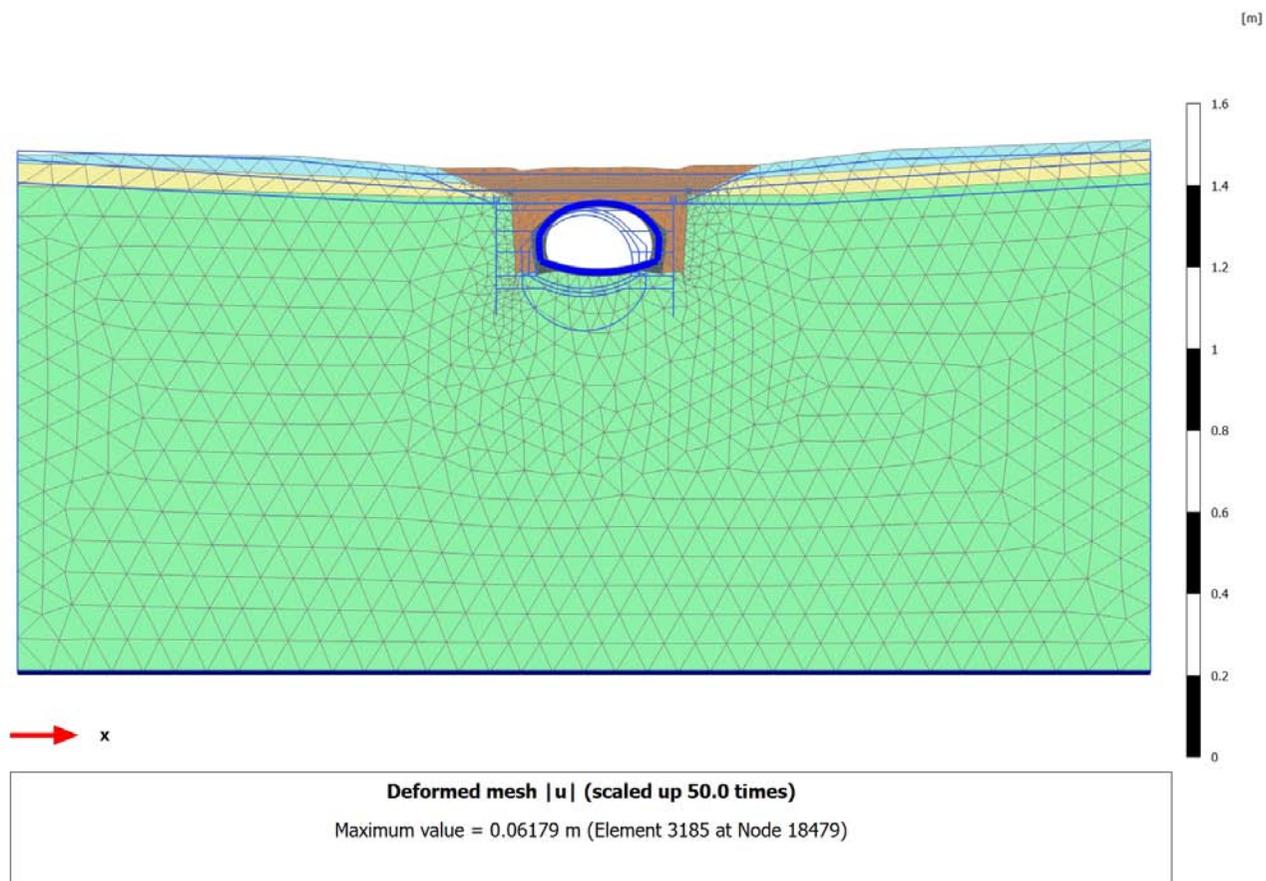
4.1.4 Calculation results, <Phase 16> (16/60), Deformed mesh $|u|$ 

4.1.5 Calculation results, <Phase 17LT> (17/73), Deformed mesh $|u|$ 

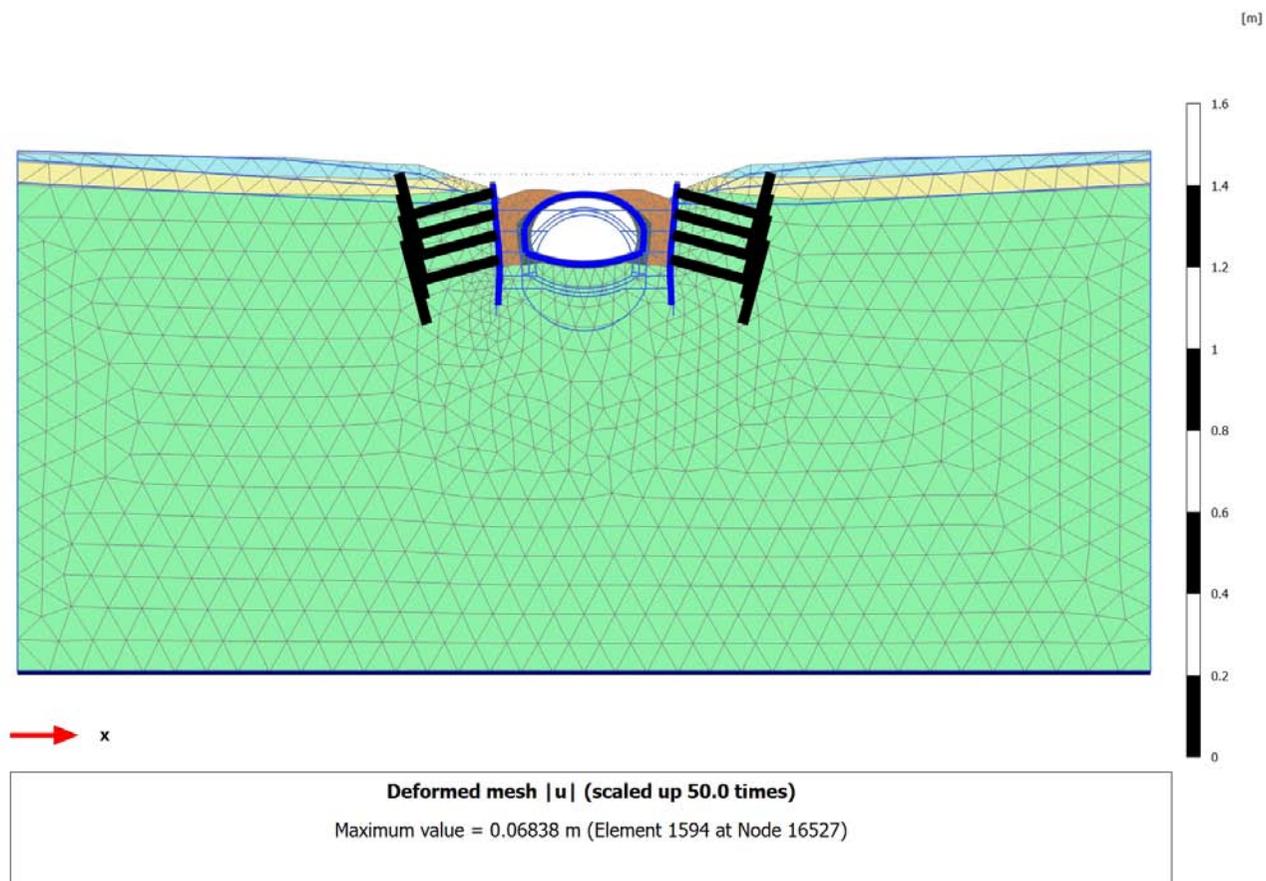
4.1.6 Calculation results, <Phase 18A> (18/82), Deformed mesh |u|



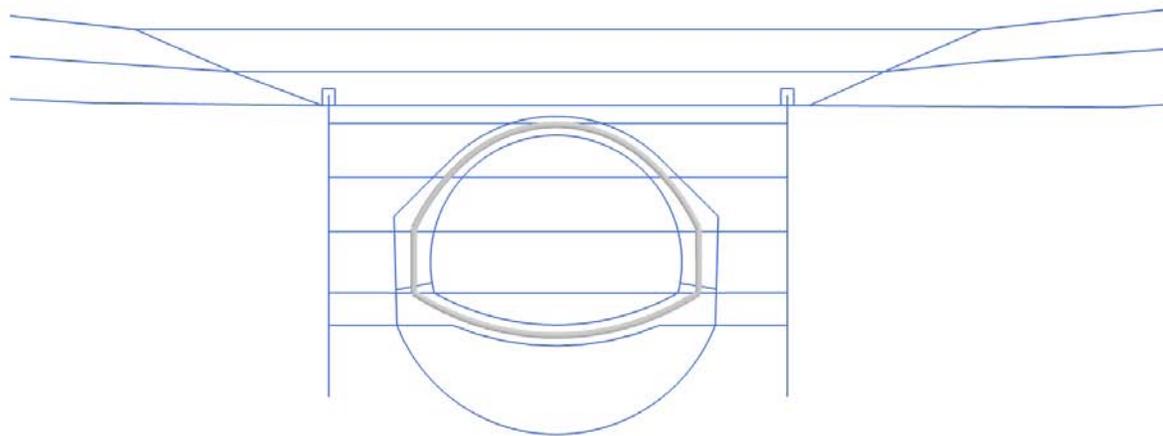
4.1.7 Calculation results, <Phase 18B> (19/92), Deformed mesh |u|



4.1.8 Calculation results, <Phase 15> (15/109), Deformed mesh |u|

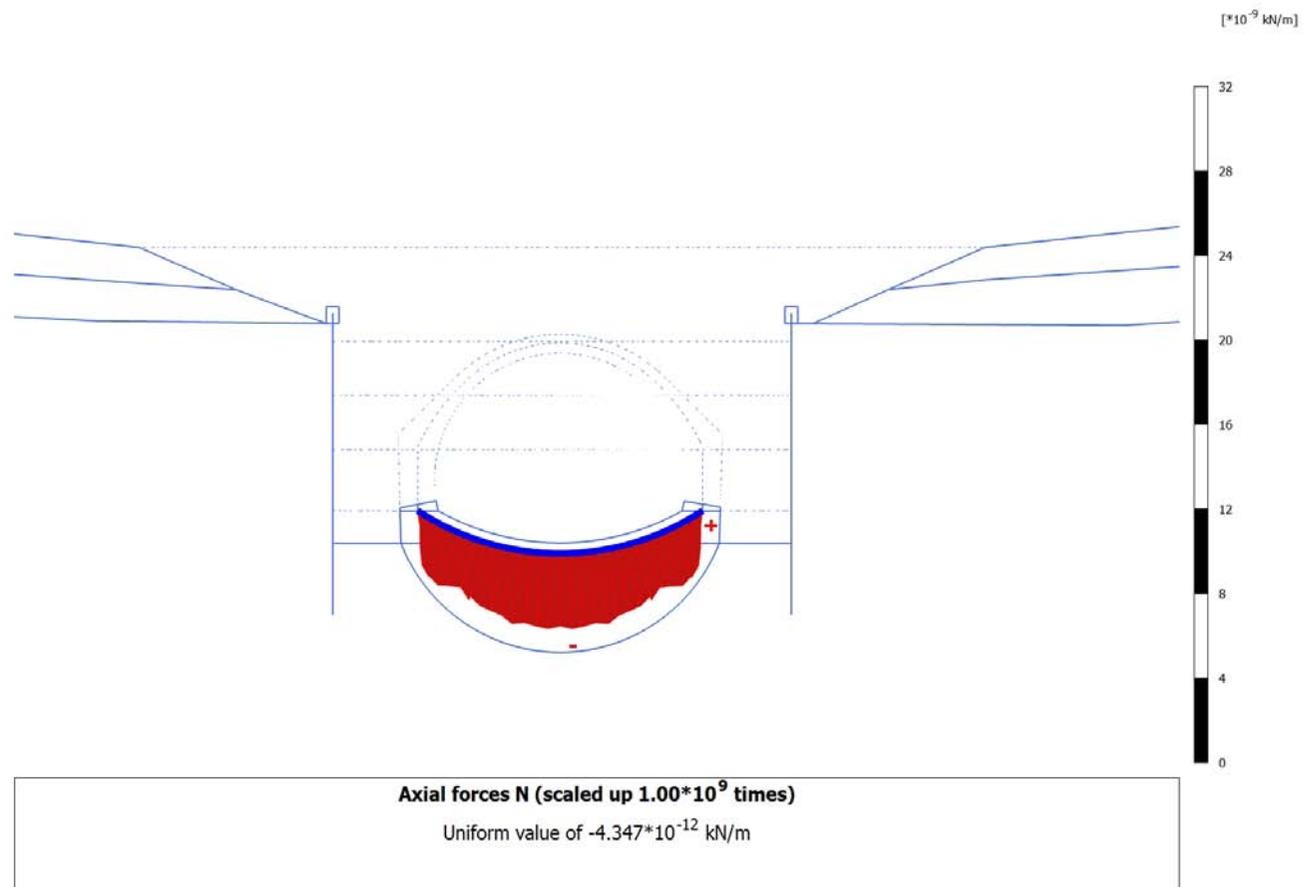


4.2.1 Calculation results, Plate, Initial phase (0/1), Axial forces N

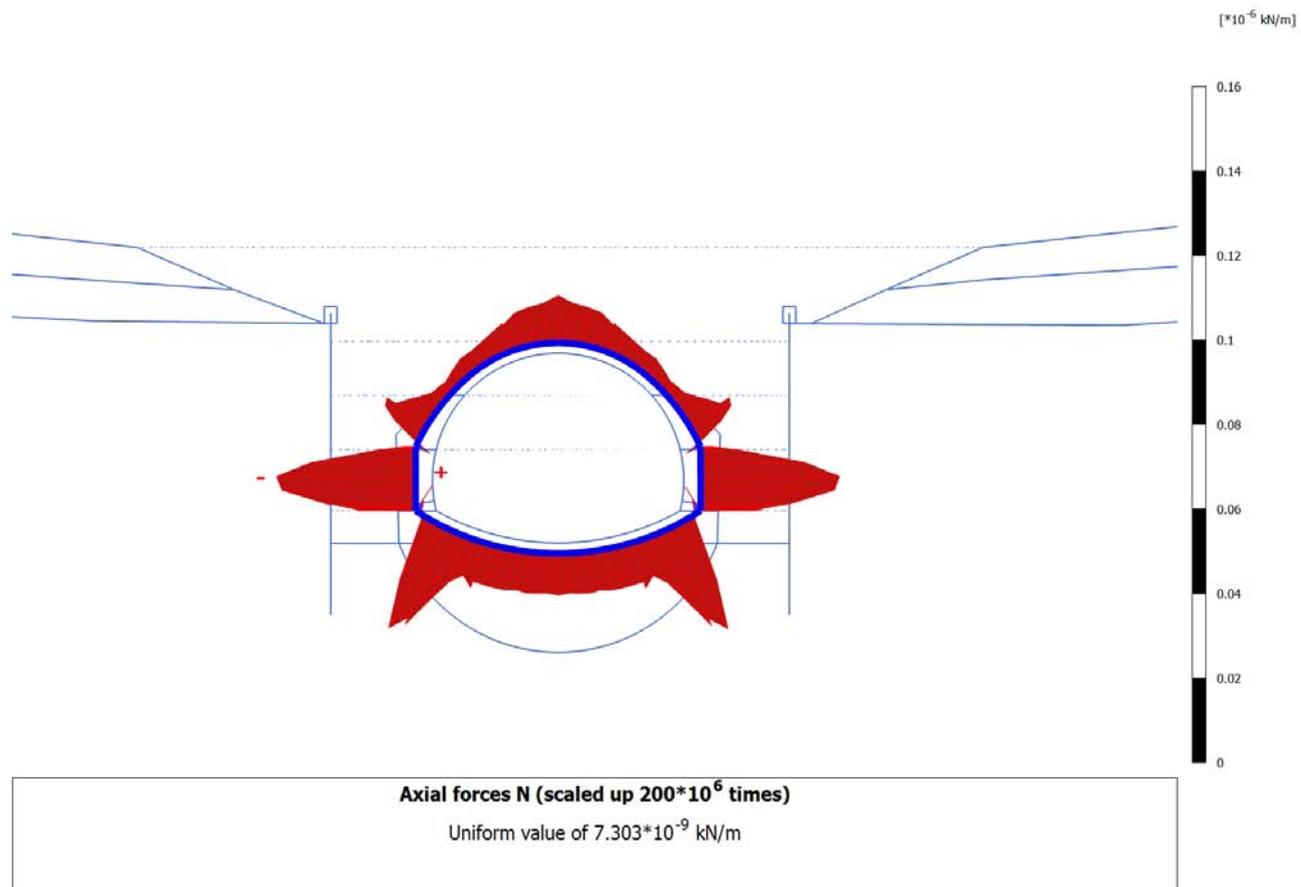


Axial forces N (scaled up 1.00 times)
No results

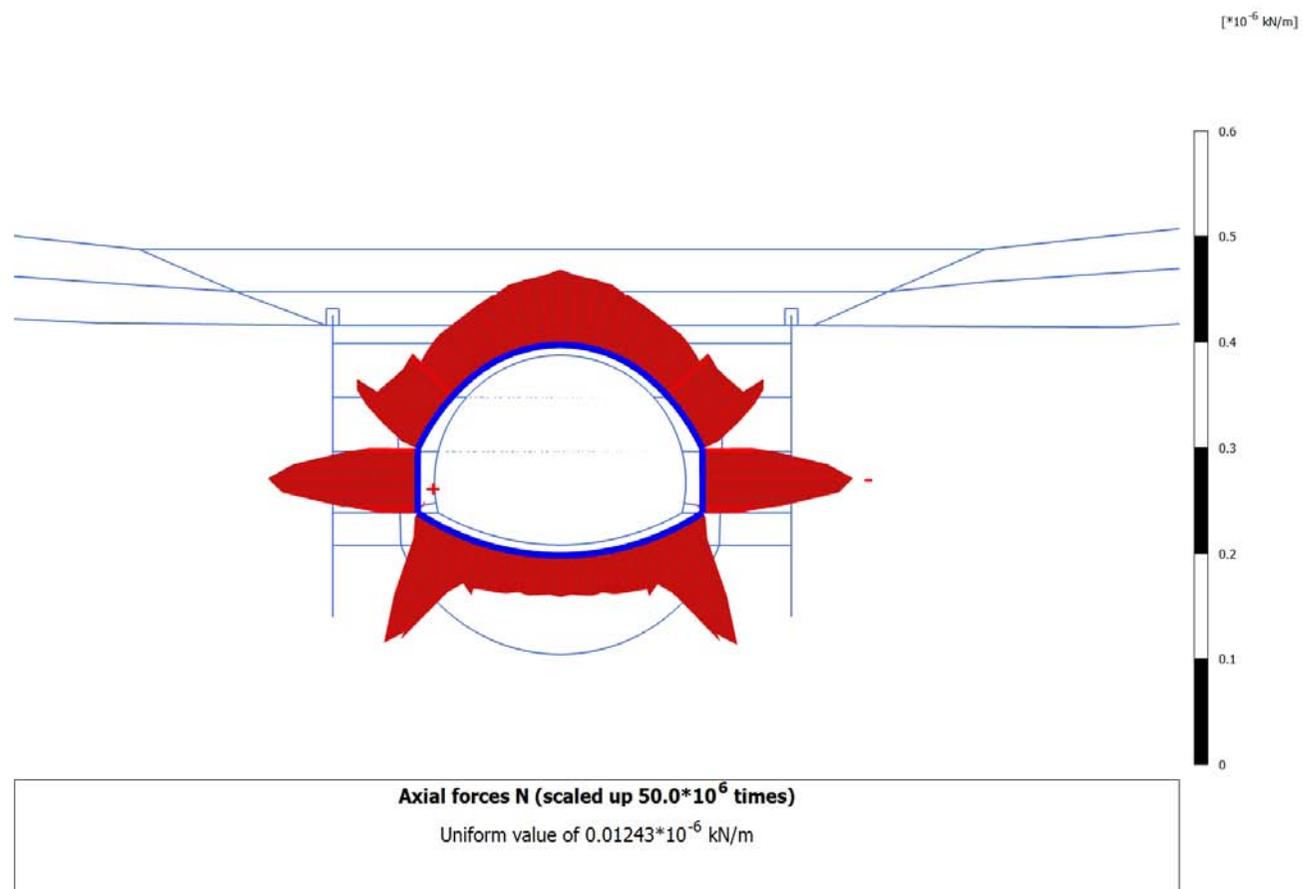
4.2.2 Calculation results, Plate, <Phase 13> (13/42), Axial forces N



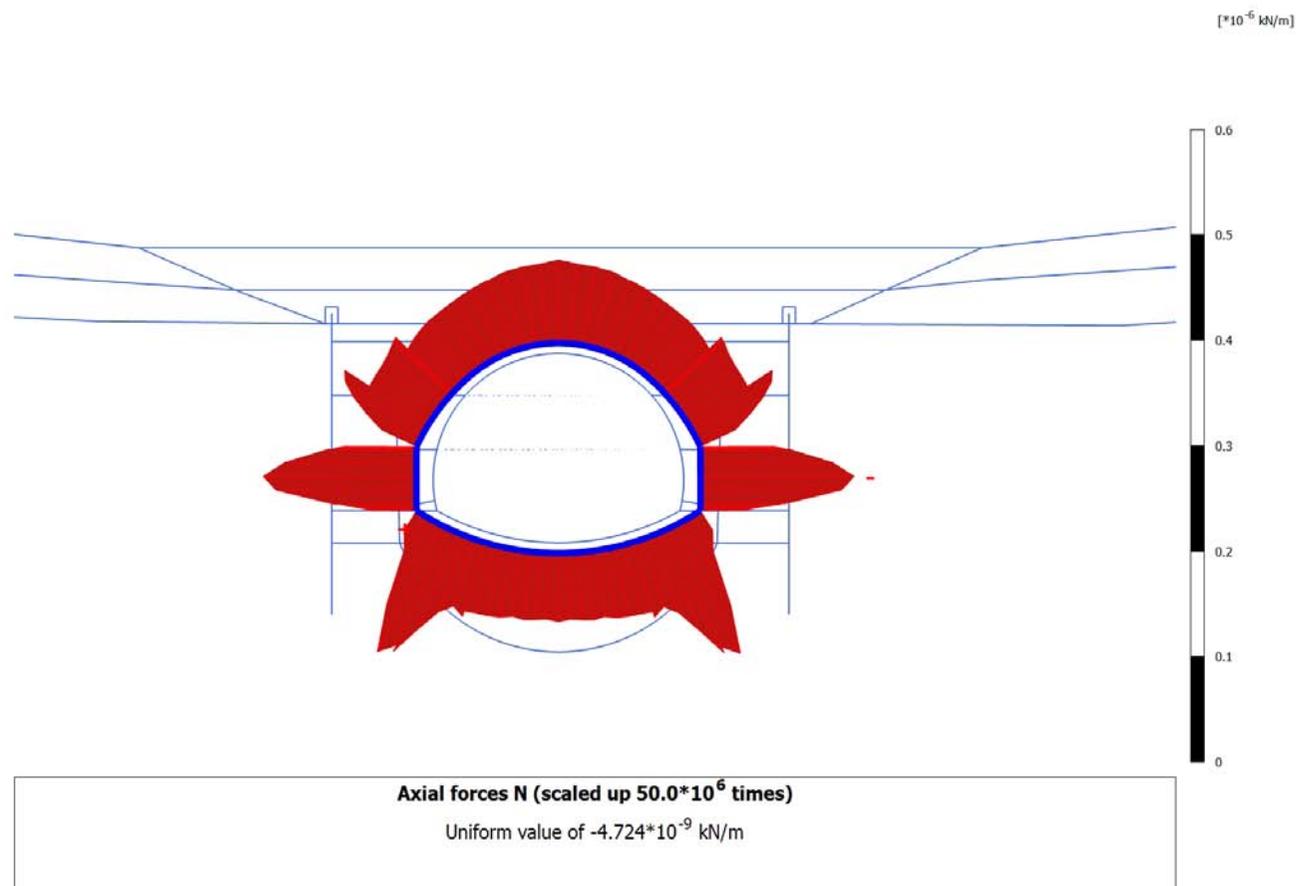
4.2.3 Calculation results, Plate, <Phase 14> (14/46), Axial forces N



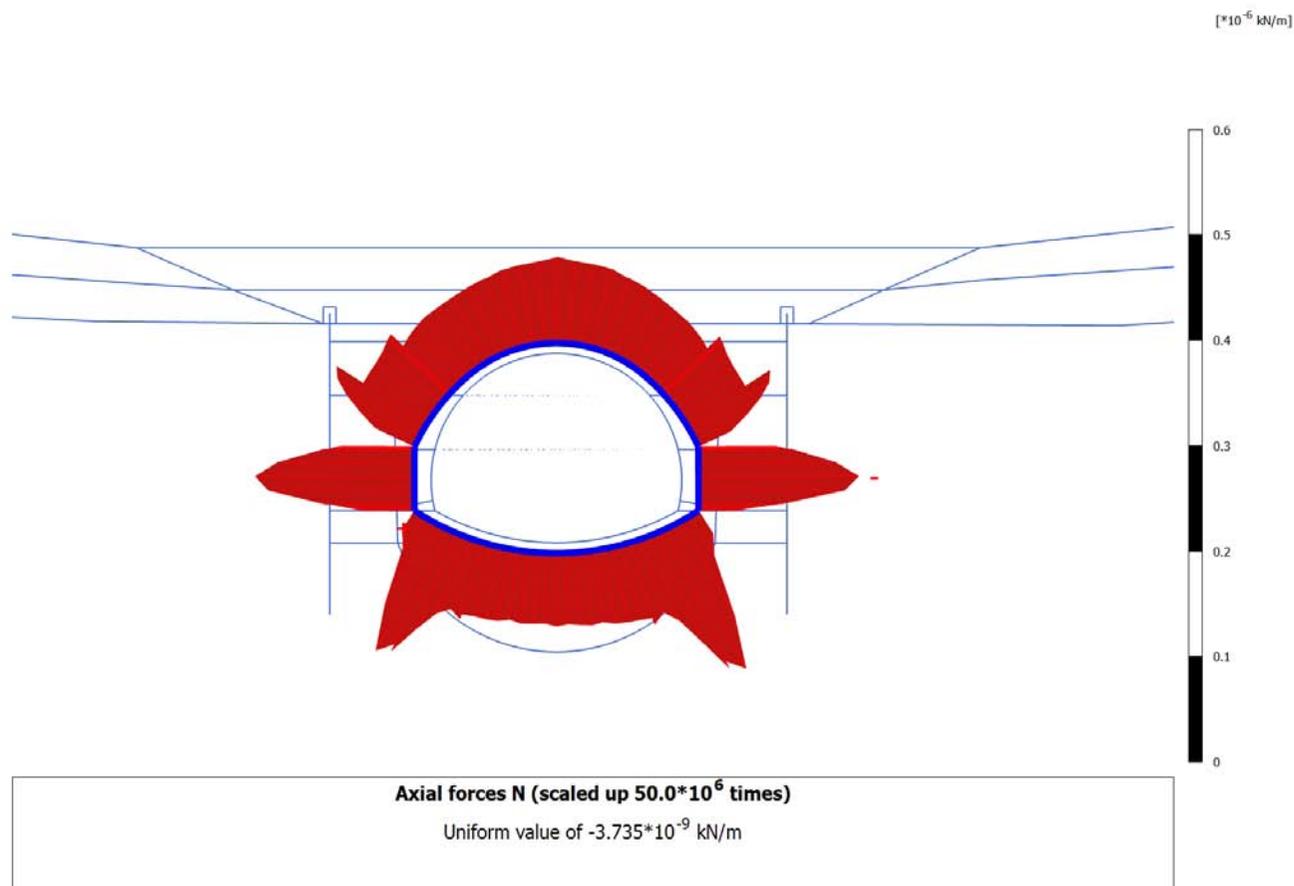
4.2.4 Calculation results, Plate, <Phase 16> (16/60), Axial forces N



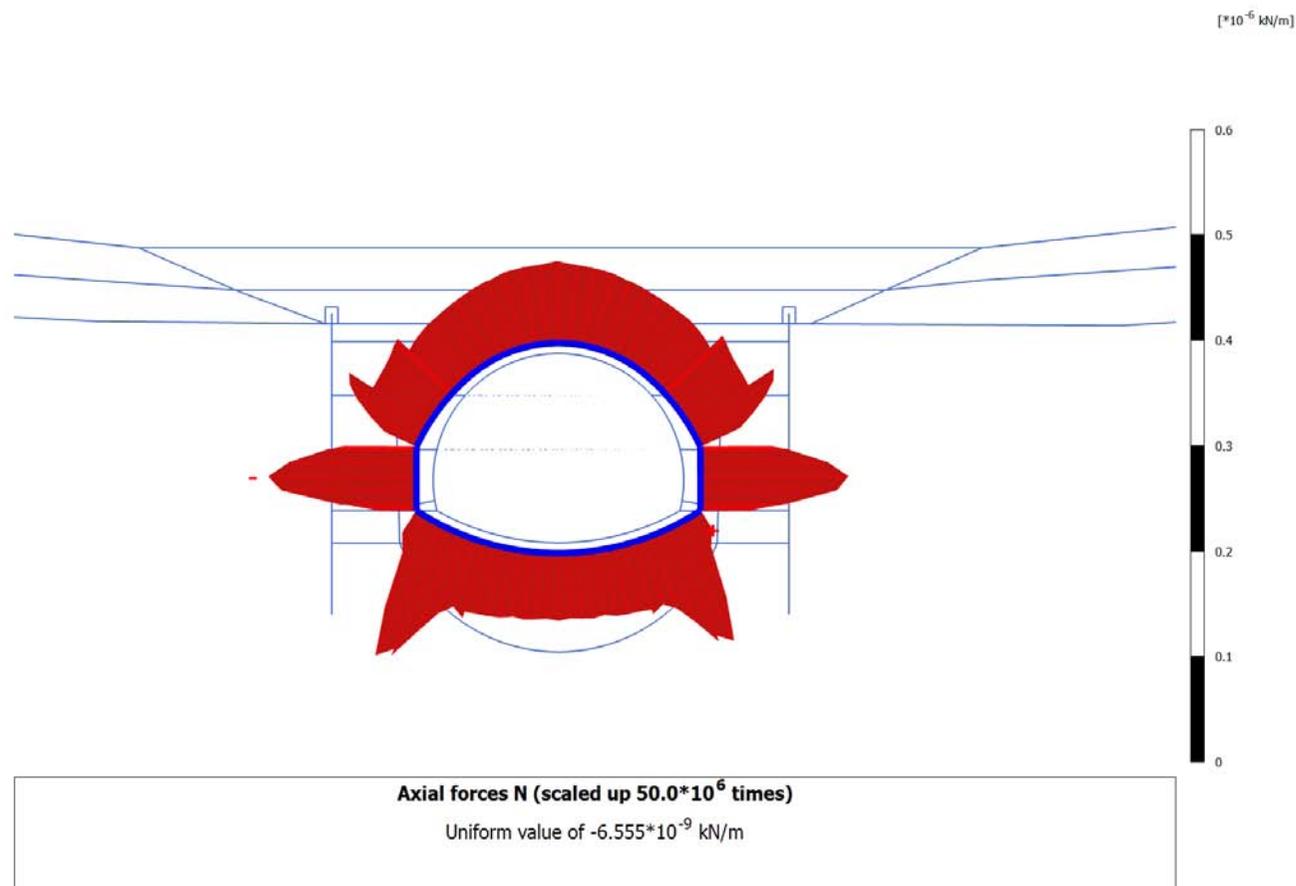
4.2.5 Calculation results, Plate, <Phase 17LT> (17/73), Axial forces N



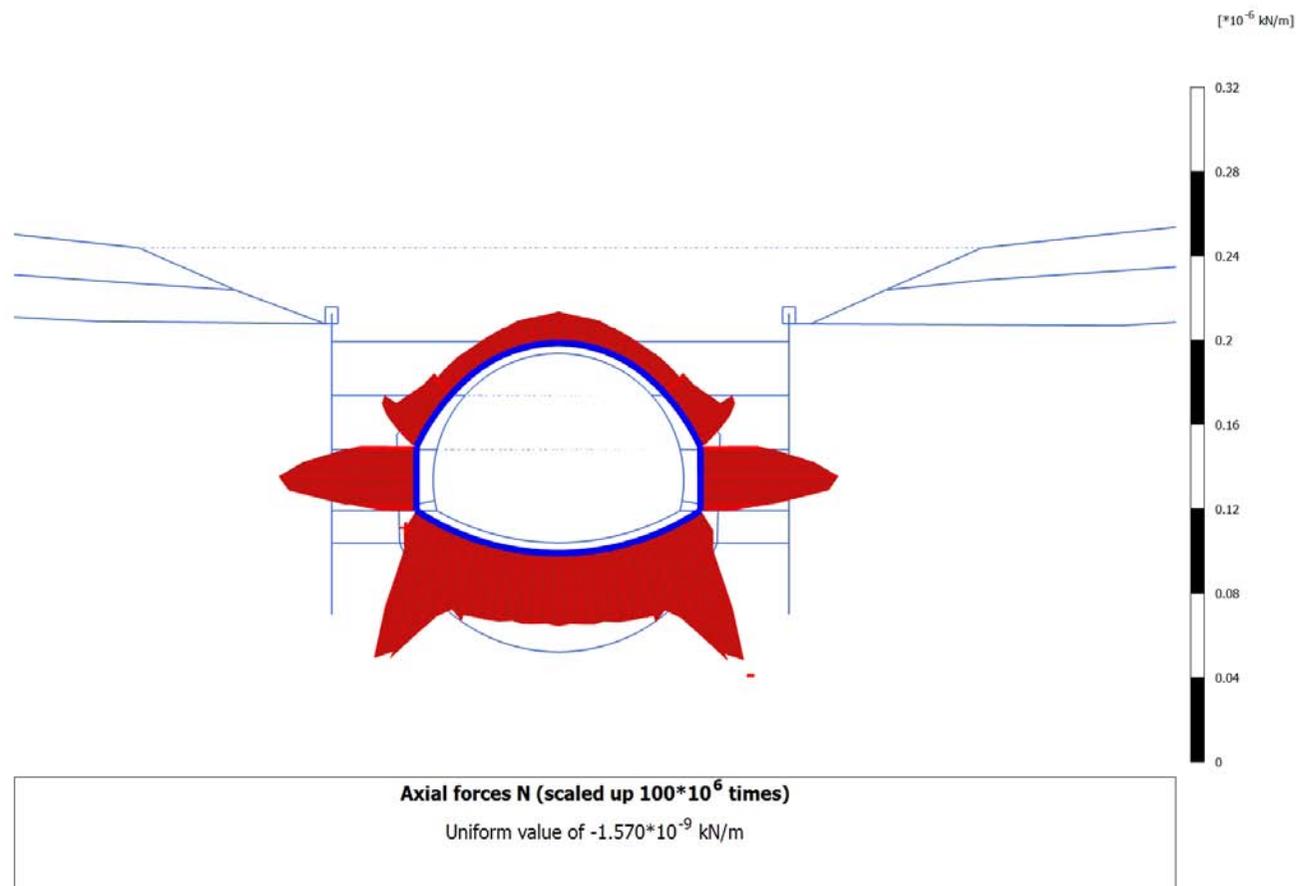
4.2.6 Calculation results, Plate, <Phase 18A> (18/82), Axial forces N



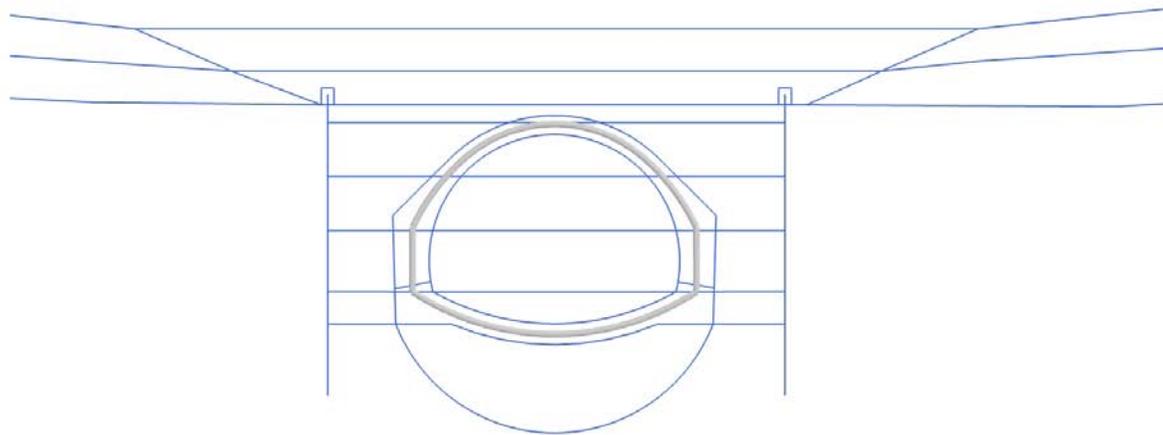
4.2.7 Calculation results, Plate, <Phase 18B> (19/92), Axial forces N



4.2.8 Calculation results, Plate, <Phase 15> (15/109), Axial forces N

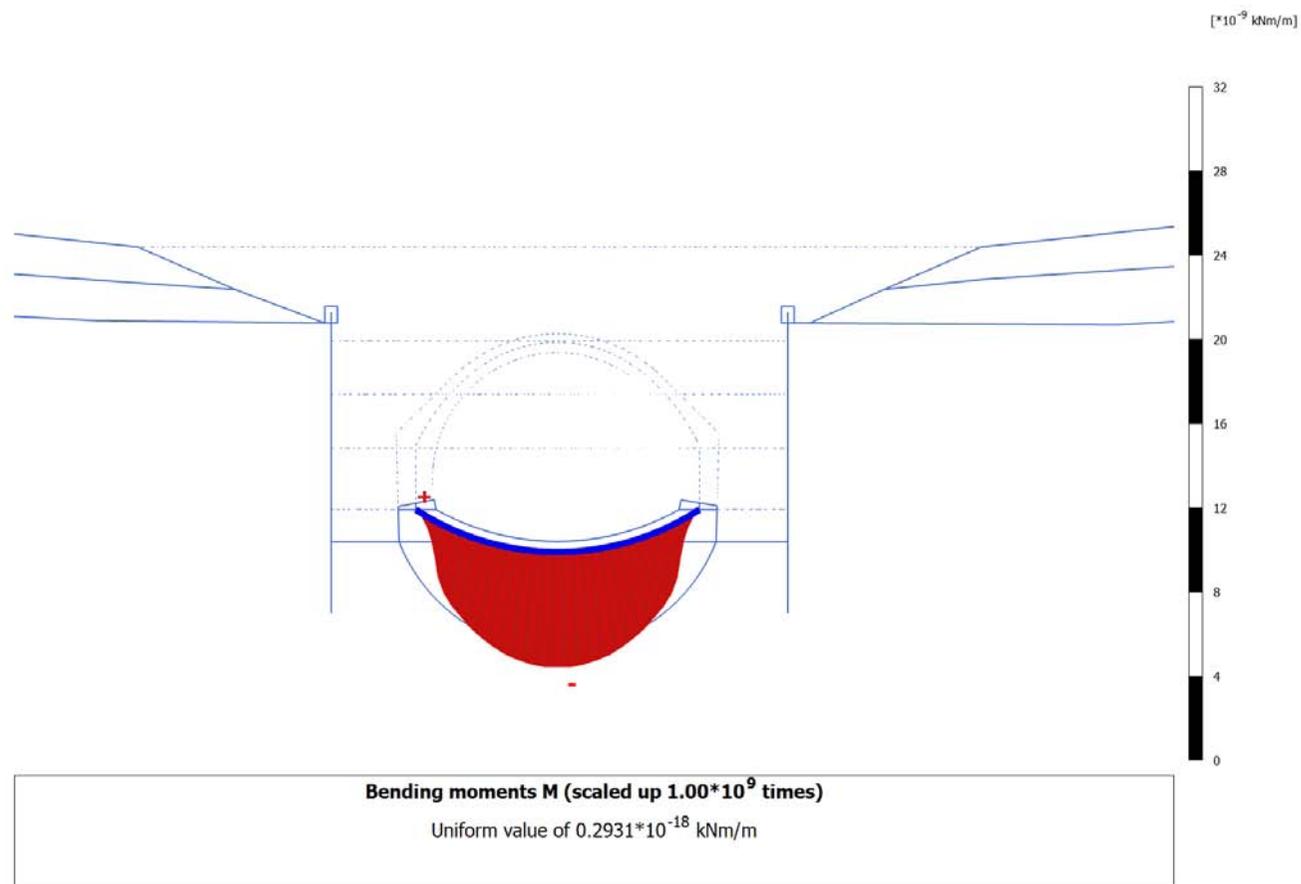


4.3.1 Calculation results, Plate, Initial phase (0/1), Bending moments M

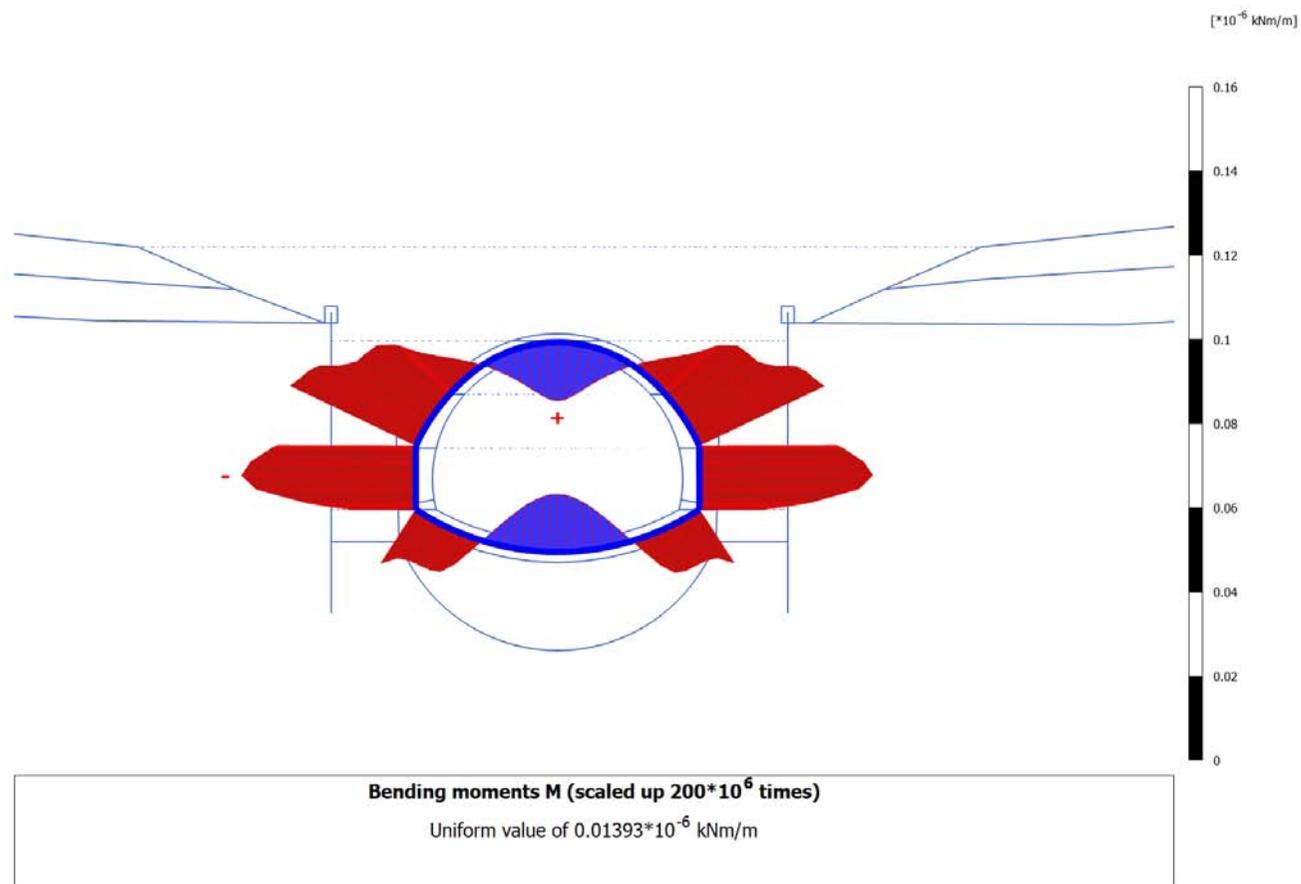


Bending moments M (scaled up 1.00 times)
No results

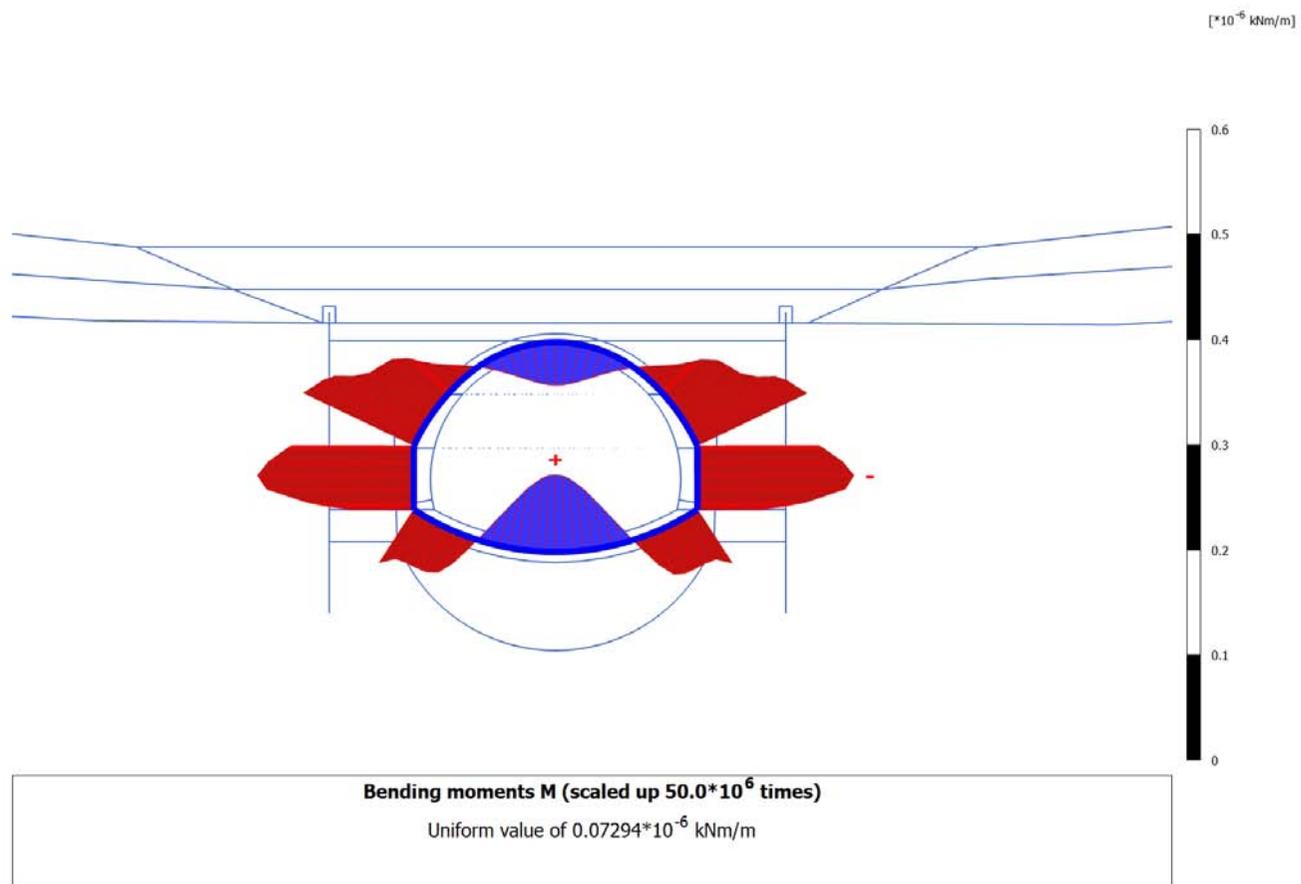
4.3.2 Calculation results, Plate, <Phase 13> (13/42), Bending moments M



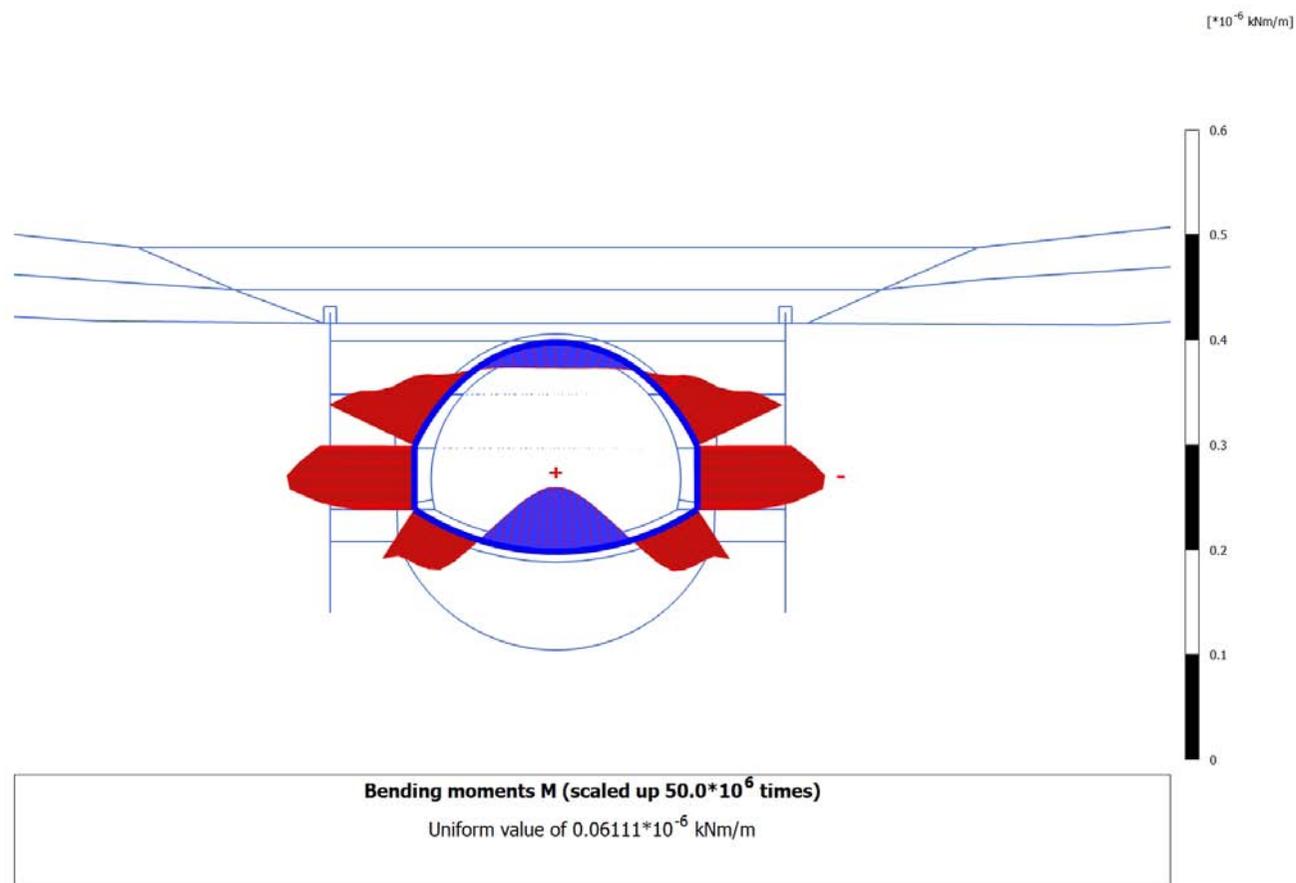
4.3.3 Calculation results, Plate, <Phase 14> (14/46), Bending moments M



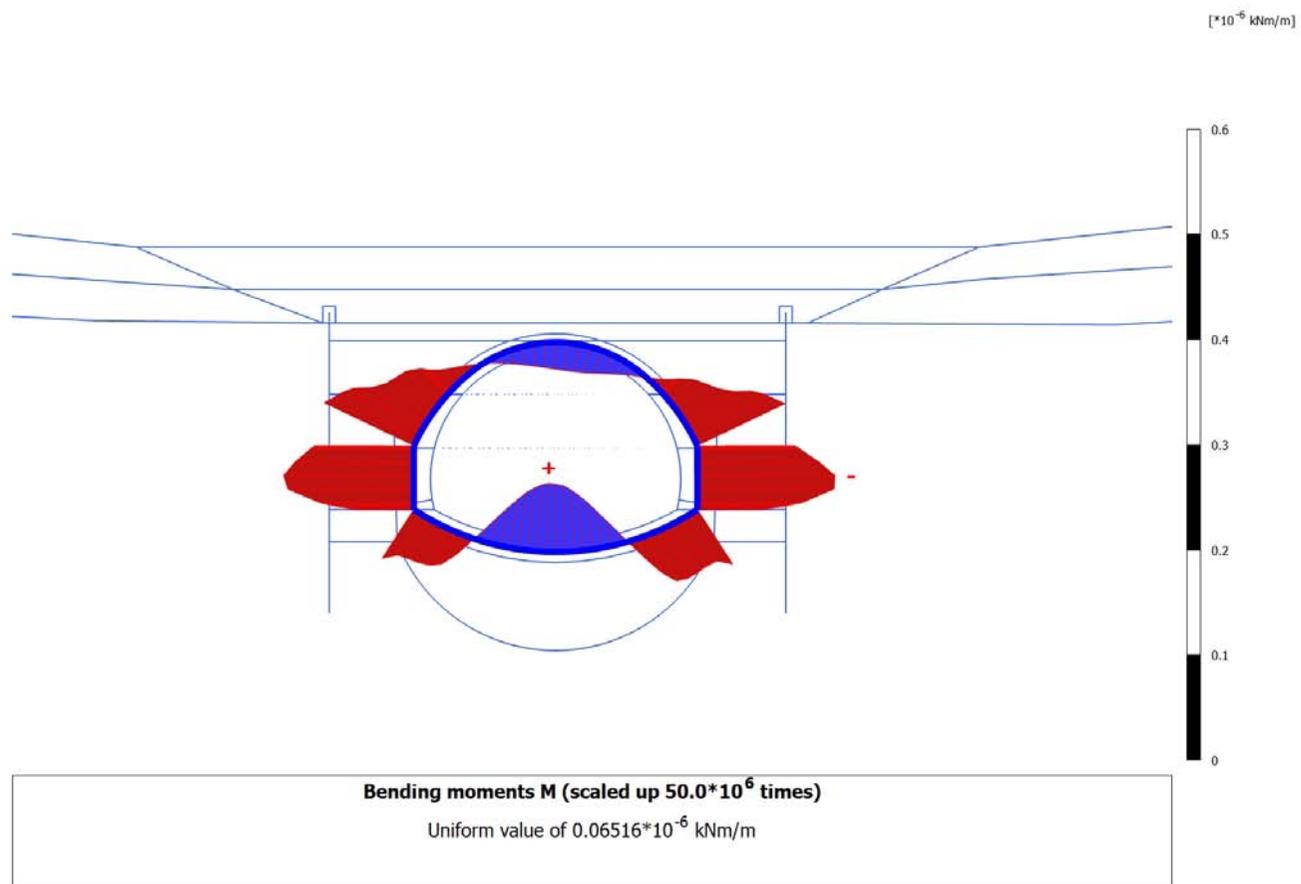
4.3.4 Calculation results, Plate, <Phase 16> (16/60), Bending moments M



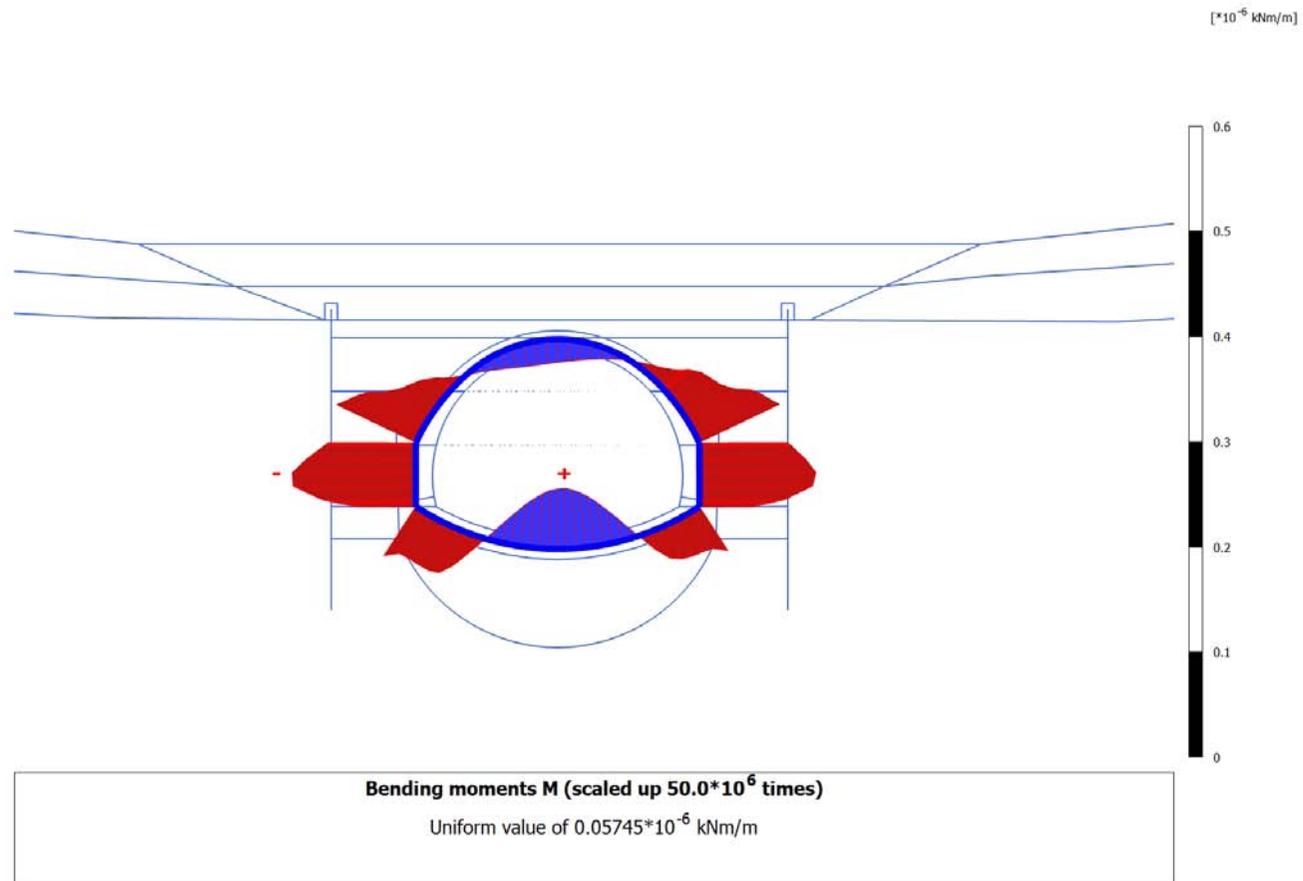
4.3.5 Calculation results, Plate, <Phase 17LT> (17/73), Bending moments M



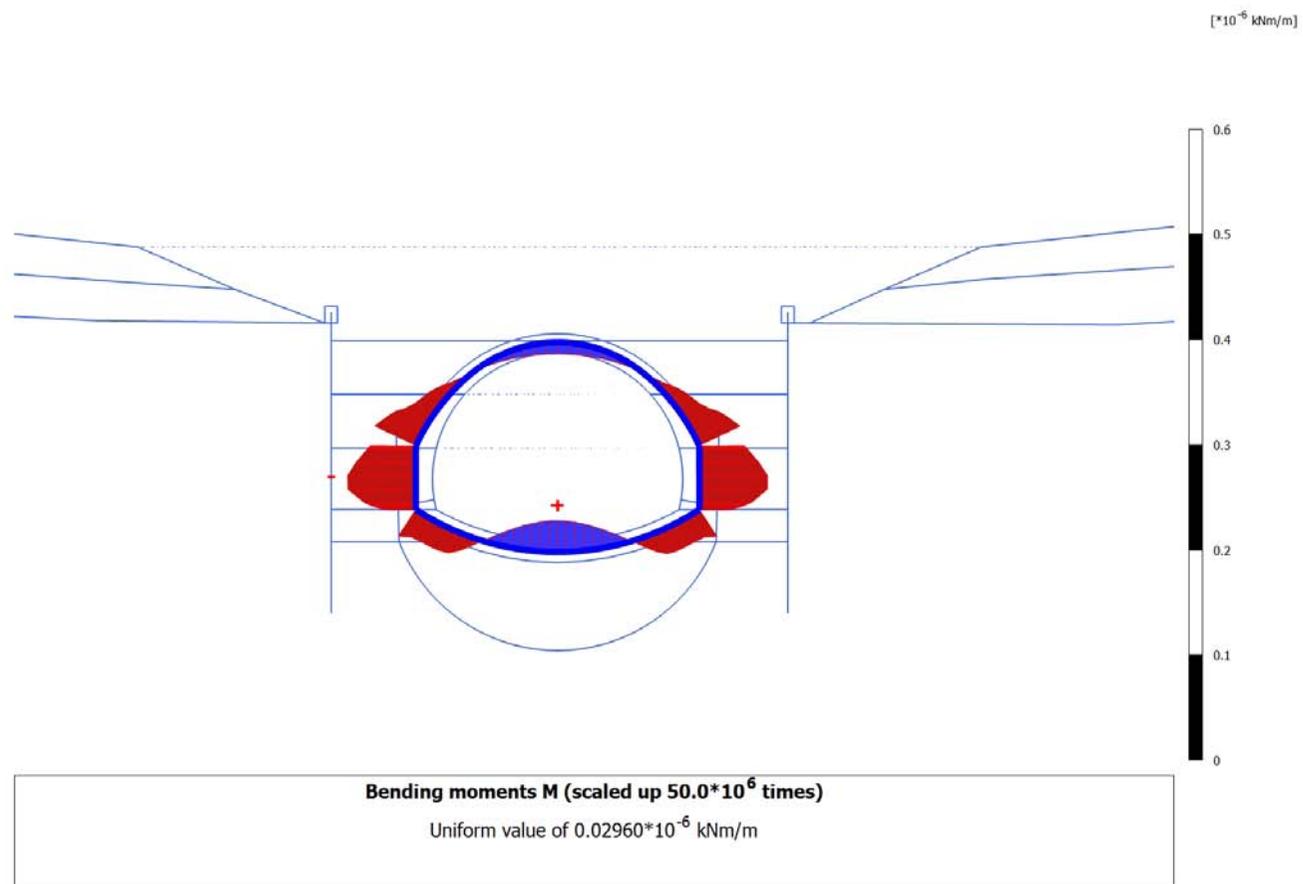
4.3.6 Calculation results, Plate, <Phase 18A> (18/82), Bending moments M

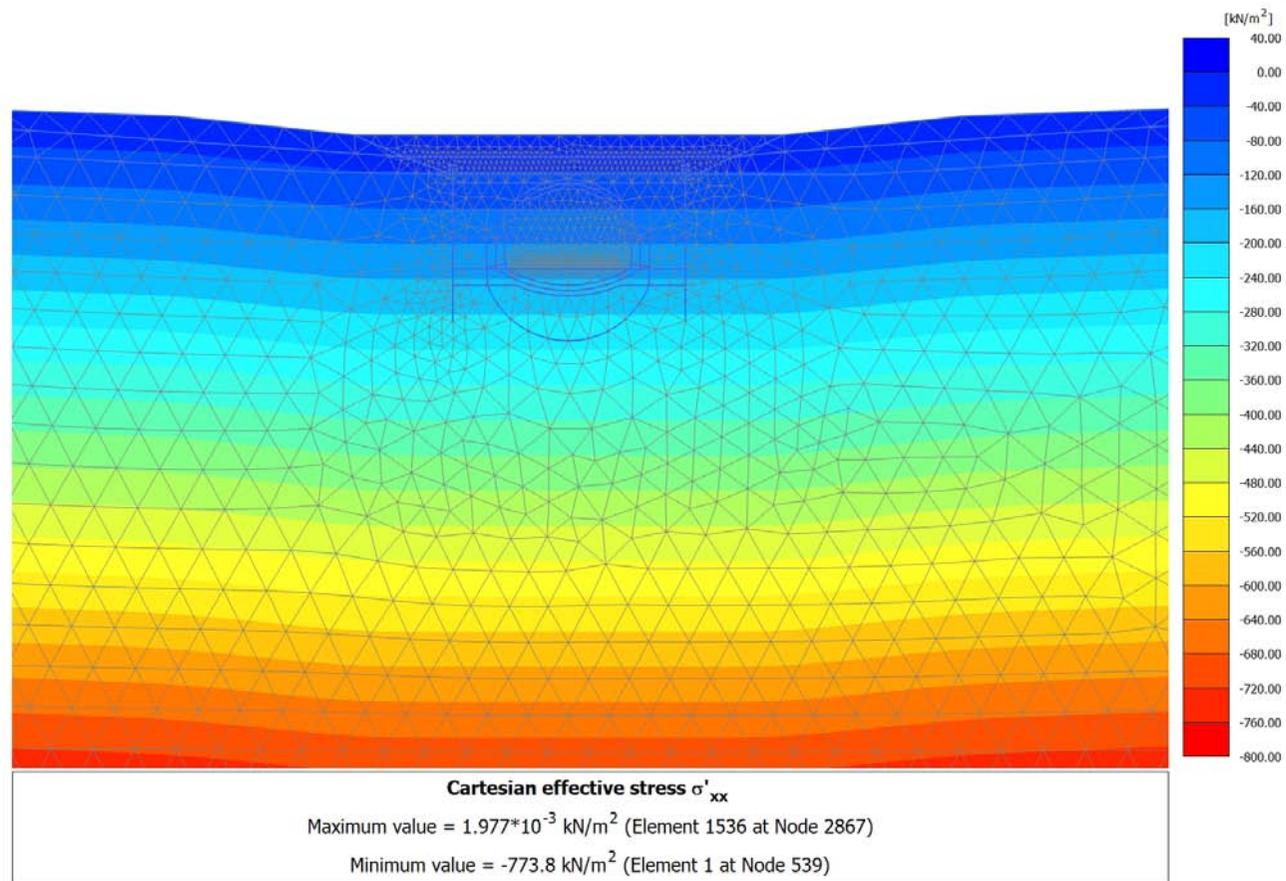


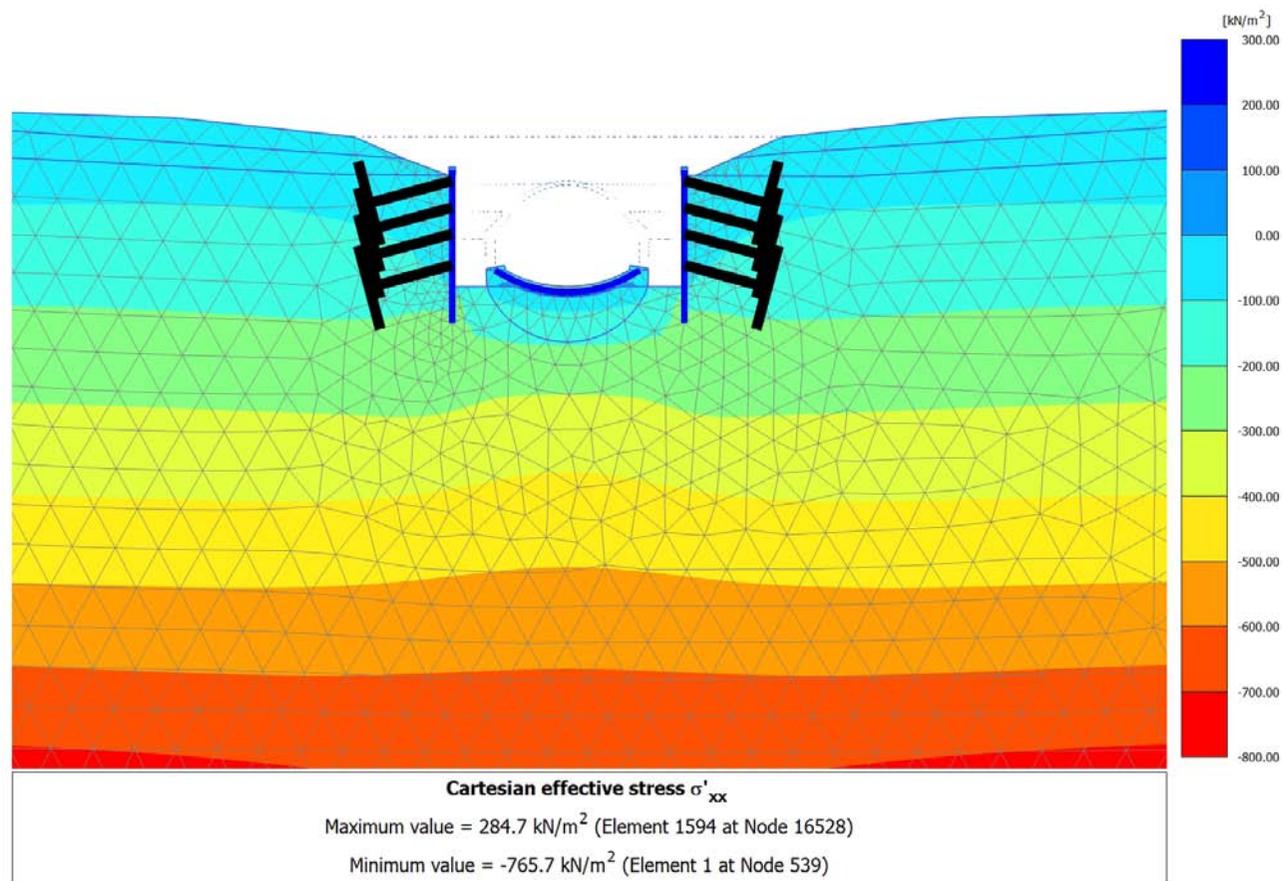
4.3.7 Calculation results, Plate, <Phase 18B> (19/92), Bending moments M

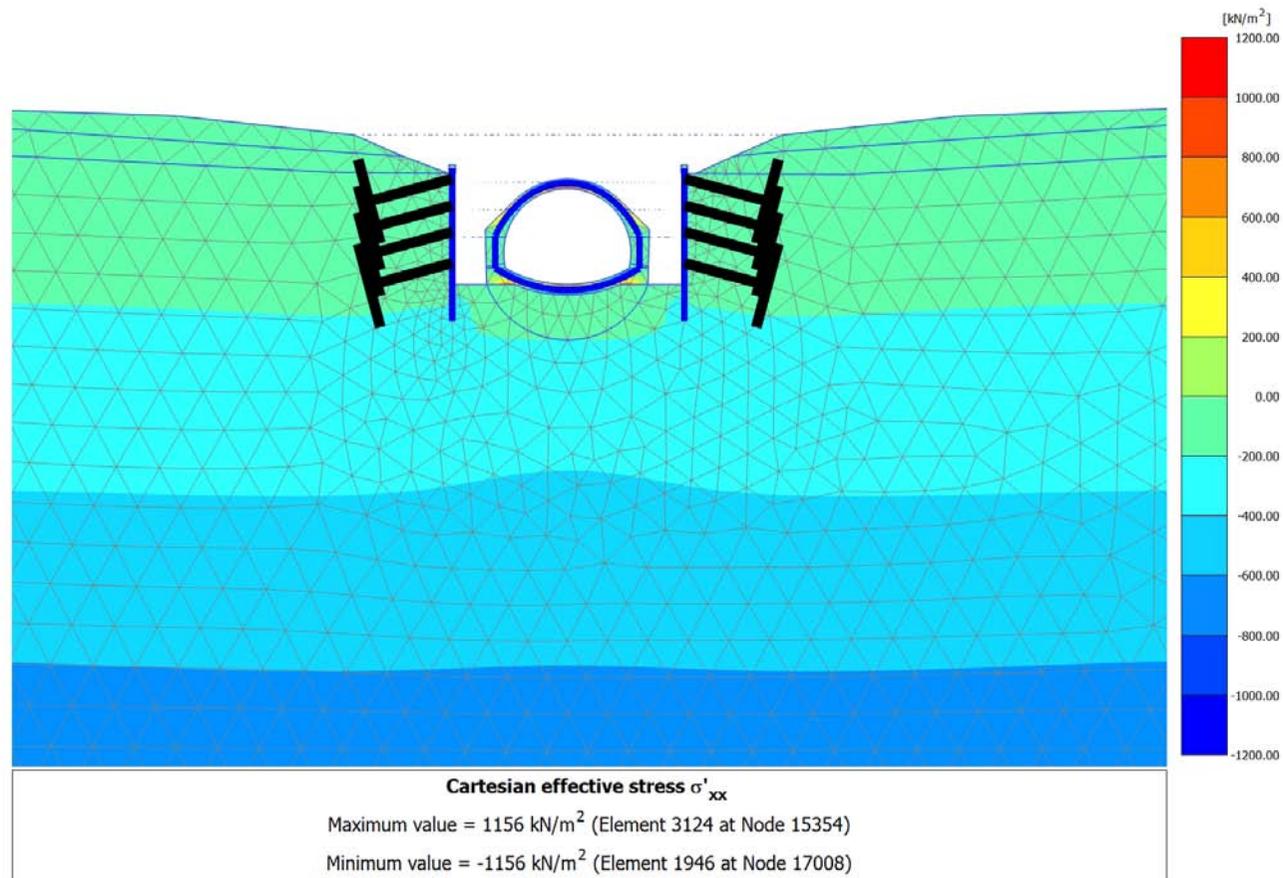


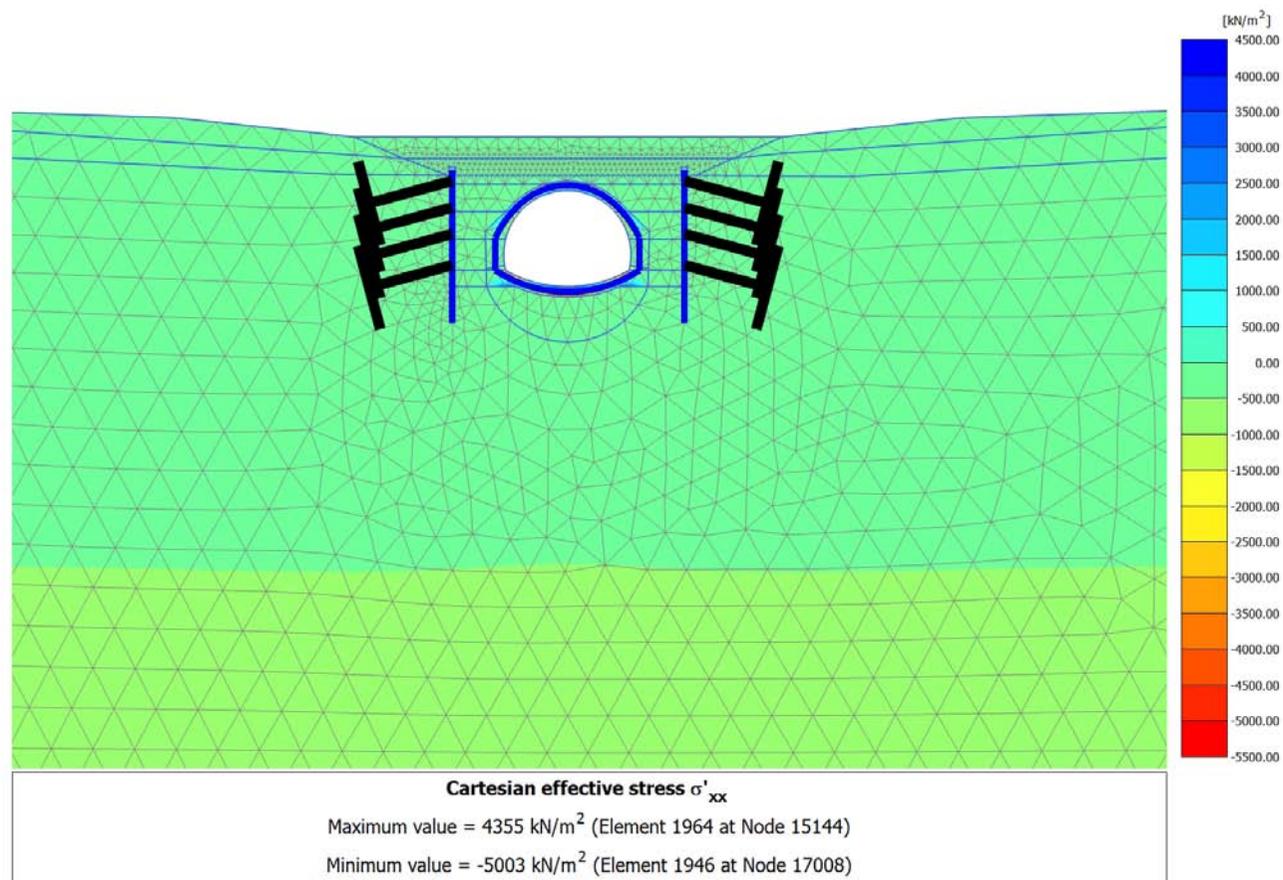
4.3.8 Calculation results, Plate, <Phase 15> (15/109), Bending moments M

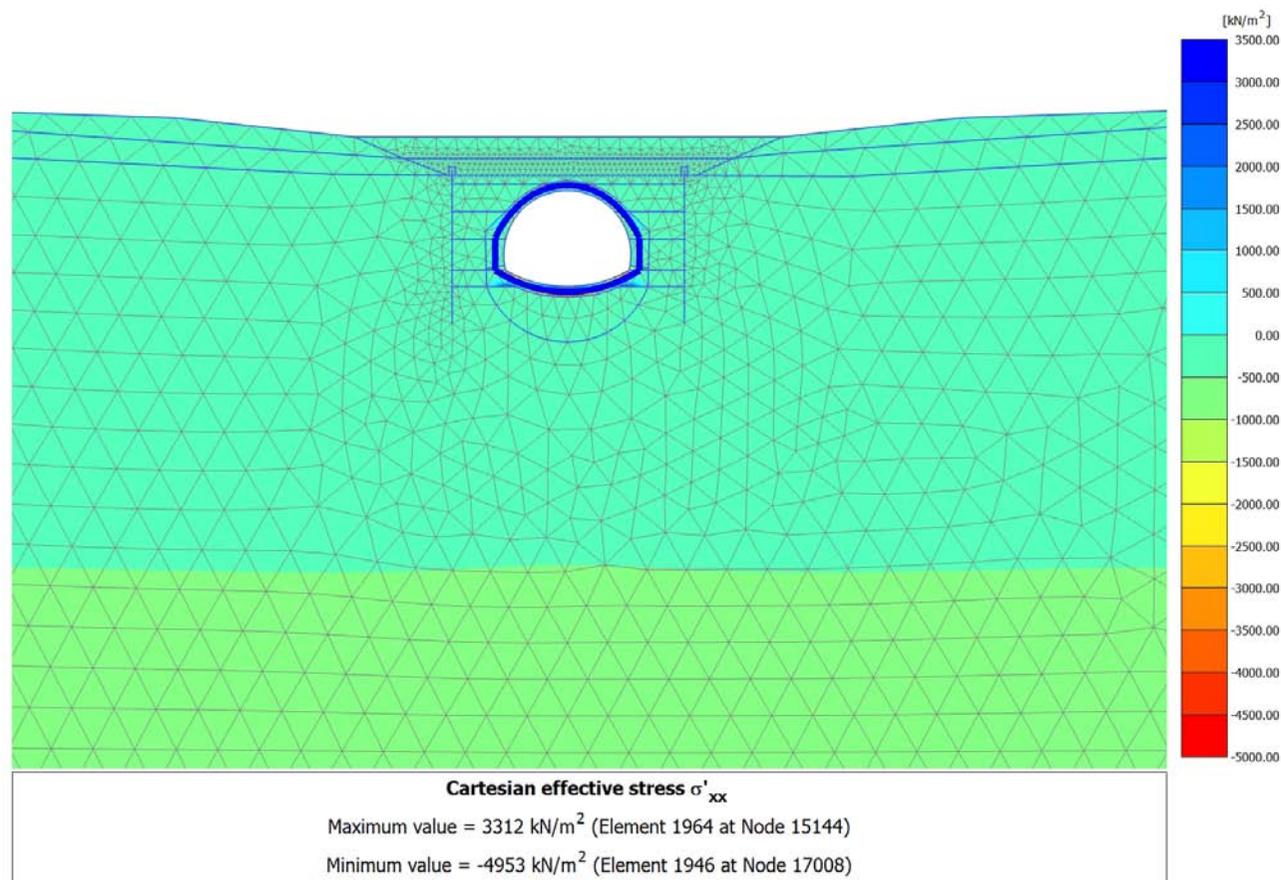


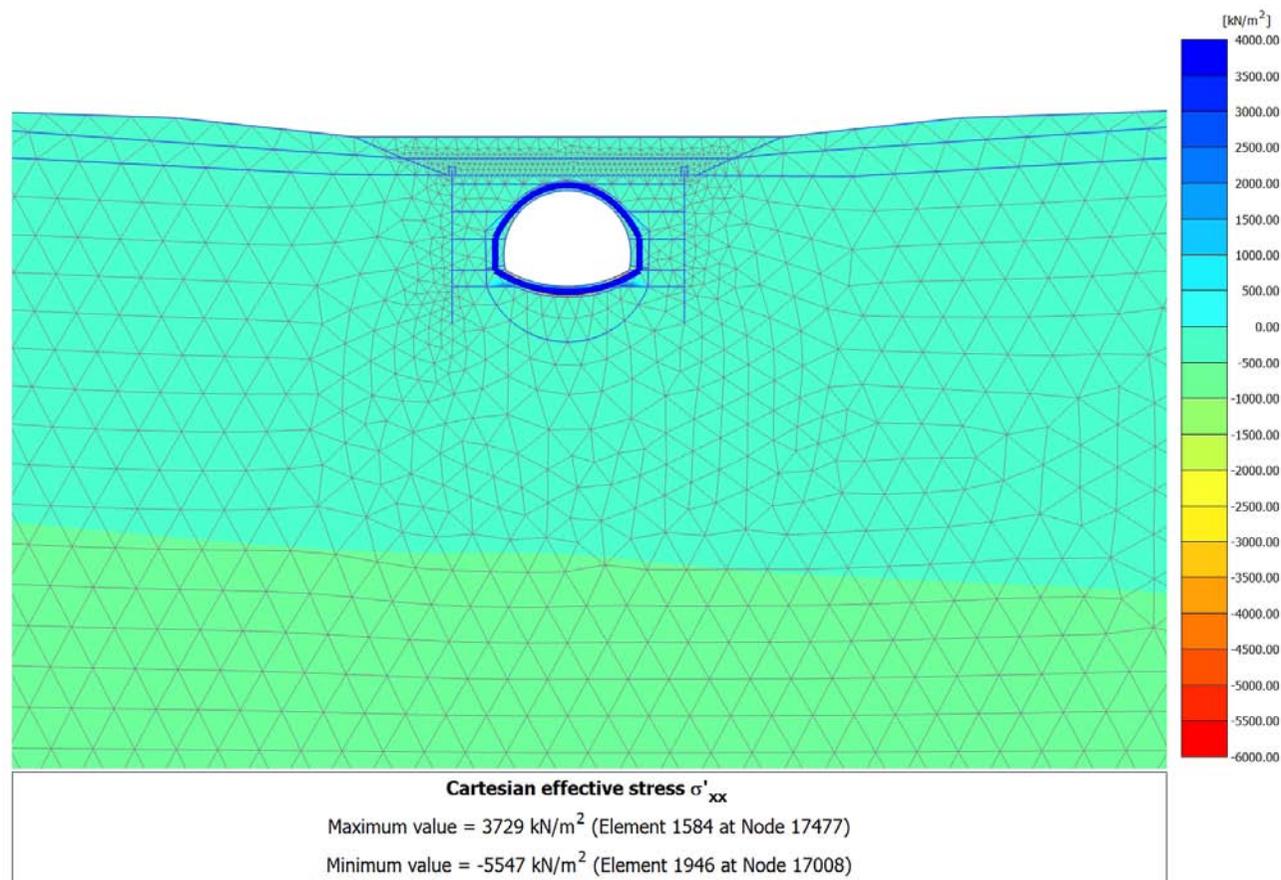
4.4.1 Calculation results, Initial phase (0/1), Cartesian effective stress σ'_{xx} 

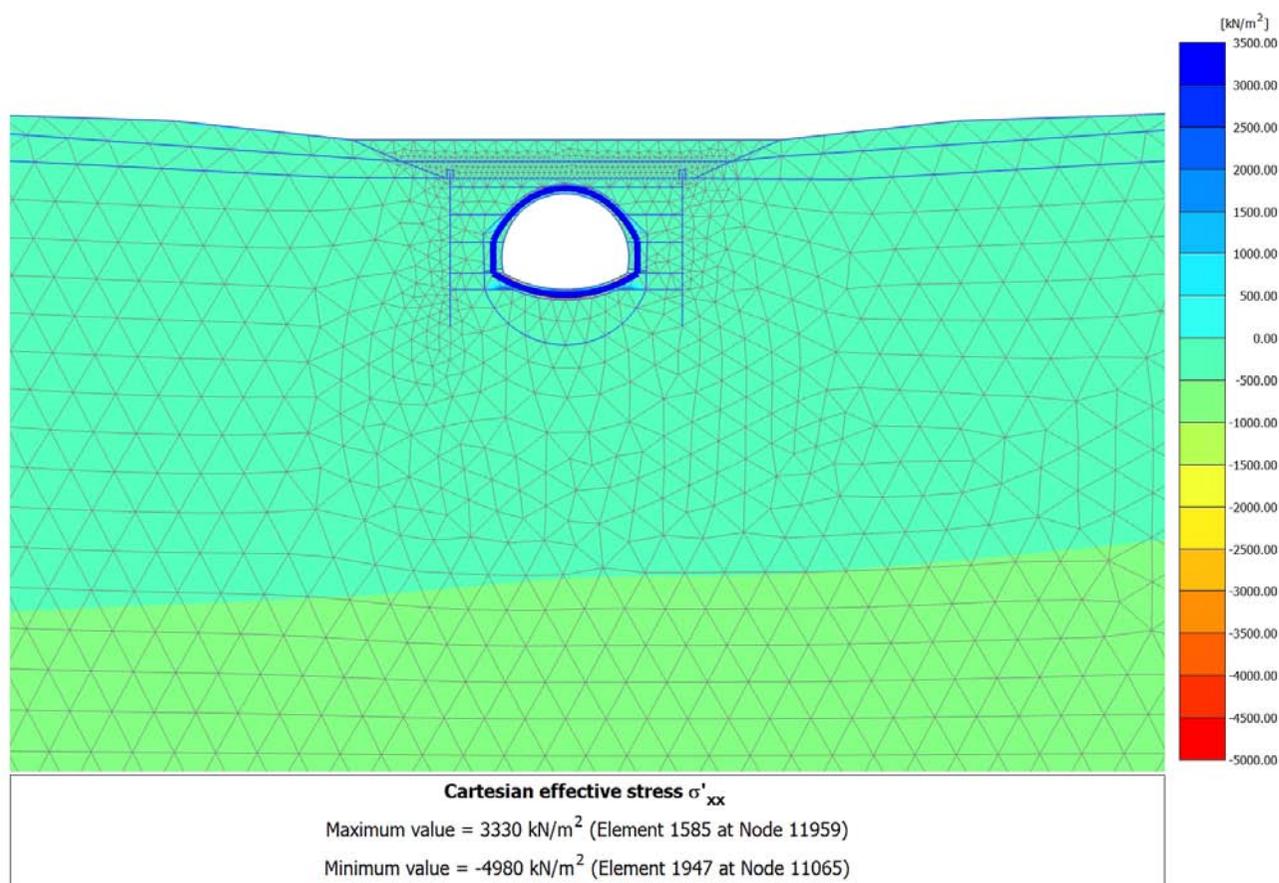
4.4.2 Calculation results, <Phase 13> (13/42), Cartesian effective stress σ'_{xx} 

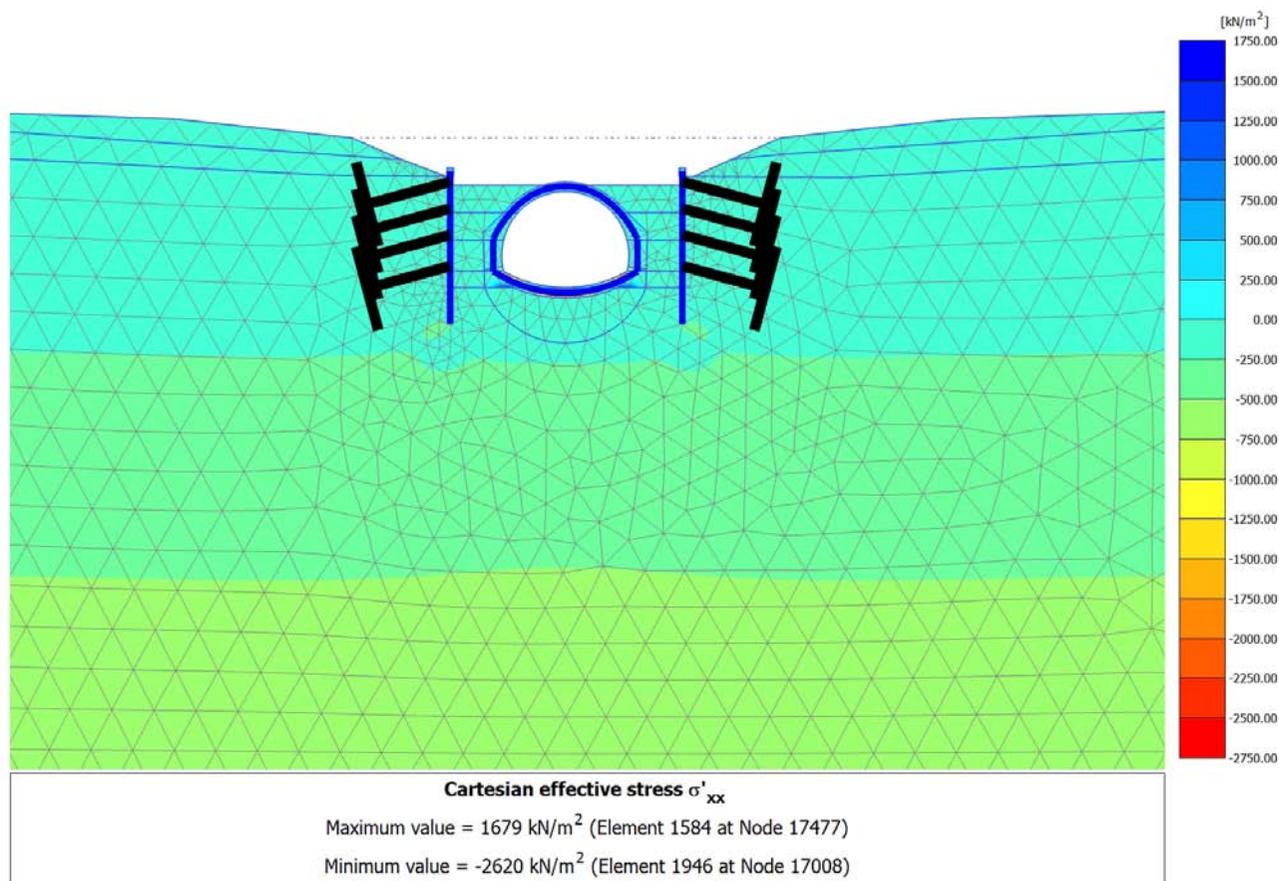
4.4.3 Calculation results, <Phase 14> (14/46), Cartesian effective stress σ'_{xx} 

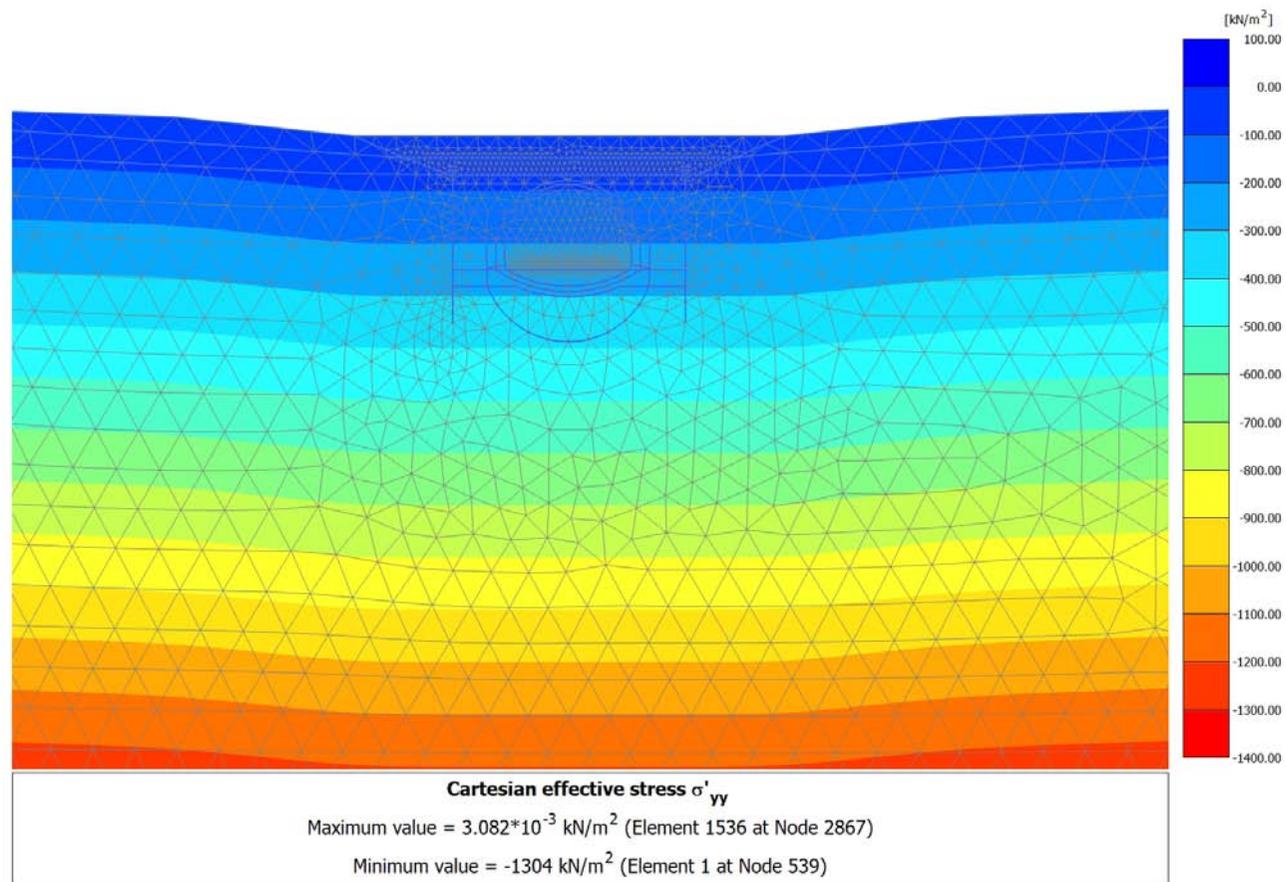
4.4.4 Calculation results, <Phase 16> (16/60), Cartesian effective stress σ'_{xx} 

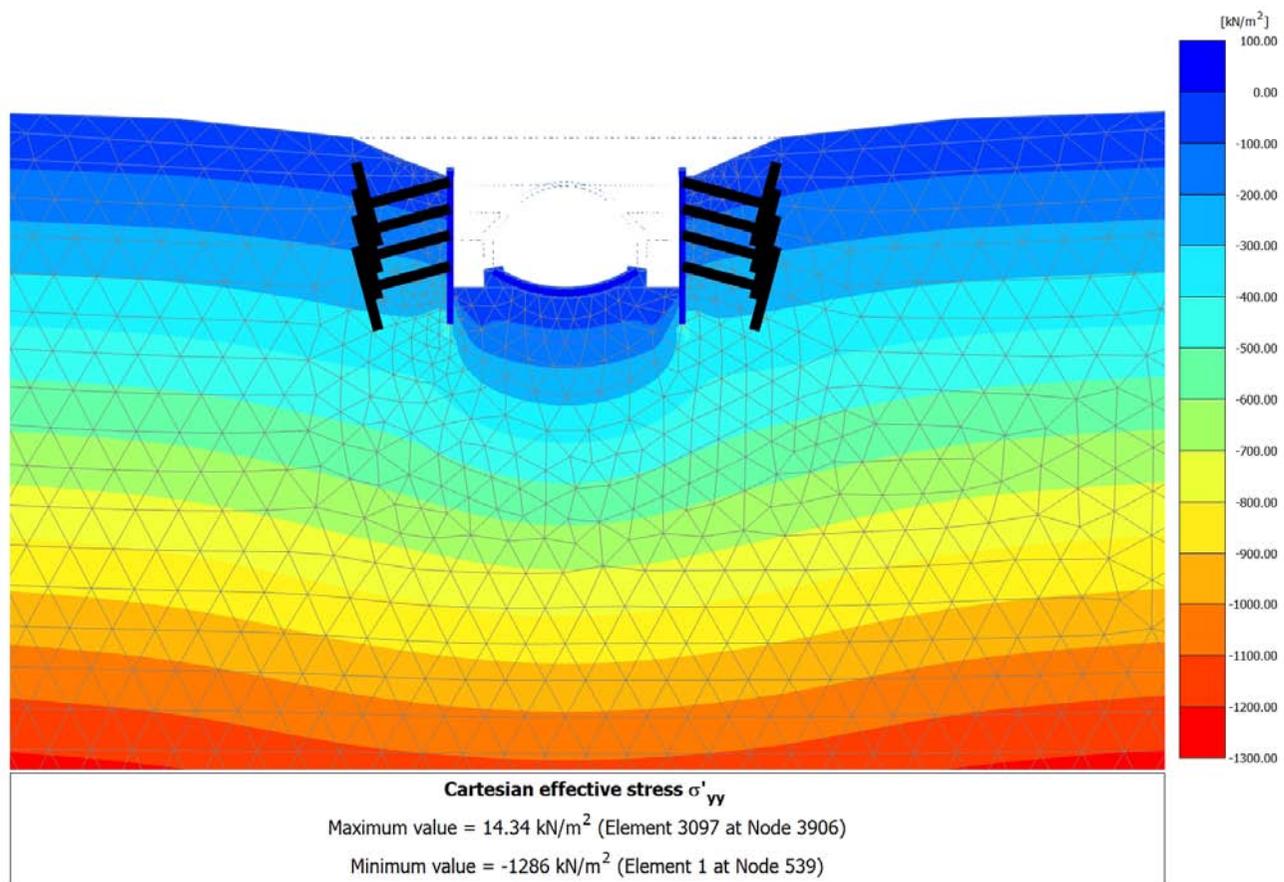
4.4.5 Calculation results, <Phase 17LT> (17/73), Cartesian effective stress σ'_{xx} 

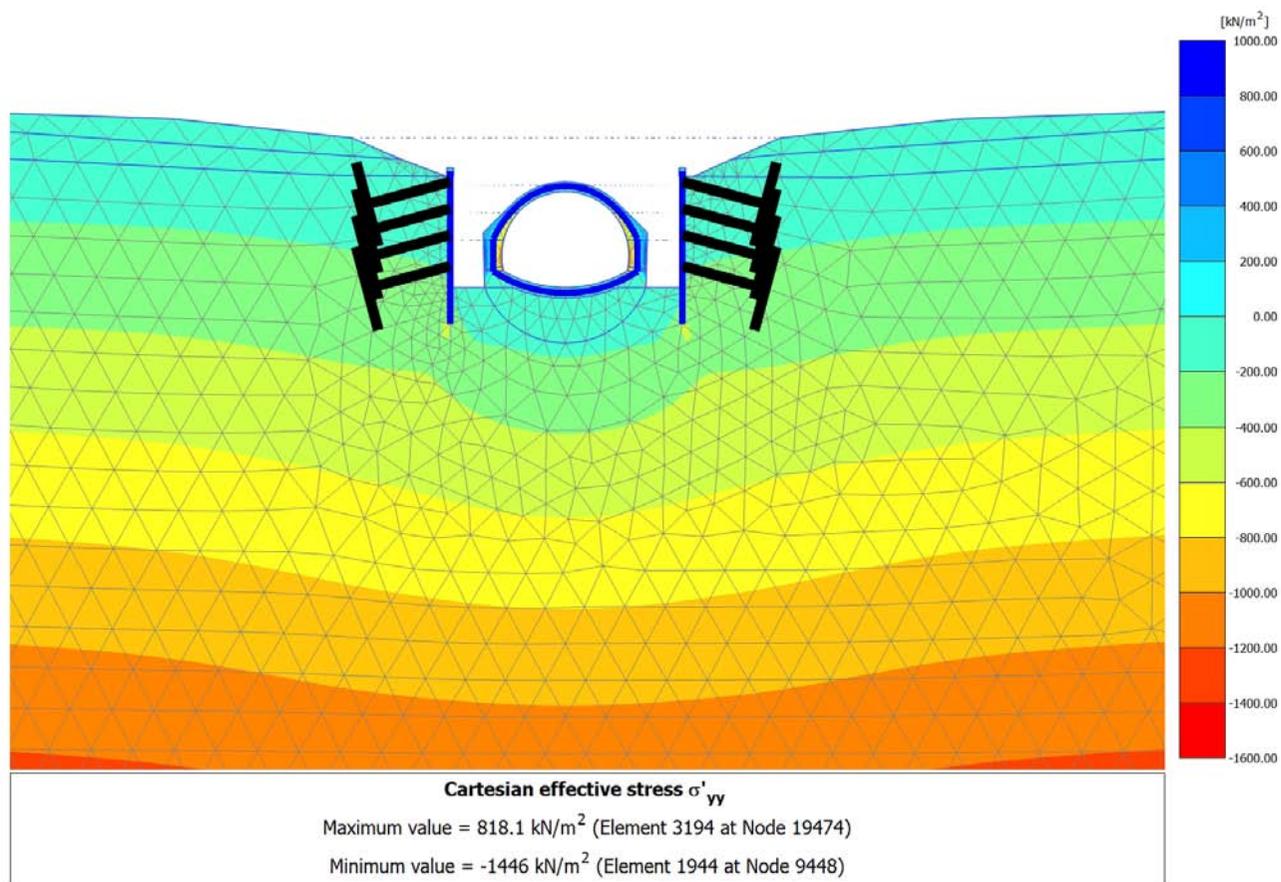
4.4.6 Calculation results, <Phase 18A> (18/82), Cartesian effective stress σ'_{xx} 

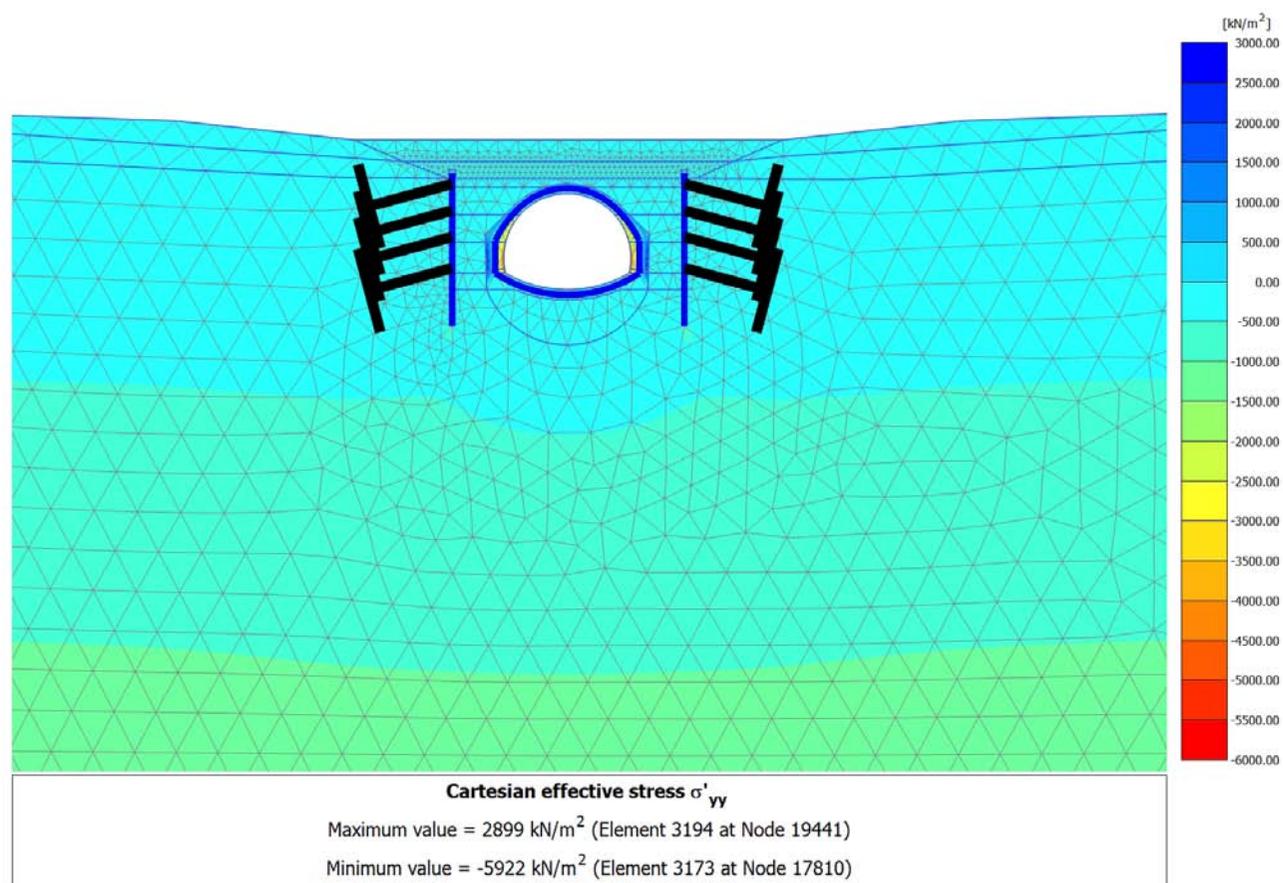
4.4.7 Calculation results, <Phase 18B> (19/92), Cartesian effective stress σ'_{xx} 

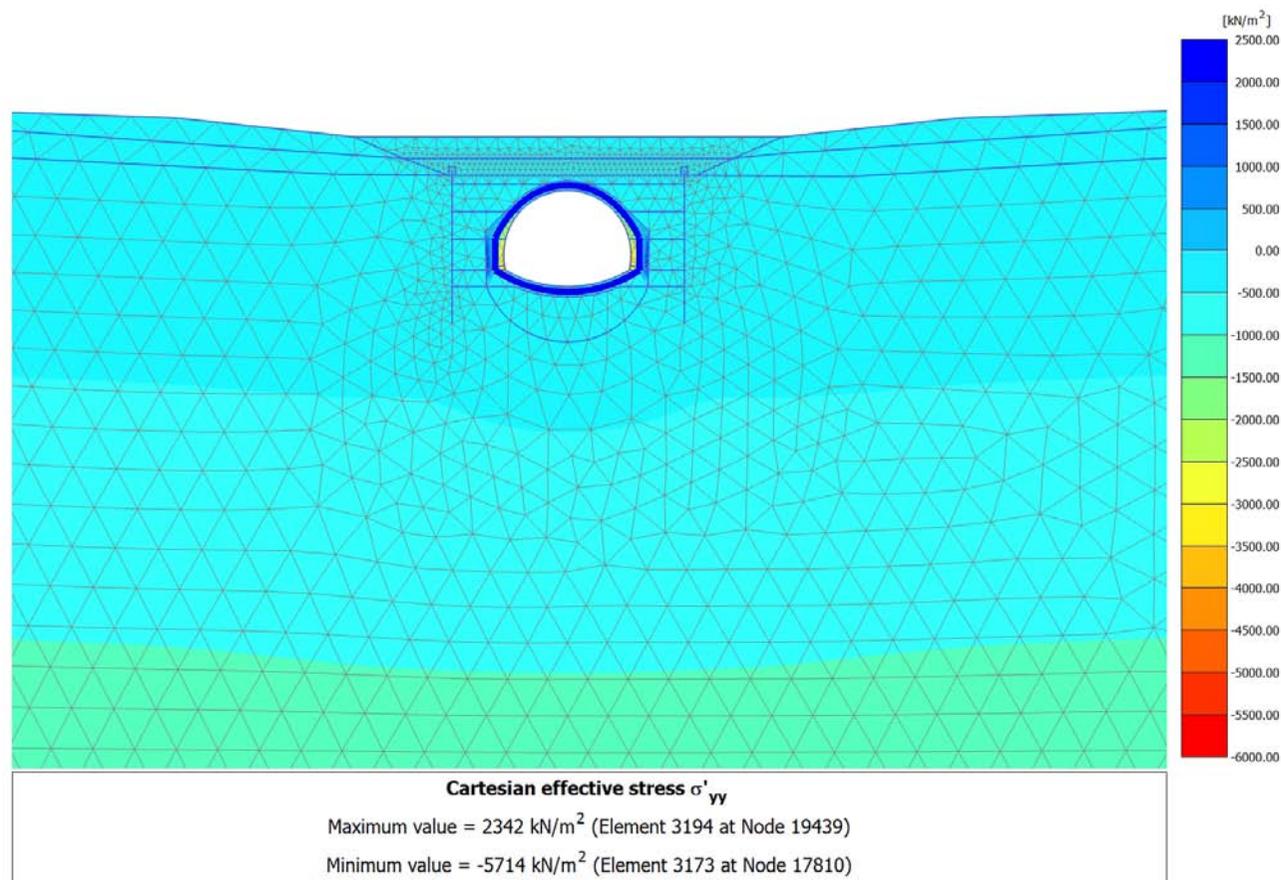
4.4.8 Calculation results, <Phase 15> (15/109), Cartesian effective stress σ'_{xx} 

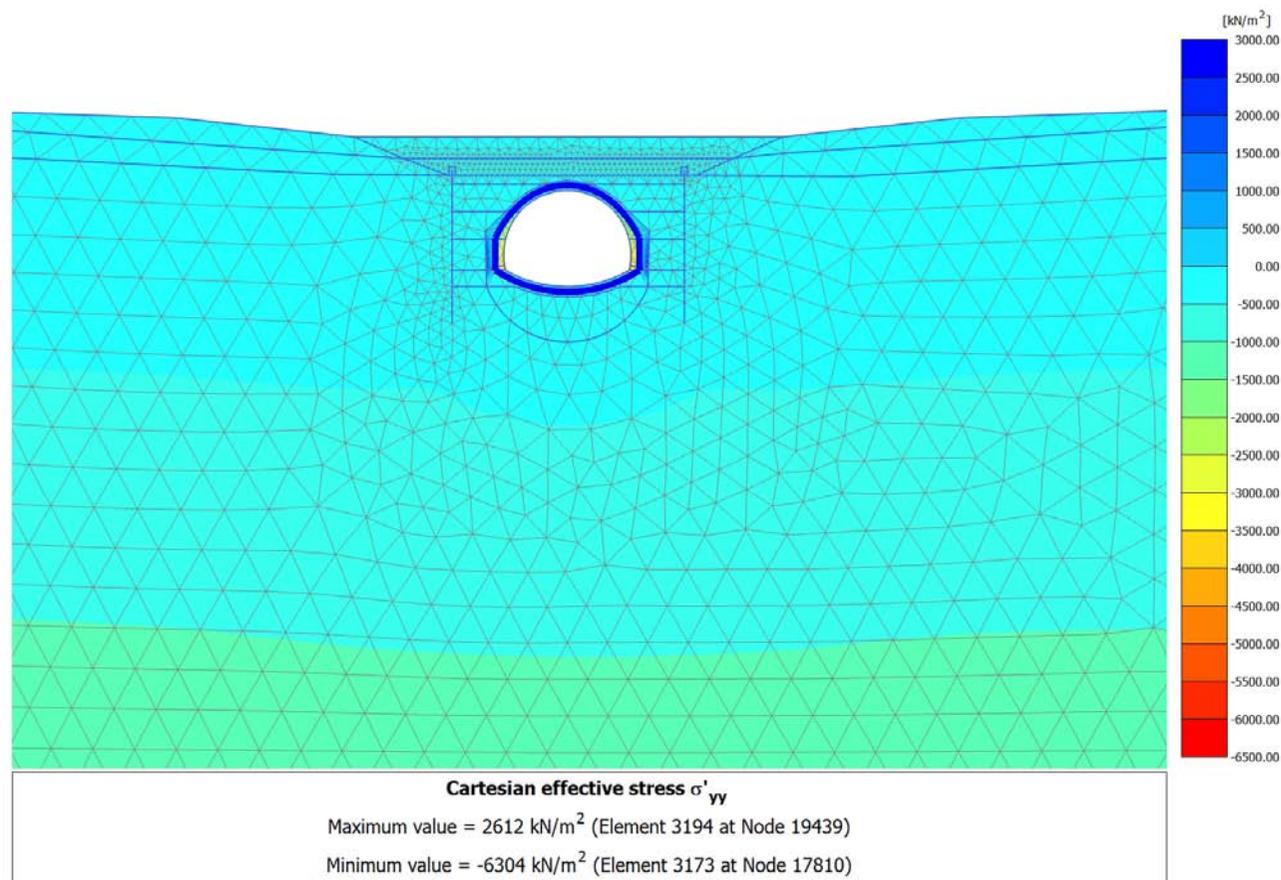
4.5.1 Calculation results, Initial phase (0/1), Cartesian effective stress σ'_{yy} 

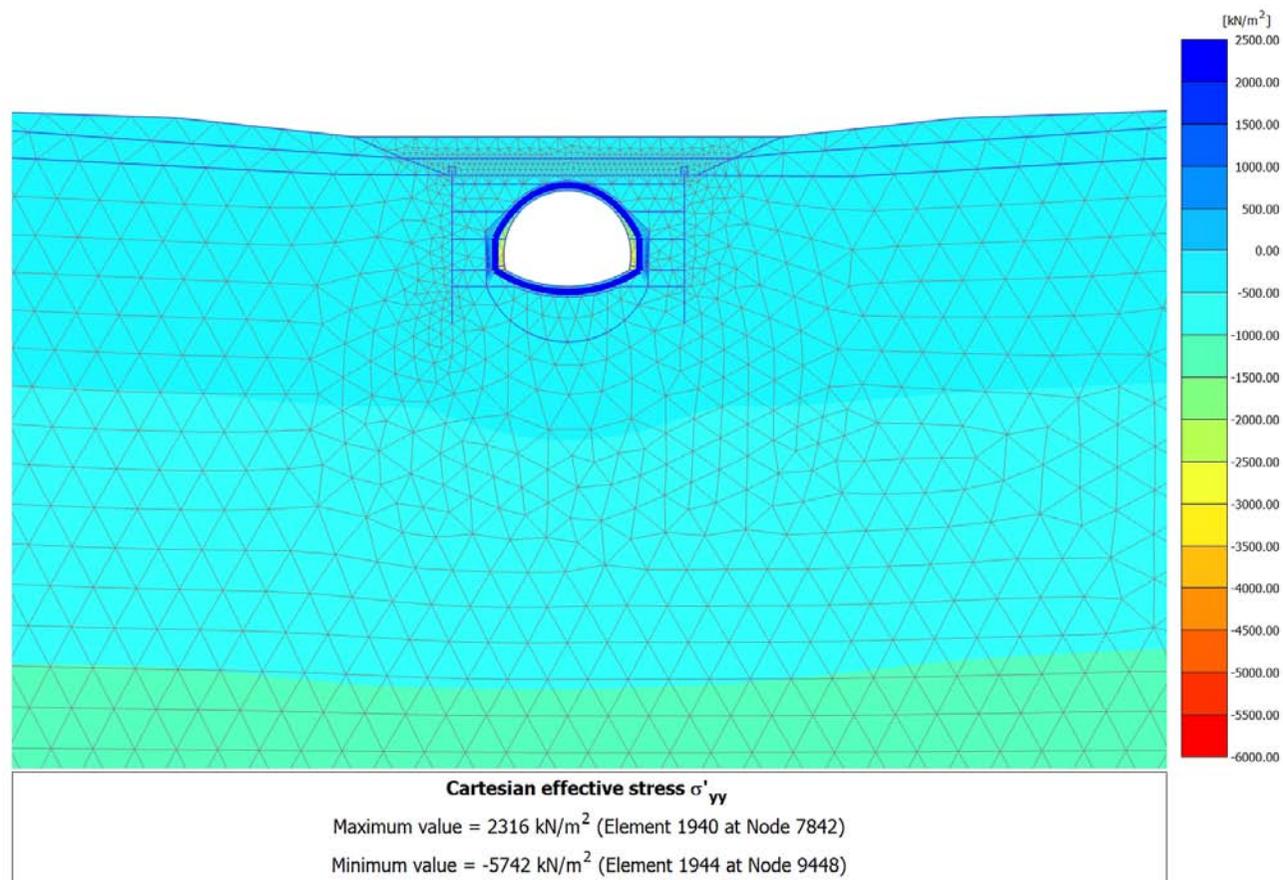
4.5.2 Calculation results, <Phase 13> (13/42), Cartesian effective stress σ'_{yy} 

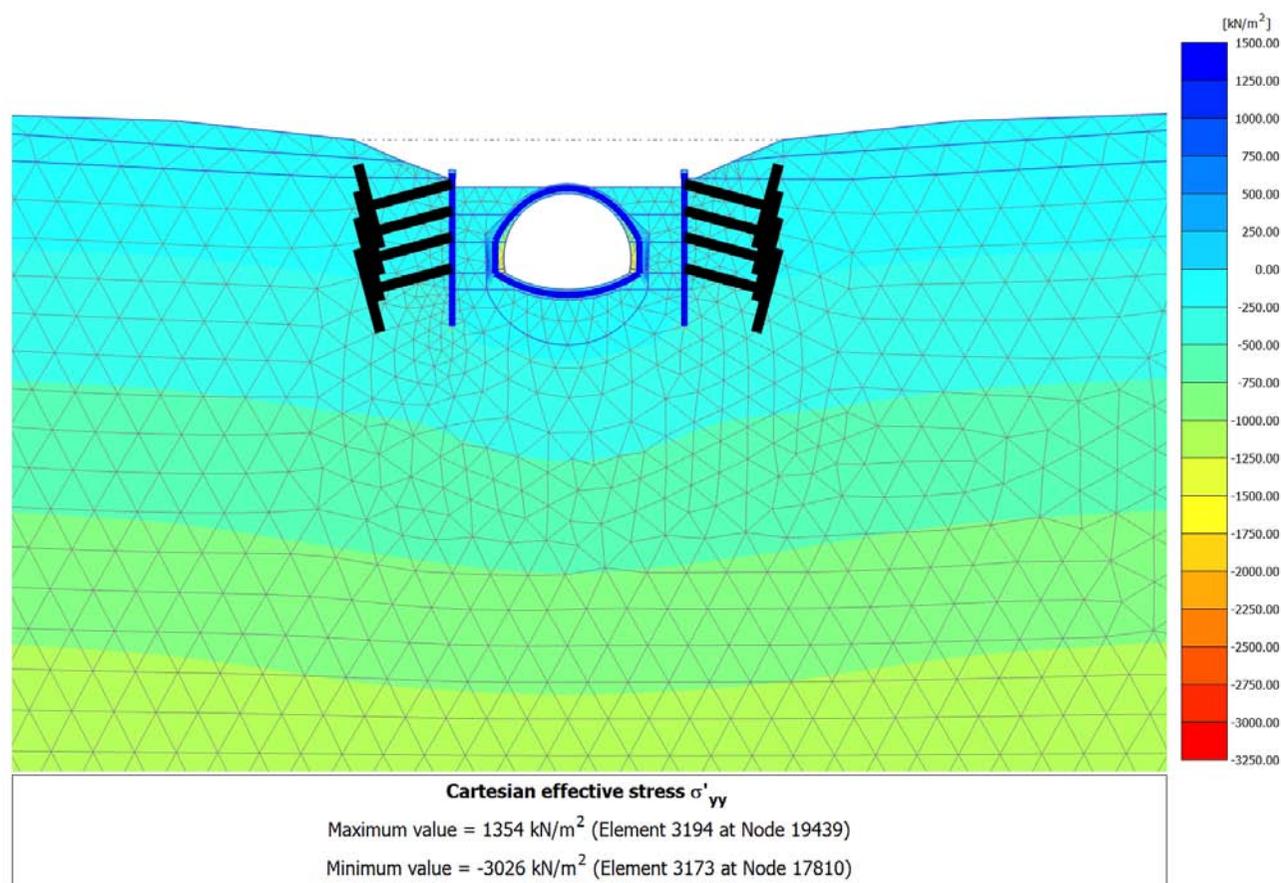
4.5.3 Calculation results, <Phase 14> (14/46), Cartesian effective stress σ'_{yy} 

4.5.4 Calculation results, <Phase 16> (16/60), Cartesian effective stress σ'_{yy} 

4.5.5 Calculation results, <Phase 17LT> (17/73), Cartesian effective stress σ'_{yy} 

4.5.6 Calculation results, <Phase 18A> (18/82), Cartesian effective stress σ'_{yy} 

4.5.7 Calculation results, <Phase 18B> (19/92), Cartesian effective stress σ'_{yy} 

4.5.8 Calculation results, <Phase 15> (15/109), Cartesian effective stress σ'_{yy} 

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----------------|-------|---|------|----------|----------|----------|-------|-------|------|-------|------|--------|--------|---|--------|------|------|---|---|----|----|----|----|---|------|------|
| | 10160 | 3 | 1.15 | -142,870 | -52,218 | -179,647 | 22,62 | 22,62 | -1,4 | -16,4 | 50,2 | -50,5 | 685,5 | - | 2460,5 | 20,0 | 25,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 19,7 | 6,4 |
| | 10159 | 4 | 1.15 | -163,082 | -79,375 | -206,806 | 22,62 | 22,62 | -1,6 | -18,9 | 58,1 | -76,7 | 689,9 | - | 2460,5 | 20,0 | 25,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 22,8 | 7,4 |
| | 10158 | 5 | 1.25 | -182,167 | -173,928 | -257,779 | 22,62 | 22,62 | -1,7 | -20,7 | 66,7 | -154,6 | 810,2 | - | 2460,5 | 20,0 | 25,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 26,2 | 8,1 |
| Plate 12-56 | 10158 | 1 | 1.7 | -249,709 | -264,814 | -257,779 | 22,62 | 22,62 | -1,0 | -13,1 | 27,4 | -173,1 | 1461,5 | - | 2460,5 | 20,0 | 25,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 10,7 | 5,1 |
| (_RCK30_SP170) | 7904 | 2 | 1.7 | -240,812 | -161,618 | -320,997 | 22,62 | 22,62 | -1,3 | -16,4 | 45,5 | -105,6 | 1458,7 | - | 2460,5 | 20,0 | 25,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 17,8 | 6,4 |
| | 7903 | 3 | 1.7 | -191,557 | -117,215 | -362,679 | 22,62 | 22,62 | -1,5 | -18,4 | 65,8 | -76,6 | 1443,3 | - | 2460,5 | 20,0 | 25,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 25,6 | 7,2 |
| | 7902 | 4 | 1.7 | -115,617 | -116,971 | -397,017 | 22,62 | 22,62 | -1,6 | -19,4 | 90,2 | -76,5 | 1419,6 | - | 2460,5 | 20,0 | 25,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 35,4 | 7,6 |
| Plate 13-57 | 7898 | 1 | 1.7 | -268,570 | -164,367 | -436,838 | 22,62 | 22,62 | -1,8 | -22,3 | 72,3 | -107,4 | 1467,4 | - | 2460,5 | 20,0 | 25,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 28,4 | 8,7 |
| (_RCK30_SP170) | 5660 | 2 | 1.7 | -282,745 | -165,661 | -442,494 | 22,62 | 22,62 | -1,8 | -22,6 | 71,3 | -108,3 | 1471,8 | - | 2460,5 | 20,0 | 25,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 28,0 | 8,9 |
| | 5659 | 3 | 1.7 | -296,620 | -166,740 | -448,194 | 22,62 | 22,62 | -1,8 | -22,9 | 70,4 | -109,0 | 1476,1 | - | 2460,5 | 20,0 | 25,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 27,6 | 9,0 |
| | 5658 | 4 | 1.7 | -310,101 | -167,436 | -453,924 | 22,62 | 22,62 | -1,8 | -23,2 | 69,6 | -109,4 | 1480,4 | - | 2460,5 | 20,0 | 25,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 27,3 | 9,1 |
| | 7856 | 5 | 1.7 | -323,093 | -167,585 | -459,667 | 22,62 | 22,62 | -1,8 | -23,5 | 68,9 | -109,5 | 1484,4 | - | 2460,5 | 20,0 | 25,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 27,0 | 9,2 |
| Plate 4-43 | 19428 | 1 | 1.7 | -347,741 | -420,432 | -495,638 | 22,62 | 22,62 | -2,0 | -25,4 | 74,4 | -274,8 | 1492,1 | - | 2460,5 | 20,0 | 25,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 29,2 | 10,0 |
| (_RCK30_SP170) | 19422 | 2 | 1.7 | -612,577 | -96,037 | -652,479 | 22,62 | 22,62 | -2,5 | -33,2 | 72,3 | -62,8 | 1574,8 | - | 2460,5 | 20,0 | 25,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 28,4 | 13,0 |
| | 19423 | 3 | 1.7 | -658,573 | 83,228 | -652,794 | 22,62 | 22,62 | -2,5 | -33,0 | 65,5 | 54,4 | 1599,1 | - | 2460,5 | 20,0 | 25,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 25,7 | 12,9 |
| | 19424 | 4 | 1.7 | -548,212 | 160,918 | -566,643 | 22,62 | 22,62 | -2,2 | -28,8 | 60,4 | 105,2 | 1554,7 | - | 2460,5 | 20,0 | 25,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 23,7 | 11,3 |
| | 19464 | 5 | 1.7 | -343,976 | 180,588 | -455,467 | 22,62 | 22,62 | -1,8 | -23,3 | 64,1 | 118,0 | 1490,9 | - | 2460,5 | 20,0 | 25,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 25,1 | 9,2 |
| Plate 13-58 | 7856 | 1 | 1.7 | -340,176 | -181,929 | -459,667 | 22,62 | 22,62 | -1,8 | -23,6 | 65,9 | -118,9 | 1489,7 | - | 2460,5 | 20,0 | 25,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 25,8 | 9,2 |
| (_RCK30_SP170) | 7859 | 2 | 1.7 | -547,720 | -156,760 | -569,892 | 22,62 | 22,62 | -2,2 | -28,9 | 61,3 | -102,5 | 1554,5 | - | 2460,5 | 20,0 | 25,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 24,0 | 11,3 |
| | 7858 | 3 | 1.7 | -657,715 | -78,866 | -654,085 | 22,62 | 22,62 | -2,5 | -33,1 | 66,0 | -51,5 | 1586,9 | - | 2460,5 | 20,0 | 25,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 25,9 | 13,0 |
| | 7857 | 4 | 1.7 | -609,842 | 101,952 | -650,239 | 22,62 | 22,62 | -2,5 | -33,1 | 72,2 | 66,6 | 1573,9 | - | 2460,5 | 20,0 | 25,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 28,3 | 13,0 |
| | 10262 | 5 | 1.7 | -343,786 | 435,897 | -486,368 | 22,62 | 22,62 | -1,9 | -24,9 | 72,5 | 284,9 | 1490,9 | - | 2460,5 | 20,0 | 25,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 28,4 | 9,8 |

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----------------|-------|---|------|-----------|----------|-----------|-------|-------|------|-------|-------|--------|--------|---|--------|------|------|---|---|-------|----|----|----|----|------|------|------|
| | 10160 | 3 | 1,15 | -538,293 | -78,024 | -666,677 | 22,62 | 22,62 | -5,1 | -61,1 | 184,8 | -75,4 | 771,8 | - | 2460,5 | 20,0 | 25,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 72,5 | 23,9 | |
| | 10159 | 4 | 1,15 | -568,534 | -152,495 | -711,437 | 22,62 | 22,62 | -5,5 | -65,1 | 198,3 | -147,3 | 778,4 | - | 2460,5 | 20,0 | 25,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 77,8 | 25,5 | |
| | 10158 | 5 | 1,25 | -596,566 | -447,264 | -829,981 | 22,62 | 22,62 | -5,6 | -66,9 | 212,9 | -397,6 | 907,8 | - | 2460,5 | 20,0 | 25,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 83,5 | 26,2 | |
| Plate 12-56 | 10158 | 1 | 1,7 | -823,363 | -685,691 | -829,981 | 22,62 | 22,62 | -3,2 | -42,0 | 85,4 | -448,2 | 1640,6 | - | 2460,5 | 20,0 | 25,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 33,5 | 16,5 | |
| (_RCK30_SP170) | 7904 | 2 | 1,7 | -769,437 | -341,032 | -980,460 | 22,62 | 22,62 | -3,9 | -50,2 | 133,1 | -222,9 | 1623,8 | - | 2460,5 | 20,0 | 25,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 52,2 | 19,7 | |
| | 7903 | 3 | 1,7 | -614,291 | -187,102 | -1058,507 | 22,62 | 22,62 | -4,3 | -53,9 | 181,9 | -122,3 | 1575,3 | - | 2460,5 | 20,0 | 25,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 71,3 | 21,1 | |
| | 7902 | 4 | 1,7 | -399,451 | -170,262 | -1108,545 | 22,62 | 22,62 | -4,5 | -55,0 | 236,7 | -111,3 | 1508,2 | - | 2460,5 | 20,0 | 25,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 92,8 | 21,6 | |
| Plate 13-57 | 7898 | 1 | 1,7 | -467,941 | -300,202 | -1170,008 | 22,62 | 22,62 | -4,7 | -58,4 | 240,8 | -196,2 | 1529,6 | - | 2460,5 | 20,0 | 25,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 94,4 | 22,9 | |
| (_RCK30_SP170) | 5660 | 2 | 1,7 | -507,575 | -300,470 | -1180,301 | 22,62 | 22,62 | -4,8 | -59,2 | 236,1 | -196,4 | 1542,0 | - | 2460,5 | 20,0 | 25,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 92,6 | 23,2 | |
| | 5659 | 3 | 1,7 | -546,127 | -300,222 | -1190,603 | 22,62 | 22,62 | -4,8 | -59,9 | 231,7 | -196,2 | 1554,0 | - | 2460,5 | 20,0 | 25,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 90,9 | 23,5 | |
| | 5658 | 4 | 1,7 | -583,334 | -299,065 | -1200,879 | 22,62 | 22,62 | -4,9 | -60,7 | 227,5 | -195,5 | 1565,7 | - | 2460,5 | 20,0 | 25,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 89,2 | 23,8 | |
| | 7856 | 5 | 1,7 | -618,929 | -296,607 | -1211,091 | 22,62 | 22,62 | -4,9 | -61,3 | 223,7 | -193,9 | 1576,8 | - | 2460,5 | 20,0 | 25,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 87,7 | 24,1 | |
| Plate 4-43 | 19428 | 1 | 1,7 | -737,811 | -957,394 | -1022,167 | 22,62 | 22,62 | -4,1 | -52,4 | 149,8 | -625,7 | 1613,9 | - | 2460,5 | 20,0 | 25,7 | - | - | NOOOO | OK | OK | OK | OK | - | 58,7 | 20,5 |
| (_RCK30_SP170) | 19422 | 2 | 1,7 | -1300,190 | -323,919 | -1418,614 | 22,62 | 22,62 | -5,5 | -72,3 | 162,2 | -211,7 | 1789,5 | - | 2460,5 | 20,0 | 25,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 63,6 | 28,3 | |
| | 19423 | 3 | 1,7 | -1431,960 | 51,390 | -1499,715 | 22,62 | 22,62 | -5,7 | -76,2 | 162,6 | 33,6 | 1830,6 | - | 2460,5 | 20,0 | 25,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 63,8 | 29,9 | |
| | 19424 | 4 | 1,7 | -1199,055 | 243,089 | -1391,675 | 22,62 | 22,62 | -5,4 | -71,1 | 171,3 | 158,9 | 1757,9 | - | 2460,5 | 20,0 | 25,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 67,2 | 27,9 | |
| | 19464 | 5 | 1,7 | -667,409 | 325,732 | -1205,936 | 22,62 | 22,62 | -4,9 | -61,3 | 213,2 | 212,9 | 1591,9 | - | 2460,5 | 20,0 | 25,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 83,6 | 24,0 | |
| Plate 13-58 | 7856 | 1 | 1,7 | -656,742 | -327,202 | -1211,091 | 22,62 | 22,62 | -4,9 | -61,5 | 216,6 | -213,9 | 1588,6 | - | 2460,5 | 20,0 | 25,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 85,0 | 24,1 | |
| (_RCK30_SP170) | 7859 | 2 | 1,7 | -1194,909 | -234,983 | -1394,638 | 22,62 | 22,62 | -5,4 | -71,3 | 172,7 | -153,6 | 1756,6 | - | 2460,5 | 20,0 | 25,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 67,7 | 28,0 | |
| | 7858 | 3 | 1,7 | -1425,935 | -42,473 | -1498,271 | 22,62 | 22,62 | -5,7 | -76,1 | 163,2 | -27,8 | 1828,7 | - | 2460,5 | 20,0 | 25,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 64,0 | 29,9 | |
| | 7857 | 4 | 1,7 | -1289,273 | 335,660 | -1409,685 | 22,62 | 22,62 | -5,4 | -71,8 | 161,6 | 219,4 | 1786,0 | - | 2460,5 | 20,0 | 25,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 63,4 | 28,2 | |
| | 10262 | 5 | 1,7 | -724,377 | 984,747 | -999,592 | 22,62 | 22,62 | -4,0 | -51,2 | 146,0 | 643,6 | 1609,7 | - | 2460,5 | 20,0 | 25,7 | - | - | NOOOO | OK | OK | OK | OK | - | 57,3 | 20,1 |

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----------------|-------|---|------|-----------|----------|-----------|-------|-------|------|-------|-------|--------|--------|---|--------|------|------|---|---|----|----|----|----|---|------|------|
| | 10160 | 3 | 1,15 | -685,491 | -101,679 | -417,118 | 22,62 | 22,62 | -3,1 | -39,6 | 58,9 | -98,2 | 803,9 | - | 2460,5 | 20,0 | 25,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 23,1 | 15,5 |
| | 10159 | 4 | 1,15 | -678,520 | -156,310 | -469,920 | 22,62 | 22,62 | -3,5 | -44,6 | 79,7 | -151,0 | 802,4 | - | 2460,5 | 20,0 | 25,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 31,3 | 17,5 |
| | 10158 | 5 | 1,25 | -673,324 | -361,703 | -573,639 | 22,62 | 22,62 | -3,8 | -47,6 | 101,6 | -321,5 | 925,9 | - | 2460,5 | 20,0 | 25,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 39,8 | 18,7 |
| Plate 12-56 | 10158 | 1 | 1,7 | -953,374 | -551,256 | -573,639 | 22,62 | 22,62 | -1,9 | -26,9 | 19,4 | -360,3 | 1681,2 | - | 2460,5 | 20,0 | 25,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 7,6 | 10,5 |
| (_RCK30_SP170) | 7904 | 2 | 1,7 | -891,566 | -913,743 | -701,507 | 22,62 | 22,62 | -2,5 | -34,4 | 46,7 | -205,1 | 1661,9 | - | 2460,5 | 20,0 | 25,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 18,3 | 13,5 |
| | 7903 | 3 | 1,7 | -754,681 | -206,471 | -778,996 | 22,62 | 22,62 | -3,0 | -39,5 | 82,8 | -134,9 | 1619,1 | - | 2460,5 | 20,0 | 25,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 32,5 | 15,5 |
| | 7902 | 4 | 1,7 | -572,018 | -196,419 | -837,382 | 22,62 | 22,62 | -3,3 | -42,9 | 128,4 | -128,4 | 1562,1 | - | 2460,5 | 20,0 | 25,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 50,4 | 16,8 |
| Plate 13-57 | 7898 | 1 | 1,7 | -696,229 | -239,671 | -904,866 | 22,62 | 22,62 | -3,6 | -46,4 | 125,2 | -156,6 | 1600,9 | - | 2460,5 | 20,0 | 25,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 49,1 | 18,2 |
| (_RCK30_SP170) | 5660 | 2 | 1,7 | -726,515 | -242,268 | -913,125 | 22,62 | 22,62 | -3,6 | -46,8 | 122,3 | -158,3 | 1610,4 | - | 2460,5 | 20,0 | 25,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 48,0 | 18,3 |
| | 5659 | 3 | 1,7 | -756,035 | -244,306 | -921,470 | 22,62 | 22,62 | -3,6 | -47,2 | 119,6 | -159,7 | 1619,6 | - | 2460,5 | 20,0 | 25,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 46,9 | 18,5 |
| | 5658 | 4 | 1,7 | -784,591 | -245,445 | -929,868 | 22,62 | 22,62 | -3,6 | -47,5 | 117,1 | -160,4 | 1628,5 | - | 2460,5 | 20,0 | 25,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 45,9 | 18,6 |
| | 7856 | 5 | 1,7 | -811,983 | -245,341 | -938,283 | 22,62 | 22,62 | -3,7 | -47,9 | 114,9 | -160,4 | 1637,0 | - | 2460,5 | 20,0 | 25,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 45,1 | 18,8 |
| Plate 4-43 | 19428 | 1 | 1,7 | -803,527 | -768,356 | -911,674 | 22,62 | 22,62 | -3,5 | -46,5 | 109,3 | -502,2 | 1634,4 | - | 2460,5 | 20,0 | 25,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 42,9 | 18,2 |
| (_RCK30_SP170) | 19422 | 2 | 1,7 | -1352,251 | -196,872 | -1204,953 | 22,62 | 22,62 | -4,5 | -60,2 | 102,0 | -128,7 | 1805,7 | - | 2460,5 | 20,0 | 25,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 40,0 | 23,6 |
| | 19423 | 3 | 1,7 | -1472,320 | 110,491 | -1226,507 | 22,62 | 22,62 | -4,5 | -60,6 | 91,7 | 72,2 | 1843,2 | - | 2460,5 | 20,0 | 25,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 36,0 | 23,8 |
| | 19424 | 4 | 1,7 | -1270,429 | 239,126 | -1100,459 | 22,62 | 22,62 | -4,1 | -54,7 | 88,6 | 156,3 | 1780,2 | - | 2460,5 | 20,0 | 25,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 34,7 | 21,5 |
| | 19464 | 5 | 1,7 | -853,274 | 274,428 | -934,050 | 22,62 | 22,62 | -3,6 | -47,6 | 107,2 | 179,4 | 1649,9 | - | 2460,5 | 20,0 | 25,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 42,1 | 18,7 |
| Plate 13-58 | 7856 | 1 | 1,7 | -845,569 | -275,911 | -938,283 | 22,62 | 22,62 | -3,6 | -47,8 | 109,5 | -180,3 | 1647,5 | - | 2460,5 | 20,0 | 25,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 43,0 | 18,8 |
| (_RCK30_SP170) | 7859 | 2 | 1,7 | -1268,295 | -232,110 | -1102,766 | 22,62 | 22,62 | -4,1 | -54,9 | 89,4 | -151,7 | 1779,5 | - | 2460,5 | 20,0 | 25,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 35,0 | 21,5 |
| | 7858 | 3 | 1,7 | -1468,461 | -103,348 | -1225,470 | 22,62 | 22,62 | -4,5 | -60,6 | 91,9 | -67,5 | 1842,0 | - | 2460,5 | 20,0 | 25,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 36,1 | 23,8 |
| | 7857 | 4 | 1,7 | -1343,577 | 206,651 | -1198,004 | 22,62 | 22,62 | -4,4 | -59,8 | 101,5 | 135,1 | 1803,0 | - | 2460,5 | 20,0 | 25,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 39,8 | 23,5 |
| | 10262 | 5 | 1,7 | -791,156 | 794,162 | -892,837 | 22,62 | 22,62 | -3,5 | -45,6 | 106,4 | 519,1 | 1630,5 | - | 2460,5 | 20,0 | 25,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 41,7 | 17,9 |

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----------------|-------|---|------|-----------|----------|-----------|-------|-------|------|-------|-------|--------|--------|---|--------|------|------|---|---|----|----|----|----|---|------|------|
| | 10160 | 3 | 1,15 | -728,214 | -76,779 | -485,242 | 22,62 | 22,62 | -3,6 | -46,1 | 78,2 | -74,2 | 813,2 | - | 2460,5 | 20,0 | 25,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 30,7 | 18,1 |
| | 10159 | 4 | 1,15 | -723,493 | -141,071 | -528,700 | 22,62 | 22,62 | -4,0 | -50,2 | 95,8 | -136,3 | 812,2 | - | 2460,5 | 20,0 | 25,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 37,6 | 19,7 |
| | 10158 | 5 | 1,25 | -718,872 | -369,749 | -630,552 | 22,62 | 22,62 | -4,1 | -52,3 | 115,1 | -328,7 | 936,6 | - | 2460,5 | 20,0 | 25,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 45,1 | 20,5 |
| Plate 12-56 | 10158 | 1 | 1,7 | -1017,446 | -565,801 | -630,552 | 22,62 | 22,62 | -2,1 | -29,6 | 23,3 | -369,8 | 1701,2 | - | 2460,5 | 20,0 | 25,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 9,1 | 11,6 |
| (_RCK30_SP170) | 7904 | 2 | 1,7 | -952,327 | -908,046 | -759,333 | 22,62 | 22,62 | -2,7 | -37,3 | 52,0 | -201,3 | 1680,9 | - | 2460,5 | 20,0 | 25,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 20,4 | 14,6 |
| | 7903 | 3 | 1,7 | -809,007 | -192,968 | -833,777 | 22,62 | 22,62 | -3,2 | -42,3 | 88,5 | -126,1 | 1636,1 | - | 2460,5 | 20,0 | 25,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 34,7 | 16,6 |
| | 7902 | 4 | 1,7 | -619,318 | -182,872 | -887,750 | 22,62 | 22,62 | -3,5 | -45,5 | 133,8 | -119,5 | 1576,9 | - | 2460,5 | 20,0 | 25,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 52,5 | 17,8 |
| Plate 13-57 | 7898 | 1 | 1,7 | -704,076 | -230,031 | -951,609 | 22,62 | 22,62 | -3,8 | -48,8 | 136,5 | -150,3 | 1603,4 | - | 2460,5 | 20,0 | 25,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 53,5 | 19,1 |
| (_RCK30_SP170) | 5660 | 2 | 1,7 | -736,762 | -232,170 | -959,530 | 22,62 | 22,62 | -3,8 | -49,2 | 133,0 | -151,7 | 1613,6 | - | 2460,5 | 20,0 | 25,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 52,2 | 19,3 |
| | 5659 | 3 | 1,7 | -768,591 | -233,758 | -967,521 | 22,62 | 22,62 | -3,8 | -49,5 | 129,8 | -152,8 | 1623,5 | - | 2460,5 | 20,0 | 25,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 50,9 | 19,4 |
| | 5658 | 4 | 1,7 | -799,350 | -234,440 | -975,550 | 22,62 | 22,62 | -3,8 | -49,9 | 126,8 | -153,2 | 1633,1 | - | 2460,5 | 20,0 | 25,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 49,7 | 19,6 |
| | 7856 | 5 | 1,7 | -828,831 | -233,861 | -983,579 | 22,62 | 22,62 | -3,8 | -50,3 | 124,1 | -152,9 | 1642,3 | - | 2460,5 | 20,0 | 25,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 48,7 | 19,7 |
| Plate 4-43 | 19428 | 1 | 1,7 | -791,996 | -829,939 | -1002,408 | 22,62 | 22,62 | -3,9 | -51,3 | 135,2 | -542,4 | 1630,8 | - | 2460,5 | 20,0 | 25,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 53,0 | 20,1 |
| (_RCK30_SP170) | 19422 | 2 | 1,7 | -1400,875 | -190,570 | -1310,736 | 22,62 | 22,62 | -4,9 | -65,9 | 120,4 | -124,6 | 1820,9 | - | 2460,5 | 20,0 | 25,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 47,2 | 25,8 |
| | 19423 | 3 | 1,7 | -1532,758 | 146,661 | -1317,804 | 22,62 | 22,62 | -4,8 | -65,5 | 104,6 | 95,9 | 1862,1 | - | 2460,5 | 20,0 | 25,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 41,0 | 25,7 |
| | 19424 | 4 | 1,7 | -1319,196 | 281,369 | -1164,552 | 22,62 | 22,62 | -4,3 | -58,1 | 97,0 | 183,9 | 1795,4 | - | 2460,5 | 20,0 | 25,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 38,0 | 22,8 |
| | 19464 | 5 | 1,7 | -891,740 | 313,167 | -972,221 | 22,62 | 22,62 | -3,8 | -49,5 | 111,1 | 204,7 | 1661,9 | - | 2460,5 | 20,0 | 25,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 43,6 | 19,4 |
| Plate 13-58 | 7856 | 1 | 1,7 | -862,782 | -264,327 | -983,579 | 22,62 | 22,62 | -3,8 | -50,2 | 118,6 | -172,8 | 1652,9 | - | 2460,5 | 20,0 | 25,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 46,5 | 19,7 |
| (_RCK30_SP170) | 7859 | 2 | 1,7 | -1313,930 | -214,554 | -1138,742 | 22,62 | 22,62 | -4,2 | -56,6 | 91,7 | -140,2 | 1793,7 | - | 2460,5 | 20,0 | 25,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 36,0 | 22,2 |
| | 7858 | 3 | 1,7 | -1521,675 | -81,267 | -1248,074 | 22,62 | 22,62 | -4,5 | -61,6 | 90,5 | -53,1 | 1856,6 | - | 2460,5 | 20,0 | 25,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 35,5 | 24,1 |
| | 7857 | 4 | 1,7 | -1397,380 | 227,568 | -1206,471 | 22,62 | 22,62 | -4,4 | -60,0 | 96,5 | 148,7 | 1819,8 | - | 2460,5 | 20,0 | 25,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 37,8 | 23,5 |
| | 10262 | 5 | 1,7 | -852,407 | 803,985 | -890,531 | 22,62 | 22,62 | -3,4 | -45,2 | 96,2 | 525,5 | 1649,7 | - | 2460,5 | 20,0 | 25,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 37,7 | 17,7 |

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----------------|-------|---|------|-----------|----------|-----------|-------|-------|------|-------|-------|--------|--------|---|--------|------|------|---|---|----|----|----|----|---|------|------|
| | 10160 | 3 | 1,15 | -652,523 | -128,507 | -330,203 | 22,62 | 22,62 | -2,4 | -31,2 | 33,4 | -124,2 | 796,7 | - | 2460,5 | 20,0 | 25,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 13,1 | 12,2 |
| | 10159 | 4 | 1,15 | -640,417 | -171,973 | -393,016 | 22,62 | 22,62 | -2,9 | -37,3 | 56,2 | -166,2 | 794,1 | - | 2460,5 | 20,0 | 25,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 22,1 | 14,6 |
| | 10158 | 5 | 1,25 | -632,023 | -347,336 | -497,541 | 22,62 | 22,62 | -3,2 | -41,4 | 80,5 | -308,7 | 916,1 | - | 2460,5 | 20,0 | 25,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 31,6 | 16,2 |
| Plate 12-56 | 10158 | 1 | 1,7 | -896,854 | -526,846 | -497,541 | 22,62 | 22,62 | -1,6 | -23,1 | 13,2 | -344,3 | 1663,5 | - | 2460,5 | 20,0 | 25,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 5,2 | 9,1 |
| (_RCK30_SP170) | 7904 | 2 | 1,7 | -837,314 | -317,597 | -622,857 | 22,62 | 22,62 | -2,2 | -30,2 | 36,7 | -207,6 | 1644,9 | - | 2460,5 | 20,0 | 25,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 14,4 | 11,8 |
| | 7903 | 3 | 1,7 | -707,825 | -221,776 | -703,435 | 22,62 | 22,62 | -2,7 | -35,6 | 70,9 | -145,0 | 1604,5 | - | 2460,5 | 20,0 | 25,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 27,6 | 14,0 |
| | 7902 | 4 | 1,7 | -534,184 | -212,422 | -766,986 | 22,62 | 22,62 | -3,1 | -39,3 | 115,8 | -138,8 | 1550,3 | - | 2460,5 | 20,0 | 25,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 45,4 | 15,4 |
| Plate 13-57 | 7898 | 1 | 1,7 | -702,252 | -246,182 | -838,704 | 22,62 | 22,62 | -3,3 | -42,9 | 106,5 | -160,9 | 1602,8 | - | 2460,5 | 20,0 | 25,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 41,8 | 16,8 |
| (_RCK30_SP170) | 5660 | 2 | 1,7 | -729,416 | -249,408 | -847,197 | 22,62 | 22,62 | -3,3 | -43,3 | 104,4 | -163,0 | 1611,3 | - | 2460,5 | 20,0 | 25,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 40,9 | 17,0 |
| | 5659 | 3 | 1,7 | -755,929 | -252,064 | -855,797 | 22,62 | 22,62 | -3,3 | -43,7 | 102,3 | -164,7 | 1619,5 | - | 2460,5 | 20,0 | 25,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 40,1 | 17,1 |
| | 5658 | 4 | 1,7 | -781,609 | -253,824 | -864,472 | 22,62 | 22,62 | -3,3 | -44,1 | 100,5 | -165,9 | 1627,6 | - | 2460,5 | 20,0 | 25,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 39,4 | 17,3 |
| | 7856 | 5 | 1,7 | -806,276 | -254,366 | -873,185 | 22,62 | 22,62 | -3,4 | -44,5 | 98,9 | -166,3 | 1635,3 | - | 2460,5 | 20,0 | 25,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 38,8 | 17,4 |
| Plate 4-43 | 19428 | 1 | 1,7 | -815,600 | -694,487 | -814,813 | 22,62 | 22,62 | -3,1 | -41,2 | 82,7 | -453,9 | 1638,2 | - | 2460,5 | 20,0 | 25,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 32,4 | 16,2 |
| (_RCK30_SP170) | 19422 | 2 | 1,7 | -1303,804 | -193,837 | -1085,910 | 22,62 | 22,62 | -4,0 | -53,7 | 81,2 | -126,7 | 1790,6 | - | 2460,5 | 20,0 | 25,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 31,8 | 21,1 |
| | 19423 | 3 | 1,7 | -1411,449 | 79,364 | -1117,335 | 22,62 | 22,62 | -4,0 | -54,8 | 75,4 | 51,9 | 1824,2 | - | 2460,5 | 20,0 | 25,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 29,6 | 21,5 |
| | 19424 | 4 | 1,7 | -1223,710 | 197,503 | -1016,606 | 22,62 | 22,62 | -3,7 | -50,2 | 75,6 | 129,1 | 1765,6 | - | 2460,5 | 20,0 | 25,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 29,6 | 19,7 |
| | 19464 | 5 | 1,7 | -825,760 | 232,969 | -876,923 | 22,62 | 22,62 | -3,4 | -44,6 | 96,9 | 152,3 | 1641,3 | - | 2460,5 | 20,0 | 25,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 38,0 | 17,5 |
| Plate 13-58 | 7856 | 1 | 1,7 | -839,205 | -285,077 | -873,185 | 22,62 | 22,62 | -3,3 | -44,3 | 93,9 | -186,3 | 1645,5 | - | 2460,5 | 20,0 | 25,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 36,8 | 17,4 |
| (_RCK30_SP170) | 7859 | 2 | 1,7 | -1224,435 | -250,782 | -1046,432 | 22,62 | 22,62 | -3,8 | -51,9 | 82,1 | -163,9 | 1765,8 | - | 2460,5 | 20,0 | 25,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 32,2 | 20,4 |
| | 7858 | 3 | 1,7 | -1414,493 | -131,102 | -1184,789 | 22,62 | 22,62 | -4,3 | -58,6 | 89,5 | -85,7 | 1825,1 | - | 2460,5 | 20,0 | 25,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 35,1 | 23,0 |
| | 7857 | 4 | 1,7 | -1289,549 | 175,838 | -1176,492 | 22,62 | 22,62 | -4,4 | -58,9 | 103,7 | 114,9 | 1786,1 | - | 2460,5 | 20,0 | 25,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 40,7 | 23,1 |
| | 10262 | 5 | 1,7 | -729,770 | 771,914 | -889,526 | 22,62 | 22,62 | -3,5 | -45,5 | 115,5 | 504,5 | 1611,4 | - | 2460,5 | 20,0 | 25,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 45,3 | 17,9 |

FASE 15 - GALLERIA ARTIFICIALE (4,0 m di copertura)- ARCO ROVESCIO

| INPUT PLAVIS | | | | | | | Intradosso | | VERIFICHE SEZIONALI | | | | APERTURA FESSURE | | | | | | CHECK | | | | | | | |
|----------------|-------|--------------|--------|----------|----------|----------|------------|-------|---------------------|------------------------|------------------------|-------------|------------------|---------------------|--------------|-----------|----------|-----------------|---------|----|-----|----|-----|--------------|--------|--------|
| Element | Node | Local Number | Height | N | V | M | Af | At | σ_c [Mpa] | $\sigma_{s.inf}$ [Mpa] | $\sigma_{s.sup}$ [Mpa] | τ [Pa] | M fess | σ_{sr} [Mpa] | Ac eff [cm2] | pas. [cm] | Srm [cm] | ϵ_{sm} | Wk [mm] | T | CLS | As | As' | Fessurazione | %estra | %intra |
| Plate 14-61 | 14018 | 1 | 1 | -358,458 | 174,431 | 7,911 | 22,62 | 22,62 | -0,4 | -4,5 | -5,6 | 193,8 | 570,0 | - | 2460,5 | 20,0 | 25,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 2,2 | 1,8 |
| (_RCK30_SP100) | 14024 | 2 | 1 | -352,939 | 142,481 | 78,366 | 22,62 | 22,62 | -0,7 | 0,6 | -10,4 | 198,3 | 569,0 | - | 2460,5 | 20,0 | 25,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 4,1 | 0,2 |
| | 14023 | 3 | 1 | -351,800 | 121,200 | 137,616 | 22,62 | 22,62 | -1,2 | 13,0 | -16,5 | 134,7 | 568,7 | - | 2460,5 | 20,0 | 25,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 6,5 | 5,1 |
| | 14022 | 4 | 1 | -348,451 | 103,084 | 187,625 | 22,62 | 22,62 | -1,8 | 32,5 | -22,4 | 114,5 | 568,1 | - | 2460,5 | 20,0 | 25,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 8,8 | 12,8 |
| | 15128 | 5 | 1 | -336,301 | 80,629 | 229,325 | 45,24 | 22,62 | -1,9 | 30,2 | -23,9 | 89,6 | 603,4 | - | 2460,5 | 20,0 | 20,2 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 9,4 | 11,8 |
| Plate 14-60 | 15128 | 1 | 1 | -333,931 | 73,286 | 229,325 | 45,24 | 22,62 | -1,9 | 30,3 | -23,8 | 81,4 | 602,9 | - | 2460,5 | 20,0 | 20,2 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 9,3 | 11,9 |
| (_RCK30_SP100) | 15134 | 2 | 1 | -343,447 | 58,161 | 258,793 | 45,24 | 22,62 | -2,1 | 36,8 | -26,6 | 64,6 | 604,8 | - | 2460,5 | 20,0 | 20,2 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 10,4 | 14,4 |
| | 15133 | 3 | 1 | -338,689 | 40,771 | 281,283 | 45,24 | 22,62 | -2,3 | 42,7 | -28,5 | 45,3 | 603,9 | - | 2460,5 | 20,0 | 20,2 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 11,2 | 16,8 |
| | 15132 | 4 | 1 | -334,100 | 17,915 | 294,571 | 45,24 | 22,62 | -2,4 | 46,4 | -29,6 | 19,9 | 602,9 | - | 2460,5 | 20,0 | 20,2 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 11,6 | 18,2 |
| | 16384 | 5 | 1 | -344,121 | -13,608 | 295,991 | 45,24 | 22,62 | -2,4 | 46,0 | -29,9 | -15,1 | 605,0 | - | 2460,5 | 20,0 | 20,2 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 11,7 | 18,0 |
| Plate 3-37 | 16384 | 1 | 1 | -344,097 | 11,036 | 295,991 | 45,24 | 22,62 | -2,4 | 46,0 | -29,9 | 12,3 | 605,0 | - | 2460,5 | 20,0 | 20,2 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 11,7 | 18,0 |
| (_RCK30_SP100) | 16378 | 2 | 1 | -334,754 | -20,433 | 293,429 | 45,24 | 22,62 | -2,4 | 46,1 | -29,5 | -22,7 | 603,1 | - | 2460,5 | 20,0 | 20,2 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 11,6 | 18,1 |
| | 16379 | 3 | 1 | -339,959 | -43,248 | 279,020 | 45,24 | 22,62 | -2,2 | 42,1 | -28,3 | -48,1 | 604,1 | - | 2460,5 | 20,0 | 20,2 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 11,1 | 16,5 |
| | 16380 | 4 | 1 | -345,336 | -60,598 | 255,428 | 45,24 | 22,62 | -2,1 | 35,8 | -26,3 | -67,3 | 605,2 | - | 2460,5 | 20,0 | 20,2 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 10,3 | 14,1 |
| | 16400 | 5 | 1 | -336,513 | -75,669 | 224,878 | 45,24 | 22,62 | -1,8 | 29,1 | -23,5 | -84,1 | 603,4 | - | 2460,5 | 20,0 | 20,2 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 9,2 | 11,4 |
| Plate 3-38 | 16400 | 1 | 1 | -339,047 | -82,941 | 224,878 | 45,24 | 22,62 | -1,8 | 28,9 | -23,5 | -92,2 | 603,9 | - | 2460,5 | 20,0 | 20,2 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 9,2 | 11,3 |
| (_RCK30_SP100) | 16394 | 2 | 1 | -351,581 | -105,223 | 182,189 | 22,62 | 22,62 | -1,7 | 29,8 | -21,7 | -116,9 | 568,7 | - | 2460,5 | 20,0 | 25,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 8,5 | 11,7 |
| | 16395 | 3 | 1 | -355,580 | -123,231 | 131,233 | 22,62 | 22,62 | -1,2 | 10,7 | -15,7 | -136,9 | 569,5 | - | 2460,5 | 20,0 | 25,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 6,2 | 4,2 |
| | 16396 | 4 | 1 | -357,396 | -144,245 | 71,131 | 22,62 | 22,62 | -0,7 | -0,2 | -9,9 | -160,3 | 569,8 | - | 2460,5 | 20,0 | 25,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 3,9 | 0,1 |
| | 16924 | 5 | 1 | -363,382 | -175,544 | 0,008 | 22,62 | 22,62 | -0,3 | -5,1 | -5,1 | -195,0 | 571,0 | - | 2460,5 | 20,0 | 25,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 2,0 | 2,0 |
| Plate 3-39 | 16924 | 1 | 1 | -393,645 | -152,776 | 0,008 | 22,62 | 22,62 | -0,4 | -5,5 | -5,5 | -169,8 | 576,8 | - | 2460,5 | 20,0 | 25,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 2,2 | 2,2 |
| (_RCK30_SP100) | 16918 | 2 | 1 | -351,481 | -190,213 | -78,659 | 22,62 | 22,62 | -0,7 | -10,4 | 0,6 | -211,3 | 569,1 | - | 2460,5 | 20,0 | 25,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 0,2 | 4,1 |
| | 16919 | 3 | 1 | -410,370 | -174,901 | -163,070 | 22,62 | 22,62 | -1,5 | -19,5 | 15,9 | -194,3 | 580,0 | - | 2460,5 | 20,0 | 25,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 6,3 | 7,7 |
| | 16920 | 4 | 1 | -531,583 | -88,977 | -226,587 | 22,62 | 22,62 | -2,1 | -27,1 | 25,9 | -110,0 | 603,3 | - | 2460,5 | 20,0 | 25,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 10,2 | 10,6 |
| | 17796 | 5 | 1 | -684,391 | 45,418 | -241,495 | 22,62 | 22,62 | -2,2 | -29,0 | 17,5 | 50,5 | 632,7 | - | 2460,5 | 20,0 | 25,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 6,9 | 11,4 |
| Plate 14-62 | 12574 | 1 | 1 | -673,157 | -40,402 | -235,220 | 22,62 | 22,62 | -2,1 | -28,2 | 16,6 | -44,9 | 630,5 | - | 2460,5 | 20,0 | 25,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 6,5 | 11,1 |
| (_RCK30_SP100) | 12580 | 2 | 1 | -521,890 | 101,675 | -218,546 | 22,62 | 22,62 | -2,0 | -26,1 | 24,0 | 113,0 | 601,4 | - | 2460,5 | 20,0 | 25,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 9,4 | 10,2 |
| | 12579 | 3 | 1 | -403,199 | 175,252 | -154,399 | 22,62 | 22,62 | -1,4 | -18,5 | 13,8 | 194,7 | 578,6 | - | 2460,5 | 20,0 | 25,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 5,4 | 7,2 |
| | 12578 | 4 | 1 | -348,192 | 189,050 | -70,178 | 22,62 | 22,62 | -0,7 | -9,7 | -0,1 | 210,1 | 568,0 | - | 2460,5 | 20,0 | 25,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 0,0 | 3,8 |
| | 14018 | 5 | 1 | -387,976 | 151,790 | 7,911 | 22,62 | 22,62 | -0,4 | -4,9 | -6,0 | 168,7 | 575,7 | - | 2460,5 | 20,0 | 25,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 2,3 | 1,9 |

FASE 16 - GALLERIA ARTIFICIALE (4,0 m di copertura)- ARCO ROVESCIO

| INPUT PLAXIS | | | | | | | VERIFICHE SEZIONALI | | | | | | | | | | APERTURA FESSURE | | | | | | CHECK | | | | |
|----------------|-------|--------------|--------|-----------|----------|----------|---------------------|--------------|------------------|-----------------------|-----------------------|--------------|--------|---------------------|--------------|-----------|------------------|---------------|---------|----|-----|----|-------|--------------|--------|--------|--|
| Element | Node | Local Number | Height | N | V | M | Intradosso Af | Estadosso AT | σ_c [Mpa] | σ_s .inf [Mpa] | σ_s .sup [Mpa] | τ [kPa] | M fess | σ_{sr} [Mpa] | Ac eff [cm2] | pas. [cm] | Srm [cm] | ϵ sm | Wk [mm] | T | CLS | As | As' | Fessurazione | %estra | %intra | |
| Plate 14-61 | 14018 | 1 | 1 | -430,780 | 388,866 | 81,914 | 22,62 | 22,62 | -0,8 | -0,5 | -11,6 | 432,1 | 583,9 | - | 2460,5 | 20,0 | 25,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 4,6 | 0,2 | |
| (_RCK30_SP100) | 14024 | 2 | 1 | -416,719 | 318,151 | 239,032 | 22,62 | 22,62 | -2,3 | 45,3 | -28,4 | 353,5 | 581,2 | - | 2460,5 | 20,0 | 25,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 11,2 | 17,8 | |
| | 14023 | 3 | 1 | -412,548 | 271,845 | 371,650 | 22,62 | 22,62 | -3,6 | 108,9 | -42,7 | 302,0 | 580,4 | - | 2460,5 | 20,0 | 25,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 16,8 | 42,7 | |
| | 14022 | 4 | 1 | -403,585 | 232,168 | 484,024 | 22,62 | 22,62 | -4,7 | 166,3 | -54,0 | 258,0 | 578,7 | - | 2460,5 | 20,0 | 25,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 21,2 | 65,2 | |
| | 15128 | 5 | 1 | -375,149 | 181,341 | 577,971 | 45,24 | 22,62 | -4,5 | 115,3 | -54,5 | 201,5 | 611,3 | - | 2460,5 | 20,0 | 20,2 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 21,4 | 45,2 | |
| Plate 14-60 | 15128 | 1 | 1 | -370,146 | 166,184 | 577,971 | 45,24 | 22,62 | -4,5 | 115,8 | -54,4 | 184,6 | 610,3 | - | 2460,5 | 20,0 | 20,2 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 21,3 | 45,4 | |
| (_RCK30_SP100) | 15134 | 2 | 1 | -390,645 | 131,634 | 644,677 | 45,24 | 22,62 | -5,0 | 131,2 | -60,3 | 146,3 | 614,5 | 123,4 | 2460,5 | 20,0 | 20,2 | 3,E-04 | 0,12 | OK | OK | OK | OK | OK | 23,7 | 51,4 | |
| | 15133 | 3 | 1 | -379,634 | 92,669 | 695,692 | 45,24 | 22,62 | -5,4 | 145,4 | -64,5 | 103,0 | 612,3 | 123,8 | 2460,5 | 20,0 | 20,2 | 4,E-04 | 0,15 | OK | OK | OK | OK | OK | 25,3 | 57,0 | |
| | 15132 | 4 | 1 | -368,934 | 41,226 | 725,989 | 45,24 | 22,62 | -5,6 | 154,2 | -66,8 | 45,8 | 610,1 | 124,2 | 2460,5 | 20,0 | 20,2 | 5,E-04 | 0,17 | OK | OK | OK | OK | OK | 26,2 | 60,5 | |
| | 16384 | 5 | 1 | -390,366 | -30,753 | 729,433 | 45,24 | 22,62 | -5,6 | 153,2 | -67,5 | -34,2 | 614,5 | 123,4 | 2460,5 | 20,0 | 20,2 | 5,E-04 | 0,17 | OK | OK | OK | OK | OK | 26,5 | 60,1 | |
| Plate 3-37 | 16384 | 1 | 1 | -390,319 | 26,182 | 729,433 | 45,24 | 22,62 | -5,6 | 153,2 | -67,5 | 29,1 | 614,5 | 123,4 | 2460,5 | 20,0 | 20,2 | 5,E-04 | 0,17 | OK | OK | OK | OK | OK | 26,5 | 60,1 | |
| (_RCK30_SP100) | 16378 | 2 | 1 | -369,968 | -45,705 | 723,961 | 45,24 | 22,62 | -5,6 | 153,6 | -66,7 | -50,8 | 610,3 | 124,2 | 2460,5 | 20,0 | 20,2 | 5,E-04 | 0,17 | OK | OK | OK | OK | OK | 26,1 | 60,2 | |
| | 16379 | 3 | 1 | -381,626 | -97,111 | 691,662 | 45,24 | 22,62 | -5,3 | 144,2 | -64,2 | -107,9 | 612,7 | 123,7 | 2460,5 | 20,0 | 20,2 | 4,E-04 | 0,15 | OK | OK | OK | OK | OK | 25,2 | 56,5 | |
| | 16380 | 4 | 1 | -393,602 | -136,065 | 638,658 | 45,24 | 22,62 | -5,0 | 129,4 | -59,9 | -151,2 | 615,1 | 123,3 | 2460,5 | 20,0 | 20,2 | 3,E-04 | 0,12 | OK | OK | OK | OK | OK | 23,5 | 50,7 | |
| | 16400 | 5 | 1 | -374,206 | -170,599 | 569,965 | 45,24 | 22,62 | -4,4 | 113,4 | -53,8 | -189,6 | 611,1 | - | 2460,5 | 20,0 | 20,2 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 21,1 | 44,5 | |
| Plate 3-38 | 16400 | 1 | 1 | -379,512 | -185,613 | 569,965 | 45,24 | 22,62 | -4,4 | 112,9 | -53,9 | -206,2 | 612,2 | - | 2460,5 | 20,0 | 20,2 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 21,1 | 44,3 | |
| (_RCK30_SP100) | 16394 | 2 | 1 | -408,459 | -236,264 | 474,160 | 22,62 | 22,62 | -4,6 | 160,5 | -53,1 | -262,5 | 579,6 | - | 2460,5 | 20,0 | 25,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 20,8 | 62,9 | |
| | 16395 | 3 | 1 | -418,435 | -275,892 | 359,940 | 22,62 | 22,62 | -3,5 | 102,1 | -41,6 | -306,5 | 581,5 | - | 2460,5 | 20,0 | 25,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 16,3 | 40,0 | |
| | 16396 | 4 | 1 | -423,647 | -321,890 | 225,575 | 22,62 | 22,62 | -2,1 | 38,5 | -26,9 | -357,7 | 582,5 | - | 2460,5 | 20,0 | 25,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 10,6 | 15,1 | |
| | 16924 | 5 | 1 | -438,303 | -391,650 | 66,955 | 22,62 | 22,62 | -0,8 | -1,6 | -10,7 | -435,2 | 585,4 | - | 2460,5 | 20,0 | 25,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 4,2 | 0,6 | |
| Plate 3-39 | 16924 | 1 | 1 | -502,232 | -340,951 | 66,955 | 22,62 | 22,62 | -0,8 | -2,5 | -11,6 | -378,8 | 597,7 | - | 2460,5 | 20,0 | 25,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 4,5 | 1,0 | |
| (_RCK30_SP100) | 16918 | 2 | 1 | -420,688 | -421,432 | -107,793 | 22,62 | 22,62 | -1,0 | -13,6 | 2,4 | -468,3 | 582,0 | - | 2460,5 | 20,0 | 25,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 1,0 | 5,3 | |
| | 16919 | 3 | 1 | -544,925 | -388,472 | -294,851 | 22,62 | 22,62 | -2,8 | -35,2 | 51,5 | -431,6 | 605,9 | - | 2460,5 | 20,0 | 25,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 20,2 | 13,8 | |
| | 16920 | 4 | 1 | -807,749 | -225,416 | -437,033 | 22,62 | 22,62 | -4,1 | -52,1 | 76,3 | -250,5 | 656,4 | - | 2460,5 | 20,0 | 25,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 29,9 | 20,4 | |
| | 17796 | 5 | 1 | -1141,961 | 84,391 | -474,867 | 22,62 | 22,62 | -4,3 | 93,8 | 51,5 | 93,8 | 720,6 | - | 2460,5 | 20,0 | 25,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 20,2 | 22,3 | |
| Plate 14-62 | 12574 | 1 | 1 | -1120,757 | -74,576 | -461,749 | 22,62 | 22,62 | -4,2 | -55,2 | 49,0 | -82,9 | 716,6 | - | 2460,5 | 20,0 | 25,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 19,2 | 21,7 | |
| (_RCK30_SP100) | 12580 | 2 | 1 | -790,585 | 229,967 | -420,644 | 22,62 | 22,62 | -4,0 | -50,2 | 71,6 | 255,5 | 653,1 | - | 2460,5 | 20,0 | 25,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 28,1 | 19,7 | |
| | 12579 | 3 | 1 | -533,291 | 388,156 | -277,629 | 22,62 | 22,62 | -2,6 | -33,1 | 45,7 | 431,3 | 603,6 | - | 2460,5 | 20,0 | 25,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 17,9 | 13,0 | |
| | 12578 | 4 | 1 | -412,806 | 418,259 | -91,386 | 22,62 | 22,62 | -0,9 | -12,1 | 0,7 | 484,7 | 580,5 | - | 2460,5 | 20,0 | 25,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 0,3 | 4,7 | |
| | 14018 | 5 | 1 | -493,060 | 338,546 | 81,914 | 22,62 | 22,62 | -0,9 | -1,4 | -12,5 | 376,2 | 595,9 | - | 2460,5 | 20,0 | 25,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 4,9 | 0,5 | |

FASE 17LT - GALLERIA ARTIFICIALE (4,0 m di copertura)- ARCO ROVESCIO

| INPUT PLAVIS | | | | | | | Intradosso | | VERIFICHE SEZIONALI | | | | APERTURA FESSURE | | | | | | CHECK | | | | | | | |
|----------------|-------|--------------|--------|-----------|----------|----------|------------|-------|---------------------|----------------------|----------------------|-------------|------------------|---------------------|--------------|-----------|----------|-----------------|---------|----|-----|----|-----|--------------|--------|--------|
| Element | Node | Local Number | Height | N | V | M | Af | At | σ_c [Mpa] | $\sigma_s.inf$ [Mpa] | $\sigma_s.sup$ [Mpa] | τ [Pa] | M fess | σ_{sr} [Mpa] | Ac eff [cm2] | pas. [cm] | Srm [cm] | ϵ_{sm} | Wk [mm] | T | CLS | As | As' | Fessurazione | %estra | %intra |
| Plate 14-61 | 14018 | 1 | 1 | -681,471 | 340,432 | 49,613 | 22,62 | 22,62 | -0,9 | -6,2 | -13,0 | 378,3 | 632,5 | - | 2460,5 | 20,0 | 25,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 5,1 | 2,4 |
| (_RCK30_SP100) | 14024 | 2 | 1 | -670,371 | 276,796 | 186,726 | 22,62 | 22,62 | -1,7 | 6,2 | -23,1 | 307,6 | 630,0 | - | 2460,5 | 20,0 | 25,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 9,0 | 2,4 |
| | 14023 | 3 | 1 | -667,467 | 235,592 | 301,874 | 22,62 | 22,62 | -2,8 | 38,9 | -36,1 | 281,8 | 629,4 | - | 2460,5 | 20,0 | 25,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 14,2 | 15,3 |
| | 14022 | 4 | 1 | -660,269 | 201,062 | 399,186 | 22,62 | 22,62 | -3,8 | 80,9 | -47,4 | 223,4 | 628,0 | - | 2460,5 | 20,0 | 25,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 18,6 | 31,7 |
| | 15128 | 5 | 1 | -634,284 | 157,444 | 480,628 | 45,24 | 22,62 | -3,9 | 68,6 | -49,3 | 174,9 | 664,5 | - | 2460,5 | 20,0 | 20,2 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 19,3 | 26,9 |
| Plate 14-60 | 15128 | 1 | 1 | -630,004 | 142,332 | 480,628 | 45,24 | 22,62 | -3,9 | 69,0 | -49,3 | 158,1 | 663,6 | - | 2460,5 | 20,0 | 20,2 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 19,3 | 27,0 |
| (_RCK30_SP100) | 15134 | 2 | 1 | -649,231 | 113,573 | 537,988 | 45,24 | 22,62 | -4,3 | 81,6 | -54,6 | 126,2 | 667,5 | - | 2460,5 | 20,0 | 20,2 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 21,4 | 32,0 |
| | 15133 | 3 | 1 | -639,208 | 80,177 | 582,064 | 45,24 | 22,62 | -4,7 | 93,5 | -58,3 | 89,1 | 665,5 | - | 2460,5 | 20,0 | 20,2 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 22,9 | 36,7 |
| | 15132 | 4 | 1 | -629,563 | 35,506 | 608,268 | 45,24 | 22,62 | -4,9 | 100,9 | -60,5 | 39,5 | 663,5 | - | 2460,5 | 20,0 | 20,2 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 23,7 | 39,6 |
| | 16384 | 5 | 1 | -649,923 | -27,079 | 611,098 | 45,24 | 22,62 | -4,9 | 99,9 | -61,0 | -30,1 | 667,7 | - | 2460,5 | 20,0 | 20,2 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 23,9 | 39,2 |
| Plate 3-37 | 16384 | 1 | 1 | -649,885 | 23,563 | 611,098 | 45,24 | 22,62 | -4,9 | 99,9 | -61,0 | 26,2 | 667,7 | - | 2460,5 | 20,0 | 20,2 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 23,9 | 39,2 |
| (_RCK30_SP100) | 16378 | 2 | 1 | -630,517 | -38,963 | 606,705 | 45,24 | 22,62 | -4,8 | 100,4 | -60,4 | -43,3 | 663,7 | - | 2460,5 | 20,0 | 20,2 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 23,7 | 39,4 |
| | 16379 | 3 | 1 | -641,058 | -83,613 | 578,955 | 45,24 | 22,62 | -4,6 | 92,6 | -58,1 | -92,9 | 665,9 | - | 2460,5 | 20,0 | 20,2 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 22,8 | 36,3 |
| | 16380 | 4 | 1 | -651,976 | -117,011 | 533,338 | 45,24 | 22,62 | -4,3 | 80,3 | -54,2 | -130,0 | 668,1 | - | 2460,5 | 20,0 | 20,2 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 21,2 | 31,5 |
| | 16400 | 5 | 1 | -633,742 | -145,782 | 474,431 | 45,24 | 22,62 | -3,8 | 67,1 | -48,8 | -162,0 | 664,4 | - | 2460,5 | 20,0 | 20,2 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 19,1 | 26,3 |
| Plate 3-38 | 16400 | 1 | 1 | -638,258 | -160,789 | 474,431 | 45,24 | 22,62 | -3,8 | 66,8 | -48,8 | -178,7 | 665,3 | - | 2460,5 | 20,0 | 20,2 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 19,1 | 26,2 |
| (_RCK30_SP100) | 16394 | 2 | 1 | -664,779 | -204,288 | 391,530 | 22,62 | 22,62 | -3,7 | 76,8 | -46,5 | -227,0 | 628,9 | - | 2460,5 | 20,0 | 25,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 18,2 | 30,1 |
| | 16395 | 3 | 1 | -672,887 | -238,810 | 292,758 | 22,62 | 22,62 | -2,7 | 34,9 | -35,0 | -265,3 | 630,5 | - | 2460,5 | 20,0 | 25,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 13,7 | 13,7 |
| | 16396 | 4 | 1 | -676,713 | -279,809 | 176,213 | 22,62 | 22,62 | -1,6 | 4,3 | -22,1 | -310,9 | 631,2 | - | 2460,5 | 20,0 | 25,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 8,7 | 1,7 |
| | 16924 | 5 | 1 | -690,387 | -342,736 | 37,877 | 22,62 | 22,62 | -0,8 | -7,1 | -12,3 | -380,8 | 633,8 | - | 2460,5 | 20,0 | 25,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 4,8 | 2,8 |
| Plate 3-39 | 16924 | 1 | 1 | -745,575 | -298,986 | 37,877 | 22,62 | 22,62 | -0,9 | -7,9 | -13,0 | -332,2 | 644,4 | - | 2460,5 | 20,0 | 25,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 5,1 | 3,1 |
| (_RCK30_SP100) | 16918 | 2 | 1 | -673,239 | -368,773 | -114,775 | 22,62 | 22,62 | -1,2 | -17,2 | -1,7 | -409,7 | 630,5 | - | 2460,5 | 20,0 | 25,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 0,7 | 6,8 |
| | 16919 | 3 | 1 | -778,947 | -344,443 | -279,634 | 22,62 | 22,62 | -2,5 | -33,5 | 21,2 | -382,7 | 650,8 | - | 2460,5 | 20,0 | 25,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 8,3 | 13,2 |
| | 16920 | 4 | 1 | -1006,617 | -205,881 | -406,866 | 22,62 | 22,62 | -3,7 | -48,7 | 41,4 | -228,8 | 694,6 | - | 2460,5 | 20,0 | 25,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 16,2 | 19,1 |
| | 17796 | 5 | 1 | -1300,173 | 67,031 | -443,874 | 22,62 | 22,62 | -4,0 | -53,4 | 29,3 | 74,5 | 751,0 | - | 2460,5 | 20,0 | 25,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 11,5 | 20,9 |
| Plate 14-62 | 12574 | 1 | 1 | -1282,171 | -59,342 | -433,347 | 22,62 | 22,62 | -3,9 | -52,1 | 27,8 | -65,9 | 747,6 | - | 2460,5 | 20,0 | 25,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 10,9 | 20,4 |
| (_RCK30_SP100) | 12580 | 2 | 1 | -991,856 | 209,312 | -393,812 | 22,62 | 22,62 | -3,6 | -47,1 | 38,4 | 232,6 | 691,8 | - | 2460,5 | 20,0 | 25,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 15,1 | 18,5 |
| | 12579 | 3 | 1 | -768,628 | 344,030 | -265,995 | 22,62 | 22,62 | -2,4 | -32,0 | 18,2 | 382,3 | 648,9 | - | 2460,5 | 20,0 | 25,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 7,2 | 12,5 |
| | 12578 | 4 | 1 | -665,967 | 366,142 | -101,846 | 22,62 | 22,62 | -1,2 | -16,3 | -2,5 | 406,8 | 629,1 | - | 2460,5 | 20,0 | 25,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 1,0 | 6,4 |
| | 14018 | 5 | 1 | -737,350 | 296,983 | 49,613 | 22,62 | 22,62 | -0,9 | -7,0 | -13,7 | 330,0 | 642,9 | - | 2460,5 | 20,0 | 25,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 5,4 | 2,7 |

FASE 18A - GALLERIA ARTIFICIALE (4,0 m di copertura)- ARCO ROVESCIO

| INPUT PLAVIS | | | | | | | Intradosso | | VERIFICHE SEZIONALI | | | | APERTURA FESSURE | | | | | | CHECK | | | | | | | |
|----------------|-------|--------------|--------|-----------|----------|----------|------------|-------|---------------------|-------------------------|-------------------------|-----------------|------------------|---------------|--------------|-----------|----------|-----------------|------------|----|-----|----|-----|--------------|--------|--------|
| Element | Node | Local Number | Height | N | V | M | Af | At | σ_c [Mpa] | $\sigma_s.inf$ [Mpa] | $\sigma_s.sup$ [Mpa] | τ [Mpa] | M fess | σ_{sr} | Ac eff [cm2] | pas. [cm] | Srm [cm] | ϵ_{sm} | Wk [mm] | T | CLS | As | As' | Fessurazione | %estra | %intra |
| Plate 14-61 | 14018 | 1 | 1 | -708,776 | 343,915 | 125,244 | 22,62 | 22,62 | -1,3 | -1,5 | -18,4 | 382,1 | 637,4 | - | 2460,5 | 20,0 | 25,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 7,2 | 0,6 |
| (_RCK30_SP100) | 14024 | 2 | 1 | -695,051 | 273,000 | 262,035 | 22,62 | 22,62 | -2,4 | 22,6 | -31,4 | 303,3 | 634,7 | - | 2460,5 | 20,0 | 25,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 12,3 | 8,8 |
| | 14023 | 3 | 1 | -694,571 | 228,560 | 374,767 | 22,62 | 22,62 | -3,5 | 65,2 | -44,7 | 254,0 | 634,6 | - | 2460,5 | 20,0 | 25,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 17,5 | 25,6 |
| | 14022 | 4 | 1 | -689,478 | 192,269 | 468,403 | 22,62 | 22,62 | -4,5 | 108,3 | -55,2 | 213,6 | 633,6 | - | 2460,5 | 20,0 | 25,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 21,6 | 42,5 |
| | 15128 | 5 | 1 | -661,909 | 145,797 | 545,397 | 45,24 | 22,62 | -4,4 | 82,5 | -55,3 | 162,0 | 670,1 | - | 2460,5 | 20,0 | 20,2 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 21,7 | 32,3 |
| Plate 14-60 | 15128 | 1 | 1 | -558,872 | 129,006 | 545,397 | 45,24 | 22,62 | -4,4 | 82,7 | -55,3 | 143,3 | 669,5 | - | 2460,5 | 20,0 | 20,2 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 21,7 | 32,4 |
| (_RCK30_SP100) | 15134 | 2 | 1 | -682,090 | 98,677 | 596,407 | 45,24 | 22,62 | -4,8 | 93,6 | -60,1 | 109,6 | 674,3 | - | 2460,5 | 20,0 | 20,2 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 23,6 | 36,7 |
| | 15133 | 3 | 1 | -673,642 | 63,471 | 633,439 | 45,24 | 22,62 | -5,1 | 103,6 | -63,2 | 70,5 | 672,5 | - | 2460,5 | 20,0 | 20,2 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 24,8 | 40,6 |
| | 15132 | 4 | 1 | -665,499 | 16,165 | 651,569 | 45,24 | 22,62 | -5,2 | 108,8 | -64,7 | 18,0 | 670,9 | - | 2460,5 | 20,0 | 20,2 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 25,4 | 42,7 |
| | 16384 | 5 | 1 | -689,632 | -50,460 | 644,883 | 45,24 | 22,62 | -5,2 | 105,1 | -64,4 | -56,1 | 675,8 | - | 2460,5 | 20,0 | 20,2 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 25,3 | 41,2 |
| Plate 3-37 | 16384 | 1 | 1 | -689,177 | 3,012 | 644,883 | 45,24 | 22,62 | -5,2 | 105,2 | -64,4 | 3,3 | 675,7 | - | 2460,5 | 20,0 | 20,2 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 25,3 | 41,2 |
| (_RCK30_SP100) | 16378 | 2 | 1 | -671,268 | -62,455 | 630,575 | 45,24 | 22,62 | -5,0 | 103,0 | -62,9 | -69,4 | 672,0 | - | 2460,5 | 20,0 | 20,2 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 24,7 | 40,4 |
| | 16379 | 3 | 1 | -684,307 | -109,437 | 591,743 | 45,24 | 22,62 | -4,7 | 92,2 | -59,7 | -121,6 | 674,7 | - | 2460,5 | 20,0 | 20,2 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 23,4 | 36,2 |
| | 16380 | 4 | 1 | -697,751 | -144,658 | 534,105 | 45,24 | 22,62 | -4,3 | 76,8 | -54,7 | -160,7 | 677,5 | - | 2460,5 | 20,0 | 20,2 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 21,5 | 30,1 |
| | 16400 | 5 | 1 | -681,062 | -174,841 | 462,457 | 45,24 | 22,62 | -3,8 | 60,6 | -48,1 | -194,3 | 674,1 | - | 2460,5 | 20,0 | 20,2 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 18,9 | 23,8 |
| Plate 3-38 | 16400 | 1 | 1 | -687,298 | -189,903 | 462,457 | 45,24 | 22,62 | -3,8 | 60,1 | -48,2 | -211,0 | 675,3 | - | 2460,5 | 20,0 | 20,2 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 18,9 | 23,6 |
| (_RCK30_SP100) | 16394 | 2 | 1 | -714,813 | -235,079 | 366,136 | 22,62 | 22,62 | -3,4 | 58,8 | -43,7 | -261,2 | 638,5 | - | 2460,5 | 20,0 | 25,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 17,1 | 23,0 |
| | 16395 | 3 | 1 | -725,387 | -271,203 | 253,129 | 22,62 | 22,62 | -2,3 | 17,8 | -30,4 | -301,3 | 640,6 | - | 2460,5 | 20,0 | 25,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 11,9 | 7,0 |
| | 16396 | 4 | 1 | -731,492 | -312,881 | 121,882 | 22,62 | 22,62 | -1,3 | -2,0 | -18,5 | -347,6 | 641,7 | - | 2460,5 | 20,0 | 25,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 7,3 | 0,8 |
| | 16924 | 5 | 1 | -745,598 | -374,718 | -31,158 | 22,62 | 22,62 | -0,9 | -12,6 | -8,4 | -416,4 | 644,4 | - | 2460,5 | 20,0 | 25,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 3,3 | 4,9 |
| Plate 3-39 | 16924 | 1 | 1 | -811,941 | -326,349 | -31,158 | 22,62 | 22,62 | -0,9 | -13,5 | -9,3 | -362,6 | 657,2 | - | 2460,5 | 20,0 | 25,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 3,6 | 5,3 |
| (_RCK30_SP100) | 16918 | 2 | 1 | -726,430 | -404,155 | -199,088 | 22,62 | 22,62 | -1,8 | -24,7 | 6,2 | -449,1 | 640,8 | - | 2460,5 | 20,0 | 25,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 2,4 | 9,7 |
| | 16919 | 3 | 1 | -853,521 | -364,148 | -376,680 | 22,62 | 22,62 | -3,5 | -45,0 | 46,2 | -404,6 | 665,2 | - | 2460,5 | 20,0 | 25,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 18,1 | 17,7 |
| | 16920 | 4 | 1 | -1118,528 | -194,250 | -506,526 | 22,62 | 22,62 | -4,7 | -60,6 | 65,4 | -215,8 | 716,1 | - | 2460,5 | 20,0 | 25,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 25,7 | 23,7 |
| | 17796 | 5 | 1 | -1446,765 | 117,619 | -529,549 | 22,62 | 22,62 | -4,8 | -63,5 | 42,3 | 130,7 | 779,2 | - | 2460,5 | 20,0 | 25,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 16,6 | 24,9 |
| Plate 14-62 | 12574 | 1 | 1 | -1269,725 | -13,566 | -390,108 | 22,62 | 22,62 | -3,5 | -47,4 | 18,6 | -15,1 | 745,2 | - | 2460,5 | 20,0 | 25,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 7,3 | 18,6 |
| (_RCK30_SP100) | 12580 | 2 | 1 | -987,927 | 242,051 | -332,375 | 22,62 | 22,62 | -3,0 | -40,0 | 21,0 | 268,9 | 691,0 | - | 2460,5 | 20,0 | 25,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 8,2 | 15,7 |
| | 12579 | 3 | 1 | -781,740 | 358,713 | -194,375 | 22,62 | 22,62 | -1,8 | -24,7 | 3,7 | 398,6 | 651,4 | - | 2460,5 | 20,0 | 25,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 1,5 | 9,7 |
| | 12578 | 4 | 1 | -691,263 | 367,805 | -26,478 | 22,62 | 22,62 | -0,8 | -11,5 | -7,9 | 408,7 | 634,0 | - | 2460,5 | 20,0 | 25,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 3,1 | 4,5 |
| | 14018 | 5 | 1 | -756,593 | 300,713 | 125,244 | 22,62 | 22,62 | -1,4 | -2,1 | -19,1 | 334,1 | 646,6 | - | 2460,5 | 20,0 | 25,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 7,5 | 0,8 |

FASE 18B - GALLERIA ARTIFICIALE (4,0 m di copertura)- ARCO ROVESCIO

| INPUT PLAVIS | | | | | | | Intradosso | | VERIFICHE SEZIONALI | | | | APERTURA FESSURE | | | | | | CHECK | | | | | | | |
|----------------|-------|--------------|--------|-----------|----------|----------|------------|-------|---------------------|------------------------|------------------------|-----------------|------------------|---------------------|--------------|-----------|----------|-----------------|------------|----|-----|----|-----|--------------|--------|--------|
| Element | Node | Local Number | Height | N | V | M | Af | At | σ_c [Mpa] | $\sigma_{s.inf}$ [Mpa] | $\sigma_{s.sup}$ [Mpa] | τ [Mpa] | M fess | σ_{sr} [Mpa] | Ac eff [cm2] | pas. [cm] | Srm [cm] | ϵ_{sm} | Wk [mm] | T | CLS | As | As' | Fessurazione | %estra | %intra |
| Plate 14-61 | 14018 | 1 | 1 | -683,970 | 333,423 | -28,480 | 22,62 | 22,62 | -0,8 | -11,5 | -7,7 | 370,5 | 632,6 | - | 2460,5 | 20,0 | 25,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 3,0 | 4,5 |
| (_RCK30_SP100) | 14024 | 2 | 1 | -671,710 | 277,574 | 107,494 | 22,62 | 22,62 | -1,2 | -2,2 | -16,7 | 308,4 | 630,2 | - | 2460,5 | 20,0 | 25,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 6,6 | 0,8 |
| | 14023 | 3 | 1 | -666,660 | 240,009 | 223,790 | 22,62 | 22,62 | -2,0 | 14,1 | -26,9 | 286,7 | 629,3 | - | 2460,5 | 20,0 | 25,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 10,6 | 5,5 |
| | 14022 | 4 | 1 | -657,643 | 207,657 | 323,699 | 22,62 | 22,62 | -3,0 | 48,6 | -38,7 | 230,7 | 627,5 | - | 2460,5 | 20,0 | 25,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 15,2 | 19,1 |
| | 15128 | 5 | 1 | -633,482 | 167,449 | 408,718 | 45,24 | 22,62 | -3,3 | 51,2 | -42,8 | 186,1 | 664,3 | - | 2460,5 | 20,0 | 20,2 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 16,8 | 20,1 |
| Plate 14-60 | 15128 | 1 | 1 | -628,010 | 153,957 | 408,718 | 45,24 | 22,62 | -3,3 | 51,6 | -42,8 | 171,1 | 663,2 | - | 2460,5 | 20,0 | 20,2 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 16,8 | 20,3 |
| (_RCK30_SP100) | 15134 | 2 | 1 | -643,298 | 127,252 | 471,779 | 45,24 | 22,62 | -3,8 | 65,8 | -48,6 | 141,4 | 666,3 | - | 2460,5 | 20,0 | 20,2 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 19,1 | 25,8 |
| | 15133 | 3 | 1 | -631,803 | 96,099 | 522,446 | 45,24 | 22,62 | -4,2 | 79,2 | -53,0 | 106,8 | 664,0 | - | 2460,5 | 20,0 | 20,2 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 20,8 | 31,0 |
| | 15132 | 4 | 1 | -620,732 | 54,553 | 556,483 | 45,24 | 22,62 | -4,5 | 88,6 | -55,9 | 60,6 | 661,7 | - | 2460,5 | 20,0 | 20,2 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 21,9 | 34,7 |
| | 16384 | 5 | 1 | -637,291 | -3,331 | 568,833 | 45,24 | 22,62 | -4,6 | 90,3 | -57,1 | -3,7 | 665,1 | - | 2460,5 | 20,0 | 20,2 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 22,4 | 35,4 |
| Plate 3-37 | 16384 | 1 | 1 | -637,672 | 44,109 | 568,833 | 45,24 | 22,62 | -4,6 | 90,3 | -57,1 | 49,0 | 665,2 | - | 2460,5 | 20,0 | 20,2 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 22,4 | 35,4 |
| (_RCK30_SP100) | 16378 | 2 | 1 | -616,792 | -14,825 | 574,510 | 45,24 | 22,62 | -4,6 | 93,4 | -57,4 | -16,5 | 660,9 | - | 2460,5 | 20,0 | 20,2 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 22,5 | 36,6 |
| | 16379 | 3 | 1 | -624,684 | -56,660 | 558,240 | 45,24 | 22,62 | -4,5 | 88,7 | -56,1 | -63,0 | 662,5 | - | 2460,5 | 20,0 | 20,2 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 22,0 | 34,8 |
| | 16380 | 4 | 1 | -632,898 | -87,814 | 525,249 | 45,24 | 22,62 | -4,2 | 79,8 | -53,3 | -97,6 | 664,2 | - | 2460,5 | 20,0 | 20,2 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 20,9 | 31,3 |
| | 16400 | 5 | 1 | -612,984 | -114,707 | 479,879 | 45,24 | 22,62 | -3,9 | 70,1 | -49,0 | -127,5 | 660,1 | - | 2460,5 | 20,0 | 20,2 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 19,2 | 27,5 |
| Plate 3-38 | 16400 | 1 | 1 | -615,706 | -129,728 | 479,879 | 45,24 | 22,62 | -3,9 | 69,9 | -49,1 | -144,1 | 660,7 | - | 2460,5 | 20,0 | 20,2 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 19,2 | 27,4 |
| (_RCK30_SP100) | 16394 | 2 | 1 | -640,953 | -171,025 | 411,398 | 22,62 | 22,62 | -3,9 | 89,5 | -48,7 | -190,0 | 624,3 | - | 2460,5 | 20,0 | 25,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 19,1 | 35,1 |
| | 16395 | 3 | 1 | -646,238 | -203,552 | 328,058 | 22,62 | 22,62 | -3,1 | 51,9 | -39,2 | -226,2 | 625,3 | - | 2460,5 | 20,0 | 25,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 15,4 | 20,4 |
| | 16396 | 4 | 1 | -647,436 | -243,513 | 227,585 | 22,62 | 22,62 | -2,0 | 16,3 | -27,3 | -270,6 | 625,6 | - | 2460,5 | 20,0 | 25,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 10,7 | 6,4 |
| | 16924 | 5 | 1 | -660,425 | -307,114 | 105,487 | 22,62 | 22,62 | -1,2 | -2,1 | -16,4 | -341,2 | 628,1 | - | 2460,5 | 20,0 | 25,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 6,4 | 0,8 |
| Plate 3-39 | 16924 | 1 | 1 | -703,675 | -268,517 | 105,487 | 22,62 | 22,62 | -1,2 | -2,7 | -17,0 | -298,4 | 636,4 | - | 2460,5 | 20,0 | 25,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 6,7 | 1,1 |
| (_RCK30_SP100) | 16918 | 2 | 1 | -645,125 | -329,346 | -30,199 | 22,62 | 22,62 | -0,8 | -11,1 | -7,0 | -365,9 | 625,1 | - | 2460,5 | 20,0 | 25,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 2,8 | 4,4 |
| | 16919 | 3 | 1 | -727,567 | -321,533 | -180,658 | 22,62 | 22,62 | -1,7 | -23,0 | 3,4 | -367,3 | 641,0 | - | 2460,5 | 20,0 | 25,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 1,4 | 9,0 |
| | 16920 | 4 | 1 | -914,595 | -216,525 | -304,273 | 22,62 | 22,62 | -2,7 | -36,7 | 18,6 | -240,6 | 676,9 | - | 2460,5 | 20,0 | 25,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 7,3 | 14,4 |
| | 17796 | 5 | 1 | -1169,803 | 14,236 | -355,518 | 22,62 | 22,62 | -3,2 | 16,3 | 15,8 | 726,0 | - | 2460,5 | 20,0 | 25,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 6,4 | 17,0 | |
| Plate 14-62 | 12574 | 1 | 1 | -1312,116 | -103,546 | -474,686 | 22,62 | 22,62 | -4,3 | -56,9 | 36,8 | -115,1 | 753,3 | - | 2460,5 | 20,0 | 25,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 14,4 | 22,3 |
| (_RCK30_SP100) | 12580 | 2 | 1 | -1016,766 | 175,214 | -453,327 | 22,62 | 22,62 | -4,2 | -54,2 | 56,8 | 194,7 | 696,6 | - | 2460,5 | 20,0 | 25,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 22,3 | 21,3 |
| | 12579 | 3 | 1 | -779,506 | 326,062 | -336,792 | 22,62 | 22,62 | -3,1 | -40,3 | 39,6 | 362,3 | 651,0 | - | 2460,5 | 20,0 | 25,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 15,5 | 15,8 |
| | 12578 | 4 | 1 | -666,327 | 360,553 | -178,050 | 22,62 | 22,62 | -1,6 | -22,2 | 4,9 | 400,6 | 629,2 | - | 2460,5 | 20,0 | 25,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 1,9 | 8,7 |
| | 14018 | 5 | 1 | -743,222 | 290,241 | -28,480 | 22,62 | 22,62 | -0,8 | -12,4 | -8,5 | 322,5 | 644,0 | - | 2460,5 | 20,0 | 25,7 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 3,3 | 4,9 |

PLAXIS Report

1.1.1.1.1 Materials - Soil and interfaces - Mohr-Coulomb

| Identification | ARG_LIM | AR_MARNOSE | CAP | ricoprimento | CLS_MOHR_COUL | |
|-----------------------|---|---|---|---|---|---------|
| Identification number | 1 | 2 | 3 | 4 | 6 | |
| Drainage type | Drained | Drained | Drained | Drained | Drained | |
| Colour |  |  |  |  |  | |
| Comments | Argille limose, strato superficialae 2m | ARGILLE MARNOSE DI ORTEVERO _stratigrafia>5m | ARGILLE MARNOSE DI ORTEVERO _strato alterato -stratigrafia2-5m | | BASATO SUL PLAXIS BULLETIN /25MPa | |
| σ_{max} | kNm ² | 18.50 | 20.50 | 19.50 | 21.00 | 24.00 |
| σ_{sat} | kNm ² | 18.50 | 20.50 | 19.50 | 21.00 | 24.00 |
| Dilatancy cut-off | No | No | No | No | No | |
| e_{max} | | 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 | | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| Rayleigh | | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| E | kNm ² | 15.00E3 | 60.00E3 | 32.50E3 | 30.00E3 | 31.22E6 |
| (nu) | | 0.3000 | 0.3000 | 0.3000 | 0.3000 | 0.2000 |
| G | kNm ² | 5769 | 23.08E3 | 12.50E3 | 11.54E3 | 13.01E6 |
| E_{int} | kNm ² | 20.19E3 | 80.77E3 | 43.75E3 | 40.38E3 | 34.69E6 |
| c_{int} | kNm ² | 5.000 | 30.00 | 20.00 | 0.000 | 513.0 |
| (phi) | ° | 21.00 | 24.00 | 22.00 | 28.00 | 35.00 |
| (psi) | ° | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| V_v | m/s | 55.28 | 105.0 | 79.26 | 73.38 | 2305 |
| V_p | m/s | 103.4 | 196.5 | 148.3 | 137.3 | 3764 |
| Set to default values | Yes | Yes | Yes | Yes | No | |
| E_{int} | kNm ² /m | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| y_{int} | m | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| c_{int} | kNm ² /m | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| y_{int} | m | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| Tension cut-off | Yes | Yes | Yes | Yes | Yes | |

| Identification | | ARG_LIM | AR_MARNOSE | CAP | ricoprimento | CLS_MOHR_COUL |
|------------------------------------|-------------------|-----------|------------|-----------|--------------|---------------|
| Tensile strength | kNm^{-2} | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 750.0 |
| Strength | | Rigid | Rigid | Rigid | Rigid | Manual |
| R_{inter} | | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 0.1000 |
| R_{inter} | | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| K_{ϕ} determination | | Automatic | Automatic | Automatic | Automatic | Automatic |
| $K_{\phi, \alpha}$ | | 0.6416 | 0.5933 | 0.6254 | 0.5305 | 0.4264 |
| 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 |
| Set to default values | | No | No | No | No | No |
| 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 |
| r_{unSAT} | m | 10.00E3 | 10.00E3 | 10.00E3 | 10.00E3 | 10.00E3 |
| e_{init} | | 0.5000 | 0.5000 | 0.5000 | 0.5000 | 0.5000 |
| c_v | | 1.000E15 | 1.000E15 | 1.000E15 | 1.000E15 | 1.000E15 |

1.1.1.1.2 Materials - Soil and interfaces - Linear elastic

| | | |
|-----------------------|---|---------|
| Identification | _CLS C25/30 - DM96 | |
| Identification number | 5 | |
| Drainage type | Drained | |
| Colour |  | |
| Comments | CLS C 25/30 | |
| γ_{unsat} | kN/m^3 | 25.00 |
| γ_{sat} | kN/m^3 | 25.00 |
| Dilatancy cut-off | No | |
| e_{init} | 0.5000 | |
| e_{min} | 0.000 | |
| e_{max} | 999.0 | |
| Rayleigh | 0.000 | |
| Rayleigh | 0.000 | |
| E | kN/m^2 | 31.22E6 |
| (ν) | 0.2000 | |
| G | kN/m^2 | 13.01E6 |
| E_{oed} | kN/m^2 | 34.69E6 |

| | | | |
|------------------------|----------------------|--|--------------------|
| Identification | | | _CLS C25/30 - DM96 |
| V_s | m/s | | 2258 |
| V_p | m/s | | 3688 |
| Set to default values | | | Yes |
| E_{inc} | kN/m ² /m | | 0.000 |
| y_{ref} | m | | 0.000 |
| Strength | | | Manual |
| R_{inter} | | | 0.01000 |
| α_{inter} | | | 0.000 |
| K_0 determination | | | Automatic |
| $K_{0,x}$ | | | 0.2929 |
| 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 |
| Set to default values | | | No |
| k_x | m/day | | 0.000 |
| k_y | m/day | | 0.000 |
| α_{unsat} | m | | 10.00E3 |

| | |
|-------------------|--------------------|
| Identification | _CLS C25/30 - DM96 |
| e _{init} | 0.5000 |
| C _k | 1.000E15 |

1.1.1.2.1 Materials - Plates - (1/2)

| Identification | | _GHOST | _RCK30_SP100 | _RCK30_SP90 | _RCK30_SP170 | berlinese_sp0.2054 |
|-----------------------|----------------------|---|---|---|---|---|
| Identification number | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Comments | | | Ridotta K 10^-10 | | Ridotta K 10^-10 | pARATIA BERLINESE sp EQUIV. 0.2054M MICROPALI 22CM SPAZIATI 0.35 |
| Colour | |  |  |  |  |  |
| Material type | | Elastoplastic | Elastoplastic | Elastoplastic | Elastoplastic | Elastoplastic |
| Isotropic | | Yes | No | No | No | No |
| EA ₁ | kN/m | 1.000E-9 | 3.122E-3 | 2.810E-3 | 5.300E-3 | 6.410E6 |
| EA ₂ | kN/m | 1.000E-9 | 3.122E-3 | 2.810E-3 | 5.300E-3 | 6.410E6 |
| EI | kN m ² /m | 1.000E-9 | 0.2603E-3 | 0.1897E-3 | 1.277E-3 | 22.53E3 |
| d | m | 3.464 | 1.000 | 0.9000 | 1.700 | 0.2054 |
| w | kN/m/m | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| (nu) | | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.2000 |
| M _p | kN m/m | 1.000E12 | 1.000E12 | 1.000E12 | 1.000E12 | 1.000E12 |
| N _{a1} | kN/m | 1.000E12 | 1.000E12 | 1.000E12 | 1.000E12 | 1.000E12 |
| N _{a2} | kN/m | 1.000E12 | 1.000E12 | 1.000E12 | 1.000E12 | 1.000E12 |
| Rayleigh | | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| Rayleigh | | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

1.1.1.2.2 Materials - Plates - (2/2)

| | | | |
|-----------------------|----------------------|---|---|
| Identification | | _rck30_sp115 | RCK_30_sp150 |
| Identification number | | 6 | 7 |
| Comments | | Ridotta K 10 ⁻¹⁰ | Ridotta K 10 ⁻¹⁰ |
| Colour | |  |  |
| Material type | | Elastoplastic | Elastoplastic |
| Isotropic | | No | No |
| EA ₁ | kN/m | 3.588E-3 | 4.680E-3 |
| EA ₂ | kN/m | 3.588E-3 | 4.680E-3 |
| EI | kN m ² /m | 0.3950E-3 | 0.8780E-3 |
| d | m | 1.149 | 1.500 |
| w | kN/m/m | 0.000 | 0.000 |
| (nu) | | 0.000 | 0.000 |
| M _p | kN m/m | 1.000E12 | 1.000E12 |
| N _{p,1} | kN/m | 1.000E12 | 1.000E12 |
| N _{p,2} | kN/m | 1.000E12 | 1.000E12 |
| Rayleigh | | 0.000 | 0.000 |
| Rayleigh | | 0.000 | 0.000 |

1.1.1.3 Materials - Anchors -

| Identification | | TIRANTE_3 trefoli | TIRANTE_4trefoli |
|-----------------------|----|---|---|
| Identification number | | 1 | 2 |
| Comments | | | |
| Colour | |  |  |
| Material type | | Elastoplastic | Elastoplastic |
| EA | kN | 79.23E3 | 105.6E3 |
| L _{spacing} | m | 2.100 | 2.100 |
| F _{max,tens} | kN | 404.0 | 538.0 |
| F _{max,comp} | kN | 1.000 | 1.000 |

1.1.2 General information

General information

Project

| | |
|-----------|--|
| Filename | NV02_BORZOLI_CA.PLX |
| Directory | J:\352.08 - COCIV - PROGETTO COSTRUTTIVO\02_LOTTO1\NV02\GASE - IMBOCCO LATO BORZOLI\04_CONCIO ATTACCO\FILE_PLAXIS\NV02_BORZOLI_CA.P2DAT\ |
| Title | borzoli_artificiale_01 |

General

Model Plane strain

Elements 15-Noded

Acceleration

Gravity angle -90.00°

x-acceleration 0.06300 G

y-acceleration 0.03150 G

Earth gravity 9.800 m/s²

Mesh

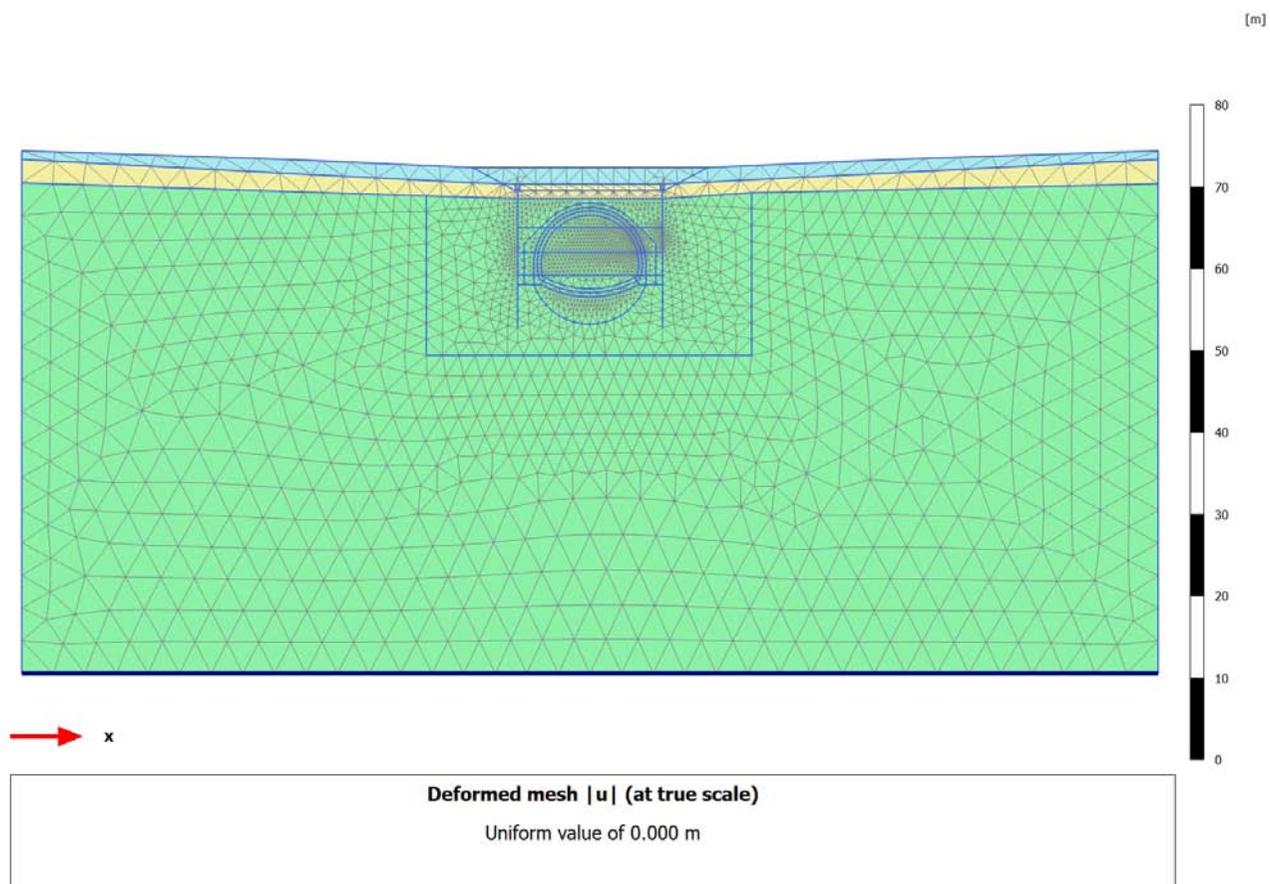
Nr of soil elements 4493

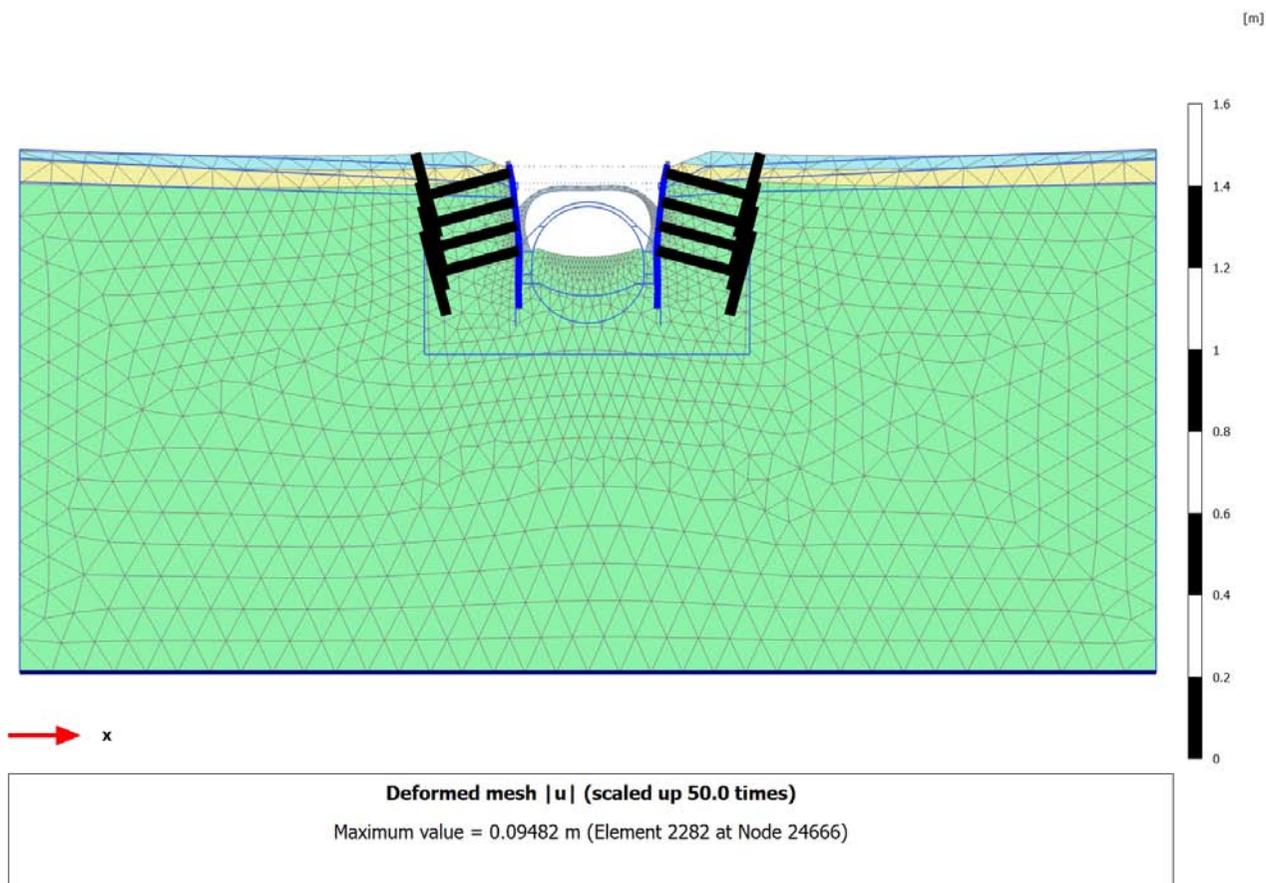
Nr of nodes 36648

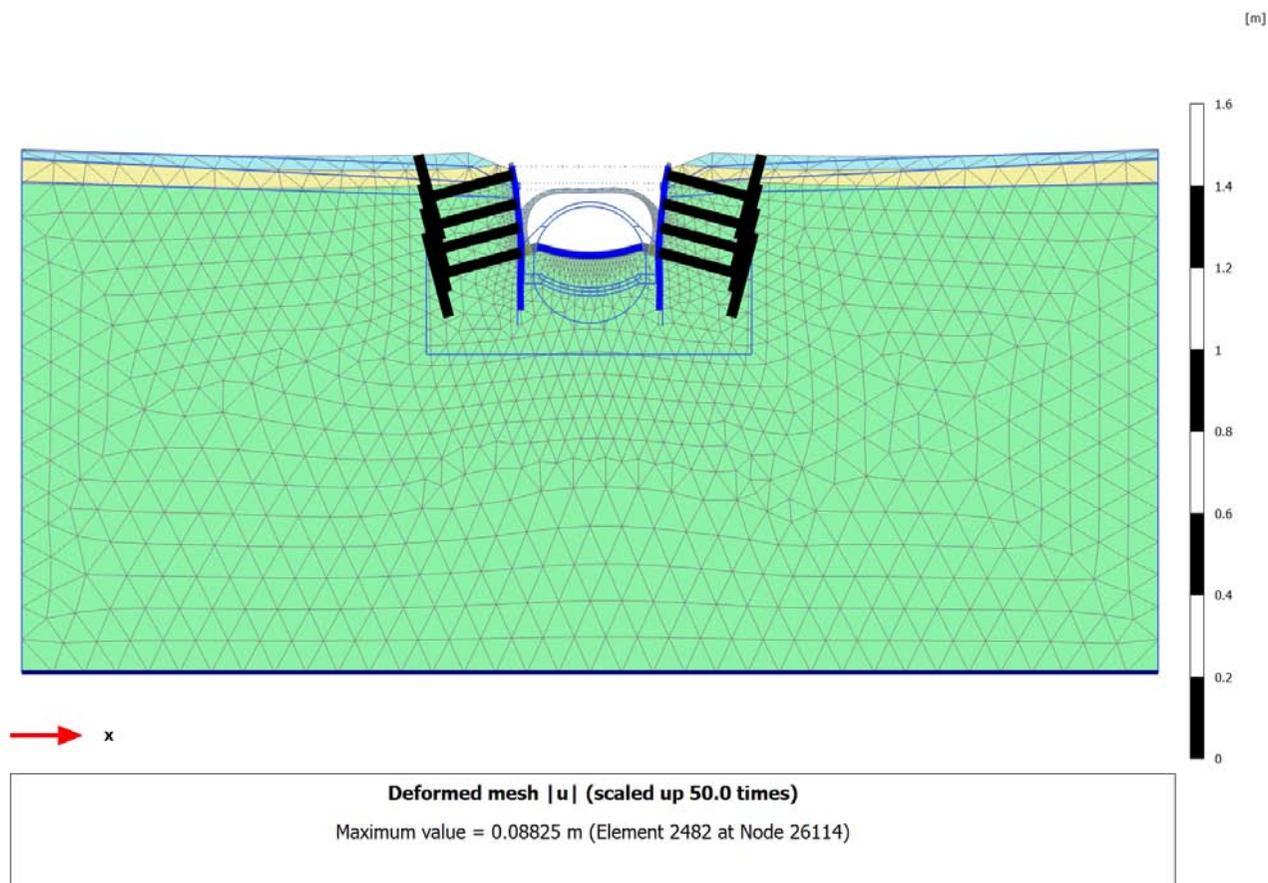
Average elem. size 1.411 m

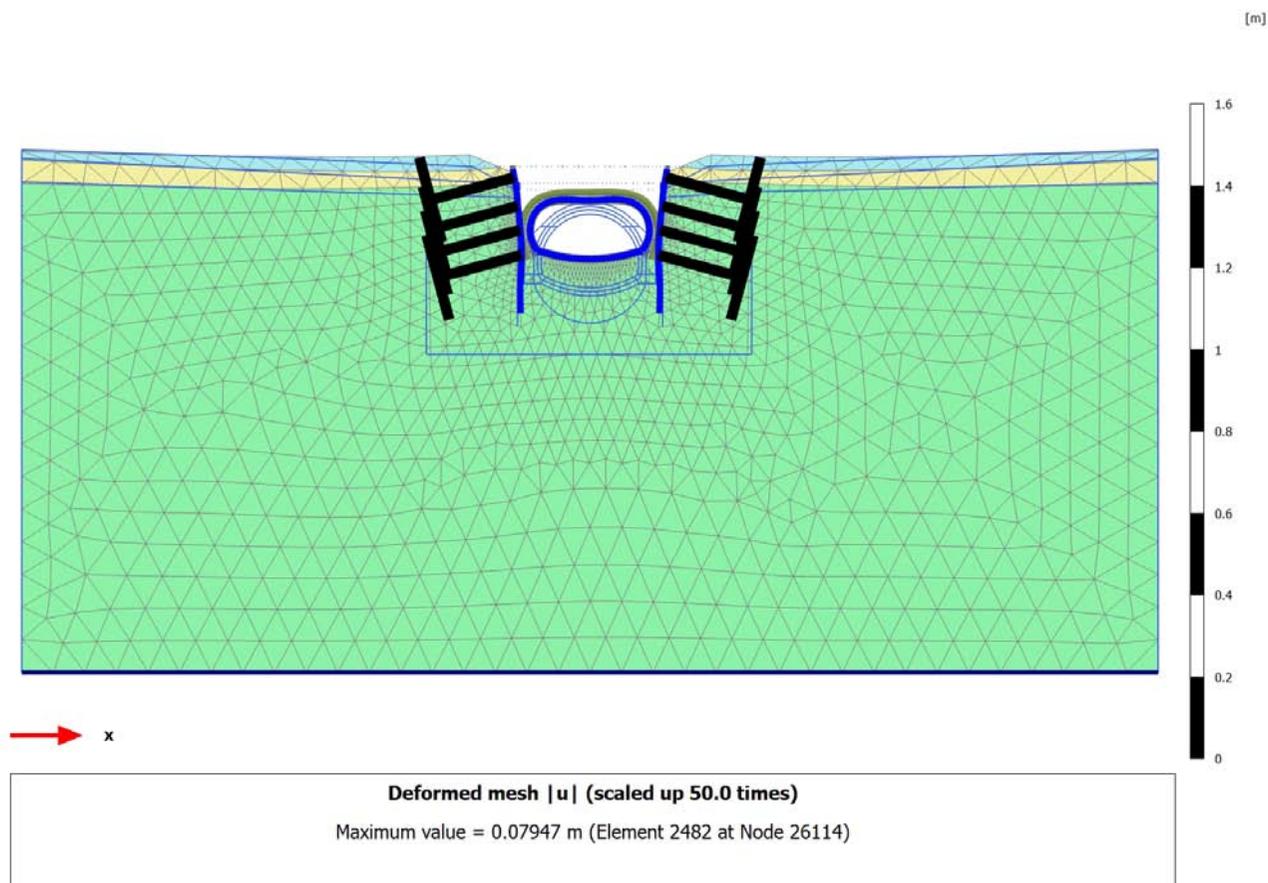
Comments

4.1.1 Calculation results, Initial phase (0/1), Deformed mesh |u|

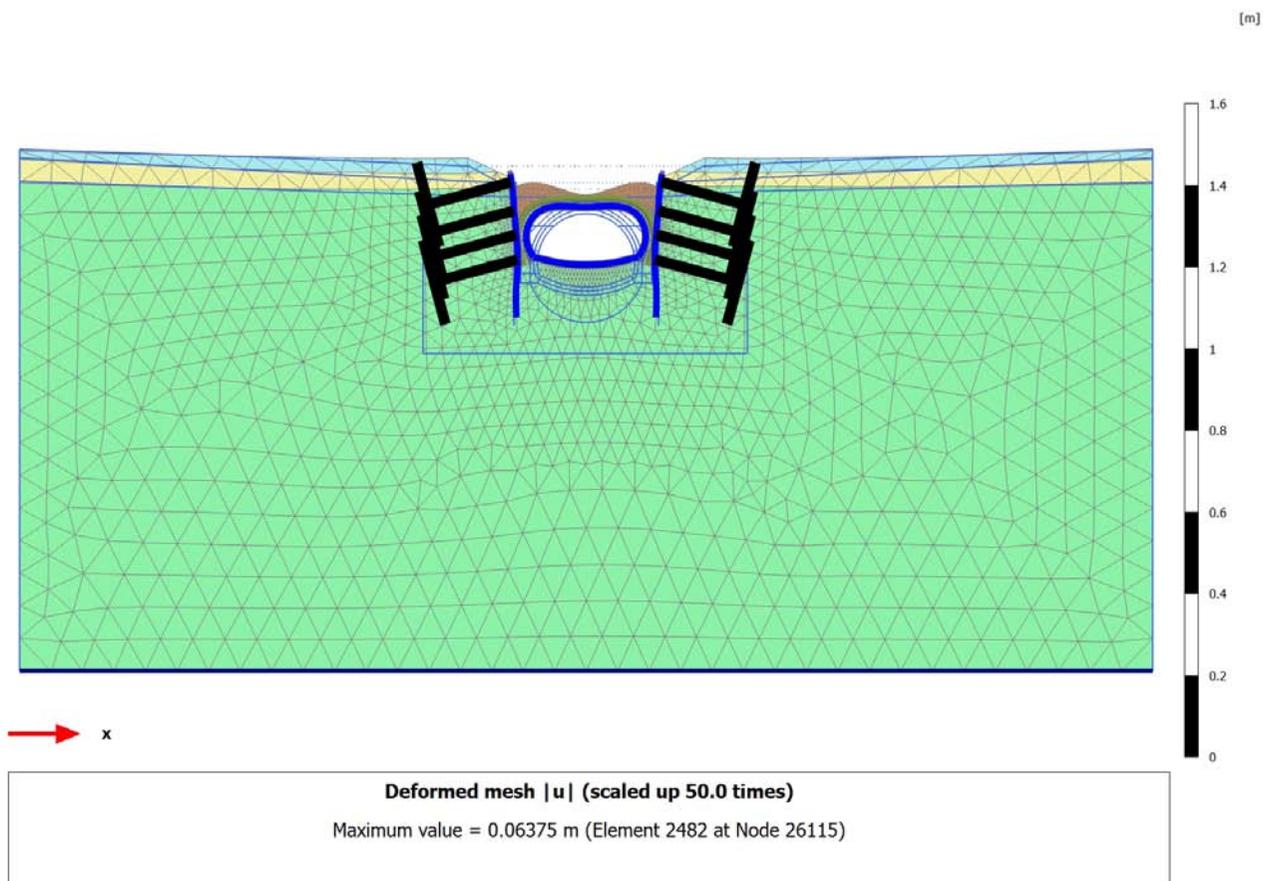


4.1.2 Calculation results, <Phase 13> (13/47), Deformed mesh $|u|$ 

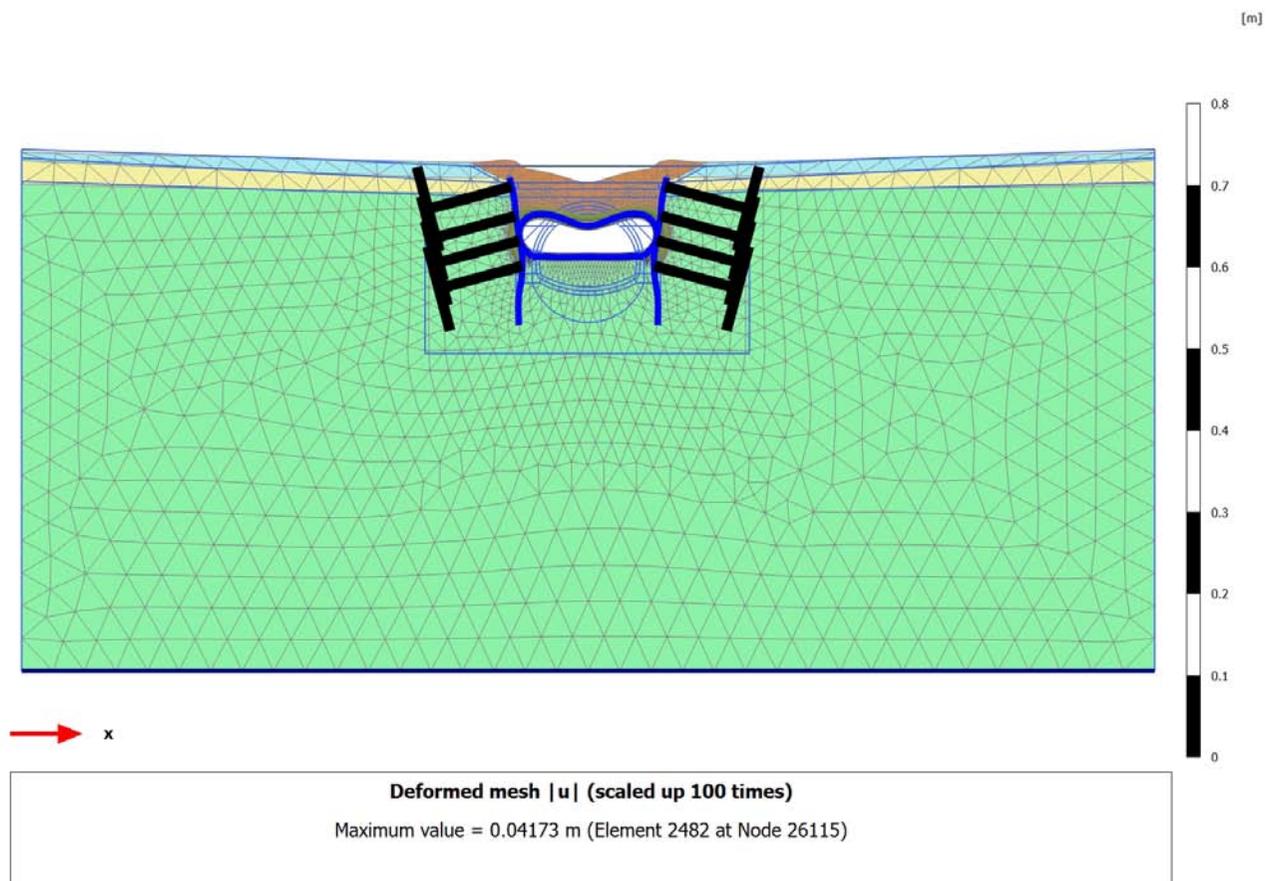
4.1.3 Calculation results, <Phase 14> (14/76), Deformed mesh $|u|$ 

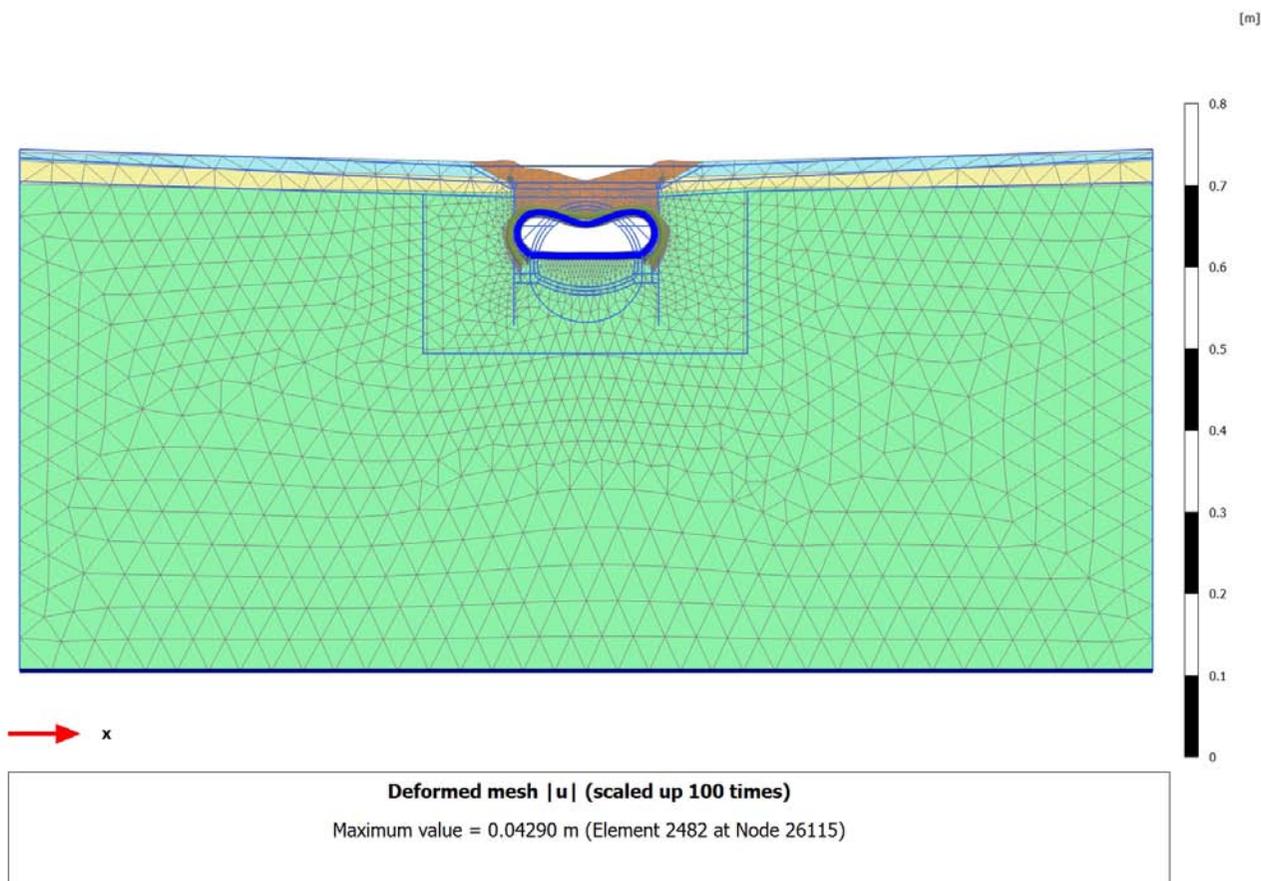
4.1.4 Calculation results, <Phase 15> (15/84), Deformed mesh $|u|$ 

4.1.5 Calculation results, <Phase 16> (16/100), Deformed mesh |u|

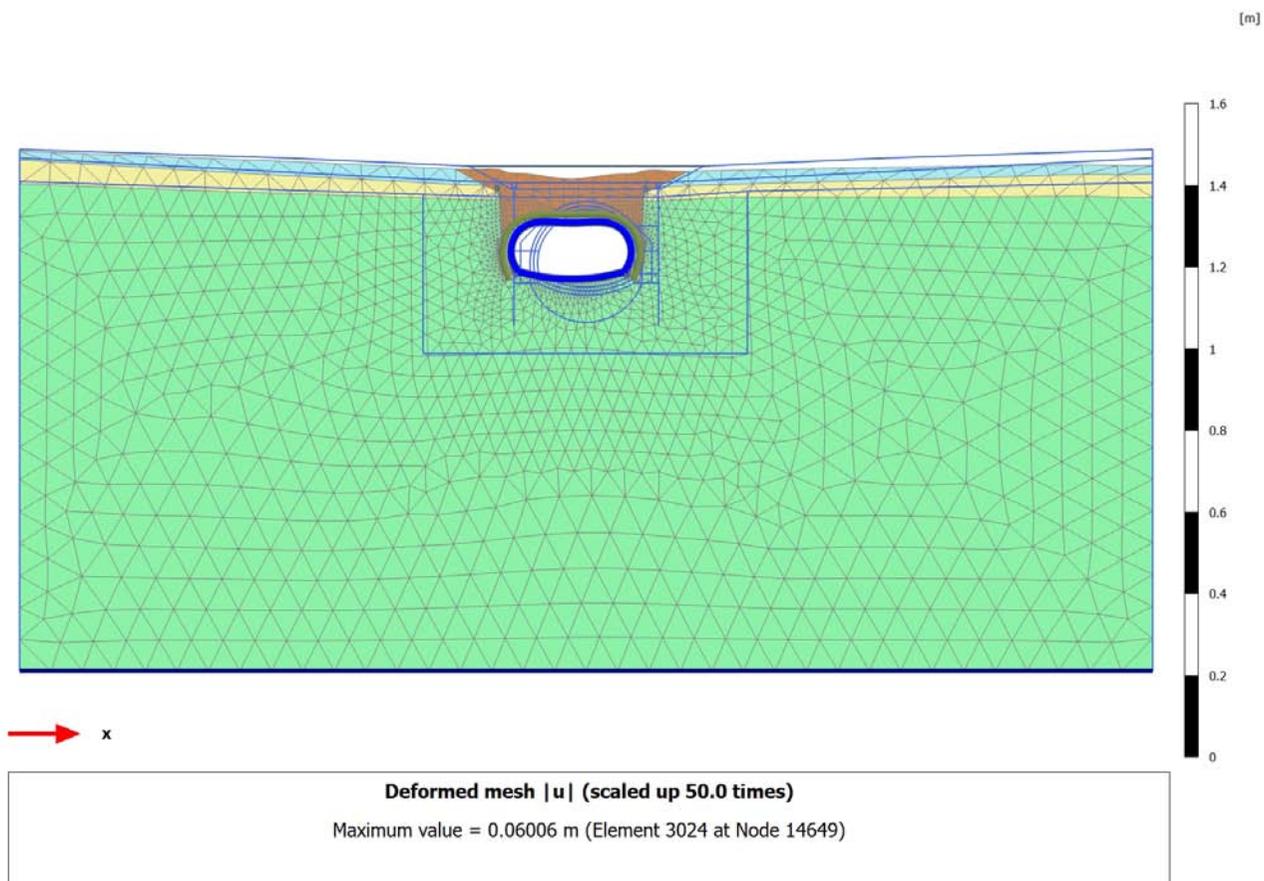


4.1.6 Calculation results, <Phase 17> (17/114), Deformed mesh |u|

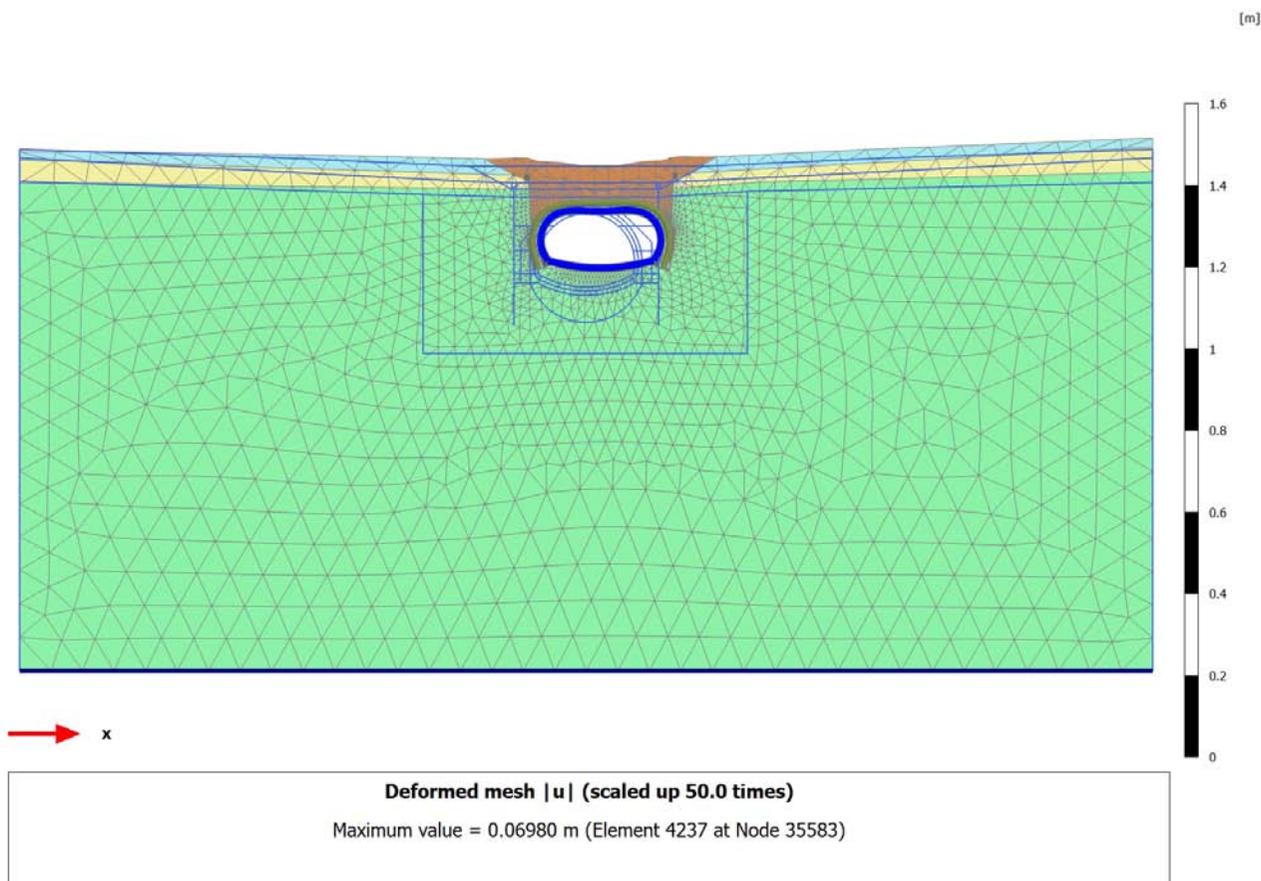


4.1.7 Calculation results, <Phase 18LT> (21/130), Deformed mesh $|u|$ 

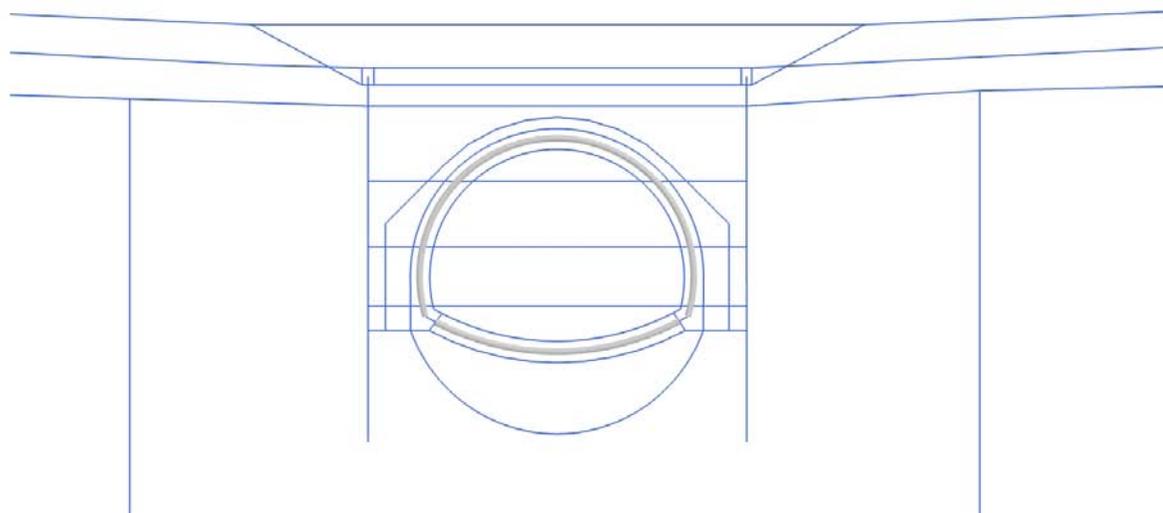
4.1.8 Calculation results, <Phase 19A> (19/137), Deformed mesh | u |



4.1.9 Calculation results, <Phase 19B> (20/142), Deformed mesh | u |

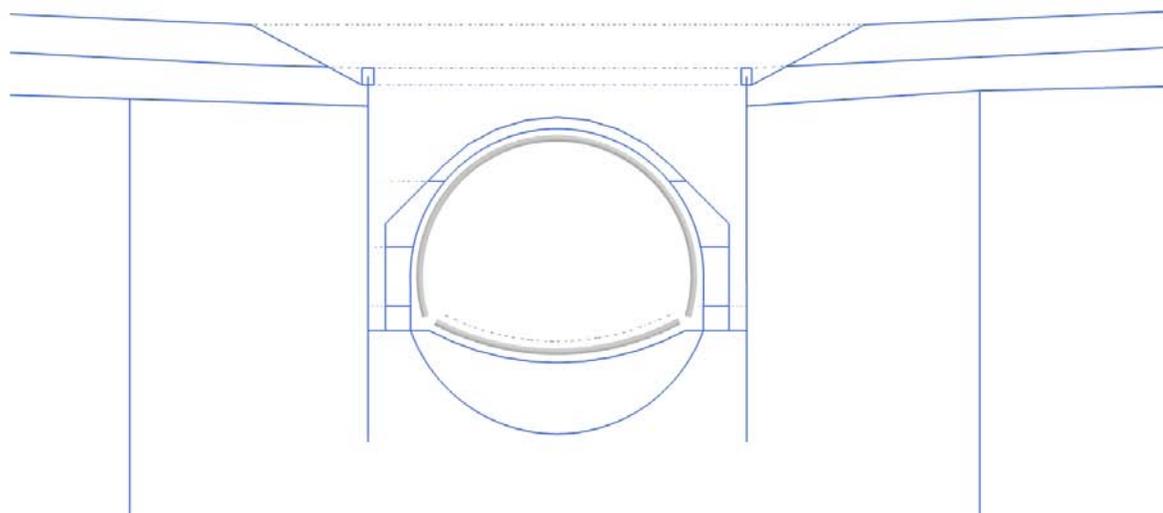


4.2.1 Calculation results, Plate, Initial phase (0/1), Axial forces N



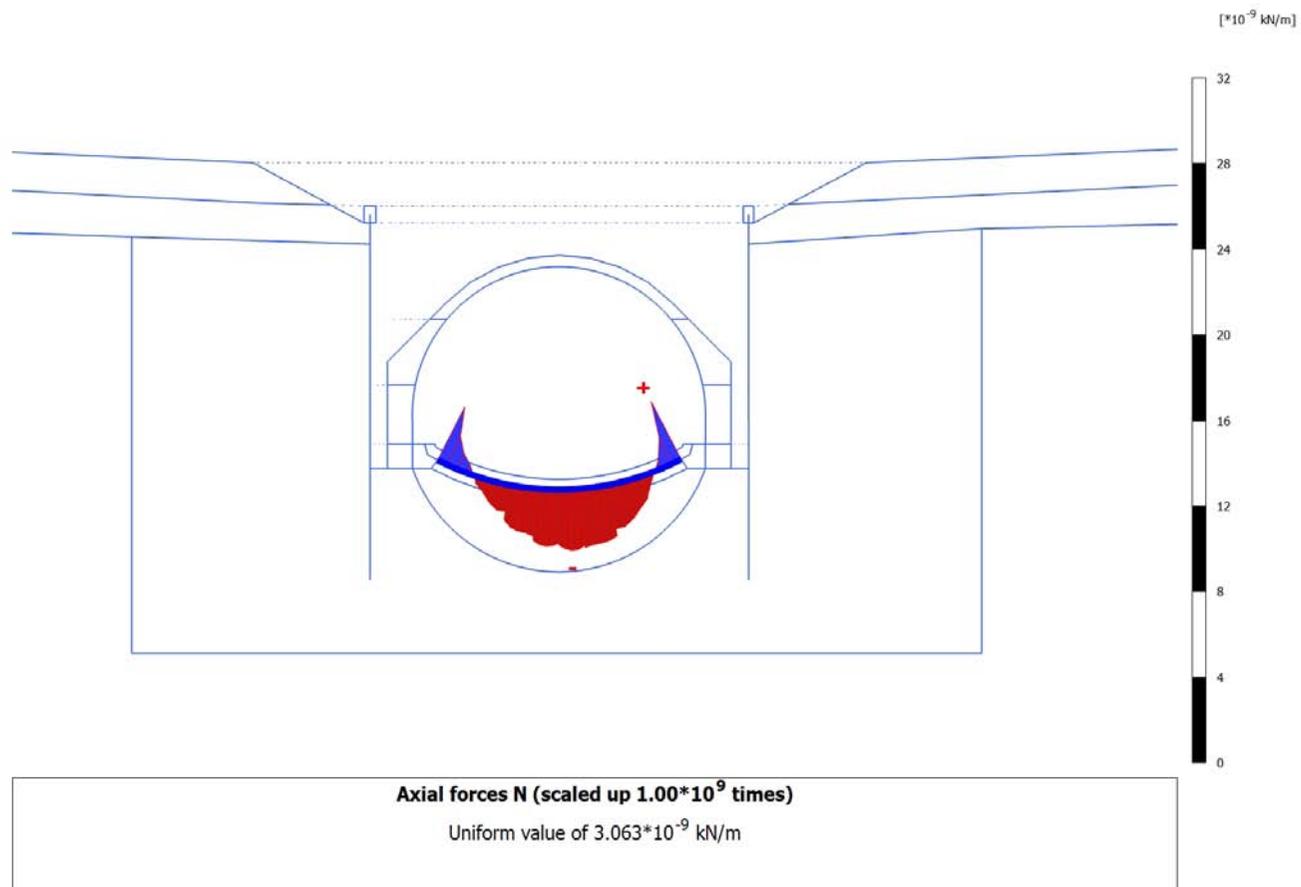
Axial forces N (scaled up 1.00 times)
No results

4.2.2 Calculation results, Plate, <Phase 13> (13/47), Axial forces N

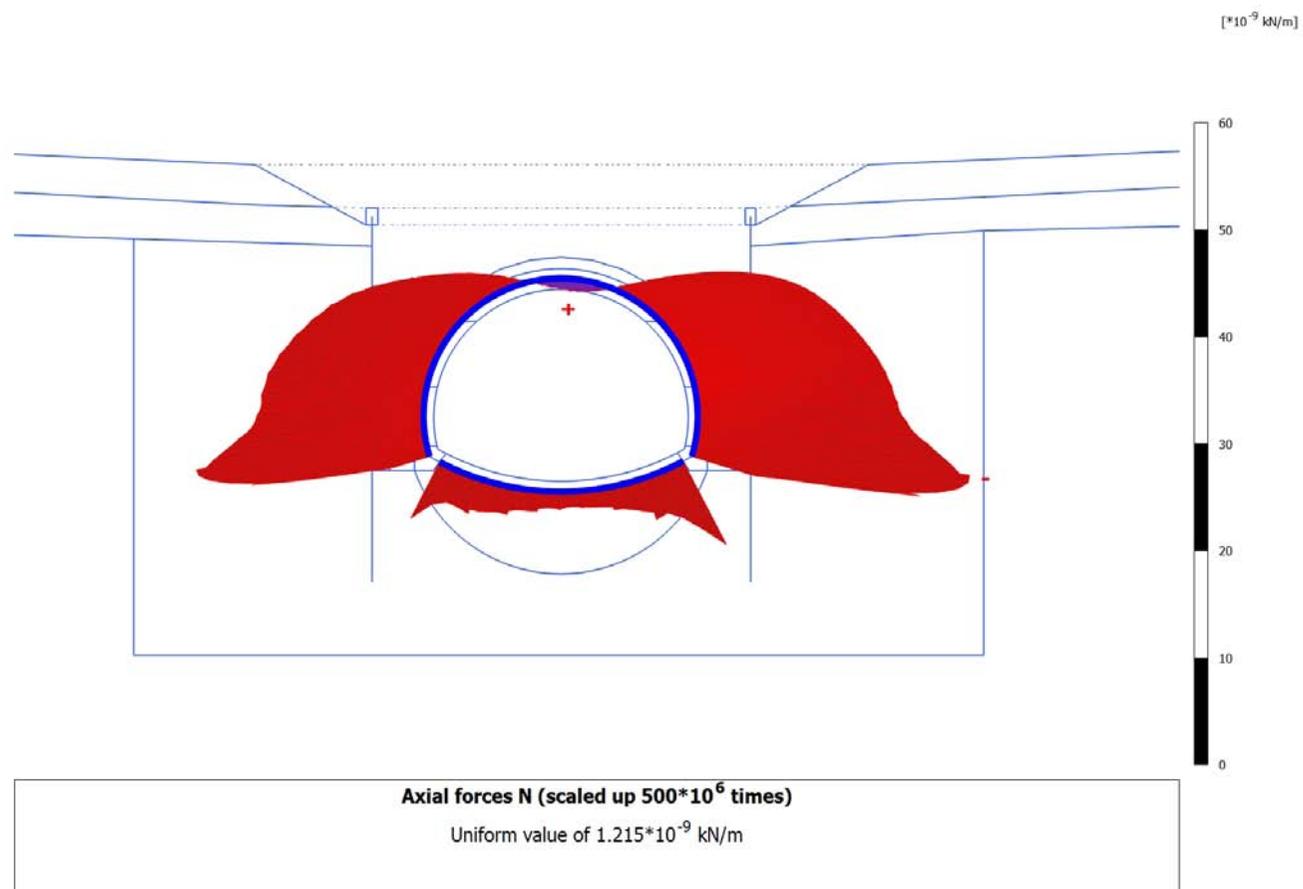


Axial forces N (scaled up 1.00 times)
No results

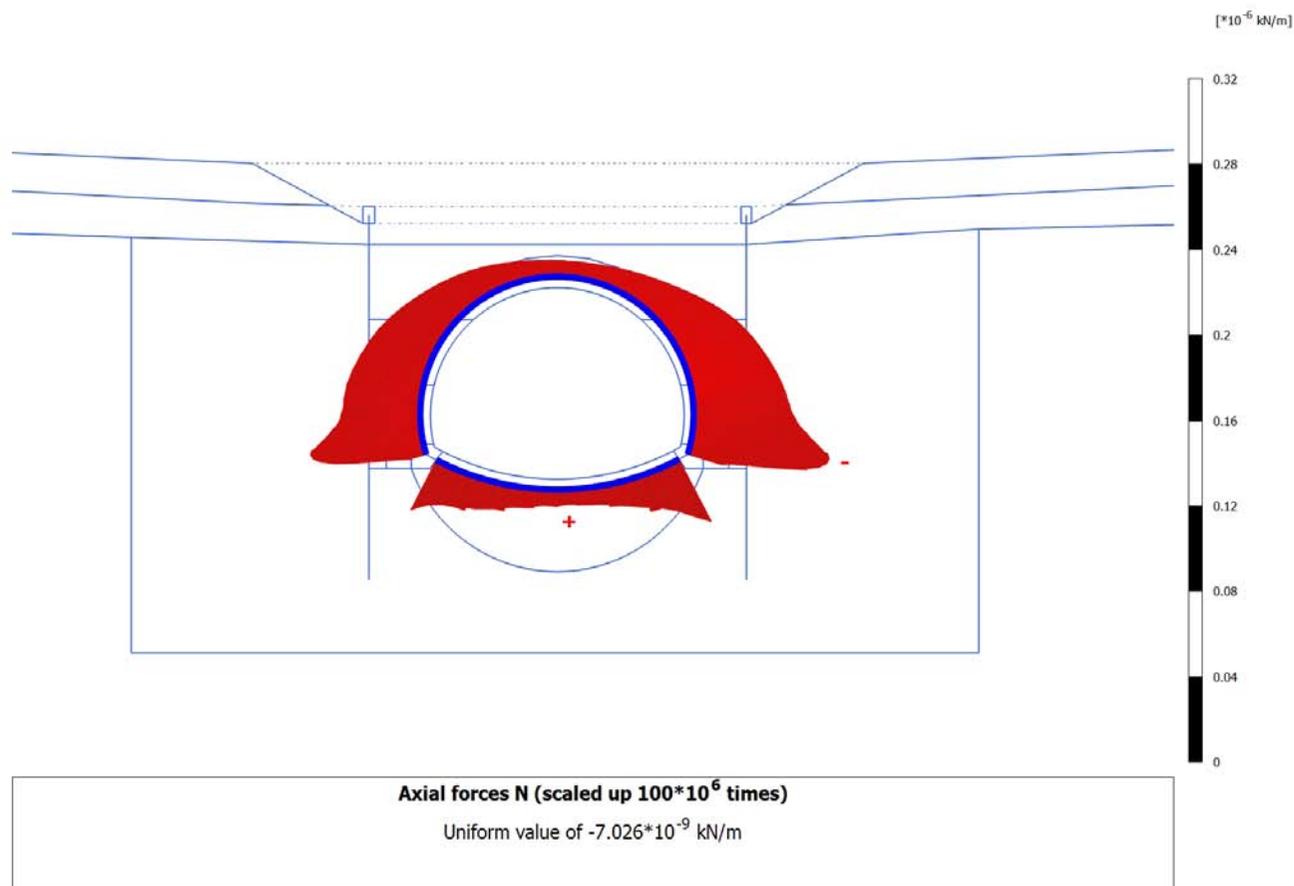
4.2.3 Calculation results, Plate, <Phase 14> (14/76), Axial forces N



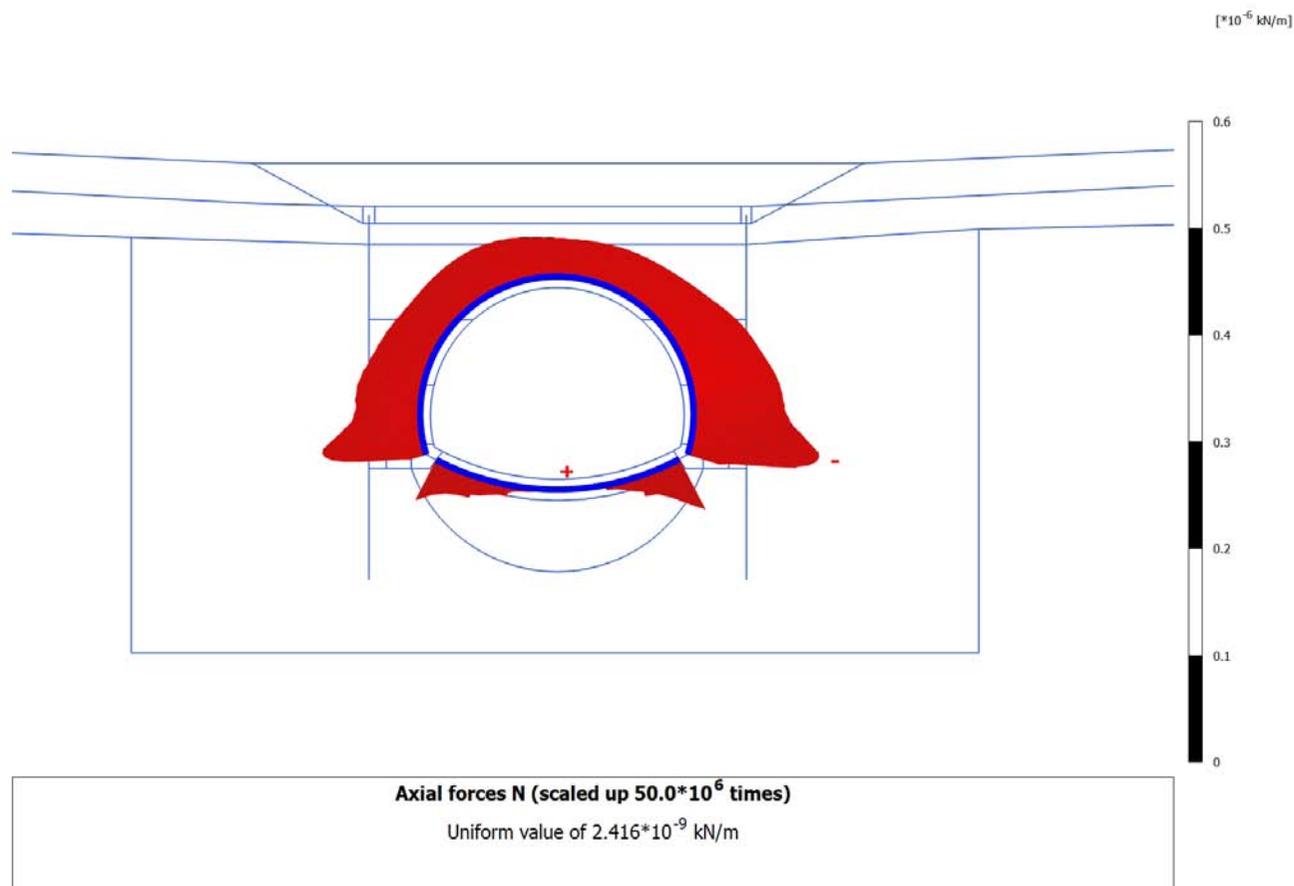
4.2.4 Calculation results, Plate, <Phase 15> (15/84), Axial forces N



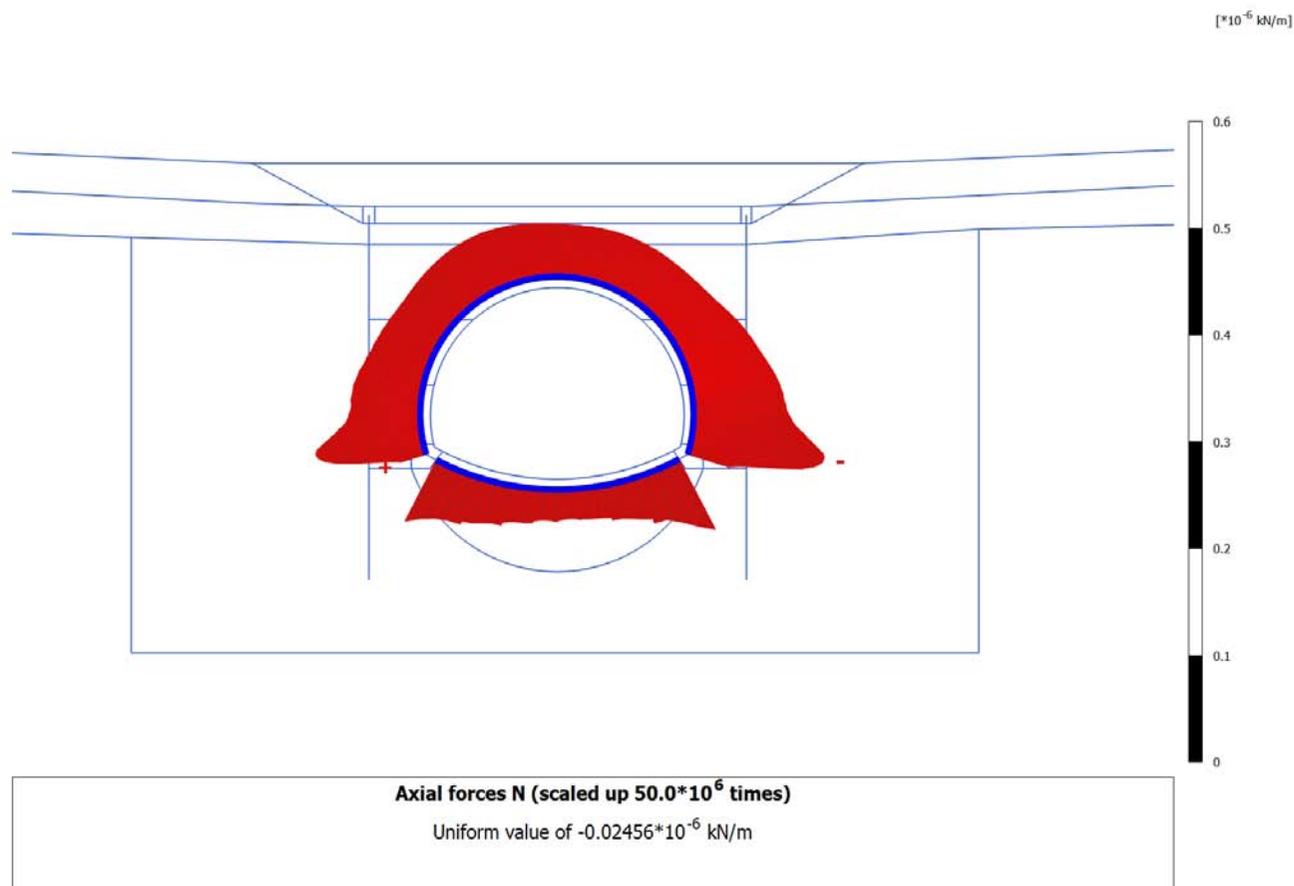
4.2.5 Calculation results, Plate, <Phase 16> (16/100), Axial forces N



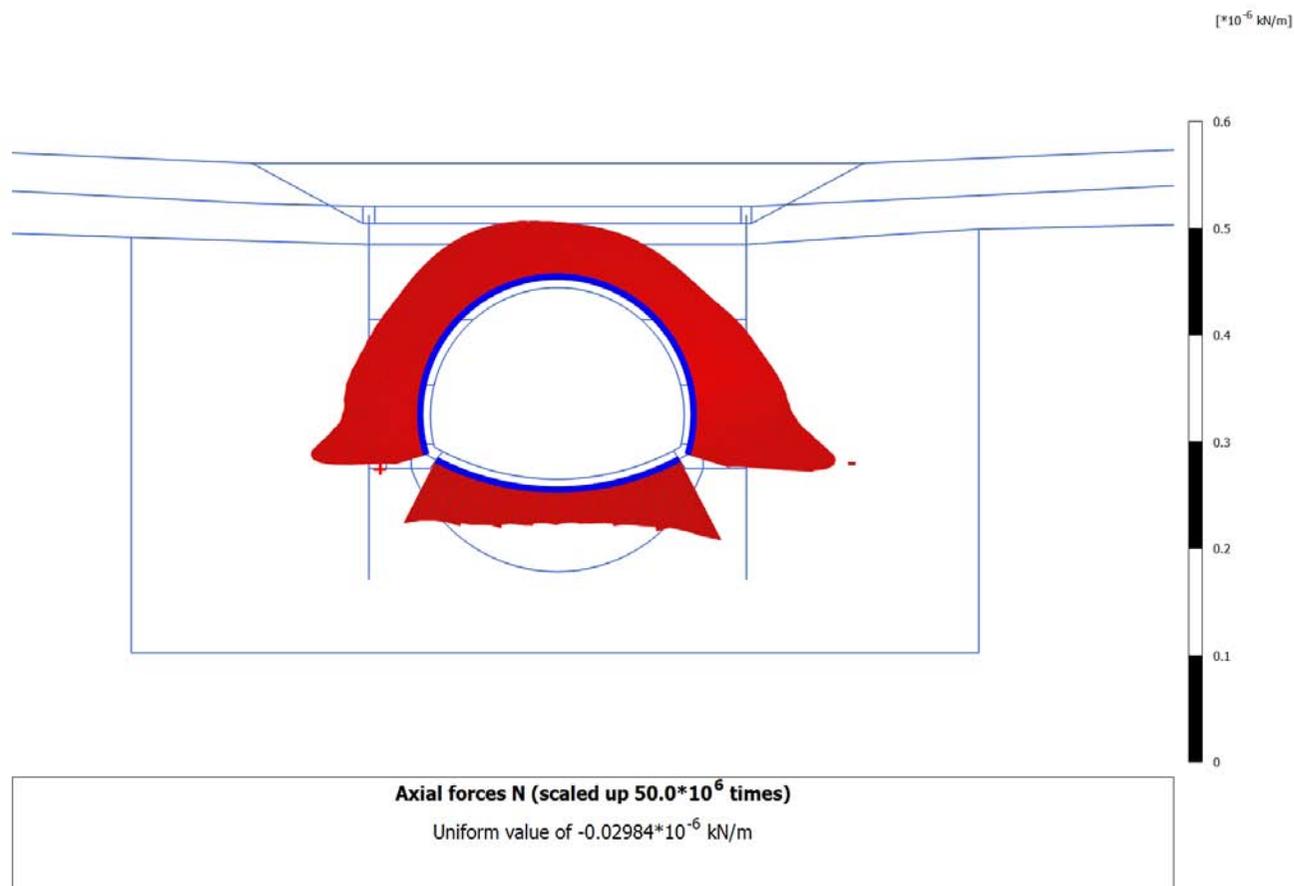
4.2.6 Calculation results, Plate, <Phase 17> (17/114), Axial forces N



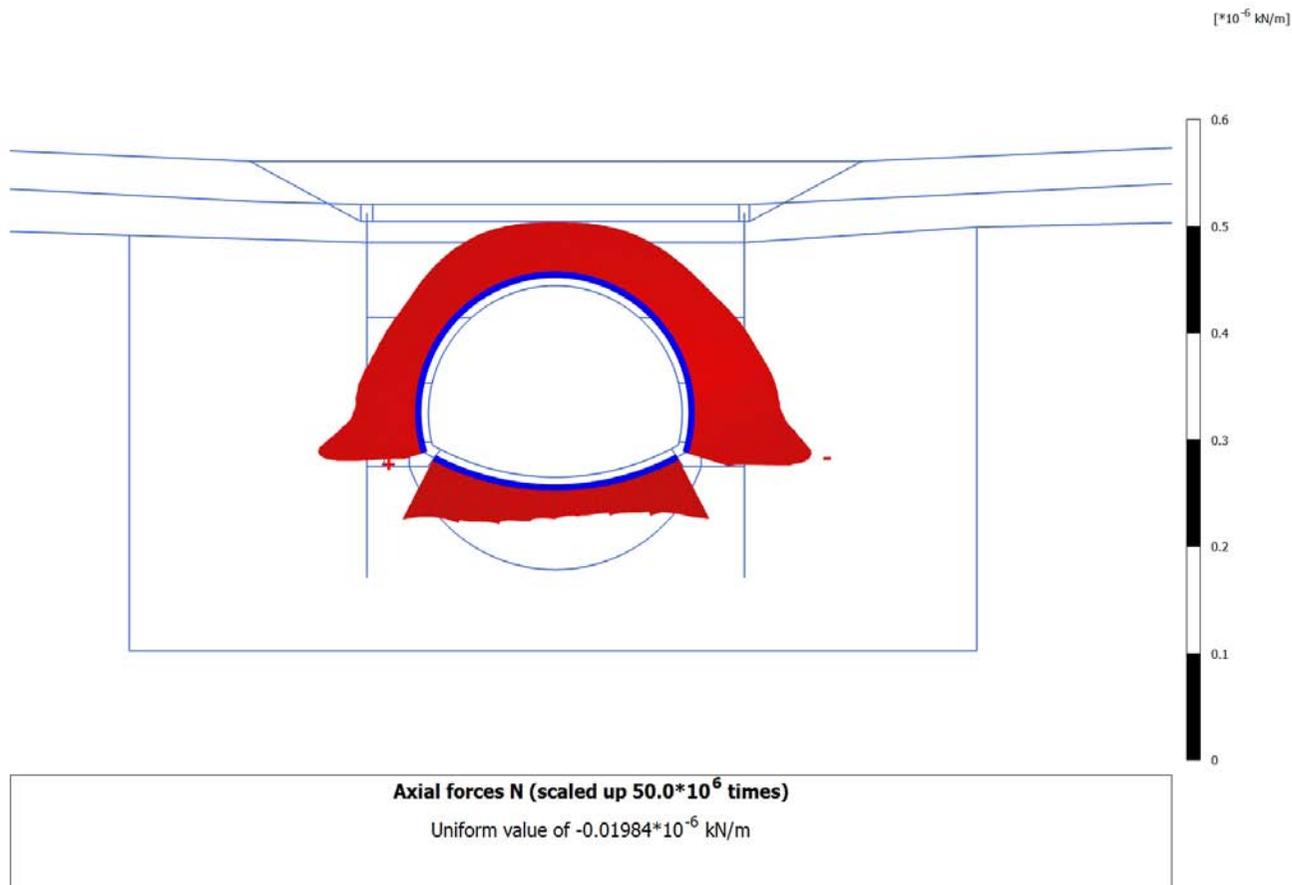
4.2.7 Calculation results, Plate, <Phase 18LT> (21/130), Axial forces N



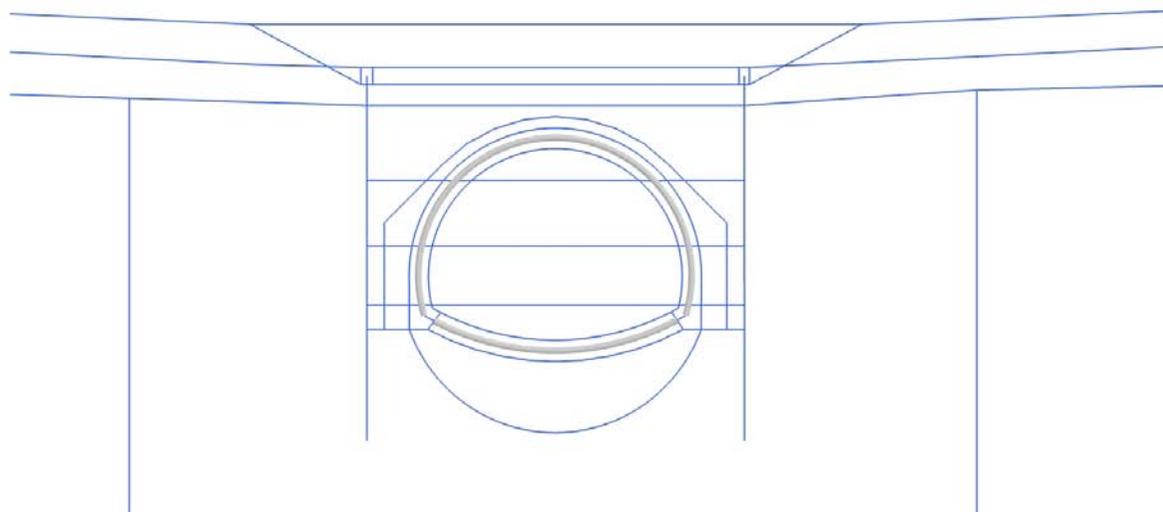
4.2.8 Calculation results, Plate, <Phase 19A> (19/137), Axial forces N



4.2.9 Calculation results, Plate, <Phase 19B> (20/142), Axial forces N

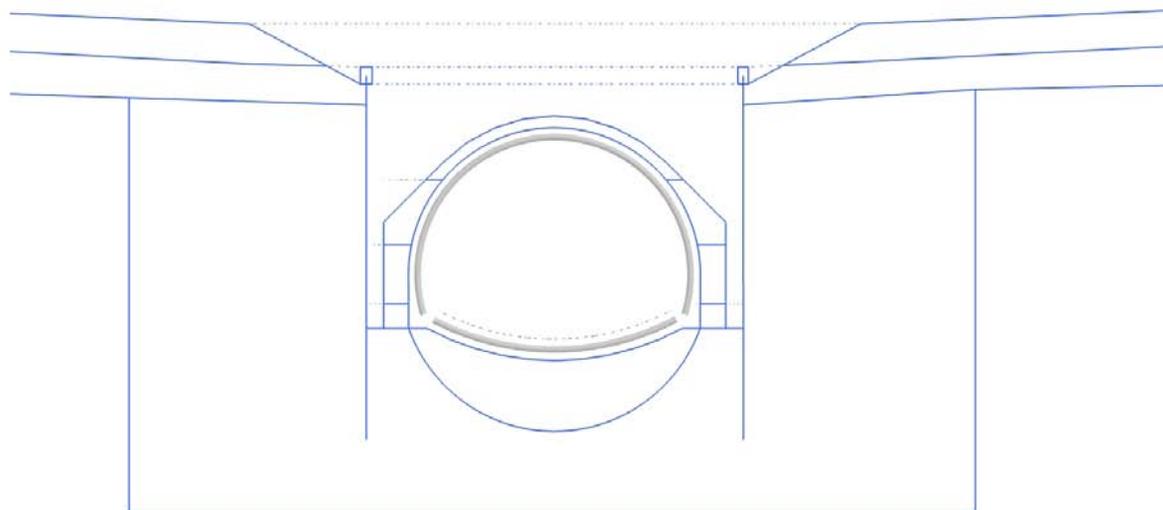


4.3.1 Calculation results, Plate, Initial phase (0/1), Bending moments M



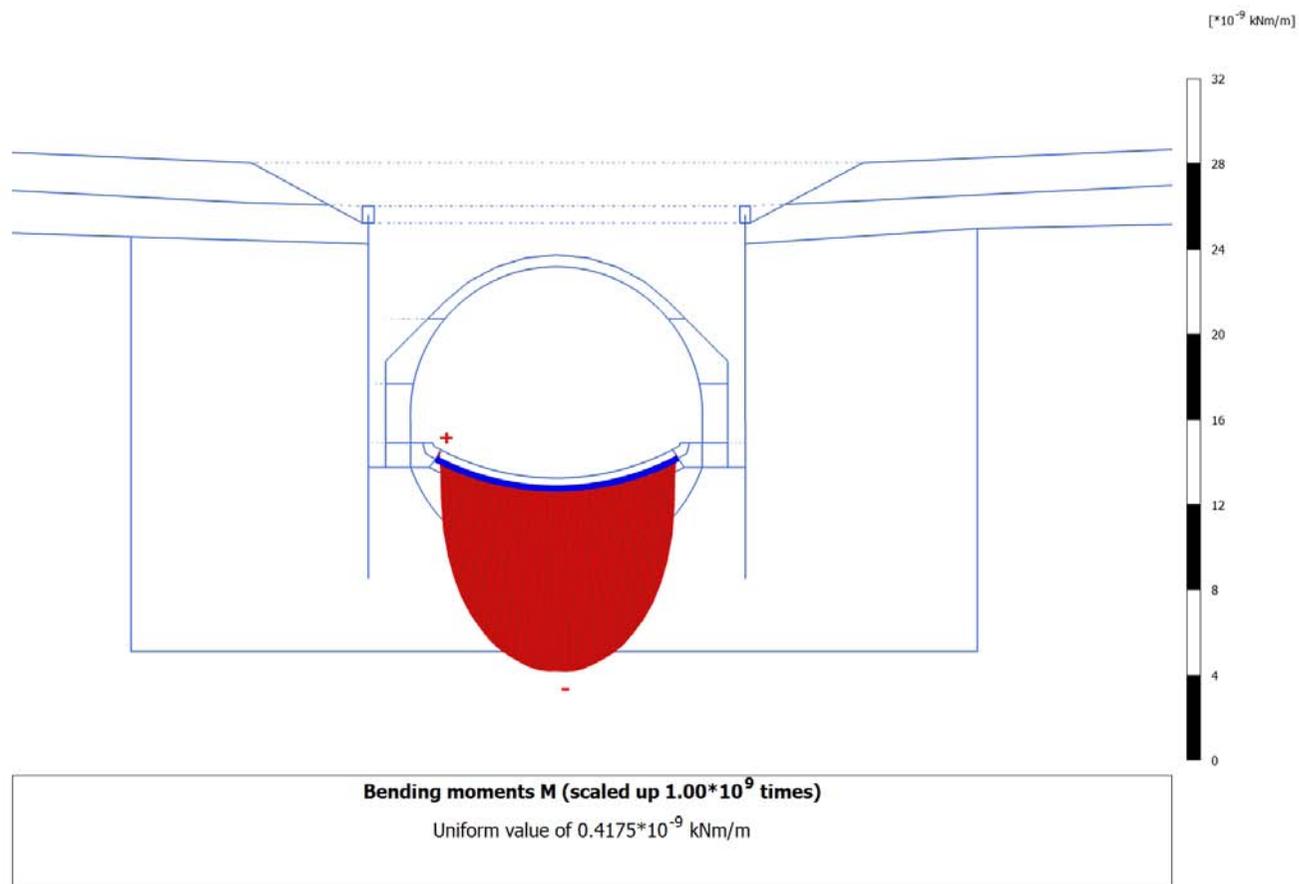
Bending moments M (scaled up 1.00 times)
No results

4.3.2 Calculation results, Plate, <Phase 13> (13/47), Bending moments M

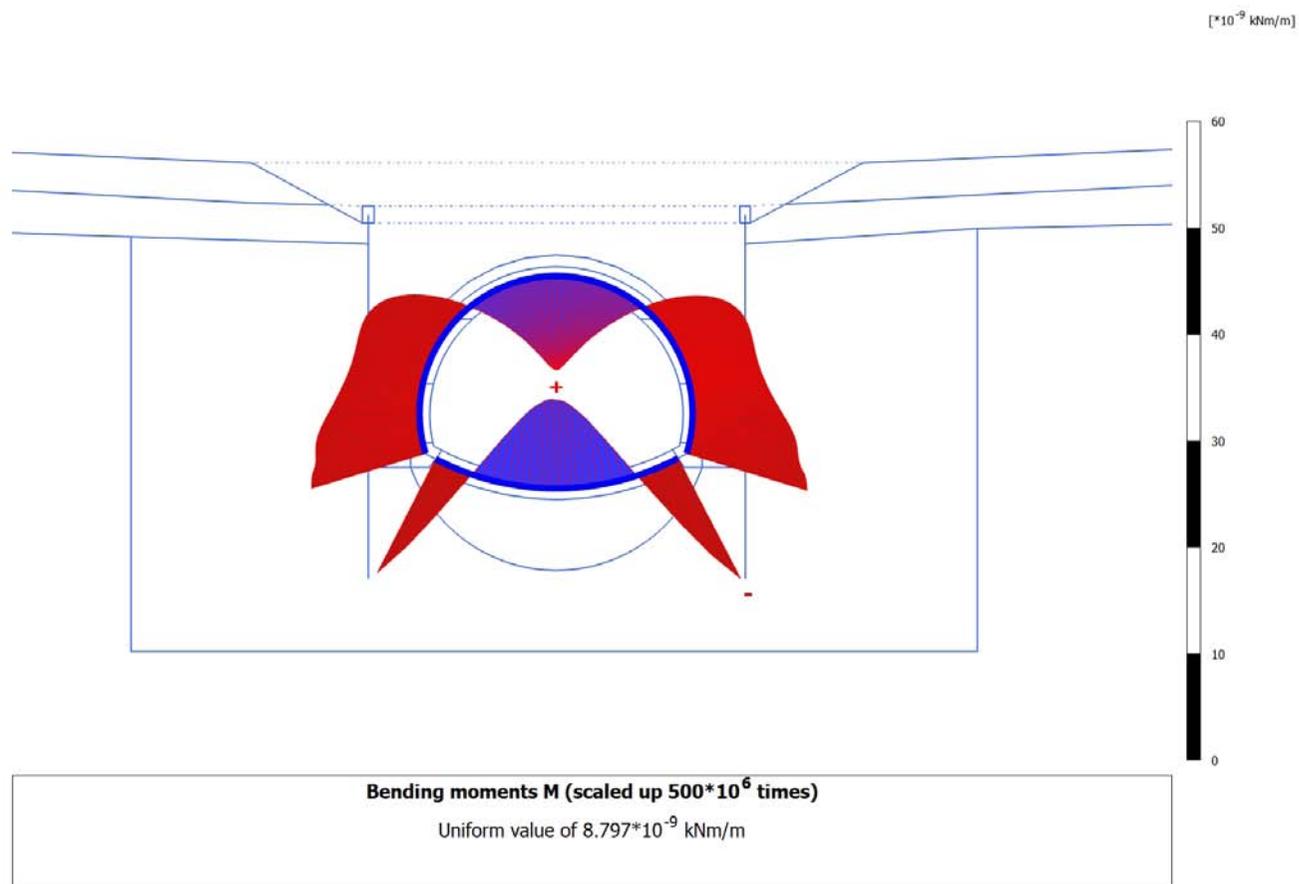


Bending moments M (scaled up 1.00 times)
No results

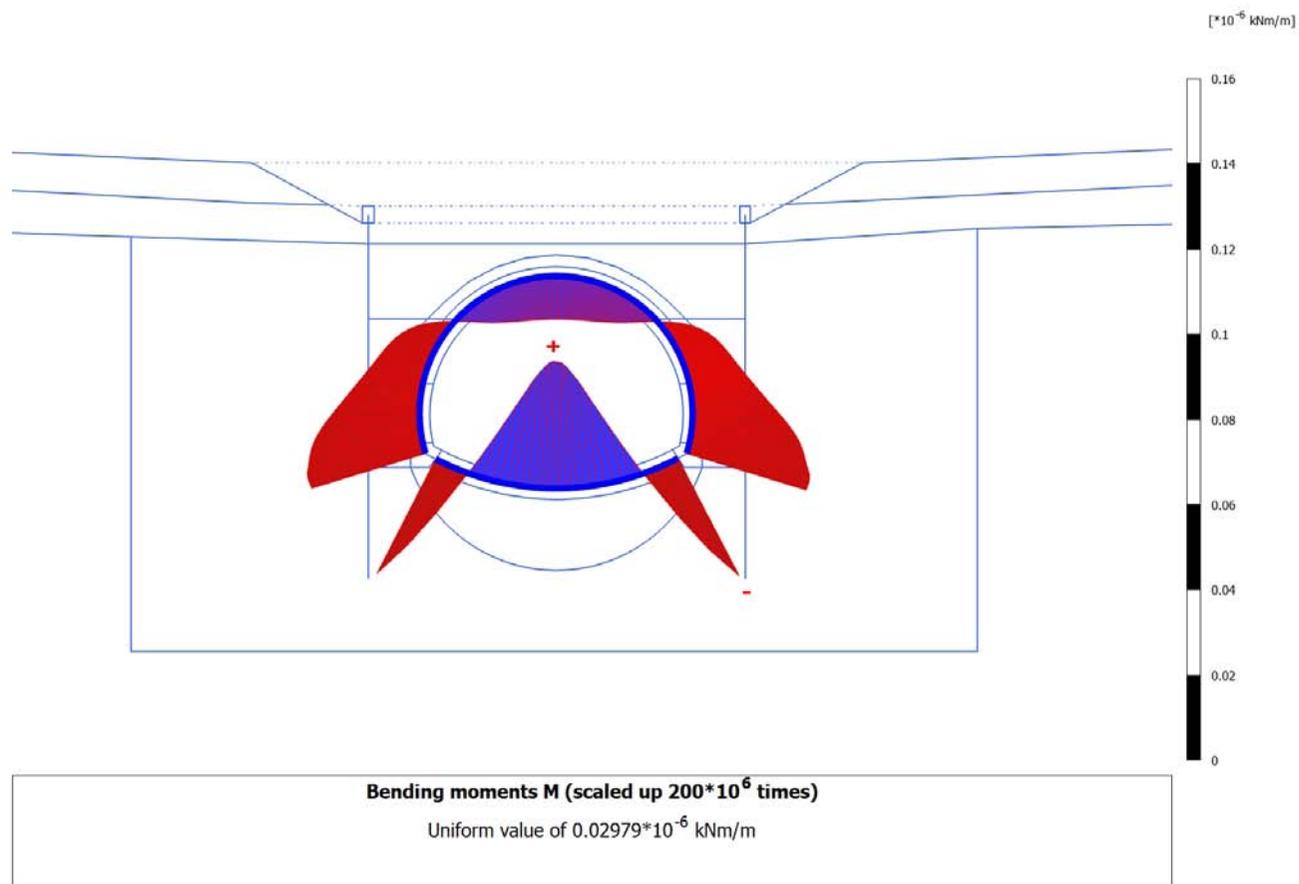
4.3.3 Calculation results, Plate, <Phase 14> (14/76), Bending moments M



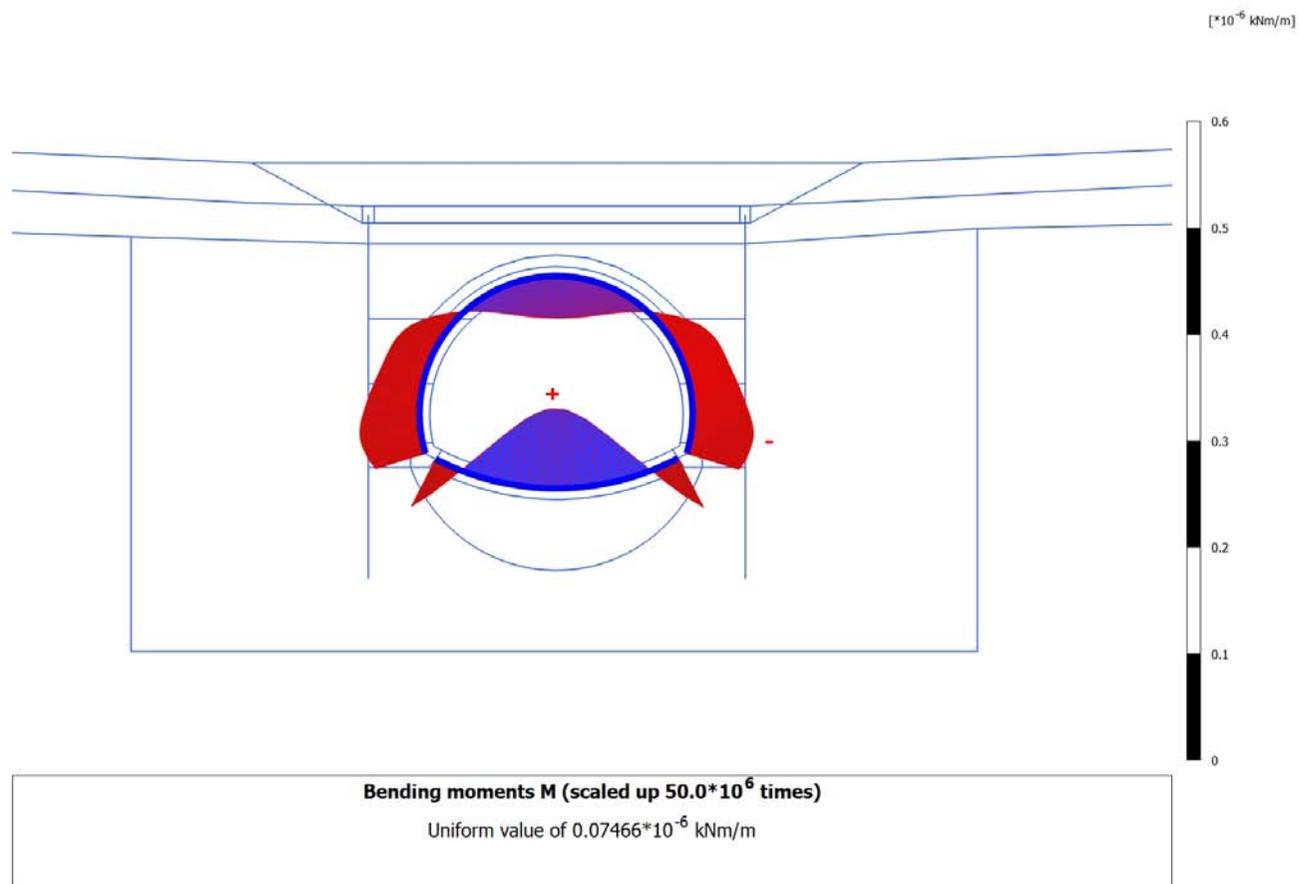
4.3.4 Calculation results, Plate, <Phase 15> (15/84), Bending moments M



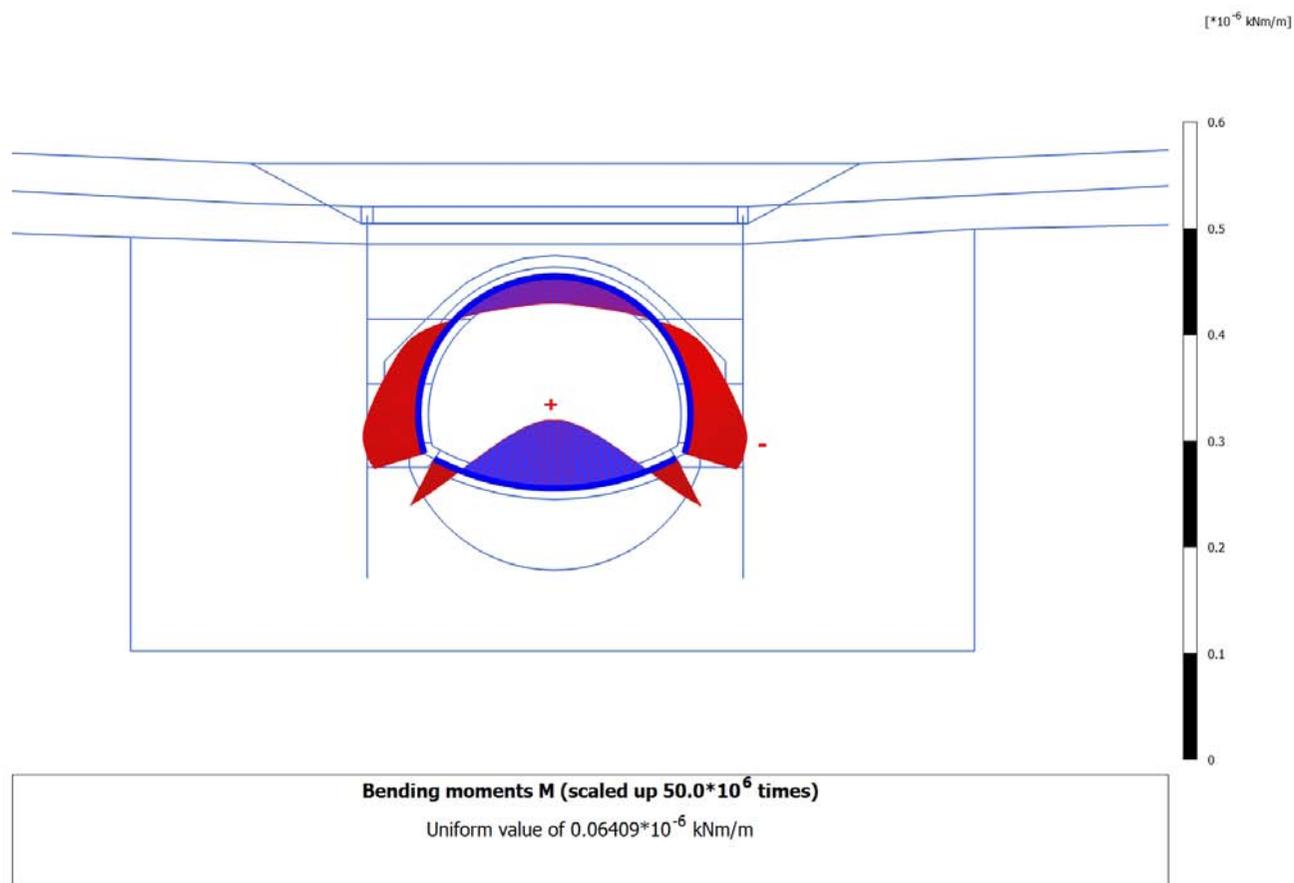
4.3.5 Calculation results, Plate, <Phase 16> (16/100), Bending moments M



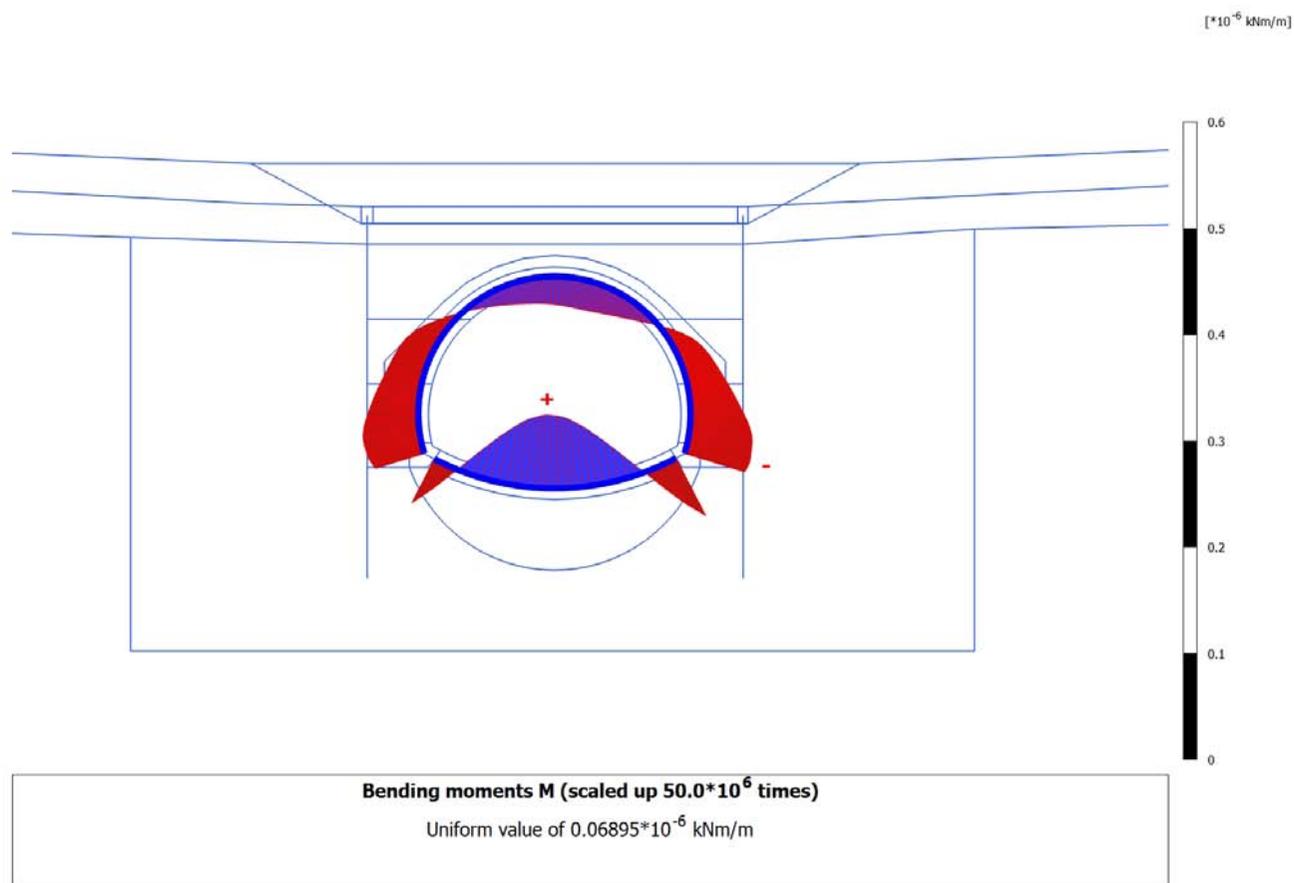
4.3.6 Calculation results, Plate, <Phase 17> (17/114), Bending moments M



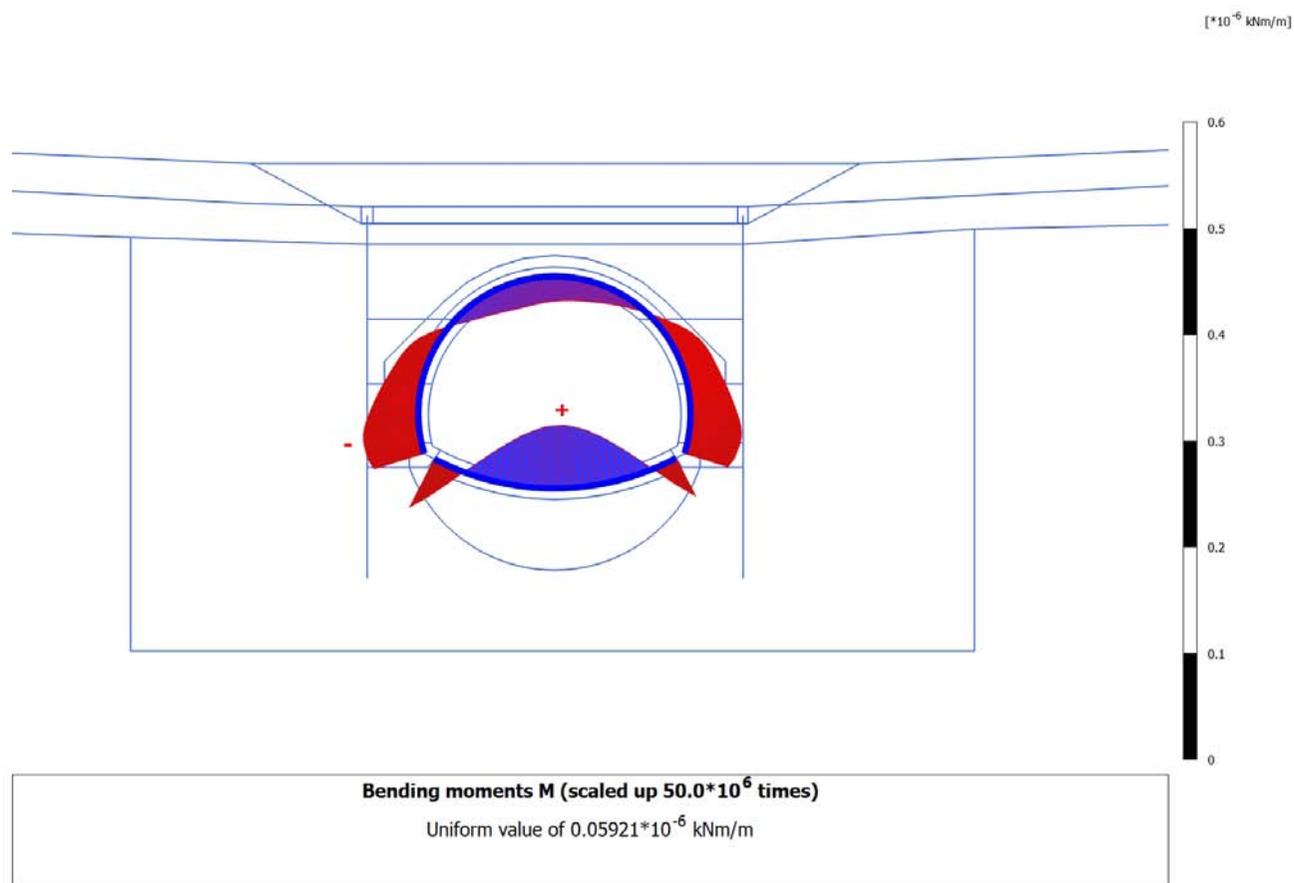
4.3.7 Calculation results, Plate, <Phase 18LT> (21/130), Bending moments M

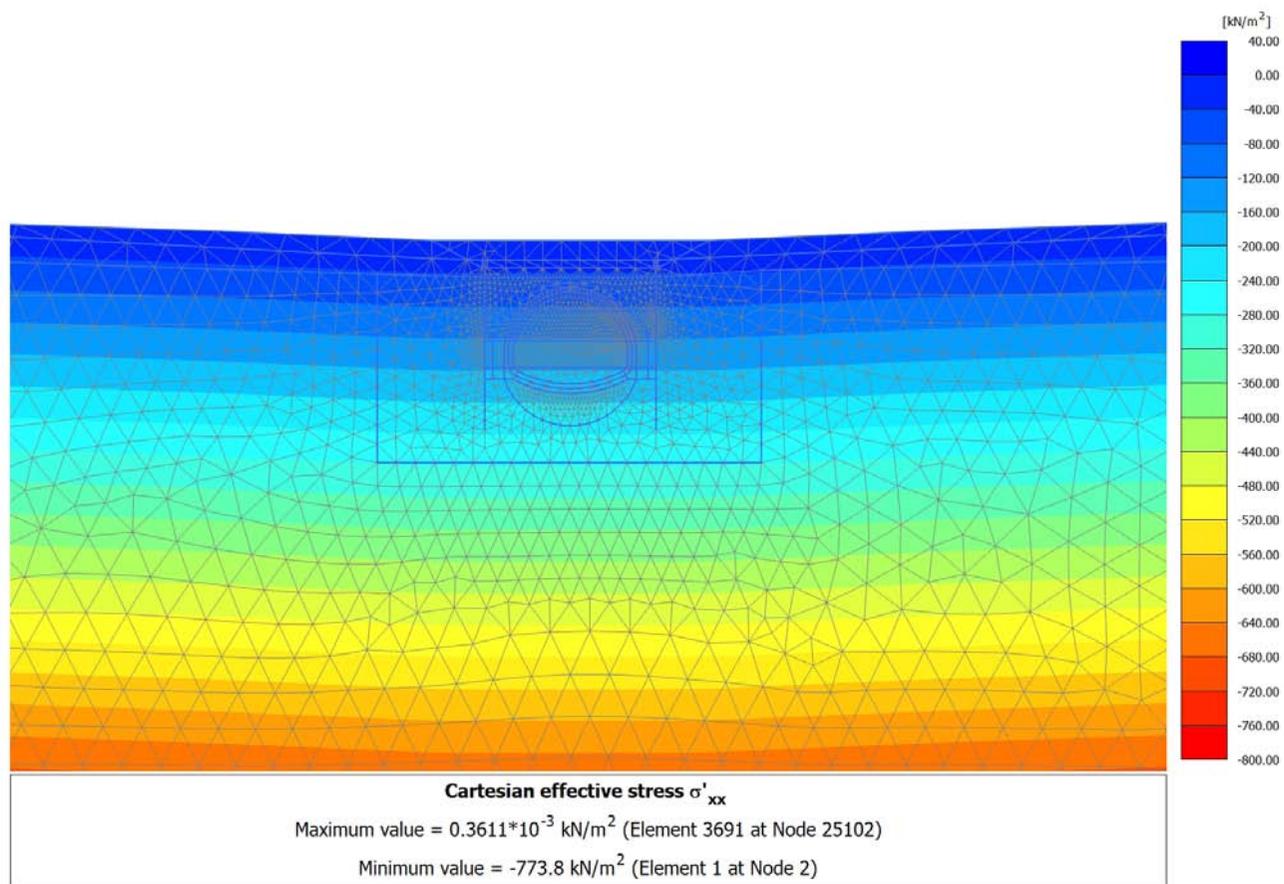


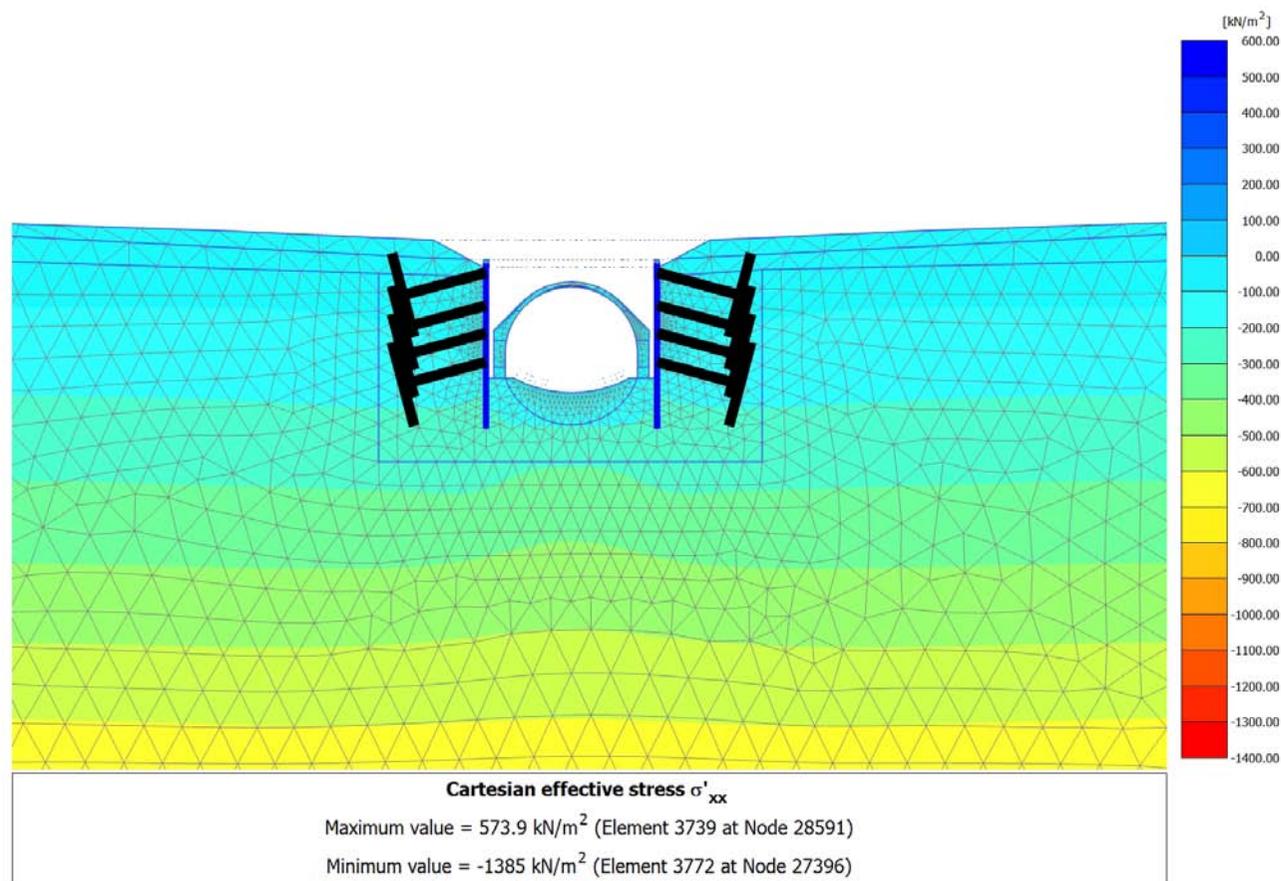
4.3.8 Calculation results, Plate, <Phase 19A> (19/137), Bending moments M

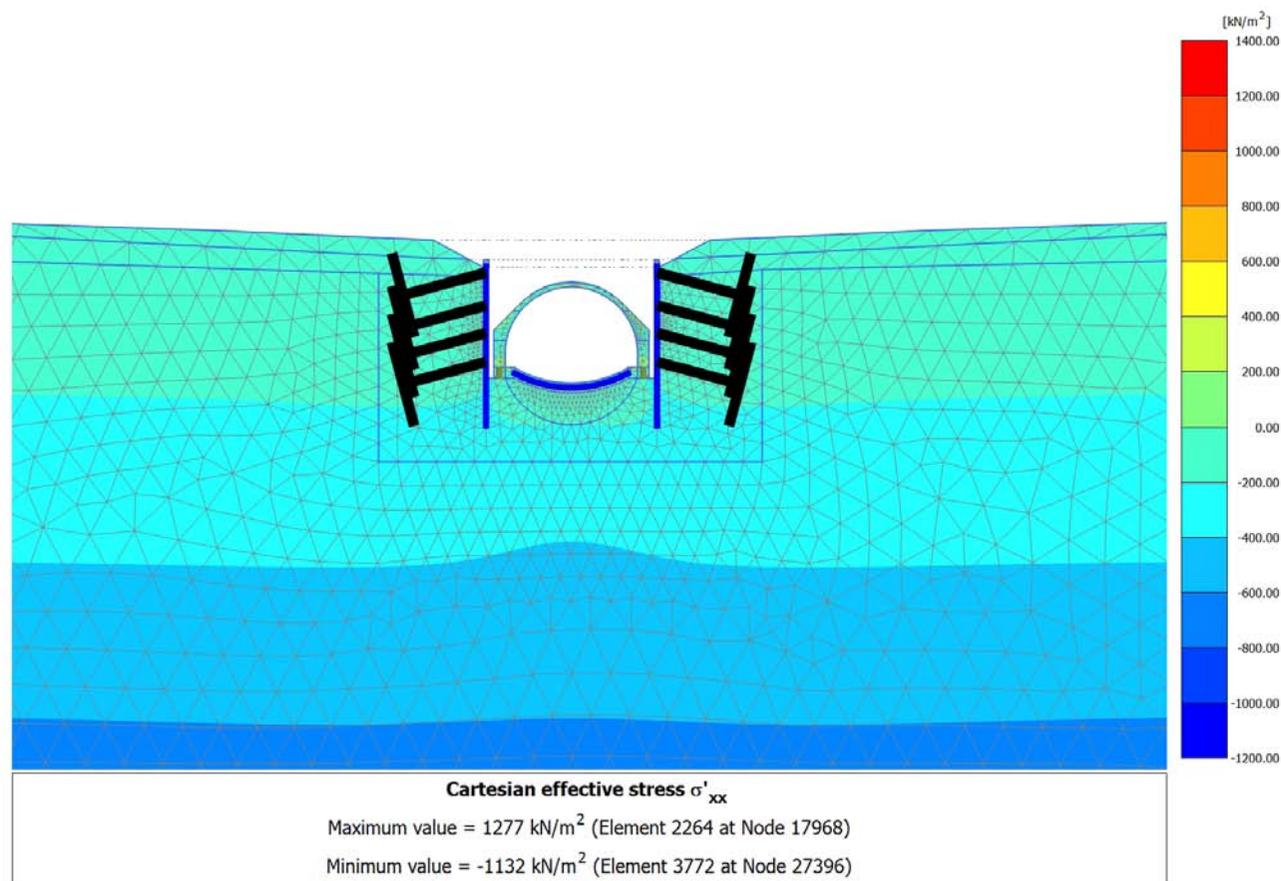


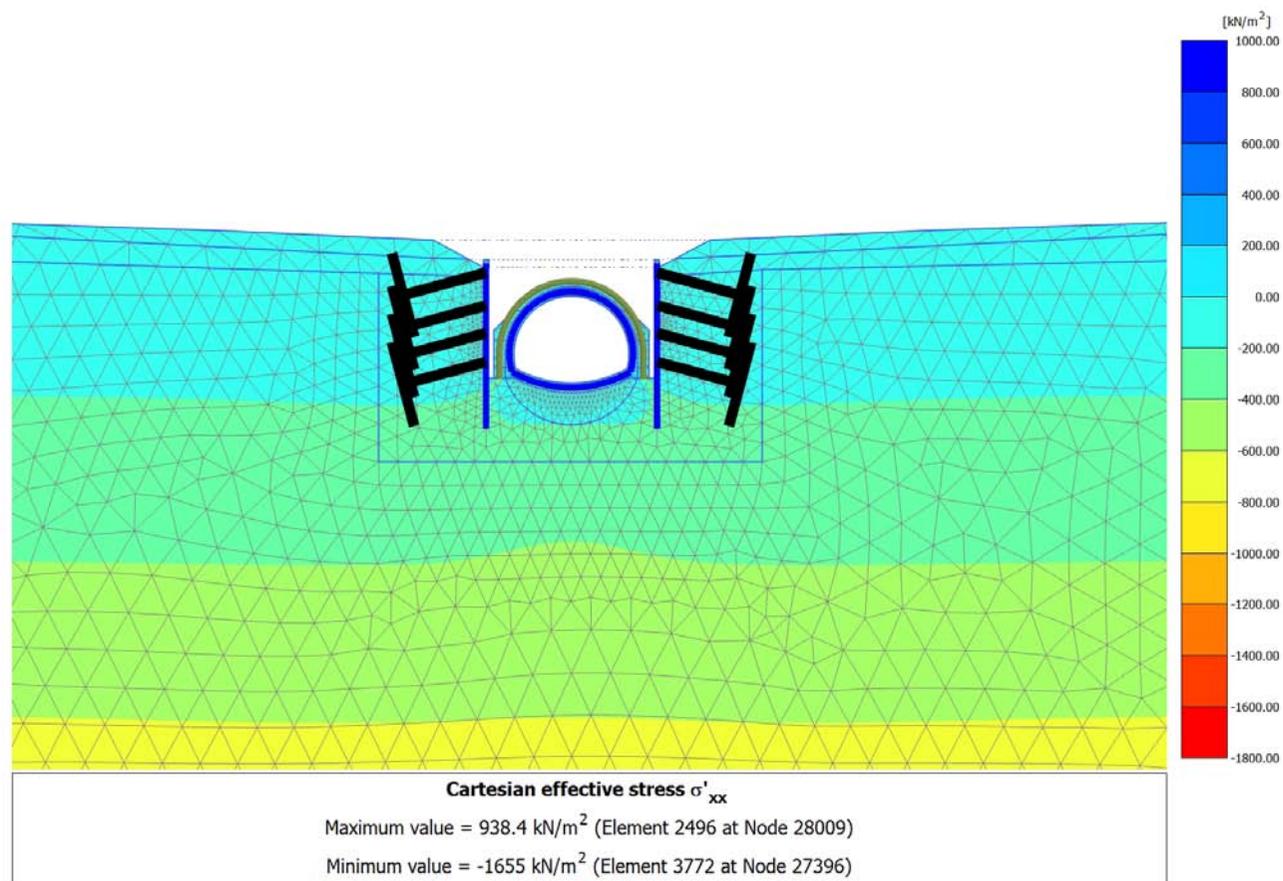
4.3.9 Calculation results, Plate, <Phase 19B> (20/142), Bending moments M

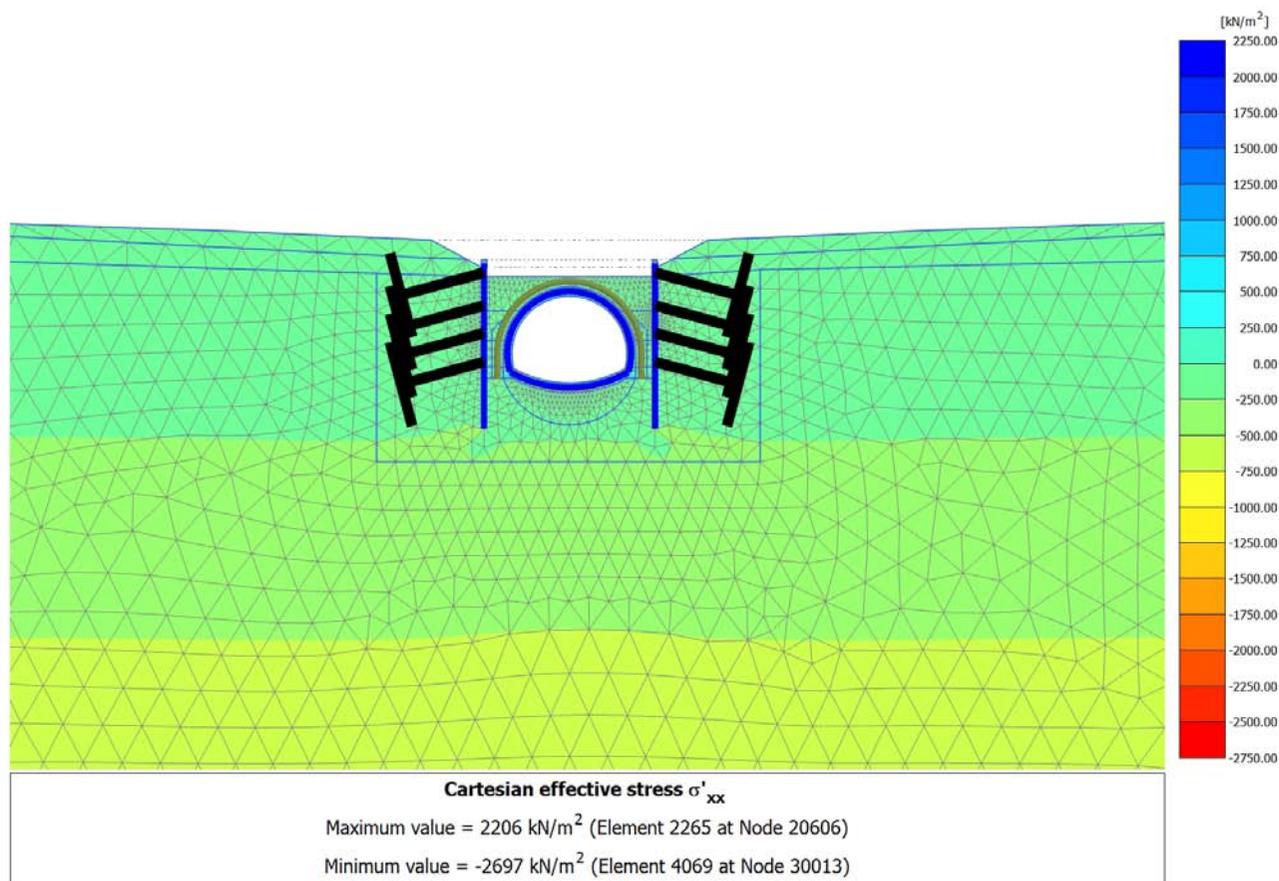


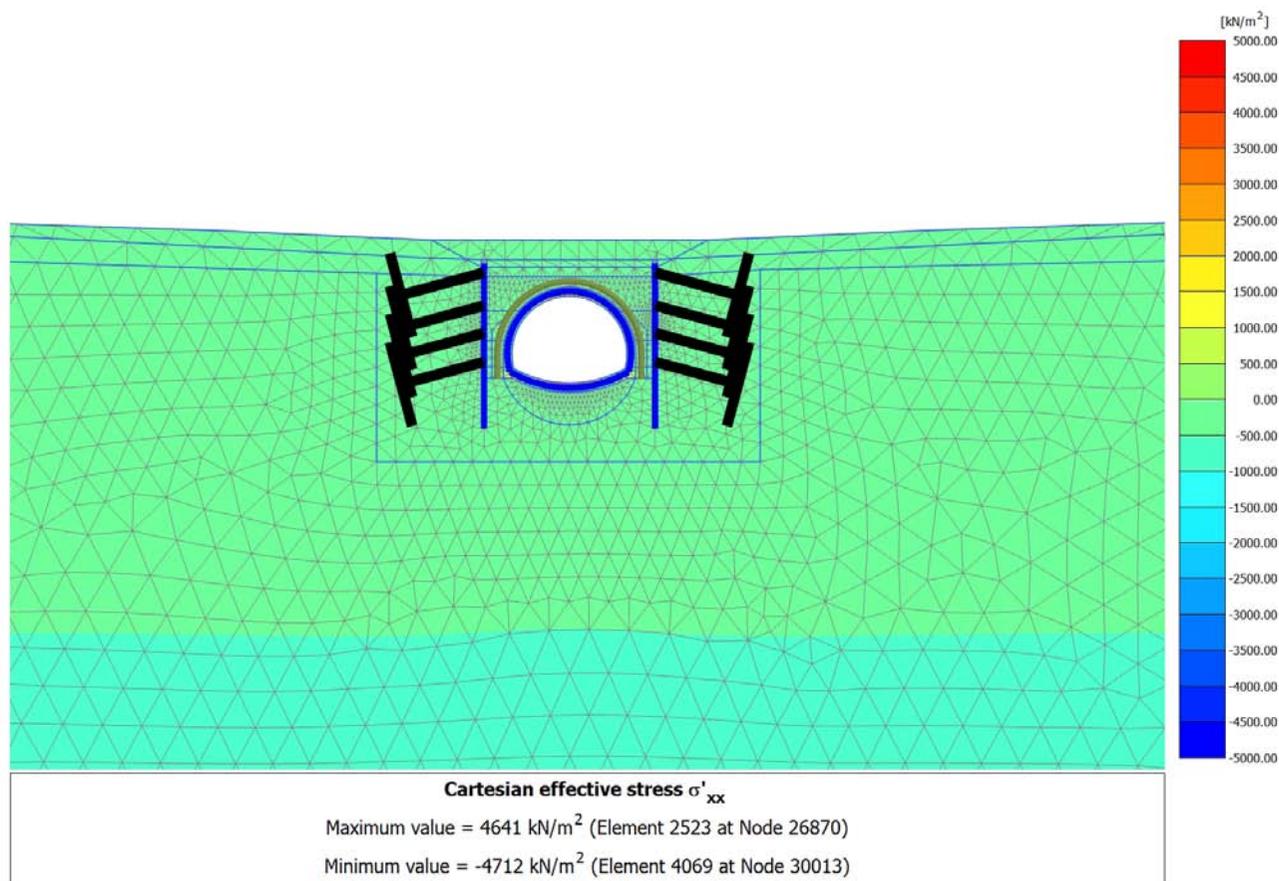
4.4.1 Calculation results, Initial phase (0/1), Cartesian effective stress σ'_{xx} 

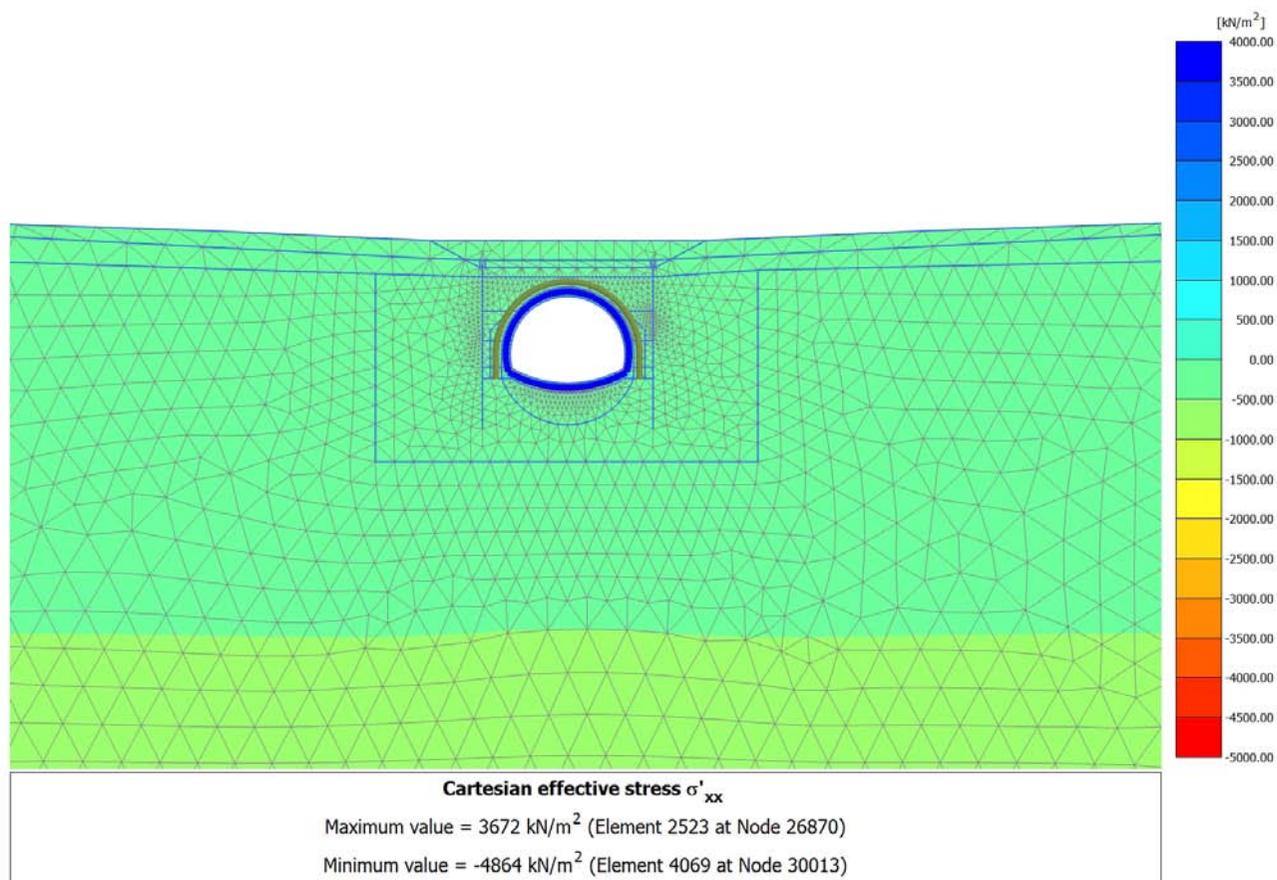
4.4.2 Calculation results, <Phase 13> (13/47), Cartesian effective stress σ'_{xx} 

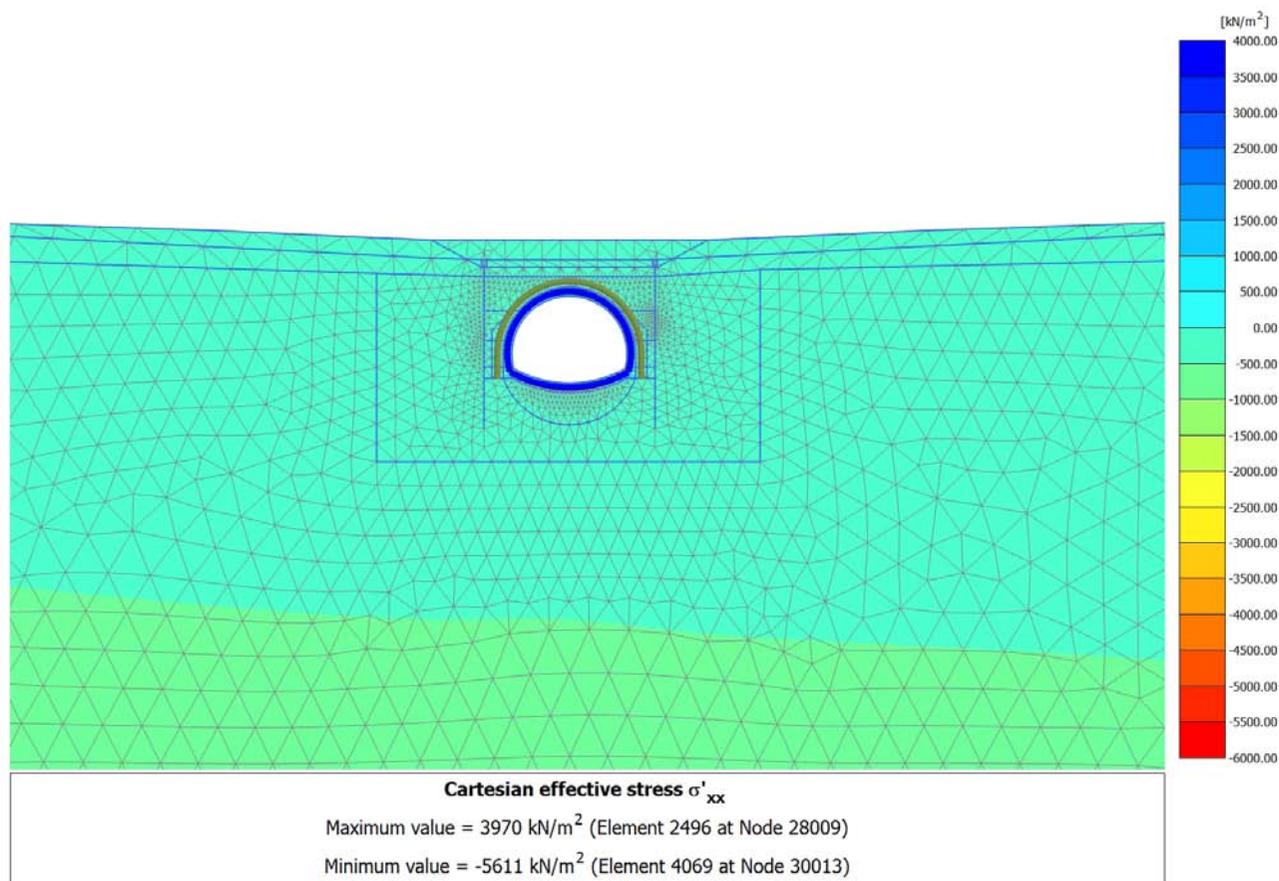
4.4.3 Calculation results, <Phase 14> (14/76), Cartesian effective stress σ'_{xx} 

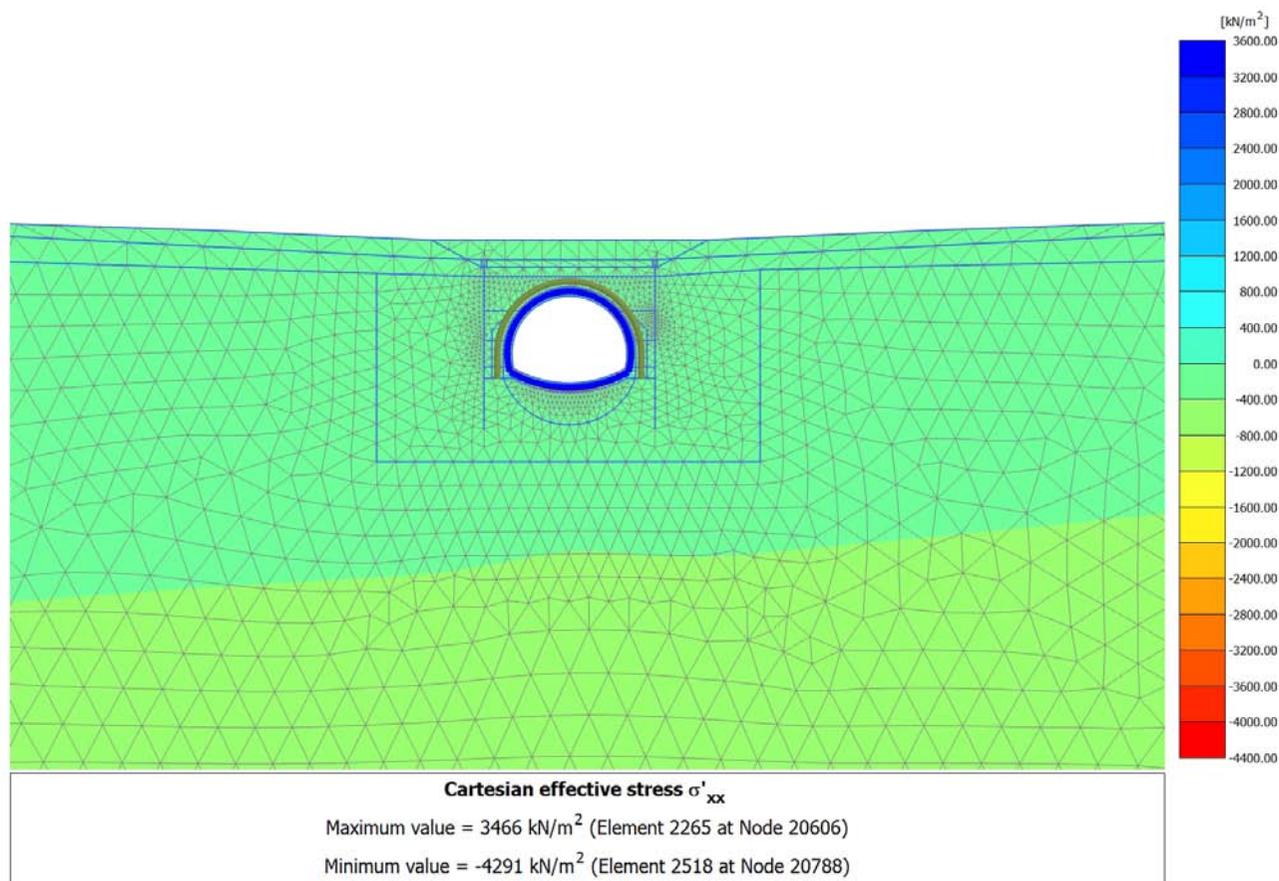
4.4.4 Calculation results, <Phase 15> (15/84), Cartesian effective stress σ'_{xx} 

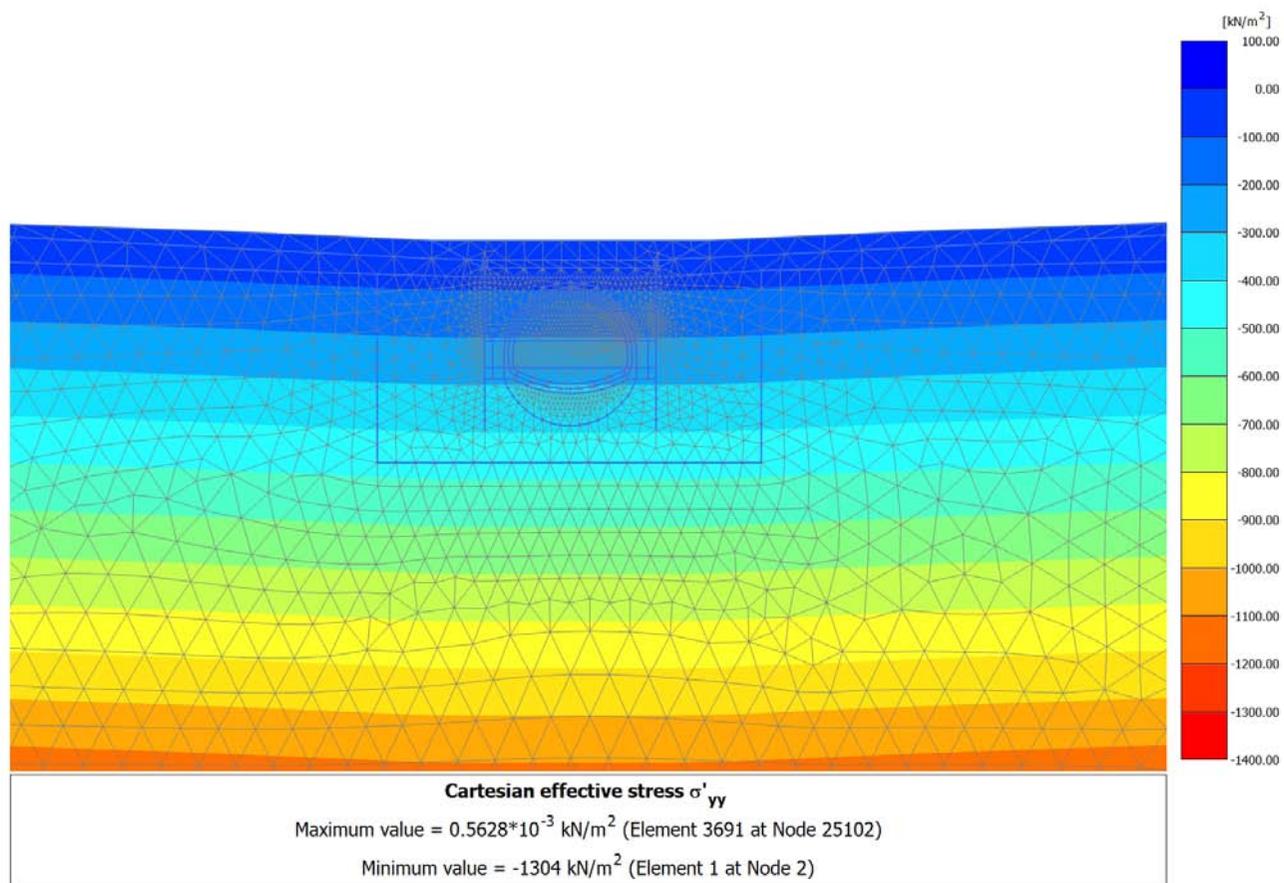
4.4.5 Calculation results, <Phase 16> (16/100), Cartesian effective stress σ'_{xx} 

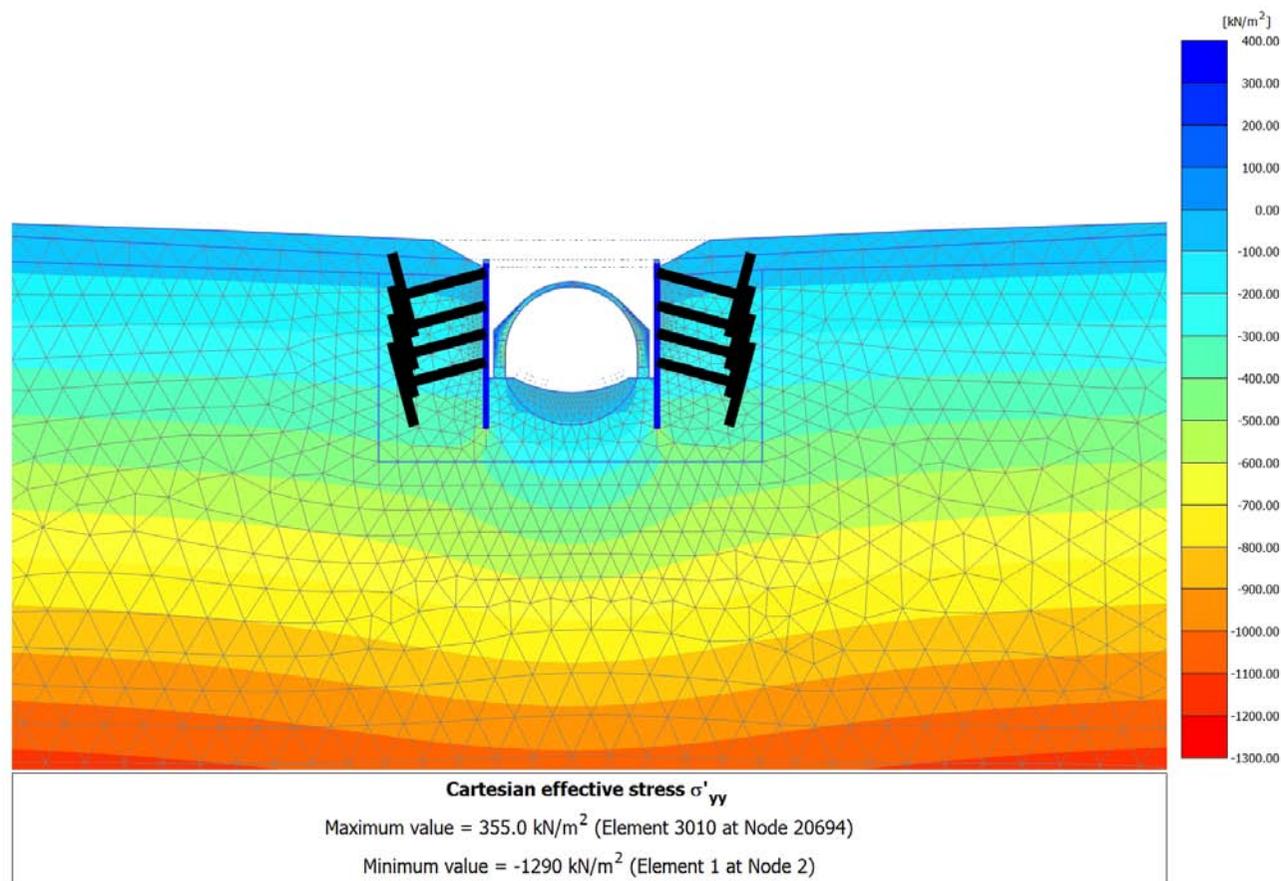
4.4.6 Calculation results, <Phase 17> (17/114), Cartesian effective stress σ'_{xx} 

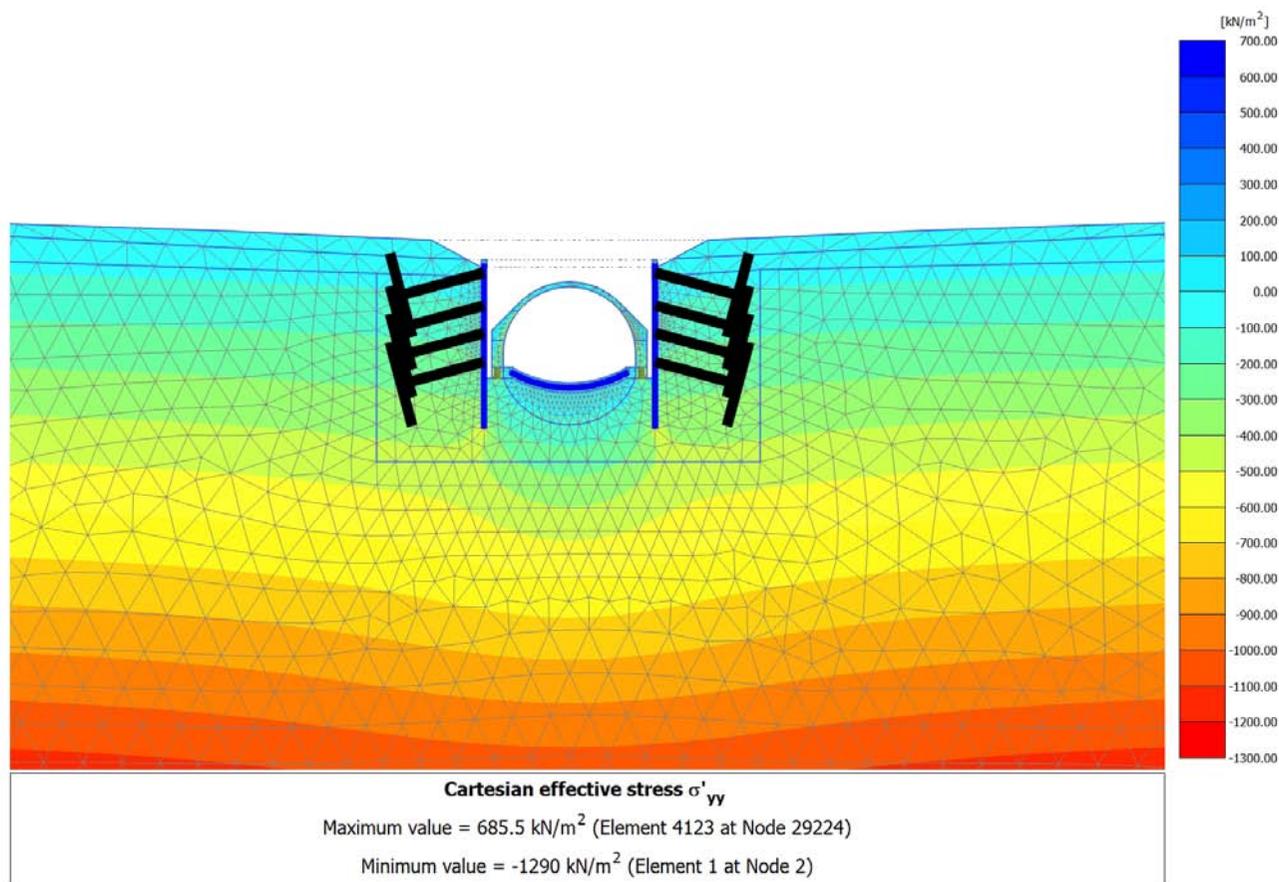
4.4.7 Calculation results, <Phase 18LT> (21/130), Cartesian effective stress σ'_{xx} 

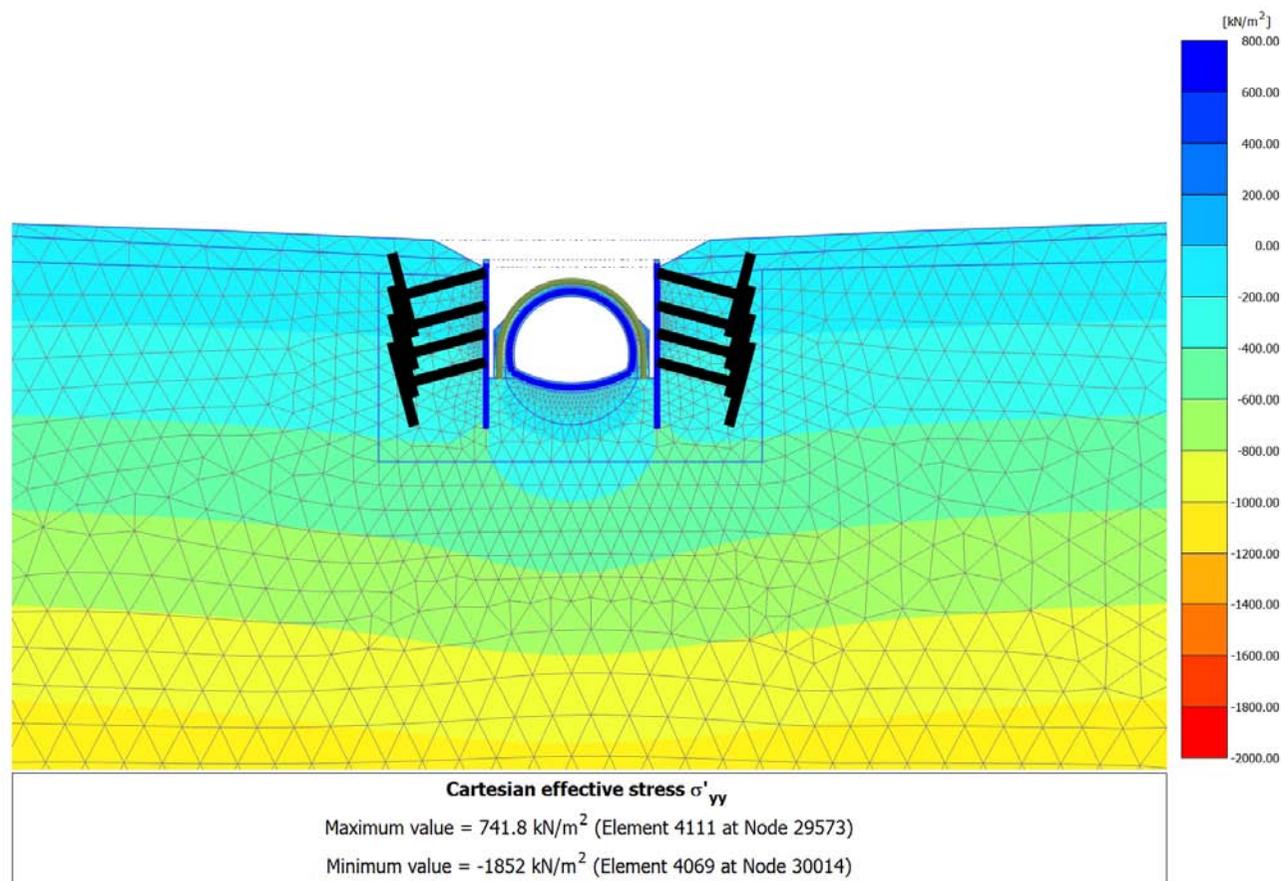
4.4.8 Calculation results, <Phase 19A> (19/137), Cartesian effective stress σ'_{xx} 

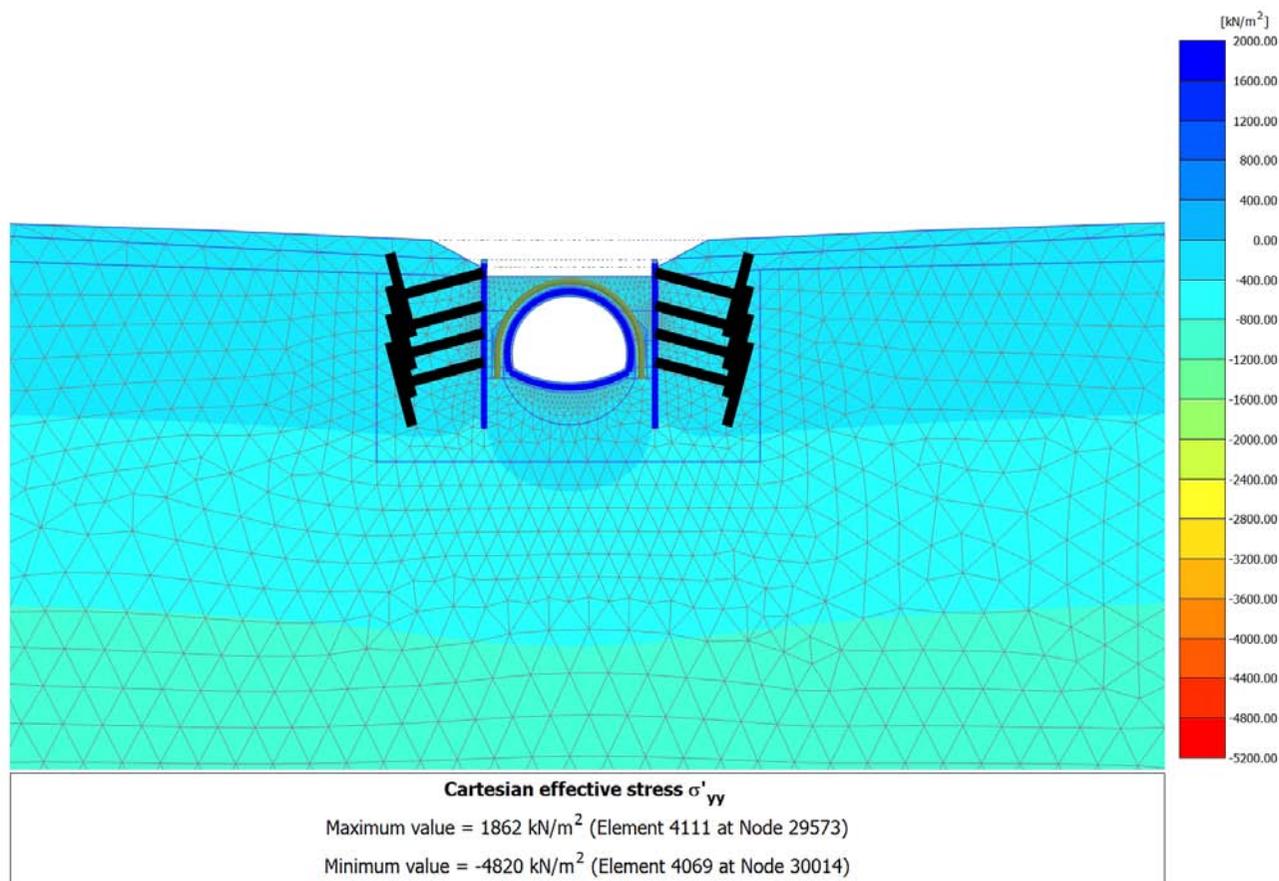
4.4.9 Calculation results, <Phase 19B> (20/142), Cartesian effective stress σ'_{xx} 

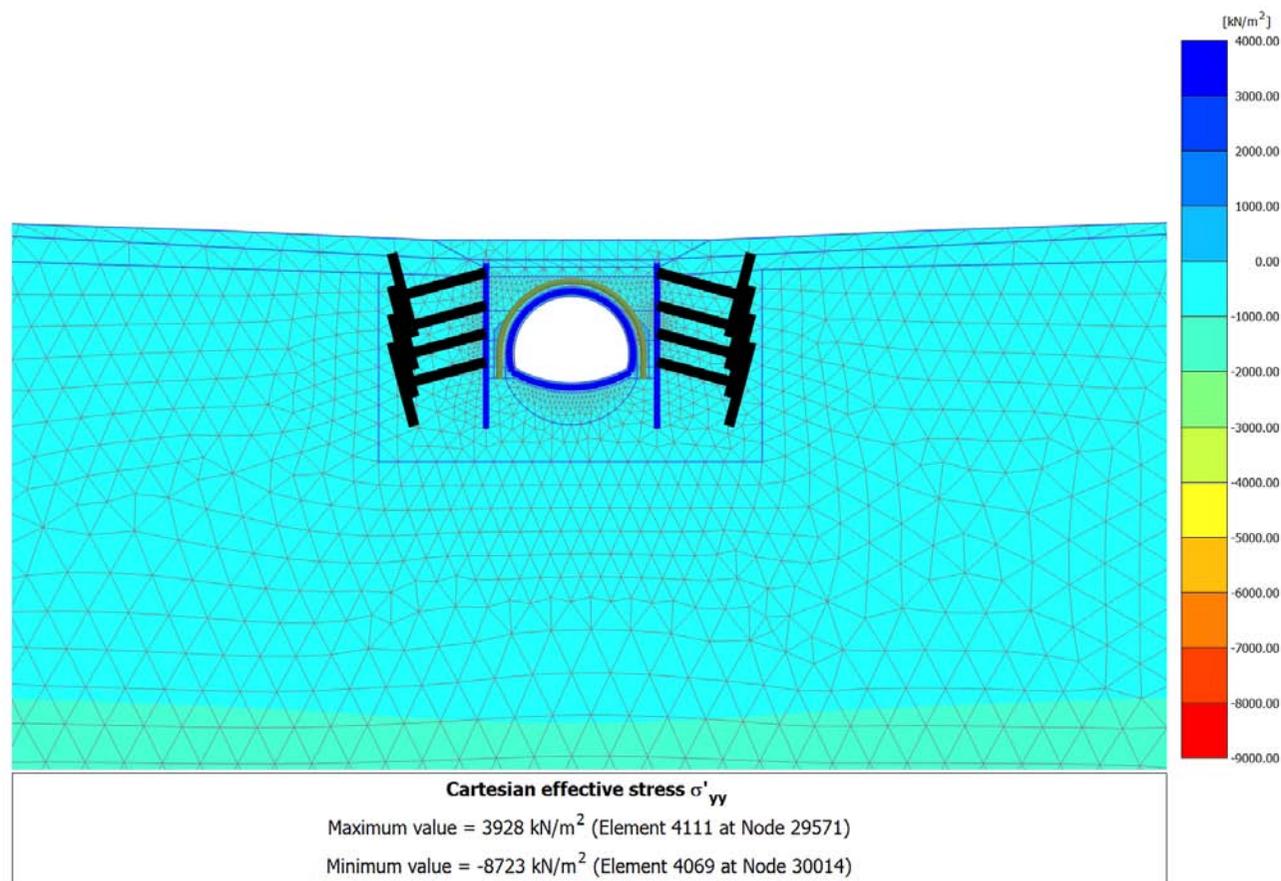
4.5.1 Calculation results, Initial phase (0/1), Cartesian effective stress σ'_{yy} 

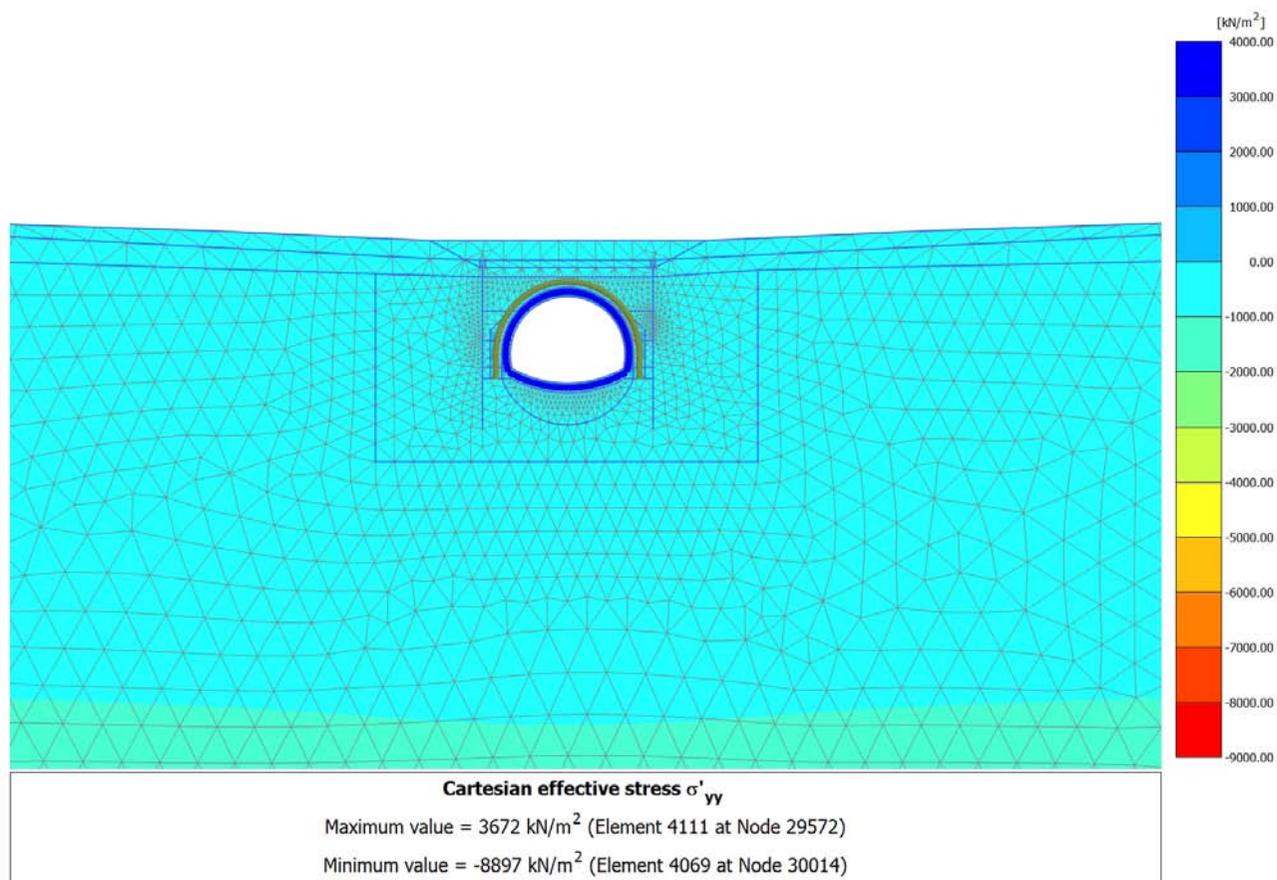
4.5.2 Calculation results, <Phase 13> (13/47), Cartesian effective stress σ'_{yy} 

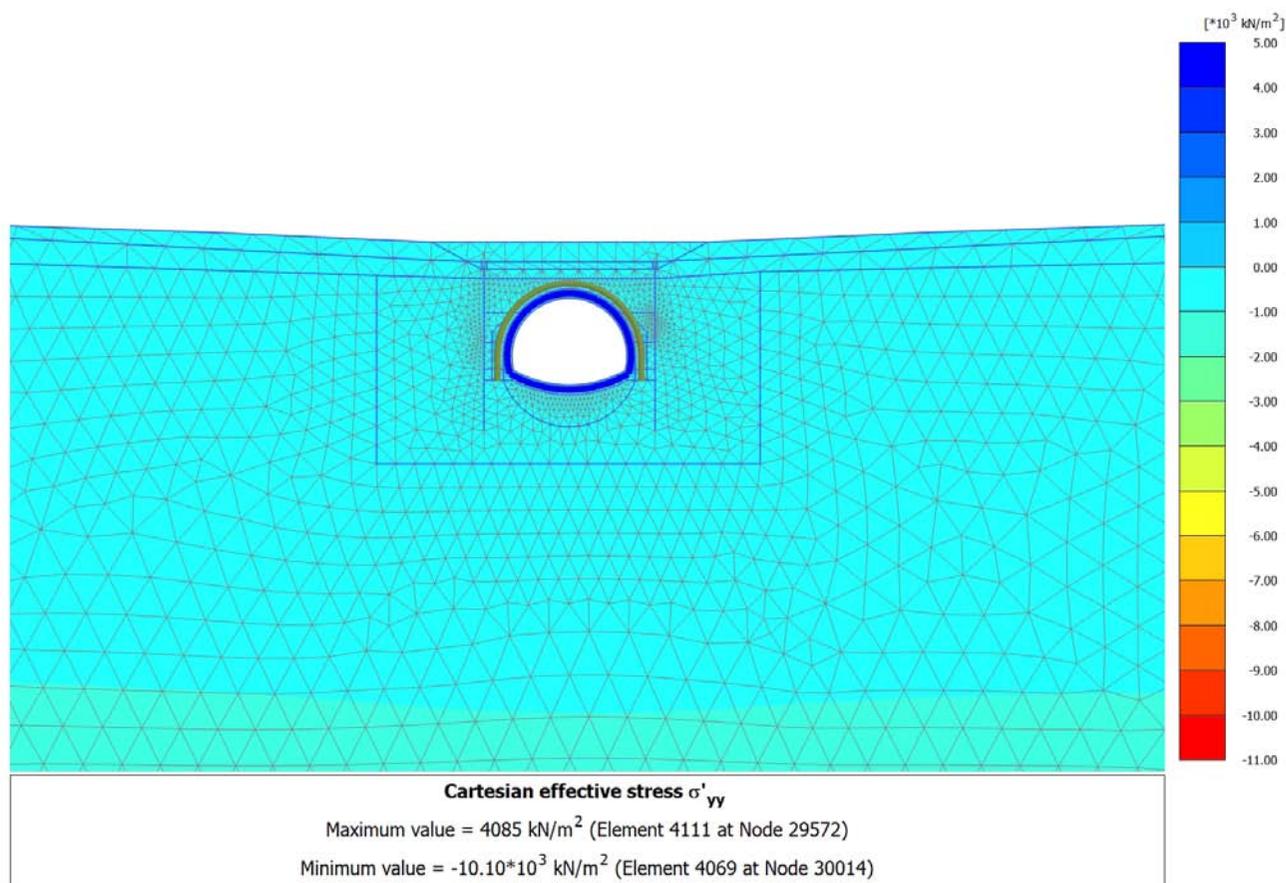
4.5.3 Calculation results, <Phase 14> (14/76), Cartesian effective stress σ'_{yy} 

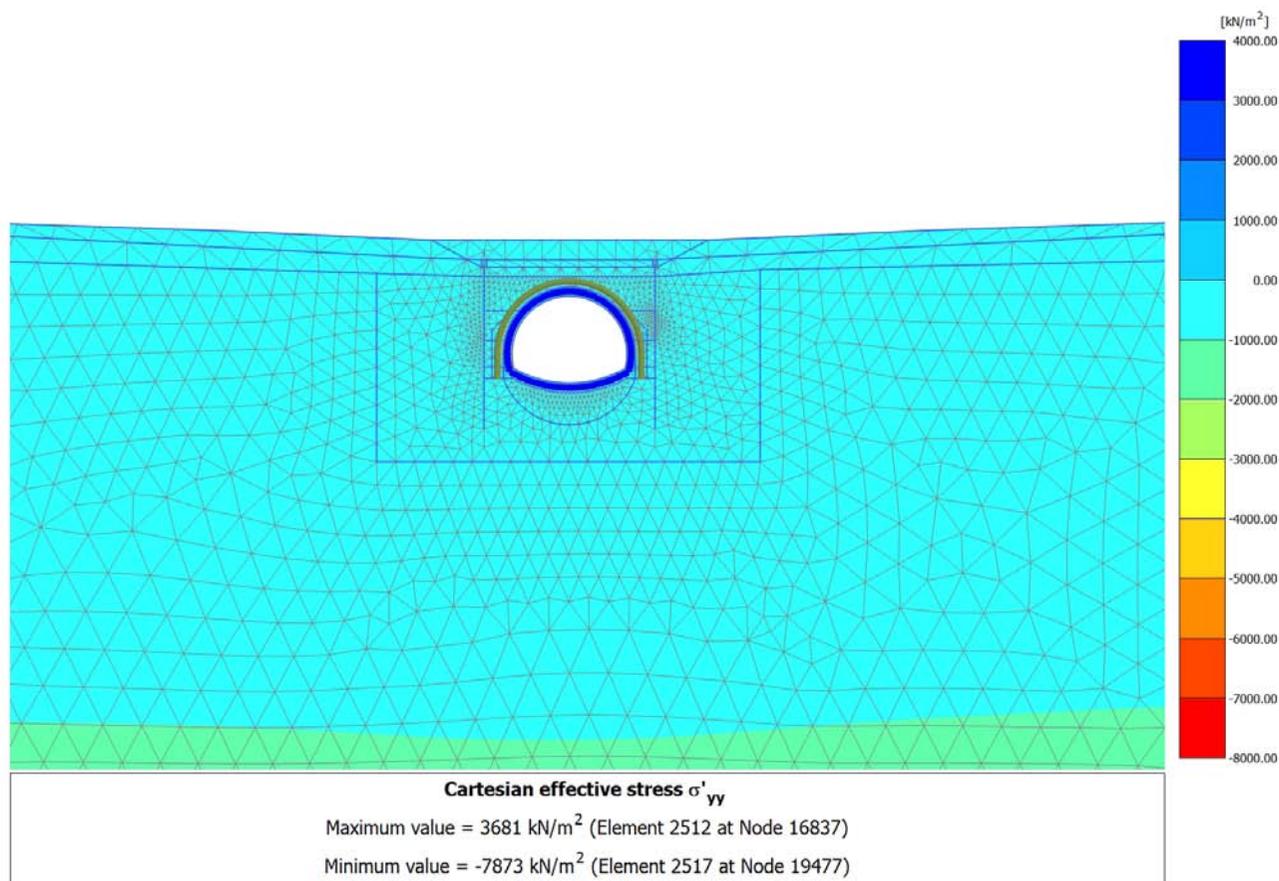
4.5.4 Calculation results, <Phase 15> (15/84), Cartesian effective stress σ'_{yy} 

4.5.5 Calculation results, <Phase 16> (16/100), Cartesian effective stress σ'_{yy} 

4.5.6 Calculation results, <Phase 17> (17/114), Cartesian effective stress σ'_{yy} 

4.5.7 Calculation results, <Phase 18LT> (21/130), Cartesian effective stress σ'_{yy} 

4.5.8 Calculation results, <Phase 19A> (19/137), Cartesian effective stress σ'_{yy} 

4.5.9 Calculation results, <Phase 19B> (20/142), Cartesian effective stress σ'_{yy} 

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---------------|-------|---|-----|----------|---------|----------|-------|-------|------|-------|------|-------|-------|---|--------|------|------|---|---|----|----|----|----|---|------|------|
| Plate 5-67 | 17958 | 1 | 0,9 | -526,939 | -45,601 | -262,270 | 22,62 | 22,62 | -3,0 | -37,0 | 54,0 | -56,3 | 501,9 | - | 2460,5 | 20,0 | 27,9 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 21,2 | 14,5 |
| (_RCK30_SP90) | 17964 | 2 | 0,9 | -534,918 | -33,443 | -266,698 | 22,62 | 22,62 | -3,0 | -37,6 | 55,1 | -41,3 | 503,3 | - | 2460,5 | 20,0 | 27,9 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 21,6 | 14,8 |
| | 17963 | 3 | 0,9 | -525,409 | -31,757 | -270,504 | 22,62 | 22,62 | -3,1 | -38,1 | 58,4 | -39,2 | 501,7 | - | 2460,5 | 20,0 | 27,9 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 22,9 | 14,9 |
| | 17962 | 4 | 0,9 | -492,583 | -33,645 | -274,227 | 22,62 | 22,62 | -3,2 | -38,4 | 65,2 | -41,5 | 495,9 | - | 2460,5 | 20,0 | 27,9 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 25,6 | 15,1 |
| | 19294 | 5 | 0,9 | -430,608 | -32,212 | -278,159 | 22,62 | 22,62 | -3,2 | -38,4 | 77,2 | -39,8 | 485,1 | - | 2460,5 | 20,0 | 27,9 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 30,3 | 15,1 |

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---------------|-------|---|-----|-----------|--------|----------|-------|-------|------|-------|-------|------|-------|---|--------|------|------|---|---|----|----|----|----|---|------|------|
| Plate 5-67 | 17958 | 1 | 0,9 | -999,644 | -6,638 | -541,484 | 22,62 | 22,62 | -6,2 | -76,0 | 124,6 | -8,2 | 584,5 | - | 2460,5 | 20,0 | 27,9 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 48,9 | 29,8 |
| (_RCK30_SP90) | 17964 | 2 | 0,9 | -1018,885 | 19,587 | -540,439 | 22,62 | 22,62 | -6,2 | -76,0 | 121,2 | 24,2 | 587,9 | - | 2460,5 | 20,0 | 27,9 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 47,5 | 29,9 |
| | 17963 | 3 | 0,9 | -1006,945 | 27,551 | -537,710 | 22,62 | 22,62 | -6,2 | -75,6 | 121,6 | 34,0 | 585,8 | - | 2460,5 | 20,0 | 27,9 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 47,7 | 29,6 |
| | 17962 | 4 | 0,9 | -952,885 | 28,787 | -534,287 | 22,62 | 22,62 | -6,1 | -74,8 | 128,1 | 35,5 | 576,4 | - | 2460,5 | 20,0 | 27,9 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 50,2 | 29,3 |
| | 19294 | 5 | 0,9 | -845,765 | 34,826 | -530,748 | 22,62 | 22,62 | -6,1 | -73,6 | 143,3 | 43,0 | 557,6 | - | 2460,5 | 20,0 | 27,9 | - | - | OK | OK | OK | OK | - | 56,2 | 28,8 |

