

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**

**GALLERIA DI SFOLLAMENTO E CUNICOLI DI COLLEGAMENTO BP (FERMATA VALLEMME) – CUNICOLI DI COLLEGAMENTO BP
Relazione geotecnica e di calcolo**

GENERAL CONTRACTOR	DIRETTORE DEI LAVORI
Consorzio Cociv Ing. N. Meistro	

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC.	OPERA/DISCIPLINA	PROGR.	REV.
I G 5 1	0 4	E	C V	R O	G N 9 1 B X	0 0 1	A

Progettazione :								
Rev	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Progettista Integratore	Data	IL PROGETTISTA
A00	Emissione	Rocksoil 	25/06/2014	Rocksoil 	27/06/2014	A. Palomba 	30/06/2014	 Consorzio Collegamenti Integrati Veloci Dott. Ing. Aldo Mancarella Ordine Ingegneri Prov. TO n. 6271 R
A01	Modifica lotto costruttivo a seguito 2° A.M. (18.12.2015)	Rocksoil 	20/06/2016	Rocksoil 	21/06/2016	A. Mancarella 	23/06/2016	
A02	Rev. per modifica cartiglio	Rocksoil 	12/01/2017	Rocksoil 	12/01/2017	A. Mancarella 	12/01/2017	

n. Elab.:	File: IG51-04-E-CV-RO-GN91-BX-001-A02
-----------	---------------------------------------

<p>GENERAL CONTRACTOR</p>  <p>Consorzio Collegamenti Integrati Veloci</p>	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p>  <p>ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	
	<p>IG51-04-E-CV-RO-GN91-BX-001-A02</p>	<p>Foglio 3 di 78</p>

INDICE

INDICE.....		3
1. INTRODUZIONE.....		5
2. NORMATIVE E RACCOMANDAZIONI.....		6
3. MATERIALI IMPIEGATI.....		9
3.1. Gallerie naturali.....		9
4. DESCRIZIONE DEI METODI DI CALCOLO UTILIZZATI.....		12
4.1. Metodo delle curve caratteristiche.....		12
4.1.1. Aspetti generali.....		12
4.1.2. Consolidamento del fronte di scavo.....		15
4.1.3. Consolidamento al contorno (metodo "transfer-matrix").....		16
4.2. Analisi numeriche bidimensionali: PLAXIS 2D.....		17
4.3. Analisi stabilità del fronte in gallerie superficiali.....		21
5. INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOTECNICO.....		24
5.1. Inquadramento Geologico – Geomorfologico.....		25
5.1.1. Condizioni geologiche attese in corrispondenza dell'opera.....		27
5.2. Inquadramento Idrogeologico.....		28
5.2.1. Considerazioni generali.....		28
5.2.2. Complessi idrogeologici.....		28
5.2.3. Condizioni idrogeologiche attese in corrispondenza dell'opera.....		30
5.3. Inquadramento Geotecnico.....		30
5.3.1. Parametri ed ipotesi di calcolo.....		31
6. INQUADRAMENTO DELLE OPERE E DEGLI INTERVENTI.....		33
7. PREVISIONI SUL COMPORTAMENTO DEGLI AMMASSI ALLO SCAVO (FASE DI DIAGNOSI).....		36
7.1. Calcolo e determinazione delle categorie di comportamento allo scavo.....		38
7.1.1. Stabilità del fronte di scavo.....		38
7.1.2. Metodo delle Linee Caratteristiche.....		42
7.1.3. Considerazioni conclusive.....		44
8. DESCRIZIONE DELLE SEZIONI TIPO (FASE DI TERAPIA).....		45
8.1. Tipologie di intervento in fase costruttiva.....		45
8.2. Sezioni tipo di avanzamento.....		47
9. INDIVIDUAZIONE DELLE SEZIONI DI CALCOLO E ANALISI DELLE SEZIONI TIPO DI SCAVO.....		49
9.1. Premessa.....		49

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 
	<p>IG51-04-E-CV-RO-GN91-BX-001-A02</p> <p style="text-align: right;">Foglio 4 di 78</p>

9.2.	Verifiche di stabilità del fronte con metodi analitici	49
9.3.	Verifiche con il metodo delle curve caratteristiche.....	51
9.4.	Modelli numerici di calcolo: Ipotesi di base.....	53
9.4.1.	Modellazione degli elementi geotecnici e strutturali.....	54
9.4.2.	Taratura modelli di calcolo	56
9.5.	Modello 1: Sezione “areazione fumi” Copertura 400m	57
9.5.1.	Rivestimenti di prima fase e fasi di calcolo	60
9.1.	Modello 2: Sezione “pedonale” Copertura 400m	61
9.1.1.	Rivestimenti di prima fase e fasi di calcolo	64
10.	RISULTATI ANALISI NUMERICHE E VERIFICHE.....	66
10.1.	Rivestimenti di prima fase.....	66
10.2.	Verifiche Rivestimento definitivo in Calcestruzzo Armato.....	67
10.3.	Modello 1: Sezione “areazione fumi” Copertura 400m	69
10.3.1.	Analisi deformativa	69
10.3.2.	Analisi Tensionale.....	71
10.4.	Modello 2: Sezione “pedonale” Copertura 400m	73
10.4.1.	Analisi deformativa	73
10.4.2.	Analisi Tensionale.....	75
11.	CONCLUSIONI	77
12.	ALLEGATI DI CALCOLO	78

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 
	<p>IG51-04-E-CV-RO-GN91-BX-001-A02</p> <p style="text-align: right;">Foglio 5 di 78</p>

1. INTRODUZIONE

Oggetto della presente relazione sono le analisi delle principali problematiche legate allo scavo e la conseguente descrizione delle scelte progettuali effettuate per la definizione delle sezioni tipo d'avanzamento per la realizzazione dei by-pass presenti nel tratto della galleria di Valico in corrispondenza dell'area sicura Val Lemme che consentono il collegamento tra la galleria di Valico lato binario pari con il corrispettivo cunicolo di sfollamento.

Il tratto della galleria in questione si svilupperà dalla pk 16+990 (B.P) circa alla pk 17+690 (B.P) circa. La galleria di Valico lato B.P. sarà collegata al corrispettivo cunicolo di sfollamento mediante 15 by-pass a sezione variabile in funzione della loro destinazione d'uso. In particolare sono stati definiti by-pass di tipo "pedonale", di tipo "antincendio e drenaggio" e di tipo "areazione fumi". Mentre i by-pass di tipo "pedonale", di minori dimensioni, presentano una sezione con proprie caratteristiche geometriche e costruttive, i by-pass di tipo "antincendio e drenaggio" e "areazione fumi" presentano le stesse caratteristiche tecniche; pertanto l'analisi è stata condotta per le due sezioni tipologiche presenti.

Per quanto riguarda il presente documento nel seguito saranno presentati i calcoli per la valutazione del comportamento dell'ammasso allo scavo sia con l'utilizzo dei metodi analitici sia con la determinazione delle linee caratteristiche. Sulla base dei risultati ottenuti si provvederà a stabilire il tipo di intervento da eseguire per garantire la stabilità del cavo. In particolare sono state previste tre tipologie di interventi a seconda del grado di fatturazione in cui si troverà l'ammasso e delle coperture presenti.

Nella parte finale della relazione saranno riportati i risultati delle analisi numeriche condotte per le sezioni più significative ai fini della verifica dei prriverstimenti e dei rivestimenti. I modelli di calcolo sono stati tarati a partire dai risultati ottenuti dalle analisi con le linee caratteristiche.

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 	
	<p>IG51-04-E-CV-RO-GN91-BX-001-A02</p>	<p>Foglio 6 di 78</p>

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.

- 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

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG51-04-E-CV-RO-GN91-BX-001-A02
	Foglio 7 di 78

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

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

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 	
	IG51-04-E-CV-RO-GN91-BX-001-A02 <table border="1" data-bbox="1420 235 1546 288"> <tr> <td>Foglio 8 di 78</td> </tr> </table>	Foglio 8 di 78
Foglio 8 di 78		

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  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG51-04-E-CV-RO-GN91-BX-001-A02 Foglio 9 di 78

3. MATERIALI IMPIEGATI

3.1. Gallerie naturali

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	S275
Acciaio per armatura e rete elettrosaldata:	B450 C
Acciaio bulloni ad ancoraggio continuo	B450 C
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 ≥ 100 N/mm - Resistenza alla giunzione ≥ 10.5 MPa - Stabilità al calore = 70°C - Flessibilità a freddo = -30°C - Resistenza alle soluzioni acide alcaline = $\pm 20\%$ max allungamento - Comportamento al fuoco B2 - Resistenza alla pressione dell'acqua a 1 MPa per 10 ore : impermeabile

Tubi in VTR (caratteristiche del composito)	<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 ≥ 8MPa - Perforazione eseguita a secco
Miscele cementizie per cementazione a bassa pressione	Cemento 42.5R <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
Iniezioni di guaina	Cemento R32.5 – R42.5 <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 $\geq 95\%$ - Viscosità Marsh (ugello 4.7 mm) 30-35 sec.
Iniezione di consolidamento	Cemento R42.5 <ul style="list-style-type: none"> - Cemento a finezza di macinazione non inferiore a 4500 cm/g Blaine - Rapporto a/c $\approx 0.4-0.7$ - Bentonite <2 % - Additivo fluidificante (Flowcable o simili) ≈ 4 % di peso del cemento - Viscosità Marsh (ugello 4.7 mm) 35-45 sec. - Densità ≈ 1.8 t/m³ - Rendimento volumetrico > 95%

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	
	IG51-04-E-CV-RO-GN91-BX-001-A02	Foglio 11 di 78

Parametri minimi del terreno consolidato	<ul style="list-style-type: none"> - Resistenza a compressione 48h > 1.0 MPa - Resistenza a compressione 7gg > 1.5 MPa - R.Q.D. 48h > 50% - R.Q.D. 7gg > 70%
--	--

Rivestimenti definitivi

Acciaio per armatura:	B450 C
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 ≥ 15 MPa, Tipo CEM I-V

Per le sezioni non armate la classe di esposizione del calcestruzzo è XC0.

Valori di verifica

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	$\sigma_{amm} = 190 \text{ MPa}$
Acciaio tubi S355	$\sigma_{amm} = 240 \text{ MPa}$
Acciaio B450 C	$\sigma_{amm} = 160 \text{ MPa (*)}$
Calcestruzzo proiettato $f_{cm} \geq 25 \text{ Mpa}$	$\sigma_{amm} = 25/1.3 = 19.2 \text{ MPa(**)}$
Calcestruzzo proiettato $f_{cm} \geq 30 \text{ Mpa}$	$\sigma_{amm} = 30/1.3 = 23.1 \text{ MPa(**)}$
Calcestruzzo strutturale armato Rck 30 Mpa	$\sigma_{amm} = 9.75 \text{ Mpa}$ $\tau_{c0} = 0.60 \text{ Mpa}$ $\tau_{c1} = 1.80 \text{ Mpa}$
Calcestruzzo strutturale non armato Rck 30 Mpa	$\sigma_{amm} = 7.5 \text{ Mpa}$ $\tau_{c0} = 0.60 \text{ Mpa}$

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

(**) Le verifiche tengono conto delle diverse fasi di maturazione dello spritz beton

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG51-04-E-CV-RO-GN91-BX-001-A02
	Foglio 12 di 78

4. DESCRIZIONE DEI METODI DI CALCOLO UTILIZZATI

I metodi di calcolo utilizzati per la verifica delle sezioni tipo delle gallerie naturali sono i seguenti:

- 1) Metodo delle curve caratteristiche;
- 2) Metodi numerici agli elementi finiti;
- 3) Analisi di stabilità del fronte (metodi numerici in forma chiusa)

Nei paragrafi successivi della presente relazione verranno spiegate le ipotesi principali su cui si basano i metodi sopra elencati.

I software di calcolo utilizzati per la progettazione della galleria oggetto della presente relazione sono i seguenti:

- **GV4-rev1/2003**: “Metodo convergenza-confinamento e similari” – Sial.Tec-Engineering-Bergamo
- **PLAXIS ver.2011**: Programma ad elementi finiti – *Delft University of Technology & Plaxis bv.*

4.1. Metodo delle curve caratteristiche

4.1.1. Aspetti generali

Le curve caratteristiche consistono nel simulare lo scavo di una galleria nell'ipotesi di simmetria assiale e di stato di deformazione piana.

Per curve caratteristiche di una cavità si intendono delle curve che legano le pressioni di contenimento, esercitate in senso radiale sul bordo della galleria dalle opere di stabilizzazione e di rivestimento, agli spostamenti radiali al suo contorno (convergenze).

Lo scavo è rappresentato come una graduale riduzione di una pressione fittizia “p” applicata alle pareti della galleria, tramite cui si simula il progressivo deconfinamento della roccia prodotto dall'avvicinarsi del fronte di scavo alla sezione di calcolo e al successivo avanzamento del fronte stesso, cui corrisponde una convergenza radiale “u” crescente in funzione delle caratteristiche dell'ammasso.

Esse possono quindi essere utilizzate, oltre che per valutare il comportamento dell'ammasso allo scavo, anche per determinare lo stato di sollecitazione sui diversi interventi costituenti la galleria, mediante la sovrapposizione degli effetti delle curve caratteristiche della cavità e dei singoli interventi che la costituiscono.

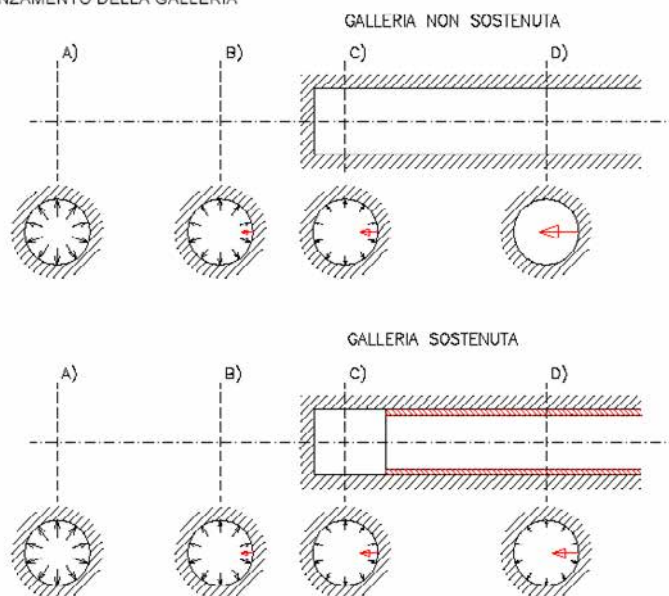
Per ogni galleria è possibile costruire due curve caratteristiche principali:

- quella valida presso il fronte di scavo, detta curva caratteristica del fronte, che tiene conto dell'effetto tridimensionale delle tensioni vicino ad esso e che permette di risalire, mediante considerazioni sulla resistenza del nucleo, all'entità della convergenza già subita dalla galleria nella sezione in corrispondenza al fronte di scavo,

- quella valida per qualsiasi sezione sufficientemente lontana dal fronte, detta curva caratteristica della cavità, per la quale lo stato di tensione può considerarsi piano.

In generale, ove la curva caratteristica non intersechi in un valore finito l'asse delle deformazioni radiali, la galleria risulta instabile senza adeguati interventi di stabilizzazione.

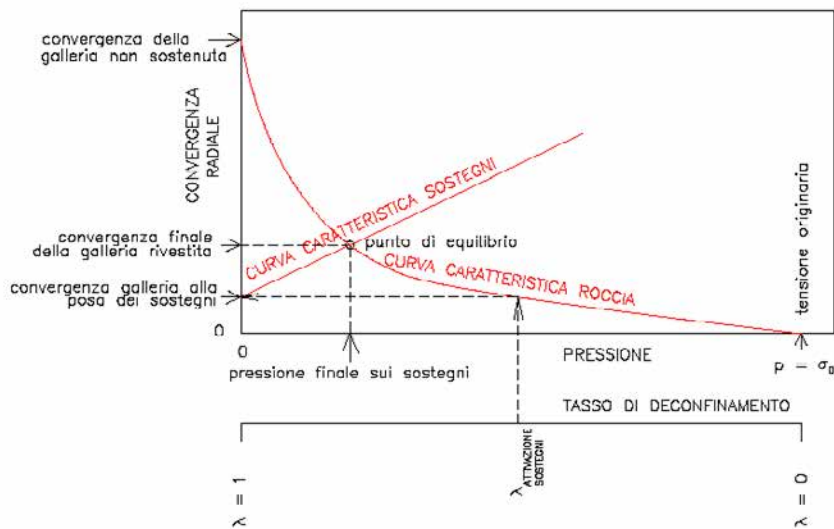
FIGURA 11. PROGRESSIVO DECONFINAMENTO DEL BORDO DI SCAVO PER SIMULARE L'AVANZAMENTO DELLA GALLERIA



Se la galleria è scavata in assenza di sostegni, il valore finale della pressione di confinamento è pari a 0; in caso contrario allo stato finale è presente una pressione di confinamento > 0 che rappresenta la pressione di equilibrio del cavo ottenuta dall'intersezione della curva caratteristica della cavità e dei rivestimenti impiegati. Quest'ultima curva, a sua volta, dipende dalle proprietà dei materiali impiegati e dalle deformazioni subite dall'ammasso prima della posa in opera dei sostegni provvisori e quindi, in ultima analisi, è legata al comportamento del fronte di scavo e al tipo di interventi previsti in avanzamento.

Mediante la sovrapposizione degli effetti delle curve "caratteristiche" della galleria, dei sostegni provvisori e definitivi e del fronte è possibile ridurre il problema tridimensionale in prossimità del fronte di scavo ad un problema bidimensionale; l'intersezione delle varie curve permette di determinare graficamente il comportamento della galleria allo scavo.

FIGURA 12. CURVE CARATTERISTICHE



La **curva caratteristica del rivestimento**, o curva di confinamento, è individuata dalla rigidità della struttura K_{st} e dallo spostamento radiale u_{d0} che si è già generato nell'intorno del cavo prima dell'installazione del supporto, messo in opera a distanza d_0 dal fronte di avanzamento della galleria.

Il valore della convergenza alla distanza di posa in opera del rivestimento, u_{d0} , viene determinato simulando l'effetto di deconfinamento dovuto allo scavo e all'allontanamento del fronte per mezzo di una pressione fittizia applicata alla parete della galleria. Tale pressione, inizialmente pari allo stato di sforzo originario, viene ridotta fino ad un valore P^* definito da un tasso di rilascio λ :

$$P^* = (1 - \lambda) \cdot \sigma_0$$

In tutti i casi è necessario valutare lo spostamento al fronte "uf" per risalire allo spostamento radiale alla distanza d_0 .

Tracciando la **curva caratteristica del fronte**, non solo si ricava il valore "uf", tenendo conto del tipo di preconsolidamento eventualmente effettuato in avanzamento dal fronte stesso, ma è anche possibile individuare a priori il comportamento della galleria, distinguendo tra fronte stabile (A), stabile a breve termine (B) ed instabile (C), secondo la classificazione A.De.Co.Rs già presentata nei paragrafi precedenti.

Noto lo spostamento al fronte e determinato l'andamento della curva di convergenza longitudinale della galleria tramite la funzione che fornisce il tasso di deconfinamento λ , si calcola il valore della convergenza radiale già subita dal cavo, prima della posa in opera del rivestimento; la curva di confinamento risulta a questo punto completamente definita.

La condizione di equilibrio, individuata dallo spostamento radiale u_{re} o dalla pressione radiale $P = P_e$, è determinata dall'intersezione della curva caratteristica del terreno e di quella del rivestimento. Tale

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 
	IG51-04-E-CV-RO-GN91-BX-001-A02 Foglio 15 di 78

condizione risulta verificata se la pressione di equilibrio è inferiore alla resistenza massima propria del rivestimento.

In virtù dei sistemi di avanzamento proposti, volti a conservare le caratteristiche meccaniche del terreno indisturbato, limitando al minimo il rimaneggiamento e l'alterazione dello stesso conseguente alle operazioni di scavo, diviene estremamente importante sapere quanto il terreno è effettivamente in grado di incassare nelle sue condizioni naturali e indisturbate, prima di giungere alla rottura. La conoscenza delle caratteristiche di resistenza al taglio del terreno nelle sue condizioni naturali è indispensabile per determinare con discreta accuratezza il contributo al contenimento del cavo che i vari interventi adottati saranno in grado di fornire.

Il discorso così impostato sulla sensibilità del terreno dovrà essere poi allargato per mettere in conto anche l'eterogeneità strutturale dell'ammasso, che in rapporto alle coperture in gioco, è determinante nella parametrizzazione geotecnica dell'ammasso. Non essendo realmente praticabile l'ipotesi di una perfetta conoscenza delle condizioni del terreno ad ogni avanzamento sarà necessario individuare, anche facendo ipotesi di lavoro sulla base di esperienze maturate in casi analoghi, condizioni geotecniche standard in base alle quali svolgere i calcoli.

Si precisa inoltre che i calcoli svolti fanno riferimento a condizioni puramente statiche, considerando il consolidamento del fronte come un irrigidimento del nucleo e non come uno strumento di stabilizzazione del paramento, che pertanto rimane pur sempre una fonte di pericolo da tenere costantemente sotto controllo, evitando che le maestranze permangano entro il suo raggio di azione in particolare durante le operazioni di scavo.

Infatti quando il fronte è assoggettato all'opera di demolizione mediante utensili quali la sega dentata del pretaglio, il ripper, ecc. si vanno a modificare le condizioni iniziali, che quindi in tale contesto perdono la loro validità anche a prescindere dalla stabilità dimostrata dal fronte prima della sua demolizione.

4.1.2. Consolidamento del fronte di scavo

Nel caso di presenza di trattamenti di rinforzo del fronte (VTR, Jet-grouting ecc.) posti in opera in avanzamento, il loro effetto stabilizzante può utilmente essere tenuto in conto incrementando la resistenza coesiva dell'ammasso.

Infatti la chiodatura esercita un'azione di contenimento passivo del fronte, rappresentabile, nel caso di impiego di elementi strutturali in VTR, da una tensione di confinamento σ_3^{VTR} fittizia, funzione dei parametri tecnici del trattamento secondo le equazioni:

$$\sigma_3^{VTR}_A = \frac{\tau_A \cdot L_A \cdot 2p_A}{A_i}$$

$$\sigma_3^{VTR}_B = \frac{\sigma_T \cdot A_T}{A_i}$$

$$\sigma_3^{VTR} = \text{minimo} (\sigma_3^{VTR}_A, \sigma_3^{VTR}_B)$$

dove:

τ_a = tensione di aderenza ammasso-fondazione

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG51-04-E-CV-RO-GN91-BX-001-A02 Foglio 16 di 78

L_A = semi-lunghezza dell'elemento di rinforzo (si assume che mezzo elemento costituisca la fondazione)

$2p_A$ = perimetro della sezione reagente a sfilamento

σ_t = resistenza a trazione dell'elemento di rinforzo

A_i = area di influenza di un elemento strutturale

A_t = sezione dell'elemento resistente a trazione

L'effetto di σ_3^{VTR} può essere considerato come incremento di coesione dell'ammasso:

$$\Delta\sigma_C^{Fronte} = \frac{\sigma_3^{VTR}}{2} * \sqrt{K_p}$$

Se il fronte di scavo è rinforzato con trattamenti colonnari in jet-grouting, allora i parametri di coesione sono migliorati specificando un incremento della coesione di picco pari alla differenza tra la coesione dell'ammasso non trattato e quella dell'ammasso trattato; quest'ultima è valutata come media pesata della coesione originaria del terreno e di quella del trattamento:

$$\Delta C = c_{ammasso\ trattato} - c_{ammasso} = \frac{c_{jet} \cdot A_{jet} + c_{ammasso} \cdot A_{ammasso}}{A_{tot}} - c_{ammasso}$$

dove:

c_{jet} = coesione dei trattamenti colonnari in jet grouting

$c_{ammasso}$ = coesione dell'ammasso senza trattamenti

A_{jet} , $A_{ammasso}$, A_{tot} = sono le aree, rispettivamente, dei trattamenti colonnari, della sezione di scavo al netto dei trattamenti e della sezione di scavo.

4.1.3. Consolidamento al contorno (metodo "transfer-matrix")

In particolare, per tenere in conto sia la caduta di resistenza graduale della roccia sia la presenza dei consolidamenti al contorno previsti per i materiali più scadenti, le analisi di terapia sono state effettuate con una tecnica di soluzione semi-analitica chiamata metodo "transfer-matrix", implementato nel programma GV4.

Questa procedura si basa sull'osservazione che in generale, per piccoli incrementi di tensione e deformazione, le equazioni costitutive in stato di deformazione piana in un generico punto della roccia possono essere linearizzate esprimendole in forma incrementale:

$$\Delta\sigma_r = D_{11}^{ep} \Delta\varepsilon_r + D_{12}^{ep} \Delta\varepsilon_\theta$$

$$\Delta\sigma_\theta = D_{21}^{ep} \Delta\varepsilon_r + D_{22}^{ep} \Delta\varepsilon_\theta$$

dove $\Delta\sigma_r$, $\Delta\sigma_\theta$, $\Delta\varepsilon_r$ e $\Delta\varepsilon_\theta$ rappresentano le variazioni di tensione e le corrispettive variazioni di deformazione, mentre i coefficienti D_{ij}^{ep} rappresentano gli elementi della matrice di rigidità elastoplastica \mathbf{D}^{ep} che può variare da punto a punto della roccia essendo funzione della storia tensio-deformativa.

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 
	IG51-04-E-CV-RO-GN91-BX-001-A02 Foglio 17 di 78

Il programma discretizza la roccia attorno alla galleria in una sequenza di N anelli concentrici di raggio r_i , sufficientemente sottili da poter considerare D^{ep} costante all'interno di ognuno di essi.

In questo modo, in corrispondenza di una variazione Δp della pressione sul bordo dello scavo, sufficientemente piccola da consentire la linearizzazione delle equazioni costitutive incrementali, è possibile scrivere una coppia di equazioni costitutive $\Delta u-r$ e $\Delta \sigma-r$ per ognuno degli N anelli tramite delle costanti di integrazione. Imponendo la continuità dello spostamento e della tensione radiale sul confine comune di ognuna delle coppie adiacenti di anelli, una volta determinate le costanti del primo anello, è possibile ricostruire lo stato tensio-deformativo dell'intera discretizzazione.

Questo metodo permette quindi di definire degli anelli di materiale trattato intorno al cavo definito come un materiale elasto-plastico ideale (privo di caduta di resistenza), ottenendo così una distribuzione di tensioni e spostamenti ed una curva caratteristica della galleria che tengono in conto della disomogeneità radiale del terreno.

4.2. Analisi numeriche bidimensionali: PLAXIS 2D

Le analisi tensio-deformative riportate di seguito sono state condotte per mezzo del codice di calcolo *PLAXIS2D* versione 2011, sviluppato dalla *Delft University of Technology & Plaxis bv*, Olanda, il quale consente di eseguire analisi di stabilità e di deformazione per applicazioni geotecniche in condizioni di deformazioni piane e condizioni assialsimmetriche.

Il problema in stato di deformazione piana viene studiato costruendo un modello agli elementi finiti, specificando le proprietà dei materiali e le condizioni al contorno.

Il modello in stato piano può essere adoperato nel caso in cui la geometria sia riconducibile ad una sezione trasversale (nel piano x,y) che si ripete in modo più o meno uniforme nella direzione ad essa normale. (direzione z) per una lunghezza significativa. In tal senso lo scavo della galleria viene simulato la definizione di una legge di rilassamento del nucleo in grado di simulare il progressivo incremento della deformazione della cavità, con conseguente diminuzione della pressione esercitata sui rivestimenti, attraverso un coefficiente ΣM_{stage} che viene progressivamente incrementato da 0 ad 1.

Il rivestimento di prima fase è stato schematizzato con elementi BEAM, mentre il rivestimento definitivo è simulato con elementi di mesh a cui vengono attribuite le proprietà del calcestruzzo. Per entrambi i rivestimenti si è adottato un modello costitutivo elastico-lineare ed isotropo.

L'interazione tra terreno e struttura può essere simulata per mezzo di elementi interfaccia che consentono di modellare un comportamento intermedio tra un contatto perfettamente liscio ed un contatto perfettamente scabro. La scabrezza dell'interazione è modellata mediante un opportuno valore del fattore di riduzione della resistenza all'interfaccia (R_{inter}). Questo fattore mette in relazione la resistenza all'interfaccia (attrito ed adesione con il muro) con quella del terreno (angolo di resistenza a taglio e coesione).

Il comportamento tensio-deformativo dei terreni può essere modellato per mezzo di vari legami costitutivi:

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 
	IG51-04-E-CV-RO-GN91-BX-001-A02 Foglio 18 di 78

Modello Linear elastic (Elastico lineare): Questo modello rappresenta la legge di Hooke dell'elasticità isotropa lineare. Il modello richiede due parametri di rigidezza elastici, che sono il modulo di Young E , ed il coefficiente di Poisson ν . Il modello elastico lineare è molto limitato nei riguardi della simulazione del comportamento del terreno; è utilizzato principalmente per simulare strutture rigide nel terreno.

Modello Mohr-Coulomb: Questo modello viene utilizzato come una prima approssimazione del comportamento del terreno in generale. Il modello richiede cinque parametri, che sono il modulo di Young E , il coefficiente di Poisson ν , la coesione c , l'angolo di attrito ϕ , e l'angolo di dilatanza ψ .

Modello Jointed Rock model (Roccia fratturata): E' un modello elasto-plastico anisotropo in cui può manifestarsi soltanto plasticizzazione per taglio lungo un limitato numero di direzioni (piani). Questo modello può essere adottato per simulare il comportamento di rocce stratificate o fratturate.

Modello Hardening Soil (Terreno incrudente): E' un modello elastoplastico incrudente che riproduce in condizioni di primo carico triassiale un legame tensioni deformazioni di tipo iperbolico. L'incrudimento è funzione sia delle deformazioni distorsionali plastiche sia delle deformazioni volumetriche plastiche. Il modello è quindi in grado di simulare, tra l'altro, la riduzione irreversibile di volume di un terreno sottoposto a compressione lungo percorsi di carico proporzionali (e.g. carico isotropo, edometrico) a partire da una condizione di normal-consolidazione. Questo modello di 'secondo livello' può essere utilizzato per simulare il comportamento sia di sabbie e di ghiaie sia di terreni più compressibili come argille e limi.

Modello Soft Soil (Terreno compressibile): E' un modello tipo Cam-clay che può essere utilizzato per simulare il comportamento di terreni compressibili quali argille normalmente consolidate e torba. Il modello è particolarmente adatto ad analizzare situazioni nelle quali il terreno è sollecitato lungo percorsi tensionali che lo mantengono in condizioni di normal-consolidazione.

Modello Soft Soil Creep (Creep per terreno compressibile): E' un modello di 'secondo livello' formulato nell'ambito della viscoplasticità. Il modello può essere utilizzato per simulare il comportamento nel tempo di terreni molto compressibili come argille normalconsolidate e torba. Il modello riproduce in condizioni di primo carico edometrico il legame lineare tra deformazioni volumetriche e logaritmo della tensione principale massima.

I parametri del modello in PLAXIS sono intesi a rappresentare la risposta del terreno in termini di tensioni efficaci, e cioè la relazione tra le tensioni e le deformazioni associate allo scheletro solido del terreno. Per consentire di tenere conto, nella risposta del terreno, dell'interazione acqua-scheletro solido, è possibile scegliere tra tre tipi di comportamento:

- **Drained behaviour (Comportamento drenato):** non vengono generate sovrappressioni neutre. Questo è il caso di terreni asciutti ed anche il caso in cui sia possibile un rapido drenaggio per l'elevata permeabilità dei terreni (sabbie) e/o per la bassa velocità di applicazione dei carichi. Questa scelta può anche essere utilizzata per simulare il comportamento del terreno a lungo termine senza la necessità di modellare l'esatta storia delle sollecitazioni in condizioni non drenate e della consolidazione.

- **Undrained behaviour (Comportamento non drenato):** viene utilizzato per simulare la generazione di sovrappressioni neutre in condizioni di flusso idraulico impedito. Tali condizioni

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG51-04-E-CV-RO-GN91-BX-001-A02 Foglio 19 di 78

possono verificarsi per la bassa permeabilità dei terreni (argille) e/o per l'elevata velocità di applicazione dei carichi. Oltre alla rigidità ed alla resistenza dello scheletro solido del terreno, PLAXIS aggiunge un modulo di compressibilità volumetrica per l'acqua e distingue tra tensioni totali, tensioni efficaci e sovrappressioni neutre:

$$\text{Tensioni totali: } \Delta p = K_u \Delta \varepsilon_v$$

$$\text{Tensioni efficaci: } \Delta p' = (1 - B) \Delta p = K' \Delta \varepsilon_v$$

$$\text{Sovrappressioni neutre: } \Delta p_w = B \Delta p = K_w / n \Delta \varepsilon_v$$

dove Δp è un incremento della tensione totale media, $\Delta p'$ è un incremento della tensione efficace media e Δp_w è un incremento della sovrappressione neutra. B è il parametro di Skempton, che mette in relazione l'incremento della tensione totale media con l'incremento delle sovrappressioni neutre. K_u è il modulo di rigidità volumetrica non drenato, K' è il modulo di rigidità volumetrica dello scheletro solido del terreno, K_w è il modulo di rigidità volumetrica del fluido interstiziale, n è la porosità del terreno e $\Delta \varepsilon_v$ è l'incremento della deformazione volumetrica.

Per simulare il comportamento non drenato PLAXIS non usa un valore realistico per il modulo di rigidità volumetrica dell'acqua, in quanto questo potrebbe condurre al cattivo condizionamento della matrice delle rigidità ed a problemi numerici. Infatti, in caso di compressione isotropa, la rigidità del mezzo monofase equivalente è, per default, assunta pari ad un modulo di rigidità volumetrica non drenato:

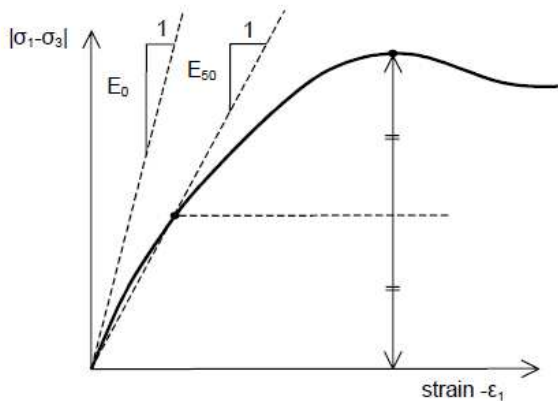
$$K_u = \frac{2G(1+\nu_u)}{3(1-2\nu_u)} \quad \text{dove } G = \frac{E'}{2(1+\nu')} \quad \text{e } \nu_u = 0.495$$

L'acqua interstiziale è quindi considerata leggermente compressibile ed il coefficiente B appena inferiore a 1,0. Quindi, in condizioni di carico isotrope, una piccola percentuale del carico sarà trasferito alle tensioni efficaci, almeno nel caso di piccoli valori del coefficiente di Poisson efficace.

- **Non-porous behaviour (Comportamento non poroso):** non sono considerate né pressioni neutre iniziali né sovrappressioni neutre. Applicazioni possibili di questo caso sono la modellazione del comportamento del calcestruzzo o di elementi strutturali in genere. Il comportamento non poroso viene spesso utilizzato in combinazione con il modello Linear elastic (Elastico-lineare). L'introduzione di un peso dell'unità di volume saturo e della permeabilità non è rilevante per materiali non porosi. Il tipo di materiale non poroso può essere applicato anche alle interfacce.

Il modulo di Young è utilizzato come modulo di rigidità fondamentale dei modelli Elastic e Mohr-Coulomb, ma è possibile anche adottare alcuni moduli di rigidità alternativi. Nella meccanica dei terreni, la pendenza iniziale della curva tensione-deformazione è indicata con E_0 (modulo tangente iniziale) ed il modulo secante al 50% della resistenza è denotato con E_{50} . Per argille fortemente sovraconsolidate e per alcune rocce con un ampio intervallo di carico elastico-lineare, è realistico

utilizzare E_0 , invece per sabbie ed argille pressocché normalconsolidate, soggette a carico, è più appropriato utilizzare E_{50} .



Per i terreni, sia il modulo tangente iniziale che il modulo secante tendono ad aumentare con la tensione media efficace. Quindi, gli strati profondi di terreno tendono ad avere una rigidezza maggiore degli strati superficiali. Inoltre, la rigidezza osservata dipende dal percorso di sollecitazione seguito. La rigidezza è molto più alta per la fase di scarico e di ricarica piuttosto che per la fase di primo carico. Inoltre la rigidezza del terreno osservata in termini di modulo di Young è generalmente più bassa per compressione in condizioni drenate piuttosto che per taglio. Quindi, se si utilizza un modulo di rigidezza costante per rappresentare il comportamento del terreno sarebbe opportuno scegliere un valore che sia coerente con il livello tensionale e con il percorso di sollecitazione atteso. La dipendenza del comportamento dei terreni dal livello tensionale è portata in conto dal software. Per il modello Mohr-Coulomb, è possibile prevedere una rigidezza che aumenta con la profondità.

Le tensioni iniziali in un ammasso di terreno sono determinate dal peso del materiale e dalla storia della sua formazione. Questo stato tensionale è di solito caratterizzato da una tensione verticale efficace iniziale $\sigma'_{v,0}$. La tensione efficace orizzontale iniziale $\sigma'_{h,0}$ è legata alla tensione efficace verticale iniziale attraverso il coefficiente di spinta a riposo, K_0 ($\sigma'_{h,0} = K_0 \sigma'_{v,0}$). In PLAXIS le tensioni iniziali possono essere generate specificando K_0 oppure utilizzando la procedura Gravity loading (Generazione delle tensioni iniziali per incremento della gravità).

Per il tipo di calcolo da adottare in una fase viene fatta una distinzione fra tre tipi fondamentali:

- **Plastic calculation (Calcolo plastico):** utilizzato per eseguire un'analisi di deformazione elastoplastica in cui non sia necessario prendere in considerazione la dissipazione delle sovrappressioni neutre nel tempo. La matrice di rigidezza in un calcolo plastico normale è riferita alla geometria indeformata originaria. Questo tipo di calcolo è appropriato nella maggior parte delle applicazioni pratiche di tipo geotecnico.
- **Consolidation analysis (Analisi di consolidazione):** Quando è necessario analizzare l'evoluzione o la dissipazione delle sovrappressioni neutre nel tempo in terreni saturi di tipo argilloso, si deve effettuare un'analisi di consolidazione. PLAXIS consente di effettuare analisi di

consolidazione elasto-plastiche. In generale, un'analisi di consolidazione senza ulteriori sollecitazioni viene eseguita dopo un calcolo plastico non drenato.

- **Phi-c reduction (Analisi di stabilità per riduzione dei parametri di resistenza):** Un'analisi di stabilità in PLAXIS può essere eseguita riducendo i parametri di resistenza del terreno; tale processo è denominato Phi-c reduction.

4.3. Analisi stabilità del fronte in gallerie superficiali

Metodo di Tamez & Cornejo (1985)

La valutazione della stabilità del fronte di scavo può essere condotta mediante l'impiego di metodi analitici semplificati all'equilibrio limite. In particolare si fa riferimento alle teorie di Tamez e Cornejo che 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.

Si riporta nel seguito una breve sintesi di riepilogo del metodo adottato.

Il metodo dell'equilibrio limite proposto da Tamez tiene conto della riduzione dello stato di confinamento triassiale del nucleo di terreno oltre il fronte per mezzo di un meccanismo di rottura del tipo effetto volta, con il quale il volume di terreno gravante sulla corona della galleria è definito da un paraboloide, approssimato mediante tre solidi prismatici, come illustrato nelle figure seguenti.

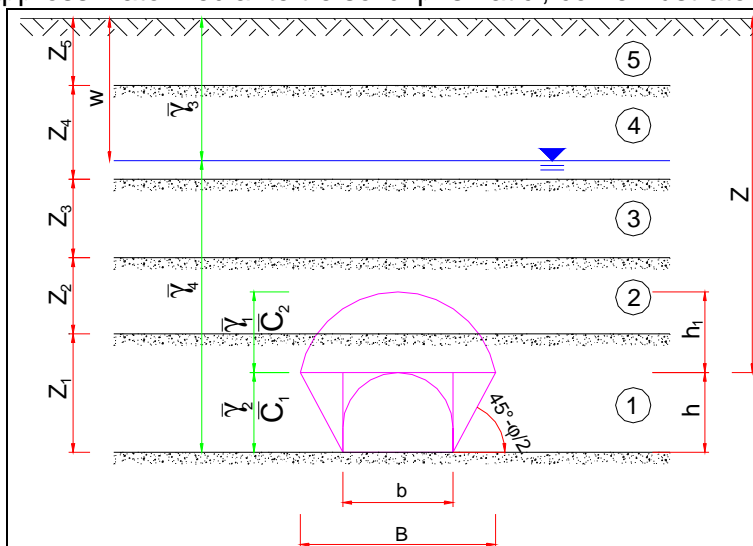


Figura 1– Schema proposto da Tamez.

In questo modo si determinano le massime tensioni tangenziali che si possono sviluppare sulle facce di ogni prisma senza che avvengano scorrimenti (forze resistenti) e le forze di massa di ogni prisma (forze agenti). Il rapporto tra i momenti delle forze resistenti e delle forze agenti fornisce un coefficiente di sicurezza, denominato FSF (face security factor).

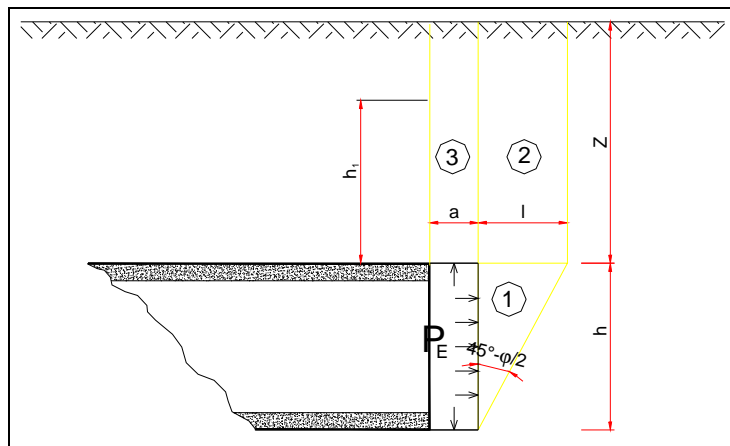


Figura 2– Schema proposto da Tamez.

Anche per le analisi con il metodo dell'equilibrio limite è possibile tener conto di eventuali interventi di preconsolidamento del fronte mediante attraverso un incremento di coesione seguendo un approccio del tutto analogo a quanto illustrato per le linee caratteristiche.

Metodo di Broms e Bennermark (1967)

Un secondo metodo per valutare la stabilità del fronte è basato sulla definizione del rapporto di stabilità definito da Broms e Bennermark (1967) nella seguente maniera:

$$N = \frac{\sigma_s + \gamma z - \sigma_T}{c_u}$$

dove:

- γ = peso dell'unità di volume del terreno
- z = profondità dell'asse della galleria
- σ_s = sovraccarico eventualmente presente in superficie
- σ_T = eventuale pressione di sostegno applicata al fronte
- c_u = resistenza al taglio, in condizioni non drenate, alla profondità della galleria.

Sulla base di prove di estrusione eseguite in laboratorio e d'osservazioni in sito, Broms e Bennermark (1967) hanno concluso che il valore del rapporto di stabilità critico N_c perché si manifesti il collasso è pari a circa 6. A conclusioni simili giunse Peck (1969).

Il rapporto di stabilità definito da Broms e Bennermark può ovviamente essere visto come un coefficiente di sicurezza, ma tenendo tuttavia in conto che un valore del rapporto di stabilità più elevato corrisponde ad un coefficiente di sicurezza più basso e pertanto il margine di sicurezza non è facilmente definibile.

La seguente tabella fornisce una indicazione della relazione fra il numero di stabilità e le deformazioni attese (P.B. Attewell in Geddes, 1978).

N	Deformazioni
< 1	Trascurabili
1 – 2	Elastiche
2 – 4	Elasto-plastiche
4-6	Plastiche
> 6	Collasso

Tabella 4-1. Relazione tra il numero di stabilità e le deformazioni attese

Metodo del tasso di deconfinamento critico λ_E (Panet, 1990)

Il metodo convergenza-confinamento proposto da Panet permette di analizzare l'interazione fra l'ammasso roccioso ed il sostegno in funzione dell'avanzamento del fronte di scavo.

La sua applicazione agli ammassi rocciosi a debole resistenza suppone la definizione di un mezzo continuo equivalente al quale attribuire un comportamento elastoplastico rammollente. In questi ammassi, lo scavo di una galleria situata a profondità tali da sviluppare la resistenza massima (gallerie profonde $H > 2D$), provoca elevate convergenze legate alla formazione di una zona decompressa attorno al cavo.

Sotto queste ipotesi, il criterio di Panet consente di verificare le condizioni di stabilità del cavo in funzione del valore critico del tasso di deconfinamento (λ_e) del materiale (valore cui si manifestano le prime plasticizzazioni). Tale indice, in relazione al criterio di rottura di Mohr-Coulomb, è funzione del coefficiente di spinta passiva K_p e del fattore di stabilità N secondo l'equazione:

$$\lambda_e = \frac{1}{K_p + 1} \left[K_p - 1 + \frac{2}{N} \right]$$

dove $N = \frac{2\sigma_z}{\sigma_c}$

Nel caso di una galleria priva di rivestimento, se $N < 1$, non si raggiunge mai la resistenza massima dell'ammasso roccioso. Raggiunto il limite di rottura ($N > 1$) l'autore suggerisce i seguenti valori limite del tasso di deconfinamento, ai quali corrispondono determinate condizioni di stabilità del fronte:

- se $0,6 < \lambda_e < 1$ il fronte di scavo è stabile; le pressioni raggiungono il valore massimo di resistenza dell'ammasso a tergo del fronte;
- se $0,3 < \lambda_e < 0,6$ il fronte di scavo è stabile a breve termine; al fronte di scavo le pressioni raggiungono il valore di resistenza massima prima in vicinanza del bordo poi verso il nucleo;
- se $\lambda_e < 0,3$ il fronte di scavo instabile; il fronte di scavo è in condizioni di instabilità per cui necessita di interventi preventivi di consolidamento.

<p>GENERAL CONTRACTOR</p>  <p>Consorzio Collegamenti Integrati Veloci</p>	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p>  <p>ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>
	<p>IG51-04-E-CV-RO-GN91-BX-001-A02</p> <p>Foglio 24 di 78</p>

5. INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOTECNICO

L'opera in oggetto rientra nella realizzazione della tratta A.V./A.C. del terzo valico dei Giovi ed in particolare nella realizzazione dei by-pass di collegamento tra il cunicolo di sfollamento dell'Area Sicura Val Lemme e la galleria di Valico (lato B.P.) – tratta GN91B. L'opera prevede la realizzazione di 15 by-pass di collegamento con interasse di circa 50 m.

È stata prevista una sagoma interna dei by-pass variabile in funzione della destinazione d'uso degli stessi.

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 
	IG51-04-E-CV-RO-GN91-BX-001-A02 Foglio 25 di 78

5.1. Inquadramento Geologico – Geomorfologico

L'area di studio si colloca nella zona di giustapposizione tra i domini orogenici alpino e appenninico, nota in letteratura come "nodo collisionale ligure" (Laubscher et al., 1992); questo settore ad elevata complessità strutturale è stato recentemente oggetto di una revisione cartografica con la realizzazione del foglio CARG n° 213-230 "Genova" alla scala 1:50.000 (Capponi et al., 2009).

Nell'area del Foglio Genova è possibile distinguere, da W verso E, tre settori caratterizzati dall'associazione di unità di crosta oceanica e di mantello, unità di margine continentale e unità costituite da flysch (Figura 3):

- le **unità tettonometamorfiche Voltri e Palmaro-Caffarella** ("*Gruppo di Voltri*" *auct.*): sono costituite dalle associazioni pre-cenomaniane di ofioliti e metasedimenti carbonatici del dominio oceanico ligure-piemontese. I litotipi dell'Unità Voltri hanno registrato un picco metamorfico eclogitico mentre la riequilibratura metamorfica delle rocce dell'Unità Palmaro-Caffarella è limitata alla facies scisti-blu (Federico et al. 2004). La distinzione sicura tra i litotipi delle due unità è in genere possibile solo a scala microscopica, in base ai caratteri mineralogico-petrografici.
- la **Zona Sestri-Voltaggio** *auct.* (ZSV): è costituita da tre unità tettonometamorfiche, di cui due ofiolitiche (Cravasco-Voltaggio e Figogna) e una di margine continentale (Gazzo-Isoverde). Il livello del metamorfismo è progressivamente decrescente passando dalle unità Cravasco-Voltaggio e Gazzo-Isoverde (facies scisti blu) all'Unità Figogna (facies pumpellyite-actinolite).
- Il **dominio dei Flysch Appenninici**: è rappresentato dalle quattro unità tettoniche Mignanego, Montanesi, Ronco e Antola, sovrapposte con vergenza europea. Procedendo verso est, il grado metamorfico decresce da basso a bassissimo nelle prime tre unità fino ad arrivare a condizioni di diagenesi per l'Unità Antola.

A est, la Zona Sestri-Voltaggio è in contatto con le unità tettoniche di basso grado che compongono il dominio dei Flysch Appenninici. A ovest, essa è invece in contatto con le unità tettonometamorfiche Voltri e Palmaro-Caffarella, lungo una discontinuità regionale con direzione N-S, nota in bibliografia come *Linea Sestri-Voltaggio*; questo lineamento strutturale è classicamente ritenuto il limite fisico tra la catena alpina e quella appenninica, anche se le interpretazioni sulla sua natura sono spesso state tra loro discordanti: faglia trascorrente (Elter & Pertusati, 1973), sovrascorrimento (Cortesogno & Haccard, 1984) o faglia estensionale (Hoogerduijn Strating, 1994). Attualmente la ZSV è ritenuta un canale di concentrazione preferenziale della deformazione tettonica che, lungo di essa, si è ripetutamente scaricata in momenti diversi della storia evolutiva della catena e in regimi tettonici corrispondenti a livelli strutturali differenti (Capponi et al. 2009).

SCHEMA TETTONICO



- 1** DEPOSITI TARDO- E POST-OROGENICI
Successione del Bacino Terziario Piemontese, depositi pioceni e quaternari
- 2** UNITÀ TETTONICA ANTOLA
Unità costituita da flysch, non metamorfica
- 3** UNITÀ TETTONICA RONCO
Unità costituita da flysch, a metamorfismo di anchizona
- 4** UNITÀ TETTONICA MONTANESI
Unità costituita da flysch, a metamorfismo di anchizona
- 5** UNITÀ TETTONICA MIGNANEGO
Unità costituita da flysch, a metamorfismo di anchizona
- 6** UNITÀ TETTONOMETAMORFICA FIGOGNA
Unità di crosta oceanica, a metamorfismo in facies pumpellyite-actinolite
- 7** UNITÀ TETTONOMETAMORFICA CRAVASCO - VOLTAGGIO
Unità di crosta oceanica, a metamorfismo in facies Scisti Blu (talite, clorite, Na-anfibolo, Na-piroseno, lawsonite, pumpellyite, epidoto), con retrocessione moderata
- 8** UNITÀ TETTONOMETAMORFICA GAZZO - ISOVERDE
Unità di margine continentale, a sovrapposizione metamorfica di alta pressione
- 9** UNITÀ TETTONOMETAMORFICA PALMARO - CAFFARELLA
Unità di crosta oceanica, a metamorfismo in facies Scisti Blu (giadelle, Na-anfibolo, lawsonite), con retrocessione in facies Scisti Verdi più o meno pervasiva
- 10** UNITÀ TETTONOMETAMORFICA VOLTRI
Unità di crosta oceanica e di mantello, a metamorfismo in facies Scisti Blu con eclogiti e riequilibratura in facies Scisti Verdi spesso pervasiva
- 11** UNITÀ TETTONOMETAMORFICA ANGASSINO - TERMA
Unità di margine continentale, a sovrapposizione metamorfica di alta pressione
- 12** UNITÀ TETTONOMETAMORFICA ARENZANO
Costituita da un Complesso di margine continentale, monometamorfico, a sovrapposizione metamorfica alpina da alta pressione a Scisti Verdi e da un Complesso di margine continentale, polimetamorfico, a metamorfismo pre-alpino in facies Anfibolitica e sovrapposizione metamorfica alpina da alta pressione a Scisti Verdi
- Limite stratigrafico — Contatto tettonico — Faglia A—A' Traccia di sezione geologica

Figura 3 - Schema tettonico dell'area interessata dal progetto (tratto dal foglio CARG "Genova").

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	
	IG51-04-E-CV-RO-GN91-BX-001-A02	Foglio 27 di 78

Le Argille a Palombini nell'area di studio

Nel settore oggetto di studio affiorano, in superficie, i litotipi della formazione delle “Argille a Palombini del Passo della Bocchetta” (aP); tale unità è stata suddivisa nel foglio CARG Genova in due sotto-unità: argilloscisti di Costagiutta (codice CARG: AGI) e argilloscisti di Murta (codice CARG: AGF). Le due sotto-unità occupano posizioni strutturalmente e litostratigraficamente distinte: gli argilloscisti di Costagiutta in posizione inferiore, gli argilloscisti di Murta in posizione superiore.

Per una più dettagliata descrizione delle caratteristiche della formazione si rimanda alle specifiche relazioni.

5.1.1. Condizioni geologiche attese in corrispondenza dell'opera

Nel tratto della galleria di valico compreso tra le pk 16+991,90 e pk 17+550 (lato B.P.) circa è previsto l'attraversamento delle Argille a Palombini del Passo della Bocchetta – Unità degli Argilloscisti di Costagiutta (aP/AGI) anche se non si può escludere la locale presenza di lenti di metabasalti (B'), che si trovano comunemente associati a questa unità.

Gli argilloscisti si presentano come argilliti di colore grigio scuro con livelli e clasti più chiari di metasedimenti calcarei (diametro massimo 5-6 cm). Presentano evidenti strutture plicative, alla mesoscala. Localmente sono molto sviluppati vene e noduli di quarzo e calcite con spessore da millimetrico a centimetrico. Sono inoltre presenti livelli di cataclasiti caratterizzate argille di colore grigio scuro con elementi millimetrici di argilliti metamorfiche e subordinatamente clasti di calcite o quarzo angolari alterati (con diametro massimo di 2-4 cm).

Il tratto compreso tra le pk 17+550 circa attraversa probabilmente i metabasalti (B') dell'unità Figogna che si presentano frequentemente con struttura brecciata di colore variabile dal grigio verde al verde scuro, struttura scistosa compatta o, talora, microgranulare con tessitura lamellare, frequenti zonature (Figura 4). Numerose le vene di calcite, da millimetriche a pluricentriche. L'alterazione da assente a debole è talora rappresentata da aloni rossi dovuti alla probabile presenza di ematite.



Figura 4 - Metabasalti (B') con vene di calcite, Sondaggio SR14 (465,60-470,60 m).

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG51-04-E-CV-RO-GN91-BX-001-A02 Foglio 28 di 78

Lungo il tracciato dell'opera non è stata riscontrata la presenza di faglie significative.

Il grado di fatturazione è generalmente medio per le Argille a Palombini (aP) e medio-alto per i metabasalti (B') che hanno un comportamento reologico tipico di materiali più rigidi e che quindi presentano giunti a persistenza più elevata, che comunemente non si propagano all'interno delle Argille a Palombini.

È stata identificata la presenza di piani di taglio a basso angolo, che presentano una maggiore persistenza laterale, soprattutto quando sviluppati all'interno della successione sedimentaria del Bacino Terziario Piemontese mentre all'interno delle unità metamorfiche la deformazione indotta da queste strutture è dispersa dalla scistosità principale.

5.2. Inquadramento Idrogeologico

5.2.1. Considerazioni generali

L'area di studio è stata suddivisa su base litologica in diversi complessi idrogeologici a permeabilità differente, distinguendo lungo l'asse della galleria settori con comportamento idrogeologico omogeneo. Riferendosi alla permeabilità del substrato cristallino, si possono distinguere due diversi contesti:

1. ammasso roccioso in normali condizioni di fratturazione;
2. zone di faglia.

5.2.2. Complessi idrogeologici

La zona interessata dal progetto della linea del III Valico è stata suddivisa, su base litologica, in diversi *complessi idrogeologici* a permeabilità differente, distinguendo lungo l'asse delle gallerie settori con comportamento idrogeologico omogeneo.

I sistemi di flusso idrico sotterraneo possono svilupparsi all'interno di un solo complesso idrogeologico, quando questo è limitato lateralmente da complessi meno permeabili, oppure possono attraversare più complessi permeabili adiacenti.

La formazione delle "Argille a Palombini del Passo della Bocchetta" (aP) corrisponde, insieme ad altre unità litostratigrafiche, al complesso idrogeologico 15.

Complesso 15 (aP, dM, d'', f, Mn, Se")

I litotipi di questo complesso idrogeologico fanno parte di unità metamorfiche ove la permeabilità è sostanzialmente legata al grado di fratturazione dell'ammasso roccioso, a sua volta dipendente dalla reologia del tipo di roccia considerato.

I test idraulici disponibili sull'intera area di progetto indicano per l'ammasso roccioso al di fuori delle zone di faglia, conducibilità idrauliche prevalenti variabili tra 1×10^{-7} e 1×10^{-8} m/s, meno frequentemente tendenti 1×10^{-6} m/s, come evidenziato dal diagramma di Figura 5.

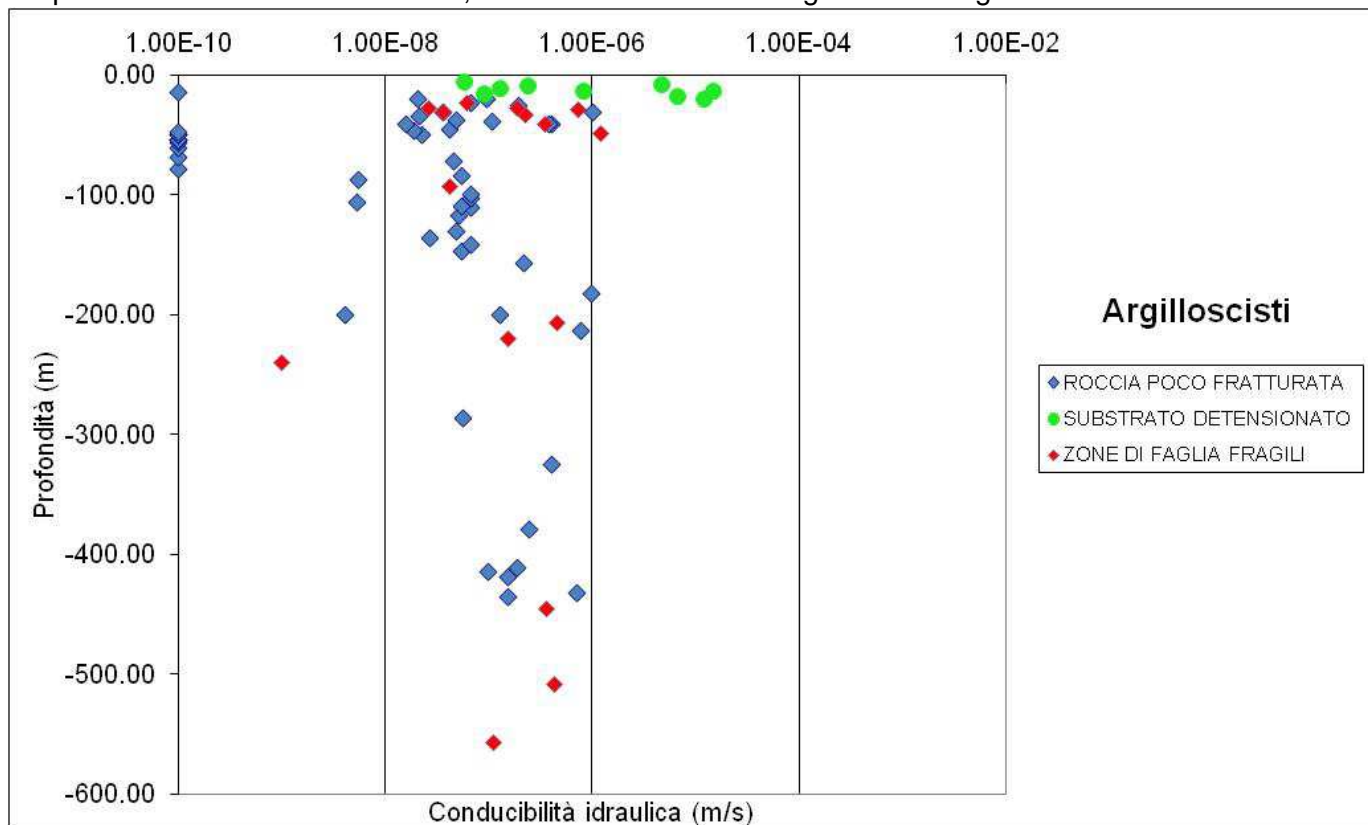


Figura 5 - Grafico delle conducibilità idrauliche per gli argilloscisti da prove in foro di sondaggi del progetto preliminare e definitivo. Sono state distinte prove eseguite in roccia poco fratturata, substrato detensionato e zone di faglia.

Il grafico evidenzia, altresì, valori per la conducibilità fino a 1×10^{-10} m/s che possono essere riconducibili a situazioni locali in cui la frazione fillosilicatica, essendo predominante, abbassa ulteriormente i valori di conducibilità dell'ammasso roccioso.

Dall'osservazione dei sondaggi è stato possibile inserire nel diagramma di Figura 5 una serie di dati che rappresentano la permeabilità dell'ammasso roccioso detensionato nei primi metri al di sotto della superficie (indicativamente da 5 fino a 20 m); tali dati mostrano conducibilità molto più elevate, comprese tra 1×10^{-5} e 1×10^{-7} m/s.

Dall'analisi dei sondaggi e dal confronto con i dati di terreno sono state individuate delle zone di faglia ove sono state eseguite delle prove di tipo idraulico. Il grafico (Figura 5) mostra una certa dispersione dei valori, anche se si può osservare che la conducibilità nelle faglie è distribuita in un intervallo tra 10^{-6} e 10^{-7} m/s nelle prove eseguite a profondità più basse (fino a 100 m), mentre l'intervallo si sposta tra 10^{-7} e 10^{-9} m/s man mano che la profondità aumenta. Dalle osservazioni di terreno si può ipotizzare che lungo le faglie di questo complesso le permeabilità maggiori siano relative alle zone di danneggiamento, mentre le zone di nucleo possono presentare un effetto di

<p>GENERAL CONTRACTOR</p>  <p>CODIV Consorzio Collegamenti Integrati Veloci</p>	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p>  <p>ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>
	<p>IG51-04-E-CV-RO-GN91-BX-001-A02</p> <p>Foglio 30 di 78</p>

compartimentazione per lo sviluppo di rocce di faglia a granulometria fine e con componente argillosa generalmente impermeabile.

5.2.3. Condizioni idrogeologiche attese in corrispondenza dell'opera

Durante lo scavo del tratto della galleria di linea in oggetto, potranno essere incontrate condizioni idrogeologiche di due tipi (cfr. § 5.2.1):

1. ammasso roccioso in normali condizioni di fratturazione (con eventuali zone di faglia minori);
2. zone di faglia maggiori.

Nel primo caso non si attendono problematiche particolari dal punto di vista idrogeologico, considerata la bassa permeabilità dei litotipi attraversati; le condizioni idrogeologiche saranno analoghe a quelle incontrate nello scavo della finestra Val Lemme, con umidità e deboli stillicidi.

Nella galleria in esame quindi, negli argilloscisti della formazione aP con o senza "palombini", si attendono in assenza di faglie, condizioni generalizzate di umidità e solo localmente stillicidi da deboli a diffusi, in particolare nelle zone con debole copertura, dove gli scisti sono alterati e maggiormente permeabili.

Nel complesso quindi lo scavo dell'opera in esame non presenta problematiche particolari dal punto di vista idrogeologico,

I carichi idraulici stimati in questa zona variano tra i 450 e i 200 m. Vista l'assenza di intersezioni con discontinuità importanti, in questa zona il grado di permeabilità atteso è da basso a molto basso con corrispondente connettività ridotta, fatta eccezione per la presenza di lenti di basalti di estensione e posizione incerta che potrebbero portare a locali aumenti del grado di permeabilità (medio-alta). Le portate massime transitorie stimate sono comprese tra 0.16-0.4 l/s*10 m), con eventuale diminuzione, in corrispondenza di livelli in cui la frazione argillosa è predominante. Si ipotizza un eventuale incremento delle portate a valori compresi tra 0.4-2 l/s*10 m nel caso vengano intersecate delle lenti basalto.

Per quanto riguarda invece l'interferenza con le sorgenti presenti in sito, si rimanda alle relazioni specifiche.

5.3. Inquadramento Geotecnico

La Formazione delle Argilliti a Palombini sarà quella che interagirà maggiormente con l'opera. Per la sua caratterizzazione si sono presi a riferimento i dati e le considerazioni già svolte nel corso degli studi precedenti, sulla base dei dati raccolti, scaturiti dai rilievi strutturali, dalle colonne stratigrafiche ricavate dai sondaggi, nonché dai rilievi del fronte di scavo durante l'avanzamento del cunicolo esplorativo, è stato possibile effettuare una suddivisione dell'ammasso roccioso in 3 gruppi geomeccanici (gruppi 1, 2 e 3).

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG51-04-E-CV-RO-GN91-BX-001-A02 Foglio 31 di 78

L'omogeneità e l'assimilabilità nell'ambito di ciascun gruppo sono state definite in base a criteri litologici (composizione mineralogica e petrografica, percentuale di *palombino* relativamente alla matrice argillitica, grado di alterazione).

I principali fattori considerati per l'individuazione di tali gruppi sono:

- Criteri litologici (composizione mineralogica e petrografica, percentuale di *palombino* relativamente alla matrice argillitica, grado di alterazione, eventuale presenza di acqua)
- Criteri strutturali (caratteristiche delle strutture di separazione, indice RDQ, intensità della foliazione, intensità della tettonizzazione come ad esempio la presenza di struttura a pieghe fino alla microscala,
- Criteri litomeccanici (con riferimento ad una prima valutazione delle proprietà fisiche, di resistenza e deformabilità).

In sintesi il **Gruppo 3** può essere considerato rappresentativo del comportamento dell'ammasso roccioso delle zone a bassa copertura o in corrispondenza di importanti strutture geologiche (es. faglie, nuclei di pieghe, sovrascorrimenti, ecc.); il **Gruppo 1**, al contrario, può essere considerato rappresentativo delle condizioni migliori d'ammasso roccioso.

Si riportano di seguito le caratteristiche geomeccaniche delle formazioni, rimandando alla relazione geotecnica per una descrizione adeguata sui criteri di caratterizzazione.

5.3.1. Parametri ed ipotesi di calcolo

Si è scelto in fase di progettazione esecutiva di suddividere all'interno delle Argille a Palombini i gruppi geomeccanici 2 e 3 in due ulteriori sottogruppi così da ottenere una maggiore correlazione con quanto richiesto dall'applicabilità delle sezioni tipo. Per un maggiore approfondimento sui parametri si rimanda alla relazione geomeccanica relativa alla galleria di Valico.

I parametri di calcolo utilizzati sono presentati nella seguente tabella assumendo i valori sotto riportati in base al criterio di rottura di Hoek e Brown. Laddove non sarà impiegato direttamente tale modello costitutivo verranno utilizzati i parametri secondo il modello di Mohr Coulomb, ottenuti mediante linearizzazione dei valori di Hoek e Brown alle differenti coperture. In ogni caso i parametri puntuali verranno presentati per le singole analisi.

Formazione	γ	ν	E_{op}	σ_c	m_i	GSI
	[kN/m ³]	[-]	[GPa]	[MPa]	[-]	[-]
GR1	27	0,25-0,3	3.0÷7.8	30÷40	15÷20	45÷55
GR2a	27	0,25-0,3	1.5÷2.0	10÷12	20÷25	40÷45
GR2b	27	0,25-0,3	1.0÷1.5		15÷20	35÷40
GR3a	26	0.3	0.6÷1.2	5÷7	19	30÷35
GR3b	26	0.3			19	25÷30

Tabella 5-1. Argille a Palombini: Range di variabilità delle caratteristiche geomeccaniche

Nelle analisi di stabilità del fronte secondo il metodo di Tamez-Cornejo, per le quali era necessario impiegare un criterio di rottura di tipo Mohr-Coulomb, si sono ottenuti i valori sotto riportati linearizzando i parametri di Hoek e Brown per le coperture esaminate.

Argille a Palombini - Parametri di calcolo (Linearizzazione Modello Mohr-Coulomb)								
Formazione	Profondità	ϕ_p	ϕ_r	c_p	c_r	γ	ν	E_{op}
	[m]	[°]	[°]	[kPa]	[kPa]	[kN/m ³]	[-]	[MPa]
GR1	200	39	31	910	820	27	0,3	5400
	300	39	31	1175	1060			
	400	38	30	1450	1300			
GR2a	200	36	29	550	475	27	0,3	1750
	300	33	30	725	550			
	400	30	27	850	750			
GR2b	200	31	25	465	390	27	0,3	1250
	300	29	25	590	500			
	400	27	24	700	600			

Figura 6 – Linearizzazione dei parametri meccanici

Vista l'assenza di zone di faglia lungo lo sviluppo dei by-pass di collegamento tra la galleria di sfollamento e la galleria di valico (lato B.P.), non sono stati presi in esame per le analisi i parametri dei Gruppi Geomeccanici GR3a/b.

Per quanto riguarda le portate indicate dall'inquadramento idrogeologico e valutate all'interno della relazione geologica ed idrogeologica, esse risultano piuttosto limitate già in fase di scavo nonostante le cautelative ipotesi di calcolo: verranno quindi adottati drenaggi in avanzamento capaci di captare tali portate consentendo in ultimo di limitare le pressioni idrostatiche al fronte.

Vista la sostanziale impermeabilità della formazione pertanto, in fase definitiva tali afflussi risulteranno ancora inferiori provvedendo inoltre ad inserire opportuni elementi atti a convogliare le acque captate. Le analisi sono state condotte in assenza di carico idraulico agente sui rivestimenti definitivi: la galleria in esame è stata infatti considerata, in conformità alla fase di Progetto Definitivo, drenante.

6. INQUADRAMENTO DELLE OPERE E DEGLI INTERVENTI

Il cunicolo di sfollamento parallelo alla galleria di Valico lato binario pari, si svilupperà dalla pk 16+990 (B.P) circa alla pk 17+690 (B.P) circa. Le due canne saranno collegate mediante 15 cunicoli di by-pass a sezione variabile in funzione della loro destinazione d'uso. In particolare sono stati definiti by-pass di tipo "pedonale", di tipo "antincendio e drenaggio" e di tipo "areazione fumi". Mentre i by-pass di tipo "pedonale", di minori dimensioni, presentano sezione con proprie caratteristiche geometriche e costruttive, i by-pass di tipo "antincendio e drenaggio" e "areazione fumi" presentano le stesse caratteristiche tecniche; pertanto l'analisi è stata condotta per le due sezioni tipologiche presenti.

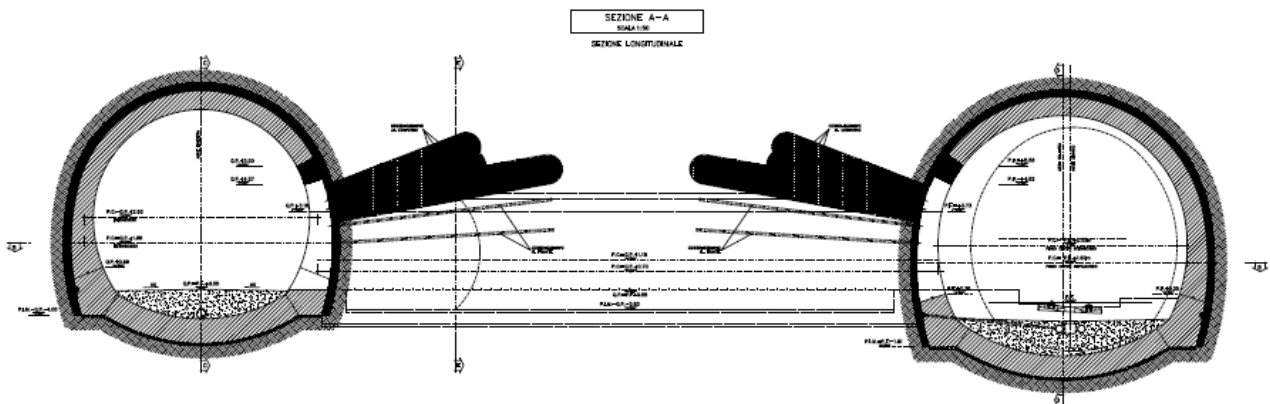
Nella seguente tabella vengono sintetizzate le caratteristiche dei by-pass presenti:

BY-PASS WBS GN91B				
N°	P.K. (B.P.)	COPERTURA [m]	FORMAZIONE GEOLOGICA	DESTINAZIONE D'USO
15	16+990	400	Argille a Palombini (aP)	antincendio/drenaggio
14	17+040	400	Argille a Palombini (aP)	antincendio/drenaggio
13	17+090	400	Argille a Palombini (aP)	pedonale
12	17+140	390	Argille a Palombini (aP)	pedonale
11	17+190	365	Argille a Palombini (aP)	areazione/fumi
10	17+240	350	Argille a Palombini (aP)	pedonale
9	17+290	335	Argille a Palombini (aP)	areazione/fumi
8	17+340	325	Argille a Palombini (aP)	pedonale
7	17+390	315	Argille a Palombini (aP)	areazione/fumi
6	17+440	310	Argille a Palombini (aP)	areazione/fumi
5	17+490	290	Argille a Palombini (aP)	areazione/fumi
4	17+540	270	Argille a Palombini (aP)	pedonale
3	17+590	260	Argille a Palombini (aP)	areazione/fumi
2	17+640	235	Argille a Palombini (aP)	pedonale
1	17+690	220	Argille a Palombini (aP)	pedonale

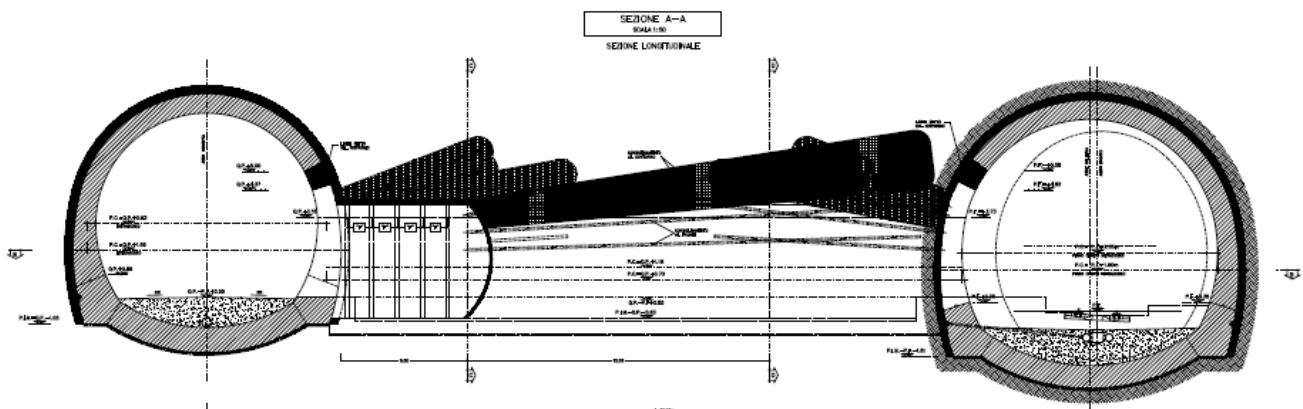
Figura 7 - Individuazione dei By-Pass lungo il tracciato

Si riportano le fasi esecutive che verranno impiegate per la realizzazione dei cunicoli by-pass. Si precisa che nella zona di innesto la carpenteria della galleria naturale sarà realizzata con una zona di risparmio. Si passa ad elencare le fasi realizzative:

- Consolidamento al fronte e al contorno in corrispondenza dell'innesto del by-pass eseguiti dalla galleria di linea e dal cunicolo di sfollamento;



- Scavo, a partire da una delle due canne, di una prima parte del cunicolo e messa in opera di prerivestimenti e consolidamenti (fronte e contorno);



- Scavo dei campi successivi;
- Termine degli scavi;
- Getto rivestimenti definitivi;

Lo scavo dei by-pass potrà avvenire mediante applicazione di due sezioni tipologiche in funzione della destinazione d'uso degli stessi.

La sezione tipo "pedonale" in fase costruttiva è costituita da:

- preconsolidamento del fronte realizzato mediante la posa in opera di n°20 tubi in VTR cementati di lunghezza pari a 18 m;
- preconsolidamento del contorno realizzato mediante la posa in opera di n°17 tubi in VTR valvolati di lunghezza pari a 18 m;
- prerivestimento composto da spritz-beton di spessore di 20 cm armato con rete elettrosaldata o fibrorinforzato e centine di tipo HEB160 con passo $p = 1.00$ m;
- impermeabilizzazione tipo "0" costituita da tessuto non tessuto e manto in pvc

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 
	<p>IG51-04-E-CV-RO-GN91-BX-001-A02</p> <p style="text-align: right;">Foglio 35 di 78</p>

- rivestimento definitivo avente spessore minimo di 50 cm in arco rovescio e in calotta.

La sezione tipo “areazione fumi” o “antincendio e drenaggio” in fase costruttiva è costituita da:

- preconsolidamento del fronte realizzato mediante la posa in opera di tubi in n°46 VTR cementati di lunghezza pari a 18 m;
- preconsolidamento del contorno realizzato mediante la posa in opera di n°17 tubi in VTR valvolati di lunghezza pari a 18 m;
- prerivestimento composto da spritz-beton di spessore di 25 cm armato con rete elettrosaldata o fibrorinforzato e centine di tipo HEB200 con passo $p = 1.00$ m;
- impermeabilizzazione tipo “0” costituita da tessuto non tessuto e manto in pvc
- rivestimento definitivo in cls armato avente spessore minimo di 72 cm in arco rovescio e 50 cm in calotta.

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 
	IG51-04-E-CV-RO-GN91-BX-001-A02 Foglio 36 di 78

7. PREVISIONI SUL COMPORTAMENTO DEGLI AMMASSI ALLO SCAVO (FASE DI DIAGNOSI)

L'apertura di una cavità in un materiale caratterizzato da un campo di tensioni naturali preesistente indisturbato, dovuto essenzialmente a carichi litostatici e a sforzi tettonici, porta ad una generale ridistribuzione degli sforzi, sia in direzione trasversale che longitudinale, con conseguente incremento delle tensioni al contorno della galleria e già oltre il fronte di scavo.

Si genera così un nuovo campo tensionale che tende a far evolvere l'ammasso intorno al cavo verso una nuova situazione di equilibrio diversa da quella naturale, dando luogo a fenomeni deformativi.

Sulla base delle conoscenze dei terreni interessati dalle gallerie, è possibile, elaborando anche le esperienze maturate in lavori analoghi, svolgere delle previsioni sul comportamento dei terreni allo scavo al fine di definire gli interventi di stabilizzazione e gli schemi di avanzamento.

Queste previsioni sono strettamente connesse con lo studio dello stato tenso-deformativo instauratosi nell'ammasso al contorno della galleria e indotto dalle operazioni di scavo.

La previsione delle modalità di avanzamento in sotterraneo è stata principalmente condotta secondo l'approccio del "Metodo per l'Analisi delle Deformazioni Controllate nelle Rocce e nei Suoli (ADECO-RS)". Sulla base dei dati raccolti in fase di studio geologico e di caratterizzazione geomeccanica degli ammassi da attraversare, sono state effettuate le previsioni di comportamento tenso-deformativo della galleria in assenza di interventi ed in particolare modo la previsione sul "comportamento deformativo del fronte di scavo", il quale riveste notevole importanza nella definizione delle condizioni di stabilità, a breve e lungo termine, e degli interventi più idonei per garantirle. Il comportamento del fronte è principalmente condizionato da:

- le caratteristiche di resistenza e deformabilità dell'ammasso connesse con le varie strutture geologiche che interessano le gallerie;
- il comportamento del materiale nel breve e lungo termine: rigonfiamento, squeezing, fluage e rilasci tensionali;
- i carichi litostatici corrispondenti alle coperture in gioco;
- la forma e le dimensioni della sezione di scavo;
- lo schema di avanzamento e la tipologia dello scavo.

Il comportamento del fronte di scavo, al quale è legato quello della cavità, può essere sostanzialmente di tre tipi: "stabile", "stabile a breve termine" e "instabile", come di seguito brevemente illustrato.

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG51-04-E-CV-RO-GN91-BX-001-A02
	Foglio 37 di 78

Gallerie a fronte stabile (CASO A)

Se il fronte di scavo è stabile, ciò significa che lo stato tensionale al contorno della cavità in prossimità del fronte si mantiene in campo prevalentemente elastico e i fenomeni deformativi osservabili sono di piccola entità e tendono ad esaurirsi rapidamente. In questo caso anche il comportamento del cavo sarà stabile (rimanendo prevalentemente in campo elastico) e quindi non si rendono necessari interventi preventivi di consolidamento. Saranno sufficienti, nel breve termine, interventi di confinamento delle pareti di scavo, e nel lungo termine, la realizzazione del rivestimento definitivo.

Gallerie a fronte stabile a breve termine (CASO B)

Questa condizione si verifica quando lo stato tensionale indotto dall'apertura della cavità supera le caratteristiche di resistenza meccanica del materiale al fronte, che assume un comportamento di tipo elasto-plastico. I fenomeni deformativi connessi con tale redistribuzione delle tensioni sono più accentuati che nel caso precedente e producono nell'ammasso roccioso al fronte una decompressione che porta ad una riduzione della resistenza interna. Questa decompressione deve essere opportunamente regimata, nel breve termine, mediante adeguati interventi di preconsolidamento al fronte (e talora al contorno del cavo), in grado di contenere l'ammasso e condurlo verso condizioni di stabilità; diversamente lo stato tenso-deformativo può evolvere verso condizioni di instabilità del cavo. Il rivestimento definitivo costituirà il margine di sicurezza a lungo termine.

Gallerie a fronte instabile (CASO C)

L'instabilità progressiva del fronte di scavo è attribuibile ad una accentuazione dei fenomeni deformativi nel campo plastico, che risultano immediati, più rilevanti e si manifestano prima ancora che avvenga lo scavo, oltre il fronte stesso. Di conseguenza tali deformazioni producono una decompressione più spinta nell'ammasso roccioso al fronte e portano ad un decadimento rapido e progressivo delle caratteristiche meccaniche d'ammasso. Questo tipo di decompressione più accentuata deve essere contenuta prima dell'arrivo del fronte di scavo e richiede pertanto interventi di preconsolidamento sistematici in avanzamento che consentiranno di creare artificialmente quell'effetto arco capace di far evolvere la situazione verso configurazioni di equilibrio stabile nel breve termine e, con l'aggiunta del rivestimento definitivo, anche nel lungo termine.

<p>GENERAL CONTRACTOR</p>  <p>CODIV Consorzio Collegamenti Integrati Veloci</p>	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p>  <p>ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>
	<p>IG51-04-E-CV-RO-GN91-BX-001-A02</p> <p>Foglio 38 di 78</p>

7.1. Calcolo e determinazione delle categorie di comportamento allo scavo

Si vuole adesso determinare il comportamento dell'ammasso allo scavo per le suddivisioni operate sui litotipi precedentemente esaminati, in funzione anche dei carichi litostatici dovuti alle differenti coperture riscontrate lungo il tracciato della galleria in oggetto.

Per ogni singolo gruppo sarà possibile ottenere diverse classi di comportamento allo scavo in funzione delle diverse coperture in esame. Nella successiva fase di terapia, in cui si definiranno gli interventi necessari per l'avanzamento nelle diverse classi di comportamento, ad una stessa classe di comportamento potranno corrispondere diverse sezioni tipo, adeguate alle caratteristiche geologiche e fisiche di ogni formazione.

Nella fase di diagnosi, sulla base degli elementi raccolti nella fase conoscitiva, vengono sviluppate le previsioni sul comportamento deformativo del fronte e del cavo in assenza di interventi, al fine di giungere all'individuazione di tratte a comportamento omogeneo, suddivise nelle tre categorie di comportamento precedentemente descritte.

Gli strumenti numerici adottati per la determinazione del comportamento dell'ammasso allo scavo sono stati:

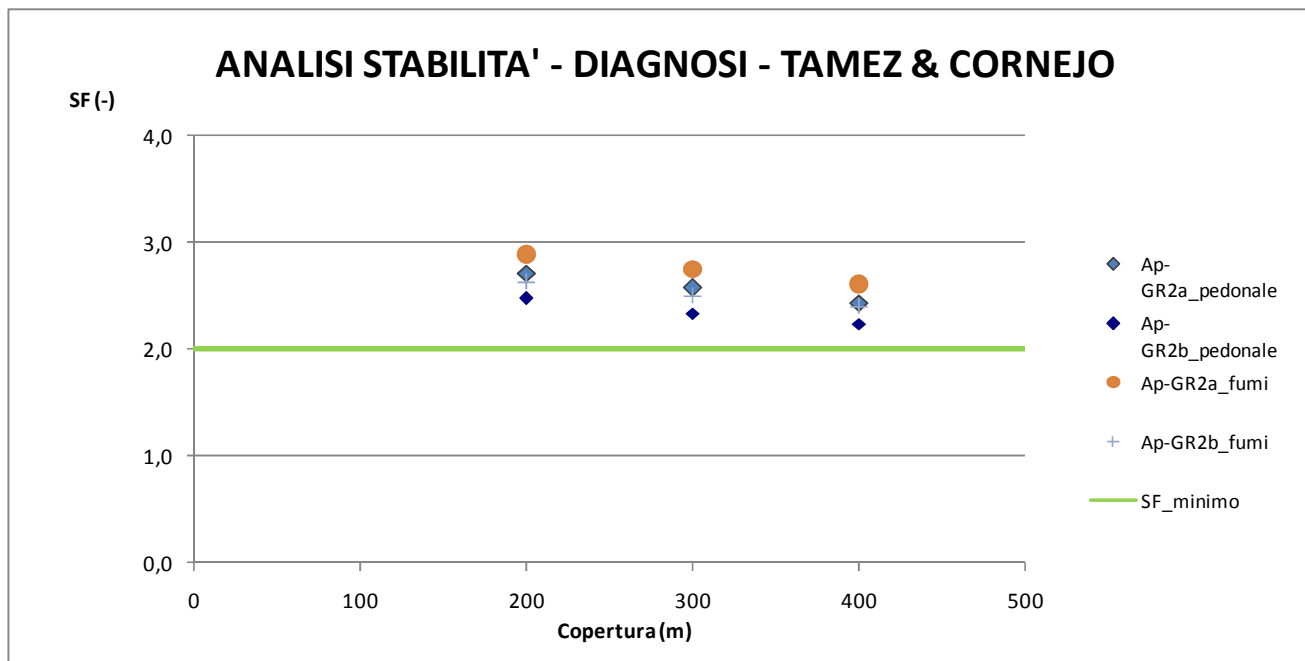
- Analisi di stabilità del fronte (metodi di analisi empirici in forma chiusa);
- Metodo delle Linee Caratteristiche.

7.1.1. Stabilità del fronte di scavo

Per quanto riguarda le analisi di stabilità del fronte, queste sono state condotte per coperture pari a 200m, 300m e 400m per il contesto geomeccanico di appartenenza della WBS in esame (WBS GN91B). Nel seguito sono riepilogate le analisi svolte e i risultati ottenuti in termini di fattore di sicurezza per i tre metodi considerati.

ANALISI STABILITA' DEL FRONTE - FASE DI DIAGNOSI - Tamez & Cornejo

Analisi	Formazione	Copertura (m)	D_{eq} (m)	γ (kN/m ³)	c' (kPa)	φ (°)	SF
AN1	Ap-GR2a_pedonale	200	5,75	27	550	36	2,71
AN2	Ap-GR2a_pedonale	300	5,75	27	725	33	2,58
AN3	Ap-GR2a_pedonale	400	5,75	27	850	30	2,44
AN4	Ap-GR2b_pedonale	200	5,75	27	465	31	2,48
AN5	Ap-GR2b_pedonale	300	5,75	27	590	29	2,34
AN6	Ap-GR2b_pedonale	400	5,75	27	700	27	2,24
AN7	Ap-GR2a_fumi	200	7,98	27	550	36	2,88
AN8	Ap-GR2a_fumi	300	7,98	27	725	33	2,75
AN9	Ap-GR2a_fumi	400	7,98	27	850	30	2,61
AN10	Ap-GR2b_fumi	200	7,98	27	465	31	2,64
AN11	Ap-GR2b_fumi	300	7,98	27	590	29	2,50
AN12	Ap-GR2b_fumi	400	7,98	27	700	27	2,40

Figura 8 - Argille a Palombini: riepilogo analisi Tamez & Cornejo in fase di diagnosi

Figura 9 – Risultati analisi di stabilità - Fase di diagnosi - Tamez & Cornejo

ANALISI STABILITA' DEL FRONTE - FASE DI DIAGNOSI

Analisi	Formazione	Copertura (m)	z ₀ (m)	γ (kN/m ³)	GSI (-)	σ _{ci} (MPa)	m _i	Stability Ratio	λ _e
AN1	Ap-GR2a_pedonale	200	202,35	27	42	12000	20,00	6,387408	0,652
AN2	Ap-GR2a_pedonale	300	302,35	27	42	12000	20,00	9,544022	0,592
AN3	Ap-GR2a_pedonale	400	402,35	27	42	12000	20,00	12,70064	0,539
AN4	Ap-GR2b_pedonale	200	202,35	27	37	10000	17,50	9,664032	0,565
AN5	Ap-GR2b_pedonale	300	302,35	27	37	10000	17,50	14,43993	0,520
AN6	Ap-GR2b_pedonale	400	402,35	27	37	10000	17,50	19,21583	0,482
AN7	Ap-GR2a_fumi	200	203,35	27	42	12000	20,00	6,418974	0,652
AN8	Ap-GR2a_fumi	300	303,35	27	42	12000	20,00	9,575588	0,592
AN9	Ap-GR2a_fumi	400	403,35	27	42	12000	20,00	12,7322	0,539
AN10	Ap-GR2b_fumi	200	203,35	27	37	10000	17,50	9,711791	0,565
AN11	Ap-GR2b_fumi	300	303,35	27	37	10000	17,50	14,48769	0,520
AN12	Ap-GR2b_fumi	400	403,35	27	37	10000	17,50	19,26359	0,482

Figura 10 - Argille a Palombini: riepilogo analisi in fase di diagnosi Broms & Bennermark e Panet

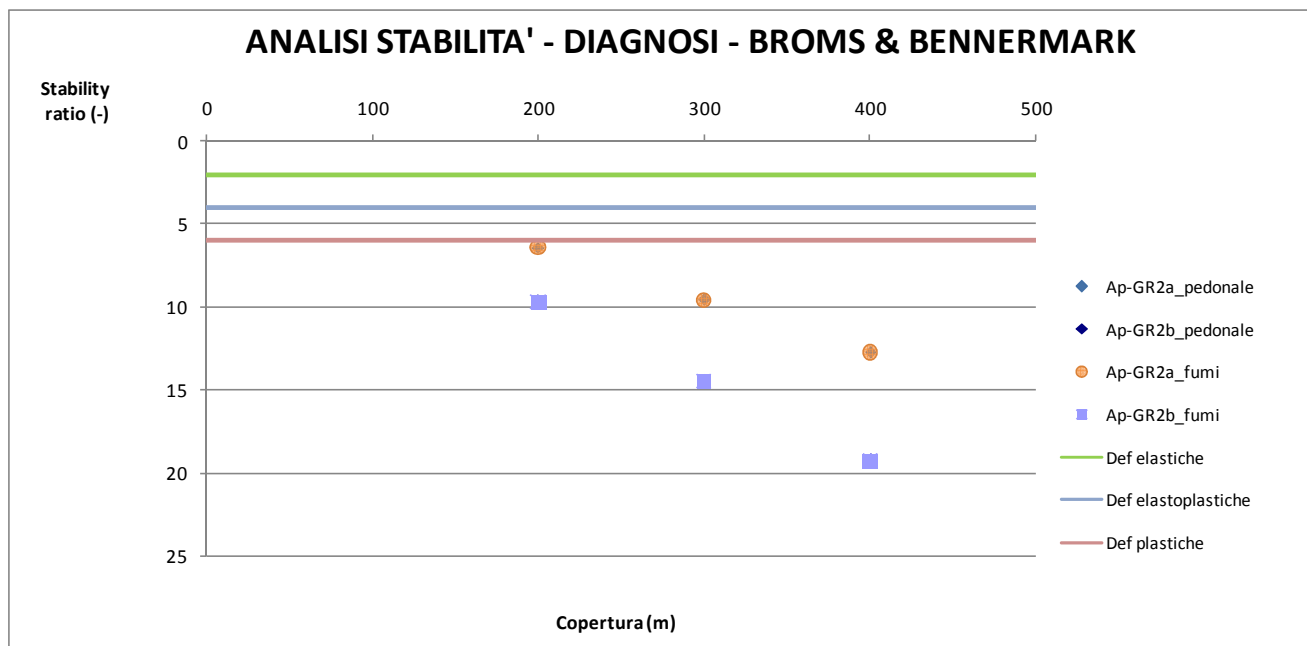


Figura 11 – Risultati analisi di stabilità - Fase di diagnosi - Broms & Bennermark

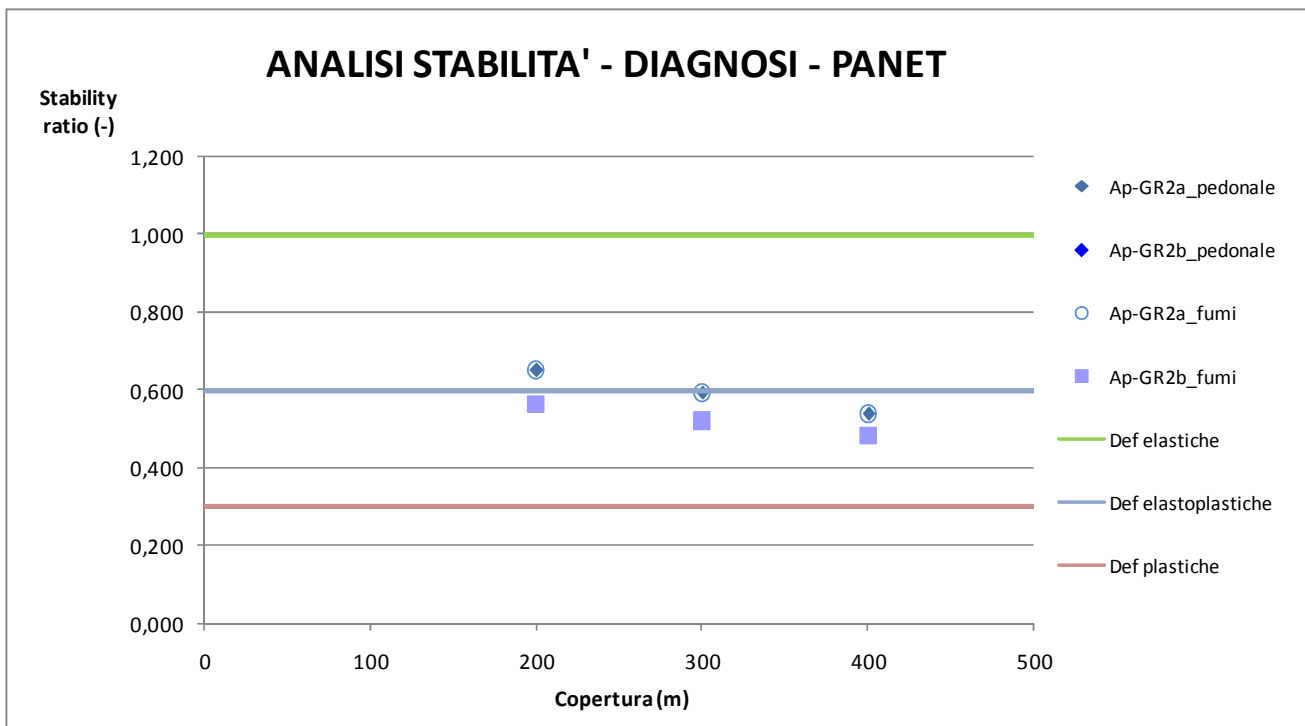


Figura 12 – Risultati analisi di stabilità - Fase di diagnosi – Panet

Esame dei risultati e considerazioni conclusive

L'analisi permette di valutare le condizioni di stabilità del fronte di scavo della galleria nei diversi contesti geotecnici. Sintetizzando le analisi, si nota come il metodo di Tamez Cornejo indichi per tutte le analisi effettuate un fattore di sicurezza maggiore del valore minimo di soglia. Gli interventi al fronte saranno comunque necessari per contenere gli effetti deformativi. Tale aspetto è particolarmente evidente osservando i risultati emersi dalle analisi secondo i metodi di Broms & Bennermark e Panet, i quali indicano che per i contesti geomeccanici analizzati sono presenti ingenti deformazioni plastiche o addirittura il collasso del fronte in assenza di interventi.

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG51-04-E-CV-RO-GN91-BX-001-A02 Foglio 42 di 78

7.1.2. Metodo delle Linee Caratteristiche

Le “linee caratteristiche” di una cavità sono delle curve che legano le pressioni di contenimento esercitate in senso radiale sul contorno della galleria dalle opere di stabilizzazione agli spostamenti radiali sul contorno stesso (convergenze). Per ogni galleria si possono determinare due linee caratteristiche principali:

- La linea caratteristica del fronte, valida presso il fronte di scavo, che tiene conto dell’effetto tridimensionale delle tensioni vicino ad esso e che permette di risalire all’entità della convergenza già subita dalla galleria in corrispondenza del fronte di scavo;
- La linea caratteristica del cavo, valida per qualsiasi sezione sufficientemente lontana dal fronte per la quale lo stato tensionale possa considerarsi piano.

Il Metodo delle Linee Caratteristiche è valido nei casi in cui si ritenga lecito ipotizzare che l’andamento delle sollecitazioni indotte dallo scavo, sotto l’azione delle spinte di montagna, sia di tipo idrostatico; ciò si verifica generalmente per coperture $H > 3D$ (D =diametro di scavo della galleria); valori di copertura inferiori conducono a un risultato poco rappresentativo dell’effettivo comportamento dell’ammasso roccioso.

Sulla base delle elaborazioni effettuate, è possibile esprimere delle considerazioni sul comportamento dell’ammasso allo scavo, con particolare riguardo alla prevedibile entità dei fenomeni deformativi del fronte e del cavo e all’estensione dell’eventuale fascia di materiale al contorno della cavità in cui il livello tensionale supera il limite elastico.

In generale, ove le linee caratteristiche non intersecano per un valore finito l’asse delle deformazioni radiali, la galleria risulta instabile senza adeguati interventi di contenimento. Si possono verificare altresì casi in cui il metodo porta a prevedere deformazioni radiali finite tali da non essere ritenute compatibili con la stabilità e la funzionalità dell’opera, oppure un’estensione della fascia d’ammasso a comportamento plastico non accettabile. Dall’esame dell’andamento della curva caratteristica è possibile quindi definire il comportamento del fronte di scavo come “stabile”, “stabile a breve termine”, o “instabile”.

Si sono costruite le linee caratteristiche relative alle situazioni a diverso comportamento geomeccanico. Il loro andamento, calcolato sulla base dei parametri geomeccanici caratteristici dei materiali attraversati, è riportato nelle figure allegate alla presente relazione.

La definizione delle categorie di comportamento secondo il Metodo ADECO viene effettuata procedendo alla valutazione comparata e sistematica di tre fattori:

- Entità del fenomeno deformativo al fronte e a scavo avvenuto;
- Entità della fascia plasticizzata al fronte e a scavo avvenuto;
- Andamento della linea caratteristica (forma e ampiezza del tratto elastico e plastico).

In particolare, in questo caso, sulla base delle caratteristiche dei materiali si è considerato in linea generale per la definizione della classe di comportamento quanto di seguito:

- Se la convergenza prevista al fronte è inferiore a 0.5-0.6% del raggio il comportamento è di classe A, se la convergenza prevista al fronte è inferiore a 1.0-1.5% del raggio il comportamento è di classe B, altrimenti di classe C;
- Se la fascia plastica risulta non rilevante (inferiore a 0.5 volte il raggio) il comportamento è di classe A, se la fascia plastica è inferiore a 1-2 volte il raggio il comportamento è di classe B, altrimenti di classe C;
- Si valuta la forma della linea caratteristica del cavo; in classe A questa è quasi interamente lineare (tratto elastico); in classe B compare una parte curva (tratto plastico) ma non rilevante; in classe C il tratto curvo è rilevante e generalmente, a pressione nulla, con convergenze del cavo non compatibili con lo scavo.

Nella tabella seguente sono riassunti i principali risultati forniti dalle elaborazioni numeriche condotte.

RISULTATI ANALISI LC - FASE DI DIAGNOSI - BY PASS												
Formazione geologica	Copertura*	Par.	R _m	H/D _{medio}	U _{rad}	R _{pl}	R _{pl} /R _m	U _{fronte}	U _{fronte} /R _m	R _{pl fronte}	R _{pl fronte} /R _m	Comportamento
	[m]		[m]	[m]	[cm]	[m]		[cm]		[m]		
AP - GR2a_Pedonale	200	medi	3,09	32,36	3,35	5,62	1,82	1,22	0,39%	3,98	1,29	B
	300	medi	3,09	48,54	6,09	6,36	2,06	2,15	0,70%	4,24	1,37	B
	400	medi	3,09	64,72	9,99	7,29	2,36	3,34	1,08%	4,53	1,47	C
AP - GR2b_Pedonale	200	medi	3,09	32,36	7,71	7,49	2,42	2,49	0,81%	4,56	1,48	C
	300	medi	3,09	48,54	14,14	8,52	2,76	4,39	1,42%	4,87	1,58	C
	400	medi	3,09	64,72	23,96	9,87	3,19	7,05	2,28%	5,24	1,70	C
AP - GR2a_Fumi	200	medi	3,95	25,32	4,28	7,18	1,82	1,56	0,39%	5,09	1,29	B
	300	medi	3,95	37,97	7,78	8,13	2,06	2,75	0,70%	5,42	1,37	B
	400	medi	3,95	50,63	12,77	9,32	2,36	4,27	1,08%	5,79	1,47	C
AP - GR2b_Fumi	200	medi	3,95	25,32	9,86	9,57	2,42	3,12	0,79%	5,83	1,48	C
	300	medi	3,95	37,97	18,08	10,89	2,76	5,62	1,42%	6,23	1,58	C
	400	medi	3,95	50,63	30,63	12,61	3,19	9,01	2,28%	6,70	1,70	C

Figura 13 - Fase di diagnosi: metodo delle linee caratteristiche

Dove:

- R_m= raggio medio di scavo
- U_{rad}=spostamento radiale del cavo
- U_{fronte}=spostamento al fronte
- C_{fronte}=convergenza al fronte
- R_{pl}=raggio plastico del cavo
- R_{pl fronte}=raggio plastico al fronte

In particolare, secondo le formulazioni di Lombardi (1985), il valore di U_{fronte} indica la convergenza del cavo presso il fronte (ovvero la preconvergenza del nucleo).

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 
	IG51-04-E-CV-RO-GN91-BX-001-A02 <div style="float: right;">Foglio 44 di 78</div>

7.1.3. Considerazioni conclusive

Le analisi condotte, con riferimento ai risultati ottenuti dalle Linee Caratteristiche hanno permesso di assegnare a ciascun contesto geomeccanico uno dei tre comportamenti del fronte allo scavo menzionati nei paragrafi precedenti; verranno nel seguito discusse le principali formazioni geomeccaniche analizzate.

Argille a Palombini (GR2a)

Le analisi condotte, con riferimento alla linee caratteristiche in assenza di interventi, hanno evidenziato un comportamento allo scavo di tipo B con “fronte stabile a breve termine” fino alla copertura di 300 m oltre la quale l’analisi ha indicato un comportamento allo scavo di tipo C con “fronte instabile”, sia per i cunicoli scavati con sezione tipo “pedonale” sia per i cunicoli scavati con sezione tipo “areazione e fumi”.

Da quanto discusso attraverso il Metodo delle Linee Caratteristiche, si ritiene opportuno prevedere interventi di preconsolidamento del fronte, volti ad incrementare il valore di resistenza del nucleo. Appare inoltre evidente la necessità di operare un adeguato confinamento delle pareti dello scavo e di contrastare tempestivamente i fenomeni deformativi del cavo mediante l’utilizzo di sistemi di prerivestimento di adeguata rigidità.

Argille a Palombini (GR2b)

Le analisi condotte, con riferimento alla linee caratteristiche in assenza di interventi, hanno evidenziato in genere, un comportamento di tipo “instabile” (categoria C), sia per i cunicoli scavati con sezione tipo “pedonale” sia per i cunicoli scavati con sezione tipo “areazione e fumi”.

Da quanto discusso attraverso il Metodo delle Linee Caratteristiche, si ritiene opportuno prevedere interventi di preconsolidamento del fronte, volti ad incrementare il valore di resistenza del nucleo. Appare inoltre evidente la necessità di operare un adeguato confinamento delle pareti dello scavo e di contrastare tempestivamente i fenomeni deformativi del cavo mediante l’utilizzo di sistemi di prerivestimento di adeguata rigidità.

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	
	IG51-04-E-CV-RO-GN91-BX-001-A02	Foglio 45 di 78

8. DESCRIZIONE DELLE SEZIONI TIPO (FASE DI TERAPIA)

Sulla base delle analisi condotte nella fase di diagnosi, si presentano gli aspetti che hanno guidato la definizione degli interventi, allo scopo di garantire condizioni di stabilità del fronte e del cavo.

8.1. Tipologie di intervento in fase costruttiva

Nei capitoli precedenti sono stati definiti tre tipi di comportamento d'ammasso allo scavo che prevedono l'impiego di opportuni interventi scelti in base alle caratteristiche geotecniche/geomeccaniche dei terreni interessati dagli scavi, determinando così la scelta delle sezioni tipo più adatte.

CASO A) fronte stabile:

I fenomeni deformativi avvengono in campo elastico; il materiale ha comportamento di tipo lapideo per cui si possono ipotizzare locali fenomeni di instabilità al contorno riconducibili per lo più al distacco gravitativo di blocchi o volumi rocciosi, individuati dall'intreccio di superfici di discontinuità preesistenti nell'ammasso oppure create dai fenomeni di distensione prodotti dalle modalità di scavo. Il probabile comportamento allo scavo tipo A, "a fronte stabile", consente di prevedere, quali interventi di prima fase, interventi di solo contenimento del cavo quali la realizzazione di uno strato di spritz-beton a seguito della messa in opera di bulloni radiali o centine in funzione del grado di discontinuità dell'ammasso. I carichi gravanti sulla struttura in questi contesti geomeccanici sono prevalentemente di tipo gravitativo, funzione della frequenza dei giunti e delle fratture ed in particolare modo della resistenza al taglio delle superfici di discontinuità. Il rilascio di tali solidi di carico, in categorie di comportamento tipo A, non avviene generalmente all'apertura del cavo bensì in un secondo tempo quale conseguenza del richiamo di umidità al contorno dello scavo, della circolazione d'acqua nelle fratture, dall'alterazione della roccia a contatto con gli agenti atmosferici, nonché dalle sollecitazioni dinamiche conseguenti alle vibrazioni prodotte durante le operazioni di scavo con esplosivo.

E' pertanto opportuno stabilizzare i suddetti cunei mediante la messa in opera di bulloni metallici radiali di tipo passivo, ad ancoraggio puntuale in presenza di modesti gradi di separazione d'ammasso, o ad ancoraggio continuo per gradi di separazione maggiori, e realizzare un guscio di spritz-beton a protezione della superficie di scavo ed a contenimento del cavo.

CASO B) fronte stabile a breve termine:

Si possono ipotizzare fenomeni di instabilità più o meno diffusi al contorno del cavo dovuti alla plasticizzazione dell'ammasso roccioso e conseguenti fenomeni deformativi (convergenze radiali) di ordine centimetrico.

Tali deformazioni, se non regimate mediante opportuni e tempestivi interventi di preconsolidamento e/o di consolidamento, possono innescare decompressioni progressivamente crescenti all'interno dell'ammasso roccioso sviluppando di conseguenza carichi maggiori sia nel breve termine che nel lungo termine.

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 
	IG51-04-E-CV-RO-GN91-BX-001-A02 Foglio 46 di 78

Come interventi di preconsolidamento si possono utilizzare:

- chiodi in vetroresina al fronte per aumentare le caratteristiche di resistenza del nucleo;
- drenaggi al contorno in caso di presenza d'acqua per lo scarico delle pressioni interstiziali.

Gli interventi di consolidamento lungo la cavità consistono principalmente in:

- prerivestimento costituito da spritz-beton;
- centine metalliche.

Questi interventi di preconsolidamento e consolidamento concorreranno a formare diverse sezioni tipo (descritte in seguito) che si differenziano tra di loro in funzione delle formazioni geologiche incontrate.

CASO C) fronte instabile:

I fenomeni deformativi, in assenza di interventi, sono di entità maggiore rispetto al caso precedente e possono causare la rottura e il collasso del cavo a causa dell'instabilità del fronte di scavo. Per un avanzamento in galleria privo fenomeni deformativi incontrollabili, è indispensabile operare "preconsolidamenti" lanciati oltre il fronte di scavo che garantiscano sia la tenuta del fronte stesso che quella della fascia di terreno perimetrale al cavo.

Questi preconsolidamenti possono essere di diversa natura, in funzione delle differenti caratteristiche geologiche delle formazioni attraversate lungo il tracciato:

- jet-grouting sub-orizzontale;
- anello consolidato da iniezioni cementizie;
- chiodi in vetroresina al fronte;
- drenaggi.

Sono inoltre necessari interventi di consolidamento al contorno del cavo in modo da fornire il necessario contenimento nel breve termine. Questi interventi possono essere il rivestimento di 1ª fase con spritz-beton e centine metalliche.

In previsione di un comportamento tipo C, al fine di effettuare un controllo dello stato deformativo al fronte, appare consigliabile l'esecuzione di un preconsolidamento sistematico del fronte mediante elementi strutturali o tubi in vetroresina ad aderenza migliorata, tali da irrigidire il nucleo di scavo e ridurre i valori di estrusione del fronte e conseguentemente di preconvergenza del cavo. Tale operazione consentirebbe di mantenere le proprietà del materiale prossime alle condizioni di picco, o al limite di ridurre il decadimento. Le deformazioni al fronte si traducono infatti in decompressione al contorno del cavo con decremento della resistenza d'ammasso e incremento delle spinte sui prerivestimenti.

Andrà inoltre prevista la realizzazione dei prerivestimenti a seguito di ogni singolo sfondo di avanzamento, mediante posa in opera di centine metalliche ed un congruo strato di spritz-beton. Sempre per la categoria di comportamento C occorre inoltre prevedere la possibilità di stabilizzare il

piede della centina mediante il getto di arco rovescio e murette a distanze anche inferiori ai 2 diametri dal fronte di scavo.

8.2. Sezioni tipo di avanzamento

Per la realizzazione dei by-pass di collegamento tra galleria naturale di Valico e cunicoli di sfollamento, sono state scelte delle sezioni tipo caratterizzate da interventi in grado di garantire la stabilità del cavo e del fronte così come analizzato nel presente paragrafo. In particolare la sezione tipo è stata distinta in termini di caratteristiche costruttive e geometriche in funzione della destinazione d'uso del cunicolo. Sono state applicate sezioni tipo "C-pedonali" e sezioni tipo "C-areazione fumi" le cui caratteristiche sono riassunte nelle successive tabelle (i cunicoli destinati a funzione antincendio/drenaggio presentano le medesime caratteristiche geometriche e costruttive dei cunicoli destinati all'areazione e fumi; per questo motivo l'analisi è stata condotta per i soli cunicoli di areazione fumi essendo questi rappresentativi anche dei by-pass destinati all'antincendio/drenaggio).

Visto che il comportamento del fronte ricade prevalentemente nella classe di comportamento di tipo C (fronte instabile) ad eccezione di alcuni contesti geomeccanici a basse coperture dove il comportamento risulta al limite tra "stabile a breve termine" e "instabile", le sezioni tipo "C" verranno applicate per tutti i contesti geomeccanici incontrati e per tutte le coperture presenti all'interno dell'opera.

Le fasi costruttive delle due tipologie di cunicoli risultano le stesse; le differenze si riscontrano sulle caratteristiche tecniche delle due sezioni tipo, così come indicato nelle seguenti tabelle riepilogative.

PARAMETRI CALCOLO					
PRERIVESTIMENTI					
SEZIONE TIPO	Variabilità	centine	passo	Sfondi	spritz beton
	[-]	[-]	[m]	[m]	[cm]
C / pedonale	Media	HEB160	1	1	20
C / Antincendio-Drenaggio	Media	HEB200	1	1	25
C / Fumi	Media	HEB200	1	1	25

Figura 14 – fase di terapia. Prerivestimenti

RIVESTIMENTI				
SEZIONE TIPO	Variabilità	Classe cls Rck	Sp. AR	Sp. CAL
	[-]	[MPa]	[cm]	[cm]
C / pedonale	Media	30	50	50
C / Antincendio-Drenaggio	Media	30	72	50
C / Fumi	Media	30	72	50

Figura 15 - Fase di terapia: rivestimento definitivo

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG51-04-E-CV-RO-GN91-BX-001-A02 Foglio 48 di 78

CONSOLIDAMENTI FRONTE					
SEZIONE TIPO	Variabilità	TIPO	N°	L-interventi	L-sovr
	[-]	[-]	[-]	[m]	[m]
C / pedonale	Media	VTR-CEM	20	18	-
C / Antincendio-Drenaggio	Media	VTR-CEM	46	18	-
C / Fumi	Media	VTR-CEM	46	18	-

Figura 16 - Fase di terapia: consolidamento al fronte

CONSOLIDAMENTI CONTORNO					
SEZIONE TIPO	Variabilità	TIPO	N°	L-interventi	L-sovr
	[-]	[-]	[-]	[m]	[m]
C / pedonale	Media	VTR-VLV	17	18	-
C / Antincendio-Drenaggio	Media	VTR-VLV	29	18	-
C / Fumi	Media	VTR-VLV	29	18	-

Figura 17 - Fase di terapia: consolidamento al contorno

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 
	IG51-04-E-CV-RO-GN91-BX-001-A02 Foglio 49 di 78

9. INDIVIDUAZIONE DELLE SEZIONI DI CALCOLO E ANALISI DELLE SEZIONI TIPO DI SCAVO

9.1. Premessa

Nei seguenti paragrafi sono riportati i risultati delle analisi numeriche che hanno permesso di investigare il regime tenso-deformativo nei rivestimenti strutturali previsti in progetto. Questo è stato raggiunto tramite tre approcci differenti:

1. Stabilità del fronte
2. Metodo delle Linee Caratteristiche
3. Analisi agli elementi finiti

Le analisi di stabilità del fronte hanno consentito di cogliere le caratteristiche deformative del fronte in funzione della copertura e del materiale di scavo e quindi di predimensionare, qualora le analisi ne avessero evidenziato la necessità, gli interventi di preconsolidamento del fronte.

Il Metodo delle Linee Caratteristiche ha permesso di cogliere approssimativamente l'entità delle sollecitazioni e delle convergenze nel priverivestimento e nel rivestimento definitivo, rappresentando una fase di predimensionamento degli interventi di sostegno e di guidare le scelte circa le sezioni di galleria da sottoporre ad analisi più accurate.

L'analisi agli elementi finiti ha permesso invece di indagare più dettagliatamente per le condizioni più rappresentative il regime tensionale e deformativo nelle strutture e nell'ammasso circostante, nelle principali fasi esecutive fino alla completa realizzazione dell'opera, consentendo quindi di valutare l'evoluzione del comportamento dell'opera nel breve, medio e lungo termine.

9.2. Verifiche di stabilità del fronte con metodi analitici

Nelle successive tabelle sono riportati i principali dati di input ed i risultati ottenuti per quanto riguarda le analisi di stabilità del fronte di scavo, effettuate in base alle formazioni incontrate lungo il tracciato della galleria alle differenti coperture in cui tali condizioni si presentano. In allegato sono inseriti tutti i valori impiegati nel calcolo.

I parametri utilizzati per il terreno sono i medesimi impiegati nel calcolo in fase di diagnosi e vengono sotto riportati in tabella per comodità di lettura.

ANALISI STABILITA' DEL FRONTE - FASE DI TERAPIA - Tamez & Cornejo

Analisi	Formazione	Sezione tipo	Copertura (m)	D_{eq} (m)	N° VTR	$T_{aderenza}$ (KPa)	γ (kN/m ³)	c' (kPa)	φ (°)	Sfondo (m)	SF
AN1	Ap-GR2a	pedonale_C	200,00	5,753627	20	250	27,00	550	36,000	1	3,021
AN2	Ap-GR2a	pedonale_C	300,00	5,753627	20	250	27,00	725	33,000	1	2,763
AN3	Ap-GR2a	pedonale_C	400,00	5,753627	20	250	27,00	850	30,000	1	2,565
AN4	Ap-GR2b	pedonale_C	200,00	5,753627	20	220	27,00	465	31,000	1	2,725
AN5	Ap-GR2b	pedonale_C	300,00	5,753627	20	220	27,00	590	29,000	1	2,488
AN6	Ap-GR2b	pedonale_C	400,00	5,753627	20	220	27,00	700	27,000	1	2,345
AN7	Ap-GR2a	fumi_C	200,00	7,978846	46	250	27,00	550	36,000	1	3,281
AN8	Ap-GR2a	fumi_C	300,00	7,978846	46	250	27,00	725	33,000	1	2,993
AN9	Ap-GR2a	fumi_C	400,00	7,978846	46	250	27,00	850	30,000	1	2,776
AN10	Ap-GR2b	fumi_C	200,00	7,978846	46	220	27,00	465	31,000	1	2,951
AN11	Ap-GR2b	fumi_C	300,00	7,978846	46	220	27,00	590	29,000	1	2,691
AN12	Ap-GR2b	fumi_C	400,00	7,978846	46	220	27,00	700	27,000	1	2,536

Figura 18 - Riepilogo analisi Tamez & Cornejo in fase di terapia

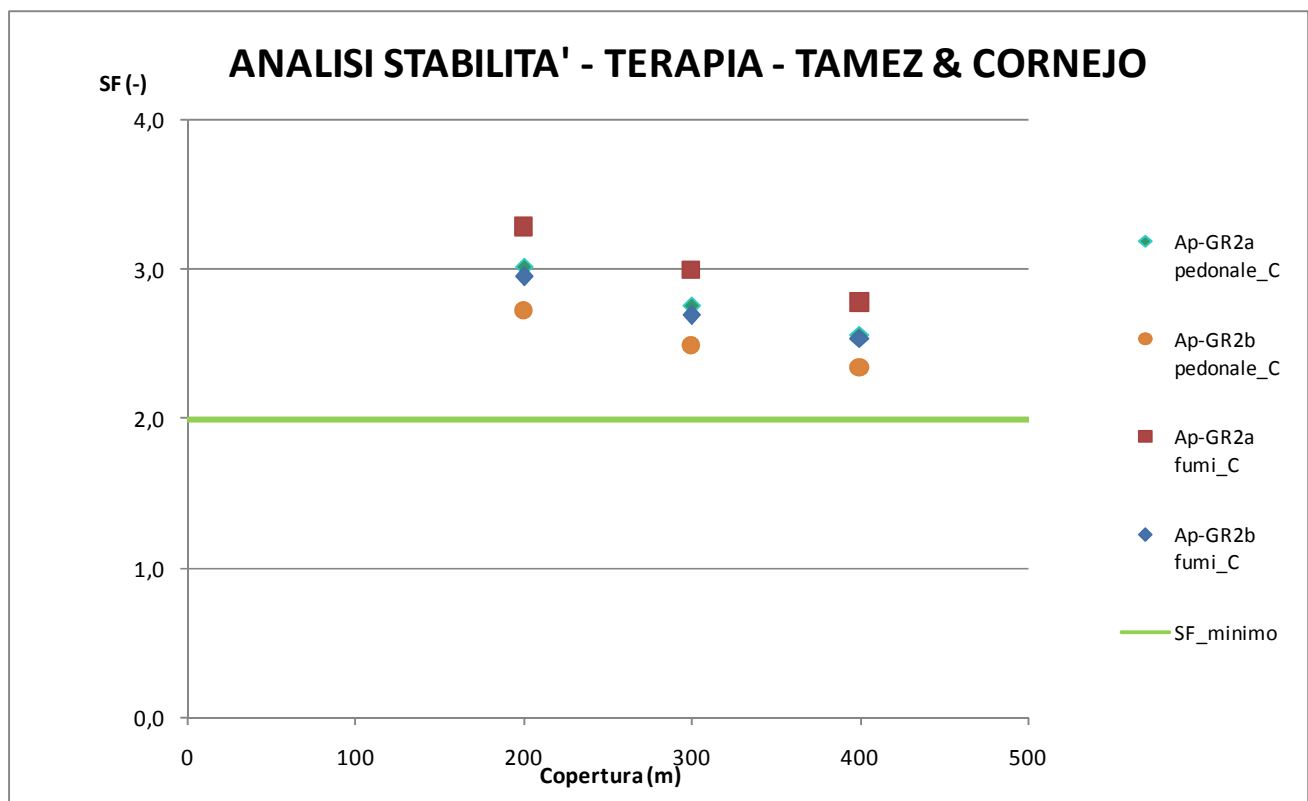


Figura 19 - Risultati analisi di stabilità - Fase di terapia

Come si evince dal grafico sopra riportato, tutte le sezioni tipo analizzate grazie agli interventi previsti in fase di terapia presentano un fattore di sicurezza maggiore di 2 consentendo inoltre un buon margine di sicurezza rispetto al valore minimo da ottenere date le semplificazioni dovute alla schematizzazione di calcolo e alle incertezze geologico/geotecniche.

9.3. Verifiche con il metodo delle curve caratteristiche

I principali risultati in termini deformativi e tensionali ottenuti in fase di terapia sono riassunti nelle seguenti tabelle. Si ricorda che le analisi sono state condotte utilizzando i parametri medi del range impiegando un criterio di rottura di tipo Mohr-Coulomb. Le analisi sono state condotte per le due sezioni precedentemente riepilogate.

RISULTATI ANALISI LC - FASE DI TERAPIA - SEZIONE TIPO PEDONALE							Prerivestimenti				Rivestimenti definitivi		
Sezione tipologica	Formazione geologica	Copertura	R _m (m)	U _{fronte} (cm)	R _{pl fronte} (m)	R _{pl fronte} /R _m	U _{messa opera} (cm)	σ _{spritz} (MPa)	σ _{cent} (MPa)	Conv _{rad, prer} (cm)	U _{eq} (cm)	R _{pl,eq} (m)	σ _{cls} [*] (MPa)
C/Tipo Pedonale	AP - GR2a	200	3,09	0,69	3,35	1,09	1,00	7,43	57,50	0,77	1,78	4,32	1,46
	AP - GR2a	300	3,09	1,20	3,57	1,16	1,64	11,17	86,47	1,16	2,82	4,58	3,39
	AP - GR2a	400	3,09	1,91	3,90	1,26	2,29	14,92	115,48	1,55	3,88	4,82	6,71
	AP - GR2b	200	3,09	1,07	3,53	1,14	1,10	8,87	68,64	0,92	2,05	4,21	4,97
	AP - GR2b	300	3,09	1,97	3,82	1,24	1,81	13,34	103,27	1,38	3,25	4,45	8,36
	AP - GR2b	400	3,09	3,21	4,13	1,34	2,55	17,74	137,35	1,84	4,48	4,65	12,66
C/Tipo Fumi	AP - GR2a	200	3,95	0,86	4,24	1,07	1,14	8,08	62,64	1,07	2,23	5,47	2,02
	AP - GR2a	300	3,95	1,49	4,53	1,15	2,44	11,58	89,83	1,54	4,00	6,11	2,95
	AP - GR2a	400	3,95	2,41	4,89	1,24	4,22	15,56	120,67	2,06	6,33	6,84	4,62
	AP - GR2b	200	3,95	1,39	4,54	1,15	2,21	9,26	71,83	1,23	3,47	6,06	3,46
	AP - GR2b	300	3,95	2,58	4,93	1,25	2,48	13,79	106,98	1,83	4,40	5,82	9,65
	AP - GR2b	400	3,95	4,28	5,34	1,35	6,61	18,97	147,14	2,52	9,20	7,31	8,13

Figura 20 - Riepilogo analisi linee caratteristiche by pass di collegamento

Dove:

- R_m= raggio medio di scavo
- ν=coefficiente di Poisson
- U_{fronte}=spostamento al fronte
- U_{messa in opera}=spostamento alla messa in opera del prerivestimento
- U_{eq}=spostamento all'equilibrio (rivestimenti definitivi)
- R_{pl fronte}=raggio plastico al fronte
- R_{eq}=raggio plastico all'equilibrio (rivestimenti definitivi)
- σ_{spritz}=tensione nello spritz beton
- σ_{cent}=tensione nelle centine metalliche
- σ_{cls}=tensione nei rivestimenti definitivi

Considerazioni conclusive sul comportamento dello scavo in fase di terapia

Le indagini svolte in fase di terapia, svolte coerentemente con quanto esposto nei capitoli precedenti, mostrano spostamenti massimi alla messa in opera dei prerivestimenti appena superiori a 6.5 cm per le sezioni tipo analizzate in presenza della formazione alterata delle Argille a Palombini con la massima copertura prevista.

Si sottolinea che alle massime coperture e nei contesti di peggiori caratteristiche geotecniche andrà sempre previsto un adeguato sistema di controllo e monitoraggio dei prerivestimenti al fine di valutare i tassi di lavoro effettivi ed il mantenimento degli adeguati margini di sicurezza richiesti delle caratteristiche di resistenza dei materiali impiegati.

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 	
	<p>IG51-04-E-CV-RO-GN91-BX-001-A02</p>	<p>Foglio 52 di 78</p>

I valori delle convergenze calcolati dovranno essere poi valutati ed amplificati con opportuni coefficienti per tenere in conto dei reali fattori non schematizzabili numericamente al fine di definire quelle soglie di convergenza necessarie al monitoraggio delle sezioni e all'applicazione delle variabilità.

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG51-04-E-CV-RO-GN91-BX-001-A02 Foglio 53 di 78

9.4. Modelli numerici di calcolo: Ipotesi di base

Nei seguenti paragrafi verranno descritti i modelli di calcolo impiegati per il dimensionamento dei rivestimenti di prima fase e definitivi. In particolare si svolgeranno le seguenti analisi numeriche con le sezioni tipo applicate alla massima copertura prevista pari a 400 m nella formazione delle Argille a Palombini appartenenti al gruppo geomeccanico GR2b:

- Analisi numerica per la sezione “pedonale”.
- Analisi numerica per la sezione tipo “areazione fumi”.

Per quanto riguarda l’analisi numerica per la sezione “antincendio e drenaggio”, essa risulta totalmente riconducibile a quella per la sezione “areazione fumi” visto che entrambe presentano le medesime caratteristiche tecniche e costruttive.

Al fine di definire le condizioni di carico sui rivestimenti (di prima fase e definitivi), è stato fatto ricorso alla modellazione numerica bidimensionale, condotta impiegando il codice di calcolo PLAXIS 11. Obiettivo delle analisi numeriche è la simulazione dello scavo impostando le varie fasi costruttive secondo il comportamento dell’ammasso, l’applicazione dei carichi, i tempi di maturazione dello spritz-beton e le distanze d’applicazione dal fronte. Terminata la fase di analisi numerica si ottiene una simulazione dell’interazione terreno-struttura per le sezioni tipo di progetto considerate più rappresentative.

Il rivestimento definitivo viene posto in opera una volta terminato lo scavo del cunicolo, gravandosi del carico residuo di sua competenza e del carico che risultava gravante sul sostegno di prima fase, considerato cautelativamente non più resistente nel lungo termine. Le sezioni esaminate presentano interventi di consolidamento al contorno; tale intervento non viene più considerato agente nella fase di lungo termine, ripristinando le condizioni naturale dell’ammasso.

ANALISI	SEZIONE TIPO	FORMAZIONE GEOLOGICA PREVALENTE	Copertura [m]
1	Sezione pedonale	Ap-GR2b	400
2	Sezione areazione e fumi	Ap_GR2b	400

Tabella 2 - Descrizione dei modelli numerici impiegati

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG51-04-E-CV-RO-GN91-BX-001-A02 Foglio 54 di 78

9.4.1. Modellazione degli elementi geotecnici e strutturali

Parametri Geotecnici

Il criterio di rottura adoperato è quello di Mohr-Coulomb con comportamento Hardening soil. Nel seguito si riportano i valori delle caratteristiche meccaniche adoperate.

Gruppo geomeccanico	Sezione tipo	parametri	ϕ	c (kPa)	E (MPa)	Eur (MPa)
Ap_GR2b	"Pedonale" e "Areazione Fumi"	medi	27	700	1250	3750

Nelle analisi numeriche si è supposto un coefficiente di spinta a riposo del terreno (K_0) unitario.

Consolidamento al contorno

Gli interventi di consolidamento al contorno del cavo sono simulati nelle elaborazioni numeriche in termini di incremento delle caratteristiche di resistenza e di deformabilità nella fascia di terreno trattato. Tali valori si sono ottenuti secondo le medesime osservazioni esposte in precedenza per l'analisi della fase di terapia con i metodi analitici.

- I parametri di Hoek e Brown della coronella risultano essere pari a quelli del terreno non trattato ad eccezione del GSI e del modulo elastico che subiscono un incremento:
- modulo elastico adottato nella modellazione (E) è pari a 2 volte quello del terreno non trattato (E_{op})
- il modulo elastico di ricarica è pari a 4 volte quello del terreno non trattato.
- σ_{ci} pari a quello del terreno non trattato
- GSI = 50
- m_i pari a quello del terreno non trattato

A partire dai parametri di Hoek e Brown sono stati ricavati quelli linearizzati per il criterio di resistenza di Mohr-Coulomb.

Condizioni idrogeologiche

In base a quanto presentato nel quadro idrogeologico non si è considerato agente il carico idraulico.

Modellazione degli elementi strutturali

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

Per quanto riguarda i rivestimenti di prima fase si è provveduto ad omogenizzare le centine e lo spritz – beton ottenendo un modulo elastico ed uno spessore equivalente tramite la seguente formulazione:

$$E_{om} = \frac{\left[E_{sb} \cdot s + \left(\frac{E_{cen}}{E_{sb}} - 1 \right) \cdot E_{sb} \cdot \frac{A_{cen}}{d} \right]^{3/2}}{\sqrt{E_{sb} \cdot s^3 + 12 \cdot \left(\frac{E_{cen}}{E_{sb}} - 1 \right) \cdot E_{sb} \cdot \frac{I_{cen}}{d}}}$$

$$s_{om} = \sqrt{\frac{E_{sb} \cdot s^3 + 12 \cdot \left(\frac{E_{cen}}{E_{sb}} - 1 \right) \cdot E_{sb} \cdot \frac{I_{cen}}{d}}{E_{sb} \cdot s + \left(\frac{E_{cen}}{E_{sb}} - 1 \right) \cdot E_{sb} \cdot \frac{A_{cen}}{d}}}$$

Dove:

E Modulo elastico dello spritz beton impiegato

E_{cen} Modulo elastico delle centine metalliche

I_{cen} Modulo di inerzia delle centine metalliche

A_{cen} Area delle centine metalliche

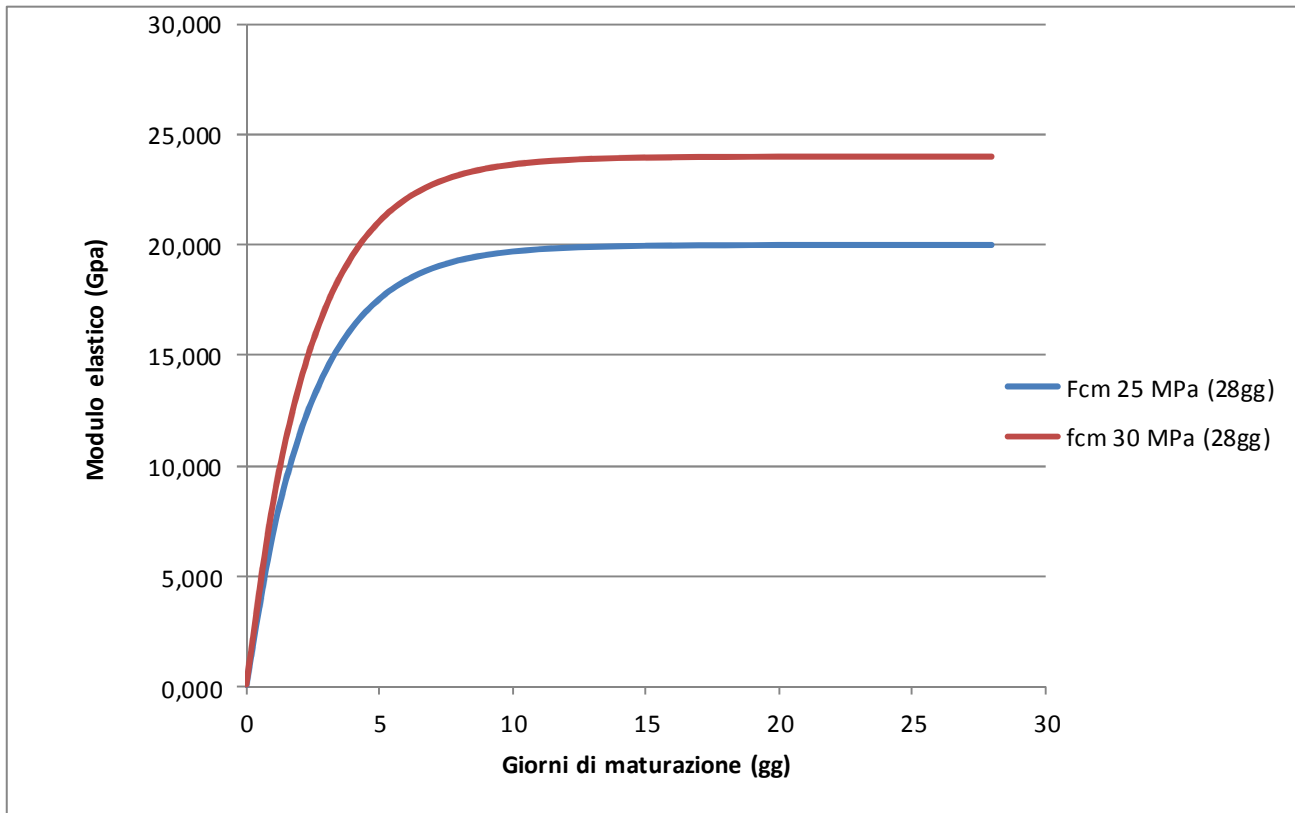
s Spessore di spritz beton impiegato

d Passo delle centine metalliche

Per simulare le fasi di maturazione dello spritz-beton si è utilizzata la seguente formulazione che mostra la variazione del modulo elastico in funzione del tempo trascorso dalla messa in opera.

$$E_{sb,t} = E_{28} \cdot (1 - e^{-0.42t})$$

Dove con E_{28} si indica il modulo elastico dello spritz-beton dopo 28 giorni di maturazione e con t il tempo trascorso in giorni. Di seguito si riporta la curva di maturazione ottenuta attraverso tale formulazione:



In particolare si sono utilizzati nei modelli di calcolo 2 differenti moduli elastici per il calcestruzzo relativi a 0.5 e 28 giorni, i cui valori sono nel seguito riportati. Come si nota dal grafico già a partire da 10 giorni di maturazione il modulo elastico risulta pressochè pari al valore finale, per cui risulta verosimile non variare le caratteristiche del supporto a partire da tale istante temporale.

Spritz beton fcm = 30 MPa a 28gg

Maturazione	E_t	F_{cm}
[gg]	[Gpa]	[MPa]
0.5	4.55	4 (*)
28	24.000	30

(*)Valori medi stimati in assenza di prove dirette

9.4.2. Taratura modelli di calcolo

Per simulare il progressivo allontanamento del fronte di scavo dalla sezione di verifica e la contemporanea posa in opera dei sostegni con un'analisi bidimensionale, è necessario introdurre numericamente l'"effetto fronte", rilassando progressivamente le forze agenti al fronte di scavo.

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 
	IG51-04-E-CV-RO-GN91-BX-001-A02 Foglio 57 di 78

L'introduzione del concetto di "effetto fronte" nel calcolo richiede la definizione di una legge di rilassamento del nucleo in grado di simulare il progressivo incremento della deformazione della cavità, con conseguente diminuzione della pressione esercitata sui rivestimenti. Tale concetto risulta adeguatamente espresso in termini analitici dalla curva $1-\lambda = \sigma_r/\sigma_0$ di Panet, che rappresenta in termini di sforzi radiali il passaggio dal comportamento tridimensionale a quello piano. L'adozione della sola curva λ , così come comunemente espressa quale criterio di riduzione delle caratteristiche elastiche e di resistenza del nucleo nel corso dell'analisi, non sempre produce i dovuti risultati tenso-deformativi, né per confronto con quanto ottenuto in base alla teoria delle Curve Caratteristiche o a simulazioni con modelli assialsimmetrici, né per confronto con quanto effettivamente rilevato in corso d'opera. Tale curva deve essere quindi tarata in funzione delle caratteristiche geomeccaniche del materiale, dello stato tensionale in sito e del criterio di rottura del materiale.

La riduzione così ottenuta va applicata al termine della time geostatica. Si ha pertanto:

$$R_{\text{forze, fronte}} = R_{\text{PANET, fronte}} * \alpha$$

$$\text{con } \alpha = (\text{Rid.}\%) / R_{\text{PANET, fronte}} \%$$

Una volta determinata la riduzione iniziale, le riduzioni alle Time successive verranno determinate proporzionalmente all'andamento della curva $1-\lambda$ di Panet in funzione della distanza dal fronte.

Si ha pertanto:

$$R_{\text{forze}} = R_{\text{forze, fronte}} + \beta * (R_{\text{PANET}} - R_{\text{PANET, fronte}})$$

in cui il termine $\beta = (100\% - \text{Rid.}\%) / (100\% - R_{\text{PANET, fronte}}\%)$ tiene conto delle percentuali di riduzione residue, dopo il rilassamento del fronte.

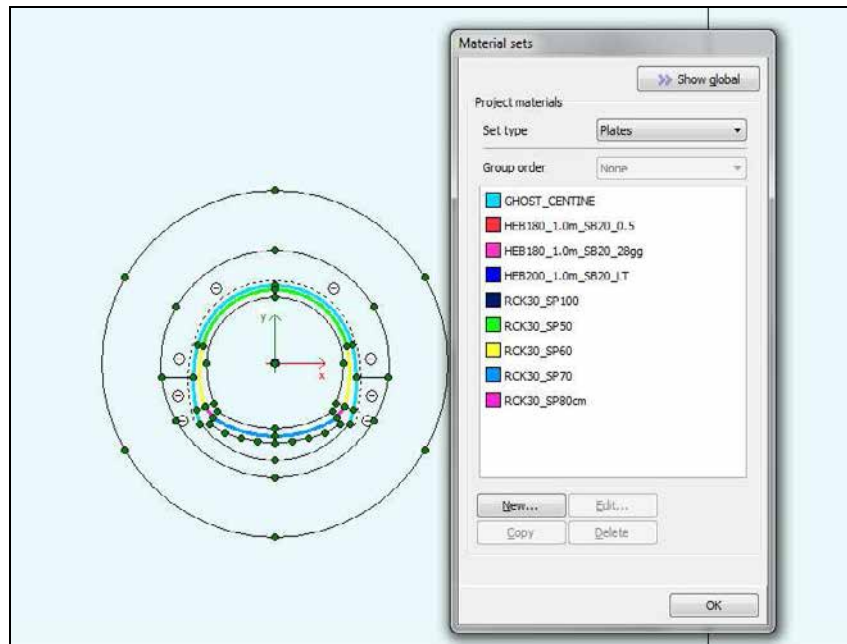
I valori adottati nelle varie time di calcolo per ogni sezione tipo sono riportati nelle descrizione dei singoli modelli a cui si rimanda.

9.5. Modello 1: Sezione "areazione fumi" Copertura 400m

Il terreno è stato modellato attraverso un unico strato con una copertura in chiave calotta di 400m, avente le caratteristiche medie relative Gruppo geomeccanico 2b della Formazione delle Argille a Palombini. Le analisi sono state eseguite in campo elasto-plastico utilizzando un criterio di rottura del terreno di tipo Mohr-Coulomb con comportamento incrudente (hardening soil).

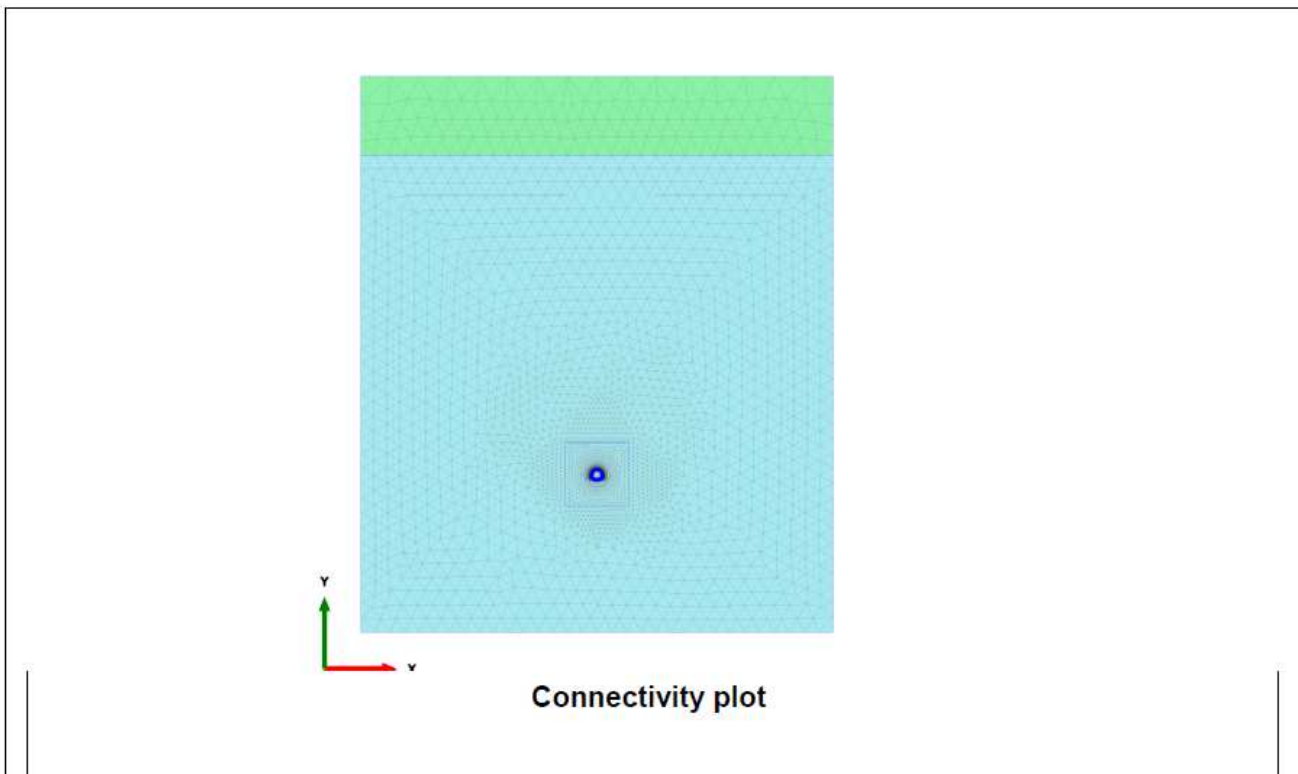
I rivestimenti di prima fase sono stati modellati tramite elementi beam disposti lungo l'estradosso della galleria, in modo da simulare l'omogenizzazione delle centine e del calcestruzzo proiettato variando la rigidità dell'elemento in funzione della maturazione dello spritz beton. Al contrario i rivestimenti definitivi sono stati modellati in base alla loro reale geometria; col fine di poter valutare le azioni interne, sono stati inseriti nella mezzera della sezione in calcestruzzo degli elementi beam di spessore variabile ed aventi una rigidità ridotta per un fattore pari a 10^{10} , in modo da non influenzare il calcolo numerico: i valori ottenuti sono quindi stati moltiplicati per tale coefficiente in modo da giungere alle azioni sollecitanti per il dimensionamento strutturale. Nella seguente tabella e nella successiva immagine sono mostrati gli spessori impiegati nel modello di calcolo.

Sezione	Spessori impiegati (cm)
Calotta	50
Murette e piedritti	80-60
Arco rovescio	70



Nel modello le centine non sono state considerate agenti nella fase di lungo termine.

Si è utilizzato un modello di tipo *Plane strain* costituita da elementi a 15 nodi. Nel seguito si riporta quindi la mesh di calcolo utilizzata per i by-pass, costituita da n° 40798 nodi.



PLAXIS	Project description	Date
	Bypass_Cunicolo aP	23/06/2014
	Project filename	User name
	Fumi_aP-GR2b_H=400m	Rocksoil Spa

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.

Nel corso della prima fase dell’analisi numerica si è provveduto ad imporre al modello lo stato di sforzo esistente in sito prima dell’inizio dello scavo delle gallerie. Per quanto riguarda le condizioni iniziali denominate “Initial Phase” si fa riferimento alla “Procedura-K₀” implementata dal codice di calcolo PLAXIS. Il carico applicato in direzione verticale corrisponde al carico geostatico alle varie quote del modello. Il carico applicato in direzione orizzontale viene determinato in funzione del carico verticale, attraverso il coefficiente di spinta a riposo (K₀). 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.

L’analisi si basa su una successione di fasi di calcolo (PHASE), che permettono di descrivere i differenti interventi costruttivi e di schematizzare le differenti condizioni di carico.

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	
IG51-04-E-CV-RO-GN91-BX-001-A02		Foglio 60 di 78

9.5.1. Rivestimenti di prima fase e fasi di calcolo

La simulazione delle fasi fa riferimento ad una velocità di avanzamento di circa 3.0m/g, tipiche per lo scavo in questo tipo di materiale per sezioni aventi aree di scavo comparabili, da cui derivano le caratteristiche di deformabilità dello spritz beton impiegate. Si riportano le caratteristiche principali delle sezioni omogenizzate composte da centine e spritz – beton nel calcolo.

Centina	HE 200 B
n°	1,0
Passo [m]	1,0
E [Gpa]	210,0

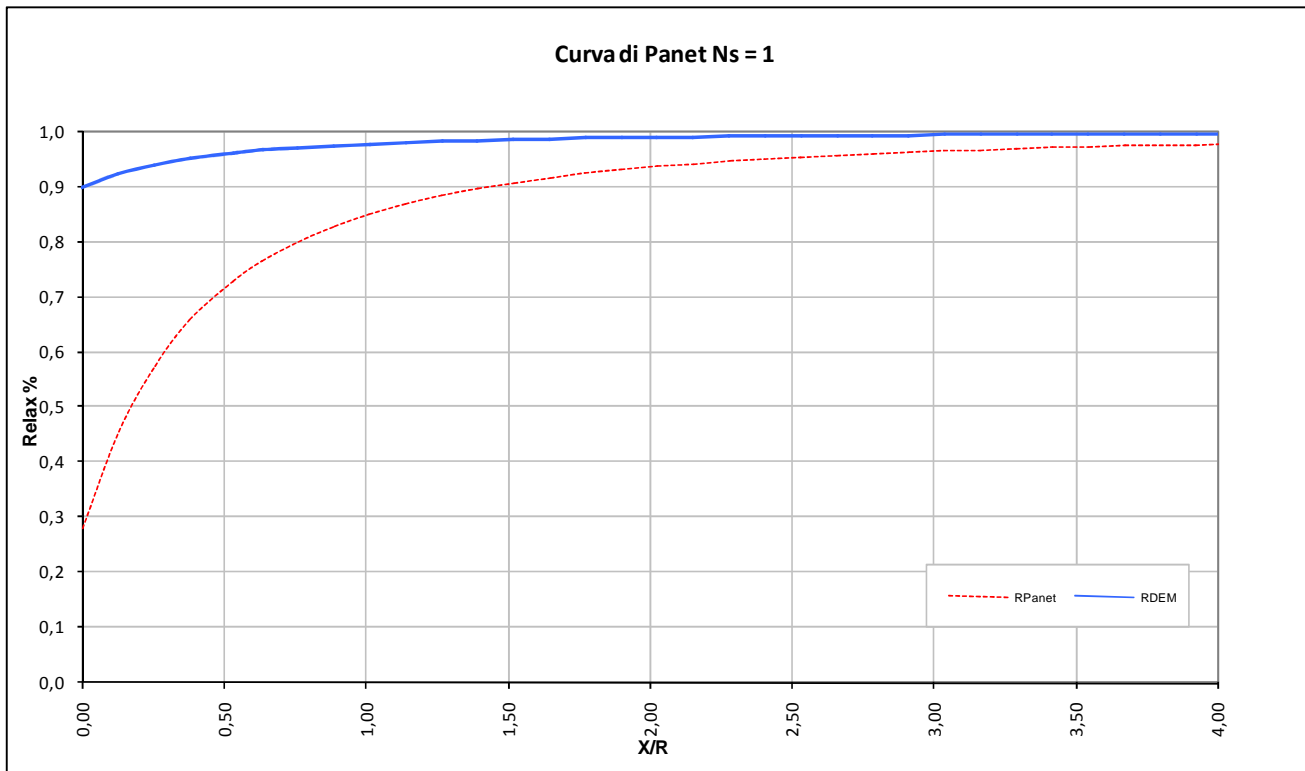
Spritz - Beton	
E _{28gg} [Gpa]	24
Spessore [m]	0,25

Maturazione	E _{om}	S _{om}	EA	EI
[gg]	[Gpa]	[m]	[KN]	[KN*m ²]
0,5	9,867	0,2778	2740680	17622
2	18,647	0,2651	4942924	28944
5	25,852	0,2607	6740497	38185
28	28,709	0,2596	7452243	41844

Di seguito si riportano le fasi di calcolo ed i valori di “Relax” utilizzati, oltre alle caratteristiche dei rivestimenti di prima fase utilizzati in tali fasi.

Il rilassamento iniziale è stato tarato in funzione dei risultati ottenuti dalle linee caratteristiche.

LAVORO	COCIV - TERZO VALICO	Copertura	400m			
Sezione	Sezione Fumi	Litotipo	GR2b - aP			
TIME	DESCRIZIONE	INIZIO STAGE		FINE STAGE		MATURAZIONE SPRITZ BETON
		x _{fronte} [m]	R(FEM)	x _{fronte} [m]	R(FEM)	
Phase 1	Geostatico	-∞	0%	-∞	0%	-
Phase 2	Fronte di scavo	0	0%	0	90%	-
Phase 3	Avanzamento mezzo sfondo	0	90%	0,5	93,0%	-
Phase 4	Installazione prerinvestimento e avanzamento	0,5	93,0%	1,5	95,0%	0.5 gg
Phase 5	Maturazione prerinvestimento e avanzamento	1,5	95,0%	10	97,0%	28gg
Phase 6	Getto arco rovescio e murette	10	97,0%	≈ 3 diametri	98,5%	28gg
Phase 7	Getto calotte	≈ 3 diametri	98,5%	≈ 3 diametri	100%	28gg
Phase 8 LT	Analisi di lungo termine	≈ 3 diametri	100%	+∞	100%	-

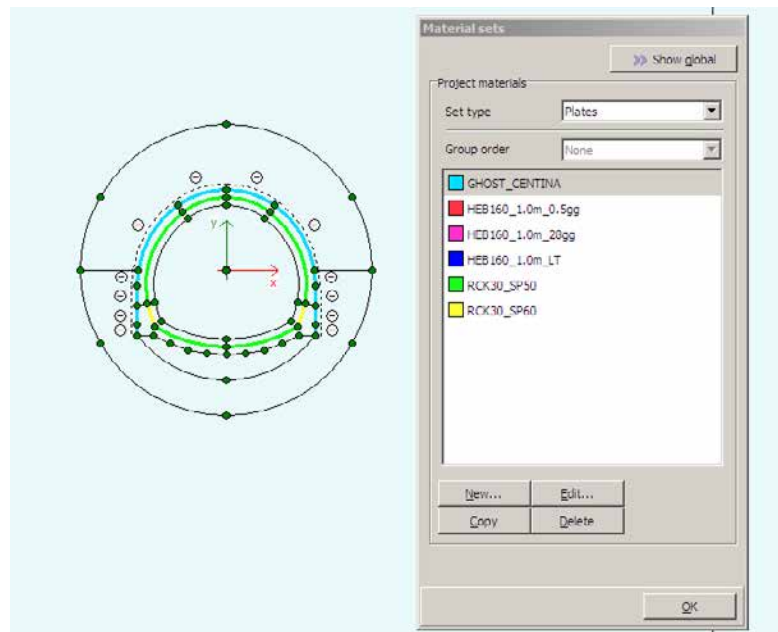


9.1. Modello 2: Sezione “pedonale” Copertura 400m

Il terreno è stato modellato attraverso un unico strato con una copertura in chiave calotta di 400m, avente le caratteristiche medie relative Gruppo geomeccanico 2 della Formazione delle Argille a Palombini. Le analisi sono state eseguite in campo elasto-plastico utilizzando un criterio di rottura del terreno di tipo Mohr-Coulomb con comportamento incrudente (hardening soil).

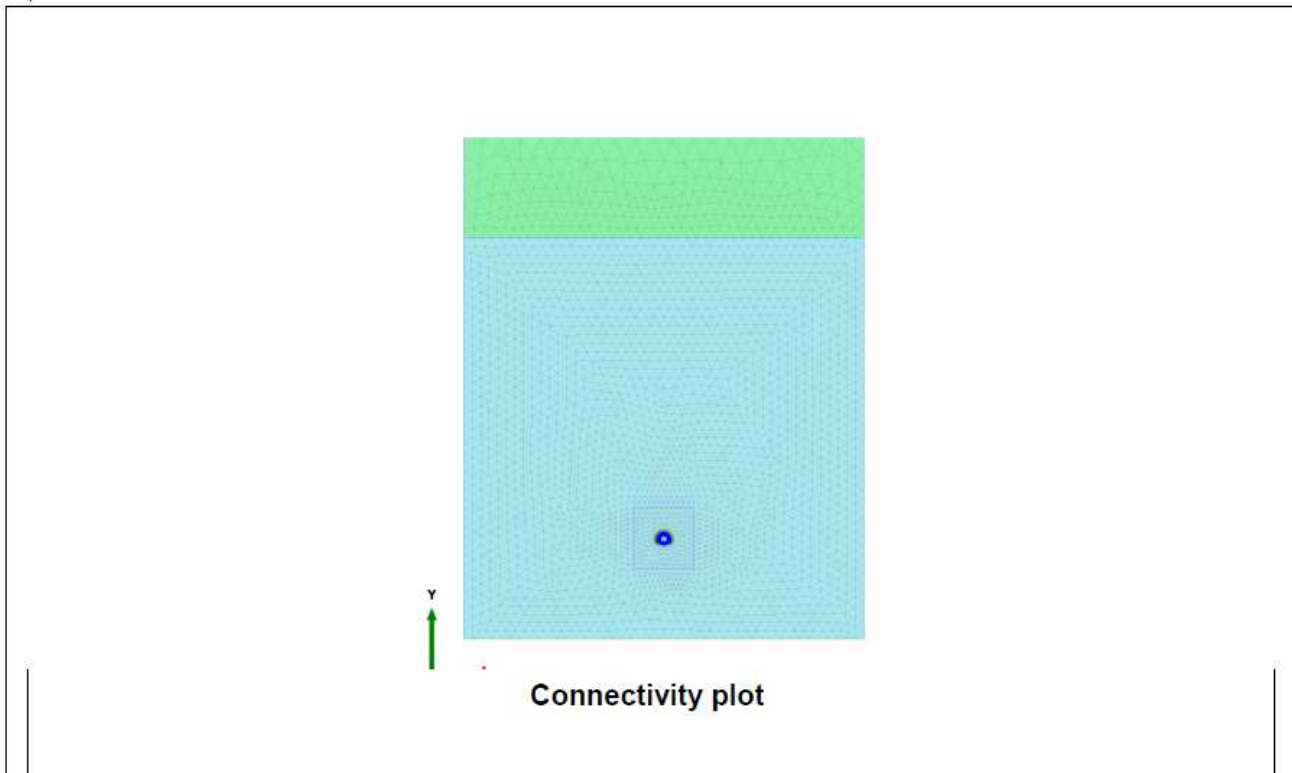
I rivestimenti di prima fase sono stati modellati tramite elementi beam disposti lungo l'estradosso della galleria, in modo da simulare l'omogenizzazione delle centine e del calcestruzzo proiettato variando la rigidità dell'elemento in funzione della maturazione dello spritz beton. Al contrario i rivestimenti definitivi sono stati modellati in base alla loro reale geometria; col fine di poter valutare le azioni interne, sono stati inseriti nella mezzera della sezione in calcestruzzo degli elementi beam di spessore variabile ed aventi una rigidità ridotta per un fattore pari a 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 strutturale. Nella seguente tabella e nella successiva immagine sono mostrati gli spessori impiegati nel modello di calcolo.

Sezione	Spessori impiegati (cm)
Calotta, Arco rovescio e Piedritti	50
Murette	60



Nel modello le centine non sono state considerate agenti nella fase di lungo termine.

Si è utilizzato un modello di tipo *Plane strain* costituita da elementi a 15 nodi. Nel seguito si riporta quindi la mesh di calcolo utilizzata per i by-pass pedonali, costituita da n° 45488 nodi.



PLAXIS	<small>Project description</small> By-pass pedonale-Cunicolo	<small>Date</small> 23/06/2014
	<small>Project filename</small> Ap-GR2b_400 m_pedonale	<small>User name</small> Rocksoil Spa

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.

Nel corso della prima fase dell’analisi numerica si è provveduto ad imporre al modello lo stato di sforzo esistente in sito prima dell’inizio dello scavo delle gallerie. Per quanto riguarda le condizioni iniziali denominate “Initial Phase” si fa riferimento alla “Procedura-K₀” implementata dal codice di calcolo PLAXIS. Il carico applicato in direzione verticale corrisponde al carico geostatico alle varie quote del modello. Il carico applicato in direzione orizzontale viene determinato in funzione del carico verticale, attraverso il coefficiente di spinta a riposo (K₀). 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.

L’analisi si basa su una successione di fasi di calcolo (PHASE), che permettono di descrivere i differenti interventi costruttivi e di schematizzare le differenti condizioni di carico.

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	IG51-04-E-CV-RO-GN91-BX-001-A02	Foglio 64 di 78
--	--	---------------------------------	--------------------

9.1.1. Rivestimenti di prima fase e fasi di calcolo

La simulazione delle fasi fa riferimento ad una velocità di avanzamento di circa 3.0m/g, tipiche per lo scavo in questo tipo di materiale per sezioni aventi aree di scavo comparabili, da cui derivano le caratteristiche di deformabilità dello spritz beton impiegate. Si riportano le caratteristiche principali delle sezioni omogenizzate composte da centine e spritz – beton nel calcolo.

Centina	HE 160 B
n°	1,0
Passo [m]	1,0
E [Gpa]	210,0

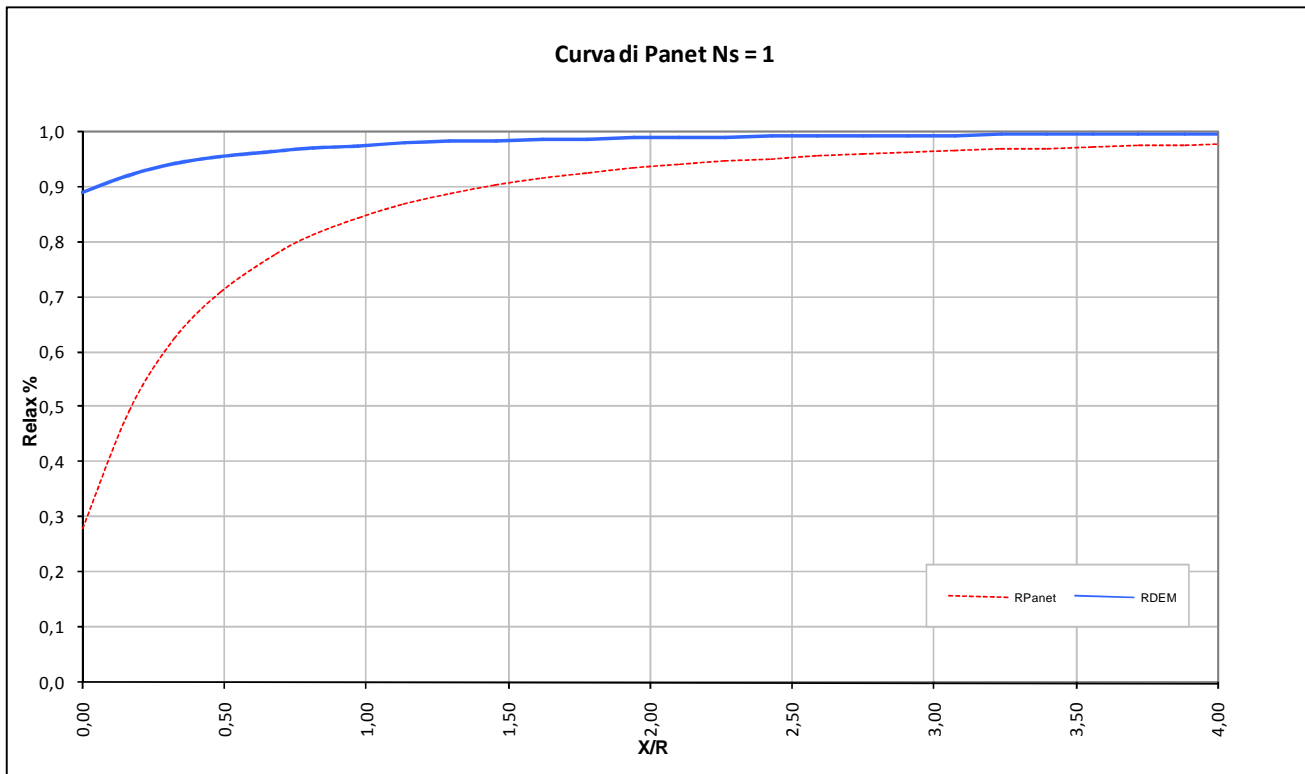
Spritz - Beton	
E _{28gg} [Gpa]	24
Spessore [m]	0,2

Maturazione	E _{om}	S _{om}	EA	EI
[gg]	[Gpa]	[m]	[KN]	[KN*m ²]
0,5	9,206	0,2198	2023784	8151
2	18,032	0,2103	3793048	13986
5	25,268	0,2073	5237203	18749
28	28,136	0,2065	5809014	20635

Di seguito si riportano le fasi di calcolo ed i valori di “Relax” utilizzati, oltre alle caratteristiche dei rivestimenti di prima fase utilizzati in tali fasi.

Il rilassamento iniziale è stato tarato in funzione dei risultati ottenuti dalle linee caratteristiche.

LAVORO	COCIV - TERZO VALICO	Copertura	400m			
Sezione	Sezione Pedonale	Litotipo	GR2b - aP			
TIME	DESCRIZIONE	INIZIO STAGE		FINE STAGE		MATURAZIONE SPRITZ BETON
		x _{fronte} [m]	R(FEM)	x _{fronte} [m]	R(FEM)	
Phase 1	Geostatico	-∞	0%	-∞	0%	-
Phase 2	Fronte di scavo	0	0%	0	89%	-
Phase 3	Avanzamento mezzo sfondo	0	89%	0,5	92,0%	-
Phase 4	Installazione prerivestimento e avanzamento	0,5	92,0%	1,5	95,0%	0.5 gg
Phase 5	Maturazione prerivestimento e avanzamento	1,5	95,0%	10	97,0%	28gg
Phase 6	Getto arco rovescio e murette	10	97,0%	≈ 3 diametri	98,5%	28gg
Phase 7	Getto calotte	≈ 3 diametri	98,5%	≈ 3 diametri	100%	28gg
Phase 8 LT	Analisi di lungo termine	≈ 3 diametri	100%	+∞	100%	-



10. RISULTATI ANALISI NUMERICHE E VERIFICHE

10.1. Rivestimenti di prima fase

I rivestimenti di prima fase sono realizzati impiegando centine metalliche e spritz- beton, per i quali sono previsti i seguenti valori ammissibili:

Acciaio S 275	$\sigma_{amm}=190 \text{ MPa}$ $\tau_{amm}=109.7 \text{ MPa}$
Calcestruzzo proiettato (fcm $\geq 30 \text{ MPa}$ a 28gg) fcm* $\geq 4 \text{ MPa}$ a 0.5 gg fcm $\geq 30 \text{ MPa}$ a 28 gg	$\sigma_{amm} = 3.1 \text{ MPa}$ a 0.5gg $\sigma_{amm} = 23.1 \text{ MPa}$ a 28gg

(*) Valori medi stimati in assenza di prove dirette

Per la verifiche tensionali relative ai rivestimenti di prima fase vengono utilizzate le sollecitazioni calcolate durante gli step inseriti nei modelli numerici, assumendo un diverso valore di modulo elastico per lo spritz beton a seconda della maturazione dello stesso. Il fattore di omogenizzazione tra acciaio e spritz beton è stato assunto pari al reale rapporto tra i moduli elastici dei materiali: risulta quindi variabile in funzione della maturazione del calcestruzzo.

In particolare il diagramma relativo al prerinvestimento viene costruito considerando una sezione in calcestruzzo armato di spessore pari allo spessore di spritz beton e un armatura pari all'area delle ali della centina (AFTES "Recommendations for the DESIGN OF SPRAYED CONCRETE FOR UNDERGROUND SUPPORT" – 09/11/2000)

$$\sigma_c \leq \sigma_{amm}$$

$$\sigma_s \leq \sigma_{amm}$$

Per quanto riguarda le sollecitazioni taglianti, si assume in via cautelativa che queste devono essere affidate unicamente alle ali delle centine (A_{tw}), senza alcun contributo da parte dello spritz-beton.

La verifica verrà quindi fatta valutando che la τ dovuta all'azione di taglio sia inferiore al valore ammissibile.

$$\tau = T / A_{tw} \leq \tau_{amm}$$

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	
	IG51-04-E-CV-RO-GN91-BX-001-A02	Foglio 67 di 78

10.2. Verifiche Rivestimento definitivo in Calcestruzzo Armato

I rivestimenti definitivi della galleria naturale sono realizzati in calcestruzzo armato ordinario, con conglomerato cementizio di classe $R_{ck}=30$ MPa e barre di tipo B450 C ad aderenza migliorata, a cui corrispondono le seguenti tensioni ammissibili:

Acciaio B450 C	$\sigma_{amm}=160$ 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

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 minimo è pari a 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

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

L'apertura delle fessure vale:

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

dove:

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

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

per la sezione in esame si ha:

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 
	IG51-04-E-CV-RO-GN91-BX-001-A02 Foglio 68 di 78

$c =$	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;

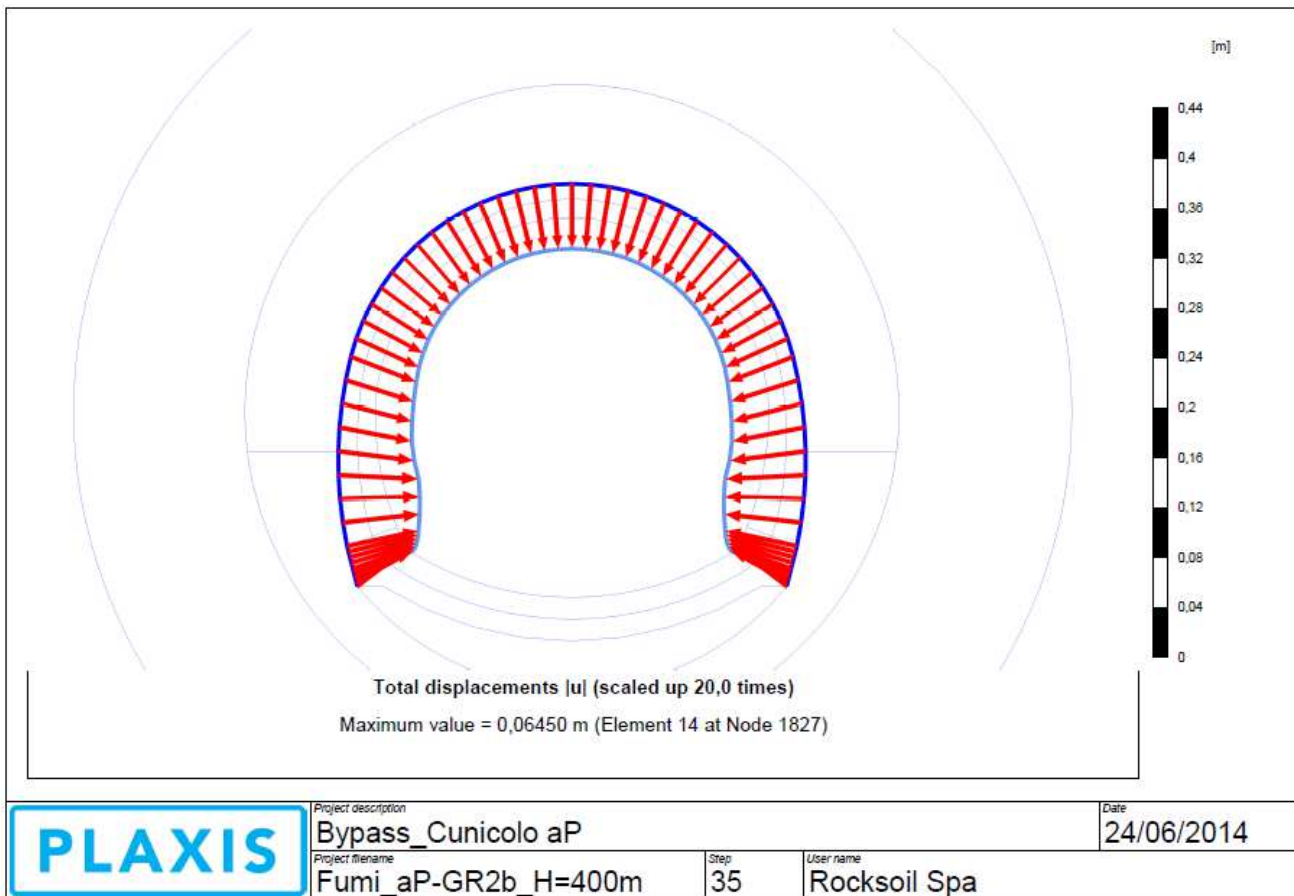
b = larghezza della sezione (1 m)

d = altezza utile della sezione

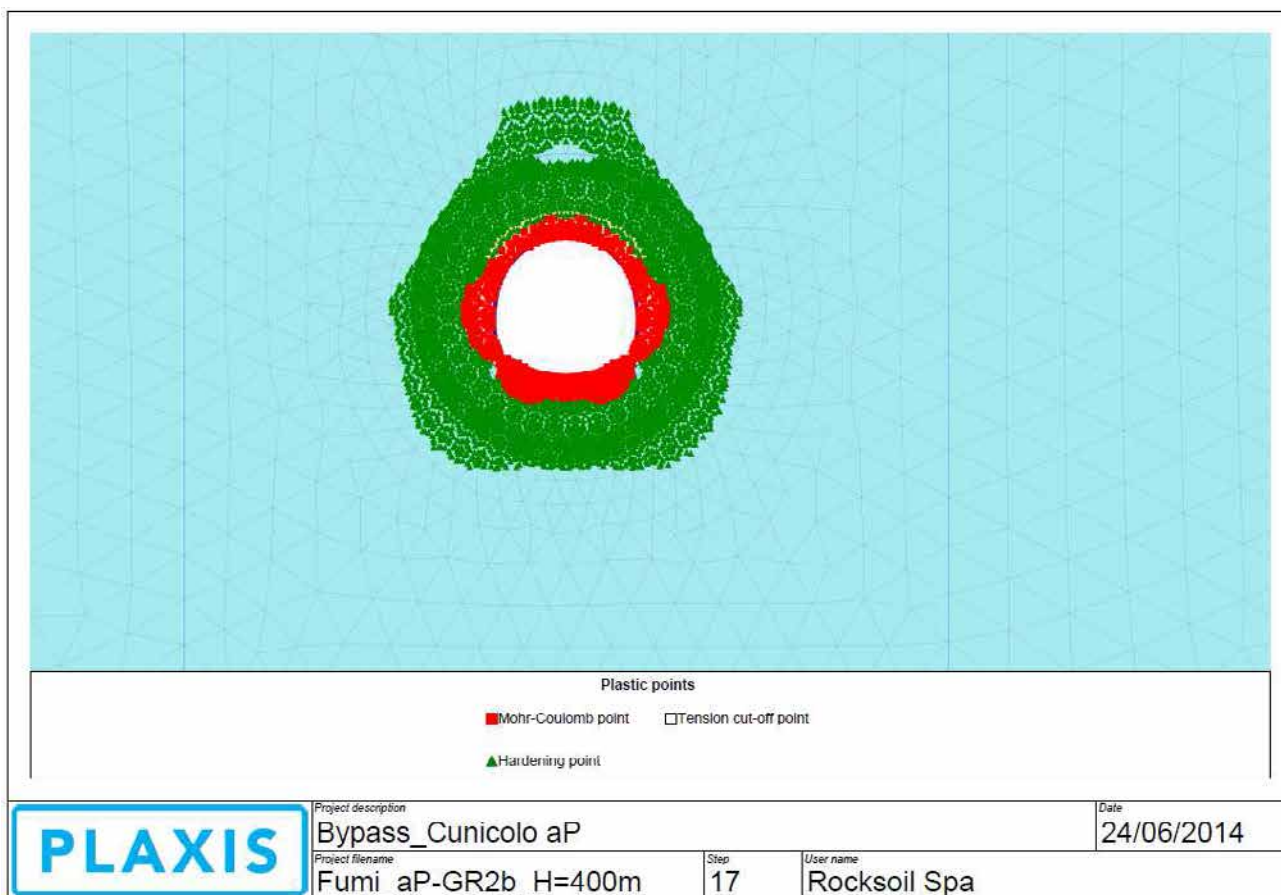
10.3. Modello 1: Sezione “areazione fumi” Copertura 400m

10.3.1. Analisi deformativa

I risultati più significativi ottenuti dalla presente analisi sono riassunti nelle tabelle contenute nel presente paragrafo. Il modello ha indicato spostamenti contenuti con deformazioni del cavo in lungo termine intorno ai 6.5 cm.



Nel caso esaminato, le condizioni più critiche nelle quali si forma la fascia plastica intorno alla galleria, risultano essere quelle rappresentative delle maturazione del privervestimento. I fenomeni di plasticizzazione di estendono ad una distanza pari a circa un raggio intorno al cavo.



Per quanto riguarda il prerivestimento, la convergenza media rilevata è nell'ordine di qualche centimetro.

SEZIONE	Preconvergenza (time 3)	Δ spostamento prerivestimenti (time 7-3)	Δ spostamento rivestimento definitivo (time 8-6)
	[cm]	[cm]	[cm]
Chiave calotta Verticale	4.7	0.1	< 0.15
Piano centri Orizzontale	5.2	0.6	< 0.1
Chiave arco rovescio Verticale	5.7	-	< 0.1

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG51-04-E-CV-RO-GN91-BX-001-A02 Foglio 71 di 78

10.3.2. Analisi Tensionale

I rivestimenti di prima fase utilizzati sono descritti nella seguente tabella

Spessore spritz beton (m)	Centine (-)	Numero (-)	Passo (m)
0.25	HEB200	1	1.0

Nella tabella sottostante viene riportato lo stato tensionale sia sulle ali delle centine che sullo spritz beton nelle condizioni più gravose in base a quanto valutato nei vari step di calcolo. Le sollecitazioni relative a tutti i beam e le relative tensioni valutate sui materiali sono riportate in allegato.

Fase di calcolo	Maturazione (gg)	σ_s (MPa)	$\sigma_{amm,s}$ (MPa)	σ_{sb} (MPa)	$\sigma_{amm,sb}$ (MPa)	τ (MPa)	$\tau_{amm,s}$ (MPa)
4	0,5	114,5	190	2,7	3,1	78,0	109,7
5	28	81,3	190	10,4	23,1	108,9	109,7
6	28	98,7	190	12,4	23,1	107,3	109,7
7	28	97,0	190	12,2	23,1	107,3	109,7

Lo spritz-beton è caratterizzato da una tensione massima di compressione prossima a 12.4 MPa, mentre l'acciaio si carica con una tensione massima pari a circa 115 MPa. La tensione tangenziale massima sulle ali delle centine risulta inferiore al valore limite. Come si nota tutte le verifiche risultano soddisfatte.

Per il rivestimento definitivo, in corrispondenza dell'arco rovescio le sollecitazioni raggiungono valori di momento dell'ordine di 170 KNm/m ed azioni assiali dell'ordine dei 1100 KN/m. In corrispondenza della calotta le sollecitazioni raggiungono valori di momento dell'ordine di 50 KNm/m ed azioni assiali dell'ordine dei 1100 KN/m.

FERRI ARMATURA PRINCIPALE		
	Intradosso	Estradosso
Arco rovescio	$\Phi 20/20$	$\Phi 20/20$
Calotta/Piedritti	$\Phi 20/20$	$\Phi 20/20$

In sintesi vengono indicate le condizioni più gravose per le diverse parti strutturali (arco rovescio e calotta) della sezione in esame in base a quanto valutato nella fase di lungo termine nella quale si verificano le sollecitazioni maggiori.

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 
	IG51-04-E-CV-RO-GN91-BX-001-A02 Foglio 72 di 78

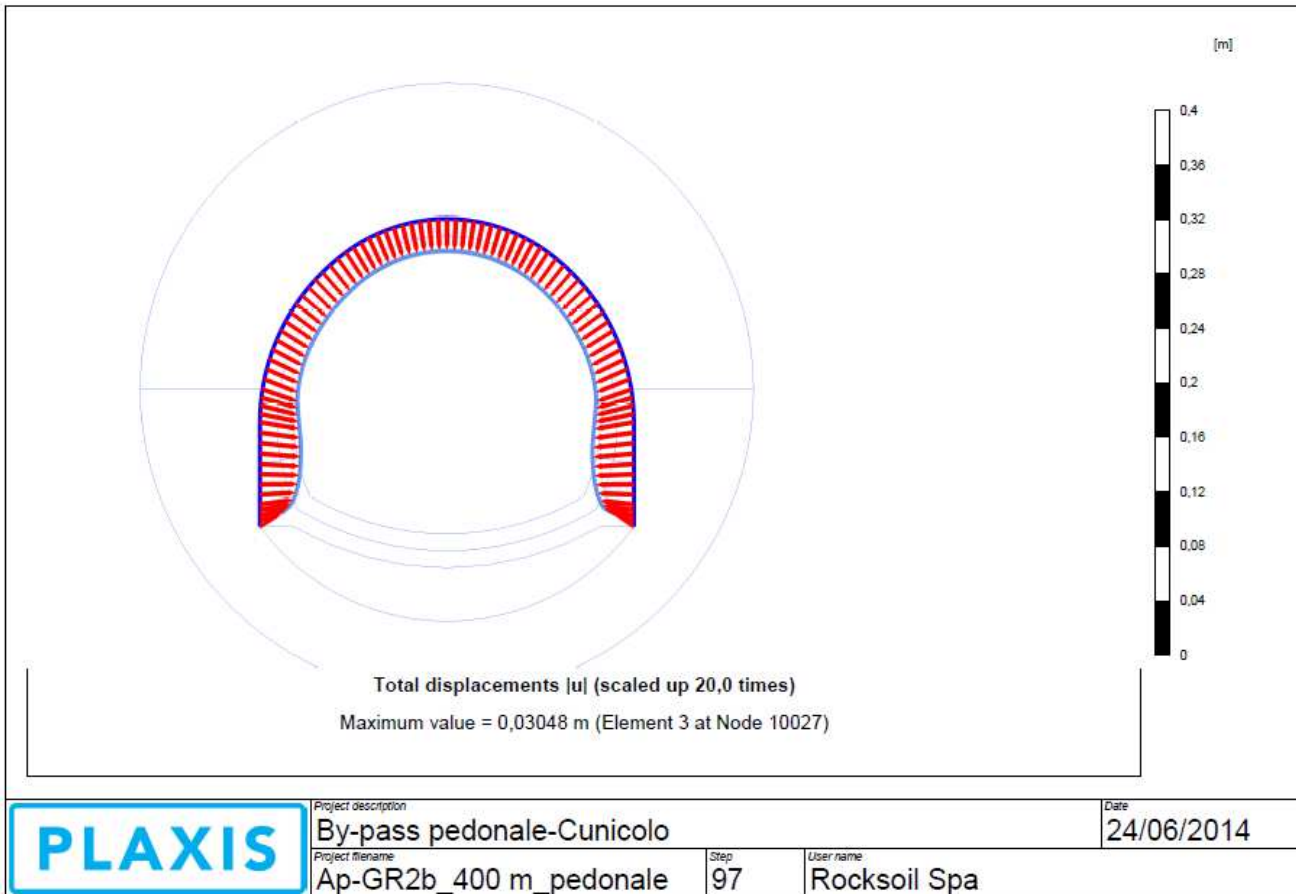
H	σ_c	σ_s	N	M	τ	V
[m]	[MPa]	[MPa]	[kN]	[kNm]	[MPa]	[kN]
0,5	-3,3	-44,8	-1239,4	49,1	-0,256	-103,6
0,6	-3,7	-48,3	-1105,6	-136,1	0,401	194,7
0,7	-5,0	-69,2	-2446,0	157,1	0,538	304,9

Come si nota, tutte le verifiche risultano soddisfatte. Poiché si verifica ovunque $\tau < \tau_{c0}$ non è necessario disporre armatura specifica a taglio.

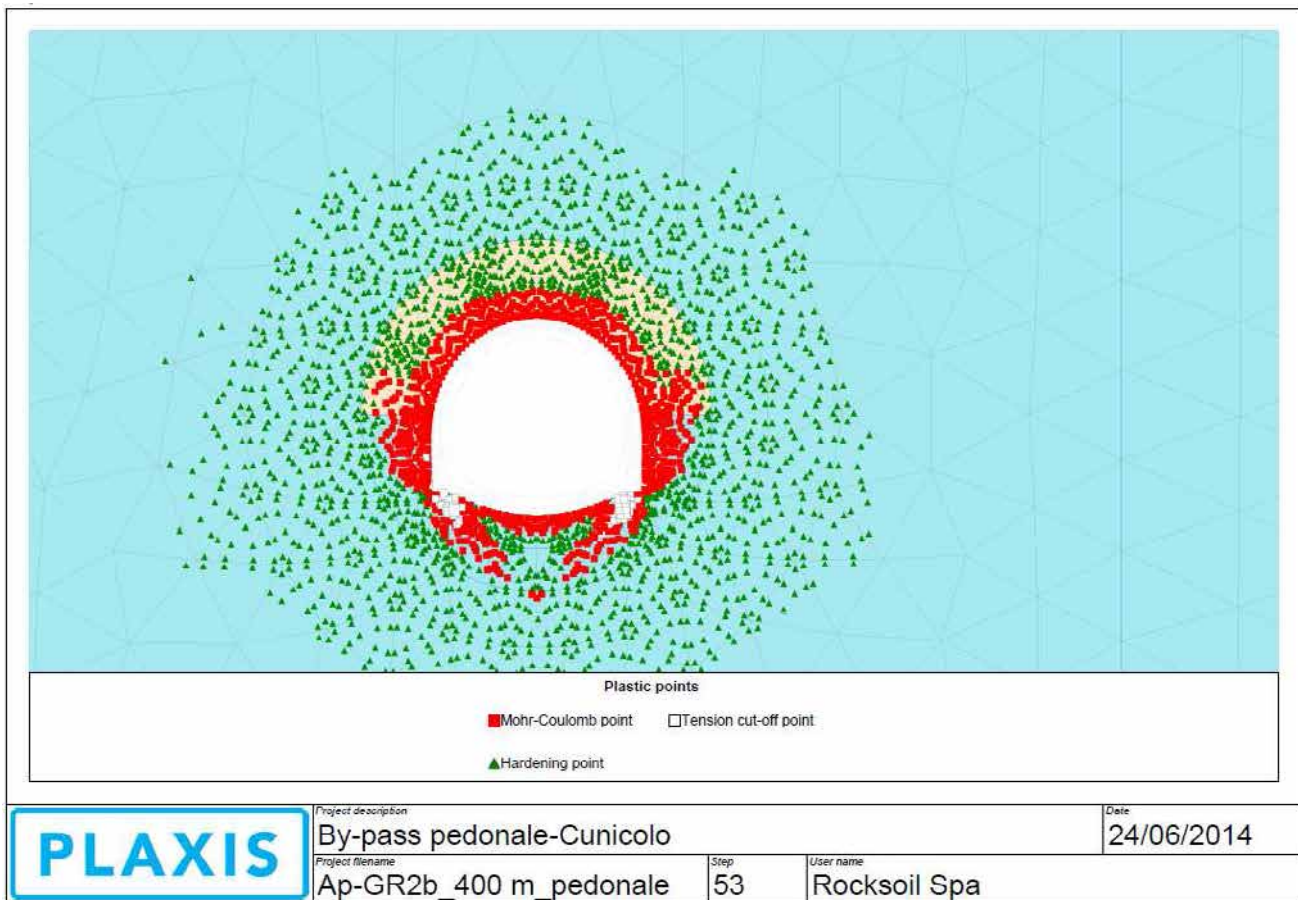
10.4. Modello 2: Sezione “pedonale” Copertura 400m

10.4.1. Analisi deformativa

I risultati più significativi ottenuti dalla presente analisi sono riassunti nelle tabelle contenute nel presente paragrafo. Il modello ha indicato spostamenti contenuti con deformazioni del cavo in lungo termine appena superiori ai 3 cm.



Nel caso esaminato, le condizioni più critiche nelle quali si forma la fascia plastica intorno alla galleria, risultano essere quelle rappresentative della fase di avanzamento dello scavo. I fenomeni di plasticizzazione si estendono ad una distanza pari a circa un raggio intorno al cavo



Per quanto riguarda il prerivestimento, la convergenza media rilevata è nell'ordine di qualche centimetro.

SEZIONE	Preconvergenza (time 3)	Δ spostamento prerivestimenti (time 7-3)	Δ spostamento rivestimento definitivo (time 8-6)
	[cm]	[cm]	[cm]
Chiave calotta Verticale	2.2	0.1	< 0.1
Piano centri Orizzontale	2.6	0.2	< 0.1
Chiave arco rovescio Verticale	2.8	-	< 0.1

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG51-04-E-CV-RO-GN91-BX-001-A02 Foglio 75 di 78

10.4.2. Analisi Tensionale

I rivestimenti di prima fase utilizzati sono descritti nella seguente tabella

Spessore spritz beton (m)	Centine (-)	Numero (-)	Passo (m)
0.2	HEB160	1	1.0

Nella tabella sottostante viene riportato lo stato tensionale sia sulle ali delle centine che sullo spritz beton nelle condizioni più gravose in base a quanto valutato nei vari step di calcolo. Le sollecitazioni relative a tutti i beam e le relative tensioni valutate sui materiali sono riportate in allegato.

Fase di calcolo	Maturazione (gg)	σ_s (MPa)	$\sigma_{amm,s}$ (MPa)	σ_{sb} (MPa)	$\sigma_{amm,sb}$ (MPa)	τ (MPa)	$\tau_{amm,s}$ (MPa)
4	0,5	50,3	190	1,2	3,1	35,4	109,7
5	28	16,1	190	2,1	23,1	33,7	109,7
6	28	16,2	190	2,1	23,1	34,1	109,7
7	28	16,6	190	2,1	23,1	34,6	109,7

Lo spritz-beton è caratterizzato da una tensione massima di compressione prossima a 2.1 MPa, mentre l'acciaio si carica con una tensione massima appena superiore a 50 MPa. La tensione tangenziale massima sulle ali delle centine risulta inferiore al valore limite. Come si nota tutte le verifiche risultano soddisfatte.

Per il rivestimento definitivo, in corrispondenza dell'arco rovescio le sollecitazioni raggiungono valori di momento dell'ordine di 40 KNm/m ed azioni assiali dell'ordine dei 500 KN/m. In corrispondenza della calotta le sollecitazioni raggiungono valori di momento dell'ordine di 25 KNm/m ed azioni assiali dell'ordine dei 260 KN/m.

FERRI ARMATURA PRINCIPALE		
	Intradosso	Estradosso
Arco rovescio	$\Phi 16/20$	$\Phi 16/20$
Calotta/Piedritti	$\Phi 16/20$	$\Phi 16/20$

In sintesi vengono indicate le condizioni più gravose per le diverse parti strutturali (arco rovescio e calotta) della sezione in esame in base a quanto valutato nella fase di lungo termine nella quale si verificano le sollecitazioni maggiori.

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 
	IG51-04-E-CV-RO-GN91-BX-001-A02 Foglio 76 di 78

H	σ_c	σ_s	N	M	τ	V
[m]	[MPa]	[MPa]	[kN]	[kNm]	[MPa]	[kN]
0,5	-2,7	-37,4	-1094,2	-27,4	-0,219	-88,7
0,6	-2,1	-29,6	-957,4	-38,9	0,072	35,2

Come si nota, tutte le verifiche risultano soddisfatte. Poiché si verifica ovunque $\tau < \tau_{c0}$ non è necessario disporre armatura specifica a taglio.

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 
	IG51-04-E-CV-RO-GN91-BX-001-A02 <div style="float: right;">Foglio 77 di 78</div>

11. CONCLUSIONI

Oggetto del presente elaborato è la descrizione delle principali problematiche legate allo scavo dei By-pass presenti nel tratto della galleria di Valico in corrispondenza dell'area sicura Val Lemme che consentono il collegamento tra la galleria di Valico lato binario pari con il corrispettivo cunicolo di sfollamento. Il tratto della galleria in questione si svilupperà dalla pk 16+690 (B.P) circa alla pk 17+690 (B.P) circa. La galleria di Valico lato B.P. sarà collegata al corrispettivo cunicolo di sfollamento mediante 15 by-pass a sezione variabile in funzione della loro destinazione d'uso. In particolare sono stati definiti by-pass di tipo "pedonale", di tipo "antincendio e drenaggio" e di tipo "areazione fumi".

Lungo tutto il tracciato è presente prevalentemente la Formazione delle Argille a Palombini, la quale all'interno della caratterizzazione geotecnica è stata suddivisa in tre sottogruppi geomeccanici al fine di permettere un migliore valutazione del comportamento dell'ammasso e di conseguenza una migliore valutazione sull'applicazione delle sezioni tipo.

All'interno della presente relazione si è dapprima analizzato il comportamento del cavo sia con i metodi analitici che con quello delle linee caratteristiche, poi si è passati alla fase di terapia dove sono stati individuati gli interventi di consolidamento da realizzare durante lo scavo di ogni cunicolo.

Infine sono state condotte delle analisi numeriche per le due sezioni ritenute più rappresentative del comportamento del cavo e sono state eseguite le verifiche strutturali per i priverestimenti ed i rivestimenti in ottemperanza al D.M. 1996. Tutte le verifiche rispettano i limiti imposti dalla normativa citata.

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



IG51-04-E-CV-RO-GN91-BX-001-A02

Foglio
78 di 78

12. ALLEGATI DI CALCOLO

```

#####
#####
###
###
###   #####  ##   ##   ##
###   #####  ##   ##   ##
###   #####  ##   ##   ##
#####      ##  ##   ##  ##
#####      #####  #####
###

```

CALCOLO GALLERIE CON METODO
 CONVERGENZA-CONFINAMENTO
 SOLUTORE ANALITICO

VERSIONE 4 (2003)

aP_GR2a_200m

fase di diagnosi

TIPO DI ANALISI: CALCOLO ACCOPPIATO FRONTE-GALLERIA
 VALUTAZIONE DEFORMATA GALLERIA AL FRONTE: 1
 1 -> metodo Panet-Guenot (galleria non sostenuta)
 2 -> metodo trasformazione omotetica (galleria non sostenuta)
 3 -> Nuovo Metodo Implicito (convergenza al fronte da vuoto sferico)
 4 -> Nuovo Metodo Implicito (convergenza al fronte da correlazione Ns)
 5 -> Nuovo Metodo Implicito (convergenza al fronte da trasformazione omotetica)

D A T I A N A L I S I

R galleria [m] 3.09000

PARAMETRI GEOTECNICI -----
 Tensione originaria [MPa] 5.40000
 Modulo di Young [MPa] 1750.00000
 Coefficiente di Poisson30000
 Peso specifico (sovraccarico gravitativo) [kN/m3] . .00000
 RESISTENZA ROCCIA
 Coesione picco [MPa]55000
 Angolo attrito picco [°] 36.00000
 Coesione residua [MPa]47500
 Angolo attrito residuo [MPa] 29.00000
 Angolo dilatanza [°]00000

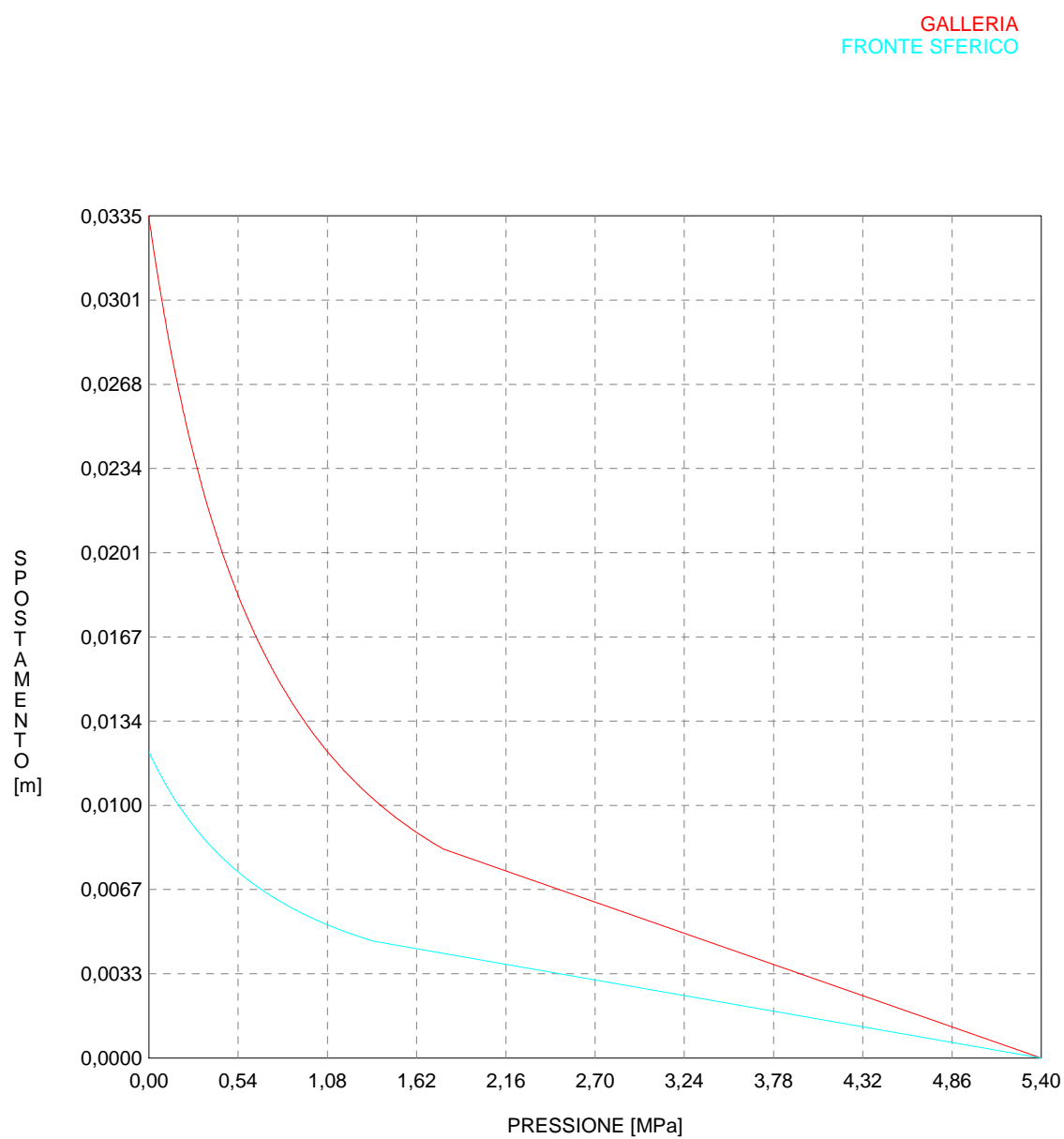
R I S U L T A T O A N A L I S I F R O N T E D I S C A V O

Press. fine calcolo galleria non sostenuta [MPa] .. .000000
 Spostamento radiale galleria non sostenuta [m]033457
 Raggio plastico galleria non sostenuta [m] 5.615897
 Press. fine calcolo fronte sferico [MPa]000000
 Spostamento radiale fronte sferico [m]012172
 Spostamento radiale fronte (correl. Ns) [m]003329
 Spostamento radiale fronte (trasf. omotet.) [m]009703
 Raggio plastico fronte sferico [m] 3.980138

R I S U L T A T O A N A L I S I G A L L E R I A

Pressione fine calcolo [MPa]000000
 Spost. radiale galleria fine calcolo [m]033457
 Raggio plastico galleria fine calcolo [m] 5.615897

CURVE CARATTERISTICHE ANALISI BASE



```

#####
#####
###
###
### ##### ## ## ##
### ##### ## ## ##
### ##### ## ## ##
##### ## ## ## ##
##### ##### #####
###

```

CALCOLO GALLERIE CON METODO
CONVERGENZA-CONFINAMENTO
SOLUTORE ANALITICO

VERSIONE 4 (2003)

aP_GR2a_300m

fase di diagnosi

TIPO DI ANALISI: CALCOLO ACCOPPIATO FRONTE-GALLERIA
VALUTAZIONE DEFORMATA GALLERIA AL FRONTE: 1
1 -> metodo Panet-Guenot (galleria non sostenuta)
2 -> metodo trasformazione omotetica (galleria non sostenuta)
3 -> Nuovo Metodo Implicito (convergenza al fronte da vuoto sferico)
4 -> Nuovo Metodo Implicito (convergenza al fronte da correlazione Ns)
5 -> Nuovo Metodo Implicito (convergenza al fronte da trasformazione omotetica)

D A T I A N A L I S I

R galleria [m] 3.09000

PARAMETRI GEOTECNICI -----
Tensione originaria [MPa] 8.10000
Modulo di Young [MPa] 1750.00000
Coefficiente di Poisson30000
Peso specifico (sovraccarico gravitativo) [kN/m3] . .00000
RESISTENZA ROCCIA
Coesione picco [MPa]72500
Angolo attrito picco [°] 33.00000
Coesione residua [MPa]55000
Angolo attrito residuo [MPa] 30.00000
Angolo dilatanza [°]00000

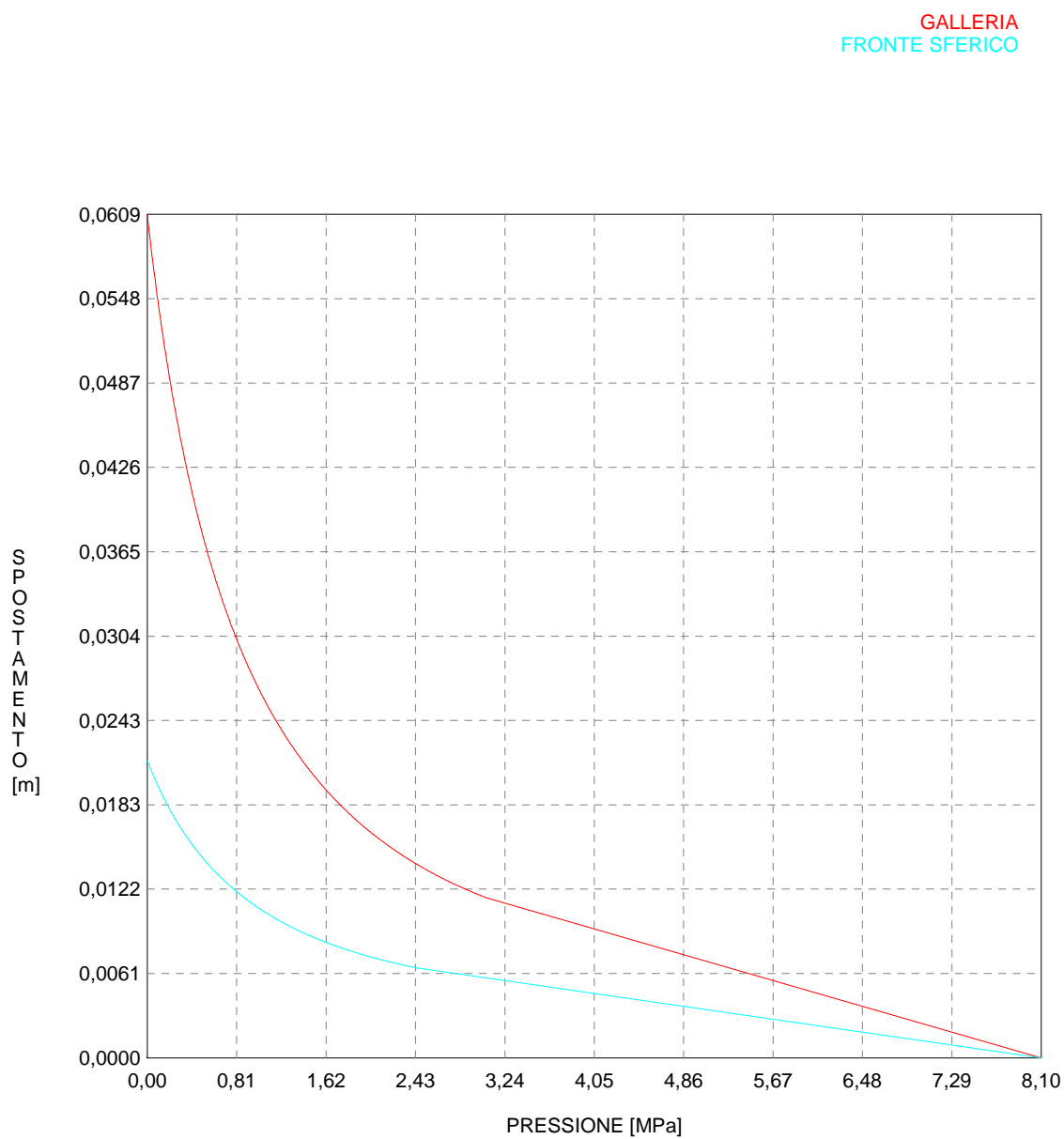
R I S U L T A T O A N A L I S I F R O N T E D I S C A V O

Press. fine calcolo galleria non sostenuta [MPa] .. .000000
Spostamento radiale galleria non sostenuta [m]060855
Raggio plastico galleria non sostenuta [m] 6.357872
Press. fine calcolo fronte sferico [MPa]000000
Spostamento radiale fronte sferico [m]021478
Spostamento radiale fronte (correl. Ns) [m]006055
Spostamento radiale fronte (trasf. omotet.) [m]017648
Raggio plastico fronte sferico [m] 4.243449

R I S U L T A T O A N A L I S I G A L L E R I A

Pressione fine calcolo [MPa]000000
Spost. radiale galleria fine calcolo [m]060855
Raggio plastico galleria fine calcolo [m] 6.357872

CURVE CARATTERISTICHE ANALISI BASE



```

#####
#####
###
###
### ##### ## ## ##
### ##### ## ## ##
### ##### ## ## ##
##### ## ## ## ##
##### ##### #####
###

```

CALCOLO GALLERIE CON METODO
 CONVERGENZA-CONFINAMENTO
 SOLUTORE ANALITICO

VERSIONE 4 (2003)

aP_GR2a_400m

fase di diagnosi

TIPO DI ANALISI: CALCOLO ACCOPPIATO FRONTE-GALLERIA
 VALUTAZIONE DEFORMATA GALLERIA AL FRONTE: 1
 1 -> metodo Panet-Guenot (galleria non sostenuta)
 2 -> metodo trasformazione omotetica (galleria non sostenuta)
 3 -> Nuovo Metodo Implicito (convergenza al fronte da vuoto sferico)
 4 -> Nuovo Metodo Implicito (convergenza al fronte da correlazione Ns)
 5 -> Nuovo Metodo Implicito (convergenza al fronte da trasformazione omotetica)

D A T I A N A L I S I

R galleria [m] 3.09000

PARAMETRI GEOTECNICI -----
 Tensione originaria [MPa] 10.80000
 Modulo di Young [MPa] 1750.00000
 Coefficiente di Poisson30000
 Peso specifico (sovraccarico gravitativo) [kN/m3] . .00000
 RESISTENZA ROCCIA
 Coesione picco [MPa]85000
 Angolo attrito picco [°] 30.00000
 Coesione residua [MPa]75000
 Angolo attrito residuo [MPa] 27.00000
 Angolo dilatanza [°]00000

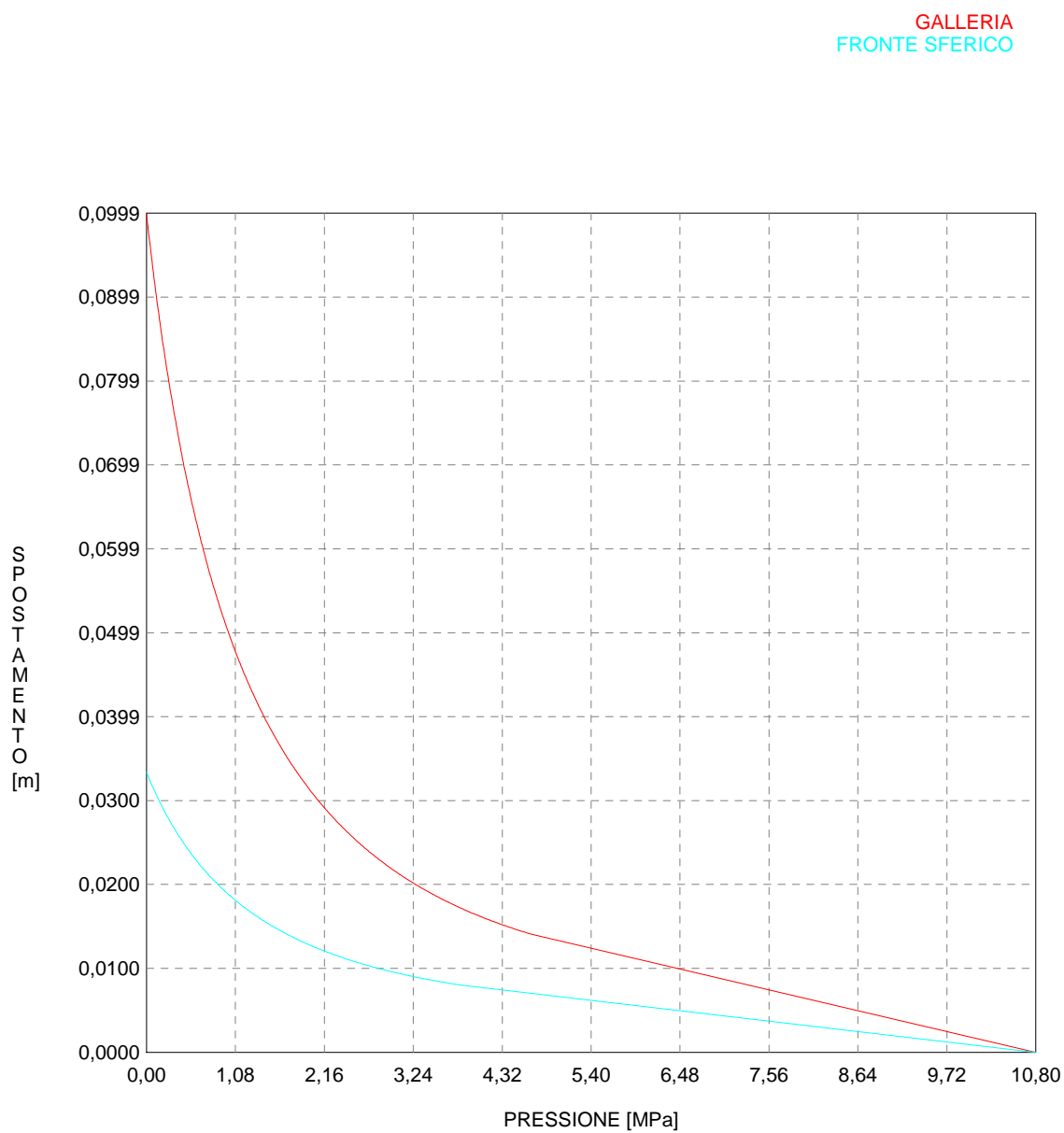
R I S U L T A T O A N A L I S I F R O N T E D I S C A V O

Press. fine calcolo galleria non sostenuta [MPa] .. .000000
 Spostamento radiale galleria non sostenuta [m]099865
 Raggio plastico galleria non sostenuta [m] 7.290867
 Press. fine calcolo fronte sferico [MPa]000000
 Spostamento radiale fronte sferico [m]033377
 Spostamento radiale fronte (correl. Ns) [m]009937
 Spostamento radiale fronte (trasf. omotet.) [m]028961
 Raggio plastico fronte sferico [m] 4.531466

R I S U L T A T O A N A L I S I G A L L E R I A

Pressione fine calcolo [MPa]000000
 Spost. radiale galleria fine calcolo [m]099865
 Raggio plastico galleria fine calcolo [m] 7.290867

CURVE CARATTERISTICHE ANALISI BASE



```

#####
#####
###
###
### ##### ## ## ##
### ##### ## ## ##
### ##### ## ## ##
##### ## ## ## ##
##### ##### #####
###

```

CALCOLO GALLERIE CON METODO
 CONVERGENZA-CONFINAMENTO
 SOLUTORE ANALITICO

VERSIONE 4 (2003)

aP_GR2b_200m

fase di diagnosi

TIPO DI ANALISI: CALCOLO ACCOPPIATO FRONTE-GALLERIA
 VALUTAZIONE DEFORMATA GALLERIA AL FRONTE: 1
 1 -> metodo Panet-Guenot (galleria non sostenuta)
 2 -> metodo trasformazione omotetica (galleria non sostenuta)
 3 -> Nuovo Metodo Implicito (convergenza al fronte da vuoto sferico)
 4 -> Nuovo Metodo Implicito (convergenza al fronte da correlazione Ns)
 5 -> Nuovo Metodo Implicito (convergenza al fronte da trasformazione omotetica)

D A T I A N A L I S I

R galleria [m] 3.09000

PARAMETRI GEOTECNICI -----
 Tensione originaria [MPa] 5.40000
 Modulo di Young [MPa] 1250.00000
 Coefficiente di Poisson30000
 Peso specifico (sovraccarico gravitativo) [kN/m3] . .00000
 RESISTENZA ROCCIA
 Coesione picco [MPa]46500
 Angolo attrito picco [°] 31.00000
 Coesione residua [MPa]39000
 Angolo attrito residuo [MPa] 25.00000
 Angolo dilatanza [°]00000

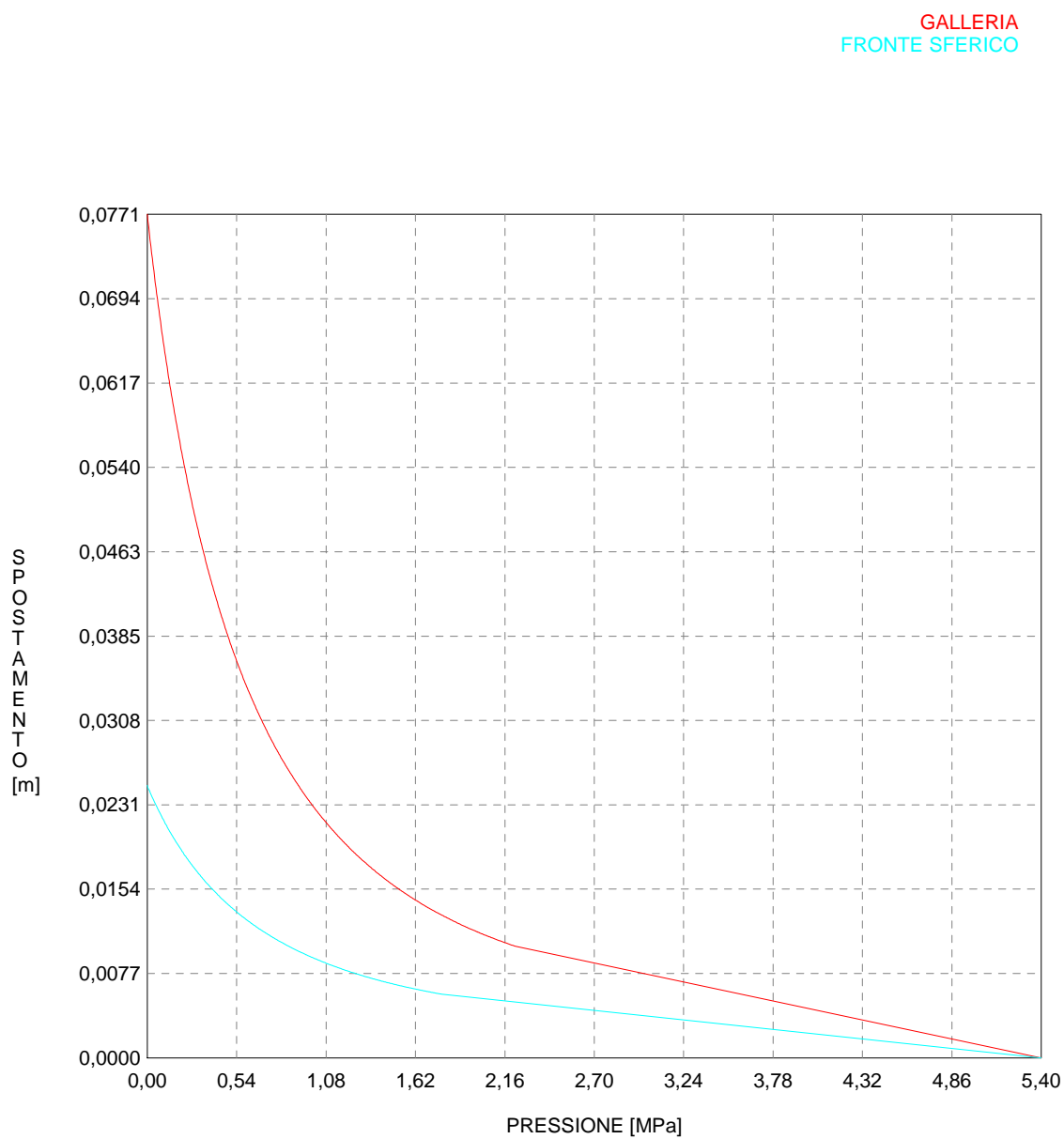
R I S U L T A T O A N A L I S I F R O N T E D I S C A V O

Press. fine calcolo galleria non sostenuta [MPa] .. .000000
 Spostamento radiale galleria non sostenuta [m]077096
 Raggio plastico galleria non sostenuta [m] 7.489217
 Press. fine calcolo fronte sferico [MPa]000000
 Spostamento radiale fronte sferico [m]024897
 Spostamento radiale fronte (correl. Ns) [m]007671
 Spostamento radiale fronte (trasf. omotet.) [m]022358
 Raggio plastico fronte sferico [m] 4.562631

R I S U L T A T O A N A L I S I G A L L E R I A

Pressione fine calcolo [MPa]000000
 Spost. radiale galleria fine calcolo [m]077096
 Raggio plastico galleria fine calcolo [m] 7.489217

CURVE CARATTERISTICHE ANALISI BASE




```

#####
#####
###
###
### ##### ## ## ##
### ##### ## ## ##
### ##### ## ## ##
##### ## ## ## ##
##### ##### #####
###

```

CALCOLO GALLERIE CON METODO
 CONVERGENZA-CONFINAMENTO
 SOLUTORE ANALITICO

VERSIONE 4 (2003)

aP_GR2b_300m

fase di diagnosi

TIPO DI ANALISI: CALCOLO ACCOPPIATO FRONTE-GALLERIA
 VALUTAZIONE DEFORMATA GALLERIA AL FRONTE: 1
 1 -> metodo Panet-Guenot (galleria non sostenuta)
 2 -> metodo trasformazione omotetica (galleria non sostenuta)
 3 -> Nuovo Metodo Implicito (convergenza al fronte da vuoto sferico)
 4 -> Nuovo Metodo Implicito (convergenza al fronte da correlazione Ns)
 5 -> Nuovo Metodo Implicito (convergenza al fronte da trasformazione omotetica)

D A T I A N A L I S I

R galleria [m]	3.09000
PARAMETRI GEOTECNICI -----	
Tensione originaria [MPa]	8.10000
Modulo di Young [MPa]	1250.00000
Coefficiente di Poisson .....	.30000
Peso specifico (sovraccarico gravitativo) [kN/m3] .	.00000
RESISTENZA ROCCIA	
Coesione picco [MPa] .....	.59000
Angolo attrito picco [°]	29.00000
Coesione residua [MPa] .....	.50000
Angolo attrito residuo [MPa]	25.00000
Angolo dilatanza [°] .....	.00000

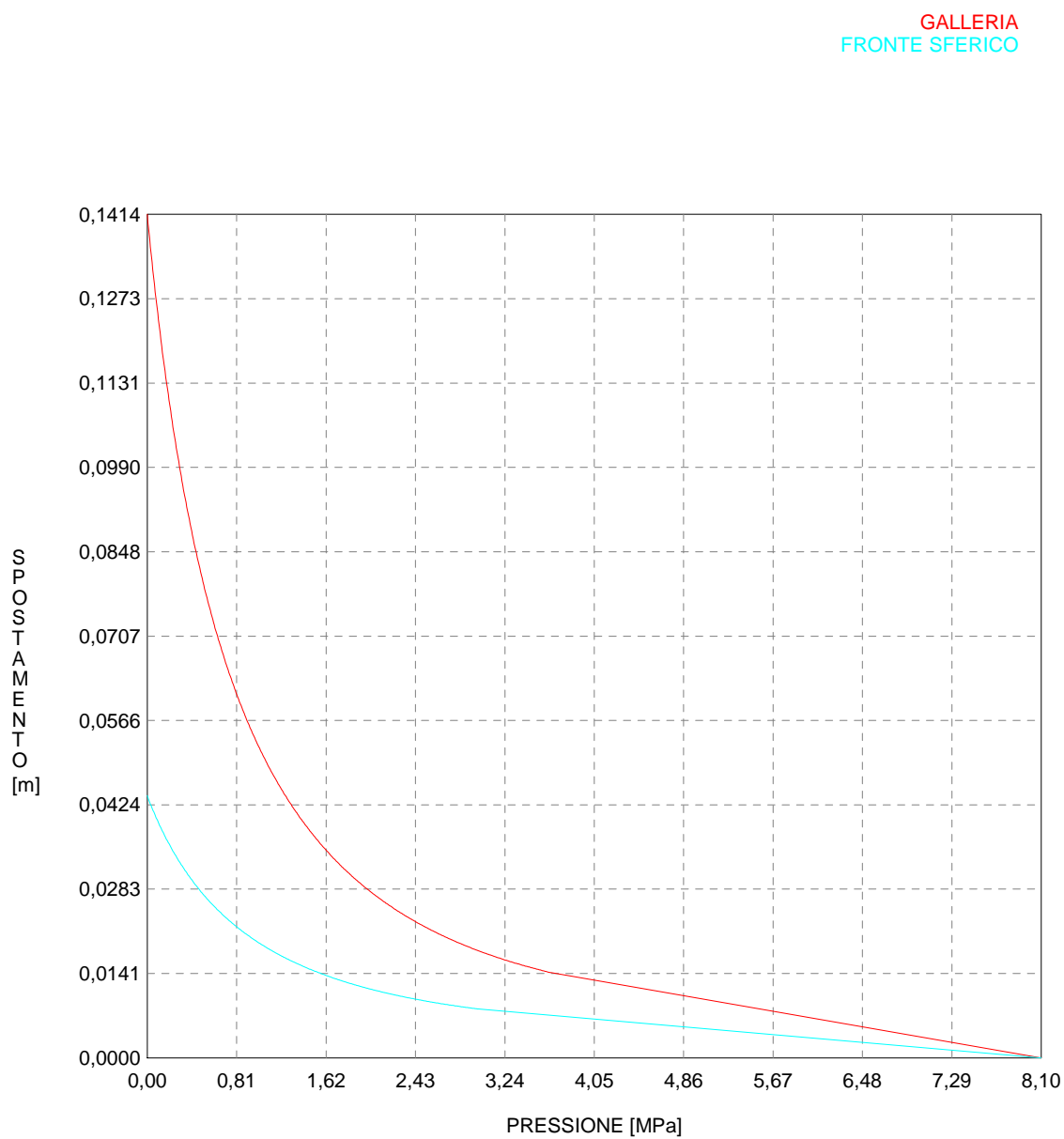
R I S U L T A T O A N A L I S I F R O N T E D I S C A V O

Press. fine calcolo galleria non sostenuta [MPa] ..	.000000
Spostamento radiale galleria non sostenuta [m] ....	.141400
Raggio plastico galleria non sostenuta [m]	8.515588
Press. fine calcolo fronte sferico [MPa] .....	.000000
Spostamento radiale fronte sferico [m] .....	.043947
Spostamento radiale fronte (correl. Ns) [m] .....	.014069
Spostamento radiale fronte (trasf. omotet.) [m] ...	.041006
Raggio plastico fronte sferico [m]	4.874229

R I S U L T A T O A N A L I S I G A L L E R I A

Pressione fine calcolo [MPa] .....	.000000
Spost. radiale galleria fine calcolo [m] .....	.141400
Raggio plastico galleria fine calcolo [m]	8.515588

CURVE CARATTERISTICHE ANALISI BASE



```

#####
#####
###
###
### ##### ## ## ##
### ##### ## ## ##
### ##### ## ## ##
##### ## ## ## ##
##### ##### #####
###

```

CALCOLO GALLERIE CON METODO
CONVERGENZA-CONFINAMENTO
SOLUTORE ANALITICO

VERSIONE 4 (2003)

aP_GR2b_400m

fase di diagnosi

TIPO DI ANALISI: CALCOLO ACCOPPIATO FRONTE-GALLERIA
 VALUTAZIONE DEFORMATA GALLERIA AL FRONTE: 1
 1 -> metodo Panet-Guenot (galleria non sostenuta)
 2 -> metodo trasformazione omotetica (galleria non sostenuta)
 3 -> Nuovo Metodo Implicito (convergenza al fronte da vuoto sferico)
 4 -> Nuovo Metodo Implicito (convergenza al fronte da correlazione Ns)
 5 -> Nuovo Metodo Implicito (convergenza al fronte da trasformazione omotetica)

D A T I A N A L I S I

R galleria [m] 3.09000

PARAMETRI GEOTECNICI -----
 Tensione originaria [MPa] 10.80000
 Modulo di Young [MPa] 1250.00000
 Coefficiente di Poisson30000
 Peso specifico (sovraccarico gravitativo) [kN/m3] . .00000
 RESISTENZA ROCCIA
 Coesione picco [MPa]70000
 Angolo attrito picco [°] 27.00000
 Coesione residua [MPa]60000
 Angolo attrito residuo [MPa] 24.00000
 Angolo dilatanza [°]00000

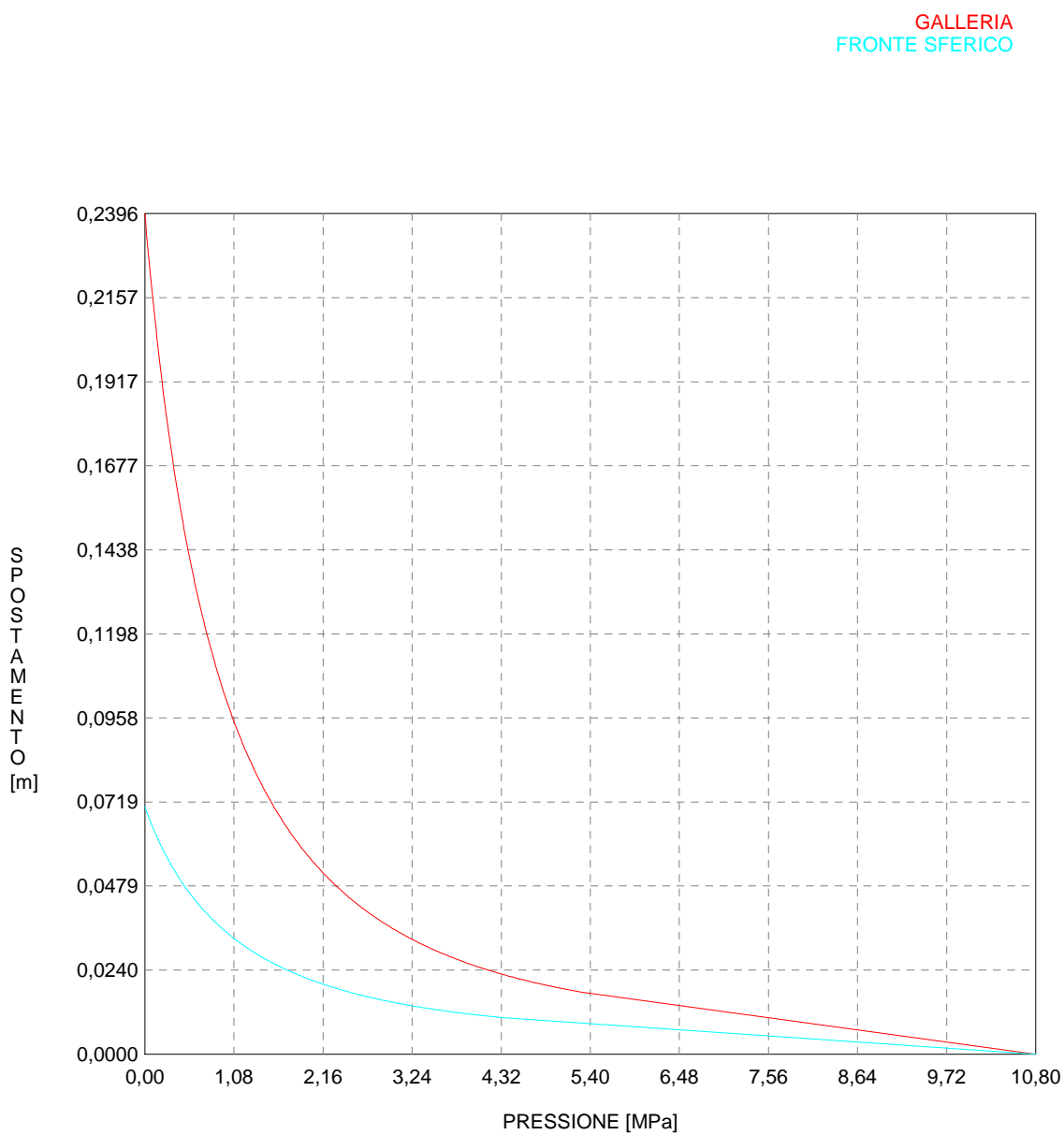
R I S U L T A T O A N A L I S I F R O N T E D I S C A V O

Press. fine calcolo galleria non sostenuta [MPa] .. .000000
 Spostamento radiale galleria non sostenuta [m]239620
 Raggio plastico galleria non sostenuta [m] 9.866273
 Press. fine calcolo fronte sferico [MPa]000000
 Spostamento radiale fronte sferico [m]070512
 Spostamento radiale fronte (correl. Ns) [m]023842
 Spostamento radiale fronte (trasf. omotet.) [m]069490
 Raggio plastico fronte sferico [m] 5.243780

R I S U L T A T O A N A L I S I G A L L E R I A

Pressione fine calcolo [MPa]000000
 Spost. radiale galleria fine calcolo [m]239620
 Raggio plastico galleria fine calcolo [m] 9.866273

CURVE CARATTERISTICHE ANALISI BASE



```

#####
#####
###
###
### ##### ## ## ##
### ##### ## ## ##
### ##### ## ## ##
##### ## ## ## ##
##### ##### #####
###

```

CALCOLO GALLERIE CON METODO
 CONVERGENZA-CONFINAMENTO
 SOLUTORE ANALITICO

VERSIONE 4 (2003)

aP_GR2a_200m

fase di diagnosi

TIPO DI ANALISI: CALCOLO ACCOPPIATO FRONTE-GALLERIA
 VALUTAZIONE DEFORMATA GALLERIA AL FRONTE: 1
 1 -> metodo Panet-Guenot (galleria non sostenuta)
 2 -> metodo trasformazione omotetica (galleria non sostenuta)
 3 -> Nuovo Metodo Implicito (convergenza al fronte da vuoto sferico)
 4 -> Nuovo Metodo Implicito (convergenza al fronte da correlazione Ns)
 5 -> Nuovo Metodo Implicito (convergenza al fronte da trasformazione omotetica)

D A T I A N A L I S I

R galleria [m] 3.95000

PARAMETRI GEOTECNICI -----
 Tensione originaria [MPa] 5.40000
 Modulo di Young [MPa] 1750.00000
 Coefficiente di Poisson30000
 Peso specifico (sovraccarico gravitativo) [kN/m3] . .00000
 RESISTENZA ROCCIA
 Coesione picco [MPa]55000
 Angolo attrito picco [°] 36.00000
 Coesione residua [MPa]47500
 Angolo attrito residuo [MPa] 29.00000
 Angolo dilatanza [°]00000

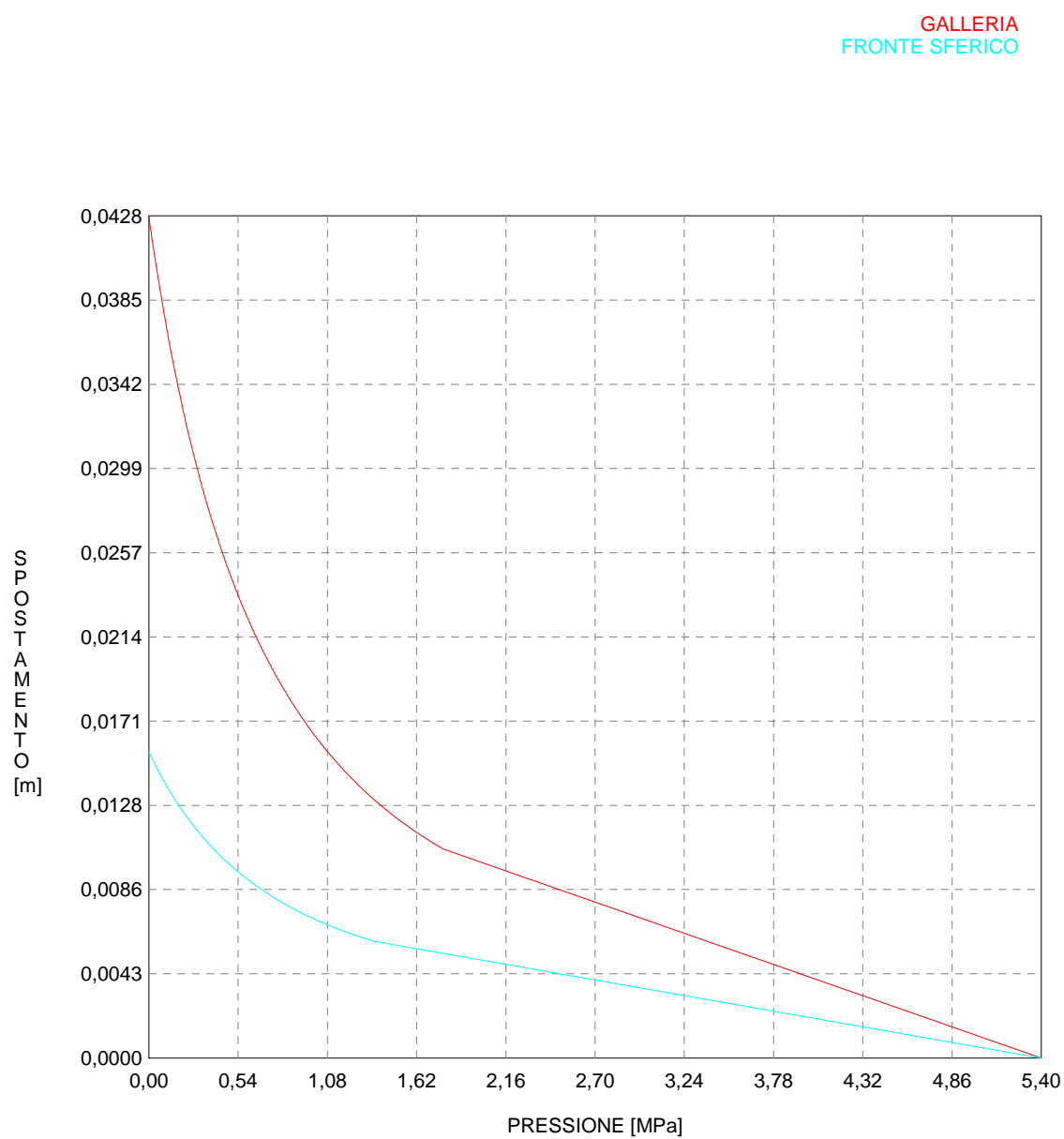
R I S U L T A T O A N A L I S I F R O N T E D I S C A V O

Press. fine calcolo galleria non sostenuta [MPa] .. .000000
 Spostamento radiale galleria non sostenuta [m]042769
 Raggio plastico galleria non sostenuta [m] 7.178897
 Press. fine calcolo fronte sferico [MPa]000000
 Spostamento radiale fronte sferico [m]015560
 Spostamento radiale fronte (correl. Ns) [m]004255
 Spostamento radiale fronte (trasf. omotet.) [m]012403
 Raggio plastico fronte sferico [m] 5.087879

R I S U L T A T O A N A L I S I G A L L E R I A

Pressione fine calcolo [MPa]000000
 Spost. radiale galleria fine calcolo [m]042769
 Raggio plastico galleria fine calcolo [m] 7.178897

CURVE CARATTERISTICHE ANALISI BASE



```

#####
#####
###
###
### ##### ## ## ##
### ##### ## ## ##
### ##### ## ## ##
##### ## ## ## ##
##### ##### #####
###

```

CALCOLO GALLERIE CON METODO
 CONVERGENZA-CONFINAMENTO
 SOLUTORE ANALITICO

VERSIONE 4 (2003)

aP_GR2a_300m

fase di diagnosi

TIPO DI ANALISI: CALCOLO ACCOPPIATO FRONTE-GALLERIA
 VALUTAZIONE DEFORMATA GALLERIA AL FRONTE: 1
 1 -> metodo Panet-Guenot (galleria non sostenuta)
 2 -> metodo trasformazione omotetica (galleria non sostenuta)
 3 -> Nuovo Metodo Implicito (convergenza al fronte da vuoto sferico)
 4 -> Nuovo Metodo Implicito (convergenza al fronte da correlazione Ns)
 5 -> Nuovo Metodo Implicito (convergenza al fronte da trasformazione omotetica)

D A T I A N A L I S I

R galleria [m] 3.95000

PARAMETRI GEOTECNICI -----
 Tensione originaria [MPa] 8.10000
 Modulo di Young [MPa] 1750.00000
 Coefficiente di Poisson30000
 Peso specifico (sovraccarico gravitativo) [kN/m3] . .00000
 RESISTENZA ROCCIA
 Coesione picco [MPa]72500
 Angolo attrito picco [°] 33.00000
 Coesione residua [MPa]55000
 Angolo attrito residuo [MPa] 30.00000
 Angolo dilatanza [°]00000

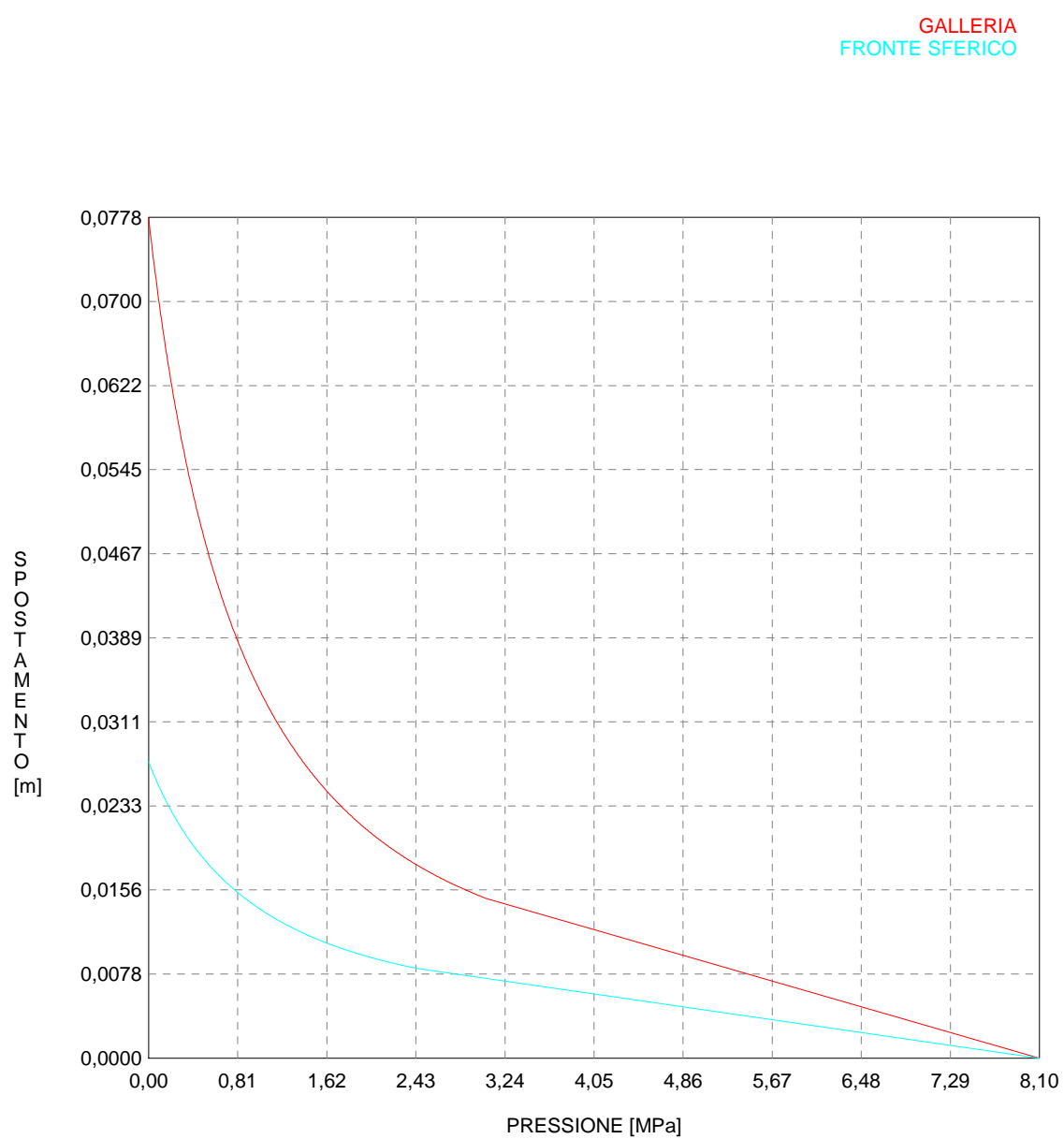
R I S U L T A T O A N A L I S I F R O N T E D I S C A V O

Press. fine calcolo galleria non sostenuta [MPa] .. .000000
 Spostamento radiale galleria non sostenuta [m]077791
 Raggio plastico galleria non sostenuta [m] 8.127377
 Press. fine calcolo fronte sferico [MPa]000000
 Spostamento radiale fronte sferico [m]027456
 Spostamento radiale fronte (correl. Ns) [m]007740
 Spostamento radiale fronte (trasf. omotet.) [m]022560
 Raggio plastico fronte sferico [m] 5.424474

R I S U L T A T O A N A L I S I G A L L E R I A

Pressione fine calcolo [MPa]000000
 Spost. radiale galleria fine calcolo [m]077791
 Raggio plastico galleria fine calcolo [m] 8.127377

CURVE CARATTERISTICHE ANALISI BASE



```

#####
#####
###
###
### ##### ## ## ##
### ##### ## ## ##
### ##### ## ## ##
##### ## ## ## ##
##### ##### #####
###

```

CALCOLO GALLERIE CON METODO
 CONVERGENZA-CONFINAMENTO
 SOLUTORE ANALITICO

VERSIONE 4 (2003)

aP_GR2a_400m

fase di diagnosi

TIPO DI ANALISI: CALCOLO ACCOPPIATO FRONTE-GALLERIA
 VALUTAZIONE DEFORMATA GALLERIA AL FRONTE: 1
 1 -> metodo Panet-Guenot (galleria non sostenuta)
 2 -> metodo trasformazione omotetica (galleria non sostenuta)
 3 -> Nuovo Metodo Implicito (convergenza al fronte da vuoto sferico)
 4 -> Nuovo Metodo Implicito (convergenza al fronte da correlazione Ns)
 5 -> Nuovo Metodo Implicito (convergenza al fronte da trasformazione omotetica)

D A T I A N A L I S I

R galleria [m] 3.95000

PARAMETRI GEOTECNICI -----
 Tensione originaria [MPa] 10.80000
 Modulo di Young [MPa] 1750.00000
 Coefficiente di Poisson30000
 Peso specifico (sovraccarico gravitativo) [kN/m3] . .00000
 RESISTENZA ROCCIA
 Coesione picco [MPa]85000
 Angolo attrito picco [°] 30.00000
 Coesione residua [MPa]75000
 Angolo attrito residuo [MPa] 27.00000
 Angolo dilatanza [°]00000

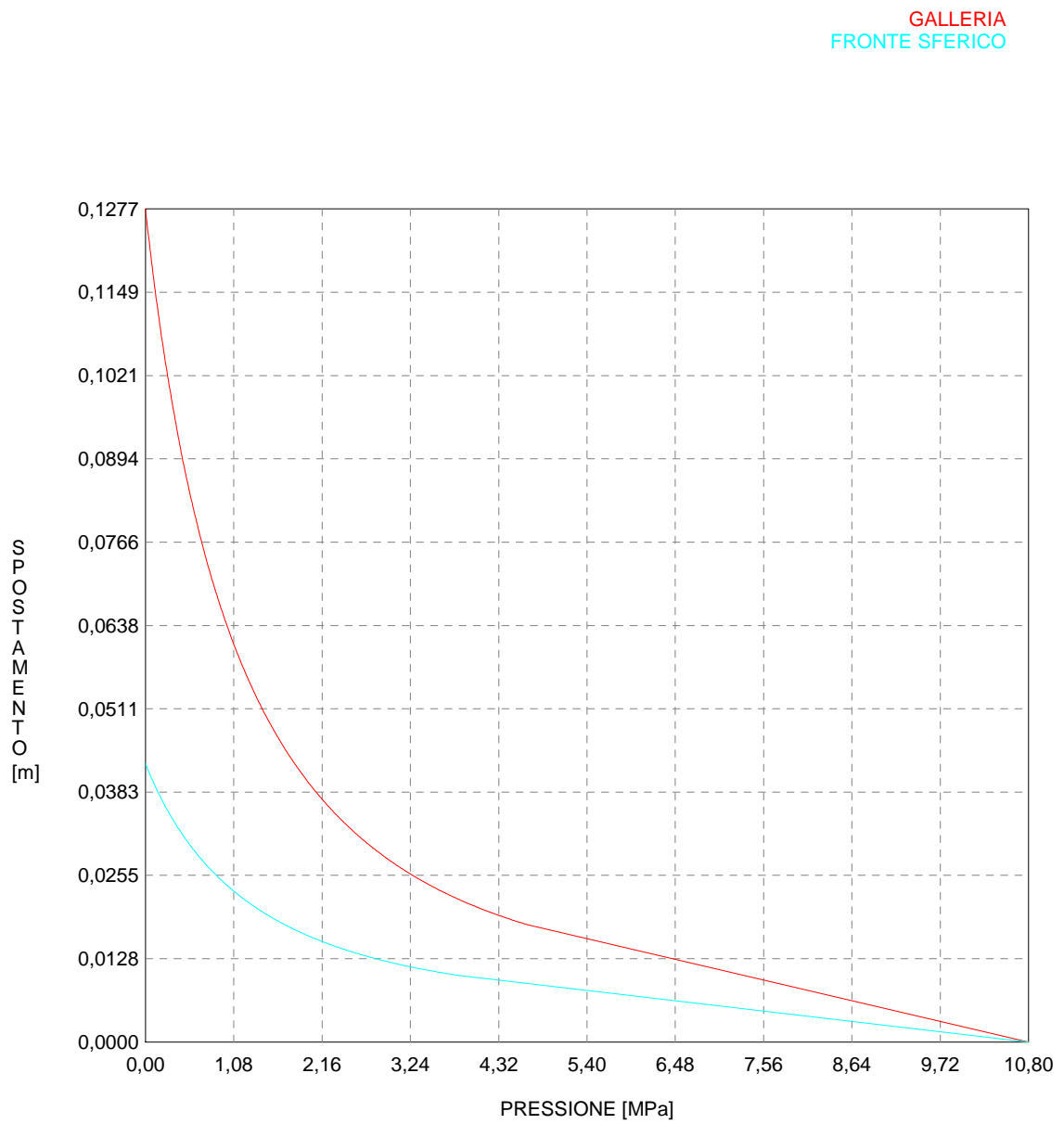
R I S U L T A T O A N A L I S I F R O N T E D I S C A V O

Press. fine calcolo galleria non sostenuta [MPa] .. .000000
 Spostamento radiale galleria non sostenuta [m]127659
 Raggio plastico galleria non sostenuta [m] 9.320040
 Press. fine calcolo fronte sferico [MPa]000000
 Spostamento radiale fronte sferico [m]042666
 Spostamento radiale fronte (correl. Ns) [m]012702
 Spostamento radiale fronte (trasf. omotet.) [m]037021
 Raggio plastico fronte sferico [m] 5.792651

R I S U L T A T O A N A L I S I G A L L E R I A

Pressione fine calcolo [MPa]000000
 Spost. radiale galleria fine calcolo [m]127659
 Raggio plastico galleria fine calcolo [m] 9.320040

CURVE CARATTERISTICHE ANALISI BASE



```

#####
#####
###
###
### ##### ## ## ##
### ##### ## ## ##
### ##### ## ## ##
##### ## ## ## ##
##### ##### #####
###

```

CALCOLO GALLERIE CON METODO
CONVERGENZA-CONFINAMENTO
SOLUTORE ANALITICO

VERSIONE 4 (2003)

aP_GR2b_200m

fase di diagnosi

TIPO DI ANALISI: CALCOLO ACCOPPIATO FRONTE-GALLERIA
VALUTAZIONE DEFORMATA GALLERIA AL FRONTE: 1
1 -> metodo Panet-Guenot (galleria non sostenuta)
2 -> metodo trasformazione omotetica (galleria non sostenuta)
3 -> Nuovo Metodo Implicito (convergenza al fronte da vuoto sferico)
4 -> Nuovo Metodo Implicito (convergenza al fronte da correlazione Ns)
5 -> Nuovo Metodo Implicito (convergenza al fronte da trasformazione omotetica)

D A T I A N A L I S I

R galleria [m] 3.95000

PARAMETRI GEOTECNICI -----
Tensione originaria [MPa] 5.40000
Modulo di Young [MPa] 1250.00000
Coefficiente di Poisson30000
Peso specifico (sovraccarico gravitativo) [kN/m3] . .00000
RESISTENZA ROCCIA
Coesione picco [MPa]46500
Angolo attrito picco [°] 31.00000
Coesione residua [MPa]39000
Angolo attrito residuo [MPa] 25.00000
Angolo dilatanza [°]00000

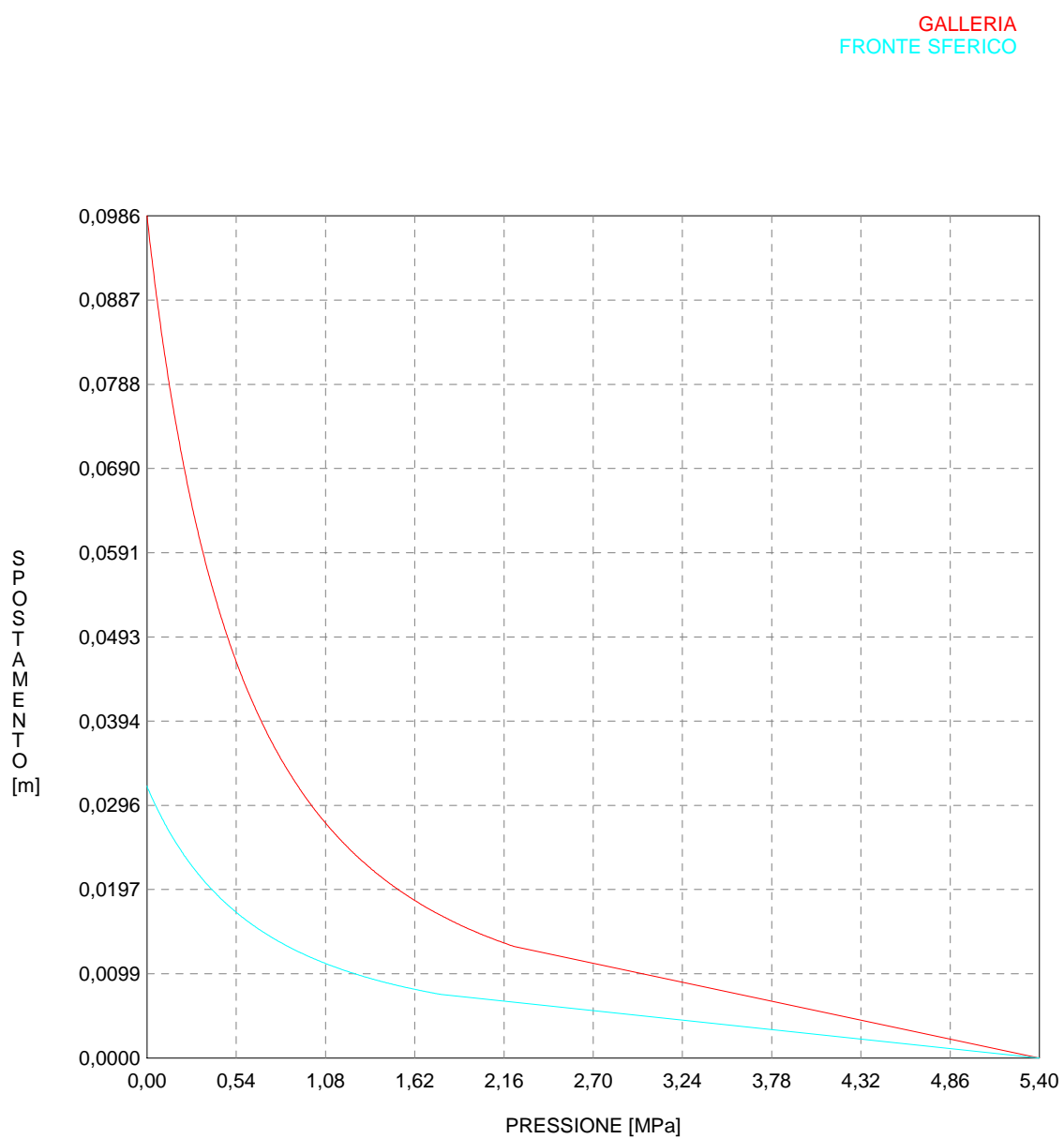
R I S U L T A T O A N A L I S I F R O N T E D I S C A V O

Press. fine calcolo galleria non sostenuta [MPa] .. .000000
Spostamento radiale galleria non sostenuta [m]098554
Raggio plastico galleria non sostenuta [m] 9.573595
Press. fine calcolo fronte sferico [MPa]000000
Spostamento radiale fronte sferico [m]031827
Spostamento radiale fronte (correl. Ns) [m]009806
Spostamento radiale fronte (trasf. omotet.) [m]028581
Raggio plastico fronte sferico [m] 5.832489

R I S U L T A T O A N A L I S I G A L L E R I A

Pressione fine calcolo [MPa]000000
Sp. radiale galleria fine calcolo [m]098554
Raggio plastico galleria fine calcolo [m] 9.573595

CURVE CARATTERISTICHE ANALISI BASE



```

#####
#####
###
###
###   #####   ##   ##   ##
###   #####   ##   ##   ##
###   #####   ##   ##   ##
#####   ##   ##   ##   ##
#####   #####   #####
###

```

CALCOLO GALLERIE CON METODO
CONVERGENZA-CONFINAMENTO
SOLUTORE ANALITICO

VERSIONE 4 (2003)

aP_GR2b_300m

fase di diagnosi

TIPO DI ANALISI: CALCOLO ACCOPPIATO FRONTE-GALLERIA
VALUTAZIONE DEFORMATA GALLERIA AL FRONTE: 1
1 -> metodo Panet-Guenot (galleria non sostenuta)
2 -> metodo trasformazione omotetica (galleria non sostenuta)
3 -> Nuovo Metodo Implicito (convergenza al fronte da vuoto sferico)
4 -> Nuovo Metodo Implicito (convergenza al fronte da correlazione Ns)
5 -> Nuovo Metodo Implicito (convergenza al fronte da trasformazione omotetica)

D A T I A N A L I S I

R galleria [m] 3.95000

PARAMETRI GEOTECNICI -----
Tensione originaria [MPa] 8.10000
Modulo di Young [MPa] 1250.00000
Coefficiente di Poisson30000
Peso specifico (sovraccarico gravitativo) [kN/m3] . .00000
RESISTENZA ROCCIA
Coesione picco [MPa]59000
Angolo attrito picco [°] 29.00000
Coesione residua [MPa]50000
Angolo attrito residuo [MPa] 25.00000
Angolo dilatanza [°]00000

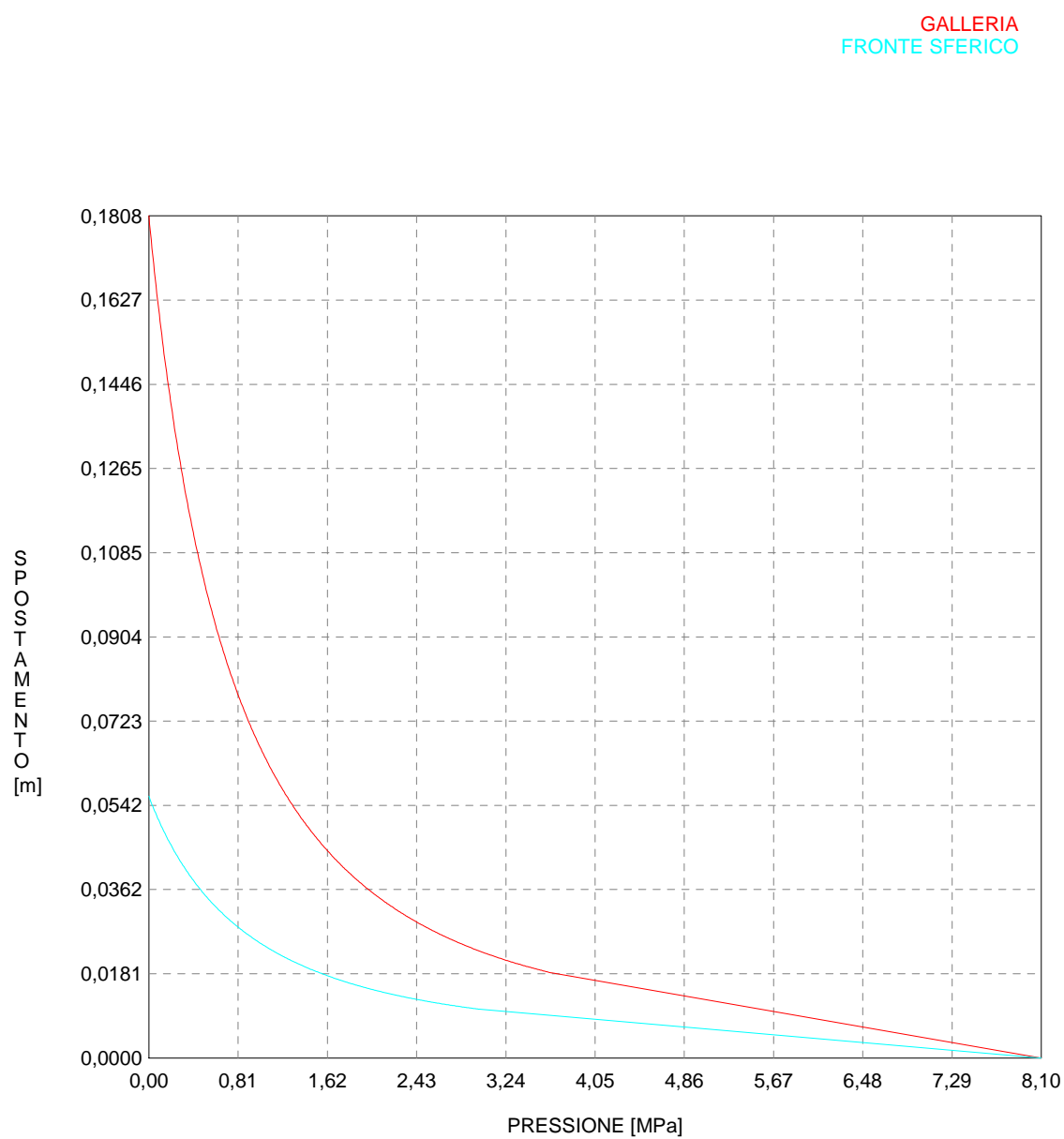
R I S U L T A T O A N A L I S I F R O N T E D I S C A V O

Press. fine calcolo galleria non sostenuta [MPa] .. .000000
Spostamento radiale galleria non sostenuta [m]180754
Raggio plastico galleria non sostenuta [m] 10.885622
Press. fine calcolo fronte sferico [MPa]000000
Spostamento radiale fronte sferico [m]056178
Spostamento radiale fronte (correl. Ns) [m]017985
Spostamento radiale fronte (trasf. omotet.) [m]052419
Raggio plastico fronte sferico [m] 6.230810

R I S U L T A T O A N A L I S I G A L L E R I A

Pressione fine calcolo [MPa]000000
Sp. radiale galleria fine calcolo [m]180754
Raggio plastico galleria fine calcolo [m] 10.885622

CURVE CARATTERISTICHE ANALISI BASE



```

#####
#####
###
###
### ##### ## ## ##
### ##### ## ## ##
### ##### ## ## ##
##### ## ## ## ##
##### ##### #####
###

```

CALCOLO GALLERIE CON METODO
 CONVERGENZA-CONFINAMENTO
 SOLUTORE ANALITICO

VERSIONE 4 (2003)

aP_GR2b_400m

fase di diagnosi

TIPO DI ANALISI: CALCOLO ACCOPPIATO FRONTE-GALLERIA
 VALUTAZIONE DEFORMATA GALLERIA AL FRONTE: 1
 1 -> metodo Panet-Guenot (galleria non sostenuta)
 2 -> metodo trasformazione omotetica (galleria non sostenuta)
 3 -> Nuovo Metodo Implicito (convergenza al fronte da vuoto sferico)
 4 -> Nuovo Metodo Implicito (convergenza al fronte da correlazione Ns)
 5 -> Nuovo Metodo Implicito (convergenza al fronte da trasformazione omotetica)

D A T I A N A L I S I

R galleria [m]	3.95000
PARAMETRI GEOTECNICI -----	
Tensione originaria [MPa]	10.80000
Modulo di Young [MPa]	1250.00000
Coefficiente di Poisson .....	.30000
Peso specifico (sovraccarico gravitativo) [kN/m3] .	.00000
RESISTENZA ROCCIA	
Coesione picco [MPa] .....	.70000
Angolo attrito picco [°]	27.00000
Coesione residua [MPa] .....	.60000
Angolo attrito residuo [MPa]	24.00000
Angolo dilatanza [°] .....	.00000

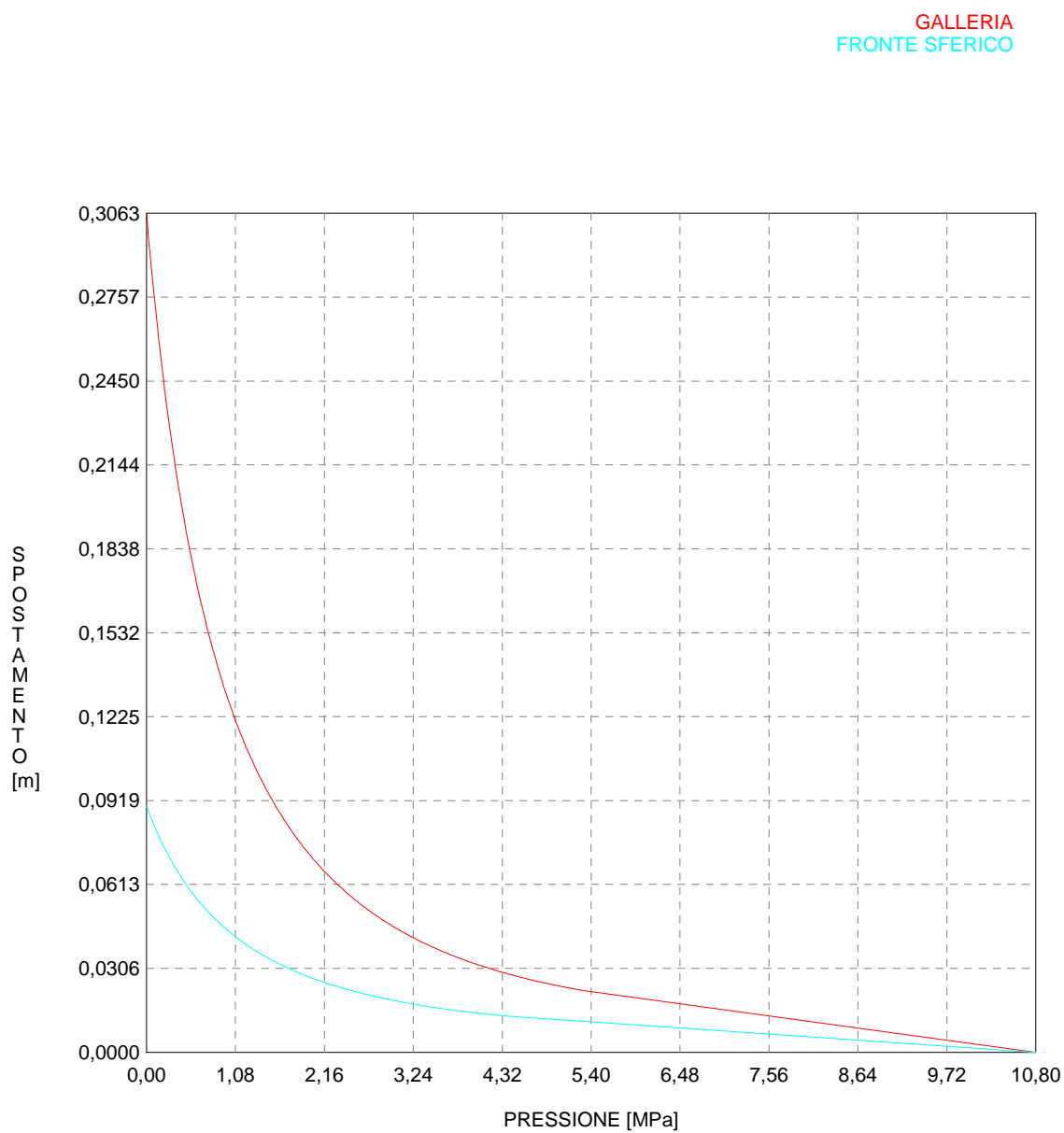
R I S U L T A T O A N A L I S I F R O N T E D I S C A V O

Press. fine calcolo galleria non sostenuta [MPa] ..	.000000
Spostamento radiale galleria non sostenuta [m] ....	.306311
Raggio plastico galleria non sostenuta [m]	12.612226
Press. fine calcolo fronte sferico [MPa] .....	.000000
Spostamento radiale fronte sferico [m] .....	.090137
Spostamento radiale fronte (correl. Ns) [m] .....	.030478
Spostamento radiale fronte (trasf. omotet.) [m] ...	.088830
Raggio plastico fronte sferico [m]	6.703214

R I S U L T A T O A N A L I S I G A L L E R I A

Pressione fine calcolo [MPa] .....	.000000
Spost. radiale galleria fine calcolo [m] .....	.306311
Raggio plastico galleria fine calcolo [m]	12.612226

CURVE CARATTERISTICHE ANALISI BASE



```

#####
#####
###
###
### ##### ## ## ##
### ##### ## ## ##
### ##### ## ## ##
##### ## ## ## ##
##### ##### #####
###

```

CALCOLO GALLERIE CON METODO
 CONVERGENZA-CONFINAMENTO
 SOLUTORE TRANSFER-MATRIX

VERSIONE 4 (2003)

aP_GR2a_200m_C

fase di terapia

TIPO DI ANALISI: CALCOLO ACCOPPIATO FRONTE-GALLERIA
 VALUTAZIONE DEFORMATA GALLERIA AL FRONTE: 3
 1 -> metodo Panet-Guenot (galleria non sostenuta)
 2 -> metodo trasformazione omotetica (galleria non sostenuta)
 3 -> Nuovo Metodo Implicito (convergenza al fronte da vuoto sferico)
 4 -> Nuovo Metodo Implicito (convergenza al fronte da correlazione Ns)
 5 -> Nuovo Metodo Implicito (convergenza al fronte da trasformazione omotetica)

D A T I A N A L I S I

R galleria [m] 3.09000

PARAMETRI GEOTECNICI -----

Tensione originaria [MPa] 5.40000
 Modulo di Young [MPa] 1750.00000
 Coefficiente di Poisson30000
 Peso specifico (sovraccarico gravitativo) [kN/m3] . .00000
 Pressione interstiziale falda indisturbata [MPa] .. .00000
 Pressione interstiziale al bordo scavo B.T. [MPa].. .00000
 Raggio influenza idraulica galleria B.T. [m] 3.09000
 Pressione interstiziale al bordo scavo L.T. [MPa].. .00000
 Raggio influenza idraulica galleria L.T. [m] 3.09000
 RESISTENZA ROCCIA
 Coesione picco [MPa]55000
 Angolo attrito picco [°] 36.00000
 Coesione residua [MPa]47500
 Angolo attrito residuo [MPa] 29.00000
 Angolo dilatanza [°]00000
 Modulo di softening apparente Ha [MPa]00000
 Modulo di softening H [MPa]00000
 FRONTE DI SCAVO RINFORZATO
 Consolidamento generico del fronte
 Incremento coesione picco [MPa]53360
 Pressione sul fronte di scavo [MPa]00000
 Parametri di resistenza equivalenti del fronte rinforzato
 Coesione picco [MPa] 1.08360
 Coesione residua [MPa]47500
 INIEZIONI O JET-GROUTING
 Spessore corona trattata [m] 2.00000
 Modulo terreno trattato [MPa] 3500.00000
 Coefficiente di Poisson terreno trattato30000
 Coesione picco terreno trattato [MPa]07898
 Angolo attrito picco terreno trattato [°] 36.00000
 Coesione residua terreno trattato [MPa]07898
 Angolo attrito residuo terreno trattato [MPa] 36.00000
 Angolo dilatanza terreno trattato [°]00000
 Modulo di softening apparente Ha [MPa]00000
 Modulo di softening H [MPa]00000

PRERIVESTIMENTO -----

Distanza dal fronte alla messa in opera [m]50000
 Coefficiente riduzione rigidezza11000
 Forma del presinvestimento CIRCOLARE CHIUSO
 SPRITZ-BETON E CENTINE
 Spessore spritz [m]20000
 Modulo Young spritz [MPa] 24000.00000
 Coefficiente di Poisson spritz20000
 Sezione centina [m2]00543
 Altezza sezione centina [m2]16000
 Posizione baricentro sezione centina [m]08000
 Momento inerzia baricentrico sezione centina [m4] . .00002492
 Passo centine [m] 1.00000
 Modulo Young ferro centine [MPa] 210000.00000
 Resistenza compressione spritz [MPa] 23.10000

Resistenza ferro centine [MPa]	190.00000
RIVESTIMENTO DEFINITIVO -----	
Distanza dal fronte alla messa in opera [m]	24.00000
Spessore CLS [m] .....	.50000
Modulo Young CLS [MPa]	31220.00000
Coefficiente di Poisson CLS .....	.20000
Resistenza compressione CLS [MPa]	9.75000
Opzione calcolo rivestimento	0
[0 prerivestimenti non collaboranti a lungo termine]	
[1 prerivestimenti collaboranti a lungo termine]	
Gioco radiale posa in opera rivestimento [m] .....	.00000

R I S U L T A T O A N A L I S I F R O N T E D I S C A V O

Press. fine calcolo curva galleria [MPa] .....	.000000
Spostamento radiale galleria [m] .....	.047547
Raggio plastico galleria [m]	6.841983
Press. fine calcolo fronte sferico [MPa] .....	.000000
Spostamento radiale fronte sferico [m] .....	.006892
Spostamento radiale fronte (correl. Ns) [m] .....	.005652
Spostamento radiale fronte (trasf. omotet.) [m] ...	.006459
Raggio plastico fronte sferico [m]	3.354851

STATO GALLERIA ALLA MESSA IN OPERA DEL PRERIVESTIMENTO -----

Metodo Panet-Guenot	
U [m] :	.01010
LAMBDA :	.77930
Trasformazione Omotetica	
U [m] :	.01366
LAMBDA :	.88992
Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da soluzione cavità sferica	
U [m] :	.01114
LAMBDA :	.82030
Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da correlazione Ns	
U [m] :	.01029
LAMBDA :	.78743
Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da trasformazione omotetica	
U [m] :	.01084
LAMBDA :	.80957

STATO GALLERIA ALLA MESSA IN OPERA DEL RIVESTIMENTO -----

Metodo Panet-Guenot	
U [m] :	.02196
LAMBDA :	.99762
Trasformazione Omotetica	
U [m] :	.02227
LAMBDA :	.99999
Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da soluzione cavità sferica	
U [m] :	.01602
LAMBDA :	.99920
Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da correlazione Ns	
U [m] :	.01563
LAMBDA :	.99905
Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da trasformazione omotetica	
U [m] :	.01589
LAMBDA :	.99915

R I S U L T A T O A N A L I S I G A L L E R I A

Pressione fine calcolo [MPa] .....	.000000
Spost. radiale galleria fine calcolo [m] .....	.047547
Raggio plastico galleria fine calcolo [m]	6.841983
Pressione fine calcolo (L.T.) [MPa] .....	.000000
Spost. radiale galleria fine calcolo (L.T.) [m] ...	.022271
Raggio plastico galleria fine calcolo (L.T.) [m] ..	4.741646

CORONA DI ROCCIA CONSOLIDATA MEDIANTE GROUTING -----	
fattore di sicurezza	1.00000

PRERIVESTIMENTO -----	
Raggio plastico punto di equilibrio [m]	5.09257
Pressione punto di equilibrio [MPa] .....	.57034
Spostamento punto di equilibrio [m] .....	.01770
Spostamento galleria alla messa in opera [m] .....	.01001
Convergenza radiale prerivestimento [m] .....	.00769
Tasso di deconfinamento alla messa in opera .....	.820296
SPRITZ-BETON E CENTINE (ANELLO CHIUSO)	
Tensione spritz [MPa]	7.42630
Tensione centine [MPa]	57.49723
Coefficiente di sicurezza spritz	3.11057
Coefficiente di sicurezza centine	3.30451
Pressione rottura spritz [MPa]	1.76105
Pressione rottura centine [MPa]	1.87085
Rigidezza spritz [MPa]	186.86226
Rigidezza centinatura [MPa]	40.59320
RIVESTIMENTO DEFINITIVO (ANELLO CLS) -----	
Raggio plastico punto di equilibrio [m]	4.31753
Pressione punto di equilibrio [MPa] .....	.23085
Spostamento punto di equilibrio [MPa] .....	.01781
Spostamento galleria alla messa in opera [m] .....	.01770
Convergenza radiale rivestimento [m] .....	.00010
Tensione CLS [MPa]	1.46066
Coefficiente di sicurezza CLS	6.67508
Pressione rottura CLS [MPa]	1.54093
Rigidezza anello CLS [MPa]	6405.08199
Tasso di deconfinamento alla messa in opera .....	.999196

Diametro della galleria: 6,18 m

Tipo di analisi: calcolo accoppiato fronte-galleria - Nuovo Metodo Implicito (spostamento fronte soluzione cavità sferica)

Calcolo curve caratteristiche: SOLUZIONI TRANSFER-MATRIX

PARAMETRI DELLA ROCCIA

E: 1750 MPa NI: 0,3 GAMMA: 0 kN/m³ SIGMA0: 5,4 MPa

Tipo di criterio di resistenza: MOHR-COULOMB

RESISTENZA

PHI picco: 36 °
C picco: 0,55 MPa
PHI residuo: 29 °
C residua: 0,475 MPa
PSI: 0 °
H apparente: 0 MPa

RESISTENZA A LUNGO TERMINE

PHI picco: 0,001 °
C picco: 0,000001 MPa
PHI residuo: 0,001 °
C residua: 0,000001 MPa
PSI: 0 °
H apparente: 0 MPa

CORONA DI ROCCIA MIGLIORATA

Spessore 2 m modulo 3500,0 MPa resistenza 0,3 MPa
Fattore di sicurezza della corona 1

PRECONSOLIDAMENTO FRONTE

Chiodatura assiale con barre sezione 0 m² incidenza 0,0 chiodi/m²

Ulteriore miglioramento fronte - incremento Cp 0,5336 MPa - pressione sul fronte 0 MPa

SOSTEGNI DI PRIMA FASE

Spritz-Beton sp. .2 m resistenza 23,1 MPa centine sez. 0,00543 m² passo 1 m resistenza 190 MPa

Spostamento radiale anello chiuso ,0077 m

TENSIONI ANELLO CHIUSO

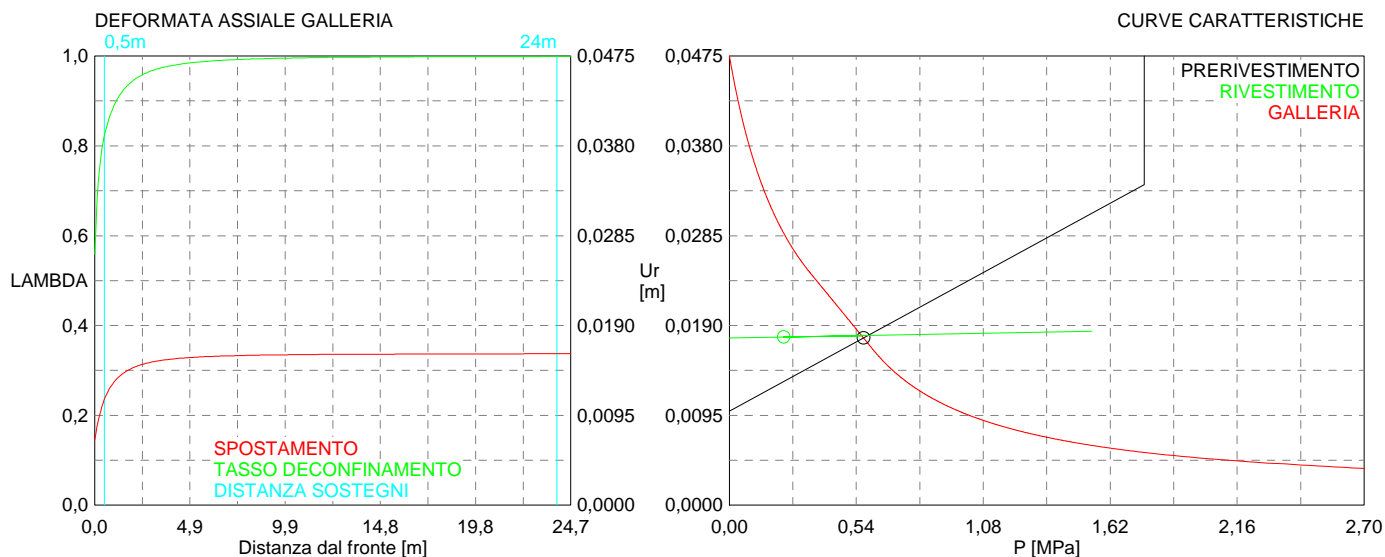
Spritz-beton 7,4 MPa Centine 57,5 MPa

RIVESTIMENTO DEFINITIVO

CLS spessore 0,5 m resistenza 9,75 MPa gioco radiale 0 m

Spostamento radiale 0,0001 m

Tensione CLS 1,5 MPa



```

#####
#####
###
###
### ##### ## ## ##
### ##### ## ## ##
### ##### ## ## ##
##### ## ## ## ##
##### ##### #####
###

```

CALCOLO GALLERIE CON METODO
CONVERGENZA-CONFINAMENTO
SOLUTORE TRANSFER-MATRIX

VERSIONE 4 (2003)

aP_GR2a_300m_C

fase di terapia

TIPO DI ANALISI: CALCOLO ACCOPPIATO FRONTE-GALLERIA
VALUTAZIONE DEFORMATA GALLERIA AL FRONTE: 3
1 -> metodo Panet-Guenot (galleria non sostenuta)
2 -> metodo trasformazione omotetica (galleria non sostenuta)
3 -> Nuovo Metodo Implicito (convergenza al fronte da vuoto sferico)
4 -> Nuovo Metodo Implicito (convergenza al fronte da correlazione Ns)
5 -> Nuovo Metodo Implicito (convergenza al fronte da trasformazione omotetica)

D A T I A N A L I S I

R galleria [m]	3.09000
PARAMETRI GEOTECNICI -----	
Tensione originaria [MPa]	8.10000
Modulo di Young [MPa]	1750.00000
Coefficiente di Poisson .....	.30000
Peso specifico (sovraccarico gravitativo) [kN/m3] .	.00000
Pressione interstiziale falda indisturbata [MPa] ..	.00000
Pressione interstiziale al bordo scavo B.T. [MPa]..	.00000
Raggio influenza idraulica galleria B.T. [m]	3.09000
Pressione interstiziale al bordo scavo L.T. [MPa]..	.00000
Raggio influenza idraulica galleria L.T. [m]	3.09000
RESISTENZA ROCCIA	
Coesione picco [MPa] .....	.72500
Angolo attrito picco [°]	33.00000
Coesione residua [MPa] .....	.55000
Angolo attrito residuo [MPa]	30.00000
Angolo dilatanza [°] .....	.00000
Modulo di softening apparente Ha [MPa] .....	.00000
Modulo di softening H [MPa] .....	.00000
FRONTE DI SCAVO RINFORZATO	
Consolidamento generico del fronte	
Incremento coesione picco [MPa] .....	.53360
Pressione sul fronte di scavo [MPa] .....	.00000
Parametri di resistenza equivalenti del fronte rinforzato	
Coesione picco [MPa]	1.25860
Coesione residua [MPa] .....	.55000
INIEZIONI O JET-GROUTING	
Spessore corona trattata [m]	2.00000
Modulo terreno trattato [MPa]	3500.00000
Coefficiente di Poisson terreno trattato .....	.30000
Coesione picco terreno trattato [MPa] .....	.07898
Angolo attrito picco terreno trattato [°]	36.00000
Coesione residua terreno trattato [MPa] .....	.07898
Angolo attrito residuo terreno trattato [MPa]	36.00000
Angolo dilatanza terreno trattato [°] .....	.00000
Modulo di softening apparente Ha [MPa] .....	.00000
Modulo di softening H [MPa] .....	.00000
PRERIVESTIMENTO -----	
Distanza dal fronte alla messa in opera [m] .....	.50000
Coefficiente riduzione rigidezza .....	.11000
Forma del presinvestimento	CIRCOLARE CHIUSO
SPRITZ-BETON E CENTINE	
Spessore spritz [m] .....	.20000
Modulo Young spritz [MPa]	24000.00000
Coefficiente di Poisson spritz .....	.20000
Sezione centina [m2] .....	.00543
Altezza sezione centina [m2] .....	.16000
Posizione baricentro sezione centina [m] .....	.08000
Momento inerzia baricentrico sezione centina [m4] .	.00002492
Passo centine [m]	1.00000
Modulo Young ferro centine [MPa]	210000.00000
Resistenza compressione spritz [MPa]	23.10000

Resistenza ferro centine [MPa]	190.00000
RIVESTIMENTO DEFINITIVO -----	
Distanza dal fronte alla messa in opera [m]	24.00000
Spessore CLS [m] .....	.50000
Modulo Young CLS [MPa]	31220.00000
Coefficiente di Poisson CLS .....	.20000
Resistenza compressione CLS [MPa]	9.75000
Opzione calcolo rivestimento	0
[0 prerivestimenti non collaboranti a lungo termine]	
[1 prerivestimenti collaboranti a lungo termine]	
Gioco radiale posa in opera rivestimento [m] .....	.00000

R I S U L T A T O A N A L I S I F R O N T E D I S C A V O

Press. fine calcolo curva galleria [MPa] .....	.000000
Spostamento radiale galleria [m] .....	.093789
Raggio plastico galleria [m]	8.032437
Press. fine calcolo fronte sferico [MPa] .....	.000000
Spostamento radiale fronte sferico [m] .....	.011962
Spostamento radiale fronte (correl. Ns) [m] .....	.008043
Spostamento radiale fronte (trasf. omotet.) [m] ...	.012029
Raggio plastico fronte sferico [m]	3.573803

STATO GALLERIA ALLA MESSA IN OPERA DEL PRERIVESTIMENTO -----

Metodo Panet-Guenot	
U [m] :	.01748
LAMBDA :	.80810
Trasformazione Omotetica	
U [m] :	.02401
LAMBDA :	.89799
Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da soluzione cavità sferica	
U [m] :	.01870
LAMBDA :	.82966
Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da correlazione Ns	
U [m] :	.01587
LAMBDA :	.77395
Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da trasformazione omotetica	
U [m] :	.01875
LAMBDA :	.83059

STATO GALLERIA ALLA MESSA IN OPERA DEL RIVESTIMENTO -----

Metodo Panet-Guenot	
U [m] :	.04073
LAMBDA :	.99740
Trasformazione Omotetica	
U [m] :	.04147
LAMBDA :	.99996
Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da soluzione cavità sferica	
U [m] :	.02697
LAMBDA :	.99918
Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da correlazione Ns	
U [m] :	.02550
LAMBDA :	.99891
Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da trasformazione omotetica	
U [m] :	.02701
LAMBDA :	.99918

R I S U L T A T O A N A L I S I G A L L E R I A

Pressione fine calcolo [MPa] .....	.000000
Spost. radiale galleria fine calcolo [m] .....	.093789
Raggio plastico galleria fine calcolo [m]	8.032437
Pressione fine calcolo (L.T.) [MPa] .....	.000000
Spost. radiale galleria fine calcolo (L.T.) [m] ...	.041480
Raggio plastico galleria fine calcolo (L.T.) [m] ..	5.395125

CORONA DI ROCCIA CONSOLIDATA MEDIANTE GROUTING -----

fattore di sicurezza	1.00000
----------------------------	---------

PRERIVESTIMENTO -----	
Raggio plastico punto di equilibrio [m]	5.09257
Pressione punto di equilibrio [MPa] .....	.85787
Spostamento punto di equilibrio [m] .....	.02798
Spostamento galleria alla messa in opera [m] .....	.01641
Convergenza radiale prerivestimento [m] .....	.01157
Tasso di deconfinamento alla messa in opera .....	.829662
SPRITZ-BETON E CENTINE (ANELLO CHIUSO)	
Tensione spritz [MPa]	11.16848
Tensione centine [MPa]	86.47061
Coefficiente di sicurezza spritz	2.06832
Coefficiente di sicurezza centine	2.19728
Pressione rottura spritz [MPa]	1.76105
Pressione rottura centine [MPa]	1.87085
Rigidezza spritz [MPa]	186.86226
Rigidezza centinatura [MPa]	40.59320
RIVESTIMENTO DEFINITIVO (ANELLO CLS) -----	
Raggio plastico punto di equilibrio [m]	4.57607
Pressione punto di equilibrio [MPa] .....	.53591
Spostamento punto di equilibrio [MPa] .....	.02822
Spostamento galleria alla messa in opera [m] .....	.02798
Convergenza radiale rivestimento [m] .....	.00024
Tensione CLS [MPa]	3.39092
Coefficiente di sicurezza CLS	2.87533
Pressione rottura CLS [MPa]	1.54093
Rigidezza anello CLS [MPa]	6405.08199
Tasso di deconfinamento alla messa in opera .....	.999177

Diametro della galleria: 6,18 m

Tipo di analisi: calcolo accoppiato fronte-galleria - Nuovo Metodo Implicito (spostamento fronte soluzione cavità sferica)

Calcolo curve caratteristiche: SOLUZIONI TRANSFER-MATRIX

PARAMETRI DELLA ROCCIA

E: 1750 MPa NI: 0,3 GAMMA: 0 kN/m³ SIGMA0: 8,1 MPa

Tipo di criterio di resistenza: MOHR-COULOMB

RESISTENZA

PHI picco: 33 °

C picco: 0,725 MPa

PHI residuo: 30 °

C residua: 0,55 MPa

PSI: 0 °

H apparente: 0 MPa

RESISTENZA A LUNGO TERMINE

PHI picco: 0,001 °

C picco: 0,000001 MPa

PHI residuo: 0,001 °

C residua: 0,000001 MPa

PSI: 0 °

H apparente: 0 MPa

CORONA DI ROCCIA MIGLIORATA

Spessore 2 m modulo 3500,0 MPa resistenza 0,3 MPa

Fattore di sicurezza della corona 1

PRECONSOLIDAMENTO FRONTE

Chiodatura assiale con barre sezione 0 m² incidenza 0,0 chiodi/m²

Ulteriore miglioramento fronte - incremento Cp 0,5336 MPa - pressione sul fronte 0 MPa

SOSTEGNI DI PRIMA FASE

Spritz-Beton sp. .2 m resistenza 23,1 MPa centine sez. 0,00543 m² passo 1 m resistenza 190 MPa

Spostamento radiale anello chiuso ,0116 m

TENSIONI ANELLO CHIUSO

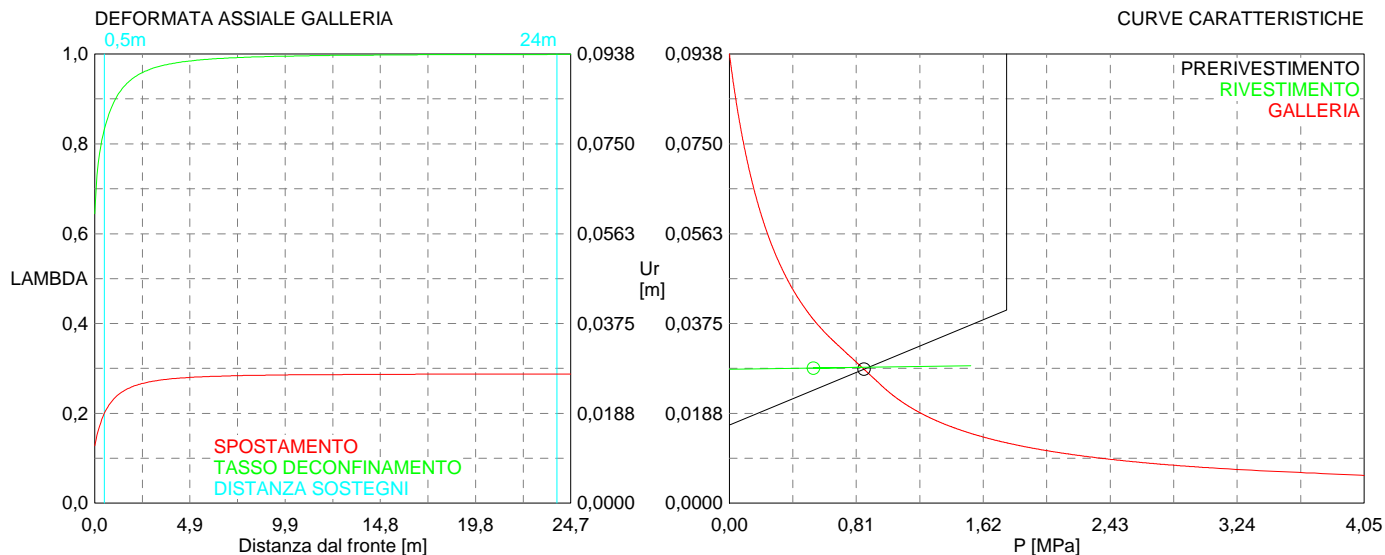
Spritz-beton 11,2 MPa Centine 86,5 MPa

RIVESTIMENTO DEFINITIVO

CLS spessore 0,5 m resistenza 9,75 MPa gioco radiale 0 m

Spostamento radiale 0,00024 m

Tensione CLS 3,4 MPa



```

#####
#####
###
###
### ##### ## ## ##
### ##### ## ## ##
### ##### ## ## ##
##### ## ## ## ##
##### ##### #####
###

```

CALCOLO GALLERIE CON METODO
CONVERGENZA-CONFINAMENTO
SOLUTORE TRANSFER-MATRIX

VERSIONE 4 (2003)

aP_GR2a_400m_C

fase di terapia

TIPO DI ANALISI: CALCOLO ACCOPPIATO FRONTE-GALLERIA
VALUTAZIONE DEFORMATA GALLERIA AL FRONTE: 3
1 -> metodo Panet-Guenot (galleria non sostenuta)
2 -> metodo trasformazione omotetica (galleria non sostenuta)
3 -> Nuovo Metodo Implicito (convergenza al fronte da vuoto sferico)
4 -> Nuovo Metodo Implicito (convergenza al fronte da correlazione Ns)
5 -> Nuovo Metodo Implicito (convergenza al fronte da trasformazione omotetica)

D A T I A N A L I S I

R galleria [m]	3.09000
PARAMETRI GEOTECNICI -----	
Tensione originaria [MPa]	10.80000
Modulo di Young [MPa]	1750.00000
Coefficiente di Poisson .....	.30000
Peso specifico (sovraccarico gravitativo) [kN/m3] .	.00000
Pressione interstiziale falda indisturbata [MPa] ..	.00000
Pressione interstiziale al bordo scavo B.T. [MPa]..	.00000
Raggio influenza idraulica galleria B.T. [m]	3.09000
Pressione interstiziale al bordo scavo L.T. [MPa]..	.00000
Raggio influenza idraulica galleria L.T. [m]	3.09000
RESISTENZA ROCCIA	
Coesione picco [MPa] .....	.85000
Angolo attrito picco [°]	30.00000
Coesione residua [MPa] .....	.75000
Angolo attrito residuo [MPa]	27.00000
Angolo dilatanza [°] .....	.00000
Modulo di softening apparente Ha [MPa] .....	.00000
Modulo di softening H [MPa] .....	.00000
FRONTE DI SCAVO RINFORZATO	
Consolidamento generico del fronte	
Incremento coesione picco [MPa] .....	.53360
Pressione sul fronte di scavo [MPa] .....	.00000
Parametri di resistenza equivalenti del fronte rinforzato	
Coesione picco [MPa]	1.38360
Coesione residua [MPa] .....	.75000
INIEZIONI O JET-GROUTING	
Spessore corona trattata [m]	2.00000
Modulo terreno trattato [MPa]	3500.00000
Coefficiente di Poisson terreno trattato .....	.30000
Coesione picco terreno trattato [MPa] .....	.07898
Angolo attrito picco terreno trattato [°]	36.00000
Coesione residua terreno trattato [MPa] .....	.07898
Angolo attrito residuo terreno trattato [MPa]	36.00000
Angolo dilatanza terreno trattato [°] .....	.00000
Modulo di softening apparente Ha [MPa] .....	.00000
Modulo di softening H [MPa] .....	.00000
PRERIVESTIMENTO -----	
Distanza dal fronte alla messa in opera [m] .....	.50000
Coefficiente riduzione rigidezza .....	.11000
Forma del presinvestimento	CIRCOLARE CHIUSO
SPRITZ-BETON E CENTINE	
Spessore spritz [m] .....	.20000
Modulo Young spritz [MPa]	24000.00000
Coefficiente di Poisson spritz .....	.20000
Sezione centina [m2] .....	.00543
Altezza sezione centina [m2] .....	.16000
Posizione baricentro sezione centina [m] .....	.08000
Momento inerzia baricentrico sezione centina [m4] .	.00002492
Passo centine [m]	1.00000
Modulo Young ferro centine [MPa]	210000.00000
Resistenza compressione spritz [MPa]	23.10000

Resistenza ferro centine [MPa]	190.00000
RIVESTIMENTO DEFINITIVO -----	
Distanza dal fronte alla messa in opera [m]	24.00000
Spessore CLS [m] .....	.50000
Modulo Young CLS [MPa]	31220.00000
Coefficiente di Poisson CLS .....	.20000
Resistenza compressione CLS [MPa]	9.75000
Opzione calcolo rivestimento	0
[0 prerivestimenti non collaboranti a lungo termine]	
[1 prerivestimenti collaboranti a lungo termine]	
Gioco radiale posa in opera rivestimento [m] .....	.00000

R I S U L T A T O A N A L I S I F R O N T E D I S C A V O

Press. fine calcolo curva galleria [MPa] .....	.000000
Spostamento radiale galleria [m] .....	.169342
Raggio plastico galleria [m]	9.654745
Press. fine calcolo fronte sferico [MPa] .....	.000000
Spostamento radiale fronte sferico [m] .....	.019085
Spostamento radiale fronte (correl. Ns) [m] .....	.009439
Spostamento radiale fronte (trasf. omotet.) [m] ...	.020986
Raggio plastico fronte sferico [m]	3.838507

STATO GALLERIA ALLA MESSA IN OPERA DEL PRERIVESTIMENTO -----

Metodo Panet-Guenot	
U [m] :	.02773
LAMBDA :	.82483
Trasformazione Omotetica	
U [m] :	.03904
LAMBDA :	.90308
Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da soluzione cavità sferica	
U [m] :	.02865
LAMBDA :	.83334
Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da correlazione Ns	
U [m] :	.02136
LAMBDA :	.74783
Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da trasformazione omotetica	
U [m] :	.03012
LAMBDA :	.84584

STATO GALLERIA ALLA MESSA IN OPERA DEL RIVESTIMENTO -----

Metodo Panet-Guenot	
U [m] :	.07060
LAMBDA :	.99699
Trasformazione Omotetica	
U [m] :	.07229
LAMBDA :	.99988
Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da soluzione cavità sferica	
U [m] :	.04124
LAMBDA :	.99913
Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da correlazione Ns	
U [m] :	.03704
LAMBDA :	.99868
Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da trasformazione omotetica	
U [m] :	.04214
LAMBDA :	.99919

R I S U L T A T O A N A L I S I G A L L E R I A

Pressione fine calcolo [MPa] .....	.000000
Spost. radiale galleria fine calcolo [m] .....	.169342
Raggio plastico galleria fine calcolo [m]	9.654745
Pressione fine calcolo (L.T.) [MPa] .....	.000000
Spost. radiale galleria fine calcolo (L.T.) [m] ...	.072367
Raggio plastico galleria fine calcolo (L.T.) [m] ..	6.360294

CORONA DI ROCCIA CONSOLIDATA MEDIANTE GROUTING -----	
fattore di sicurezza	1.00000

PRERIVESTIMENTO -----	
Raggio plastico punto di equilibrio [m]	5.09257
Pressione punto di equilibrio [MPa]	1.14619
Spostamento punto di equilibrio [m] .....	.03831
Spostamento galleria alla messa in opera [m] .....	.02286
Convergenza radiale prerivestimento [m] .....	.01545
Tasso di deconfinamento alla messa in opera .....	.833336
SPRITZ-BETON E CENTINE (ANELLO CHIUSO)	
Tensione spritz [MPa]	14.91529
Tensione centine [MPa]	115.47986
Coefficiente di sicurezza spritz	1.54875
Coefficiente di sicurezza centine	1.64531
Pressione rottura spritz [MPa]	1.76105
Pressione rottura centine [MPa]	1.87085
Rigidezza spritz [MPa]	186.86226
Rigidezza centinatura [MPa]	40.59320
RIVESTIMENTO DEFINITIVO (ANELLO CLS) -----	
Raggio plastico punto di equilibrio [m]	4.81989
Pressione punto di equilibrio [MPa]	1.06038
Spostamento punto di equilibrio [MPa] .....	.03879
Spostamento galleria alla messa in opera [m] .....	.03831
Convergenza radiale rivestimento [m] .....	.00048
Tensione CLS [MPa]	6.70941
Coefficiente di sicurezza CLS	1.45318
Pressione rottura CLS [MPa]	1.54093
Rigidezza anello CLS [MPa]	6405.08199
Tasso di deconfinamento alla messa in opera .....	.999127

Diametro della galleria: 6,18 m

Tipo di analisi: calcolo accoppiato fronte-galleria - Nuovo Metodo Implicito (spostamento fronte soluzione cavità sferica)

Calcolo curve caratteristiche: SOLUZIONI TRANSFER-MATRIX

PARAMETRI DELLA ROCCIA

E: 1750 MPa NI: 0,3 GAMMA: 0 kN/m³ SIGMA0: 10,8 MPa

Tipo di criterio di resistenza: MOHR-COULOMB

RESISTENZA

PHI picco: 30 °

C picco: 0,85 MPa

PHI residuo: 27 °

C residua: 0,75 MPa

PSI: 0 °

H apparente: 0 MPa

RESISTENZA A LUNGO TERMINE

PHI picco: 0,001 °

C picco: 0,000001 MPa

PHI residuo: 0,001 °

C residua: 0,000001 MPa

PSI: 0 °

H apparente: 0 MPa

CORONA DI ROCCIA MIGLIORATA

Spessore 2 m modulo 3500,0 MPa resistenza 0,3 MPa

Fattore di sicurezza della corona 1

PRECONSOLIDAMENTO FRONTE

Chiodatura assiale con barre sezione 0 m² incidenza 0,0 chiodi/m²

Ulteriore miglioramento fronte - incremento Cp 0,5336 MPa - pressione sul fronte 0 MPa

SOSTEGNI DI PRIMA FASE

Spritz-Beton sp. .2 m resistenza 23,1 MPa centine sez. 0,00543 m² passo 1 m resistenza 190 MPa

Spostamento radiale anello chiuso ,0154 m

TENSIONI ANELLO CHIUSO

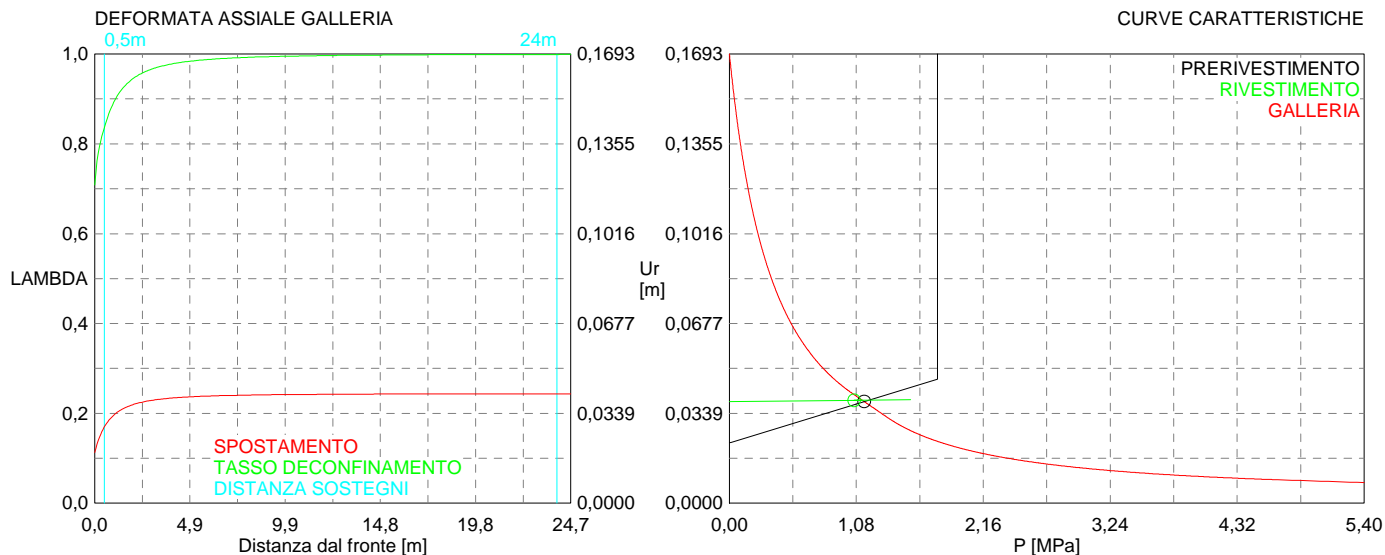
Spritz-beton 14,9 MPa Centine 115,5 MPa

RIVESTIMENTO DEFINITIVO

CLS spessore 0,5 m resistenza 9,75 MPa gioco radiale 0 m

Spostamento radiale 0,00048 m

Tensione CLS 6,7 MPa



```

#####
#####
###
###
### ##### ## ## ##
### ##### ## ## ##
### ##### ## ## ##
##### ## ## ## ##
##### #####
#####

```

CALCOLO GALLERIE CON METODO
CONVERGENZA-CONFINAMENTO
SOLUTORE TRANSFER-MATRIX

VERSIONE 4 (2003)

aP_GR2b_200m_C

fase di terapia

TIPO DI ANALISI: CALCOLO ACCOPPIATO FRONTE-GALLERIA
VALUTAZIONE DEFORMATA GALLERIA AL FRONTE: 3
1 -> metodo Panet-Guenot (galleria non sostenuta)
2 -> metodo trasformazione omotetica (galleria non sostenuta)
3 -> Nuovo Metodo Implicito (convergenza al fronte da vuoto sferico)
4 -> Nuovo Metodo Implicito (convergenza al fronte da correlazione Ns)
5 -> Nuovo Metodo Implicito (convergenza al fronte da trasformazione omotetica)

D A T I A N A L I S I

R galleria [m]	3.09000
PARAMETRI GEOTECNICI -----	
Tensione originaria [MPa]	5.40000
Modulo di Young [MPa]	1250.00000
Coefficiente di Poisson .....	.30000
Peso specifico (sovraccarico gravitativo) [kN/m3] .	.00000
Pressione interstiziale falda indisturbata [MPa] ..	.00000
Pressione interstiziale al bordo scavo B.T. [MPa]..	.00000
Raggio influenza idraulica galleria B.T. [m]	3.09000
Pressione interstiziale al bordo scavo L.T. [MPa]..	.00000
Raggio influenza idraulica galleria L.T. [m]	3.09000
RESISTENZA ROCCIA	
Coesione picco [MPa] .....	.46500
Angolo attrito picco [°]	31.00000
Coesione residua [MPa] .....	.39000
Angolo attrito residuo [MPa]	25.00000
Angolo dilatanza [°] .....	.00000
Modulo di softening apparente Ha [MPa] .....	.00000
Modulo di softening H [MPa] .....	.00000
FRONTE DI SCAVO RINFORZATO	
Consolidamento generico del fronte	
Incremento coesione picco [MPa] .....	.53360
Pressione sul fronte di scavo [MPa] .....	.00000
Parametri di resistenza equivalenti del fronte rinforzato	
Coesione picco [MPa] .....	.99860
Coesione residua [MPa] .....	.39000
INIEZIONI O JET-GROUTING	
Spessore corona trattata [m]	2.00000
Modulo terreno trattato [MPa]	3500.00000
Coefficiente di Poisson terreno trattato .....	.30000
Coesione picco terreno trattato [MPa] .....	.07898
Angolo attrito picco terreno trattato [°]	36.00000
Coesione residua terreno trattato [MPa] .....	.07898
Angolo attrito residuo terreno trattato [MPa]	36.00000
Angolo dilatanza terreno trattato [°] .....	.00000
Modulo di softening apparente Ha [MPa] .....	.00000
Modulo di softening H [MPa] .....	.00000
PRERIVESTIMENTO -----	
Distanza dal fronte alla messa in opera [m] .....	.50000
Coefficiente riduzione rigidezza .....	.11000
Forma del presinvestimento	CIRCOLARE CHIUSO
SPRITZ-BETON E CENTINE	
Spessore spritz [m] .....	.20000
Modulo Young spritz [MPa]	24000.00000
Coefficiente di Poisson spritz .....	.20000
Sezione centina [m2] .....	.00543
Altezza sezione centina [m2] .....	.16000
Posizione baricentro sezione centina [m] .....	.08000
Momento inerzia baricentrico sezione centina [m4] .	.00002492
Passo centine [m]	1.00000
Modulo Young ferro centine [MPa]	210000.00000
Resistenza compressione spritz [MPa]	23.10000

Resistenza ferro centine [MPa]	190.00000
RIVESTIMENTO DEFINITIVO -----	
Distanza dal fronte alla messa in opera [m]	24.00000
Spessore CLS [m] .....	.50000
Modulo Young CLS [MPa]	31220.00000
Coefficiente di Poisson CLS .....	.20000
Resistenza compressione CLS [MPa]	9.75000
Opzione calcolo rivestimento	0
[0 prerivestimenti non collaboranti a lungo termine]	
[1 prerivestimenti collaboranti a lungo termine]	
Gioco radiale posa in opera rivestimento [m] .....	.00000

R I S U L T A T O A N A L I S I F R O N T E D I S C A V O

Press. fine calcolo curva galleria [MPa] .....	.000000
Spostamento radiale galleria [m] .....	.086171
Raggio plastico galleria [m]	8.236787
Press. fine calcolo fronte sferico [MPa] .....	.000000
Spostamento radiale fronte sferico [m] .....	.010694
Spostamento radiale fronte (correl. Ns) [m] .....	.009794
Spostamento radiale fronte (trasf. omotet.) [m] ...	.012841
Raggio plastico fronte sferico [m]	3.533353

STATO GALLERIA ALLA MESSA IN OPERA DEL PRERIVESTIMENTO -----

Metodo Panet-Guenot	
U [m] :	.01653
LAMBDA :	.79368
Trasformazione Omotetica	
U [m] :	.02474
LAMBDA :	.89949
Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da soluzione cavità sferica	
U [m] :	.01699
LAMBDA :	.80219
Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da correlazione Ns	
U [m] :	.01632
LAMBDA :	.78962
Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da trasformazione omotetica	
U [m] :	.01862
LAMBDA :	.82897

STATO GALLERIA ALLA MESSA IN OPERA DEL RIVESTIMENTO -----

Metodo Panet-Guenot	
U [m] :	.04330
LAMBDA :	.99699
Trasformazione Omotetica	
U [m] :	.04426
LAMBDA :	.99993
Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da soluzione cavità sferica	
U [m] :	.02450
LAMBDA :	.99908
Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da correlazione Ns	
U [m] :	.02410
LAMBDA :	.99902
Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da trasformazione omotetica	
U [m] :	.02550
LAMBDA :	.99920

R I S U L T A T O A N A L I S I G A L L E R I A

Pressione fine calcolo [MPa] .....	.000000
Spost. radiale galleria fine calcolo [m] .....	.086171
Raggio plastico galleria fine calcolo [m]	8.236787
Pressione fine calcolo (L.T.) [MPa] .....	.000000
Spost. radiale galleria fine calcolo (L.T.) [m] ...	.044280
Raggio plastico galleria fine calcolo (L.T.) [m] ..	5.873634

CORONA DI ROCCIA CONSOLIDATA MEDIANTE GROUTING -----	
fattore di sicurezza	1.00000

PRERIVESTIMENTO -----	
Raggio plastico punto di equilibrio [m]	5.09257
Pressione punto di equilibrio [MPa] .....	.68068
Spostamento punto di equilibrio [m] .....	.02013
Spostamento galleria alla messa in opera [m] .....	.01095
Convergenza radiale prerivestimento [m] .....	.00918
Tasso di deconfinamento alla messa in opera .....	.802190
SPRITZ-BETON E CENTINE (ANELLO CHIUSO)	
Tensione spritz [MPa]	8.86563
Tensione centine [MPa]	68.64109
Coefficiente di sicurezza spritz	2.60557
Coefficiente di sicurezza centine	2.76802
Pressione rottura spritz [MPa]	1.76105
Pressione rottura centine [MPa]	1.87085
Rigidezza spritz [MPa]	186.86226
Rigidezza centinatura [MPa]	40.59320
RIVESTIMENTO DEFINITIVO (ANELLO CLS) -----	
Raggio plastico punto di equilibrio [m]	4.21233
Pressione punto di equilibrio [MPa] .....	.78491
Spostamento punto di equilibrio [MPa] .....	.02048
Spostamento galleria alla messa in opera [m] .....	.02013
Convergenza radiale rivestimento [m] .....	.00035
Tensione CLS [MPa]	4.96641
Coefficiente di sicurezza CLS	1.96319
Pressione rottura CLS [MPa]	1.54093
Rigidezza anello CLS [MPa]	6405.08199
Tasso di deconfinamento alla messa in opera .....	.999080

Diametro della galleria: 6,18 m

Tipo di analisi: calcolo accoppiato fronte-galleria - Nuovo Metodo Implicito (spostamento fronte soluzione cavità sferica)

Calcolo curve caratteristiche: SOLUZIONI TRANSFER-MATRIX

PARAMETRI DELLA ROCCIA

E: 1250 MPa NI: 0,3 GAMMA: 0 kN/m³ SIGMA0: 5,4 MPa

Tipo di criterio di resistenza: MOHR-COULOMB

RESISTENZA

PHI picco: 31 °
C picco: 0,465 MPa
PHI residuo: 25 °
C residua: 0,39 MPa
PSI: 0 °
H apparente: 0 MPa

RESISTENZA A LUNGO TERMINE

PHI picco: 0,001 °
C picco: 0,000001 MPa
PHI residuo: 0,001 °
C residua: 0,000001 MPa
PSI: 0 °
H apparente: 0 MPa

CORONA DI ROCCIA MIGLIORATA

Spessore 2 m modulo 3500,0 MPa resistenza 0,3 MPa
Fattore di sicurezza della corona 1

PRECONSOLIDAMENTO FRONTE

Chiodatura assiale con barre sezione 0 m² incidenza 0,0 chiodi/m²

Ulteriore miglioramento fronte - incremento Cp 0,5336 MPa - pressione sul fronte 0 MPa

SOSTEGNI DI PRIMA FASE

Spritz-Beton sp. .2 m resistenza 23,1 MPa centine sez. 0,00543 m² passo 1 m resistenza 190 MPa

Spostamento radiale anello chiuso ,0092 m

TENSIONI ANELLO CHIUSO

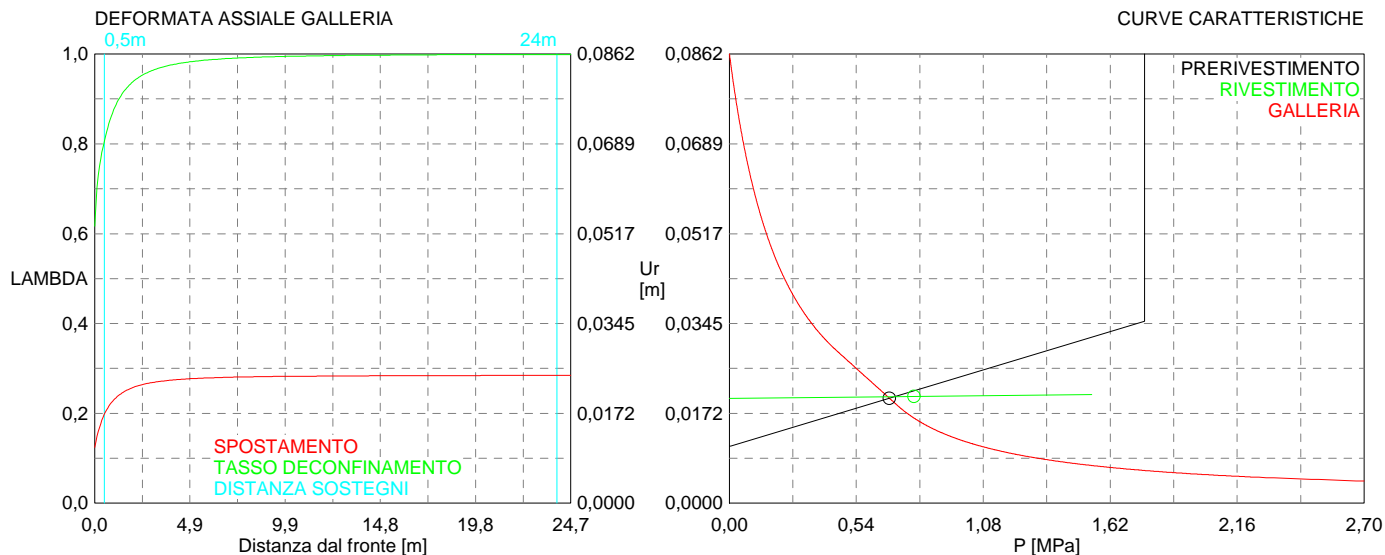
Spritz-beton 8,9 MPa Centine 68,6 MPa

RIVESTIMENTO DEFINITIVO

CLS spessore 0,5 m resistenza 9,75 MPa gioco radiale 0 m

Spostamento radiale 0,00035 m

Tensione CLS 5, MPa



```

#####
#####
###
###
### ##### ## ## ##
### ##### ## ## ##
### ##### ## ## ##
##### ## ## ## ##
##### ##### #####
###

```

CALCOLO GALLERIE CON METODO
CONVERGENZA-CONFINAMENTO
SOLUTORE TRANSFER-MATRIX

VERSIONE 4 (2003)

aP_GR2b_300m_C

fase di terapia

TIPO DI ANALISI: CALCOLO ACCOPPIATO FRONTE-GALLERIA
VALUTAZIONE DEFORMATA GALLERIA AL FRONTE: 3
1 -> metodo Panet-Guenot (galleria non sostenuta)
2 -> metodo trasformazione omotetica (galleria non sostenuta)
3 -> Nuovo Metodo Implicito (convergenza al fronte da vuoto sferico)
4 -> Nuovo Metodo Implicito (convergenza al fronte da correlazione Ns)
5 -> Nuovo Metodo Implicito (convergenza al fronte da trasformazione omotetica)

D A T I A N A L I S I

R galleria [m]	3.09000
PARAMETRI GEOTECNICI -----	
Tensione originaria [MPa]	8.10000
Modulo di Young [MPa]	1250.00000
Coefficiente di Poisson .....	.30000
Peso specifico (sovraccarico gravitativo) [kN/m3] .	.00000
Pressione interstiziale falda indisturbata [MPa] ..	.00000
Pressione interstiziale al bordo scavo B.T. [MPa]..	.00000
Raggio influenza idraulica galleria B.T. [m]	3.09000
Pressione interstiziale al bordo scavo L.T. [MPa]..	.00000
Raggio influenza idraulica galleria L.T. [m]	3.09000
RESISTENZA ROCCIA	
Coesione picco [MPa] .....	.59000
Angolo attrito picco [°]	29.00000
Coesione residua [MPa] .....	.50000
Angolo attrito residuo [MPa]	25.00000
Angolo dilatanza [°] .....	.00000
Modulo di softening apparente Ha [MPa] .....	.00000
Modulo di softening H [MPa] .....	.00000
FRONTE DI SCAVO RINFORZATO	
Consolidamento generico del fronte	
Incremento coesione picco [MPa] .....	.53360
Pressione sul fronte di scavo [MPa] .....	.00000
Parametri di resistenza equivalenti del fronte rinforzato	
Coesione picco [MPa]	1.12360
Coesione residua [MPa] .....	.50000
INIEZIONI O JET-GROUTING	
Spessore corona trattata [m]	2.00000
Modulo terreno trattato [MPa]	3500.00000
Coefficiente di Poisson terreno trattato .....	.30000
Coesione picco terreno trattato [MPa] .....	.07898
Angolo attrito picco terreno trattato [°]	36.00000
Coesione residua terreno trattato [MPa] .....	.07898
Angolo attrito residuo terreno trattato [MPa]	36.00000
Angolo dilatanza terreno trattato [°] .....	.00000
Modulo di softening apparente Ha [MPa] .....	.00000
Modulo di softening H [MPa] .....	.00000
PRERIVESTIMENTO -----	
Distanza dal fronte alla messa in opera [m] .....	.50000
Coefficiente riduzione rigidezza .....	.11000
Forma del presinvestimento	CIRCOLARE CHIUSO
SPRITZ-BETON E CENTINE	
Spessore spritz [m] .....	.20000
Modulo Young spritz [MPa]	24000.00000
Coefficiente di Poisson spritz .....	.20000
Sezione centina [m2] .....	.00543
Altezza sezione centina [m2] .....	.16000
Posizione baricentro sezione centina [m] .....	.08000
Momento inerzia baricentrico sezione centina [m4] .	.00002492
Passo centine [m]	1.00000
Modulo Young ferro centine [MPa]	210000.00000
Resistenza compressione spritz [MPa]	23.10000

Resistenza ferro centine [MPa]	190.00000
RIVESTIMENTO DEFINITIVO -----	
Distanza dal fronte alla messa in opera [m]	24.00000
Spessore CLS [m] .....	.50000
Modulo Young CLS [MPa]	31220.00000
Coefficiente di Poisson CLS .....	.20000
Resistenza compressione CLS [MPa]	9.75000
Opzione calcolo rivestimento	0
[0 prerivestimenti non collaboranti a lungo termine]	
[1 prerivestimenti collaboranti a lungo termine]	
Gioco radiale posa in opera rivestimento [m] .....	.00000

R I S U L T A T O A N A L I S I F R O N T E D I S C A V O

Press. fine calcolo curva galleria [MPa] .....	.000000
Spostamento radiale galleria [m] .....	.182704
Raggio plastico galleria [m]	9.977714
Press. fine calcolo fronte sferico [MPa] .....	.000000
Spostamento radiale fronte sferico [m] .....	.019655
Spostamento radiale fronte (correl. Ns) [m] .....	.012785
Spostamento radiale fronte (trasf. omotet.) [m] ...	.025265
Raggio plastico fronte sferico [m]	3.822106

STATO GALLERIA ALLA MESSA IN OPERA DEL PRERIVESTIMENTO -----

Metodo Panet-Guenot	
U [m] :	.02985
LAMBDA :	.81621
Trasformazione Omotetica	
U [m] :	.04538
LAMBDA :	.90602
Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da soluzione cavità sferica	
U [m] :	.02940
LAMBDA :	.81237
Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da correlazione Ns	
U [m] :	.02407
LAMBDA :	.75731
Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da trasformazione omotetica	
U [m] :	.03385
LAMBDA :	.84621

STATO GALLERIA ALLA MESSA IN OPERA DEL RIVESTIMENTO -----

Metodo Panet-Guenot	
U [m] :	.08457
LAMBDA :	.99668
Trasformazione Omotetica	
U [m] :	.08696
LAMBDA :	.99980
Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da soluzione cavità sferica	
U [m] :	.04153
LAMBDA :	.99908
Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da correlazione Ns	
U [m] :	.03812
LAMBDA :	.99881
Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da trasformazione omotetica	
U [m] :	.04453
LAMBDA :	.99925

R I S U L T A T O A N A L I S I G A L L E R I A

Pressione fine calcolo [MPa] .....	.000000
Spost. radiale galleria fine calcolo [m] .....	.182704
Raggio plastico galleria fine calcolo [m]	9.977714
Pressione fine calcolo (L.T.) [MPa] .....	.000000
Spost. radiale galleria fine calcolo (L.T.) [m] ...	.087121
Raggio plastico galleria fine calcolo (L.T.) [m] ..	6.893155

CORONA DI ROCCIA CONSOLIDATA MEDIANTE GROUTING -----	
fattore di sicurezza	1.00000

PRERIVESTIMENTO -----	
Raggio plastico punto di equilibrio [m]	5.09257
Pressione punto di equilibrio [MPa]	1.02403
Spostamento punto di equilibrio [m] .....	.03191
Spostamento galleria alla messa in opera [m] .....	.01809
Convergenza radiale prerivestimento [m] .....	.01381
Tasso di deconfinamento alla messa in opera .....	.812367
SPRITZ-BETON E CENTINE (ANELLO CHIUSO)	
Tensione spritz [MPa]	13.33801
Tensione centine [MPa]	103.26796
Coefficiente di sicurezza spritz	1.73189
Coefficiente di sicurezza centine	1.83987
Pressione rottura spritz [MPa]	1.76105
Pressione rottura centine [MPa]	1.87085
Rigidezza spritz [MPa]	186.86226
Rigidezza centinatura [MPa]	40.59320
RIVESTIMENTO DEFINITIVO (ANELLO CLS) -----	
Raggio plastico punto di equilibrio [m]	4.44577
Pressione punto di equilibrio [MPa]	1.32155
Spostamento punto di equilibrio [MPa] .....	.03250
Spostamento galleria alla messa in opera [m] .....	.03191
Convergenza radiale rivestimento [m] .....	.00060
Tensione CLS [MPa]	8.36191
Coefficiente di sicurezza CLS	1.16600
Pressione rottura CLS [MPa]	1.54093
Rigidezza anello CLS [MPa]	6405.08199
Tasso di deconfinamento alla messa in opera .....	.999080

Diametro della galleria: 6,18 m

Tipo di analisi: calcolo accoppiato fronte-galleria - Nuovo Metodo Implicito (spostamento fronte soluzione cavità sferica)

Calcolo curve caratteristiche: SOLUZIONI TRANSFER-MATRIX

PARAMETRI DELLA ROCCIA

E: 1250 MPa NI: 0,3 GAMMA: 0 kN/m³ SIGMA0: 8,1 MPa

Tipo di criterio di resistenza: MOHR-COULOMB

RESISTENZA

PHI picco: 29 °
C picco: 0,59 MPa
PHI residuo: 25 °
C residua: 0,5 MPa
PSI: 0 °
H apparente: 0 MPa

RESISTENZA A LUNGO TERMINE

PHI picco: 0,001 °
C picco: 0,000001 MPa
PHI residuo: 0,001 °
C residua: 0,000001 MPa
PSI: 0 °
H apparente: 0 MPa

CORONA DI ROCCIA MIGLIORATA

Spessore 2 m modulo 3500,0 MPa resistenza 0,3 MPa
Fattore di sicurezza della corona 1

PRECONSOLIDAMENTO FRONTE

Chiodatura assiale con barre sezione 0 m² incidenza 0,0 chiodi/m²

Ulteriore miglioramento fronte - incremento Cp 0,5336 MPa - pressione sul fronte 0 MPa

SOSTEGNI DI PRIMA FASE

Spritz-Beton sp. .2 m resistenza 23,1 MPa centine sez. 0,00543 m² passo 1 m resistenza 190 MPa

Spostamento radiale anello chiuso ,0138 m

TENSIONI ANELLO CHIUSO

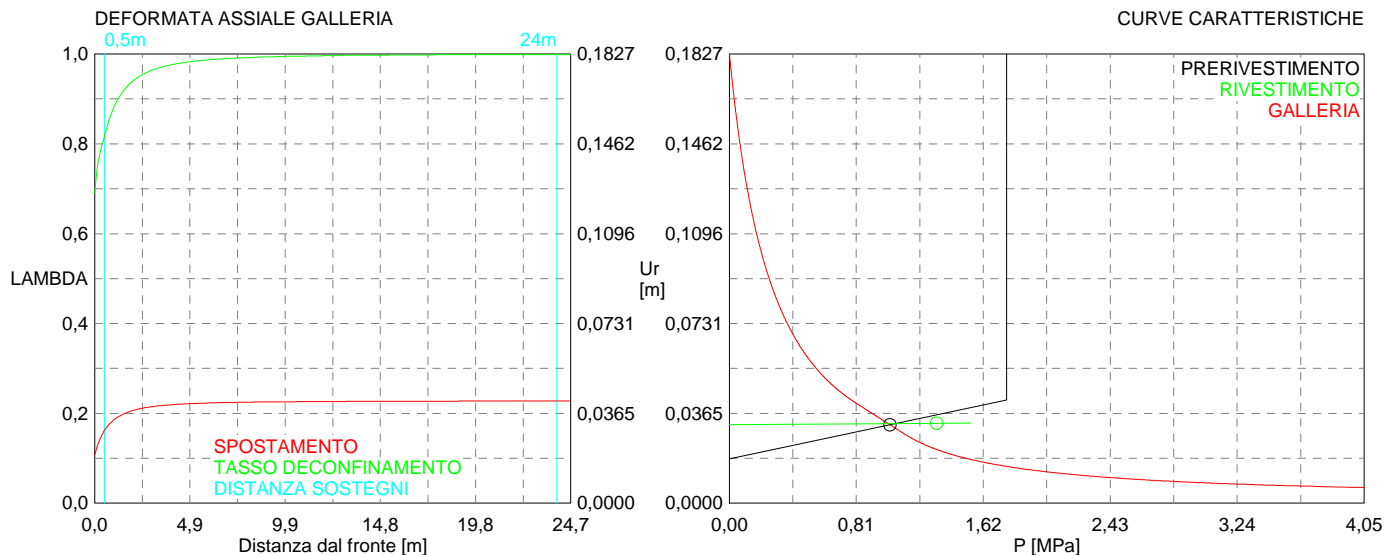
Spritz-beton 13,3 MPa Centine 103,3 MPa

RIVESTIMENTO DEFINITIVO

CLS spessore 0,5 m resistenza 9,75 MPa gioco radiale 0 m

Spostamento radiale 0,0006 m

Tensione CLS 8,4 MPa



```

#####
#####
###
###
### ##### ## ## ##
### ##### ## ## ##
### ##### ## ## ##
##### ## ## ## ##
##### ##### #####
###

```

CALCOLO GALLERIE CON METODO
CONVERGENZA-CONFINAMENTO
SOLUTORE TRANSFER-MATRIX

VERSIONE 4 (2003)

aP_GR2b_400m_C

fase di terapia

TIPO DI ANALISI: CALCOLO ACCOPPIATO FRONTE-GALLERIA
VALUTAZIONE DEFORMATA GALLERIA AL FRONTE: 3
1 -> metodo Panet-Guenot (galleria non sostenuta)
2 -> metodo trasformazione omotetica (galleria non sostenuta)
3 -> Nuovo Metodo Implicito (convergenza al fronte da vuoto sferico)
4 -> Nuovo Metodo Implicito (convergenza al fronte da correlazione Ns)
5 -> Nuovo Metodo Implicito (convergenza al fronte da trasformazione omotetica)

D A T I A N A L I S I

R galleria [m]	3.09000
PARAMETRI GEOTECNICI -----	
Tensione originaria [MPa]	10.80000
Modulo di Young [MPa]	1250.00000
Coefficiente di Poisson .....	.30000
Peso specifico (sovraccarico gravitativo) [kN/m3] .	.00000
Pressione interstiziale falda indisturbata [MPa] ..	.00000
Pressione interstiziale al bordo scavo B.T. [MPa]..	.00000
Raggio influenza idraulica galleria B.T. [m]	3.09000
Pressione interstiziale al bordo scavo L.T. [MPa]..	.00000
Raggio influenza idraulica galleria L.T. [m]	3.09000
RESISTENZA ROCCIA	
Coesione picco [MPa] .....	.70000
Angolo attrito picco [°]	27.00000
Coesione residua [MPa] .....	.60000
Angolo attrito residuo [MPa]	24.00000
Angolo dilatanza [°] .....	.00000
Modulo di softening apparente Ha [MPa] .....	.00000
Modulo di softening H [MPa] .....	.00000
FRONTE DI SCAVO RINFORZATO	
Consolidamento generico del fronte	
Incremento coesione picco [MPa] .....	.53360
Pressione sul fronte di scavo [MPa] .....	.00000
Parametri di resistenza equivalenti del fronte rinforzato	
Coesione picco [MPa]	1.23360
Coesione residua [MPa] .....	.60000
INIEZIONI O JET-GROUTING	
Spessore corona trattata [m]	2.00000
Modulo terreno trattato [MPa]	3500.00000
Coefficiente di Poisson terreno trattato .....	.30000
Coesione picco terreno trattato [MPa] .....	.07898
Angolo attrito picco terreno trattato [°]	36.00000
Coesione residua terreno trattato [MPa] .....	.07898
Angolo attrito residuo terreno trattato [MPa]	36.00000
Angolo dilatanza terreno trattato [°] .....	.00000
Modulo di softening apparente Ha [MPa] .....	.00000
Modulo di softening H [MPa] .....	.00000
PRERIVESTIMENTO -----	
Distanza dal fronte alla messa in opera [m] .....	.50000
Coefficiente riduzione rigidezza .....	.11000
Forma del presinvestimento	CIRCOLARE CHIUSO
SPRITZ-BETON E CENTINE	
Spessore spritz [m] .....	.20000
Modulo Young spritz [MPa]	24000.00000
Coefficiente di Poisson spritz .....	.20000
Sezione centina [m2] .....	.00543
Altezza sezione centina [m2] .....	.16000
Posizione baricentro sezione centina [m] .....	.08000
Momento inerzia baricentrico sezione centina [m4] .	.00002492
Passo centine [m]	1.00000
Modulo Young ferro centine [MPa]	210000.00000
Resistenza compressione spritz [MPa]	23.10000

Resistenza ferro centine [MPa]	190.00000
RIVESTIMENTO DEFINITIVO -----	
Distanza dal fronte alla messa in opera [m]	24.00000
Spessore CLS [m] .....	.50000
Modulo Young CLS [MPa]	31220.00000
Coefficiente di Poisson CLS .....	.20000
Resistenza compressione CLS [MPa]	9.75000
Opzione calcolo rivestimento	0
[0 prerivestimenti non collaboranti a lungo termine]	
[1 prerivestimenti collaboranti a lungo termine]	
Gioco radiale posa in opera rivestimento [m] .....	.00000

R I S U L T A T O A N A L I S I F R O N T E D I S C A V O

Press. fine calcolo curva galleria [MPa] .....	.000000
Spostamento radiale galleria [m] .....	.332170
Raggio plastico galleria [m]	11.884722
Press. fine calcolo fronte sferico [MPa] .....	.000000
Spostamento radiale fronte sferico [m] .....	.032071
Spostamento radiale fronte (correl. Ns) [m] .....	.015144
Spostamento radiale fronte (trasf. omotet.) [m] ...	.044138
Raggio plastico fronte sferico [m]	4.125879

STATO GALLERIA ALLA MESSA IN OPERA DEL PRERIVESTIMENTO -----

Metodo Panet-Guenot	
U [m] :	.04791
LAMBDA :	.82947
Trasformazione Omotetica	
U [m] :	.07416
LAMBDA :	.90991
Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da soluzione cavità sferica	
U [m] :	.04535
LAMBDA :	.81761
Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da correlazione Ns	
U [m] :	.03179
LAMBDA :	.72929
Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da trasformazione omotetica	
U [m] :	.05532
LAMBDA :	.85851

STATO GALLERIA ALLA MESSA IN OPERA DEL RIVESTIMENTO -----

Metodo Panet-Guenot	
U [m] :	.14641
LAMBDA :	.99620
Trasformazione Omotetica	
U [m] :	.15142
LAMBDA :	.99950
Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da soluzione cavità sferica	
U [m] :	.06264
LAMBDA :	.99906
Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da correlazione Ns	
U [m] :	.05347
LAMBDA :	.99860
Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da trasformazione omotetica	
U [m] :	.06988
LAMBDA :	.99927

R I S U L T A T O A N A L I S I G A L L E R I A

Pressione fine calcolo [MPa] .....	.000000
Spost. radiale galleria fine calcolo [m] .....	.332170
Raggio plastico galleria fine calcolo [m]	11.884722
Pressione fine calcolo (L.T.) [MPa] .....	.000000
Spost. radiale galleria fine calcolo (L.T.) [m] ...	.152200
Raggio plastico galleria fine calcolo (L.T.) [m] ..	8.032437

CORONA DI ROCCIA CONSOLIDATA MEDIANTE GROUTING -----

fattore di sicurezza	1.00000
----------------------------	---------

PRERIVESTIMENTO -----	
Raggio plastico punto di equilibrio [m]	5.09257
Pressione punto di equilibrio [MPa]	1.36231
Spostamento punto di equilibrio [m] .....	.04385
Spostamento galleria alla messa in opera [m] .....	.02547
Convergenza radiale prerivestimento [m] .....	.01837
Tasso di deconfinamento alla messa in opera .....	.817612
SPRITZ-BETON E CENTINE (ANELLO CHIUSO)	
Tensione spritz [MPa]	17.74047
Tensione centine [MPa]	137.35353
Coefficiente di sicurezza spritz	1.30211
Coefficiente di sicurezza centine	1.38329
Pressione rottura spritz [MPa]	1.76105
Pressione rottura centine [MPa]	1.87085
Rigidezza spritz [MPa]	186.86226
Rigidezza centinatura [MPa]	40.59320
RIVESTIMENTO DEFINITIVO (ANELLO CLS) -----	
Raggio plastico punto di equilibrio [m]	4.65297
Pressione punto di equilibrio [MPa]	2.00149
Spostamento punto di equilibrio [MPa] .....	.04475
Spostamento galleria alla messa in opera [m] .....	.04385
Convergenza radiale rivestimento [m] .....	.00090
Tensione CLS [MPa]	12.66414
Coefficiente di sicurezza CLS .....	.76989
Pressione rottura CLS [MPa]	1.54093
Rigidezza anello CLS [MPa]	6405.08199
Tasso di deconfinamento alla messa in opera .....	.999056

Diametro della galleria: 6,18 m

Tipo di analisi: calcolo accoppiato fronte-galleria - Nuovo Metodo Implicito (spostamento fronte soluzione cavità sferica)

Calcolo curve caratteristiche: SOLUZIONI TRANSFER-MATRIX

PARAMETRI DELLA ROCCIA

E: 1250 MPa NI: 0,3 GAMMA: 0 kN/m³ SIGMA0: 10,8 MPa

Tipo di criterio di resistenza: MOHR-COULOMB

RESISTENZA

PHI picco: 27 °
C picco: 0,7 MPa
PHI residuo: 24 °
C residua: 0,6 MPa
PSI: 0 °
H apparente: 0 MPa

RESISTENZA A LUNGO TERMINE

PHI picco: 0,001 °
C picco: 0,000001 MPa
PHI residuo: 0,001 °
C residua: 0,000001 MPa
PSI: 0 °
H apparente: 0 MPa

CORONA DI ROCCIA MIGLIORATA

Spessore 2 m modulo 3500,0 MPa resistenza 0,3 MPa
Fattore di sicurezza della corona 1

PRECONSOLIDAMENTO FRONTE

Chiodatura assiale con barre sezione 0 m² incidenza 0,0 chiodi/m²

Ulteriore miglioramento fronte - incremento Cp 0,5336 MPa - pressione sul fronte 0 MPa

SOSTEGNI DI PRIMA FASE

Spritz-Beton sp. .2 m resistenza 23,1 MPa centine sez. 0,00543 m² passo 1 m resistenza 190 MPa

Spostamento radiale anello chiuso ,0184 m

TENSIONI ANELLO CHIUSO

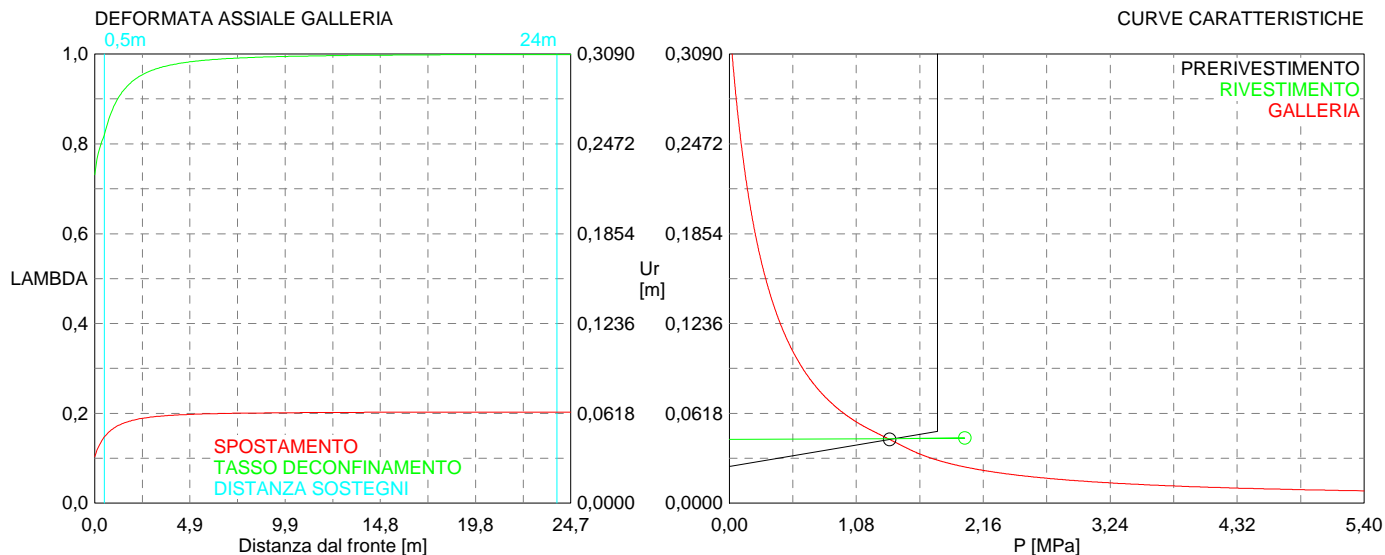
Spritz-beton 17,7 MPa Centine 137,4 MPa

RIVESTIMENTO DEFINITIVO

CLS spessore 0,5 m resistenza 9,75 MPa gioco radiale 0 m

Spostamento radiale 0,0009 m

Tensione CLS 12,7 MPa



```

#####
#####
###
###
### ##### ## ## ##
### ##### ## ## ##
### ##### ## ## ##
##### ## ## ## ##
##### ##### #####
###

```

CALCOLO GALLERIE CON METODO
 CONVERGENZA-CONFINAMENTO
 SOLUTORE TRANSFER-MATRIX

VERSIONE 4 (2003)

aP_GR2a_200m_C

fase di terapia

TIPO DI ANALISI: CALCOLO ACCOPPIATO FRONTE-GALLERIA
 VALUTAZIONE DEFORMATA GALLERIA AL FRONTE: 3
 1 -> metodo Panet-Guenot (galleria non sostenuta)
 2 -> metodo trasformazione omotetica (galleria non sostenuta)
 3 -> Nuovo Metodo Implicito (convergenza al fronte da vuoto sferico)
 4 -> Nuovo Metodo Implicito (convergenza al fronte da correlazione Ns)
 5 -> Nuovo Metodo Implicito (convergenza al fronte da trasformazione omotetica)

D A T I A N A L I S I

R galleria [m]	3.95000
PARAMETRI GEOTECNICI -----	
Tensione originaria [MPa]	5.40000
Modulo di Young [MPa]	1750.00000
Coefficiente di Poisson .....	.30000
Peso specifico (sovraccarico gravitativo) [kN/m3] .	.00000
Pressione interstiziale falda indisturbata [MPa] ..	.00000
Pressione interstiziale al bordo scavo B.T. [MPa]..	.00000
Raggio influenza idraulica galleria B.T. [m]	3.95000
Pressione interstiziale al bordo scavo L.T. [MPa]..	.00000
Raggio influenza idraulica galleria L.T. [m]	3.95000
RESISTENZA ROCCIA	
Coesione picco [MPa] .....	.55000
Angolo attrito picco [°]	36.00000
Coesione residua [MPa] .....	.47500
Angolo attrito residuo [MPa]	29.00000
Angolo dilatanza [°] .....	.00000
Modulo di softening apparente Ha [MPa] .....	.00000
Modulo di softening H [MPa] .....	.00000
FRONTE DI SCAVO RINFORZATO	
Consolidamento generico del fronte	
Incremento coesione picco [MPa] .....	.63820
Pressione sul fronte di scavo [MPa] .....	.00000
Parametri di resistenza equivalenti del fronte rinforzato	
Coesione picco [MPa]	1.18820
Coesione residua [MPa] .....	.47500
INIEZIONI O JET-GROUTING	
Spessore corona trattata [m]	2.00000
Modulo terreno trattato [MPa]	3500.00000
Coefficiente di Poisson terreno trattato .....	.30000
Coesione picco terreno trattato [MPa] .....	.07898
Angolo attrito picco terreno trattato [°]	36.00000
Coesione residua terreno trattato [MPa] .....	.07898
Angolo attrito residuo terreno trattato [MPa]	36.00000
Angolo dilatanza terreno trattato [°] .....	.00000
Modulo di softening apparente Ha [MPa] .....	.00000
Modulo di softening H [MPa] .....	.00000
PRERIVESTIMENTO -----	
Distanza dal fronte alla messa in opera [m] .....	.50000
Coefficiente riduzione rigidezza .....	.11000
Forma del presinvestimento	CIRCOLARE CHIUSO
SPRITZ-BETON E CENTINE	
Spessore spritz [m] .....	.25000
Modulo Young spritz [MPa]	24000.00000
Coefficiente di Poisson spritz .....	.20000
Sezione centina [m2] .....	.00781
Altezza sezione centina [m2] .....	.20000
Posizione baricentro sezione centina [m] .....	.10000
Momento inerzia baricentrico sezione centina [m4] .	.00005969
Passo centine [m]	1.00000
Modulo Young ferro centine [MPa]	210000.00000
Resistenza compressione spritz [MPa]	23.10000

Resistenza ferro centine [MPa]	190.00000
RIVESTIMENTO DEFINITIVO -----	
Distanza dal fronte alla messa in opera [m]	24.00000
Spessore CLS [m] .....	.50000
Modulo Young CLS [MPa]	31220.00000
Coefficiente di Poisson CLS .....	.20000
Resistenza compressione CLS [MPa]	9.75000
Opzione calcolo rivestimento	0
[0 prerivestimenti non collaboranti a lungo termine]	
[1 prerivestimenti collaboranti a lungo termine]	
Gioco radiale posa in opera rivestimento [m] .....	.00000

R I S U L T A T O A N A L I S I F R O N T E D I S C A V O

Press. fine calcolo curva galleria [MPa] .....	.000000
Spostamento radiale galleria [m] .....	.054219
Raggio plastico galleria [m]	8.276652
Press. fine calcolo fronte sferico [MPa] .....	.000000
Spostamento radiale fronte sferico [m] .....	.008577
Spostamento radiale fronte (correl. Ns) [m] .....	.007625
Spostamento radiale fronte (trasf. omotet.) [m] ...	.008256
Raggio plastico fronte sferico [m]	4.236288

STATO GALLERIA ALLA MESSA IN OPERA DEL PRERIVESTIMENTO -----

Metodo Panet-Guenot	
U [m] :	.01182
LAMBDA :	.73610
Trasformazione Omotetica	
U [m] :	.01727
LAMBDA :	.88654
Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da soluzione cavità sferica	
U [m] :	.01295
LAMBDA :	.78050
Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da correlazione Ns	
U [m] :	.01224
LAMBDA :	.75392
Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da trasformazione omotetica	
U [m] :	.01271
LAMBDA :	.77212

STATO GALLERIA ALLA MESSA IN OPERA DEL RIVESTIMENTO -----

Metodo Panet-Guenot	
U [m] :	.02786
LAMBDA :	.99633
Trasformazione Omotetica	
U [m] :	.02847
LAMBDA :	.99999
Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da soluzione cavità sferica	
U [m] :	.01991
LAMBDA :	.99855
Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da correlazione Ns	
U [m] :	.01960
LAMBDA :	.99838
Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da trasformazione omotetica	
U [m] :	.01981
LAMBDA :	.99850

R I S U L T A T O A N A L I S I G A L L E R I A

Pressione fine calcolo [MPa] .....	.000000
Spost. radiale galleria fine calcolo [m] .....	.054219
Raggio plastico galleria fine calcolo [m]	8.276652
Pressione fine calcolo (L.T.) [MPa] .....	.000000
Spost. radiale galleria fine calcolo (L.T.) [m] ...	.028470
Raggio plastico galleria fine calcolo (L.T.) [m] ..	6.061327

CORONA DI ROCCIA CONSOLIDATA MEDIANTE GROUTING -----	
fattore di sicurezza	1.00000

PRERIVESTIMENTO -----	
Raggio plastico punto di equilibrio [m]	5.94798
Pressione punto di equilibrio [MPa] .....	.62626
Spostamento punto di equilibrio [m] .....	.02210
Spostamento galleria alla messa in opera [m] .....	.01139
Convergenza radiale prerivestimento [m] .....	.01071
Tasso di deconfinamento alla messa in opera .....	.780497
SPRITZ-BETON E CENTINE (ANELLO CHIUSO)	
Tensione spritz [MPa]	8.07574
Tensione centine [MPa]	62.63926
Coefficiente di sicurezza spritz	2.86042
Coefficiente di sicurezza centine	3.03324
Pressione rottura spritz [MPa]	1.77003
Pressione rottura centine [MPa]	1.87697
Rigidezza spritz [MPa]	182.52608
Rigidezza centinatura [MPa]	45.67367
RIVESTIMENTO DEFINITIVO (ANELLO CLS) -----	
Raggio plastico punto di equilibrio [m]	5.46514
Pressione punto di equilibrio [MPa] .....	.25513
Spostamento punto di equilibrio [MPa] .....	.02230
Spostamento galleria alla messa in opera [m] .....	.02210
Convergenza radiale rivestimento [m] .....	.00019
Tensione CLS [MPa]	2.02474
Coefficiente di sicurezza CLS	4.81544
Pressione rottura CLS [MPa]	1.22854
Rigidezza anello CLS [MPa]	4863.85066
Tasso di deconfinamento alla messa in opera .....	.998553

Diametro della galleria: 7,9 m

Tipo di analisi: calcolo accoppiato fronte-galleria - Nuovo Metodo Implicito (spostamento fronte soluzione cavità sferica)

Calcolo curve caratteristiche: SOLUZIONI TRANSFER-MATRIX

PARAMETRI DELLA ROCCIA

E: 1750 MPa NI: 0,3 GAMMA: 0 kN/m³ SIGMA0: 5,4 MPa

Tipo di criterio di resistenza: MOHR-COULOMB

RESISTENZA

PHI picco: 36 °
C picco: 0,55 MPa
PHI residuo: 29 °
C residua: 0,475 MPa
PSI: 0 °
H apparente: 0 MPa

RESISTENZA A LUNGO TERMINE

PHI picco: 0,001 °
C picco: 0,000001 MPa
PHI residuo: 0,001 °
C residua: 0,000001 MPa
PSI: 0 °
H apparente: 0 MPa

CORONA DI ROCCIA MIGLIORATA

Spessore 2 m modulo 3500,0 MPa resistenza 0,3 MPa
Fattore di sicurezza della corona 1

PRECONSOLIDAMENTO FRONTE

Chiodatura assiale con barre sezione 0 m² incidenza 0,0 chiodi/m²

Ulteriore miglioramento fronte - incremento Cp 0,6382 MPa - pressione sul fronte 0 MPa

SOSTEGNI DI PRIMA FASE

Spritz-Beton sp. .25 m resistenza 23,1 MPa centine sez. 0,00781 m² passo 1 m resistenza 190 MPa

Spostamento radiale anello chiuso ,0107 m

TENSIONI ANELLO CHIUSO

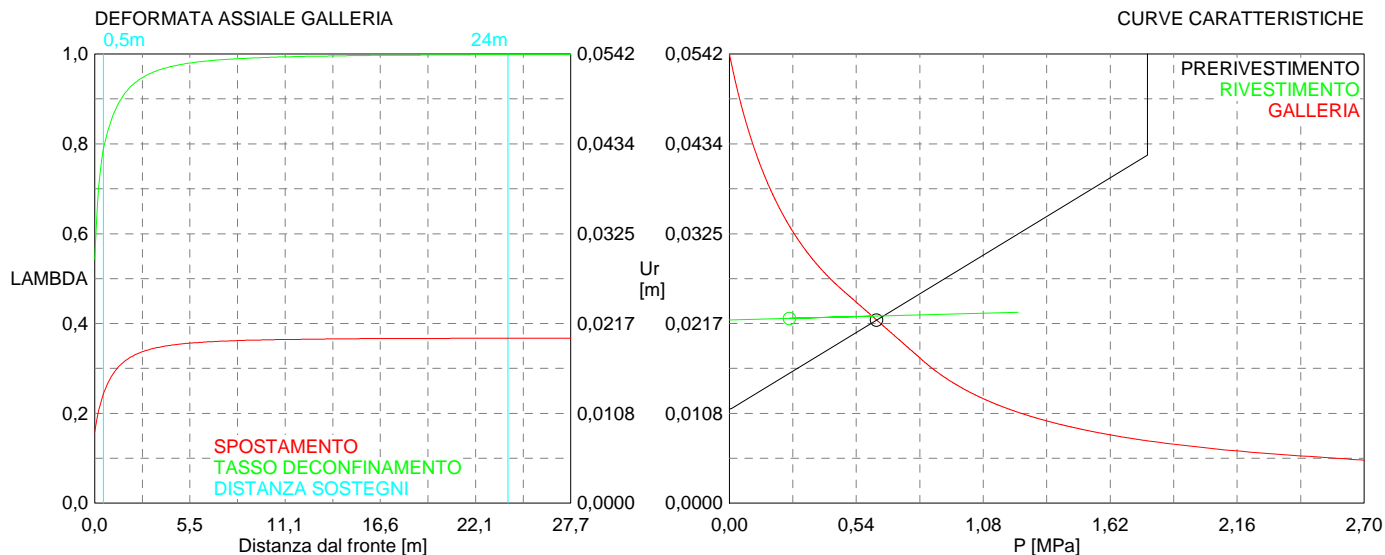
Spritz-beton 8,1 MPa Centine 62,6 MPa

RIVESTIMENTO DEFINITIVO

CLS spessore 0,5 m resistenza 9,75 MPa gioco radiale 0 m

Spostamento radiale 0,00019 m

Tensione CLS 2, MPa



```

#####
#####
###
###
### ##### ## ## ##
### ##### ## ## ##
### ##### ## ## ##
##### ## ## ## ##
##### ##### #####
###

```

CALCOLO GALLERIE CON METODO
 CONVERGENZA-CONFINAMENTO
 SOLUTORE TRANSFER-MATRIX

VERSIONE 4 (2003)

aP_GR2a_300m_C

fase di terapia

TIPO DI ANALISI: CALCOLO ACCOPPIATO FRONTE-GALLERIA
 VALUTAZIONE DEFORMATA GALLERIA AL FRONTE: 3
 1 -> metodo Panet-Guenot (galleria non sostenuta)
 2 -> metodo trasformazione omotetica (galleria non sostenuta)
 3 -> Nuovo Metodo Implicito (convergenza al fronte da vuoto sferico)
 4 -> Nuovo Metodo Implicito (convergenza al fronte da correlazione Ns)
 5 -> Nuovo Metodo Implicito (convergenza al fronte da trasformazione omotetica)

D A T I A N A L I S I

R galleria [m]	3.95000
PARAMETRI GEOTECNICI -----	
Tensione originaria [MPa]	8.10000
Modulo di Young [MPa]	1750.00000
Coefficiente di Poisson .....	.30000
Peso specifico (sovraccarico gravitativo) [kN/m3] .	.00000
Pressione interstiziale falda indisturbata [MPa] ..	.00000
Pressione interstiziale al bordo scavo B.T. [MPa]..	.00000
Raggio influenza idraulica galleria B.T. [m]	3.95000
Pressione interstiziale al bordo scavo L.T. [MPa]..	.00000
Raggio influenza idraulica galleria L.T. [m]	3.95000
RESISTENZA ROCCIA	
Coesione picco [MPa] .....	.72500
Angolo attrito picco [°]	33.00000
Coesione residua [MPa] .....	.55000
Angolo attrito residuo [MPa]	30.00000
Angolo dilatanza [°] .....	.00000
Modulo di softening apparente Ha [MPa] .....	.00000
Modulo di softening H [MPa] .....	.00000
FRONTE DI SCAVO RINFORZATO	
Consolidamento generico del fronte	
Incremento coesione picco [MPa] .....	.59890
Pressione sul fronte di scavo [MPa] .....	.00000
Parametri di resistenza equivalenti del fronte rinforzato	
Coesione picco [MPa]	1.32390
Coesione residua [MPa] .....	.55000
INIEZIONI O JET-GROUTING	
Spessore corona trattata [m]	2.00000
Modulo terreno trattato [MPa]	3500.00000
Coefficiente di Poisson terreno trattato .....	.30000
Coesione picco terreno trattato [MPa] .....	.08416
Angolo attrito picco terreno trattato [°]	33.00000
Coesione residua terreno trattato [MPa] .....	.08416
Angolo attrito residuo terreno trattato [MPa]	33.00000
Angolo dilatanza terreno trattato [°] .....	.00000
Modulo di softening apparente Ha [MPa] .....	.00000
Modulo di softening H [MPa] .....	.00000
PRERIVESTIMENTO -----	
Distanza dal fronte alla messa in opera [m] .....	.50000
Coefficiente riduzione rigidezza .....	.11000
Forma del presinvestimento	CIRCOLARE CHIUSO
SPRITZ-BETON E CENTINE	
Spessore spritz [m] .....	.25000
Modulo Young spritz [MPa]	24000.00000
Coefficiente di Poisson spritz .....	.20000
Sezione centina [m2] .....	.00781
Altezza sezione centina [m2] .....	.20000
Posizione baricentro sezione centina [m] .....	.10000
Momento inerzia baricentrico sezione centina [m4] .	.00005969
Passo centine [m]	1.00000
Modulo Young ferro centine [MPa]	210000.00000
Resistenza compressione spritz [MPa]	23.10000

Resistenza ferro centine [MPa]	190.00000
RIVESTIMENTO DEFINITIVO -----	
Distanza dal fronte alla messa in opera [m]	24.00000
Spessore CLS [m] .....	.50000
Modulo Young CLS [MPa]	31220.00000
Coefficiente di Poisson CLS .....	.20000
Resistenza compressione CLS [MPa]	9.75000
Opzione calcolo rivestimento	0
[0 prerivestimenti non collaboranti a lungo termine]	
[1 prerivestimenti collaboranti a lungo termine]	
Gioco radiale posa in opera rivestimento [m] .....	.00000

R I S U L T A T O A N A L I S I F R O N T E D I S C A V O

Press. fine calcolo curva galleria [MPa] .....	.000000
Spostamento radiale galleria [m] .....	.105783
Raggio plastico galleria [m]	9.689010
Press. fine calcolo fronte sferico [MPa] .....	.000000
Spostamento radiale fronte sferico [m] .....	.014939
Spostamento radiale fronte (correl. Ns) [m] .....	.010855
Spostamento radiale fronte (trasf. omotet.) [m] ...	.015377
Raggio plastico fronte sferico [m]	4.529602

STATO GALLERIA ALLA MESSA IN OPERA DEL PRERIVESTIMENTO -----

Metodo Panet-Guenot	
U [m] :	.02048
LAMBDA :	.77743
Trasformazione Omotetica	
U [m] :	.03035
LAMBDA :	.89529
Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da soluzione cavità sferica	
U [m] :	.02179
LAMBDA :	.79952
Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da correlazione Ns	
U [m] :	.01863
LAMBDA :	.74017
Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da trasformazione omotetica	
U [m] :	.02214
LAMBDA :	.80488

STATO GALLERIA ALLA MESSA IN OPERA DEL RIVESTIMENTO -----

Metodo Panet-Guenot	
U [m] :	.05159
LAMBDA :	.99604
Trasformazione Omotetica	
U [m] :	.05301
LAMBDA :	.99996
Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da soluzione cavità sferica	
U [m] :	.03341
LAMBDA :	.99857
Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da correlazione Ns	
U [m] :	.03182
LAMBDA :	.99814
Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da trasformazione omotetica	
U [m] :	.03360
LAMBDA :	.99861

R I S U L T A T O A N A L I S I G A L L E R I A

Pressione fine calcolo [MPa] .....	.000000
Spost. radiale galleria fine calcolo [m] .....	.105783
Raggio plastico galleria fine calcolo [m]	9.689010
Pressione fine calcolo (L.T.) [MPa] .....	.000000
Spost. radiale galleria fine calcolo (L.T.) [m] ...	.053025
Raggio plastico galleria fine calcolo (L.T.) [m] ..	6.896680

CORONA DI ROCCIA CONSOLIDATA MEDIANTE GROUTING -----	
fattore di sicurezza	1.00000

PRERIVESTIMENTO -----	
Raggio plastico punto di equilibrio [m]	6.24769
Pressione punto di equilibrio [MPa] .....	.89852
Spostamento punto di equilibrio [m] .....	.03974
Spostamento galleria alla messa in opera [m] .....	.02438
Convergenza radiale prerivestimento [m] .....	.01536
Tasso di deconfinamento alla messa in opera .....	.799525
SPRITZ-BETON E CENTINE (ANELLO CHIUSO)	
Tensione spritz [MPa]	11.58167
Tensione centine [MPa]	89.83294
Coefficiente di sicurezza spritz	1.99453
Coefficiente di sicurezza centine	2.11504
Pressione rottura spritz [MPa]	1.77003
Pressione rottura centine [MPa]	1.87697
Rigidezza spritz [MPa]	182.52608
Rigidezza centinatura [MPa]	45.67367
RIVESTIMENTO DEFINITIVO (ANELLO CLS) -----	
Raggio plastico punto di equilibrio [m]	6.10774
Pressione punto di equilibrio [MPa] .....	.37149
Spostamento punto di equilibrio [MPa] .....	.04002
Spostamento galleria alla messa in opera [m] .....	.03974
Convergenza radiale rivestimento [m] .....	.00028
Tensione CLS [MPa]	2.94825
Coefficiente di sicurezza CLS	3.30705
Pressione rottura CLS [MPa]	1.22854
Rigidezza anello CLS [MPa]	4863.85066
Tasso di deconfinamento alla messa in opera .....	.998568

Diametro della galleria: 7,9 m

Tipo di analisi: calcolo accoppiato fronte-galleria - Nuovo Metodo Implicito (spostamento fronte soluzione cavità sferica)

Calcolo curve caratteristiche: SOLUZIONI TRANSFER-MATRIX

PARAMETRI DELLA ROCCIA

E: 1750 MPa NI: 0,3 GAMMA: 0 kN/m³ SIGMA0: 8,1 MPa

Tipo di criterio di resistenza: MOHR-COULOMB

RESISTENZA

PHI picco: 33 °

C picco: 0,725 MPa

PHI residuo: 30 °

C residua: 0,55 MPa

PSI: 0 °

H apparente: 0 MPa

RESISTENZA A LUNGO TERMINE

PHI picco: 0,001 °

C picco: 0,000001 MPa

PHI residuo: 0,001 °

C residua: 0,000001 MPa

PSI: 0 °

H apparente: 0 MPa

CORONA DI ROCCIA MIGLIORATA

Spessore 2 m modulo 3500,0 MPa resistenza 0,3 MPa

Fattore di sicurezza della corona 1

PRECONSOLIDAMENTO FRONTE

Chiodatura assiale con barre sezione 0 m² incidenza 0,0 chiodi/m²

Ulteriore miglioramento fronte - incremento Cp 0,5989 MPa - pressione sul fronte 0 MPa

SOSTEGNI DI PRIMA FASE

Spritz-Beton sp. .25 m resistenza 23,1 MPa centine sez. 0,00781 m² passo 1 m resistenza 190 MPa

Spostamento radiale anello chiuso ,0154 m

TENSIONI ANELLO CHIUSO

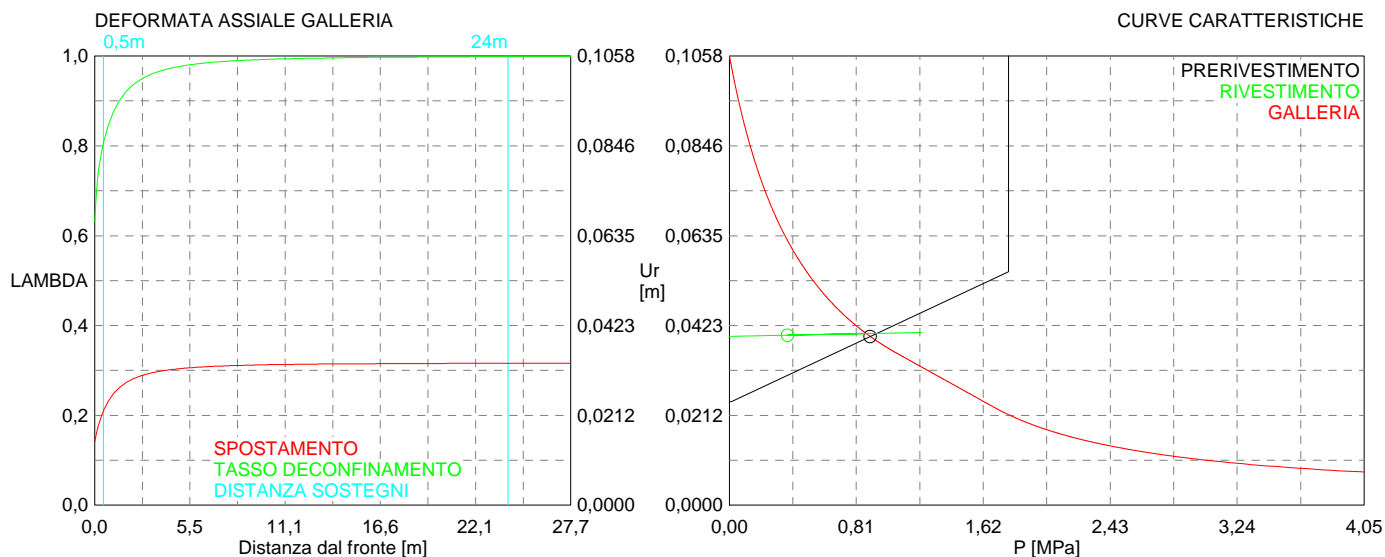
Spritz-beton 11,6 MPa Centine 89,8 MPa

RIVESTIMENTO DEFINITIVO

CLS spessore 0,5 m resistenza 9,75 MPa gioco radiale 0 m

Spostamento radiale 0,00028 m

Tensione CLS 2,9 MPa



```

#####
#####
###
###
### ##### ## ## ##
### ##### ## ## ##
### ##### ## ## ##
##### ## ## ## ##
##### ##### #####
###

```

CALCOLO GALLERIE CON METODO
 CONVERGENZA-CONFINAMENTO
 SOLUTORE TRANSFER-MATRIX

VERSIONE 4 (2003)

aP_GR2a_400m_C

fase di terapia

TIPO DI ANALISI: CALCOLO ACCOPPIATO FRONTE-GALLERIA
 VALUTAZIONE DEFORMATA GALLERIA AL FRONTE: 3
 1 -> metodo Panet-Guenot (galleria non sostenuta)
 2 -> metodo trasformazione omotetica (galleria non sostenuta)
 3 -> Nuovo Metodo Implicito (convergenza al fronte da vuoto sferico)
 4 -> Nuovo Metodo Implicito (convergenza al fronte da correlazione Ns)
 5 -> Nuovo Metodo Implicito (convergenza al fronte da trasformazione omotetica)

D A T I A N A L I S I

R galleria [m]	3.95000
PARAMETRI GEOTECNICI -----	
Tensione originaria [MPa]	10.80000
Modulo di Young [MPa]	1750.00000
Coefficiente di Poisson .....	.30000
Peso specifico (sovraccarico gravitativo) [kN/m3] .	.00000
Pressione interstiziale falda indisturbata [MPa] ..	.00000
Pressione interstiziale al bordo scavo B.T. [MPa]..	.00000
Raggio influenza idraulica galleria B.T. [m]	3.95000
Pressione interstiziale al bordo scavo L.T. [MPa]..	.00000
Raggio influenza idraulica galleria L.T. [m]	3.95000
RESISTENZA ROCCIA	
Coesione picco [MPa] .....	.85000
Angolo attrito picco [°]	30.00000
Coesione residua [MPa] .....	.75000
Angolo attrito residuo [MPa]	27.00000
Angolo dilatanza [°] .....	.00000
Modulo di softening apparente Ha [MPa] .....	.00000
Modulo di softening H [MPa] .....	.00000
FRONTE DI SCAVO RINFORZATO	
Consolidamento generico del fronte	
Incremento coesione picco [MPa] .....	.56320
Pressione sul fronte di scavo [MPa] .....	.00000
Parametri di resistenza equivalenti del fronte rinforzato	
Coesione picco [MPa]	1.41320
Coesione residua [MPa] .....	.75000
INIEZIONI O JET-GROUTING	
Spessore corona trattata [m]	2.00000
Modulo terreno trattato [MPa]	3500.00000
Coefficiente di Poisson terreno trattato .....	.30000
Coesione picco terreno trattato [MPa] .....	.08949
Angolo attrito picco terreno trattato [°]	30.00000
Coesione residua terreno trattato [MPa] .....	.08949
Angolo attrito residuo terreno trattato [MPa]	30.00000
Angolo dilatanza terreno trattato [°] .....	.00000
Modulo di softening apparente Ha [MPa] .....	.00000
Modulo di softening H [MPa] .....	.00000
PRERIVESTIMENTO -----	
Distanza dal fronte alla messa in opera [m] .....	.50000
Coefficiente riduzione rigidezza .....	.11000
Forma del presinvestimento	CIRCOLARE CHIUSO
SPRITZ-BETON E CENTINE	
Spessore spritz [m] .....	.25000
Modulo Young spritz [MPa]	24000.00000
Coefficiente di Poisson spritz .....	.20000
Sezione centina [m2] .....	.00781
Altezza sezione centina [m2] .....	.20000
Posizione baricentro sezione centina [m] .....	.10000
Momento inerzia baricentrico sezione centina [m4] .	.00005969
Passo centine [m]	1.00000
Modulo Young ferro centine [MPa]	210000.00000
Resistenza compressione spritz [MPa]	23.10000

Resistenza ferro centine [MPa]	190.00000
RIVESTIMENTO DEFINITIVO -----	
Distanza dal fronte alla messa in opera [m]	24.00000
Spessore CLS [m] .....	.50000
Modulo Young CLS [MPa]	31220.00000
Coefficiente di Poisson CLS .....	.20000
Resistenza compressione CLS [MPa]	9.75000
Opzione calcolo rivestimento	0
[0 prerivestimenti non collaboranti a lungo termine]	
[1 prerivestimenti collaboranti a lungo termine]	
Gioco radiale posa in opera rivestimento [m] .....	.00000

R I S U L T A T O A N A L I S I F R O N T E D I S C A V O

Press. fine calcolo curva galleria [MPa] .....	.000000
Spostamento radiale galleria [m] .....	.188468
Raggio plastico galleria [m]	11.451090
Press. fine calcolo fronte sferico [MPa] .....	.000000
Spostamento radiale fronte sferico [m] .....	.024084
Spostamento radiale fronte (correl. Ns) [m] .....	.012614
Spostamento radiale fronte (trasf. omotet.) [m] ...	.026827
Raggio plastico fronte sferico [m]	4.885864

STATO GALLERIA ALLA MESSA IN OPERA DEL PRERIVESTIMENTO -----

Metodo Panet-Guenot	
U [m] :	.03268
LAMBDA :	.80272
Trasformazione Omotetica	
U [m] :	.04936
LAMBDA :	.90091
Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da soluzione cavità sferica	
U [m] :	.03368
LAMBDA :	.81116
Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da correlazione Ns	
U [m] :	.02444
LAMBDA :	.70893
Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da trasformazione omotetica	
U [m] :	.03591
LAMBDA :	.82820

STATO GALLERIA ALLA MESSA IN OPERA DEL RIVESTIMENTO -----

Metodo Panet-Guenot	
U [m] :	.08915
LAMBDA :	.99548
Trasformazione Omotetica	
U [m] :	.09241
LAMBDA :	.99988
Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da soluzione cavità sferica	
U [m] :	.05107
LAMBDA :	.99853
Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da correlazione Ns	
U [m] :	.04587
LAMBDA :	.99773
Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da trasformazione omotetica	
U [m] :	.05235
LAMBDA :	.99866

R I S U L T A T O A N A L I S I G A L L E R I A

Pressione fine calcolo [MPa] .....	.000000
Spost. radiale galleria fine calcolo [m] .....	.188468
Raggio plastico galleria fine calcolo [m]	11.451090
Pressione fine calcolo (L.T.) [MPa] .....	.000000
Spost. radiale galleria fine calcolo (L.T.) [m] ...	.092507
Raggio plastico galleria fine calcolo (L.T.) [m] ..	8.130472

CORONA DI ROCCIA CONSOLIDATA MEDIANTE GROUTING -----	
fattore di sicurezza	1.00000

PRERIVESTIMENTO -----	
Raggio plastico punto di equilibrio [m]	7.00856
Pressione punto di equilibrio [MPa]	1.20720
Spostamento punto di equilibrio [m] .....	.06285
Spostamento galleria alla messa in opera [m] .....	.04221
Convergenza radiale prerivestimento [m] .....	.02063
Tasso di deconfinamento alla messa in opera .....	.811159
SPRITZ-BETON E CENTINE (ANELLO CHIUSO)	
Tensione spritz [MPa]	15.55674
Tensione centine [MPa]	120.66546
Coefficiente di sicurezza spritz	1.48489
Coefficiente di sicurezza centine	1.57460
Pressione rottura spritz [MPa]	1.77003
Pressione rottura centine [MPa]	1.87697
Rigidezza spritz [MPa]	182.52608
Rigidezza centinatura [MPa]	45.67367
RIVESTIMENTO DEFINITIVO (ANELLO CLS) -----	
Raggio plastico punto di equilibrio [m]	6.84354
Pressione punto di equilibrio [MPa] .....	.58171
Spostamento punto di equilibrio [MPa] .....	.06329
Spostamento galleria alla messa in opera [m] .....	.06285
Convergenza radiale rivestimento [m] .....	.00044
Tensione CLS [MPa]	4.61656
Coefficiente di sicurezza CLS	2.11196
Pressione rottura CLS [MPa]	1.22854
Rigidezza anello CLS [MPa]	4863.85066
Tasso di deconfinamento alla messa in opera .....	.998529

Diametro della galleria: 7,9 m

Tipo di analisi: calcolo accoppiato fronte-galleria - Nuovo Metodo Implicito (spostamento fronte soluzione cavità sferica)

Calcolo curve caratteristiche: SOLUZIONI TRANSFER-MATRIX

PARAMETRI DELLA ROCCIA

E: 1750 MPa NI: 0,3 GAMMA: 0 kN/m³ SIGMA0: 10,8 MPa

Tipo di criterio di resistenza: MOHR-COULOMB

RESISTENZA

PHI picco: 30 °
C picco: 0,85 MPa
PHI residuo: 27 °
C residua: 0,75 MPa
PSI: 0 °
H apparente: 0 MPa

RESISTENZA A LUNGO TERMINE

PHI picco: 0,001 °
C picco: 0,000001 MPa
PHI residuo: 0,001 °
C residua: 0,000001 MPa
PSI: 0 °
H apparente: 0 MPa

CORONA DI ROCCIA MIGLIORATA

Spessore 2 m modulo 3500,0 MPa resistenza 0,3 MPa
Fattore di sicurezza della corona 1

PRECONSOLIDAMENTO FRONTE

Chiodatura assiale con barre sezione 0 m² incidenza 0,0 chiodi/m²

Ulteriore miglioramento fronte - incremento Cp 0,5632 MPa - pressione sul fronte 0 MPa

SOSTEGNI DI PRIMA FASE

Spritz-Beton sp. .25 m resistenza 23,1 MPa centine sez. 0,00781 m² passo 1 m resistenza 190 MPa

Spostamento radiale anello chiuso ,0206 m

TENSIONI ANELLO CHIUSO

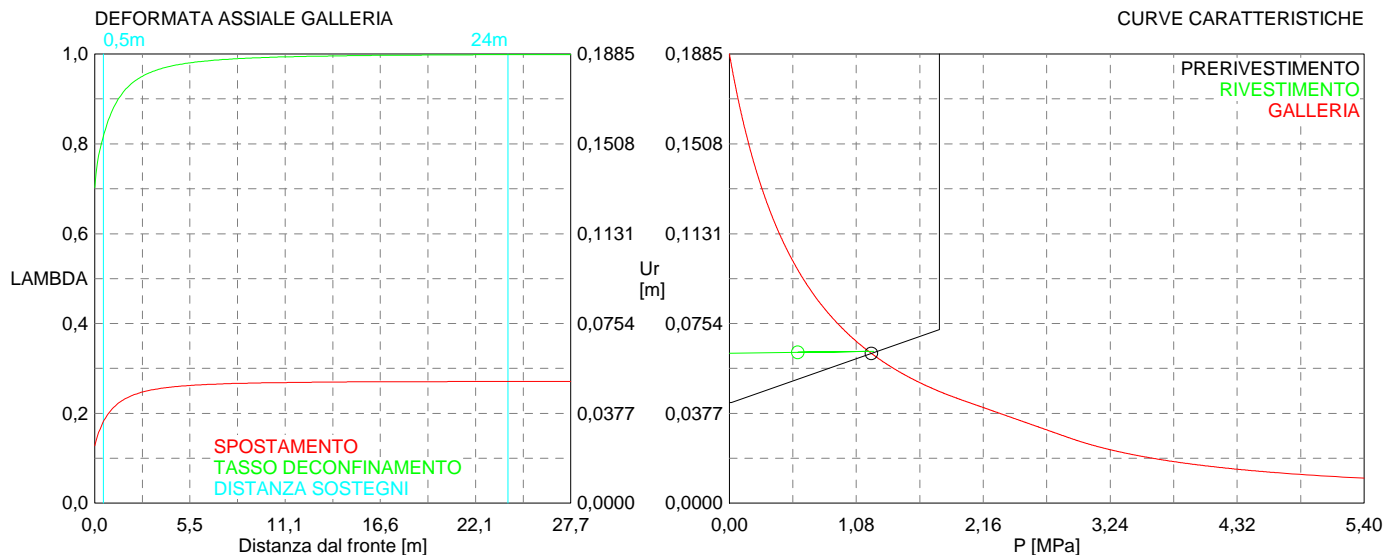
Spritz-beton 15,6 MPa Centine 120,7 MPa

RIVESTIMENTO DEFINITIVO

CLS spessore 0,5 m resistenza 9,75 MPa gioco radiale 0 m

Spostamento radiale 0,00044 m

Tensione CLS 4,6 MPa



```

#####
#####
###
###
### ##### ## ## ##
### ##### ## ## ##
### ##### ## ## ##
##### ## ## ## ##
##### ##### #####
###

```

CALCOLO GALLERIE CON METODO
CONVERGENZA-CONFINAMENTO
SOLUTORE TRANSFER-MATRIX

VERSIONE 4 (2003)

aP_GR2b_200m_C

fase di terapia

TIPO DI ANALISI: CALCOLO ACCOPPIATO FRONTE-GALLERIA
VALUTAZIONE DEFORMATA GALLERIA AL FRONTE: 3
1 -> metodo Panet-Guenot (galleria non sostenuta)
2 -> metodo trasformazione omotetica (galleria non sostenuta)
3 -> Nuovo Metodo Implicito (convergenza al fronte da vuoto sferico)
4 -> Nuovo Metodo Implicito (convergenza al fronte da correlazione Ns)
5 -> Nuovo Metodo Implicito (convergenza al fronte da trasformazione omotetica)

D A T I A N A L I S I

R galleria [m]	3.95000
PARAMETRI GEOTECNICI -----	
Tensione originaria [MPa]	5.40000
Modulo di Young [MPa]	1250.00000
Coefficiente di Poisson .....	.30000
Peso specifico (sovraccarico gravitativo) [kN/m3] .	.00000
Pressione interstiziale falda indisturbata [MPa] ..	.00000
Pressione interstiziale al bordo scavo B.T. [MPa]..	.00000
Raggio influenza idraulica galleria B.T. [m]	3.95000
Pressione interstiziale al bordo scavo L.T. [MPa]..	.00000
Raggio influenza idraulica galleria L.T. [m]	3.95000
RESISTENZA ROCCIA	
Coesione picco [MPa] .....	.46500
Angolo attrito picco [°]	31.00000
Coesione residua [MPa] .....	.39000
Angolo attrito residuo [MPa]	25.00000
Angolo dilatanza [°] .....	.00000
Modulo di softening apparente Ha [MPa] .....	.00000
Modulo di softening H [MPa] .....	.00000
FRONTE DI SCAVO RINFORZATO	
Consolidamento generico del fronte	
Incremento coesione picco [MPa] .....	.50570
Pressione sul fronte di scavo [MPa] .....	.00000
Parametri di resistenza equivalenti del fronte rinforzato	
Coesione picco [MPa] .....	.97070
Coesione residua [MPa] .....	.39000
INIEZIONI O JET-GROUTING	
Spessore corona trattata [m]	2.00000
Modulo terreno trattato [MPa]	3500.00000
Coefficiente di Poisson terreno trattato .....	.30000
Coesione picco terreno trattato [MPa] .....	.08769
Angolo attrito picco terreno trattato [°]	31.00000
Coesione residua terreno trattato [MPa] .....	.08769
Angolo attrito residuo terreno trattato [MPa]	31.00000
Angolo dilatanza terreno trattato [°] .....	.00000
Modulo di softening apparente Ha [MPa] .....	.00000
Modulo di softening H [MPa] .....	.00000
PRERIVESTIMENTO -----	
Distanza dal fronte alla messa in opera [m] .....	.50000
Coefficiente riduzione rigidezza .....	.11000
Forma del presinvestimento	CIRCOLARE CHIUSO
SPRITZ-BETON E CENTINE	
Spessore spritz [m] .....	.25000
Modulo Young spritz [MPa]	24000.00000
Coefficiente di Poisson spritz .....	.20000
Sezione centina [m2] .....	.00781
Altezza sezione centina [m2] .....	.20000
Posizione baricentro sezione centina [m] .....	.70000
Momento inerzia baricentrico sezione centina [m4] .	.00005969
Passo centine [m]	1.00000
Modulo Young ferro centine [MPa]	210000.00000
Resistenza compressione spritz [MPa]	23.10000

Resistenza ferro centine [MPa]	190.00000
RIVESTIMENTO DEFINITIVO -----	
Distanza dal fronte alla messa in opera [m]	24.00000
Spessore CLS [m] .....	.50000
Modulo Young CLS [MPa]	31220.00000
Coefficiente di Poisson CLS .....	.20000
Resistenza compressione CLS [MPa]	9.75000
Opzione calcolo rivestimento	0
[0 prerivestimenti non collaboranti a lungo termine]	
[1 prerivestimenti collaboranti a lungo termine]	
Gioco radiale posa in opera rivestimento [m] .....	.00000

R I S U L T A T O A N A L I S I F R O N T E D I S C A V O

Press. fine calcolo curva galleria [MPa] .....	.000000
Spostamento radiale galleria [m] .....	.102071
Raggio plastico galleria [m]	10.098089
Press. fine calcolo fronte sferico [MPa] .....	.000000
Spostamento radiale fronte sferico [m] .....	.013853
Spostamento radiale fronte (correl. Ns) [m] .....	.012207
Spostamento radiale fronte (trasf. omotet.) [m] ...	.016415
Raggio plastico fronte sferico [m]	4.542506

STATO GALLERIA ALLA MESSA IN OPERA DEL PRERIVESTIMENTO -----

Metodo Panet-Guenot	
U [m] :	.01962
LAMBDA :	.76942
Trasformazione Omotetica	
U [m] :	.03128
LAMBDA :	.89706
Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da soluzione cavità sferica	
U [m] :	.02012
LAMBDA :	.77777
Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da correlazione Ns	
U [m] :	.01880
LAMBDA :	.75470
Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da trasformazione omotetica	
U [m] :	.02217
LAMBDA :	.80836

STATO GALLERIA ALLA MESSA IN OPERA DEL RIVESTIMENTO -----

Metodo Panet-Guenot	
U [m] :	.05475
LAMBDA :	.99550
Trasformazione Omotetica	
U [m] :	.05657
LAMBDA :	.99993
Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da soluzione cavità sferica	
U [m] :	.03042
LAMBDA :	.99847
Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da correlazione Ns	
U [m] :	.02966
LAMBDA :	.99832
Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da trasformazione omotetica	
U [m] :	.03164
LAMBDA :	.99868

R I S U L T A T O A N A L I S I G A L L E R I A

Pressione fine calcolo [MPa] .....	.000000
Spost. radiale galleria fine calcolo [m] .....	.102071
Raggio plastico galleria fine calcolo [m]	10.098089
Pressione fine calcolo (L.T.) [MPa] .....	.000000
Spost. radiale galleria fine calcolo (L.T.) [m] ...	.056604
Raggio plastico galleria fine calcolo (L.T.) [m] ..	7.508368

CORONA DI ROCCIA CONSOLIDATA MEDIANTE GROUTING -----	
fattore di sicurezza	1.00000

PRERIVESTIMENTO -----	
Raggio plastico punto di equilibrio [m]	6.24769
Pressione punto di equilibrio [MPa] .....	.71749
Spostamento punto di equilibrio [m] .....	.03440
Spostamento galleria alla messa in opera [m] .....	.02212
Convergenza radiale prerivestimento [m] .....	.01228
Tasso di deconfinamento alla messa in opera .....	.777766
SPRITZ-BETON E CENTINE (ANELLO CHIUSO)	
Tensione spritz [MPa]	9.26100
Tensione centine [MPa]	71.83269
Coefficiente di sicurezza spritz	2.49433
Coefficiente di sicurezza centine	2.64504
Pressione rottura spritz [MPa]	1.77003
Pressione rottura centine [MPa]	1.87697
Rigidezza spritz [MPa]	182.52608
Rigidezza centinatura [MPa]	45.67367
RIVESTIMENTO DEFINITIVO (ANELLO CLS) -----	
Raggio plastico punto di equilibrio [m]	6.06133
Pressione punto di equilibrio [MPa] .....	.43628
Spostamento punto di equilibrio [MPa] .....	.03474
Spostamento galleria alla messa in opera [m] .....	.03440
Convergenza radiale rivestimento [m] .....	.00033
Tensione CLS [MPa]	3.46238
Coefficiente di sicurezza CLS	2.81598
Pressione rottura CLS [MPa]	1.22854
Rigidezza anello CLS [MPa]	4863.85066
Tasso di deconfinamento alla messa in opera .....	.998473

Diametro della galleria: 7,9 m

Tipo di analisi: calcolo accoppiato fronte-galleria - Nuovo Metodo Implicito (spostamento fronte soluzione cavità sferica)

Calcolo curve caratteristiche: SOLUZIONI TRANSFER-MATRIX

PARAMETRI DELLA ROCCIA

E: 1250 MPa NI: 0,3 GAMMA: 0 kN/m³ SIGMA0: 5,4 MPa

Tipo di criterio di resistenza: MOHR-COULOMB

RESISTENZA

PHI picco: 31 °
C picco: 0,465 MPa
PHI residuo: 25 °
C residua: 0,39 MPa
PSI: 0 °
H apparente: 0 MPa

RESISTENZA A LUNGO TERMINE

PHI picco: 0,001 °
C picco: 0,000001 MPa
PHI residuo: 0,001 °
C residua: 0,000001 MPa
PSI: 0 °
H apparente: 0 MPa

CORONA DI ROCCIA MIGLIORATA

Spessore 2 m modulo 3500,0 MPa resistenza 0,3 MPa
Fattore di sicurezza della corona 1

PRECONSOLIDAMENTO FRONTE

Chiodatura assiale con barre sezione 0 m² incidenza 0,0 chiodi/m²

Ulteriore miglioramento fronte - incremento Cp 0,5057 MPa - pressione sul fronte 0 MPa

SOSTEGNI DI PRIMA FASE

Spritz-Beton sp. .25 m resistenza 23,1 MPa centine sez. 0,00781 m² passo 1 m resistenza 190 MPa

Spostamento radiale anello chiuso ,0123 m

TENSIONI ANELLO CHIUSO

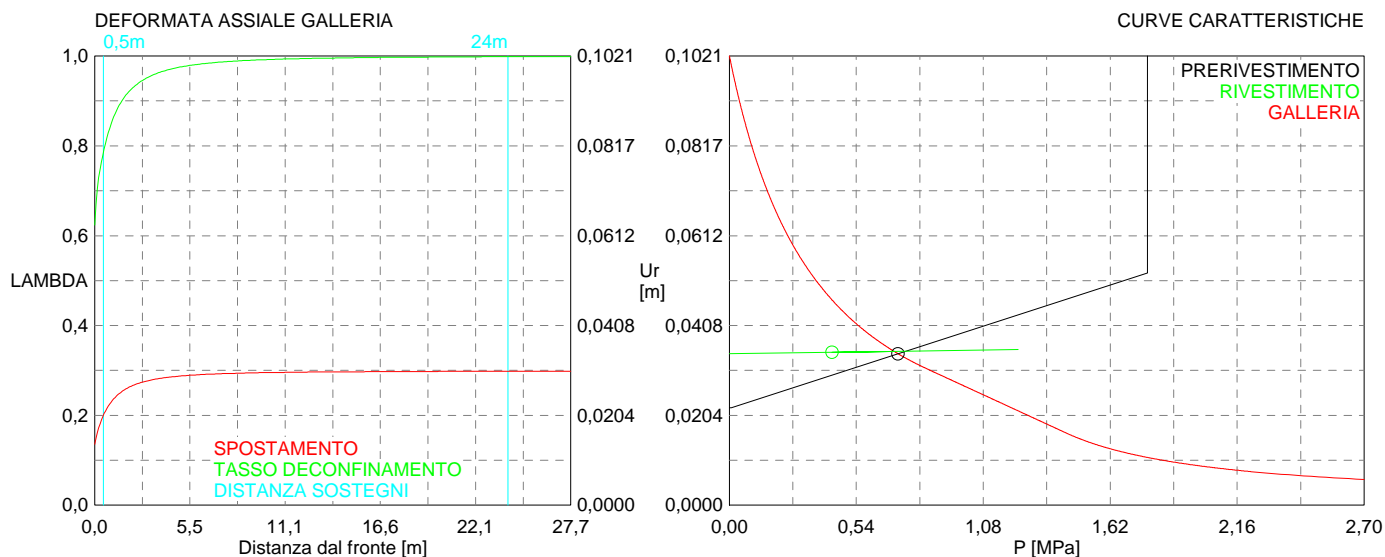
Spritz-beton 9,3 MPa Centine 71,8 MPa

RIVESTIMENTO DEFINITIVO

CLS spessore 0,5 m resistenza 9,75 MPa gioco radiale 0 m

Spostamento radiale 0,00033 m

Tensione CLS 3,5 MPa



```

#####
#####
###
###
### ##### ## ## ##
### ##### ## ## ##
### ##### ## ## ##
##### ## ## ## ##
##### ##### #####
###

```

CALCOLO GALLERIE CON METODO
 CONVERGENZA-CONFINAMENTO
 SOLUTORE TRANSFER-MATRIX

VERSIONE 4 (2003)

aP_GR2b_300m_C

fase di terapia

TIPO DI ANALISI: CALCOLO ACCOPPIATO FRONTE-GALLERIA
 VALUTAZIONE DEFORMATA GALLERIA AL FRONTE: 3
 1 -> metodo Panet-Guenot (galleria non sostenuta)
 2 -> metodo trasformazione omotetica (galleria non sostenuta)
 3 -> Nuovo Metodo Implicito (convergenza al fronte da vuoto sferico)
 4 -> Nuovo Metodo Implicito (convergenza al fronte da correlazione Ns)
 5 -> Nuovo Metodo Implicito (convergenza al fronte da trasformazione omotetica)

D A T I A N A L I S I

R galleria [m]	3.95000
PARAMETRI GEOTECNICI -----	
Tensione originaria [MPa]	8.10000
Modulo di Young [MPa]	1250.00000
Coefficiente di Poisson .....	.30000
Peso specifico (sovraccarico gravitativo) [kN/m3] .	.00000
Pressione interstiziale falda indisturbata [MPa] ..	.00000
Pressione interstiziale al bordo scavo B.T. [MPa]..	.00000
Raggio influenza idraulica galleria B.T. [m]	3.95000
Pressione interstiziale al bordo scavo L.T. [MPa]..	.00000
Raggio influenza idraulica galleria L.T. [m]	3.95000
RESISTENZA ROCCIA	
Coesione picco [MPa] .....	.59000
Angolo attrito picco [°]	29.00000
Coesione residua [MPa] .....	.50000
Angolo attrito residuo [MPa]	25.00000
Angolo dilatanza [°] .....	.00000
Modulo di softening apparente Ha [MPa] .....	.00000
Modulo di softening H [MPa] .....	.00000
FRONTE DI SCAVO RINFORZATO	
Consolidamento generico del fronte	
Incremento coesione picco [MPa] .....	.48580
Pressione sul fronte di scavo [MPa] .....	.00000
Parametri di resistenza equivalenti del fronte rinforzato	
Coesione picco [MPa]	1.07580
Coesione residua [MPa] .....	.50000
INIEZIONI O JET-GROUTING	
Spessore corona trattata [m]	2.00000
Modulo terreno trattato [MPa]	3500.00000
Coefficiente di Poisson terreno trattato .....	.30000
Coesione picco terreno trattato [MPa] .....	.07898
Angolo attrito picco terreno trattato [°]	36.00000
Coesione residua terreno trattato [MPa] .....	.07898
Angolo attrito residuo terreno trattato [MPa]	36.00000
Angolo dilatanza terreno trattato [°] .....	.00000
Modulo di softening apparente Ha [MPa] .....	.00000
Modulo di softening H [MPa] .....	.00000
PRERIVESTIMENTO -----	
Distanza dal fronte alla messa in opera [m] .....	.50000
Coefficiente riduzione rigidezza .....	.11000
Forma del presinvestimento	CIRCOLARE CHIUSO
SPRITZ-BETON E CENTINE	
Spessore spritz [m] .....	.25000
Modulo Young spritz [MPa]	24000.00000
Coefficiente di Poisson spritz .....	.20000
Sezione centina [m2] .....	.00781
Altezza sezione centina [m2] .....	.20000
Posizione baricentro sezione centina [m] .....	.10000
Momento inerzia baricentrico sezione centina [m4] .	.00005969
Passo centine [m]	1.00000
Modulo Young ferro centine [MPa]	210000.00000
Resistenza compressione spritz [MPa]	23.10000

Resistenza ferro centine [MPa]	190.00000
RIVESTIMENTO DEFINITIVO -----	
Distanza dal fronte alla messa in opera [m]	24.00000
Spessore CLS [m] .....	.50000
Modulo Young CLS [MPa]	31220.00000
Coefficiente di Poisson CLS .....	.20000
Resistenza compressione CLS [MPa]	9.75000
Opzione calcolo rivestimento	0
[0 prerivestimenti non collaboranti a lungo termine]	
[1 prerivestimenti collaboranti a lungo termine]	
Gioco radiale posa in opera rivestimento [m] .....	.00000

R I S U L T A T O A N A L I S I F R O N T E D I S C A V O

Press. fine calcolo curva galleria [MPa] .....	.000000
Spostamento radiale galleria [m] .....	.209901
Raggio plastico galleria [m]	12.038890
Press. fine calcolo fronte sferico [MPa] .....	.000000
Spostamento radiale fronte sferico [m] .....	.025823
Spostamento radiale fronte (correl. Ns) [m] .....	.015026
Spostamento radiale fronte (trasf. omotet.) [m] ...	.032297
Raggio plastico fronte sferico [m]	4.934901

STATO GALLERIA ALLA MESSA IN OPERA DEL PRERIVESTIMENTO -----

Metodo Panet-Guenot	
U [m] :	.03581
LAMBDA :	.79988
Trasformazione Omotetica	
U [m] :	.05739
LAMBDA :	.90408
Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da soluzione cavità sferica	
U [m] :	.03537
LAMBDA :	.79659
Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da correlazione Ns	
U [m] :	.02649
LAMBDA :	.70942
Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da trasformazione omotetica	
U [m] :	.04077
LAMBDA :	.83234

STATO GALLERIA ALLA MESSA IN OPERA DEL RIVESTIMENTO -----

Metodo Panet-Guenot	
U [m] :	.10662
LAMBDA :	.99511
Trasformazione Omotetica	
U [m] :	.11116
LAMBDA :	.99980
Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da soluzione cavità sferica	
U [m] :	.05176
LAMBDA :	.99852
Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da correlazione Ns	
U [m] :	.04618
LAMBDA :	.99789
Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da trasformazione omotetica	
U [m] :	.05531
LAMBDA :	.99878

R I S U L T A T O A N A L I S I G A L L E R I A

Pressione fine calcolo [MPa] .....	.000000
Spost. radiale galleria fine calcolo [m] .....	.209901
Raggio plastico galleria fine calcolo [m]	12.038890
Pressione fine calcolo (L.T.) [MPa] .....	.000000
Spost. radiale galleria fine calcolo (L.T.) [m] ...	.111368
Raggio plastico galleria fine calcolo (L.T.) [m] ..	8.811638

CORONA DI ROCCIA CONSOLIDATA MEDIANTE GROUTING -----	
fattore di sicurezza	1.00000

PRERIVESTIMENTO -----	
Raggio plastico punto di equilibrio [m]	5.96166
Pressione punto di equilibrio [MPa]	1.06823
Spostamento punto di equilibrio [m] .....	.04305
Spostamento galleria alla messa in opera [m] .....	.02475
Convergenza radiale prerivestimento [m] .....	.01829
Tasso di deconfinamento alla messa in opera .....	.796590
SPRITZ-BETON E CENTINE (ANELLO CHIUSO)	
Tensione spritz [MPa]	13.79199
Tensione centine [MPa]	106.97719
Coefficiente di sicurezza spritz	1.67489
Coefficiente di sicurezza centine	1.77608
Pressione rottura spritz [MPa]	1.77003
Pressione rottura centine [MPa]	1.87697
Rigidezza spritz [MPa]	182.52608
Rigidezza centinatura [MPa]	45.67367
RIVESTIMENTO DEFINITIVO (ANELLO CLS) -----	
Raggio plastico punto di equilibrio [m]	5.82173
Pressione punto di equilibrio [MPa]	1.21619
Spostamento punto di equilibrio [MPa] .....	.04397
Spostamento galleria alla messa in opera [m] .....	.04305
Convergenza radiale rivestimento [m] .....	.00093
Tensione CLS [MPa]	9.65195
Coefficiente di sicurezza CLS	1.01016
Pressione rottura CLS [MPa]	1.22854
Rigidezza anello CLS [MPa]	4863.85066
Tasso di deconfinamento alla messa in opera .....	.998524

Diametro della galleria: 7,9 m

Tipo di analisi: calcolo accoppiato fronte-galleria - Nuovo Metodo Implicito (spostamento fronte soluzione cavità sferica)

Calcolo curve caratteristiche: SOLUZIONI TRANSFER-MATRIX

PARAMETRI DELLA ROCCIA

E: 1250 MPa NI: 0,3 GAMMA: 0 kN/m³ SIGMA0: 8,1 MPa

Tipo di criterio di resistenza: MOHR-COULOMB

RESISTENZA

PHI picco: 29 °
C picco: 0,59 MPa
PHI residuo: 25 °
C residua: 0,5 MPa
PSI: 0 °
H apparente: 0 MPa

RESISTENZA A LUNGO TERMINE

PHI picco: 0,001 °
C picco: 0,000001 MPa
PHI residuo: 0,001 °
C residua: 0,000001 MPa
PSI: 0 °
H apparente: 0 MPa

CORONA DI ROCCIA MIGLIORATA

Spessore 2 m modulo 3500,0 MPa resistenza 0,3 MPa
Fattore di sicurezza della corona 1

PRECONSOLIDAMENTO FRONTE

Chiodatura assiale con barre sezione 0 m² incidenza 0,0 chiodi/m²

Ulteriore miglioramento fronte - incremento Cp 0,4858 MPa - pressione sul fronte 0 MPa

SOSTEGNI DI PRIMA FASE

Spritz-Beton sp. .25 m resistenza 23,1 MPa centine sez. 0,00781 m² passo 1 m resistenza 190 MPa

Spostamento radiale anello chiuso ,0183 m

TENSIONI ANELLO CHIUSO

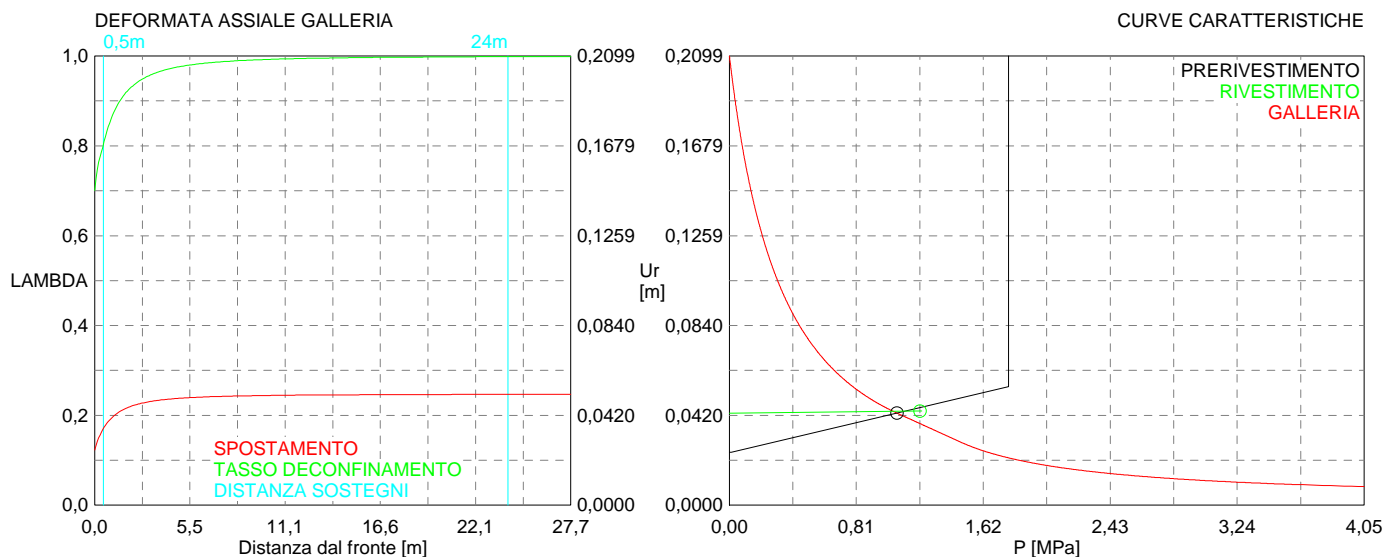
Spritz-beton 13,8 MPa Centine 107,0 MPa

RIVESTIMENTO DEFINITIVO

CLS spessore 0,5 m resistenza 9,75 MPa gioco radiale 0 m

Spostamento radiale 0,00093 m

Tensione CLS 9,7 MPa



```

#####
#####
###
###
### ##### ## ## ##
### ##### ## ## ##
### ##### ## ## ##
##### ## ## ## ##
##### ##### #####
###

```

CALCOLO GALLERIE CON METODO
CONVERGENZA-CONFINAMENTO
SOLUTORE TRANSFER-MATRIX

VERSIONE 4 (2003)

aP_GR2b_400m_C

fase di terapia

TIPO DI ANALISI: CALCOLO ACCOPPIATO FRONTE-GALLERIA
VALUTAZIONE DEFORMATA GALLERIA AL FRONTE: 3
1 -> metodo Panet-Guenot (galleria non sostenuta)
2 -> metodo trasformazione omotetica (galleria non sostenuta)
3 -> Nuovo Metodo Implicito (convergenza al fronte da vuoto sferico)
4 -> Nuovo Metodo Implicito (convergenza al fronte da correlazione Ns)
5 -> Nuovo Metodo Implicito (convergenza al fronte da trasformazione omotetica)

D A T I A N A L I S I

R galleria [m]	3.95000
PARAMETRI GEOTECNICI -----	
Tensione originaria [MPa]	10.80000
Modulo di Young [MPa]	1250.00000
Coefficiente di Poisson .....	.30000
Peso specifico (sovraccarico gravitativo) [kN/m3] .	.00000
Pressione interstiziale falda indisturbata [MPa] ..	.00000
Pressione interstiziale al bordo scavo B.T. [MPa]..	.00000
Raggio influenza idraulica galleria B.T. [m]	3.95000
Pressione interstiziale al bordo scavo L.T. [MPa]..	.00000
Raggio influenza idraulica galleria L.T. [m]	3.95000
RESISTENZA ROCCIA	
Coesione picco [MPa] .....	.70000
Angolo attrito picco [°]	27.00000
Coesione residua [MPa] .....	.60000
Angolo attrito residuo [MPa]	24.00000
Angolo dilatanza [°] .....	.00000
Modulo di softening apparente Ha [MPa] .....	.00000
Modulo di softening H [MPa] .....	.00000
FRONTE DI SCAVO RINFORZATO	
Consolidamento generico del fronte	
Incremento coesione picco [MPa] .....	.46690
Pressione sul fronte di scavo [MPa] .....	.00000
Parametri di resistenza equivalenti del fronte rinforzato	
Coesione picco [MPa]	1.16690
Coesione residua [MPa] .....	.60000
INIEZIONI O JET-GROUTING	
Spessore corona trattata [m]	2.00000
Modulo terreno trattato [MPa]	3500.00000
Coefficiente di Poisson terreno trattato .....	.30000
Coesione picco terreno trattato [MPa] .....	.09498
Angolo attrito picco terreno trattato [°]	27.00000
Coesione residua terreno trattato [MPa] .....	.09498
Angolo attrito residuo terreno trattato [MPa]	27.00000
Angolo dilatanza terreno trattato [°] .....	.00000
Modulo di softening apparente Ha [MPa] .....	.00000
Modulo di softening H [MPa] .....	.00000
PRERIVESTIMENTO -----	
Distanza dal fronte alla messa in opera [m] .....	.50000
Coefficiente riduzione rigidezza .....	.11000
Forma del presinvestimento	CIRCOLARE CHIUSO
SPRITZ-BETON E CENTINE	
Spessore spritz [m] .....	.25000
Modulo Young spritz [MPa]	24000.00000
Coefficiente di Poisson spritz .....	.20000
Sezione centina [m2] .....	.00781
Altezza sezione centina [m2] .....	.20000
Posizione baricentro sezione centina [m] .....	.10000
Momento inerzia baricentrico sezione centina [m4] .	.00005969
Passo centine [m]	1.00000
Modulo Young ferro centine [MPa]	210000.00000
Resistenza compressione spritz [MPa]	23.10000

Resistenza ferro centine [MPa]	190.00000
RIVESTIMENTO DEFINITIVO -----	
Distanza dal fronte alla messa in opera [m]	24.00000
Spessore CLS [m] .....	.50000
Modulo Young CLS [MPa]	31220.00000
Coefficiente di Poisson CLS .....	.20000
Resistenza compressione CLS [MPa]	9.75000
Opzione calcolo rivestimento	0
[0 prerivestimenti non collaboranti a lungo termine]	
[1 prerivestimenti collaboranti a lungo termine]	
Gioco radiale posa in opera rivestimento [m] .....	.00000

R I S U L T A T O A N A L I S I F R O N T E D I S C A V O

Press. fine calcolo curva galleria [MPa] .....	.000000
Spostamento radiale galleria [m] .....	.375253
Raggio plastico galleria [m]	14.274956
Press. fine calcolo fronte sferico [MPa] .....	.000000
Spostamento radiale fronte sferico [m] .....	.042751
Spostamento radiale fronte (correl. Ns) [m] .....	.019359
Spostamento radiale fronte (trasf. omotet.) [m] ...	.056422
Raggio plastico fronte sferico [m]	5.340975

STATO GALLERIA ALLA MESSA IN OPERA DEL PRERIVESTIMENTO -----

Metodo Panet-Guenot	
U [m] :	.05816
LAMBDA :	.81831
Trasformazione Omotetica	
U [m] :	.09385
LAMBDA :	.90830
Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da soluzione cavità sferica	
U [m] :	.05556
LAMBDA :	.80817
Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da correlazione Ns	
U [m] :	.03585
LAMBDA :	.69225
Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da trasformazione omotetica	
U [m] :	.06738
LAMBDA :	.84905

STATO GALLERIA ALLA MESSA IN OPERA DEL RIVESTIMENTO -----

Metodo Panet-Guenot	
U [m] :	.18396
LAMBDA :	.99449
Trasformazione Omotetica	
U [m] :	.19356
LAMBDA :	.99950
Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da soluzione cavità sferica	
U [m] :	.07855
LAMBDA :	.99853
Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da correlazione Ns	
U [m] :	.06544
LAMBDA :	.99763
Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da trasformazione omotetica	
U [m] :	.08704
LAMBDA :	.99884

R I S U L T A T O A N A L I S I G A L L E R I A

Pressione fine calcolo [MPa] .....	.000000
Spost. radiale galleria fine calcolo [m] .....	.375253
Raggio plastico galleria fine calcolo [m]	14.274956
Pressione fine calcolo (L.T.) [MPa] .....	.000000
Spost. radiale galleria fine calcolo (L.T.) [m] ...	.194560
Raggio plastico galleria fine calcolo (L.T.) [m] ..	10.268001

CORONA DI ROCCIA CONSOLIDATA MEDIANTE GROUTING -----	
fattore di sicurezza	1.00000

PRERIVESTIMENTO -----	
Raggio plastico punto di equilibrio [m]	7.53945
Pressione punto di equilibrio [MPa]	1.46876
Spostamento punto di equilibrio [m] .....	.09126
Spostamento galleria alla messa in opera [m] .....	.06610
Convergenza radiale prerivestimento [m] .....	.02516
Tasso di deconfinamento alla messa in opera .....	.808166
SPRITZ-BETON E CENTINE (ANELLO CHIUSO)	
Tensione spritz [MPa]	18.96979
Tensione centine [MPa]	147.13866
Coefficiente di sicurezza spritz	1.21773
Coefficiente di sicurezza centine	1.29130
Pressione rottura spritz [MPa]	1.77003
Pressione rottura centine [MPa]	1.87697
Rigidezza spritz [MPa]	182.52608
Rigidezza centinatura [MPa]	45.67367
RIVESTIMENTO DEFINITIVO (ANELLO CLS) -----	
Raggio plastico punto di equilibrio [m]	7.30748
Pressione punto di equilibrio [MPa]	1.02430
Spostamento punto di equilibrio [MPa] .....	.09204
Spostamento galleria alla messa in opera [m] .....	.09126
Convergenza radiale rivestimento [m] .....	.00078
Tensione CLS [MPa]	8.12904
Coefficiente di sicurezza CLS	1.19940
Pressione rottura CLS [MPa]	1.22854
Rigidezza anello CLS [MPa]	4863.85066
Tasso di deconfinamento alla messa in opera .....	.998525

Diametro della galleria: 7,9 m

Tipo di analisi: calcolo accoppiato fronte-galleria - Nuovo Metodo Implicito (spostamento fronte soluzione cavità sferica)

Calcolo curve caratteristiche: SOLUZIONI TRANSFER-MATRIX

PARAMETRI DELLA ROCCIA

E: 1250 MPa NI: 0,3 GAMMA: 0 kN/m³ SIGMA0: 10,8 MPa

Tipo di criterio di resistenza: MOHR-COULOMB

RESISTENZA

PHI picco: 27 °
C picco: 0,7 MPa
PHI residuo: 24 °
C residua: 0,6 MPa
PSI: 0 °
H apparente: 0 MPa

RESISTENZA A LUNGO TERMINE

PHI picco: 0,001 °
C picco: 0,000001 MPa
PHI residuo: 0,001 °
C residua: 0,000001 MPa
PSI: 0 °
H apparente: 0 MPa

CORONA DI ROCCIA MIGLIORATA

Spessore 2 m modulo 3500,0 MPa resistenza 0,3 MPa
Fattore di sicurezza della corona 1

PRECONSOLIDAMENTO FRONTE

Chiodatura assiale con barre sezione 0 m² incidenza 0,0 chiodi/m²

Ulteriore miglioramento fronte - incremento Cp 0,4669 MPa - pressione sul fronte 0 MPa

SOSTEGNI DI PRIMA FASE

Spritz-Beton sp. .25 m resistenza 23,1 MPa centine sez. 0,00781 m² passo 1 m resistenza 190 MPa

Spostamento radiale anello chiuso ,0252 m

TENSIONI ANELLO CHIUSO

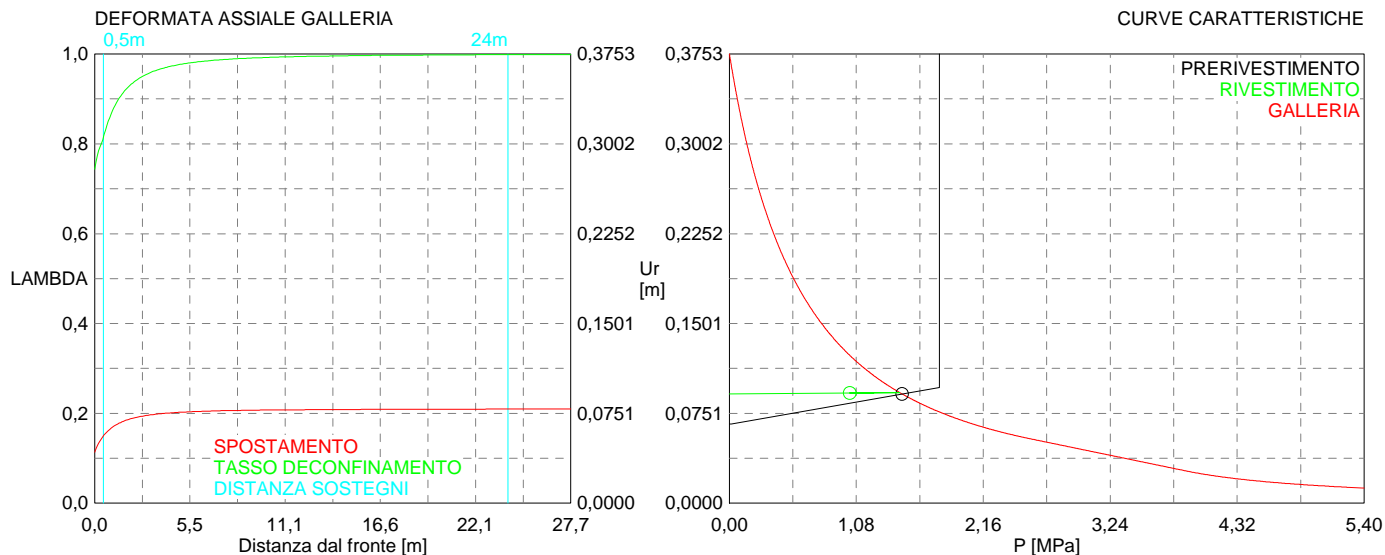
Spritz-beton 19,0 MPa Centine 147,1 MPa

RIVESTIMENTO DEFINITIVO

CLS spessore 0,5 m resistenza 9,75 MPa gioco radiale 0 m

Spostamento radiale 0,00078 m

Tensione CLS 8,1 MPa



Tamez & Conejo (1985)

Geotechnical properties

Overburden layers	ΔH [m]	γ_n [kNm^{-3}]	c' [kPa]	ϕ' [°]
Ap-GR2a	200,0	27,0	550	36,0

Excavated layers	ΔH [m]	γ_n [kNm^{-3}]	c' [kPa]	ϕ' [°]
Ap-GR2a	4,70	27,0	550	36,0

Tunnel geometry

Type of ground	CF/F	CF
Total Overburden	Z [m]	200,0
Depth of water table	W [m]	1000,0
Excavated height	h [m]	4,70
Tunnel's width	b [m]	5,90
Free span length	a [m]	1,0

Deep tunnel (Z>5D)		
Equivalent tunnel diameter	D_{eq} [m]	5,8
Earth coefficient at rest	k_0 [-]	1,0
Depth coefficient	k_A [-]	1,0
Height of mass load at crown	H_p [m]	10,0
Length of prisms in advance	L_p [m]	2,4

Prismatic volume properties

Aver. weight of load mass	γ_p [kNm^{-3}]	27,0
Aver. cohesion of load mass	c'_p [kPa]	550,0
Aver. friction of load mass	ϕ'_p [°]	36,0

Aver. weight of Excav. layers	γ_E [kNm^{-3}]	27,0
Aver. cohesion of Excav. layers	c'_E [kPa]	550,0
Aver. friction of load mass	ϕ'_E [°]	36,0

Effective soil press. at crown	σ'_v [kPa]	5400
--------------------------------	-------------------	------

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

Shear resistance and Safety factor at Diagnosis phase

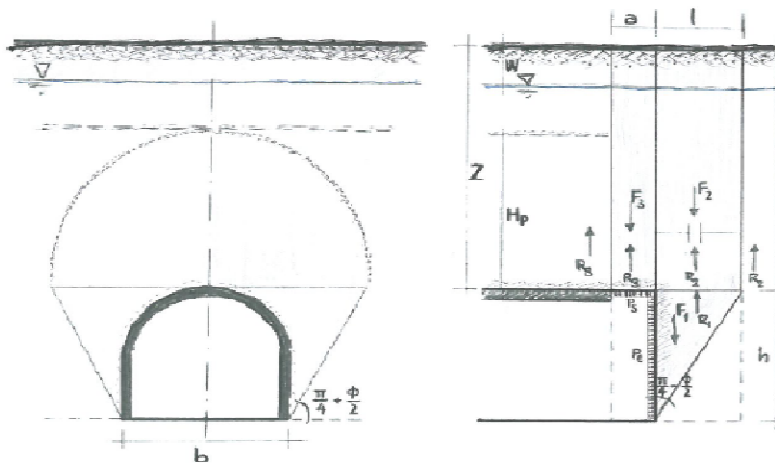
Shear resistance (prism 3)	τ_{m3} [kPa]	1482
Shear resistance (prisms 1-2)	τ_{m2} [kPa]	4050

Safety factor (prism 3)	FS_3	6,44
Safety factor (MΣFR/MSFA)	FS_F	2,71

Permitted free span length	a_{max} [m]	4,9
Pressure on primary supports	P_s [kPa]	2881
Required pressure at face	P_E [kPa]	0

Obtained safety factor	SF	2,71
Requested safety factor	SF_R	2,00

Prismatic volume gravitating over the crown system of forces



Broms & Bennermark (1967)

$$N = \frac{\sigma_s + \gamma z_0 - \sigma_T}{s_u}$$

where γ is unit weight of the soil,
 s_u is undrained shear strength of the soil at tunnel axis level,
 σ_s is surface surcharge pressure,
 σ_T is tunnel support pressure, and
 z_0 is depth to the tunnel axis

$$s_u = \frac{\sigma_{cm}}{2}$$

$$\sigma_{cm} = (0.0034 \cdot m_i^{0.8}) \cdot \sigma_c \cdot [1.029 + 0.025 \cdot e^{(-0.01 \cdot m_i)}]^{GSI}$$

Input data

Layers	Z_0 [m]	γ_n [kNm ⁻³]	σ_s [kPa]	σ_T [kPa]	σ_c [kPa]	m_i [-]	GSI [-]
Ap-GR2a	202,35	27,0	0	0	12000	20	42
0	0	0,0					
0	0	0,0					
0	0	0,0					

Results

ΔH [m]	γ_n [kNm ⁻³]	σ_c [kPa]	m_i [-]	GSI [-]	σ_0 [kPa]	σ_{cm} [kPa]	s_u [kPa]
202,4	27,0	12000,0	20,0	42,0	5463,5	1710,7	855,3
0,0	0,0						
0,0	0,0						
0,0	0,0						

Stability ratio

N

[-]

6,4

Collapse

Panet (1990)

$$N_s = \frac{\sigma_0}{C_U} = \frac{2 \cdot \sigma_0}{\sigma_{cm}}$$

$$\lambda_e = \frac{1}{K_p + 1} \left[K_p - 1 + \frac{2}{N} \right]$$

Stability ratio	N	[-]	6,4
Passive earth pressure	K_p	[-]	3,852
Deconfinement	λ_e	[-]	0,65

Stable face

Geotechnical properties

Overburden layers	ΔH [m]	γ_n [kNm ⁻³]	c' [kPa]	ϕ' [°]
Ap-GR2a	198	27	550	36
Coronella	2	27,0	640	38,0

Excavated layers	ΔH [m]	γ_n [kNm ⁻³]	c' [kPa]	ϕ' [°]
Ap-GR2a	4,7	27	550	36

Tunnel geometry

Type of ground	CF/F	CF
Total Overburden	Z [m]	200,0
Depth of water table	W [m]	1000,0
Excavated height	h [m]	4,7
Tunnel's width	b [m]	5,9
Free span length	a [m]	1,0

Deep tunnel (Z>5D)		
Equivalent tunnel diameter	D_{eq} [m]	5,8
Earth coefficient at rest	k_0 [-]	1,0
Depth coefficient	k_A [-]	1,0
Height of mass load at crown	H_p [m]	10,0
Length of prisms in advance	L_p [m]	2,4

Injection modality

Grout injection properties		
Cubic compression resistance	R_{ck} [MPa]	
Injection influence ratio	i_i [-]	1
Curing factor	γ_c [-]	
Material's safety factor	γ_f [-]	
Mortar's position ratio	v_c [-]	
Elastic module of mortar	E_c [GPa]	
Grout-soil bond	τ_a [kPa]	250,0
Injection penetrability coeff.	α_i [-]	1,0
ULS resistance of mortar	σ_c [-]	

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	ϕ_{dril} [mm]	100,0
External diameter	ϕ_{ext} [mm]	60,0
Tube's Thickness	th_b [mm]	10,0
Overlapping length	L_{LAP} [m]	9,0
Joint step	i_{joint} [m]	18,0
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]	706,9
Max. resistance offered by bars	T_{max} [kN]	706,9

Adopted number of bars	N_b [-]	20,0
N° of bars for unit of area	n_b [m ⁻²]	0,77
Confining pressure	P_e [kPa]	543,7
Increment of cohesion	$\Delta c'$ [kPa]	533,6
Improved cohesion at face	c'_{eq} [kPa]	1083,6

Prismatic volume properties

Aver. weight of load mass	γ_p [kNm ⁻³]	27,0
Aver. cohesion of load mass	c'_p [kPa]	550,9
Aver. friction of load mass	ϕ'_p [°]	36,0

Aver. weight of Excav. layers	γ_E [kNm ⁻³]	27,0
Aver. cohesion of Excav. layers	c'_E [kPa]	550,0
Aver. friction of load mass	ϕ'_E [°]	36,0

Effective soil press. at crown	σ'_v [kPa]	5400
--------------------------------	-------------------	------

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

Shear resistance and Safety factor at Diagnosis phase

Shear resistance (prism 3)	τ_{m3} [kPa]	1483
Shear resistance (prisms 1-2)	τ_{m2} [kPa]	4050

Safety factor (prism 3)	FS_3	6,44
Safety factor (MΣFR/MSFA)	FS_F	3,02

Permitted free span length	a_{max} [m]	4,9
Pressure on primary supports	P_S [kPa]	2879
Required pressure at face	P_E [kPa]	0

Obtained safety factor	SF	3,02
Requested safety factor	SF_R	2,00

Tamez & Conejo (1985)

Geotechnical properties

Overburden layers	ΔH [m]	γ_n [kNm^{-3}]	c' [kPa]	ϕ' [°]
Ap-GR2a	300,0	27,0	725	33,0

Excavated layers	ΔH [m]	γ_n [kNm^{-3}]	c' [kPa]	ϕ' [°]
Ap-GR2a	4,7	27,0	725	33,0

Tunnel geometry

Type of ground	CF/F	CF
Total Overburden	Z [m]	300,0
Depth of water table	W [m]	1000,0
Excavated height	h [m]	4,7
Tunnel's width	b [m]	5,90
Free span length	a [m]	1,0

Deep tunnel (Z>5D)		
Equivalent tunnel diameter	D_{eq} [m]	5,8
Earth coefficient at rest	k_0 [-]	1,0
Depth coefficient	k_A [-]	1,0
Height of mass load at crown	H_p [m]	10,0
Length of prisms in advance	L_p [m]	2,6

Prismatic volume properties

Aver. weight of load mass	γ_p [kNm^{-3}]	27,0
Aver. cohesion of load mass	c'_p [kPa]	725,0
Aver. friction of load mass	ϕ'_p [°]	33,0

Aver. weight of Excav. layers	γ_E [kNm^{-3}]	27,0
Aver. cohesion of Excav. layers	c'_E [kPa]	725,0
Aver. friction of load mass	ϕ'_E [°]	33,0

Effective soil press. at crown	σ'_v [kPa]	8100
--------------------------------	-------------------	------

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

Shear resistance and Safety factor at Diagnosis phase

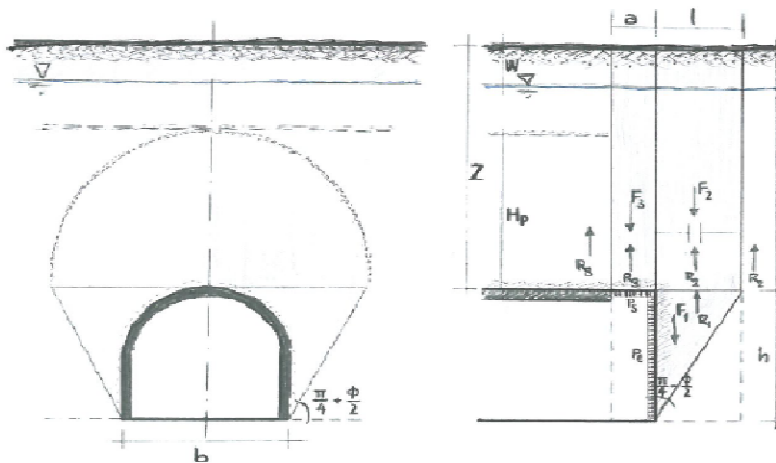
Shear resistance (prism 3)	τ_{m3} [kPa]	1996
Shear resistance (prisms 1-2)	τ_{m2} [kPa]	5872

Safety factor (prism 3)	FS_3	5,78
Safety factor (MΣFR/MSFA)	FS_F	2,58

Permitted free span length	a_{max} [m]	3,7
Pressure on primary supports	P_s [kPa]	4707
Required pressure at face	P_E [kPa]	0

Obtained safety factor	SF	2,58
Requested safety factor	SF_R	2,00

Prismatic volume gravitating over the crown system of forces



Broms & Bennermark (1967)

$$N = \frac{\sigma_s + \gamma z_0 - \sigma_T}{s_u}$$

where γ is unit weight of the soil,
 s_u is undrained shear strength of the soil at tunnel axis level,
 σ_s is surface surcharge pressure,
 σ_T is tunnel support pressure, and
 z_0 is depth to the tunnel axis

$$s_u = \frac{\sigma_{cm}}{2}$$

$$\sigma_{cm} = (0.0034 \cdot m_i^{0.8}) \cdot \sigma_c \cdot [1.029 + 0.025 \cdot e^{(-0.01 \cdot m_i)}]^{GSI}$$

Input data

Layers	Z_0 [m]	γ_n [kNm ⁻³]	σ_s [kPa]	σ_T [kPa]	σ_c [kPa]	m_i [-]	GSI [-]
Ap-GR2a	302,35	27,0	0	0	12000	20	42
0	0	0,0					
0	0	0,0					
0	0	0,0					

Results

ΔH [m]	γ_n [kNm ⁻³]	σ_c [kPa]	m_i [-]	GSI [-]	σ_0 [kPa]	σ_{cm} [kPa]	s_u [kPa]
302,4	27,0	12000,0	20,0	42,0	8163,5	1710,7	855,3
0,0	0,0						
0,0	0,0						
0,0	0,0						

Stability ratio

N

[-]

9,5

Collapse

Panet (1990)

$$N_s = \frac{\sigma_0}{C_U} = \frac{2 \cdot \sigma_0}{\sigma_{cm}}$$

$$\lambda_e = \frac{1}{K_p + 1} \left[K_p - 1 + \frac{2}{N} \right]$$

Stability ratio	N	[-]	9,5
Passive earth pressure	K_p	[-]	3,392
Deconfinement	λ_e	[-]	0,59

Short term face stability

Geotechnical properties

Overburden layers	ΔH [m]	γ_n [kNm ⁻³]	c' [kPa]	ϕ' [°]
Ap-GR2a	298	27	725	33
Coronella	2	27,0	830	35,0

Excavated layers	ΔH [m]	γ_n [kNm ⁻³]	c' [kPa]	ϕ' [°]
Ap-GR2a	4,7	27	725	33

Tunnel geometry

Type of ground	CF/F	CF
Total Overburden	Z [m]	300,0
Depth of water table	W [m]	1000,0
Excavated height	h [m]	4,7
Tunnel's width	b [m]	5,9
Free span length	a [m]	1,0

Deep tunnel (Z>5D)		
Equivalent tunnel diameter	D_{eq} [m]	5,8
Earth coefficient at rest	k_0 [-]	1,0
Depth coefficient	k_A [-]	1,0
Height of mass load at crown	H_p [m]	10,0
Length of prisms in advance	L_p [m]	2,6

Injection modality

Grout injection properties		
Cubic compression resistance	R_{ck} [MPa]	
Injection influence ratio	i_i [-]	1
Curing factor	γ_c [-]	
Material's safety factor	γ_f [-]	
Mortar's position ratio	v_c [-]	
Elastic module of mortar	E_c [GPa]	
Grout-soil bond	τ_a [kPa]	250,0
Injection penetrability coeff.	α_i [-]	1,0
ULS resistance of mortar	σ_c [-]	

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	ϕ_{dril} [mm]	100,0
External diameter	ϕ_{ext} [mm]	60,0
Tube's Thickness	th_b [mm]	10,0
Overlapping length	L_{LAP} [m]	9,0
Joint step	i_{joint} [m]	18,0
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]	706,9
Max. resistance offered by bars	T_{max} [kN]	706,9

Adopted number of bars	N_b [-]	20,0
N° of bars for unit of area	n_b [m ⁻²]	0,77
Confining pressure	P_e [kPa]	543,7
Increment of cohesion	$\Delta c'$ [kPa]	500,7
Improved cohesion at face	c'_{eq} [kPa]	1225,7

Prismatic volume properties

Aver. weight of load mass	γ_p [kNm ⁻³]	27,0
Aver. cohesion of load mass	c'_p [kPa]	725,7
Aver. friction of load mass	ϕ'_p [°]	33,0

Aver. weight of Excav. layers	γ_E [kNm ⁻³]	27,0
Aver. cohesion of Excav. layers	c'_E [kPa]	725,0
Aver. friction of load mass	ϕ'_E [°]	33,0

Effective soil press. at crown	σ'_v [kPa]	8100
--------------------------------	-------------------	------

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

Shear resistance and Safety factor at Diagnosis phase

Shear resistance (prism 3)	τ_{m3} [kPa]	1997
Shear resistance (prisms 1-2)	τ_{m2} [kPa]	5873

Safety factor (prism 3)	FS_3	5,79
Safety factor (MΣFR/MSFA)	FS_F	2,76

Permitted free span length	a_{max} [m]	3,7
Pressure on primary supports	P_S [kPa]	4704
Required pressure at face	P_E [kPa]	0

Obtained safety factor	SF	2,76
Requested safety factor	SF_R	2,00

Tamez & Conejo (1985)

Geotechnical properties

Overburden layers	ΔH [m]	γ_n [kNm^{-3}]	c' [kPa]	ϕ' [°]
Ap-GR2a	400,0	27,0	850	30,0

Excavated layers	ΔH [m]	γ_n [kNm^{-3}]	c' [kPa]	ϕ' [°]
Ap-GR2a	4,70	27,0	850	30,0

Tunnel geometry

Type of ground	CF/F	CF
Total Overburden	Z [m]	400,0
Depth of water table	W [m]	1000,0
Excavated height	h [m]	4,7
Tunnel's width	b [m]	5,90
Free span length	a [m]	1,0

Deep tunnel (Z>5D)		
Equivalent tunnel diameter	D_{eq} [m]	5,8
Earth coefficient at rest	k_0 [-]	1,0
Depth coefficient	k_A [-]	1,0
Height of mass load at crown	H_p [m]	10,0
Length of prisms in advance	L_p [m]	2,7

Prismatic volume properties

Aver. weight of load mass	γ_p [kNm^{-3}]	27,0
Aver. cohesion of load mass	c'_p [kPa]	850,0
Aver. friction of load mass	ϕ'_p [°]	30,0

Aver. weight of Excav. layers	γ_E [kNm^{-3}]	27,0
Aver. cohesion of Excav. layers	c'_E [kPa]	850,0
Aver. friction of load mass	ϕ'_E [°]	30,0

Effective soil press. at crown	σ'_v [kPa]	10800
--------------------------------	-------------------	-------

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

Shear resistance and Safety factor at Diagnosis phase

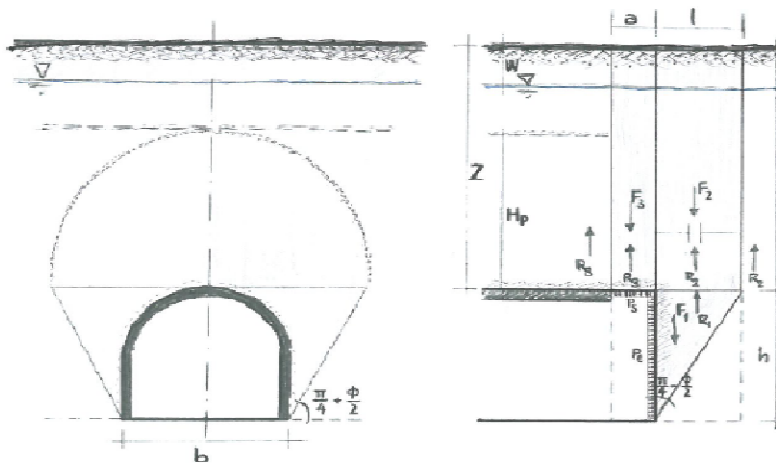
Shear resistance (prism 3)	τ_{m3} [kPa]	2370
Shear resistance (prisms 1-2)	τ_{m2} [kPa]	7560

Safety factor (prism 3)	FS_3	5,15
Safety factor (MΣFR/MSFA)	FS_F	2,44

Permitted free span length	a_{max} [m]	2,9
Pressure on primary supports	P_s [kPa]	6771
Required pressure at face	P_E [kPa]	0

Obtained safety factor	SF	2,44
Requested safety factor	SF_R	2,00

Prismatic volume gravitating over the crown system of forces



Broms & Bennermark (1967)

$$N = \frac{\sigma_s + \gamma z_0 - \sigma_T}{s_u}$$

where γ is unit weight of the soil,
 s_u is undrained shear strength of the soil at tunnel axis level,
 σ_s is surface surcharge pressure,
 σ_T is tunnel support pressure, and
 z_0 is depth to the tunnel axis

$$s_u = \frac{\sigma_{cm}}{2}$$

$$\sigma_{cm} = (0.0034 \cdot m_i^{0.8}) \cdot \sigma_c \cdot [1.029 + 0.025 \cdot e^{(-0.01 \cdot m_i)}]^{GSI}$$

Input data

Layers	Z_0 [m]	γ_n [kNm ⁻³]	σ_s [kPa]	σ_T [kPa]	σ_c [kPa]	m_i [-]	GSI [-]
Ap-GR2a	402,35	27,0	0	0	12000	20	42
0	0	0,0					
0	0	0,0					
0	0	0,0					

Results

ΔH [m]	γ_n [kNm ⁻³]	σ_c [kPa]	m_i [-]	GSI [-]	σ_0 [kPa]	σ_{cm} [kPa]	s_u [kPa]
402,4	27,0	12000,0	20,0	42,0	10863,5	1710,7	855,3
0,0	0,0						
0,0	0,0						
0,0	0,0						

Stability ratio

N

[-]

12,7

Collapse

Panet (1990)

$$N_s = \frac{\sigma_0}{C_U} = \frac{2 \cdot \sigma_0}{\sigma_{cm}}$$

$$\lambda_e = \frac{1}{K_p + 1} \left[K_p - 1 + \frac{2}{N} \right]$$

Stability ratio	N	[-]	12,7
Passive earth pressure	K_p	[-]	3,000
Deconfinement	λ_e	[-]	0,54

Short term face stability

Geotechnical properties

Overburden layers	ΔH [m]	γ_n [kNm ⁻³]	c' [kPa]	ϕ' [°]
Ap-GR2a	398	27	850	30
Coronella	2	27,0	990	32,0

Excavated layers	ΔH [m]	γ_n [kNm ⁻³]	c' [kPa]	ϕ' [°]
Ap-GR2a	4,7	27	850	30

Tunnel geometry

Type of ground	CF/F	CF
Total Overburden	Z [m]	400,0
Depth of water table	W [m]	1000,0
Excavated height	h [m]	4,7
Tunnel's width	b [m]	5,9
Free span length	a [m]	1,0

Deep tunnel (Z>5D)		
Equivalent tunnel diameter	D_{eq} [m]	5,8
Earth coefficient at rest	k_0 [-]	1,0
Depth coefficient	k_A [-]	1,0
Height of mass load at crown	H_p [m]	10,0
Length of prisms in advance	L_p [m]	2,7

Injection modality

Grout injection properties		
Cubic compression resistance	R_{ck} [MPa]	
Injection influence ratio	i_i [-]	1
Curing factor	γ_c [-]	
Material's safety factor	γ_f [-]	
Mortar's position ratio	v_c [-]	
Elastic module of mortar	E_c [GPa]	
Grout-soil bond	τ_a [kPa]	250,0
Injection penetrability coeff.	α_i [-]	1,0
ULS resistance of mortar	σ_c [-]	

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	ϕ_{dril} [mm]	100,0
External diameter	ϕ_{ext} [mm]	60,0
Tube's Thickness	th_b [mm]	10,0
Overlapping length	L_{LAP} [m]	9,0
Joint step	i_{joint} [m]	18,0
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]	706,9
Max. resistance offered by bars	T_{max} [kN]	706,9

Adopted number of bars	N_b [-]	20,0
N° of bars for unit of area	n_b [m ⁻²]	0,77
Confining pressure	P_e [kPa]	543,7
Increment of cohesion	$\Delta c'$ [kPa]	470,9
Improved cohesion at face	c'_{eq} [kPa]	1320,9

Prismatic volume properties

Aver. weight of load mass	γ_p [kNm ⁻³]	27,0
Aver. cohesion of load mass	c'_p [kPa]	850,7
Aver. friction of load mass	ϕ'_p [°]	30,0

Aver. weight of Excav. layers	γ_E [kNm ⁻³]	27,0
Aver. cohesion of Excav. layers	c'_E [kPa]	850,0
Aver. friction of load mass	ϕ'_E [°]	30,0

Effective soil press. at crown	σ'_v [kPa]	10800
--------------------------------	-------------------	-------

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

Shear resistance and Safety factor at Diagnosis phase

Shear resistance (prism 3)	τ_{m3} [kPa]	2371
Shear resistance (prisms 1-2)	τ_{m2} [kPa]	7560

Safety factor (prism 3)	FS_3	5,15
Safety factor (MΣFR/MSFA)	FS_F	2,57

Permitted free span length	a_{max} [m]	2,9
Pressure on primary supports	P_S [kPa]	6769
Required pressure at face	P_E [kPa]	0

Obtained safety factor	SF	2,57
Requested safety factor	SF_R	2,00

Tamez & Conejo (1985)

Geotechnical properties

Overburden layers	ΔH [m]	γ_n [kNm^{-3}]	c' [kPa]	ϕ' [°]
Ap-GR2b	200,0	27,0	465	31,0

Excavated layers	ΔH [m]	γ_n [kNm^{-3}]	c' [kPa]	ϕ' [°]
Ap-GR2b	4,7	27,0	465	31,0

Tunnel geometry

Type of ground	CF/F	CF
Total Overburden	Z [m]	200,0
Depth of water table	W [m]	1000,0
Excavated height	h [m]	4,7
Tunnel's width	b [m]	5,9
Free span length	a [m]	1,0

Deep tunnel (Z>5D)		
Equivalent tunnel diameter	D_{eq} [m]	5,8
Earth coefficient at rest	k_0 [-]	1,0
Depth coefficient	k_A [-]	1,0
Height of mass load at crown	H_p [m]	10,0
Length of prisms in advance	L_p [m]	2,7

Prismatic volume properties

Aver. weight of load mass	γ_p [kNm^{-3}]	27,0
Aver. cohesion of load mass	c'_p [kPa]	465,0
Aver. friction of load mass	ϕ'_p [°]	31,0

Aver. weight of Excav. layers	γ_E [kNm^{-3}]	27,0
Aver. cohesion of Excav. layers	c'_E [kPa]	465,0
Aver. friction of load mass	ϕ'_E [°]	31,0

Effective soil press. at crown	σ'_v [kPa]	5400
--------------------------------	-------------------	------

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

Shear resistance and Safety factor at Diagnosis phase

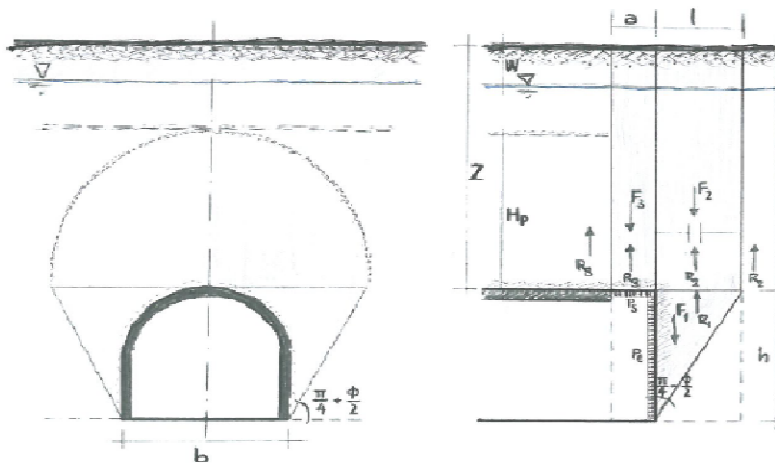
Shear resistance (prism 3)	τ_{m3} [kPa]	1235
Shear resistance (prisms 1-2)	τ_{m2} [kPa]	3820

Safety factor (prism 3)	FS_3	5,37
Safety factor (MΣFR/MSFA)	FS_F	2,48

Permitted free span length	a_{max} [m]	3,2
Pressure on primary supports	P_s [kPa]	3300
Required pressure at face	P_E [kPa]	0

Obtained safety factor	SF	2,48
Requested safety factor	SF_R	2,00

Prismatic volume gravitating over the crown system of forces



Broms & Bennermark (1967)

$$N = \frac{\sigma_s + \gamma z_0 - \sigma_T}{s_u}$$

where γ is unit weight of the soil,
 s_u is undrained shear strength of the soil at tunnel axis level,
 σ_s is surface surcharge pressure,
 σ_T is tunnel support pressure, and
 z_0 is depth to the tunnel axis

$$s_u = \frac{\sigma_{cm}}{2}$$

$$\sigma_{cm} = (0.0034 \cdot m_i^{0.8}) \cdot \sigma_c \cdot [1.029 + 0.025 \cdot e^{(-0.01 \cdot m_i)}]^{GSI}$$

Input data

Layers	Z_0 [m]	γ_n [kNm ⁻³]	σ_s [kPa]	σ_T [kPa]	σ_c [kPa]	m_i [-]	GSI [-]
Ap-GR2b	202,35	27,0	0	0	10000	17,5	37
0	0	0,0					
0	0	0,0					
0	0	0,0					

Results

ΔH [m]	γ_n [kNm ⁻³]	σ_c [kPa]	m_i [-]	GSI [-]	σ_0 [kPa]	σ_{cm} [kPa]	s_u [kPa]
202,4	27,0	10000,0	17,5	37,0	5463,5	1130,7	565,3
0,0	0,0						
0,0	0,0						
0,0	0,0						

Stability ratio

N

[-]

9,7

Collapse

Panet (1990)

$$N_s = \frac{\sigma_0}{C_U} = \frac{2 \cdot \sigma_0}{\sigma_{cm}}$$

$$\lambda_e = \frac{1}{K_p + 1} \left[K_p - 1 + \frac{2}{N} \right]$$

Stability ratio	N	[-]	9,7
Passive earth pressure	K_p	[-]	3,124
Deconfinement	λ_e	[-]	0,57

Short term face stability

Geotechnical properties

Overburden layers	ΔH [m]	γ_n [kNm ⁻³]	c' [kPa]	ϕ' [°]
Ap-GR2b	198	27	465	31
Coronella	2	27	570	35
0	0	0	0	0
0	0	0	0	0

Excavated layers	ΔH [m]	γ_n [kNm ⁻³]	c' [kPa]	ϕ' [°]
Ap-GR2b	4,7	27	465	31
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]	200,0
Depth of water table	W [m]	1000,0
Excavated height	h [m]	4,7
Tunnel's width	b [m]	5,9
Free span length	a [m]	1,0

Deep tunnel (Z>5D)		
Equivalent tunnel diameter	D_{eq} [m]	5,8
Earth coefficient at rest	k_0 [-]	1,0
Depth coefficient	k_A [-]	1,0
Height of mass load at crown	H_p [m]	10,0
Length of prisms in advance	L_p [m]	2,7

Injection modality

Grout injection properties		
Cubic compression resistance	R_{ck} [MPa]	
Injection influence ratio	i_i [-]	1
Curing factor	γ_c [-]	
Material's safety factor	γ_f [-]	
Mortar's position ratio	v_c [-]	
Elastic module of mortar	E_c [GPa]	
Grout-soil bond	τ_a [kPa]	220,0
Injection penetrability coeff.	α_i [-]	1,0
ULS resistance of mortar	σ_c [-]	

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	ϕ_{dril} [mm]	100,0
External diameter	ϕ_{ext} [mm]	60,0
Tube's Thickness	th_b [mm]	10,0
Overlapping length	L_{LAP} [m]	9,0
Joint step	i_{joint} [m]	18,0
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]	622,0
Max. resistance offered by bars	T_{max} [kN]	622,0

Adopted number of bars	N_b [-]	20,0
N° of bars for unit of area	n_b [m ⁻²]	0,77
Confining pressure	P_e [kPa]	478,5
Increment of cohesion	$\Delta c'$ [kPa]	422,9
Improved cohesion at face	c'_{eq} [kPa]	887,9

Prismatic volume properties

Aver. weight of load mass	γ_p [kNm ⁻³]	27,0
Aver. cohesion of load mass	c'_p [kPa]	466,1
Aver. friction of load mass	ϕ'_p [°]	31,0

Aver. weight of Excav. layers	γ_E [kNm ⁻³]	27,0
Aver. cohesion of Excav. layers	c'_E [kPa]	465,0
Aver. friction of load mass	ϕ'_E [°]	31,0

Effective soil press. at crown	σ'_v [kPa]	5400
--------------------------------	-------------------	------

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

Shear resistance and Safety factor at Diagnosis phase

Shear resistance (prism 3)	τ_{m3} [kPa]	1238
Shear resistance (prisms 1-2)	τ_{m2} [kPa]	3821

Safety factor (prism 3)	FS_3	5,38
Safety factor (MΣFR/MSFA)	FS_F	2,72

Permitted free span length	a_{max} [m]	3,2
Pressure on primary supports	P_S [kPa]	3296
Required pressure at face	P_E [kPa]	0

Obtained safety factor	SF	2,72
Requested safety factor	SF_R	2,00

Tamez & Conejo (1985)

Geotechnical properties

Overburden layers	ΔH [m]	γ_n [kNm^{-3}]	c' [kPa]	ϕ' [°]
Ap-GR2b	300,0	27,0	590	29,0

Excavated layers	ΔH [m]	γ_n [kNm^{-3}]	c' [kPa]	ϕ' [°]
Ap-GR2b	4,7	27,0	590	29,0

Tunnel geometry

Type of ground	CF/F	CF
Total Overburden	Z [m]	300,0
Depth of water table	W [m]	1000,0
Excavated height	h [m]	4,7
Tunnel's width	b [m]	5,90
Free span length	a [m]	1,0

Deep tunnel (Z>5D)		
Equivalent tunnel diameter	D_{eq} [m]	5,8
Earth coefficient at rest	k_0 [-]	1,0
Depth coefficient	k_A [-]	1,0
Height of mass load at crown	H_p [m]	10,0
Length of prisms in advance	L_p [m]	2,8

Prismatic volume properties

Aver. weight of load mass	γ_p [kNm^{-3}]	27,0
Aver. cohesion of load mass	c'_p [kPa]	590,0
Aver. friction of load mass	ϕ'_p [°]	29,0

Aver. weight of Excav. layers	γ_E [kNm^{-3}]	27,0
Aver. cohesion of Excav. layers	c'_E [kPa]	590,0
Aver. friction of load mass	ϕ'_E [°]	29,0

Effective soil press. at crown	σ'_v [kPa]	8100
--------------------------------	-------------------	------

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

Shear resistance and Safety factor at Diagnosis phase

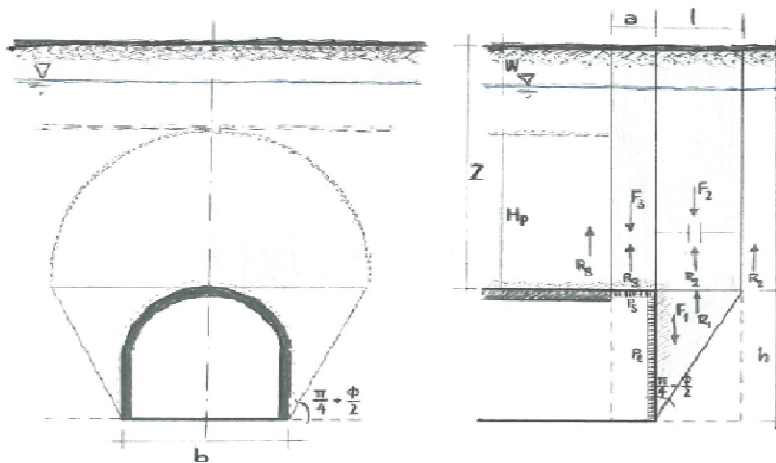
Shear resistance (prism 3)	τ_{m3} [kPa]	1675
Shear resistance (prisms 1-2)	τ_{m2} [kPa]	5508

Safety factor (prism 3)	FS_3	4,85
Safety factor (MΣFR/MSFA)	FS_F	2,34

Permitted free span length	a_{max} [m]	2,6
Pressure on primary supports	P_s [kPa]	5253
Required pressure at face	P_E [kPa]	0

Obtained safety factor	SF	2,34
Requested safety factor	SF_R	2,00

Prismatic volume gravitating over the crown system of forces



Broms & Bennermark (1967)

$$N = \frac{\sigma_s + \gamma z_0 - \sigma_T}{s_u}$$

where γ is unit weight of the soil,
 s_u is undrained shear strength of the soil at tunnel axis level,
 σ_s is surface surcharge pressure,
 σ_T is tunnel support pressure, and
 z_0 is depth to the tunnel axis

$$s_u = \frac{\sigma_{cm}}{2}$$

$$\sigma_{cm} = (0.0034 \cdot m_i^{0.8}) \cdot \sigma_c \cdot [1.029 + 0.025 \cdot e^{(-0.01 \cdot m_i)}]^{GSI}$$

Input data

Layers	Z_0 [m]	γ_n [kNm ⁻³]	σ_s [kPa]	σ_T [kPa]	σ_c [kPa]	m_i [-]	GSI [-]
Ap-GR2b	302,35	27,0	0	0	10000	17,5	37
0	0	0,0					
0	0	0,0					
0	0	0,0					

Results

ΔH [m]	γ_n [kNm ⁻³]	σ_c [kPa]	m_i [-]	GSI [-]	σ_0 [kPa]	σ_{cm} [kPa]	s_u [kPa]
302,4	27,0	10000,0	17,5	37,0	8163,5	1130,7	565,3
0,0	0,0						
0,0	0,0						
0,0	0,0						

Stability ratio

N

[-]

14,4

Collapse

Panet (1990)

$$N_s = \frac{\sigma_0}{C_U} = \frac{2 \cdot \sigma_0}{\sigma_{cm}}$$

$$\lambda_e = \frac{1}{K_p + 1} \left[K_p - 1 + \frac{2}{N} \right]$$

Stability ratio	N	[-]	14,4
Passive earth pressure	K_p	[-]	2,882
Deconfinement	λ_e	[-]	0,52

Short term face stability

Geotechnical properties

Overburden layers	ΔH [m]	γ_n [kNm ⁻³]	c' [kPa]	ϕ' [°]
Ap-GR2b	298	27	590	29
Coronella	2	27,0	720	32,0

Excavated layers	ΔH [m]	γ_n [kNm ⁻³]	c' [kPa]	ϕ' [°]
Ap-GR2b	4,7	27	590	29

Tunnel geometry

Type of ground	CF/F	CF
Total Overburden	Z [m]	300,0
Depth of water table	W [m]	1000,0
Excavated height	h [m]	4,7
Tunnel's width	b [m]	5,9
Free span length	a [m]	1,0

Deep tunnel (Z>5D)		
Equivalent tunnel diameter	D_{eq} [m]	5,8
Earth coefficient at rest	k_0 [-]	1,0
Depth coefficient	k_A [-]	1,0
Height of mass load at crown	H_p [m]	10,0
Length of prisms in advance	L_p [m]	2,8

Injection modality

Grout injection properties		
Cubic compression resistance	R_{ck} [MPa]	
Injection influence ratio	i_i [-]	1
Curing factor	γ_c [-]	
Material's safety factor	γ_f [-]	
Mortar's position ratio	v_c [-]	
Elastic module of mortar	E_c [GPa]	
Grout-soil bond	τ_a [kPa]	220,0
Injection penetrability coeff.	α_i [-]	1,0
ULS resistance of mortar	σ_c [-]	

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	ϕ_{dril} [mm]	100,0
External diameter	ϕ_{ext} [mm]	60,0
Tube's Thickness	th_b [mm]	10,0
Overlapping length	L_{LAP} [m]	9,0
Joint step	i_{joint} [m]	18,0
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]	622,0
Max. resistance offered by bars	T_{max} [kN]	622,0

Adopted number of bars	N_b [-]	20,0
N° of bars for unit of area	n_b [m ⁻²]	0,77
Confining pressure	P_e [kPa]	478,5
Increment of cohesion	$\Delta c'$ [kPa]	406,2
Improved cohesion at face	c'_{eq} [kPa]	996,2

Prismatic volume properties

Aver. weight of load mass	γ_p [kNm ⁻³]	27,0
Aver. cohesion of load mass	c'_p [kPa]	590,9
Aver. friction of load mass	ϕ'_p [°]	29,0

Aver. weight of Excav. layers	γ_E [kNm ⁻³]	27,0
Aver. cohesion of Excav. layers	c'_E [kPa]	590,0
Aver. friction of load mass	ϕ'_E [°]	29,0

Effective soil press. at crown	σ'_v [kPa]	8100
--------------------------------	-------------------	------

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

Shear resistance and Safety factor at Diagnosis phase

Shear resistance (prism 3)	τ_{m3} [kPa]	1677
Shear resistance (prisms 1-2)	τ_{m2} [kPa]	5508

Safety factor (prism 3)	FS_3	4,86
Safety factor (MΣFR/MSFA)	FS_F	2,49

Permitted free span length	a_{max} [m]	2,6
Pressure on primary supports	P_S [kPa]	5250
Required pressure at face	P_E [kPa]	0

Obtained safety factor	SF	2,49
Requested safety factor	SF_R	2,00

Tamez & Conejo (1985)

Geotechnical properties

Overburden layers	ΔH [m]	γ_n [kNm^{-3}]	c' [kPa]	ϕ' [°]
Ap-GR2b	400,0	27,0	700	27,0

Excavated layers	ΔH [m]	γ_n [kNm^{-3}]	c' [kPa]	ϕ' [°]
Ap-GR2b	4,7	27,0	700	27,0

Tunnel geometry

Type of ground	CF/F	CF
Total Overburden	Z [m]	400,0
Depth of water table	W [m]	1000,0
Excavated height	h [m]	4,7
Tunnel's width	b [m]	5,90
Free span length	a [m]	1,0

Deep tunnel (Z>5D)		
Equivalent tunnel diameter	D_{eq} [m]	5,8
Earth coefficient at rest	k_0 [-]	1,0
Depth coefficient	k_A [-]	1,0
Height of mass load at crown	H_p [m]	10,0
Length of prisms in advance	L_p [m]	2,9

Prismatic volume properties

Aver. weight of load mass	γ_p [kNm^{-3}]	27,0
Aver. cohesion of load mass	c'_p [kPa]	700,0
Aver. friction of load mass	ϕ'_p [°]	27,0

Aver. weight of Excav. layers	γ_E [kNm^{-3}]	27,0
Aver. cohesion of Excav. layers	c'_E [kPa]	700,0
Aver. friction of load mass	ϕ'_E [°]	27,0

Effective soil press. at crown	σ'_v [kPa]	10800
--------------------------------	-------------------	-------

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

Shear resistance and Safety factor at Diagnosis phase

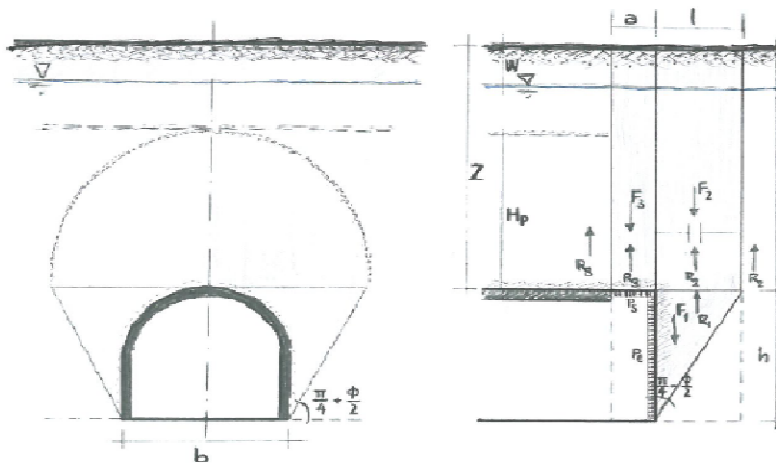
Shear resistance (prism 3)	τ_{m3} [kPa]	2041
Shear resistance (prisms 1-2)	τ_{m2} [kPa]	7155

Safety factor (prism 3)	FS_3	4,43
Safety factor (MΣFR/MSFA)	FS_F	2,24

Permitted free span length	a_{max} [m]	2,2
Pressure on primary supports	P_s [kPa]	7330
Required pressure at face	P_E [kPa]	0

Obtained safety factor	SF	2,24
Requested safety factor	SF_R	2,00

Prismatic volume gravitating over the crown system of forces



Broms & Bennermark (1967)

$$N = \frac{\sigma_s + \gamma z_0 - \sigma_T}{s_u}$$

where γ is unit weight of the soil,
 s_u is undrained shear strength of the soil at tunnel axis level,
 σ_s is surface surcharge pressure,
 σ_T is tunnel support pressure, and
 z_0 is depth to the tunnel axis

$$s_u = \frac{\sigma_{cm}}{2}$$

$$\sigma_{cm} = (0.0034 \cdot m_i^{0.8}) \cdot \sigma_c \cdot [1.029 + 0.025 \cdot e^{(-0.01 \cdot m_i)}]^{GSI}$$

Input data

Layers	Z_0 [m]	γ_n [kNm ⁻³]	σ_s [kPa]	σ_T [kPa]	σ_c [kPa]	m_i [-]	GSI [-]
Ap-GR2b	402,35	27,0	0	0	10000	17,5	37
0	0	0,0					
0	0	0,0					
0	0	0,0					

Results

ΔH [m]	γ_n [kNm ⁻³]	σ_c [kPa]	m_i [-]	GSI [-]	σ_0 [kPa]	σ_{cm} [kPa]	s_u [kPa]
402,4	27,0	10000,0	17,5	37,0	10863,5	1130,7	565,3
0,0	0,0						
0,0	0,0						
0,0	0,0						

Stability ratio

N

[-]

19,2

Collapse

Panet (1990)

$$N_s = \frac{\sigma_0}{C_U} = \frac{2 \cdot \sigma_0}{\sigma_{cm}}$$

$$\lambda_e = \frac{1}{K_p + 1} \left[K_p - 1 + \frac{2}{N} \right]$$

Stability ratio	N	[-]	19,2
Passive earth pressure	K_p	[-]	2,663
Deconfinement	λ_e	[-]	0,48

Short term face stability

By-pass pedonali - AEXCAV. [m2] =

26

FACE STABILITY ANALYSIS - TAMEZ-CONEJO

THERAPY PHASE

sezione pedonale

Parametro non influente al fine del calcolo

Geotechnical properties

Overburden layers	ΔH [m]	γ_n [kNm ⁻³]	c' [kPa]	ϕ' [°]
Ap-GR2b	398	27	700	27
Coronella	2	27,0	880	30,0

Excavated layers	ΔH [m]	γ_n [kNm ⁻³]	c' [kPa]	ϕ' [°]
Ap-GR2b	4,7	27	700	27

Tunnel geometry

Type of ground	CF/F	CF
Total Overburden	Z [m]	400,0
Depth of water table	W [m]	1000,0
Excavated height	h [m]	4,7
Tunnel's width	b [m]	5,9
Free span length	a [m]	1,0

Deep tunnel (Z>5D)		
Equivalent tunnel diameter	D_{eq} [m]	5,8
Earth coefficient at rest	k_0 [-]	1,0
Depth coefficient	k_A [-]	1,0
Height of mass load at crown	H_p [m]	10,0
Length of prisms in advance	L_p [m]	2,9

Injection modality

Grout injection properties		
Cubic compression resistance	R_{ck} [MPa]	
Injection influence ratio	i_i [-]	1
Curing factor	γ_c [-]	
Material's safety factor	γ_f [-]	
Mortar's position ratio	v_c [-]	
Elastic module of mortar	E_c [GPa]	
Grout-soil bond	τ_a [kPa]	220,0
Injection penetrability coeff.	α_i [-]	1,0
ULS resistance of mortar	σ_c [-]	

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	ϕ_{dril} [mm]	100,0
External diameter	ϕ_{ext} [mm]	60,0
Tube's Thickness	th_b [mm]	10,0
Overlapping length	L_{LAP} [m]	9,0
Joint step	i_{joint} [m]	18,0
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]	622,0
Max. resistance offered by bars	T_{max} [kN]	622,0

Adopted number of bars	N_b [-]	20,0
N° of bars for unit of area	n_b [m ⁻²]	0,77
Confining pressure	P_e [kPa]	478,5
Increment of cohesion	$\Delta c'$ [kPa]	390,4
Improved cohesion at face	c'_{eq} [kPa]	1090,4

Prismatic volume properties

Aver. weight of load mass	γ_p [kNm ⁻³]	27,0
Aver. cohesion of load mass	c'_p [kPa]	700,9
Aver. friction of load mass	ϕ'_p [°]	27,0

Aver. weight of Excav. layers	γ_E [kNm ⁻³]	27,0
Aver. cohesion of Excav. layers	c'_E [kPa]	700,0
Aver. friction of load mass	ϕ'_E [°]	27,0

Effective soil press. at crown	σ'_v [kPa]	10800
--------------------------------	-------------------	-------

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

Shear resistance and Safety factor at Diagnosis phase

Shear resistance (prism 3)	τ_{m3} [kPa]	2043
Shear resistance (prisms 1-2)	τ_{m2} [kPa]	7155

Safety factor (prism 3)	FS_3	4,44
Safety factor (MΣFR/MSFA)	FS_F	2,34

Permitted free span length	a_{max} [m]	2,2
Pressure on primary supports	P_S [kPa]	7327
Required pressure at face	P_E [kPa]	0

Obtained safety factor	SF	2,34
Requested safety factor	SF_R	2,00

Tamez & Conejo (1985)

Geotechnical properties

Overburden layers	ΔH [m]	γ_n [kNm^{-3}]	c' [kPa]	ϕ' [°]
Ap-GR2a	200,0	27,0	550	36,0

Excavated layers	ΔH [m]	γ_n [kNm^{-3}]	c' [kPa]	ϕ' [°]
Ap-GR2a	6,70	27,0	550	36,0

Tunnel geometry

Type of ground	CF/F	CF
Total Overburden	Z [m]	200,0
Depth of water table	W [m]	1000,0
Excavated height	h [m]	6,70
Tunnel's width	b [m]	7,85
Free span length	a [m]	1,0

Deep tunnel (Z>5D)		
Equivalent tunnel diameter	D_{eq} [m]	8,0
Earth coefficient at rest	k_0 [-]	1,0
Depth coefficient	k_A [-]	1,0
Height of mass load at crown	H_p [m]	13,3
Length of prisms in advance	L_p [m]	3,4

Prismatic volume properties

Aver. weight of load mass	γ_p [kNm^{-3}]	27,0
Aver. cohesion of load mass	c'_p [kPa]	550,0
Aver. friction of load mass	ϕ'_p [°]	36,0

Aver. weight of Excav. layers	γ_E [kNm^{-3}]	27,0
Aver. cohesion of Excav. layers	c'_E [kPa]	550,0
Aver. friction of load mass	ϕ'_E [°]	36,0

Effective soil press. at crown	σ'_v [kPa]	5400
--------------------------------	-------------------	------

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

Shear resistance and Safety factor at Diagnosis phase

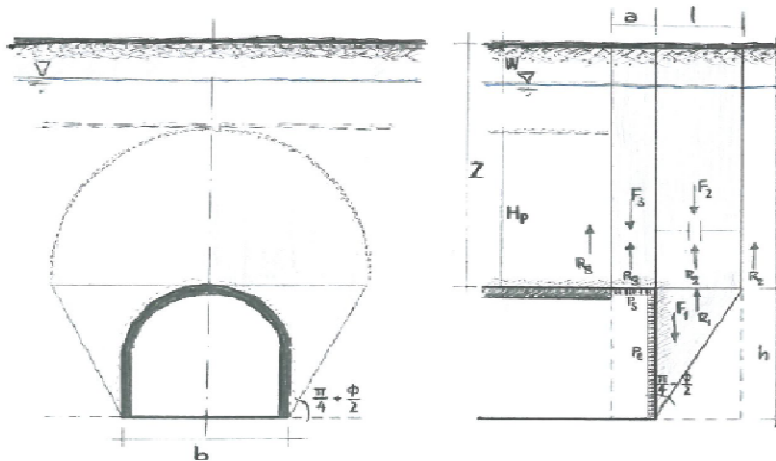
Shear resistance (prism 3)	τ_{m3} [kPa]	1465
Shear resistance (prisms 1-2)	τ_{m2} [kPa]	4005

Safety factor (prism 3)	FS_3	8,17
Safety factor (MΣFR/MSFA)	FS_F	2,88

Permitted free span length	a_{max} [m]	6,3
Pressure on primary supports	P_s [kPa]	2909
Required pressure at face	P_E [kPa]	0

Obtained safety factor	SF	2,88
Requested safety factor	SF_R	2,00

Prismatic volume gravitating over the crown system of forces



Broms & Bennermark (1967)

$$N = \frac{\sigma_s + \gamma z_0 - \sigma_T}{s_u}$$

where γ is unit weight of the soil,
 s_u is undrained shear strength of the soil at tunnel axis level,
 σ_s is surface surcharge pressure,
 σ_T is tunnel support pressure, and
 z_0 is depth to the tunnel axis

$$s_u = \frac{\sigma_{cm}}{2}$$

$$\sigma_{cm} = (0.0034 \cdot m_i^{0.8}) \cdot \sigma_c \cdot [1.029 + 0.025 \cdot e^{(-0.01 \cdot m_i)}]^{GSI}$$

Input data

Layers	Z_0 [m]	γ_n [kNm ⁻³]	σ_s [kPa]	σ_T [kPa]	σ_c [kPa]	m_i [-]	GSI [-]
Ap-GR2a	203,35	27,0	0	0	12000	20	42
0	0	0,0					
0	0	0,0					
0	0	0,0					

Results

ΔH [m]	γ_n [kNm ⁻³]	σ_c [kPa]	m_i [-]	GSI [-]	σ_0 [kPa]	σ_{cm} [kPa]	s_u [kPa]
203,4	27,0	12000,0	20,0	42,0	5490,5	1710,7	855,3
0,0	0,0						
0,0	0,0						
0,0	0,0						

Stability ratio

N

[-]

6,4

Collapse

Panet (1990)

$$N_s = \frac{\sigma_0}{C_U} = \frac{2 \cdot \sigma_0}{\sigma_{cm}}$$

$$\lambda_e = \frac{1}{K_p + 1} \left[K_p - 1 + \frac{2}{N} \right]$$

Stability ratio	N	[-]	6,4
Passive earth pressure	K_p	[-]	3,852
Deconfinement	λ_e	[-]	0,65

Stable face

By-pass pedonali - AEXCAV. [m2] =

50

FACE STABILITY ANALYSIS - TAMEZ-CONEJO

THERAPY PHASE

sezione aspirazione fumi

Parametro non influente al fine del calcolo

Geotechnical properties

Overburden layers	ΔH [m]	γ_n [kNm ⁻³]	c' [kPa]	ϕ' [°]
Ap-GR2a	198	27	550	36
Coronella	2	27,0	640	38,0

Excavated layers	ΔH [m]	γ_n [kNm ⁻³]	c' [kPa]	ϕ' [°]
Ap-GR2a	6,7	27	550	36

Tunnel geometry

Type of ground	CF/F	CF
Total Overburden	Z [m]	200,0
Depth of water table	W [m]	1000,0
Excavated height	h [m]	6,7
Tunnel's width	b [m]	7,9
Free span length	a [m]	1,0

Deep tunnel (Z>5D)		
Equivalent tunnel diameter	D_{eq} [m]	8,0
Earth coefficient at rest	k_0 [-]	1,0
Depth coefficient	k_A [-]	1,0
Height of mass load at crown	H_p [m]	13,3
Length of prisms in advance	L_p [m]	3,4

Injection modality

Grout injection properties		
Cubic compression resistance	R_{ck} [MPa]	
Injection influence ratio	i_i [-]	1
Curing factor	γ_c [-]	
Material's safety factor	γ_f [-]	
Mortar's position ratio	v_c [-]	
Elastic module of mortar	E_c [GPa]	
Grout-soil bond	τ_a [kPa]	250,0
Injection penetrability coeff.	α_i [-]	1,0
ULS resistance of mortar	σ_c [-]	

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	ϕ_{dril} [mm]	100,0
External diameter	ϕ_{ext} [mm]	60,0
Tube's Thickness	th_b [mm]	10,0
Overlapping length	L_{LAP} [m]	9,0
Joint step	i_{joint} [m]	18,0
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]	706,9
Max. resistance offered by bars	T_{max} [kN]	706,9

Adopted number of bars	N_b [-]	46,0
N° of bars for unit of area	n_b [m ⁻²]	0,92
Confining pressure	P_e [kPa]	650,3
Increment of cohesion	$\Delta c'$ [kPa]	638,2
Improved cohesion at face	c'_{eq} [kPa]	1188,2

Prismatic volume properties

Aver. weight of load mass	γ_p [kNm ⁻³]	27,0
Aver. cohesion of load mass	c'_p [kPa]	550,9
Aver. friction of load mass	ϕ'_p [°]	36,0

Aver. weight of Excav. layers	γ_E [kNm ⁻³]	27,0
Aver. cohesion of Excav. layers	c'_E [kPa]	550,0
Aver. friction of load mass	ϕ'_E [°]	36,0

Effective soil press. at crown	σ'_v [kPa]	5400
--------------------------------	-------------------	------

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

Shear resistance and Safety factor at Diagnosis phase

Shear resistance (prism 3)	τ_{m3} [kPa]	1467
Shear resistance (prisms 1-2)	τ_{m2} [kPa]	4006

Safety factor (prism 3)	FS_3	8,17
Safety factor (MΣFR/MSFA)	FS_F	3,28

Permitted free span length	a_{max} [m]	6,3
Pressure on primary supports	P_S [kPa]	2906
Required pressure at face	P_E [kPa]	0

Obtained safety factor	SF	3,28
Requested safety factor	SF_R	2,00

Tamez & Conejo (1985)

Geotechnical properties

Overburden layers	ΔH [m]	γ_n [kNm^{-3}]	c' [kPa]	ϕ' [°]
Ap-GR2a	300,0	27,0	725	33,0

Excavated layers	ΔH [m]	γ_n [kNm^{-3}]	c' [kPa]	ϕ' [°]
Ap-GR2a	6,7	27,0	725	33,0

Tunnel geometry

Type of ground	CF/F	CF
Total Overburden	Z [m]	300,0
Depth of water table	W [m]	1000,0
Excavated height	h [m]	6,7
Tunnel's width	b [m]	7,85
Free span length	a [m]	1,0

Deep tunnel (Z>5D)		
Equivalent tunnel diameter	D_{eq} [m]	8,0
Earth coefficient at rest	k_0 [-]	1,0
Depth coefficient	k_A [-]	1,0
Height of mass load at crown	H_p [m]	13,3
Length of prisms in advance	L_p [m]	3,6

Prismatic volume properties

Aver. weight of load mass	γ_p [kNm^{-3}]	27,0
Aver. cohesion of load mass	c'_p [kPa]	725,0
Aver. friction of load mass	ϕ'_p [°]	33,0

Aver. weight of Excav. layers	γ_E [kNm^{-3}]	27,0
Aver. cohesion of Excav. layers	c'_E [kPa]	725,0
Aver. friction of load mass	ϕ'_E [°]	33,0

Effective soil press. at crown	σ'_v [kPa]	8100
--------------------------------	-------------------	------

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

Shear resistance and Safety factor at Diagnosis phase

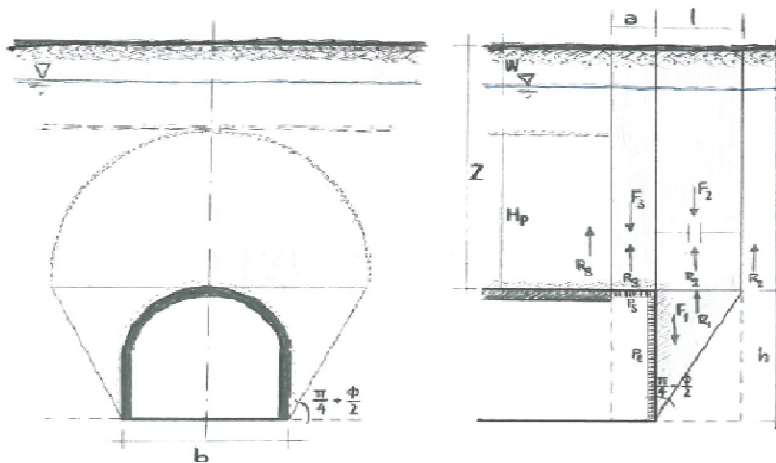
Shear resistance (prism 3)	τ_{m3} [kPa]	1982
Shear resistance (prisms 1-2)	τ_{m2} [kPa]	5827

Safety factor (prism 3)	FS_3	7,36
Safety factor (MΣFR/MSFA)	FS_F	2,75

Permitted free span length	a_{max} [m]	4,9
Pressure on primary supports	P_s [kPa]	4731
Required pressure at face	P_E [kPa]	0

Obtained safety factor	SF	2,75
Requested safety factor	SF_R	2,00

Prismatic volume gravitating over the crown system of forces



Broms & Bennermark (1967)

$$N = \frac{\sigma_s + \gamma z_0 - \sigma_T}{s_u}$$

where γ is unit weight of the soil,
 s_u is undrained shear strength of the soil at tunnel axis level,
 σ_s is surface surcharge pressure,
 σ_T is tunnel support pressure, and
 z_0 is depth to the tunnel axis

$$s_u = \frac{\sigma_{cm}}{2}$$

$$\sigma_{cm} = (0.0034 \cdot m_i^{0.8}) \cdot \sigma_c \cdot [1.029 + 0.025 \cdot e^{(-0.01 \cdot m_i)}]^{GSI}$$

Input data

Layers	Z_0 [m]	γ_n [kNm ⁻³]	σ_s [kPa]	σ_T [kPa]	σ_c [kPa]	m_i [-]	GSI [-]
Ap-GR2a	303,35	27,0	0	0	12000	20	42
0	0	0,0					
0	0	0,0					
0	0	0,0					

Results

ΔH [m]	γ_n [kNm ⁻³]	σ_c [kPa]	m_i [-]	GSI [-]	σ_0 [kPa]	σ_{cm} [kPa]	s_u [kPa]
303,4	27,0	12000,0	20,0	42,0	8190,5	1710,7	855,3
0,0	0,0						
0,0	0,0						
0,0	0,0						

Stability ratio

N

[-]

9,6

Collapse

Panet (1990)

$$N_s = \frac{\sigma_0}{C_U} = \frac{2 \cdot \sigma_0}{\sigma_{cm}}$$

$$\lambda_e = \frac{1}{K_p + 1} \left[K_p - 1 + \frac{2}{N} \right]$$

Stability ratio	N	[-]	9,6
Passive earth pressure	K_p	[-]	3,392
Deconfinement	λ_e	[-]	0,59

Short term face stability

By-pass pedonali - AEXCAV. [m2] =

50

FACE STABILITY ANALYSIS - TAMEZ-CONEJO

THERAPY PHASE

sezione aspirazione fumi

Parametro non influente al fine del calcolo

Geotechnical properties

Overburden layers	ΔH [m]	γ_n [kNm ⁻³]	c' [kPa]	ϕ' [°]
Ap-GR2a	298	27	725	33
Coronella	2	27,0	830	35,0

Excavated layers	ΔH [m]	γ_n [kNm ⁻³]	c' [kPa]	ϕ' [°]
Ap-GR2a	6,7	27	725	33

Tunnel geometry

Type of ground	CF/F	CF
Total Overburden	Z [m]	300,0
Depth of water table	W [m]	1000,0
Excavated height	h [m]	6,7
Tunnel's width	b [m]	7,9
Free span length	a [m]	1,0

Deep tunnel (Z>5D)		
Equivalent tunnel diameter	D_{eq} [m]	8,0
Earth coefficient at rest	k_0 [-]	1,0
Depth coefficient	k_A [-]	1,0
Height of mass load at crown	H_p [m]	13,3
Length of prisms in advance	L_p [m]	3,6

Injection modality

Grout injection properties		
Cubic compression resistance	R_{ck} [MPa]	
Injection influence ratio	i_i [-]	1
Curing factor	γ_c [-]	
Material's safety factor	γ_f [-]	
Mortar's position ratio	v_c [-]	
Elastic module of mortar	E_c [GPa]	
Grout-soil bond	τ_a [kPa]	250,0
Injection penetrability coeff.	α_i [-]	1,0
ULS resistance of mortar	σ_c [-]	

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	ϕ_{dril} [mm]	100,0
External diameter	ϕ_{ext} [mm]	60,0
Tube's Thickness	th_b [mm]	10,0
Overlapping length	L_{LAP} [m]	9,0
Joint step	i_{joint} [m]	18,0
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]	706,9
Max. resistance offered by bars	T_{max} [kN]	706,9

Adopted number of bars	N_b [-]	46,0
N° of bars for unit of area	n_b [m ⁻²]	0,92
Confining pressure	P_e [kPa]	650,3
Increment of cohesion	$\Delta c'$ [kPa]	598,9
Improved cohesion at face	c'_{eq} [kPa]	1323,9

Prismatic volume properties

Aver. weight of load mass	γ_p [kNm ⁻³]	27,0
Aver. cohesion of load mass	c'_p [kPa]	725,7
Aver. friction of load mass	ϕ'_p [°]	33,0

Aver. weight of Excav. layers	γ_E [kNm ⁻³]	27,0
Aver. cohesion of Excav. layers	c'_E [kPa]	725,0
Aver. friction of load mass	ϕ'_E [°]	33,0

Effective soil press. at crown	σ'_v [kPa]	8100
--------------------------------	-------------------	------

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

Shear resistance and Safety factor at Diagnosis phase

Shear resistance (prism 3)	τ_{m3} [kPa]	1983
Shear resistance (prisms 1-2)	τ_{m2} [kPa]	5828

Safety factor (prism 3)	FS_3	7,37
Safety factor (MΣFR/MSFA)	FS_F	2,99

Permitted free span length	a_{max} [m]	4,9
Pressure on primary supports	P_S [kPa]	4729
Required pressure at face	P_E [kPa]	0

Obtained safety factor	SF	2,99
Requested safety factor	SF_R	2,00

Tamez & Conejo (1985)

Geotechnical properties

Overburden layers	ΔH [m]	γ_n [kNm^{-3}]	c' [kPa]	ϕ' [°]
Ap-GR2a	400,0	27,0	850	30,0

Excavated layers	ΔH [m]	γ_n [kNm^{-3}]	c' [kPa]	ϕ' [°]
Ap-GR2a	6,70	27,0	850	30,0

Tunnel geometry

Type of ground	CF/F	CF
Total Overburden	Z [m]	400,0
Depth of water table	W [m]	1000,0
Excavated height	h [m]	6,7
Tunnel's width	b [m]	7,85
Free span length	a [m]	1,0

Deep tunnel (Z>5D)		
Equivalent tunnel diameter	D_{eq} [m]	8,0
Earth coefficient at rest	k_0 [-]	1,0
Depth coefficient	k_A [-]	1,0
Height of mass load at crown	H_p [m]	13,3
Length of prisms in advance	L_p [m]	3,9

Prismatic volume properties

Aver. weight of load mass	γ_p [kNm^{-3}]	27,0
Aver. cohesion of load mass	c'_p [kPa]	850,0
Aver. friction of load mass	ϕ'_p [°]	30,0

Aver. weight of Excav. layers	γ_E [kNm^{-3}]	27,0
Aver. cohesion of Excav. layers	c'_E [kPa]	850,0
Aver. friction of load mass	ϕ'_E [°]	30,0

Effective soil press. at crown	σ'_v [kPa]	10800
--------------------------------	-------------------	-------

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

Shear resistance and Safety factor at Diagnosis phase

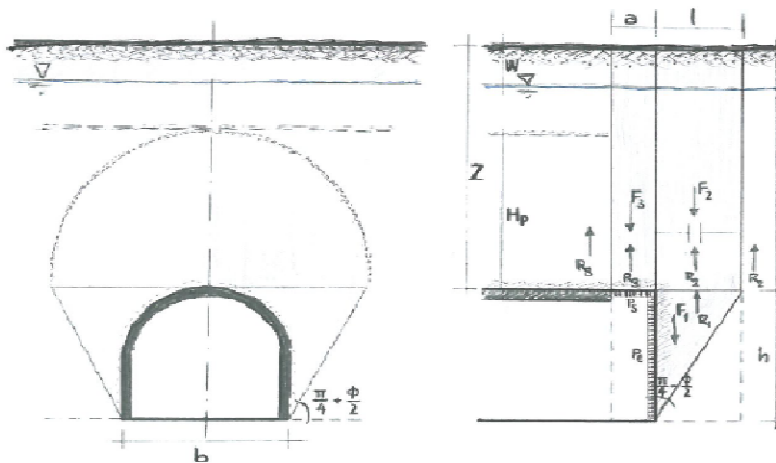
Shear resistance (prism 3)	τ_{m3} [kPa]	2357
Shear resistance (prisms 1-2)	τ_{m2} [kPa]	7515

Safety factor (prism 3)	FS_3	6,57
Safety factor (MΣFR/MSFA)	FS_F	2,61

Permitted free span length	a_{max} [m]	3,8
Pressure on primary supports	P_s [kPa]	6793
Required pressure at face	P_E [kPa]	0

Obtained safety factor	SF	2,61
Requested safety factor	SF_R	2,00

Prismatic volume gravitating over the crown system of forces



Broms & Bennermark (1967)

$$N = \frac{\sigma_s + \gamma z_0 - \sigma_T}{s_u}$$

where γ is unit weight of the soil,
 s_u is undrained shear strength of the soil at tunnel axis level,
 σ_s is surface surcharge pressure,
 σ_T is tunnel support pressure, and
 z_0 is depth to the tunnel axis

$$s_u = \frac{\sigma_{cm}}{2}$$

$$\sigma_{cm} = (0.0034 \cdot m_i^{0.8}) \cdot \sigma_c \cdot [1.029 + 0.025 \cdot e^{(-0.01 \cdot m_i)}]^{GSI}$$

Input data

Layers	Z_0 [m]	γ_n [kNm ⁻³]	σ_s [kPa]	σ_T [kPa]	σ_c [kPa]	m_i [-]	GSI [-]
Ap-GR2a	403,35	27,0	0	0	12000	20	42
0	0	0,0					
0	0	0,0					
0	0	0,0					

Results

ΔH [m]	γ_n [kNm ⁻³]	σ_c [kPa]	m_i [-]	GSI [-]	σ_0 [kPa]	σ_{cm} [kPa]	s_u [kPa]
403,4	27,0	12000,0	20,0	42,0	10890,5	1710,7	855,3
0,0	0,0						
0,0	0,0						
0,0	0,0						

Stability ratio

N

[-]

12,7

Collapse

Panet (1990)

$$N_s = \frac{\sigma_0}{C_U} = \frac{2 \cdot \sigma_0}{\sigma_{cm}}$$

$$\lambda_e = \frac{1}{K_p + 1} \left[K_p - 1 + \frac{2}{N} \right]$$

Stability ratio	N	[-]	12,7
Passive earth pressure	K_p	[-]	3,000
Deconfinement	λ_e	[-]	0,54

Short term face stability

By-pass pedonali - AEXCAV. [m2] =

50

FACE STABILITY ANALYSIS - TAMEZ-CONEJO

THERAPY PHASE

sezione aspirazione fumi

Parametro non influente al fine del calcolo

Geotechnical properties

Overburden layers	ΔH [m]	γ_n [kNm ⁻³]	c' [kPa]	ϕ' [°]
Ap-GR2a	398	27	850	30
Coronella	2	27,0	990	32,0

Excavated layers	ΔH [m]	γ_n [kNm ⁻³]	c' [kPa]	ϕ' [°]
Ap-GR2a	6,7	27	850	30

Tunnel geometry

Type of ground	CF/F	CF
Total Overburden	Z [m]	400,0
Depth of water table	W [m]	1000,0
Excavated height	h [m]	6,7
Tunnel's width	b [m]	7,9
Free span length	a [m]	1,0

Deep tunnel (Z>5D)		
Equivalent tunnel diameter	D_{eq} [m]	8,0
Earth coefficient at rest	k_0 [-]	1,0
Depth coefficient	k_A [-]	1,0
Height of mass load at crown	H_p [m]	13,3
Length of prisms in advance	L_p [m]	3,9

Injection modality

Grout injection properties		
Cubic compression resistance	R_{ck} [MPa]	
Injection influence ratio	i_i [-]	1
Curing factor	γ_c [-]	
Material's safety factor	γ_f [-]	
Mortar's position ratio	v_c [-]	
Elastic module of mortar	E_c [GPa]	
Grout-soil bond	τ_a [kPa]	250,0
Injection penetrability coeff.	α_i [-]	1,0
ULS resistance of mortar	σ_c [-]	

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	ϕ_{dril} [mm]	100,0
External diameter	ϕ_{ext} [mm]	60,0
Tube's Thickness	th_b [mm]	10,0
Overlapping length	L_{LAP} [m]	9,0
Joint step	i_{joint} [m]	18,0
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]	706,9
Max. resistance offered by bars	T_{max} [kN]	706,9

Adopted number of bars	N_b [-]	46,0
N° of bars for unit of area	n_b [m ⁻²]	0,92
Confining pressure	P_e [kPa]	650,3
Increment of cohesion	$\Delta c'$ [kPa]	563,2
Improved cohesion at face	c'_{eq} [kPa]	1413,2

Prismatic volume properties

Aver. weight of load mass	γ_p [kNm ⁻³]	27,0
Aver. cohesion of load mass	c'_p [kPa]	850,7
Aver. friction of load mass	ϕ'_p [°]	30,0

Aver. weight of Excav. layers	γ_E [kNm ⁻³]	27,0
Aver. cohesion of Excav. layers	c'_E [kPa]	850,0
Aver. friction of load mass	ϕ'_E [°]	30,0

Effective soil press. at crown	σ'_v [kPa]	10800
--------------------------------	-------------------	-------

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

Shear resistance and Safety factor at Diagnosis phase

Shear resistance (prism 3)	τ_{m3} [kPa]	2358
Shear resistance (prisms 1-2)	τ_{m2} [kPa]	7516

Safety factor (prism 3)	FS_3	6,57
Safety factor (MΣFR/MSFA)	FS_F	2,78

Permitted free span length	a_{max} [m]	3,8
Pressure on primary supports	P_S [kPa]	6791
Required pressure at face	P_E [kPa]	0

Obtained safety factor	SF	2,78
Requested safety factor	SF_R	2,00

Tamez & Conejo (1985)

Geotechnical properties

Overburden layers	ΔH [m]	γ_n [kNm^{-3}]	c' [kPa]	ϕ' [°]
Ap-GR2b	200,0	27,0	465	31,0

Excavated layers	ΔH [m]	γ_n [kNm^{-3}]	c' [kPa]	ϕ' [°]
Ap-GR2b	6,7	27,0	465	31,0

Tunnel geometry

Type of ground	CF/F	CF
Total Overburden	Z [m]	200,0
Depth of water table	W [m]	1000,0
Excavated height	h [m]	6,7
Tunnel's width	b [m]	7,85
Free span length	a [m]	1,0

Deep tunnel (Z>5D)		
Equivalent tunnel diameter	D_{eq} [m]	8,0
Earth coefficient at rest	k_0 [-]	1,0
Depth coefficient	k_A [-]	1,0
Height of mass load at crown	H_p [m]	13,3
Length of prisms in advance	L_p [m]	3,8

Prismatic volume properties

Aver. weight of load mass	γ_p [kNm^{-3}]	27,0
Aver. cohesion of load mass	c'_p [kPa]	465,0
Aver. friction of load mass	ϕ'_p [°]	31,0

Aver. weight of Excav. layers	γ_E [kNm^{-3}]	27,0
Aver. cohesion of Excav. layers	c'_E [kPa]	465,0
Aver. friction of load mass	ϕ'_E [°]	31,0

Effective soil press. at crown	σ'_v [kPa]	5400
--------------------------------	-------------------	------

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

Shear resistance and Safety factor at Diagnosis phase

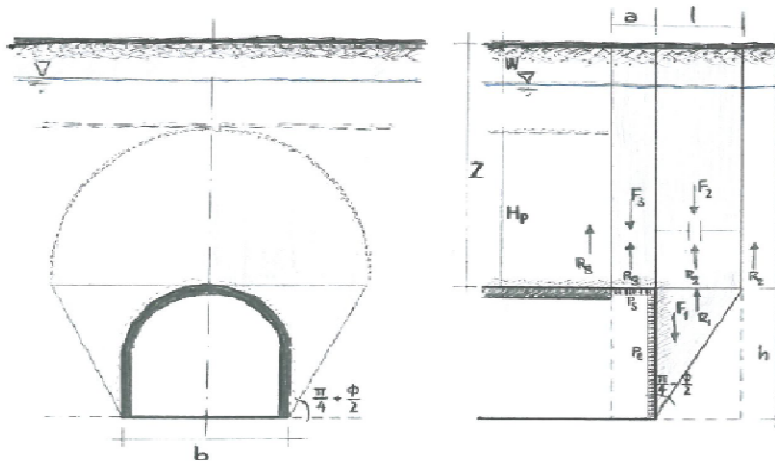
Shear resistance (prism 3)	τ_{m3} [kPa]	1222
Shear resistance (prisms 1-2)	τ_{m2} [kPa]	3775

Safety factor (prism 3)	FS_3	6,81
Safety factor (MΣFR/MSFA)	FS_F	2,64

Permitted free span length	a_{max} [m]	4,1
Pressure on primary supports	P_s [kPa]	3323
Required pressure at face	P_E [kPa]	0

Obtained safety factor	SF	2,64
Requested safety factor	SF_R	2,00

Prismatic volume gravitating over the crown system of forces



Broms & Bennermark (1967)

$$N = \frac{\sigma_s + \gamma z_0 - \sigma_T}{s_u}$$

where γ is unit weight of the soil,
 s_u is undrained shear strength of the soil at tunnel axis level,
 σ_s is surface surcharge pressure,
 σ_T is tunnel support pressure, and
 z_0 is depth to the tunnel axis

$$s_u = \frac{\sigma_{cm}}{2}$$

$$\sigma_{cm} = (0.0034 \cdot m_i^{0.8}) \cdot \sigma_c \cdot [1.029 + 0.025 \cdot e^{(-0.01 \cdot m_i)}]^{GSI}$$

Input data

Layers	Z_0 [m]	γ_n [kNm ⁻³]	σ_s [kPa]	σ_T [kPa]	σ_c [kPa]	m_i [-]	GSI [-]
Ap-GR2b	203,35	27,0	0	0	10000	17,5	37
0	0	0,0					
0	0	0,0					
0	0	0,0					

Results

ΔH [m]	γ_n [kNm ⁻³]	σ_c [kPa]	m_i [-]	GSI [-]	σ_0 [kPa]	σ_{cm} [kPa]	s_u [kPa]
203,4	27,0	10000,0	17,5	37,0	5490,5	1130,7	565,3
0,0	0,0						
0,0	0,0						
0,0	0,0						

Stability ratio

N

[-]

9,7

Collapse

Panet (1990)

$$N_s = \frac{\sigma_0}{C_U} = \frac{2 \cdot \sigma_0}{\sigma_{cm}}$$

$$\lambda_e = \frac{1}{K_p + 1} \left[K_p - 1 + \frac{2}{N} \right]$$

Stability ratio	N	[-]	9,7
Passive earth pressure	K_p	[-]	3,124
Deconfinement	λ_e	[-]	0,56

Short term face stability

By-pass pedonali - AEXCAV. [m2] =

50

FACE STABILITY ANALYSIS - TAMEZ-CONEJO

THERAPY PHASE

sezione aspirazione fumi

Parametro non influente al fine del calcolo

Geotechnical properties

Overburden layers	ΔH [m]	γ_n [kNm ⁻³]	c' [kPa]	ϕ' [°]
Ap-GR2b	198	27	465	31
Coronella	2	27	570	35
0	0	0	0	0
0	0	0	0	0

Excavated layers	ΔH [m]	γ_n [kNm ⁻³]	c' [kPa]	ϕ' [°]
Ap-GR2b	6,7	27	465	31
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]	200,0
Depth of water table	W [m]	1000,0
Excavated height	h [m]	6,7
Tunnel's width	b [m]	7,9
Free span length	a [m]	1,0

Deep tunnel (Z>5D)		
Equivalent tunnel diameter	D_{eq} [m]	8,0
Earth coefficient at rest	k_0 [-]	1,0
Depth coefficient	k_A [-]	1,0
Height of mass load at crown	H_p [m]	13,3
Length of prisms in advance	L_p [m]	3,8

Injection modality

Grout injection properties		
Cubic compression resistance	R_{ck} [MPa]	
Injection influence ratio	i_i [-]	1
Curing factor	γ_c [-]	
Material's safety factor	γ_f [-]	
Mortar's position ratio	v_c [-]	
Elastic module of mortar	E_c [GPa]	
Grout-soil bond	τ_a [kPa]	220,0
Injection penetrability coeff.	α_i [-]	1,0
ULS resistance of mortar	σ_c [-]	

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	ϕ_{dril} [mm]	100,0
External diameter	ϕ_{ext} [mm]	60,0
Tube's Thickness	th_b [mm]	10,0
Overlapping length	L_{LAP} [m]	9,0
Joint step	i_{joint} [m]	18,0
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]	622,0
Max. resistance offered by bars	T_{max} [kN]	622,0

Adopted number of bars	N_b [-]	46,0
N° of bars for unit of area	n_b [m ⁻²]	0,92
Confining pressure	P_e [kPa]	572,3
Increment of cohesion	$\Delta c'$ [kPa]	505,7
Improved cohesion at face	c'_{eq} [kPa]	970,7

Prismatic volume properties

Aver. weight of load mass	γ_p [kNm ⁻³]	27,0
Aver. cohesion of load mass	c'_p [kPa]	466,1
Aver. friction of load mass	ϕ'_p [°]	31,0

Aver. weight of Excav. layers	γ_E [kNm ⁻³]	27,0
Aver. cohesion of Excav. layers	c'_E [kPa]	465,0
Aver. friction of load mass	ϕ'_E [°]	31,0

Effective soil press. at crown	σ'_v [kPa]	5400
--------------------------------	-------------------	------

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

Shear resistance and Safety factor at Diagnosis phase

Shear resistance (prism 3)	τ_{m3} [kPa]	1224
Shear resistance (prisms 1-2)	τ_{m2} [kPa]	3776

Safety factor (prism 3)	FS_3	6,82
Safety factor (MΣFR/MSFA)	FS_F	2,95

Permitted free span length	a_{max} [m]	4,1
Pressure on primary supports	P_S [kPa]	3319
Required pressure at face	P_E [kPa]	0

Obtained safety factor	SF	2,95
Requested safety factor	SF_R	2,00

Tamez & Conejo (1985)

Geotechnical properties

Overburden layers	ΔH [m]	γ_n [kNm^{-3}]	c' [kPa]	ϕ' [°]
Ap-GR2b	300,0	27,0	590	29,0

Excavated layers	ΔH [m]	γ_n [kNm^{-3}]	c' [kPa]	ϕ' [°]
Ap-GR2b	6,7	27,0	590	29,0

Tunnel geometry

Type of ground	CF/F	CF
Total Overburden	Z [m]	300,0
Depth of water table	W [m]	1000,0
Excavated height	h [m]	6,7
Tunnel's width	b [m]	7,85
Free span length	a [m]	1,0

Deep tunnel (Z>5D)		
Equivalent tunnel diameter	D_{eq} [m]	8,0
Earth coefficient at rest	k_0 [-]	1,0
Depth coefficient	k_A [-]	1,0
Height of mass load at crown	H_p [m]	13,3
Length of prisms in advance	L_p [m]	3,9

Prismatic volume properties

Aver. weight of load mass	γ_p [kNm^{-3}]	27,0
Aver. cohesion of load mass	c'_p [kPa]	590,0
Aver. friction of load mass	ϕ'_p [°]	29,0

Aver. weight of Excav. layers	γ_E [kNm^{-3}]	27,0
Aver. cohesion of Excav. layers	c'_E [kPa]	590,0
Aver. friction of load mass	ϕ'_E [°]	29,0

Effective soil press. at crown	σ'_v [kPa]	8100
--------------------------------	-------------------	------

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

Shear resistance and Safety factor at Diagnosis phase

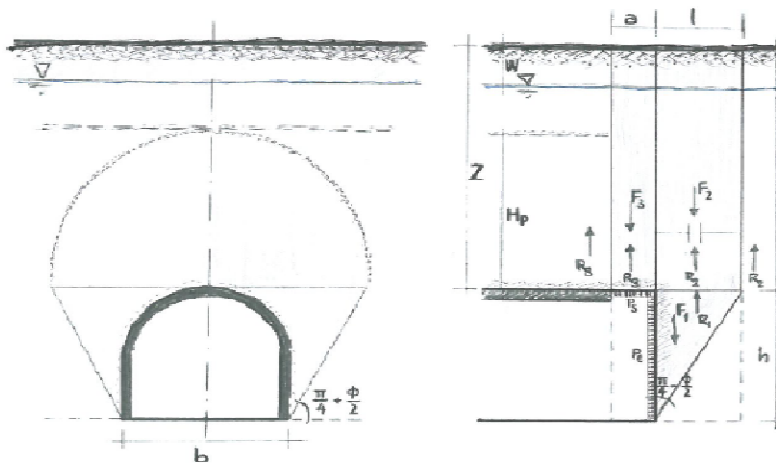
Shear resistance (prism 3)	τ_{m3} [kPa]	1663
Shear resistance (prisms 1-2)	τ_{m2} [kPa]	5463

Safety factor (prism 3)	FS_3	6,18
Safety factor (MΣFR/MSFA)	FS_F	2,50

Permitted free span length	a_{max} [m]	3,4
Pressure on primary supports	P_s [kPa]	5274
Required pressure at face	P_E [kPa]	0

Obtained safety factor	SF	2,50
Requested safety factor	SF_R	2,00

Prismatic volume gravitating over the crown system of forces



Broms & Bennermark (1967)

$$N = \frac{\sigma_s + \gamma z_0 - \sigma_T}{s_u}$$

where γ is unit weight of the soil,
 s_u is undrained shear strength of the soil at tunnel axis level,
 σ_s is surface surcharge pressure,
 σ_T is tunnel support pressure, and
 z_0 is depth to the tunnel axis

$$s_u = \frac{\sigma_{cm}}{2}$$

$$\sigma_{cm} = (0.0034 \cdot m_i^{0.8}) \cdot \sigma_c \cdot [1.029 + 0.025 \cdot e^{(-0.01 \cdot m_i)}]^{GSI}$$

Input data

Layers	Z_0 [m]	γ_n [kNm ⁻³]	σ_s [kPa]	σ_T [kPa]	σ_c [kPa]	m_i [-]	GSI [-]
Ap-GR2b	303,35	27,0	0	0	10000	17,5	37
0	0	0,0					
0	0	0,0					
0	0	0,0					

Results

ΔH [m]	γ_n [kNm ⁻³]	σ_c [kPa]	m_i [-]	GSI [-]	σ_0 [kPa]	σ_{cm} [kPa]	s_u [kPa]
303,4	27,0	10000,0	17,5	37,0	8190,5	1130,7	565,3
0,0	0,0						
0,0	0,0						
0,0	0,0						

Stability ratio

N

[-]

14,5

Collapse

Panet (1990)

$$N_s = \frac{\sigma_0}{C_U} = \frac{2 \cdot \sigma_0}{\sigma_{cm}}$$

$$\lambda_e = \frac{1}{K_p + 1} \left[K_p - 1 + \frac{2}{N} \right]$$

Stability ratio	N	[-]	14,5
Passive earth pressure	K_p	[-]	2,882
Deconfinement	λ_e	[-]	0,52

Short term face stability

By-pass pedonali - AEXCAV. [m2] =

50

FACE STABILITY ANALYSIS - TAMEZ-CONEJO

THERAPY PHASE

sezione aspirazione fumi

Parametro non influente al fine del calcolo

Geotechnical properties

Overburden layers	ΔH [m]	γ_n [kNm ⁻³]	c' [kPa]	ϕ' [°]
Ap-GR2b	298	27	590	29
Coronella	2	27,0	720	32,0

Excavated layers	ΔH [m]	γ_n [kNm ⁻³]	c' [kPa]	ϕ' [°]
Ap-GR2b	6,7	27	590	29

Tunnel geometry

Type of ground	CF/F	CF
Total Overburden	Z [m]	300,0
Depth of water table	W [m]	1000,0
Excavated height	h [m]	6,7
Tunnel's width	b [m]	7,9
Free span length	a [m]	1,0

Deep tunnel (Z>5D)		
Equivalent tunnel diameter	D_{eq} [m]	8,0
Earth coefficient at rest	k_0 [-]	1,0
Depth coefficient	k_A [-]	1,0
Height of mass load at crown	H_p [m]	13,3
Length of prisms in advance	L_p [m]	3,9

Injection modality

Grout injection properties		
Cubic compression resistance	R_{ck} [MPa]	
Injection influence ratio	i_i [-]	1
Curing factor	γ_c [-]	
Material's safety factor	γ_f [-]	
Mortar's position ratio	v_c [-]	
Elastic module of mortar	E_c [GPa]	
Grout-soil bond	τ_a [kPa]	220,0
Injection penetrability coeff.	α_i [-]	1,0
ULS resistance of mortar	σ_c [-]	

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	ϕ_{dril} [mm]	100,0
External diameter	ϕ_{ext} [mm]	60,0
Tube's Thickness	th_b [mm]	10,0
Overlapping length	L_{LAP} [m]	9,0
Joint step	i_{joint} [m]	18,0
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]	622,0
Max. resistance offered by bars	T_{max} [kN]	622,0

Adopted number of bars	N_b [-]	46,0
N° of bars for unit of area	n_b [m ⁻²]	0,92
Confining pressure	P_e [kPa]	572,3
Increment of cohesion	$\Delta c'$ [kPa]	485,8
Improved cohesion at face	c'_{eq} [kPa]	1075,8

Prismatic volume properties

Aver. weight of load mass	γ_p [kNm ⁻³]	27,0
Aver. cohesion of load mass	c'_p [kPa]	590,9
Aver. friction of load mass	ϕ'_p [°]	29,0

Aver. weight of Excav. layers	γ_E [kNm ⁻³]	27,0
Aver. cohesion of Excav. layers	c'_E [kPa]	590,0
Aver. friction of load mass	ϕ'_E [°]	29,0

Effective soil press. at crown	σ'_v [kPa]	8100
--------------------------------	-------------------	------

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

Shear resistance and Safety factor at Diagnosis phase

Shear resistance (prism 3)	τ_{m3} [kPa]	1664
Shear resistance (prisms 1-2)	τ_{m2} [kPa]	5464

Safety factor (prism 3)	FS_3	6,18
Safety factor (MΣFR/MSFA)	FS_F	2,69

Permitted free span length	a_{max} [m]	3,4
Pressure on primary supports	P_S [kPa]	5271
Required pressure at face	P_E [kPa]	0

Obtained safety factor	SF	2,69
Requested safety factor	SF_R	2,00

Tamez & Conejo (1985)

Geotechnical properties

Overburden layers	ΔH [m]	γ_n [kNm^{-3}]	c' [kPa]	ϕ' [°]
Ap-GR2b	400,0	27,0	700	27,0

Excavated layers	ΔH [m]	γ_n [kNm^{-3}]	c' [kPa]	ϕ' [°]
Ap-GR2b	6,7	27,0	700	27,0

Tunnel geometry

Type of ground	CF/F	CF
Total Overburden	Z [m]	400,0
Depth of water table	W [m]	1000,0
Excavated height	h [m]	6,7
Tunnel's width	b [m]	7,85
Free span length	a [m]	1,0

Deep tunnel (Z>5D)		
Equivalent tunnel diameter	D_{eq} [m]	8,0
Earth coefficient at rest	k_0 [-]	1,0
Depth coefficient	k_A [-]	1,0
Height of mass load at crown	H_p [m]	13,3
Length of prisms in advance	L_p [m]	4,1

Prismatic volume properties

Aver. weight of load mass	γ_p [kNm^{-3}]	27,0
Aver. cohesion of load mass	c'_p [kPa]	700,0
Aver. friction of load mass	ϕ'_p [°]	27,0

Aver. weight of Excav. layers	γ_E [kNm^{-3}]	27,0
Aver. cohesion of Excav. layers	c'_E [kPa]	700,0
Aver. friction of load mass	ϕ'_E [°]	27,0

Effective soil press. at crown	σ'_v [kPa]	10800
--------------------------------	-------------------	-------

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

Shear resistance and Safety factor at Diagnosis phase

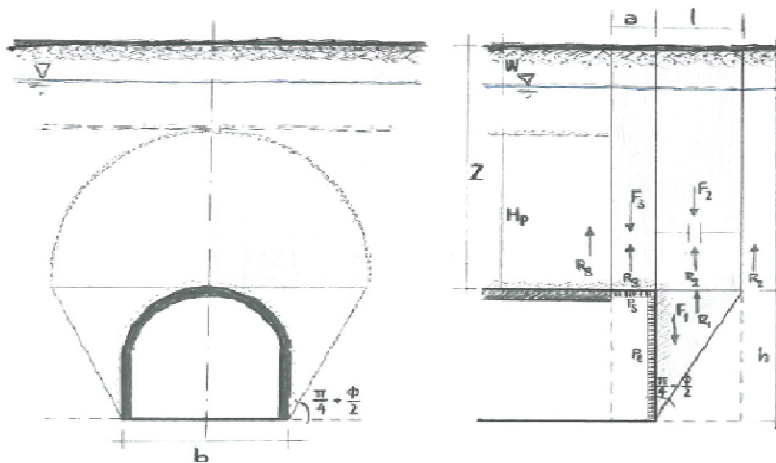
Shear resistance (prism 3)	τ_{m3} [kPa]	2030
Shear resistance (prisms 1-2)	τ_{m2} [kPa]	7110

Safety factor (prism 3)	FS_3	5,66
Safety factor (MΣFR/MSFA)	FS_F	2,40

Permitted free span length	a_{max} [m]	2,9
Pressure on primary supports	P_s [kPa]	7349
Required pressure at face	P_E [kPa]	0

Obtained safety factor	SF	2,40
Requested safety factor	SF_R	2,00

Prismatic volume gravitating over the crown system of forces



Broms & Bennermark (1967)

$$N = \frac{\sigma_s + \gamma z_0 - \sigma_T}{s_u}$$

where γ is unit weight of the soil,
 s_u is undrained shear strength of the soil at tunnel axis level,
 σ_s is surface surcharge pressure,
 σ_T is tunnel support pressure, and
 z_0 is depth to the tunnel axis

$$s_u = \frac{\sigma_{cm}}{2}$$

$$\sigma_{cm} = (0.0034 \cdot m_i^{0.8}) \cdot \sigma_c \cdot [1.029 + 0.025 \cdot e^{(-0.01 \cdot m_i)}]^{GSI}$$

Input data

Layers	Z_0 [m]	γ_n [kNm ⁻³]	σ_s [kPa]	σ_T [kPa]	σ_c [kPa]	m_i [-]	GSI [-]
Ap-GR2b	403,35	27,0	0	0	10000	17,5	37
0	0	0,0					
0	0	0,0					
0	0	0,0					

Results

ΔH [m]	γ_n [kNm ⁻³]	σ_c [kPa]	m_i [-]	GSI [-]	σ_0 [kPa]	σ_{cm} [kPa]	s_u [kPa]
403,4	27,0	10000,0	17,5	37,0	10890,5	1130,7	565,3
0,0	0,0						
0,0	0,0						
0,0	0,0						

Stability ratio

N

[-]

19,3

Collapse

Panet (1990)

$$N_s = \frac{\sigma_0}{C_U} = \frac{2 \cdot \sigma_0}{\sigma_{cm}}$$

$$\lambda_e = \frac{1}{K_p + 1} \left[K_p - 1 + \frac{2}{N} \right]$$

Stability ratio	N	[-]	19,3
Passive earth pressure	K_p	[-]	2,663
Deconfinement	λ_e	[-]	0,48

Short term face stability

By-pass pedonali - AEXCAV. [m2] =

50

FACE STABILITY ANALYSIS - TAMEZ-CONEJO

THERAPY PHASE

sezione aspirazione fumi

Parametro non influente al fine del calcolo

Geotechnical properties

Overburden layers	ΔH [m]	γ_n [kNm ⁻³]	c' [kPa]	ϕ' [°]
Ap-GR2b	398	27	700	27
Coronella	2	27,0	880	30,0

Excavated layers	ΔH [m]	γ_n [kNm ⁻³]	c' [kPa]	ϕ' [°]
Ap-GR2b	6,7	27	700	27

Tunnel geometry

Type of ground	CF/F	CF
Total Overburden	Z [m]	400,0
Depth of water table	W [m]	1000,0
Excavated height	h [m]	6,7
Tunnel's width	b [m]	7,9
Free span length	a [m]	1,0

Deep tunnel (Z>5D)		
Equivalent tunnel diameter	D_{eq} [m]	8,0
Earth coefficient at rest	k_0 [-]	1,0
Depth coefficient	k_A [-]	1,0
Height of mass load at crown	H_p [m]	13,3
Length of prisms in advance	L_p [m]	4,1

Injection modality

Grout injection properties		
Cubic compression resistance	R_{ck} [MPa]	
Injection influence ratio	i_i [-]	1
Curing factor	γ_c [-]	
Material's safety factor	γ_f [-]	
Mortar's position ratio	v_c [-]	
Elastic module of mortar	E_c [GPa]	
Grout-soil bond	τ_a [kPa]	220,0
Injection penetrability coeff.	α_i [-]	1,0
ULS resistance of mortar	σ_c [-]	

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	ϕ_{dril} [mm]	100,0
External diameter	ϕ_{ext} [mm]	60,0
Tube's Thickness	th_b [mm]	10,0
Overlapping length	L_{LAP} [m]	9,0
Joint step	i_{joint} [m]	18,0
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]	622,0
Max. resistance offered by bars	T_{max} [kN]	622,0

Adopted number of bars	N_b [-]	46,0
N° of bars for unit of area	n_b [m ⁻²]	0,92
Confining pressure	P_e [kPa]	572,3
Increment of cohesion	$\Delta c'$ [kPa]	466,9
Improved cohesion at face	c'_{eq} [kPa]	1166,9

Prismatic volume properties

Aver. weight of load mass	γ_p [kNm ⁻³]	27,0
Aver. cohesion of load mass	c'_p [kPa]	700,9
Aver. friction of load mass	ϕ'_p [°]	27,0

Aver. weight of Excav. layers	γ_E [kNm ⁻³]	27,0
Aver. cohesion of Excav. layers	c'_E [kPa]	700,0
Aver. friction of load mass	ϕ'_E [°]	27,0

Effective soil press. at crown	σ'_v [kPa]	10800
--------------------------------	-------------------	-------

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

Shear resistance and Safety factor at Diagnosis phase

Shear resistance (prism 3)	τ_{m3} [kPa]	2032
Shear resistance (prisms 1-2)	τ_{m2} [kPa]	7111




Safety factor (prism 3)	FS_3	5,66
Safety factor (MΣFR/MSFA)	FS_F	2,54

Permitted free span length	a_{max} [m]	2,9
Pressure on primary supports	P_S [kPa]	7346
Required pressure at face	P_E [kPa]	0

Obtained safety factor	SF	2,54
Requested safety factor	SF_R	2,00

PLAXIS Report

1.1.1.1.1 Materials - Soil and interfaces - Hardening soil

Identification		H-S_Ap_GR2b	CORONELLA	SOVRACCARI CO
Identification number		1	2	4
Drainage type		Drained	Drained	Drained
Colour				
Comments				
e_{unsat}	kN/m ³	27,00	27,00	135,0
e_{sat}	kN/m ³	27,00	27,00	135,0
Dilatancy cut-off		No	No	No
e_{init}		0,5000	0,5000	0,5000
e_{min}		0,000	0,000	0,000
e_{max}		999,0	999,0	999,0
Rayleigh		0,000	0,000	0,000
Rayleigh		0,000	0,000	0,000
E_{50}^{ref}	kN/m ²	1,250E6	2,500E6	1,250E6
E_{oed}^{ref}	kN/m ²	1,100E6	2,200E6	1,250E6
E_{ur}^{ref}	kN/m ²	3,750E6	5,000E6	3,750E6
power (m)		0,5000	0,5000	0,5000

Identification		H-S_Ap_GR2b	CORONELLA	SOVRACCARI CO
Use alternatives		No	No	No
C_c		0,3136E-3	0,1568E-3	0,2760E-3
C_s		0,08280E-3	0,06210E-3	0,08280E-3
e_{init}		0,5000	0,5000	0,5000
c_{ref}	kN/m^2	700,0	888,0	700,0
(phi)	$^\circ$	27,00	30,00	27,00
(psi)	$^\circ$	0,000	0,000	0,000
Set to default values		Yes	Yes	Yes
u_r		0,2000	0,2000	0,2000
p_{ref}	kN/m^2	100,0	100,0	100,0
K_o^{nc}		0,5460	0,5000	0,5460
c_{inc}	$\text{kN/m}^2/\text{m}$	0,000	0,000	0,000
y_{ref}	m	0,000	0,000	0,000
R_f		0,9000	0,9000	0,9000
Tension cut-off		Yes	Yes	Yes
Tensile strength	kN/m^2	0,000	0,000	0,000
Strength		Manual	Manual	Manual
R_{inter}		0,8000	0,8000	0,8000
i_{inter}		0,000	0,000	0,000

Identification		H-S_Ap_GR2b	CORONELLA	SOVRACCARI CO
K _o determination		Manual	Manual	Manual
K _{o,x}		1,000	1,000	1,000
OCR		1,000	1,000	1,000
POP	kN/m ²	0,000	0,000	0,000
Data set		Standard	Standard	Standard
Type		Coarse	Coarse	Coarse
< 2 μm	%	10,00	10,00	10,00
2 μm - 50 μm	%	13,00	13,00	13,00
50 μm - 2 mm	%	77,00	77,00	77,00
Set to default values		No	No	No
k _x	m/day	0,000	0,000	0,000
k _y	m/day	0,000	0,000	0,000
- unsat	m	10,00E3	10,00E3	10,00E3
e _{init}		0,5000	0,5000	0,5000
C _k		1,000E15	1,000E15	1,000E15






1.1.1.1.2 Materials - Soil and interfaces - Linear elastic

Identification		_CLS25/30-DM96
Identification number		3
Drainage type		Drained
Colour		
Comments		
unsat	kN/m ³	25,00
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
(nu)		0,2000
G	kN/m ²	13,01E6
E _{oed}	kN/m ²	34,69E6


Identification			_CLS25/30-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}			0,8000
α_{inter}			0,000
K_0 determination			Automatic
$K_{0,x}$			1,000
Data set			Standard
Type			Coarse
< 2 μ m		%	10,00
2 μ m - 50 μ m		%	13,00
50 μ m - 2 mm		%	77,00
Set to default values			No
k_x		m/day	0,000
k_y		m/day	0,000
α_{unsat}		m	10,00E3

Identification	_CLS25/30-DM96
e _{init}	0,5000
C _k	1,000E15

1.1.1.2.1 Materials - Plates - (1/2)

Identification		GHOST_CENTINA	HEB160_1.0m_0.5gg	HEB160_1.0m_28gg	HEB160_1.0m_LT	RCK30_SP50
Identification number		1	2	3	4	5
Comments						
Colour						
Material type		Elastic	Elastic	Elastic	Elastic	Elastic
Isotropic		Yes	No	No	No	No
EA ₁	kN/m	1,000E-9	2,024E6	5,809E6	5,809E-3	1,560E-3
EA ₂	kN/m	1,000E-9	2,024E6	5,809E6	5,809E-3	1,560E-3
EI	kN m ² /m	0,01000E-6	8151	20,64E3	0,02063E-3	0,03250E-3
d	m	10,95	0,2198	0,2065	0,2065	0,5000
w	kN/m/m	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
(nu)		0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
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_SP60
Identification number		6
Comments		
Colour		
Material type		Elastic
Isotropic		No
EA ₁	kN/m	1,873E-3
EA ₂	kN/m	1,873E-3
EI	kN m ² /m	0,05619E-3
d	m	0,6000
w	kN/m/m	0,000
(nu)		0,000
Rayleigh		0,000
Rayleigh		0,000

1.1.2 General information

General information

Project

Filename Ap-GR2b_400 m_pedonale.PLX

Directory J:\396.01-COCIV-TERZO VALICO\LOTTO3\GN91B - Bypass Cunicolo BP\04_ANALISI NUMERICHE\ap_GR2b_400m_pedonale\Ap-GR2b_400 m_pedonale.P2DAT\

Title By-pass pedonale-Cunicolo

General

Model Plane strain

Elements 15-Noded

Acceleration

Gravity angle -90,00°

x-acceleration 0,000 G

y-acceleration 0,000 G

Earth gravity 9,800 m/s²

Mesh

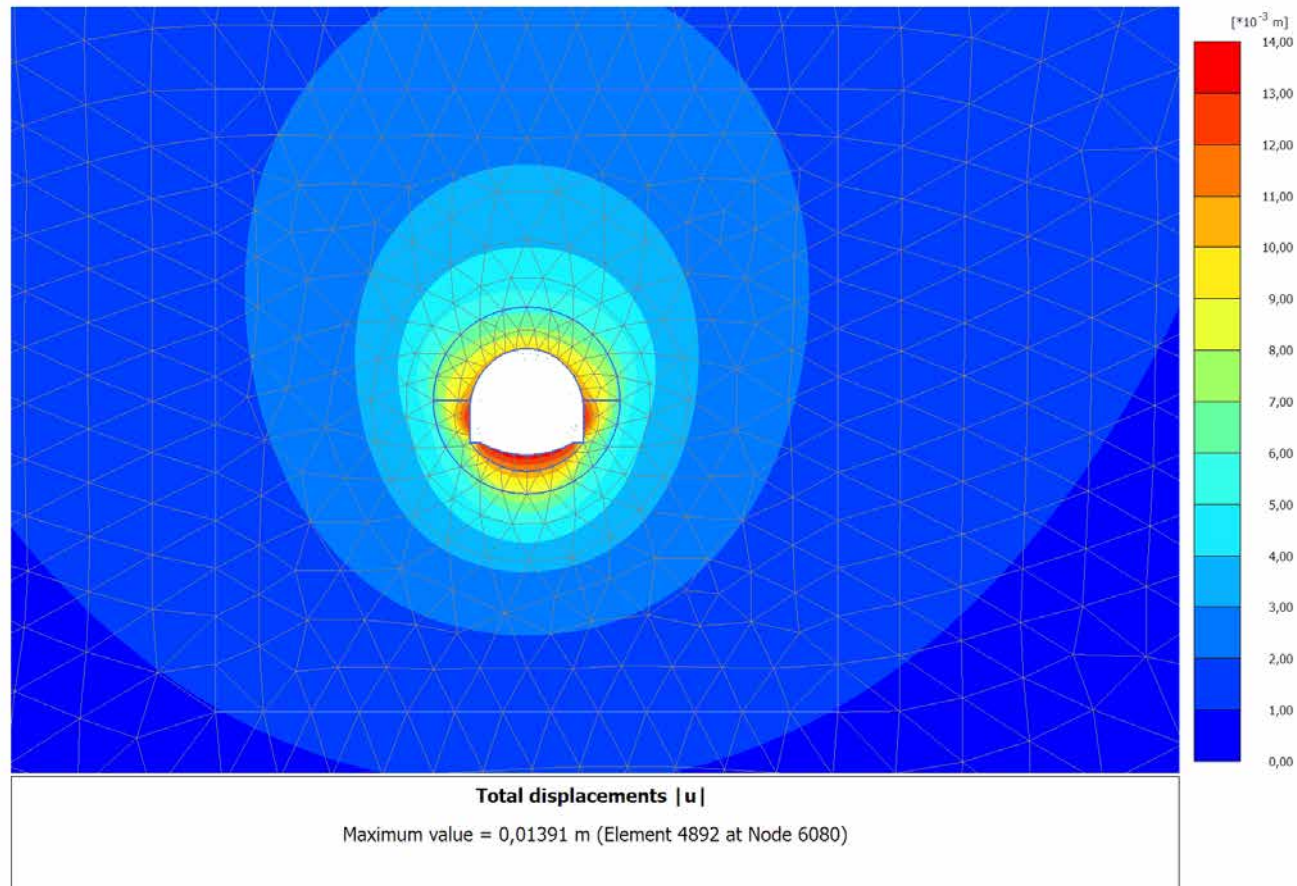
Nr of soil elements 5634

Nr of nodes 45488

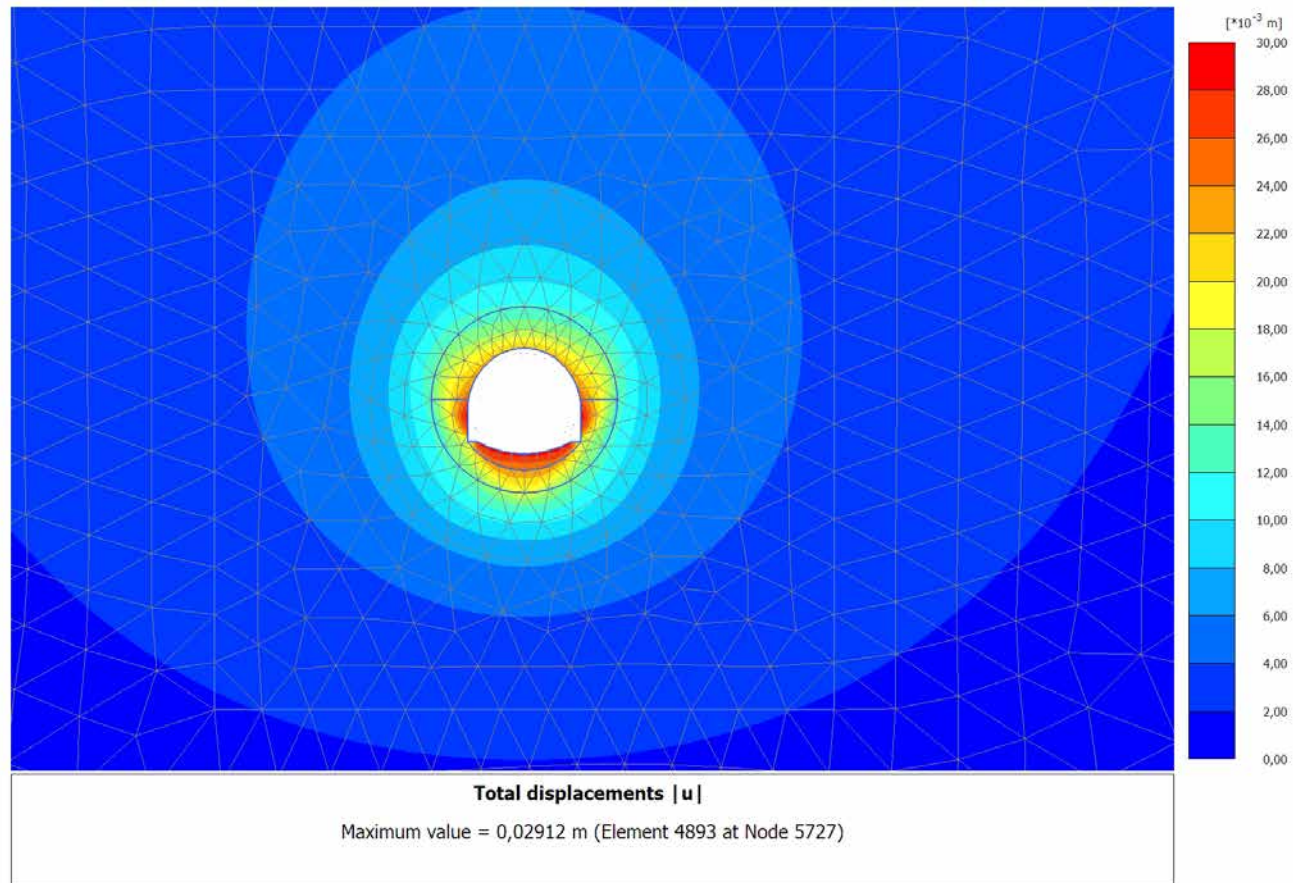
Average elem. size 2,979 m

Comments

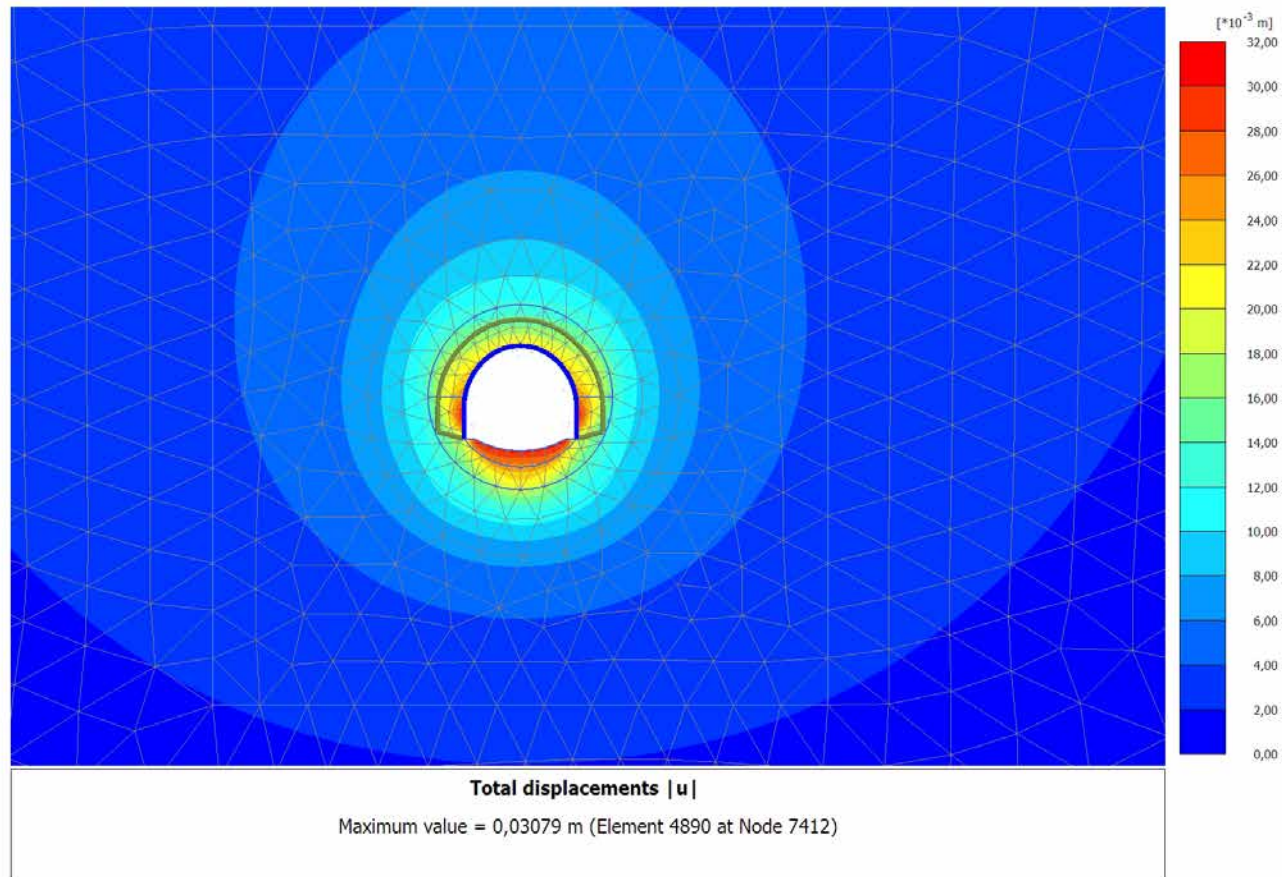
4.1.1 Calculation results, SCAVO (3/12), Total displacements $|u|$



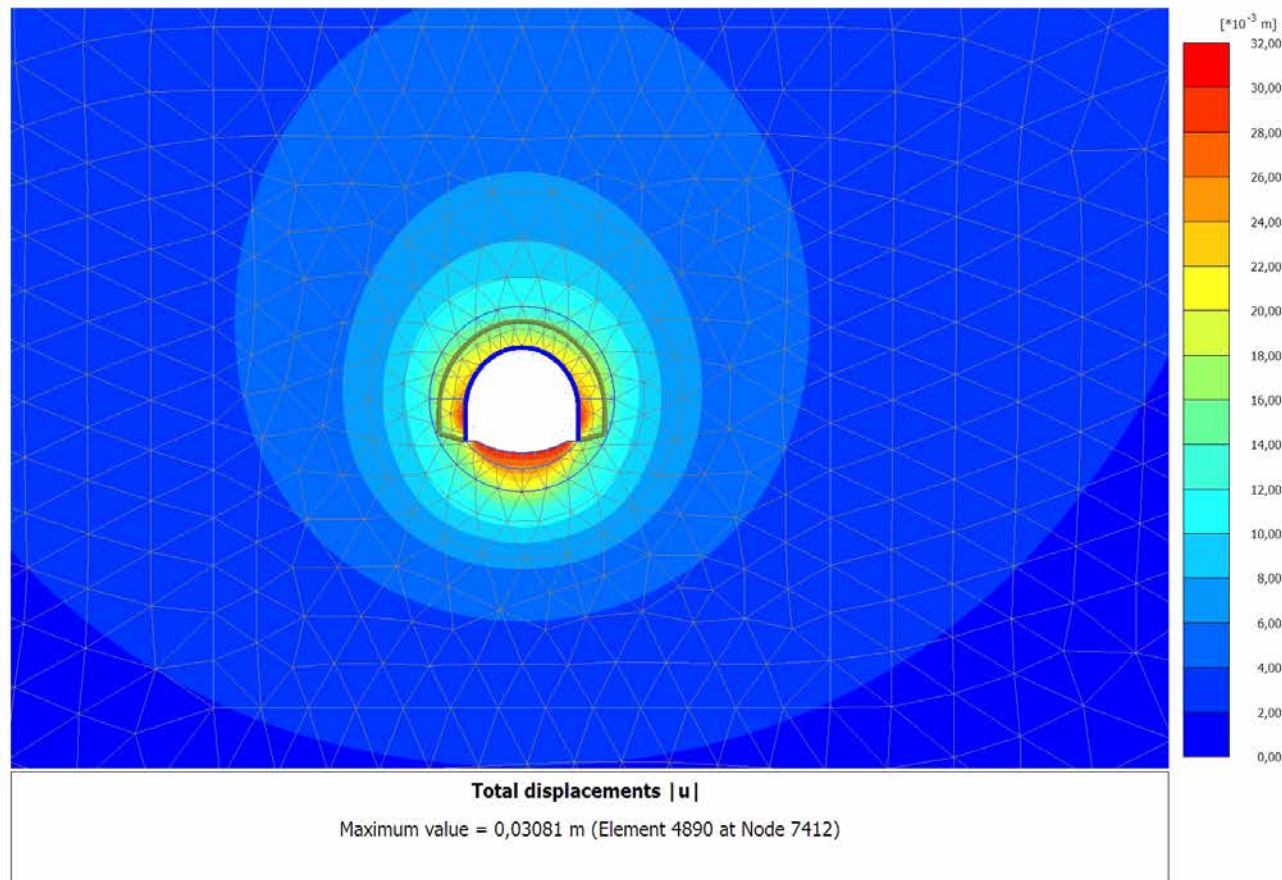
4.1.2 Calculation results, AVANZAMENTO (4/53), Total displacements $|u|$



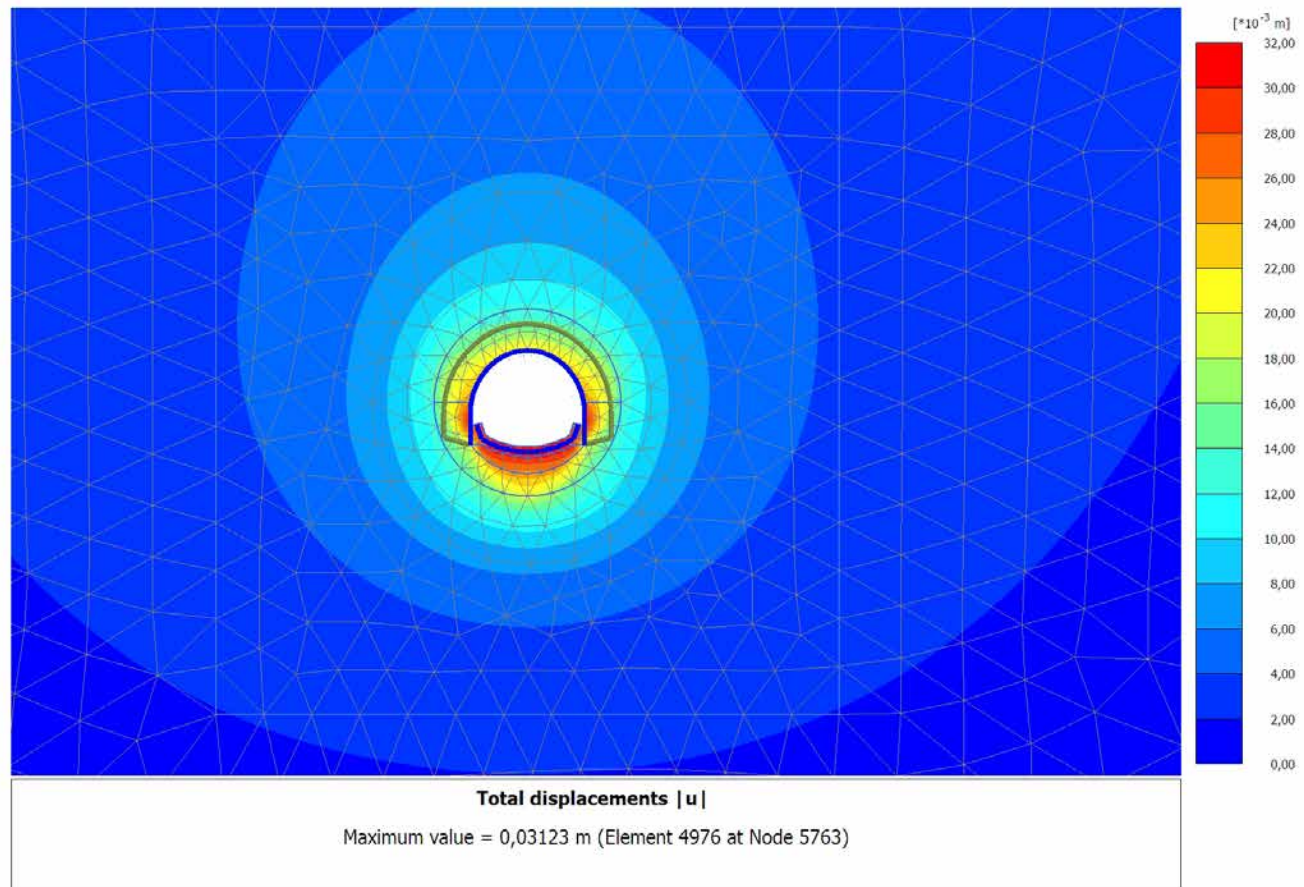
4.1.3 Calculation results, INSTALLAZIONE CENTINE (5/83), Total displacements $|u|$



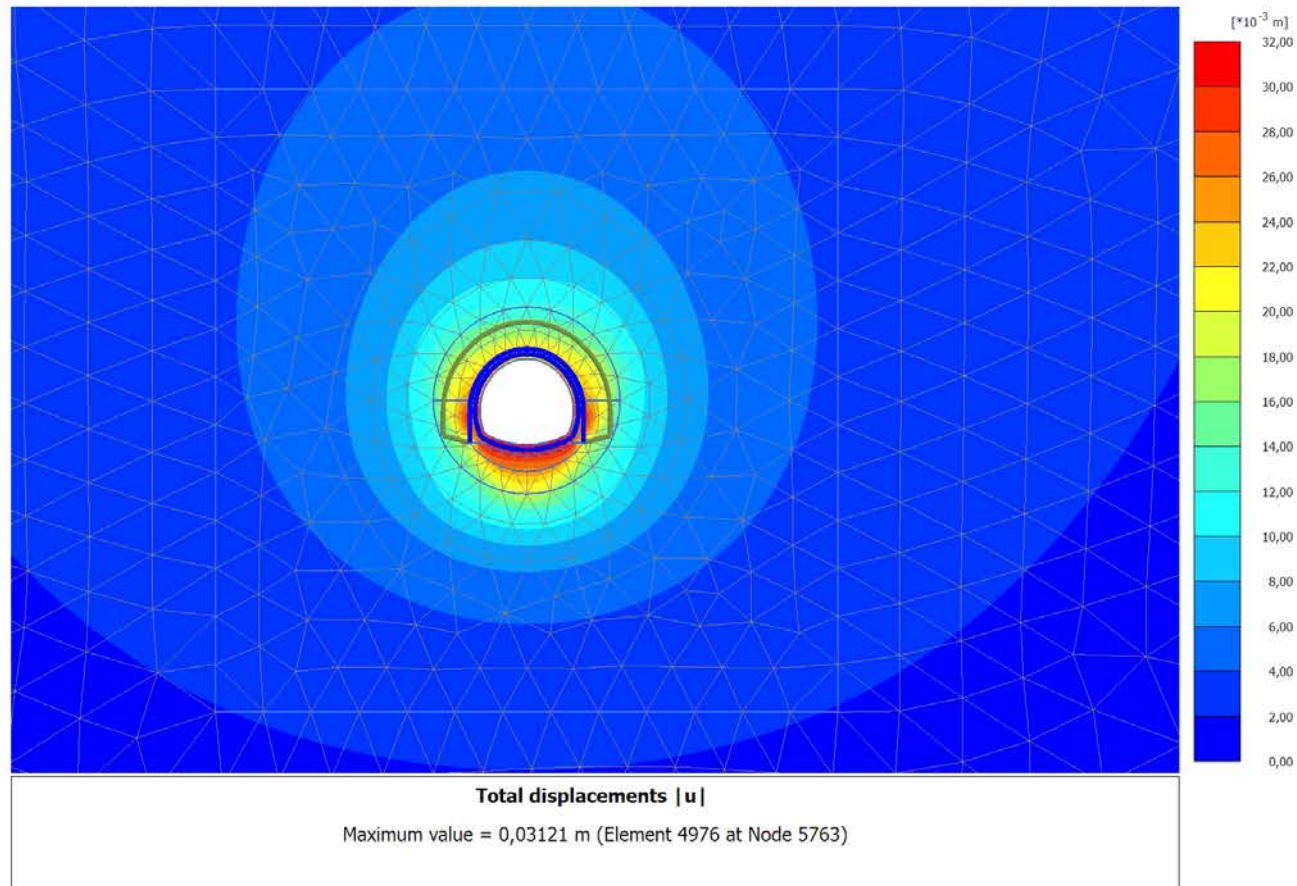
4.1.4 Calculation results, MATURAZIONE SPRITZ (6/84), Total displacements $|u|$



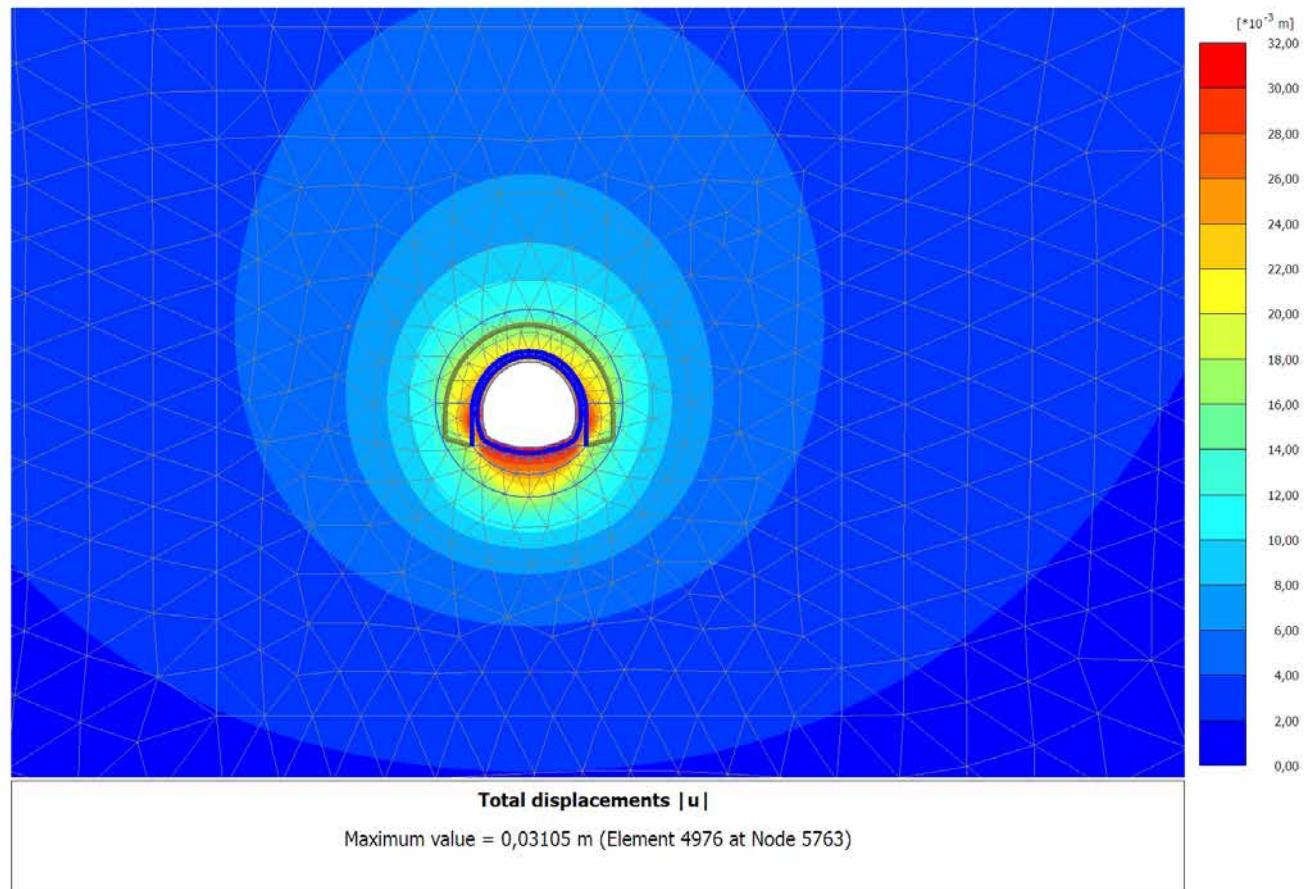
4.1.5 Calculation results, ARCO (7/86), Total displacements $|u|$

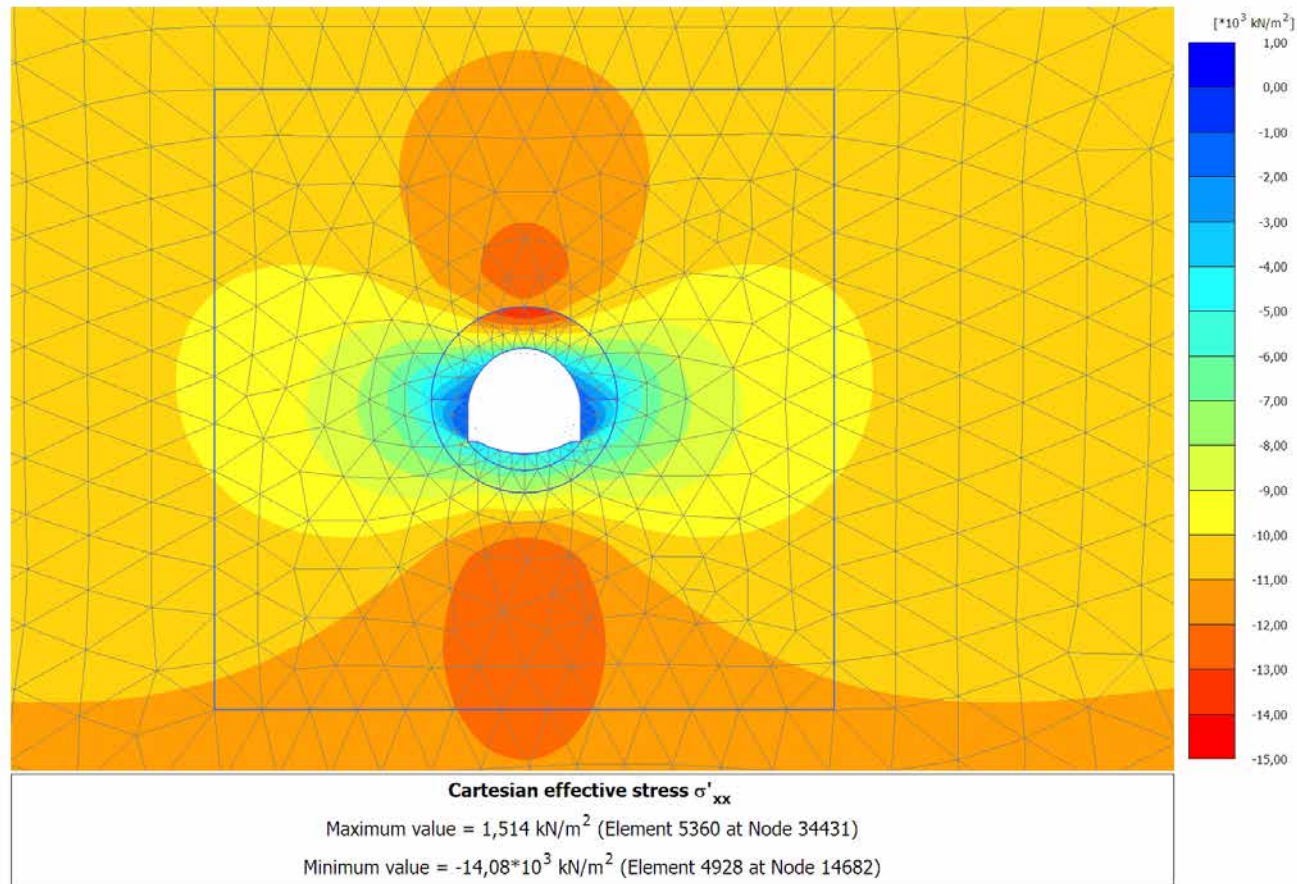


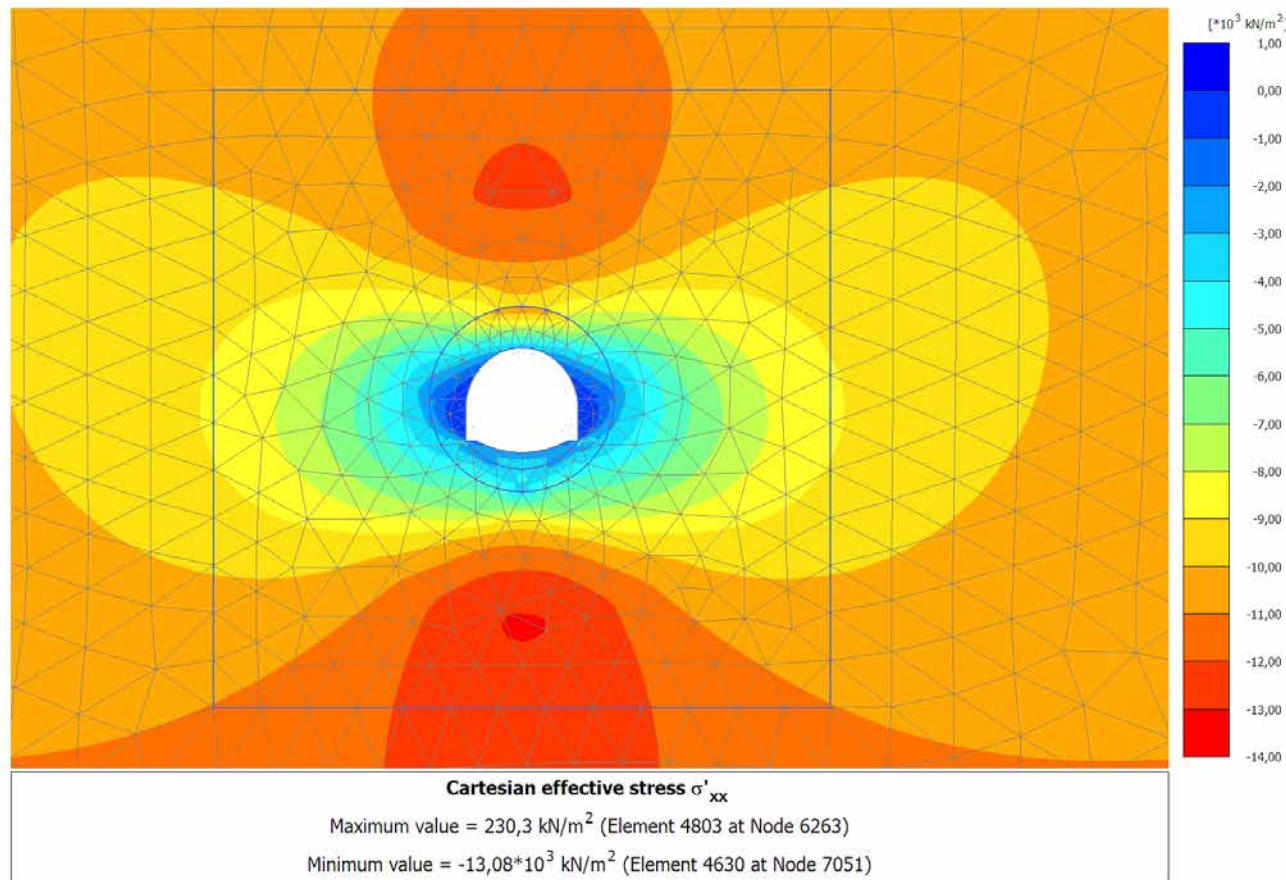
4.1.6 Calculation results, CALOTTA (8/89), Total displacements $|u|$



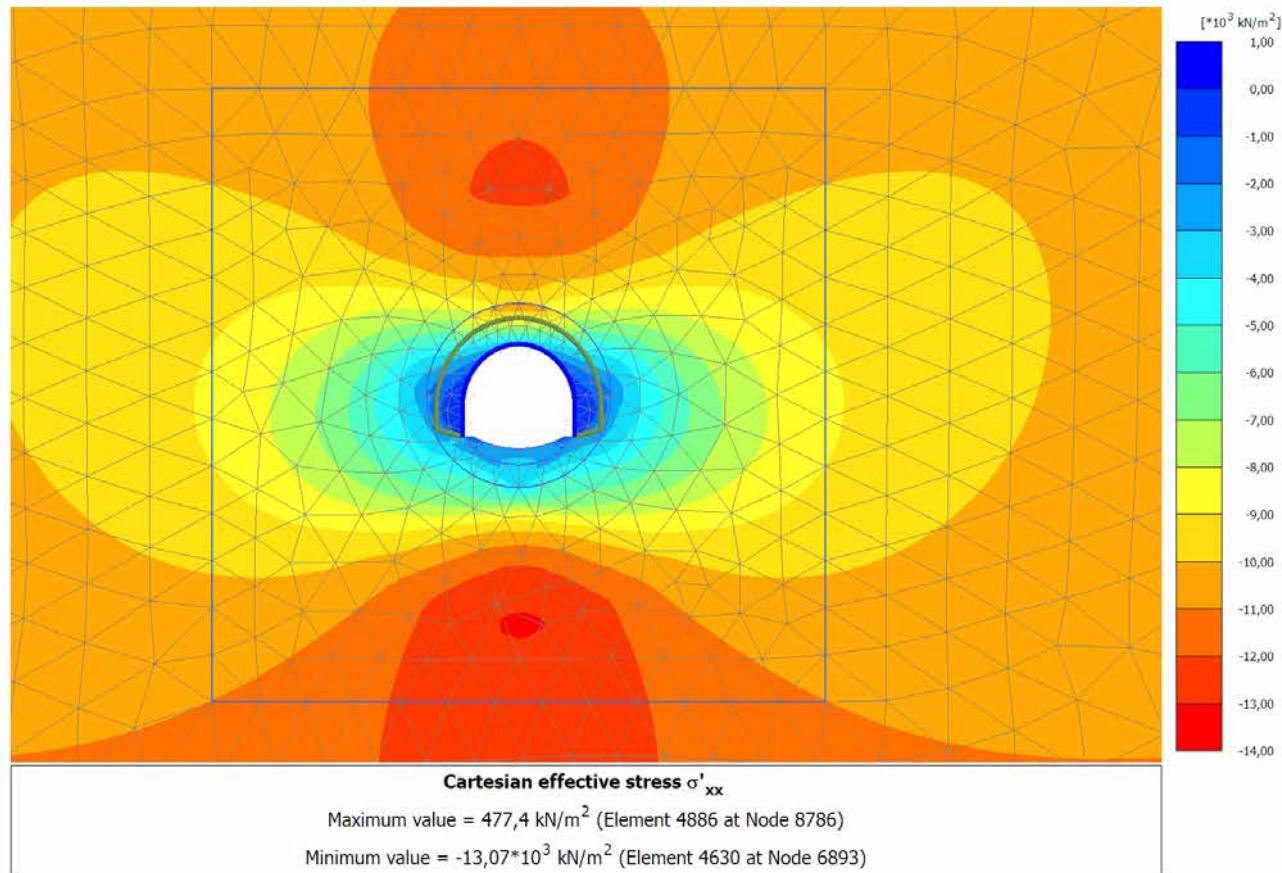
4.1.7 Calculation results, LT (9/97), Total displacements $|u|$



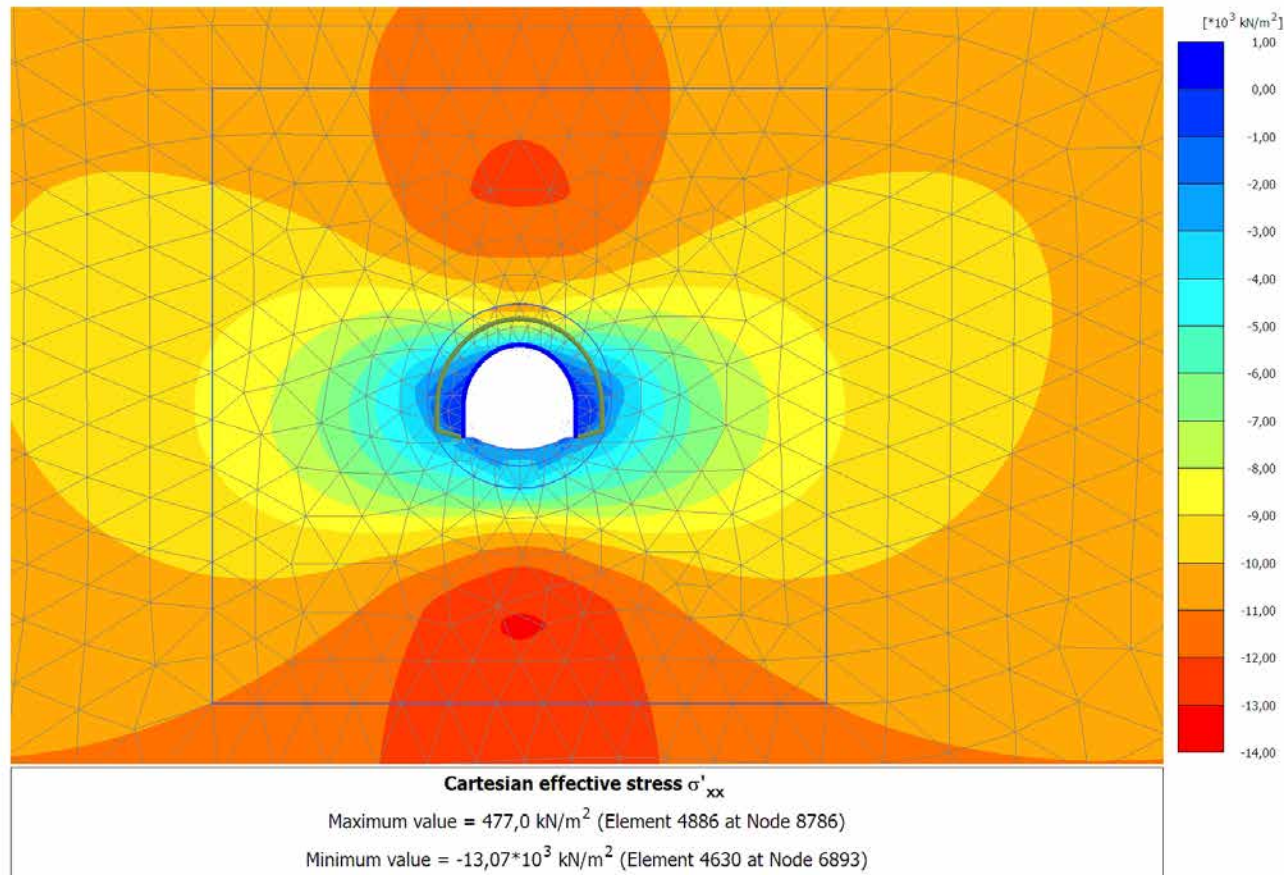
4.2.1 Calculation results, SCAVO (3/12), Cartesian effective stress σ'_{xx} 

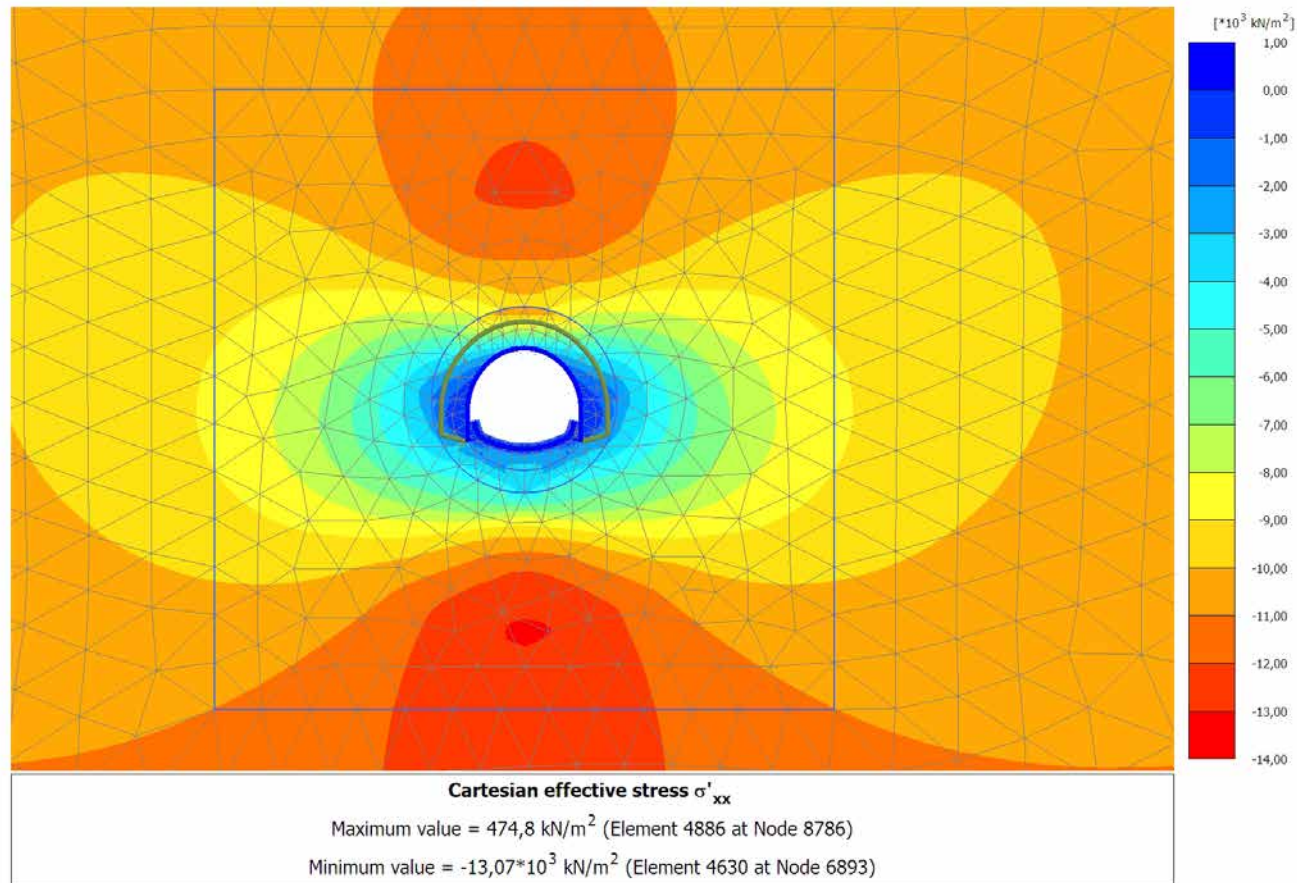
4.2.2 Calculation results, AVANZAMENTO (4/53), Cartesian effective stress σ'_{xx} 

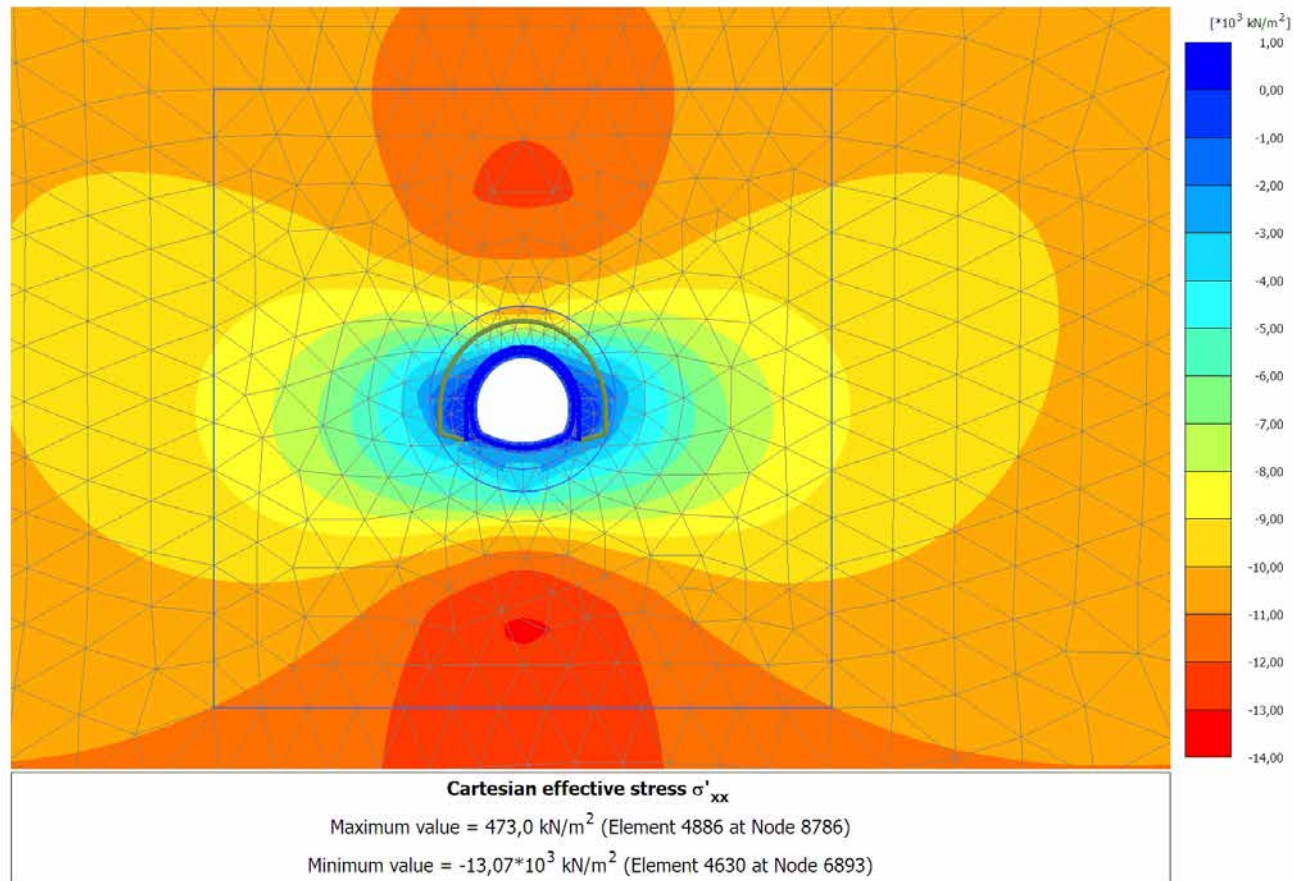
4.2.3 Calculation results, INSTALLAZIONE CENTINE (5/83), Cartesian effective stress

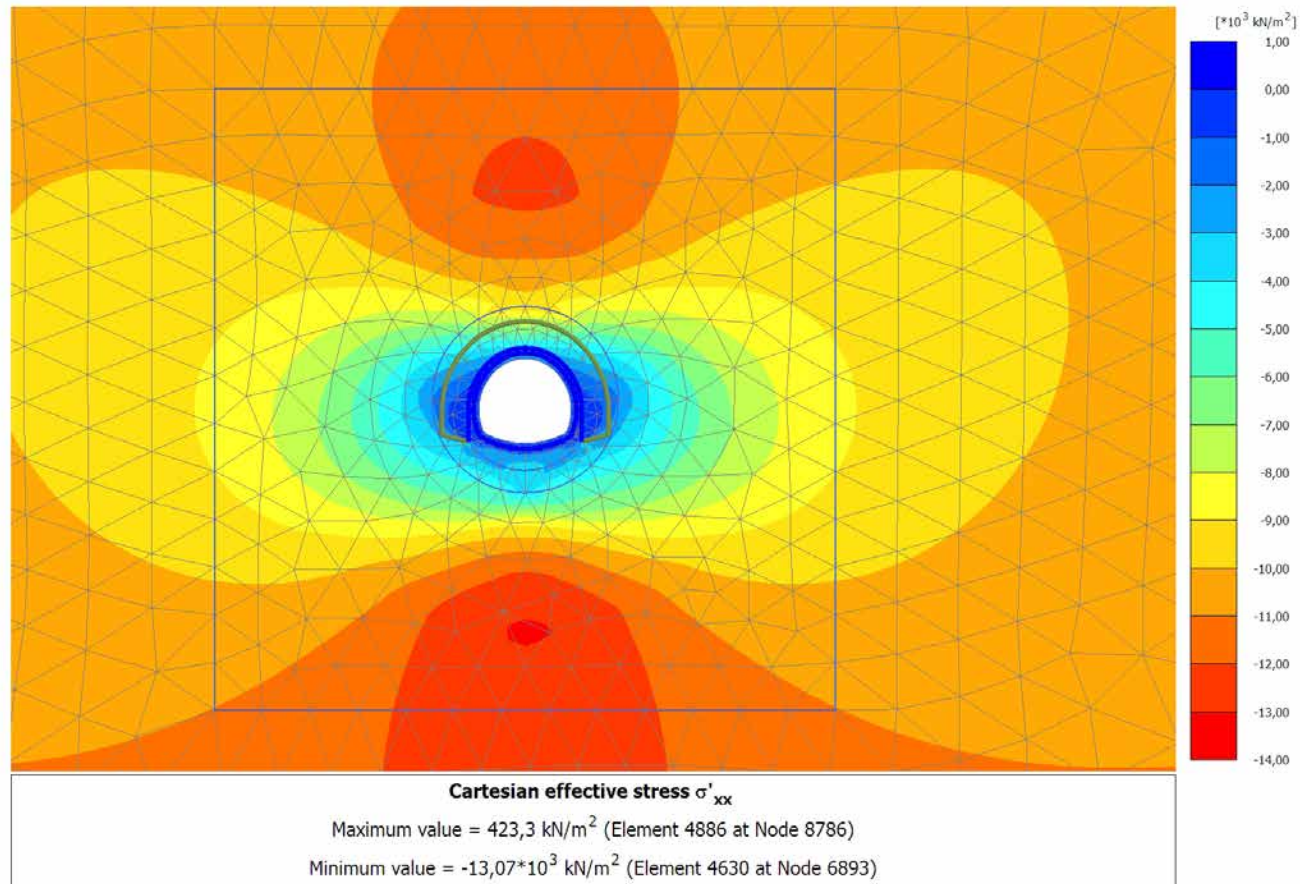
 σ_{xx} 

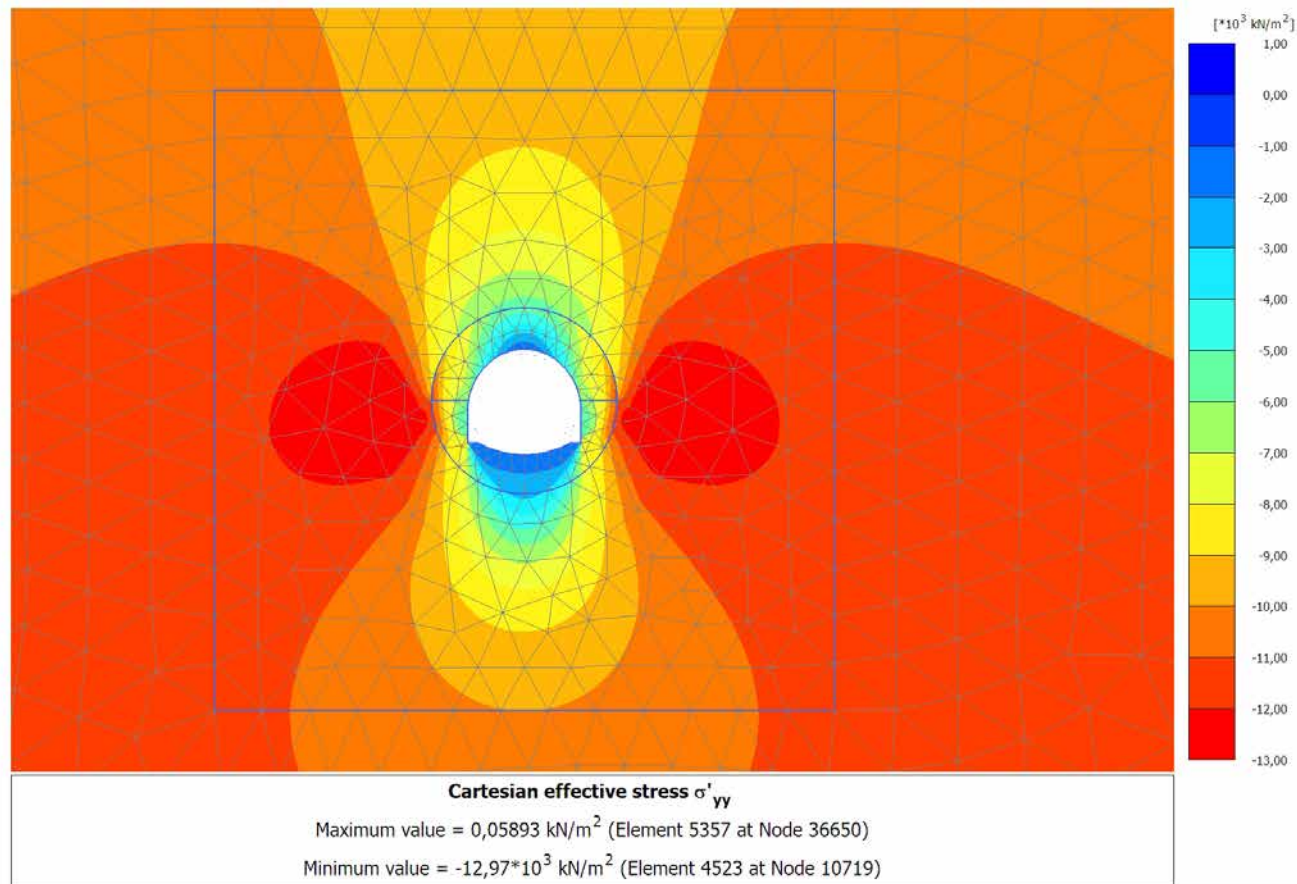
4.2.4 Calculation results, MATURAZIONE SPRITZ (6/84), Cartesian effective stress

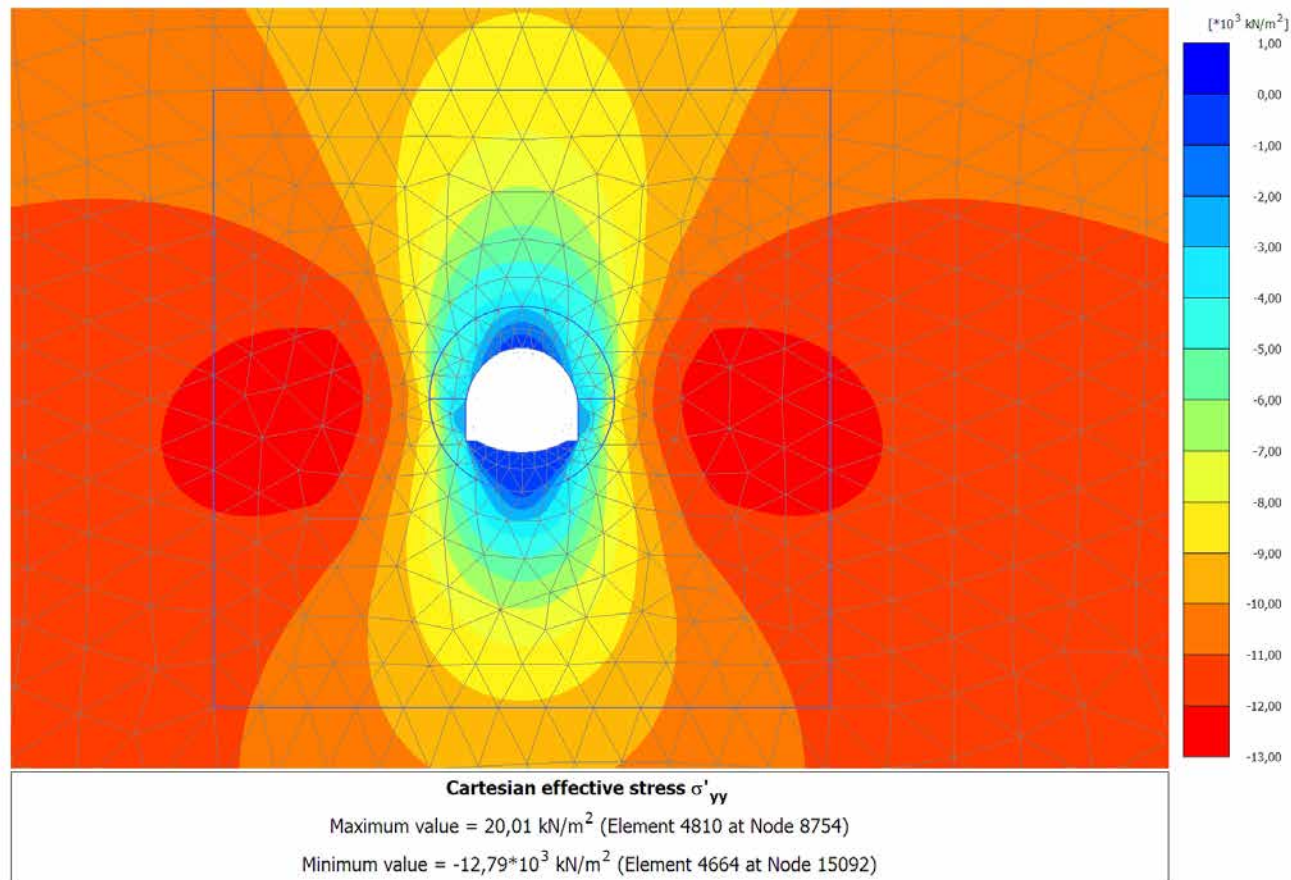
 σ_{xx} 

4.2.5 Calculation results, ARCO (7/86), Cartesian effective stress σ'_{xx} 

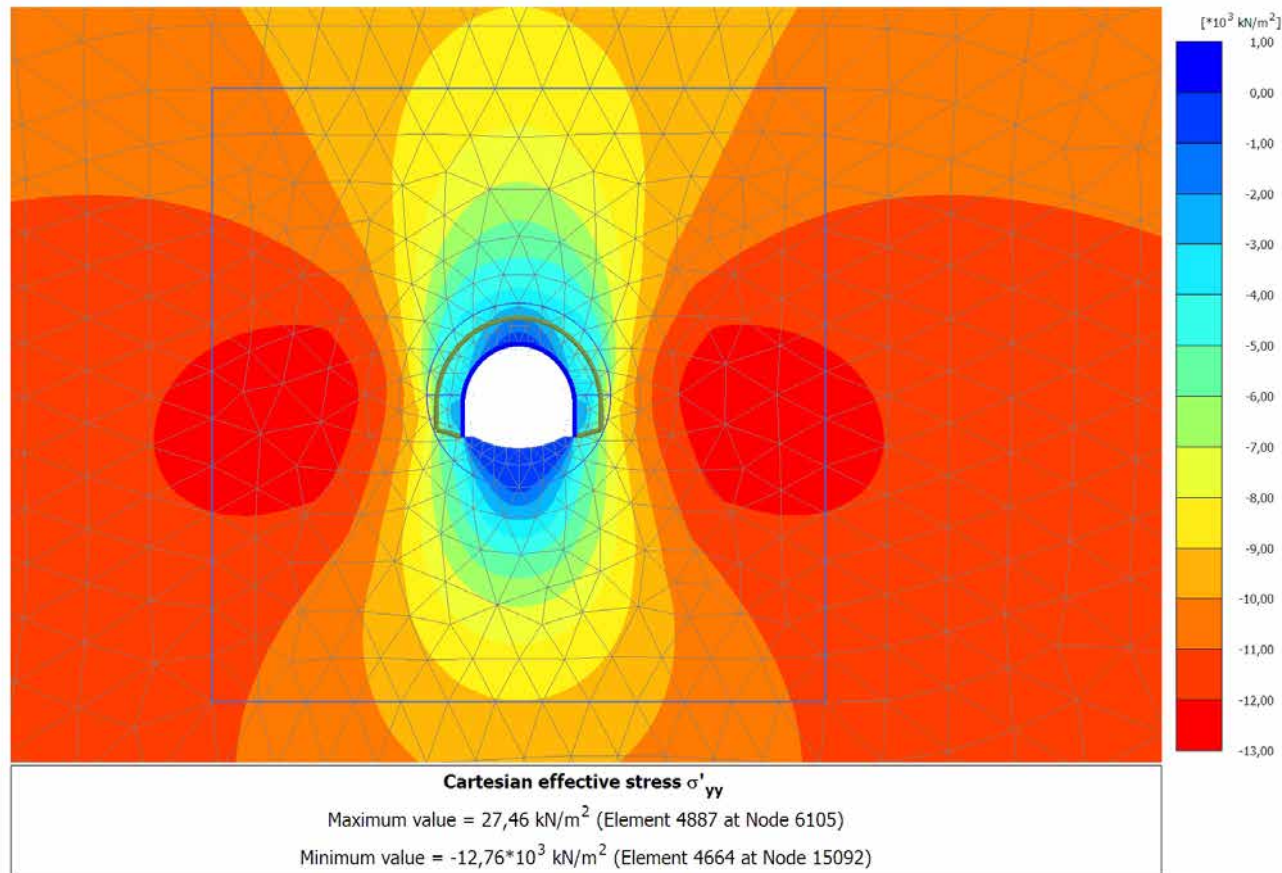
4.2.6 Calculation results, CALOTTA (8/89), Cartesian effective stress σ'_{xx} 

4.2.7 Calculation results, LT (9/97), Cartesian effective stress σ'_{xx} 

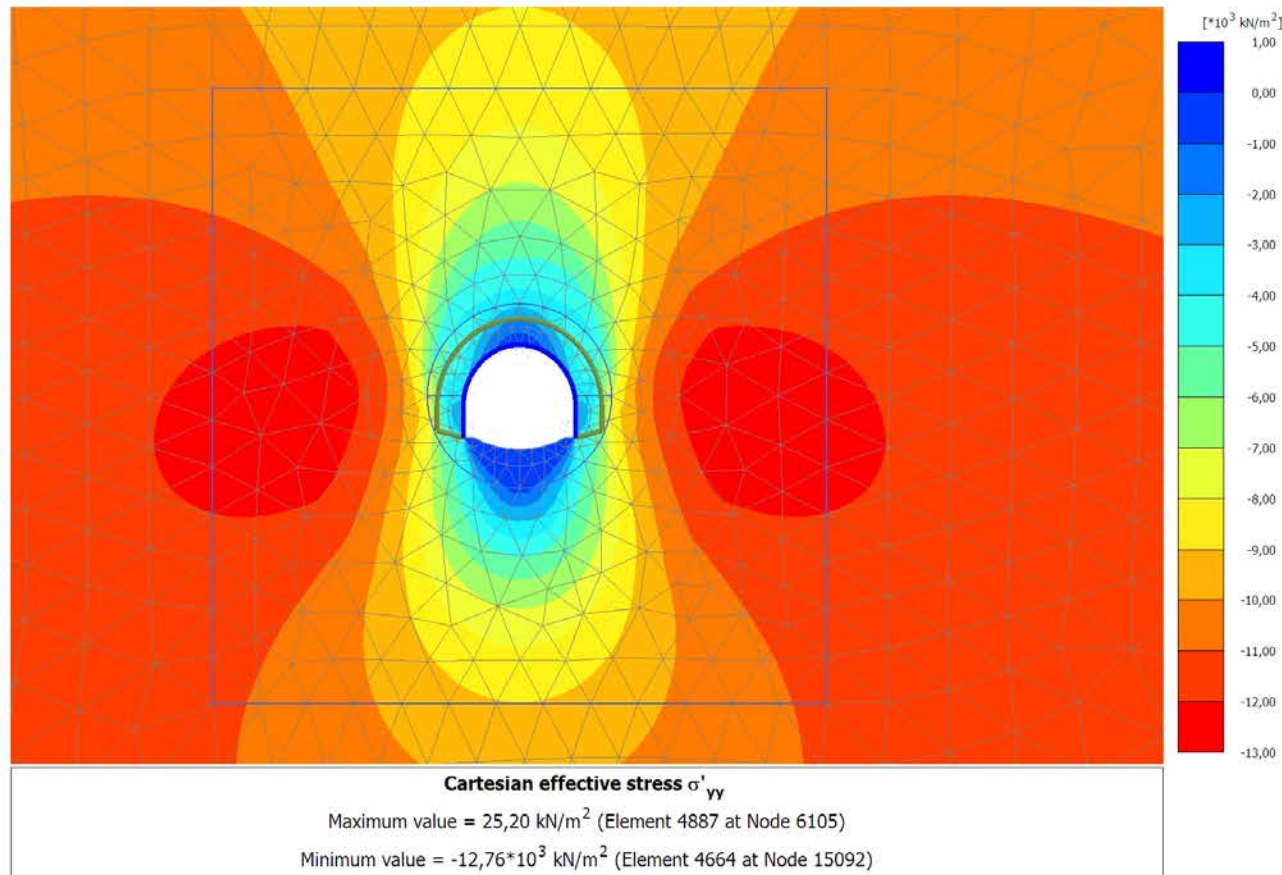
4.3.1 Calculation results, SCAVO (3/12), Cartesian effective stress σ'_{yy} 

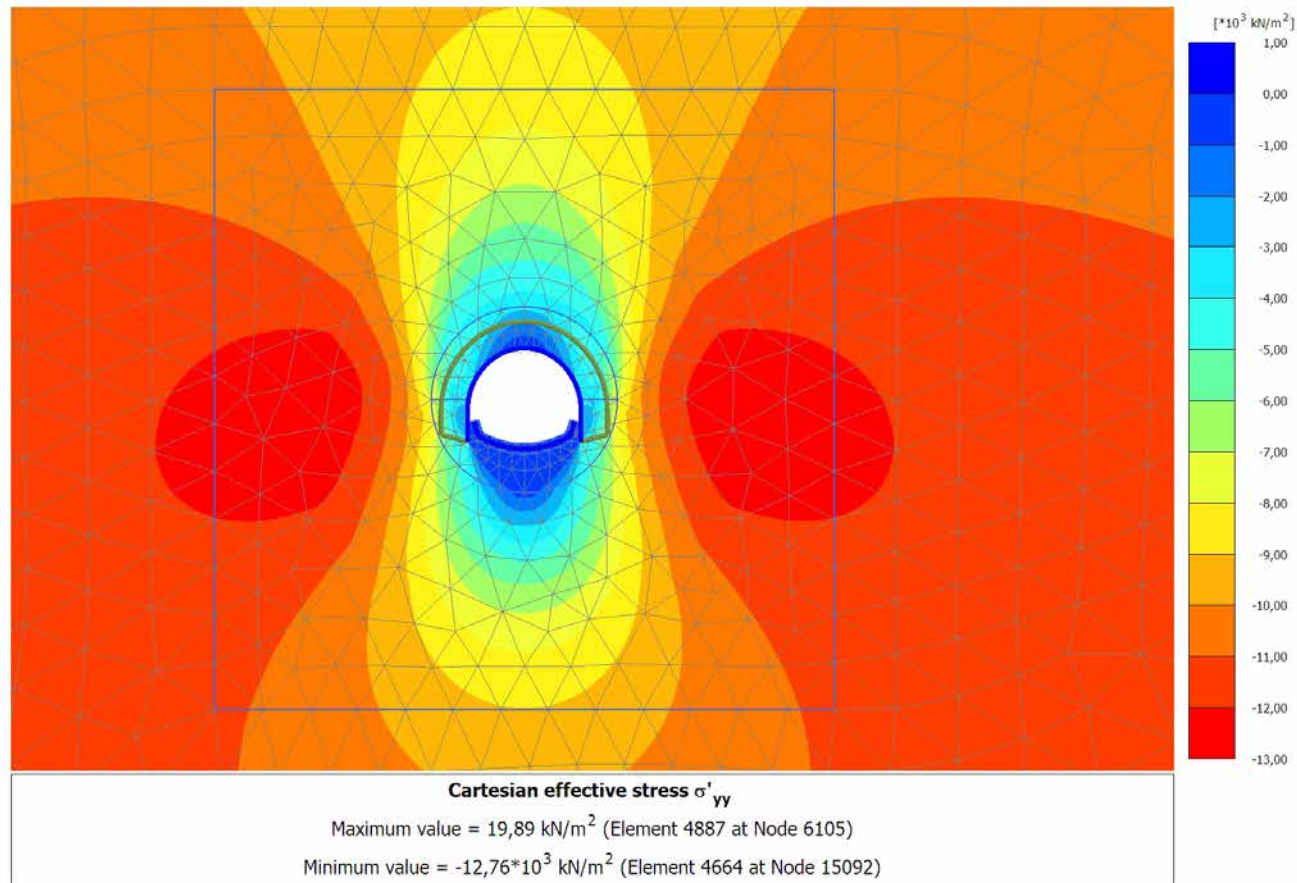
4.3.2 Calculation results, AVANZAMENTO (4/53), Cartesian effective stress σ'_{yy} 

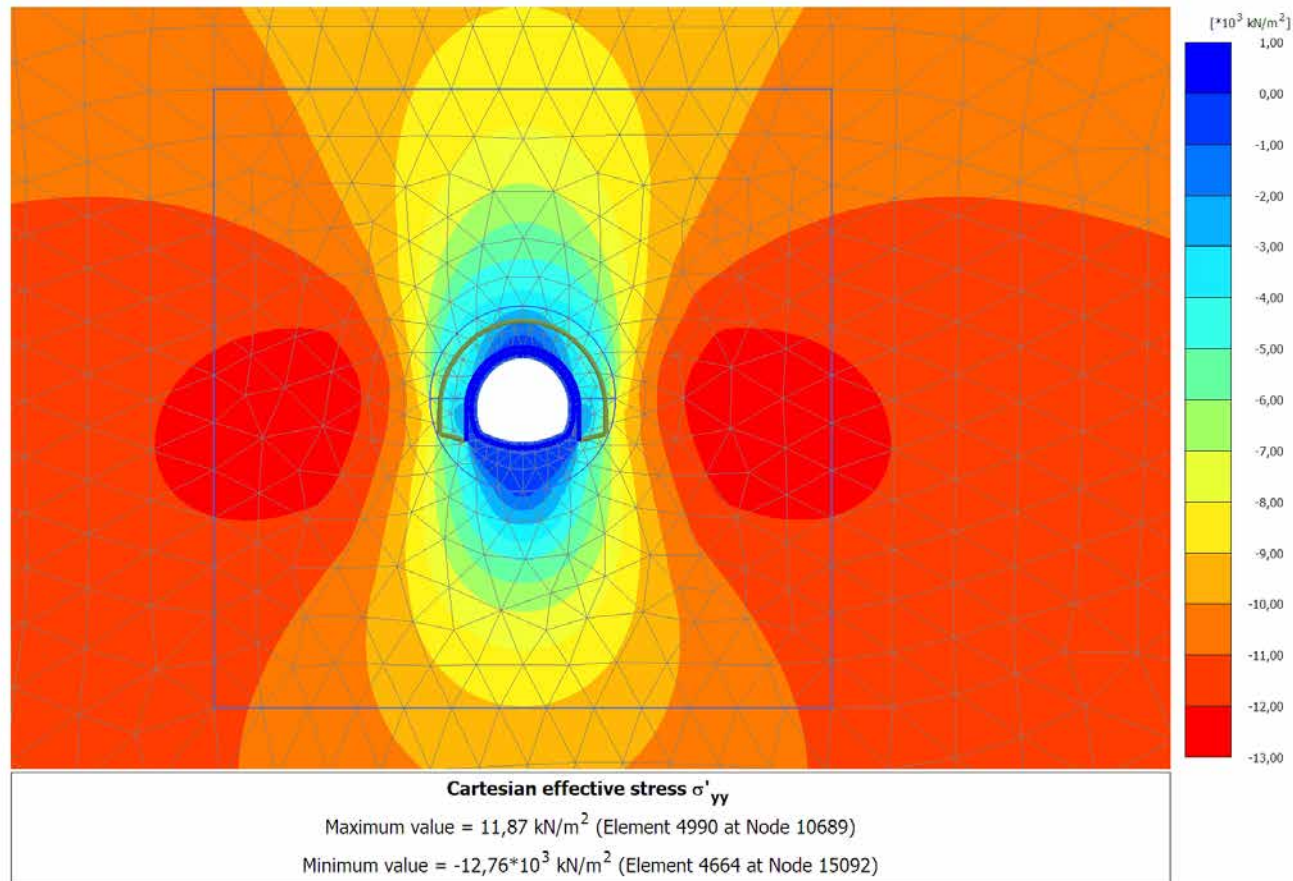
4.3.3 Calculation results, INSTALLAZIONE CENTINE (5/83), Cartesian effective stress

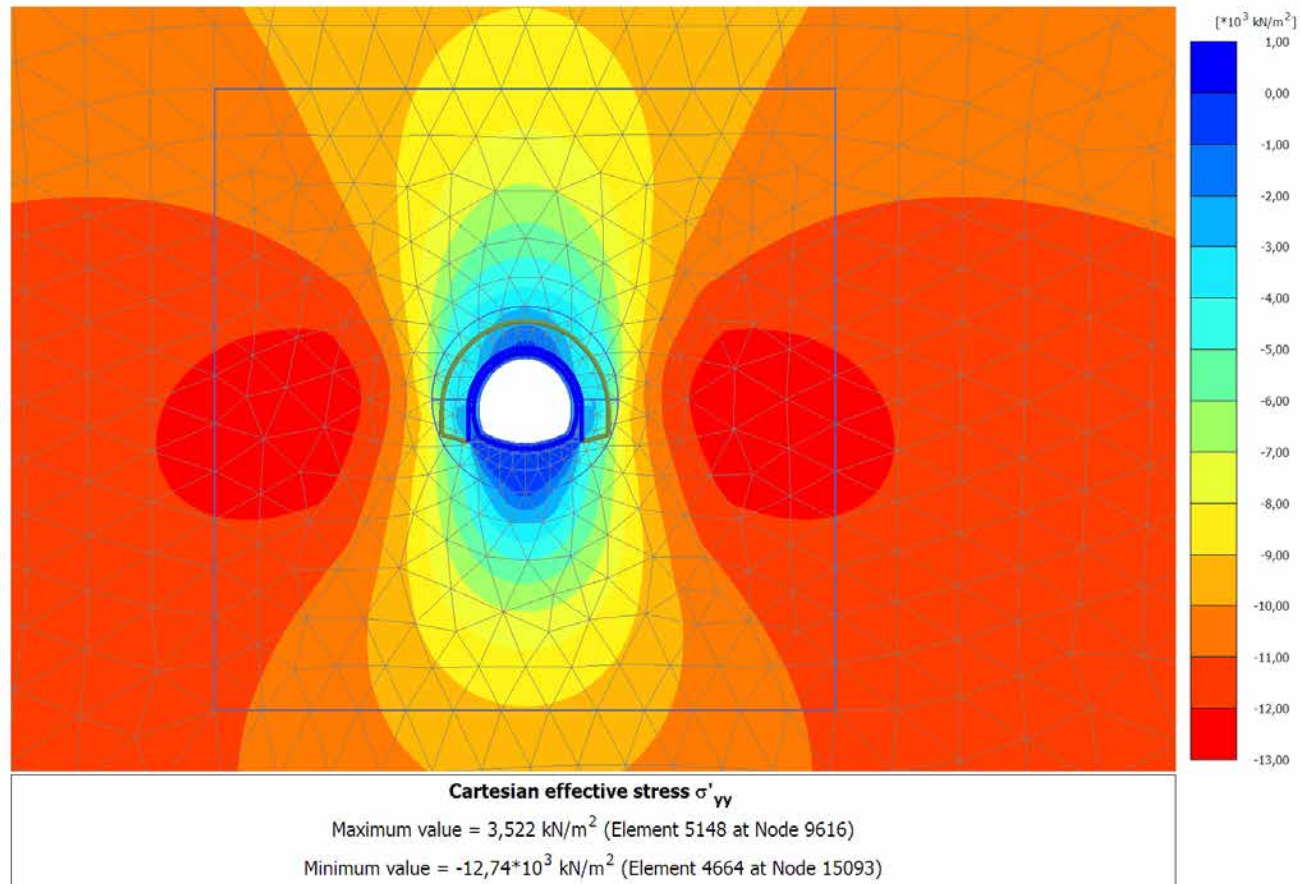
 σ'_{yy} 

4.3.4 Calculation results, MATURAZIONE SPRITZ (6/84), Cartesian effective stress

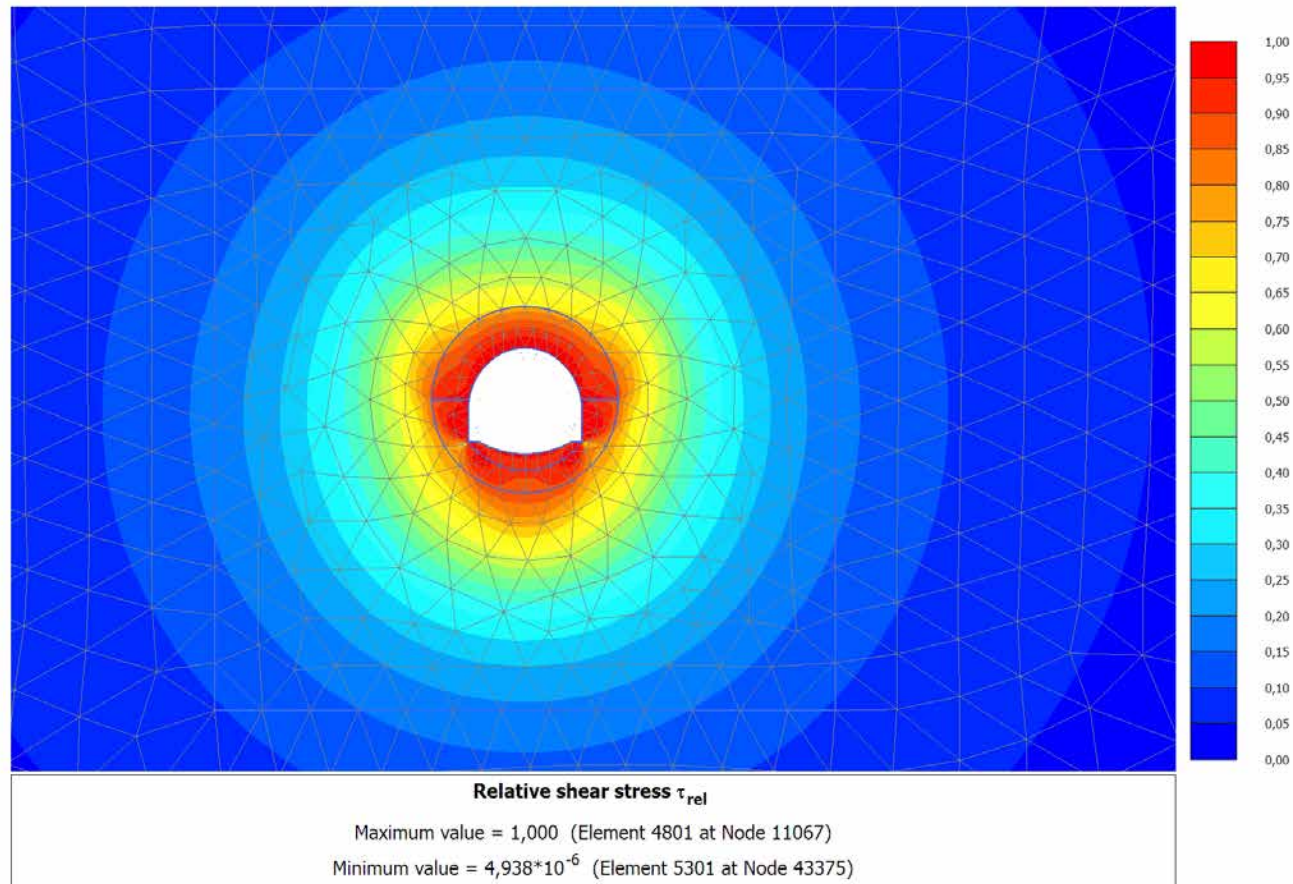
 σ'_{yy} 

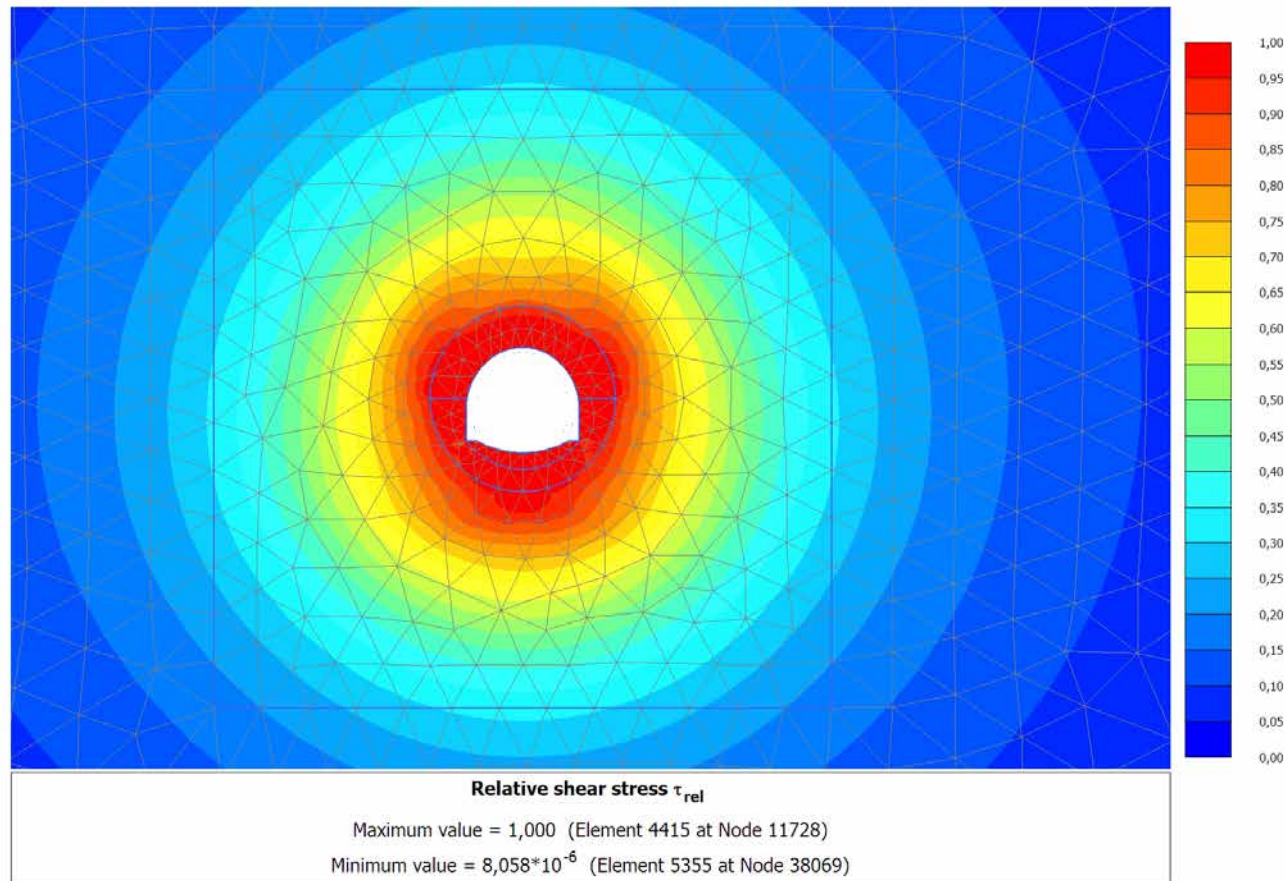
4.3.5 Calculation results, ARCO (7/86), Cartesian effective stress σ'_{yy} 

4.3.6 Calculation results, CALOTTA (8/89), Cartesian effective stress σ'_{yy} 

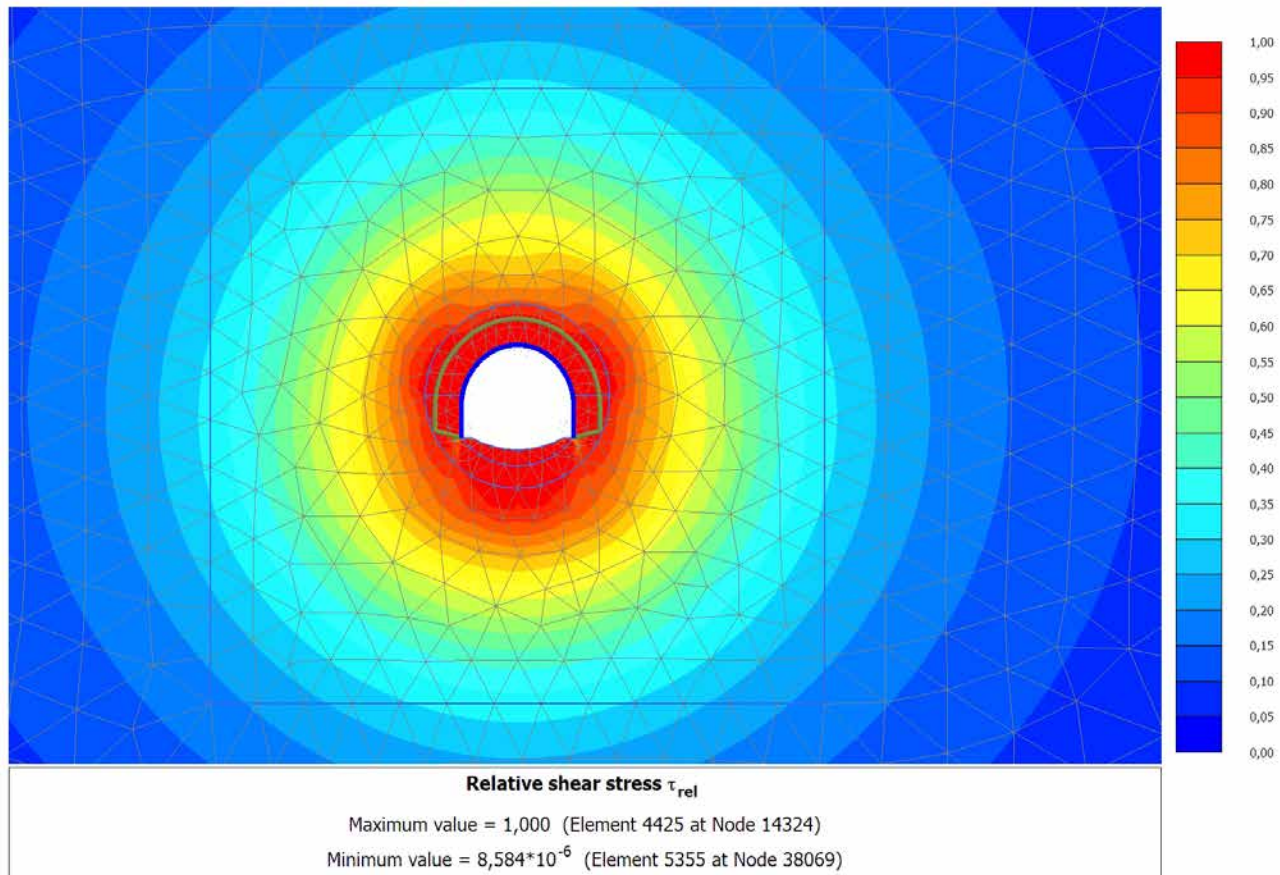
4.3.7 Calculation results, LT (9/97), Cartesian effective stress σ'_{yy} 

4.4.1 Calculation results, SCAVO (3/12), Relative shear stress τ_{rel}

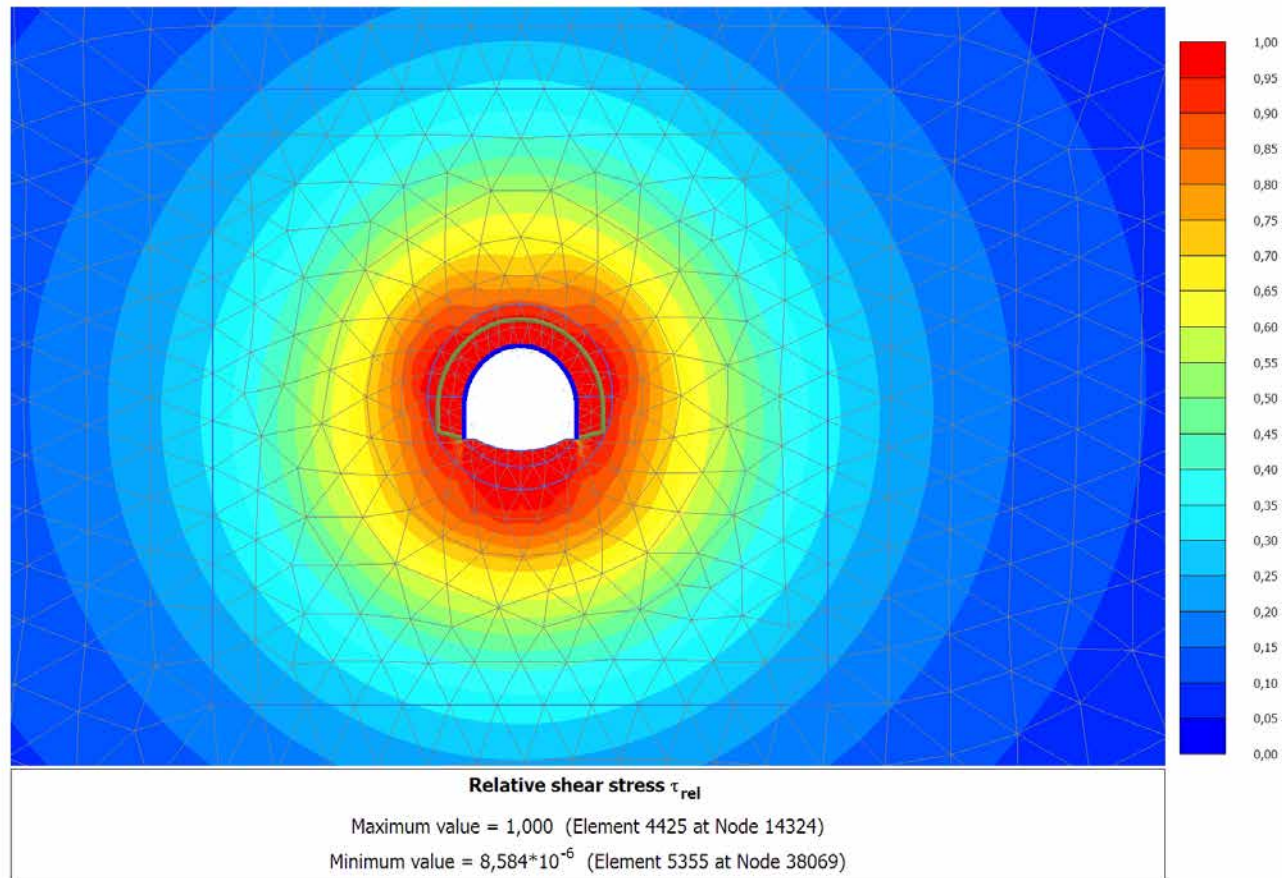


4.4.2 Calculation results, AVANZAMENTO (4/53), Relative shear stress τ_{rel} 

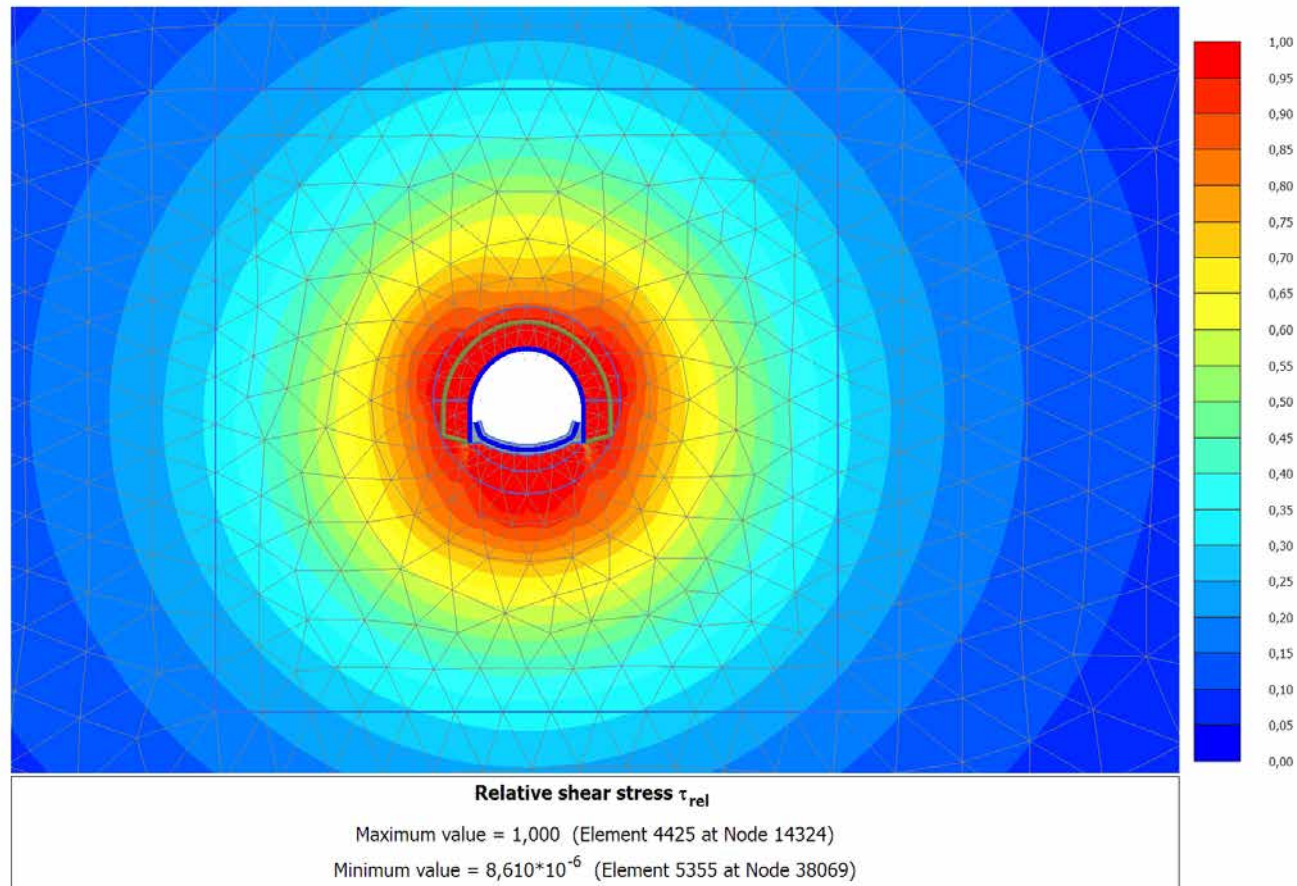
4.4.3 Calculation results, INSTALLAZIONE CENTINE (5/83), Relative shear stress τ_{rel}



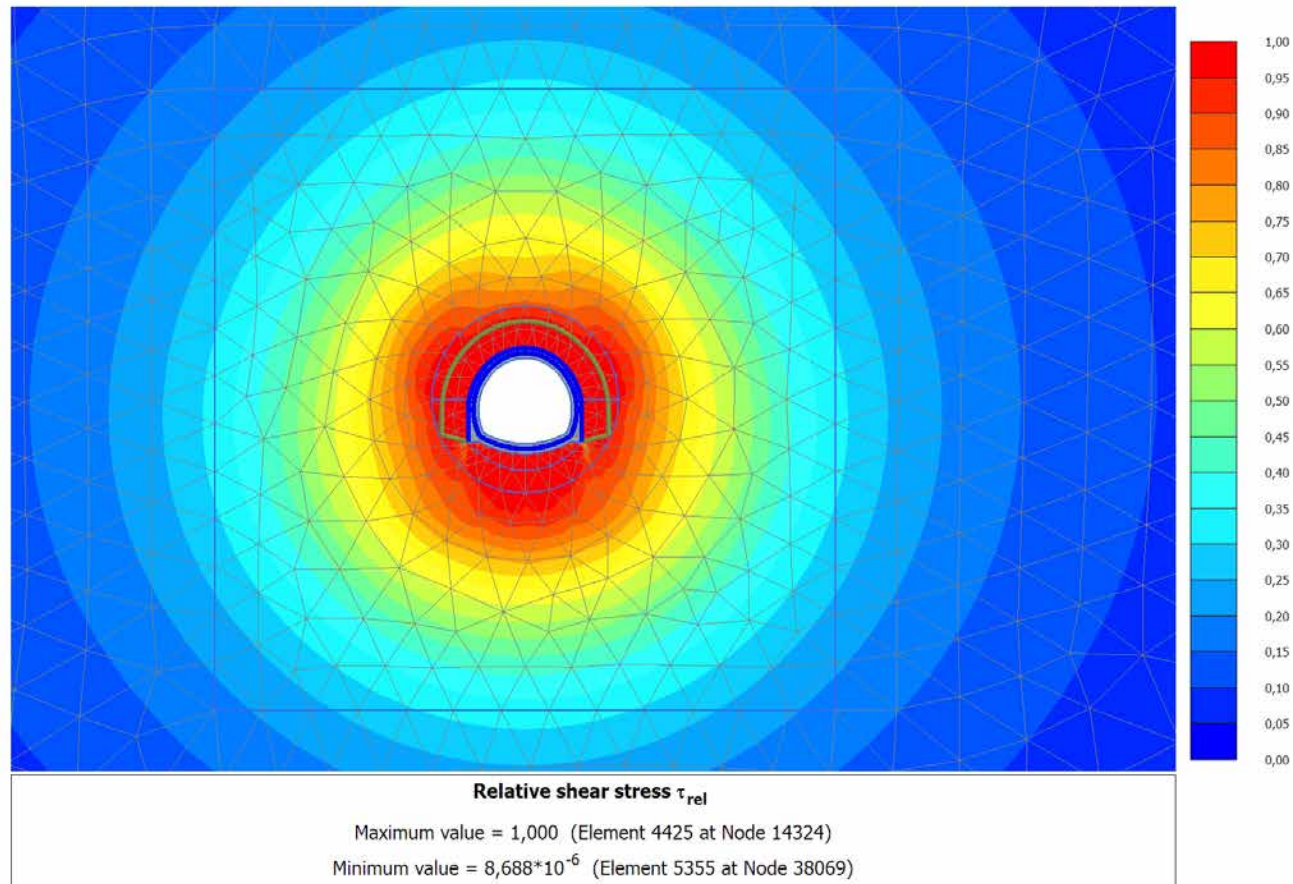
4.4.4 Calculation results, MATURAZIONE SPRITZ (6/84), Relative shear stress τ_{rel}



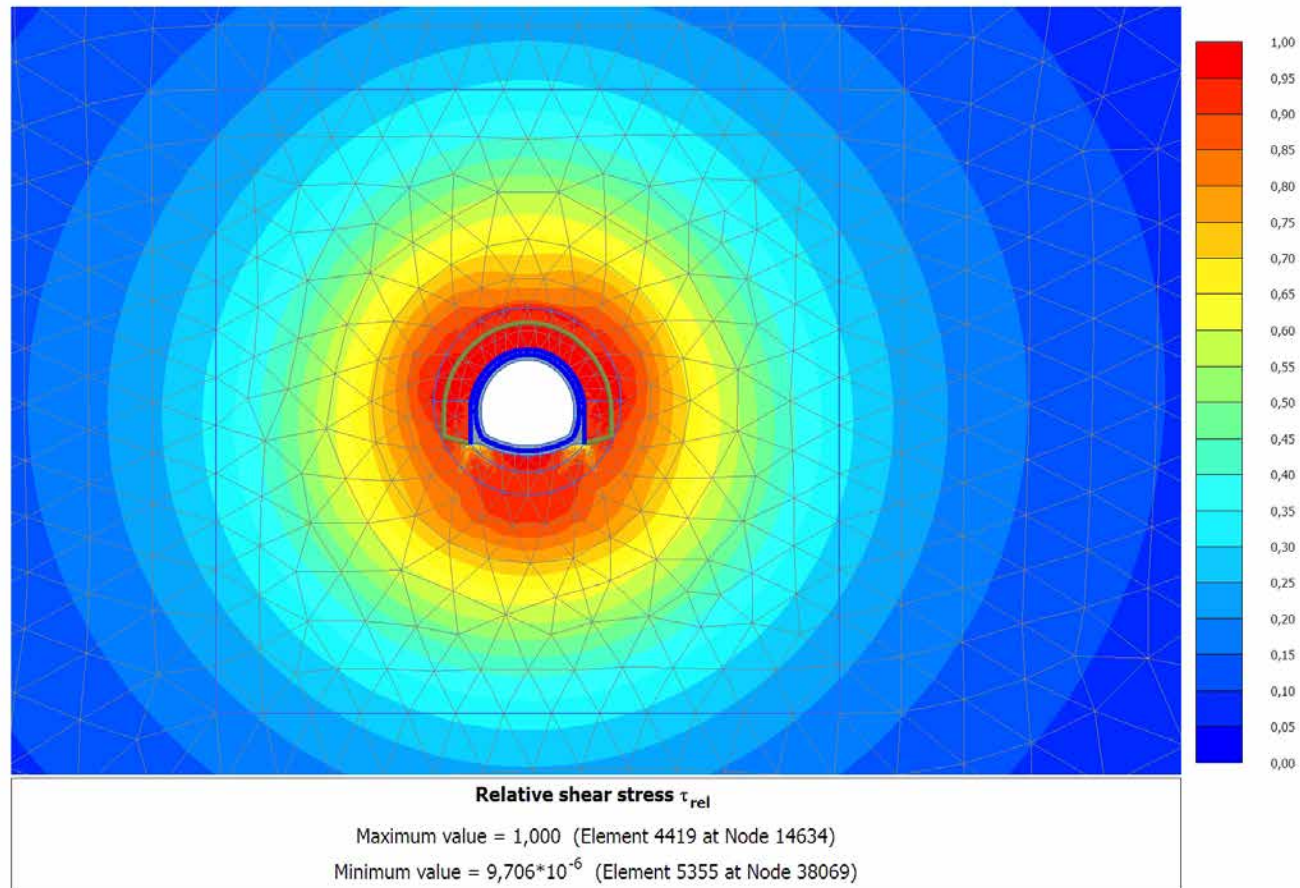
4.4.5 Calculation results, ARCO (7/86), Relative shear stress τ_{rel}



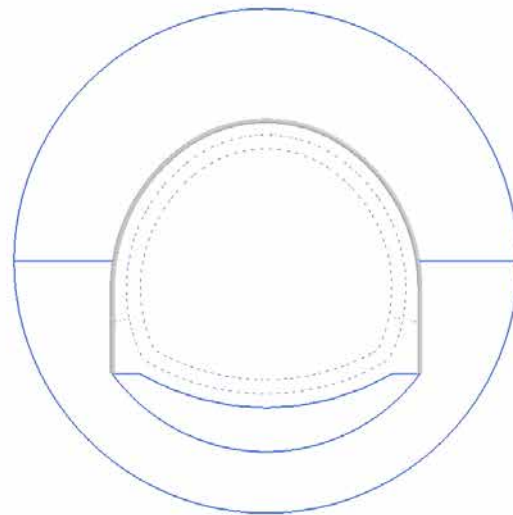
4.4.6 Calculation results, CALOTTA (8/89), Relative shear stress τ_{rel}



4.4.7 Calculation results, LT (9/97), Relative shear stress τ_{rel}



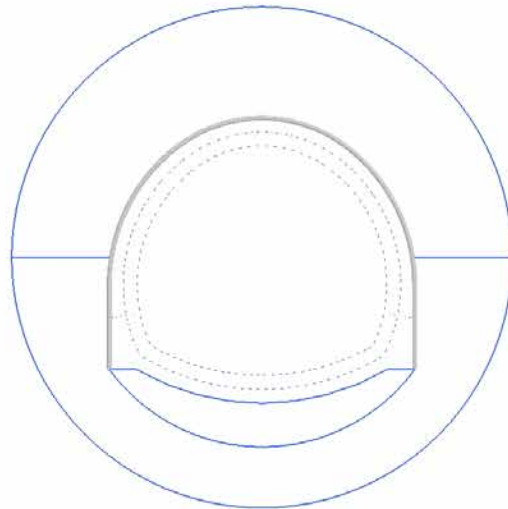
4.5.1 Calculation results, Plate, SCAVO (3/12), Axial forces N



Axial forces N (scaled up $5,00 \cdot 10^{-3}$ times)

No results

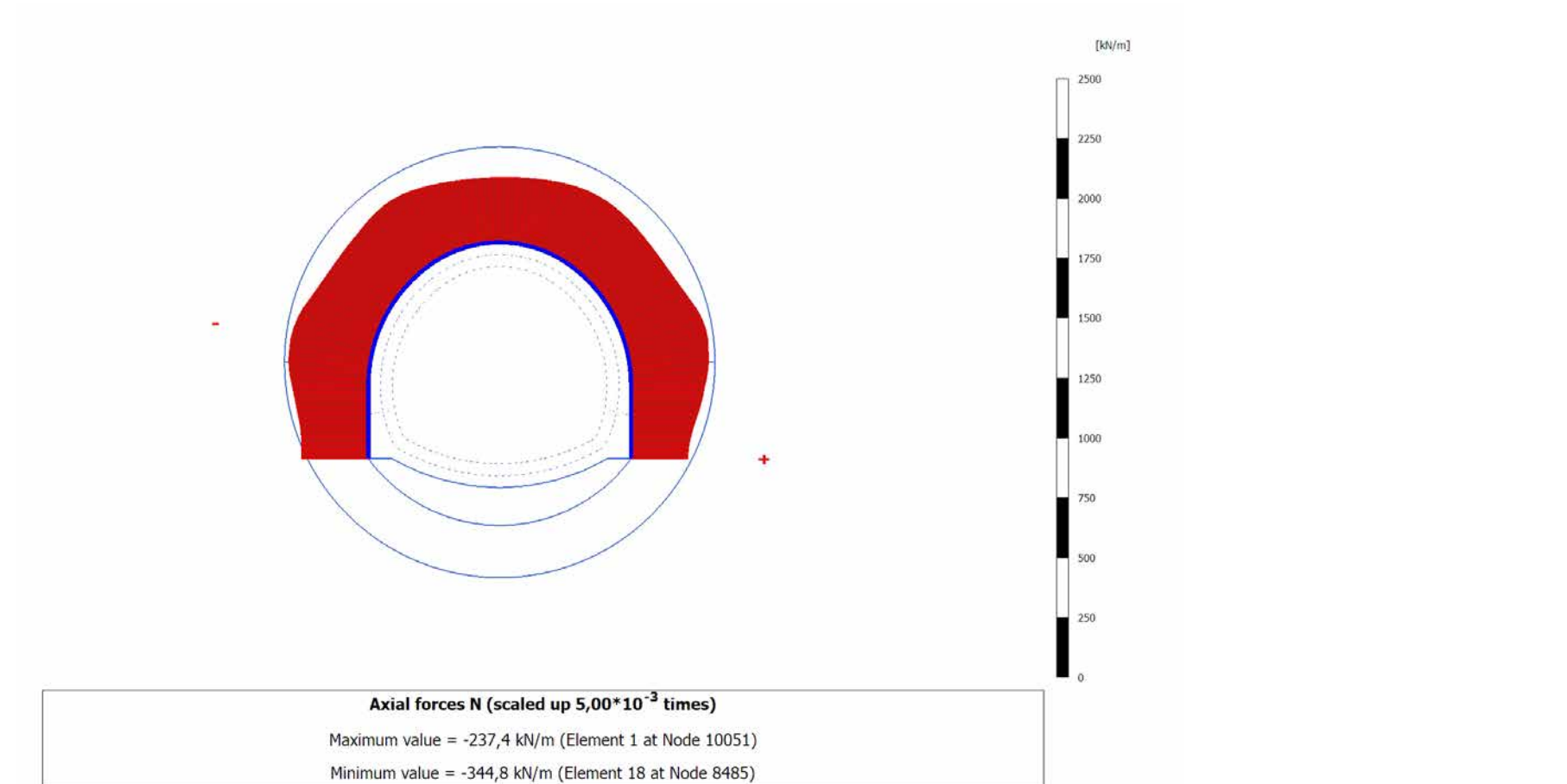
4.5.2 Calculation results, Plate, AVANZAMENTO (4/53), Axial forces N



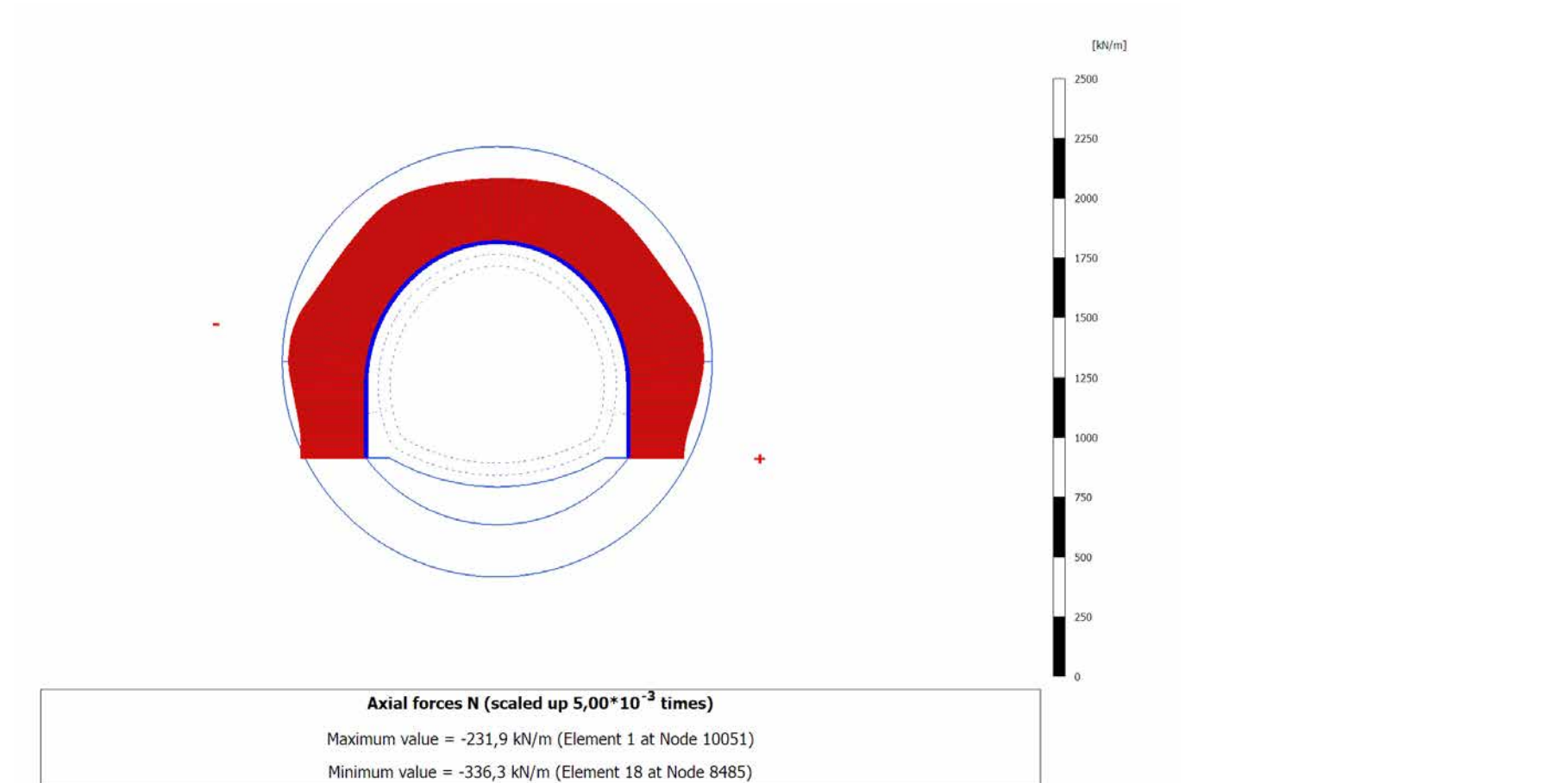
Axial forces N (scaled up $5,00 \cdot 10^{-3}$ times)

No results

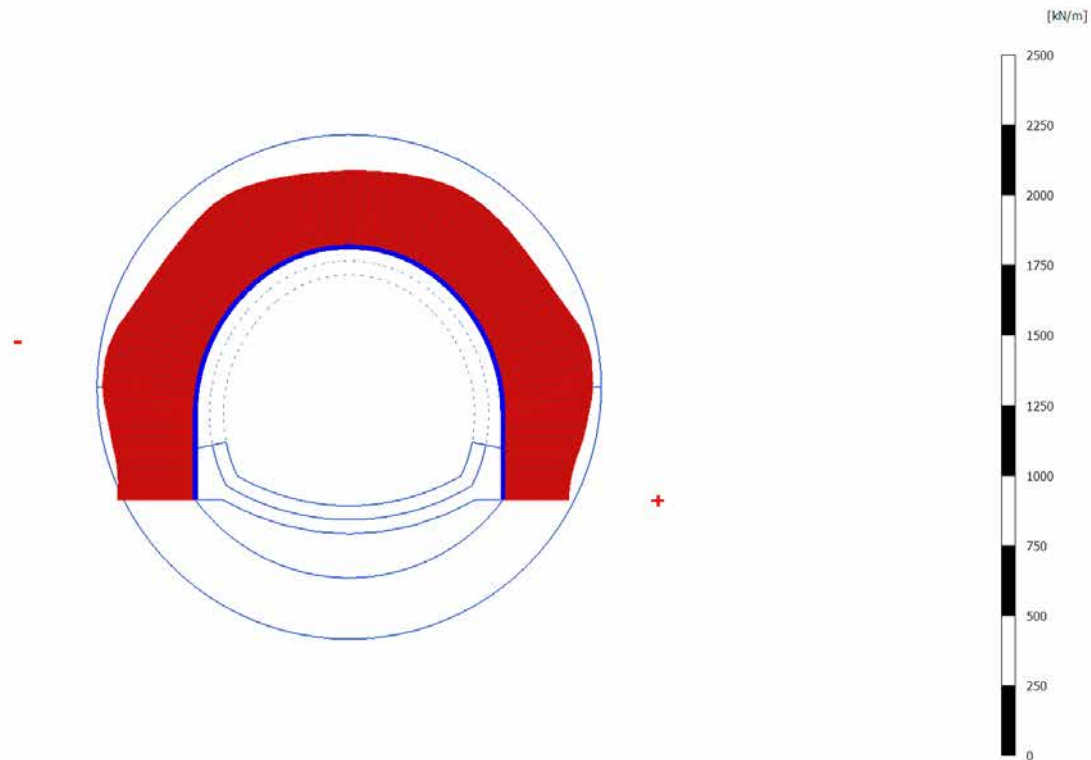
4.5.3 Calculation results, Plate, INSTALLAZIONE CENTINE (5/83), Axial forces N



4.5.4 Calculation results, Plate, MATURAZIONE SPRITZ (6/84), Axial forces N

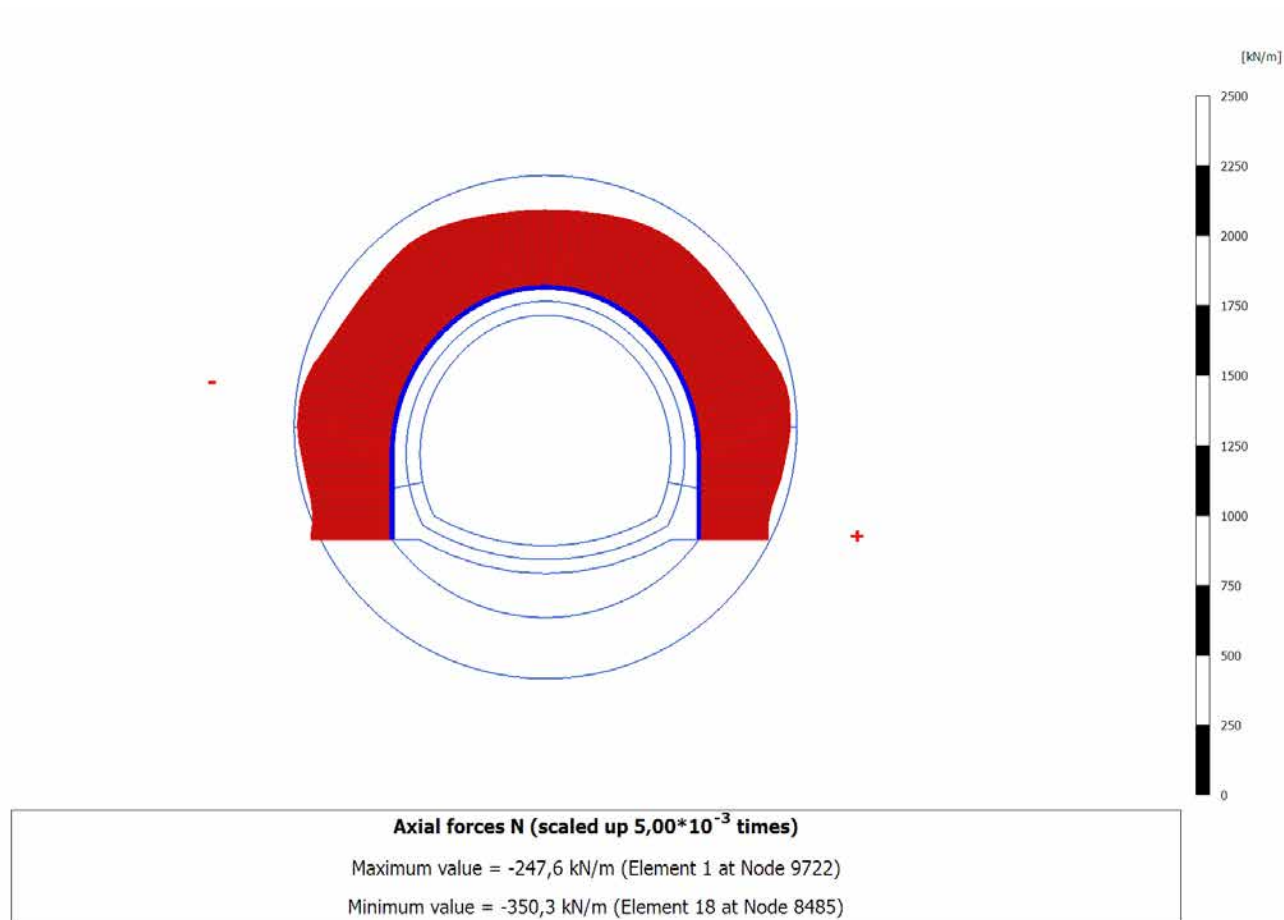


4.5.5 Calculation results, Plate, ARCO (7/86), Axial forces N

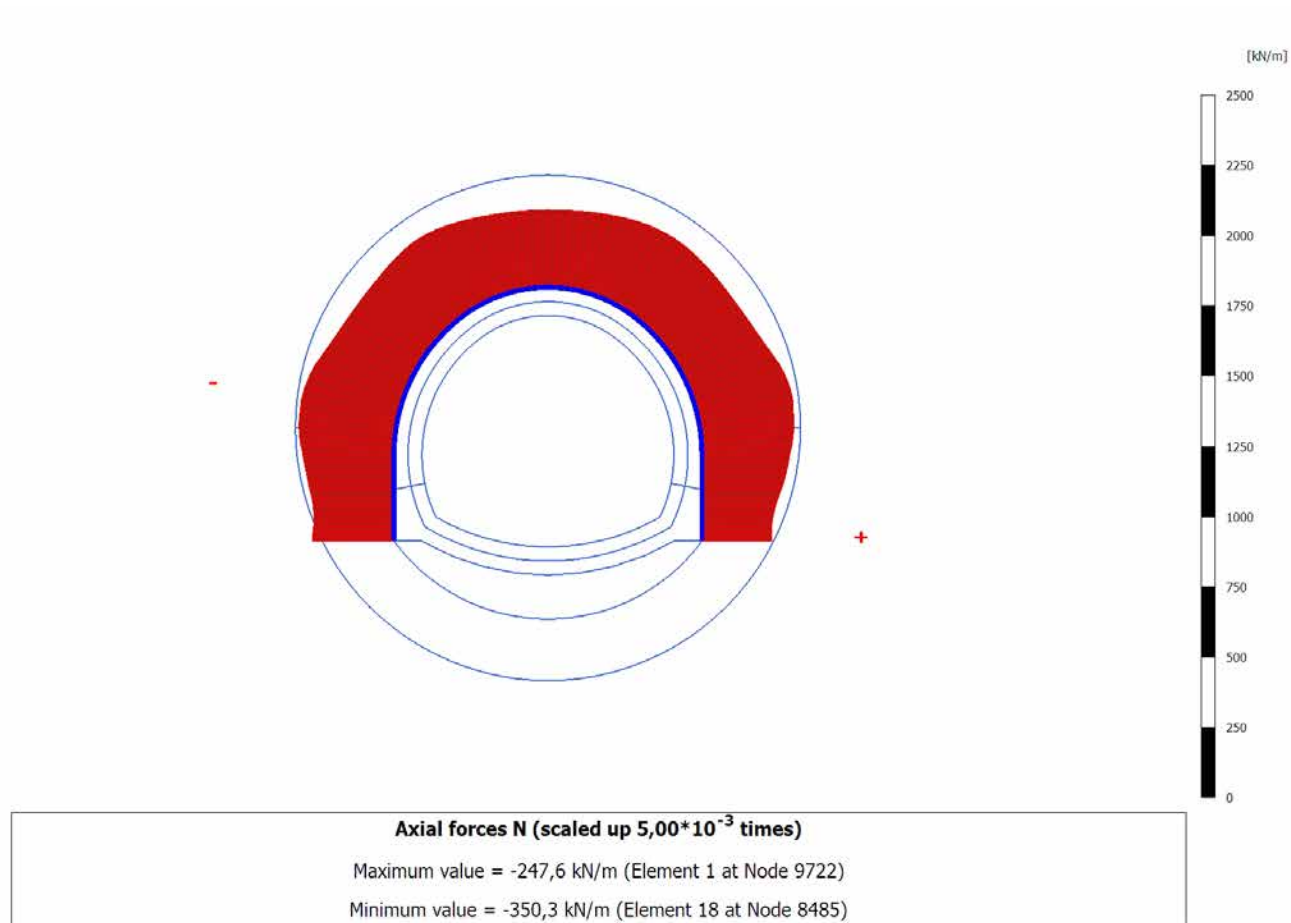


Axial forces N (scaled up $5,00 \cdot 10^{-3}$ times)
Maximum value = -235,3 kN/m (Element 1 at Node 10051)
Minimum value = -341,5 kN/m (Element 18 at Node 8485)

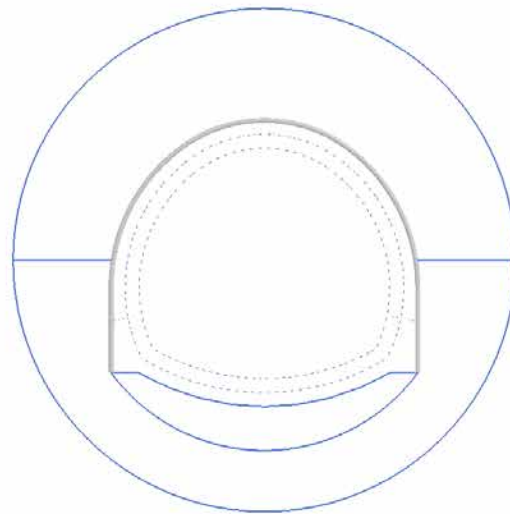
4.5.6 Calculation results, Plate, CALOTTA (8/89), Axial forces N



4.5.7 Calculation results, Plate, LT (9/97), Axial forces N

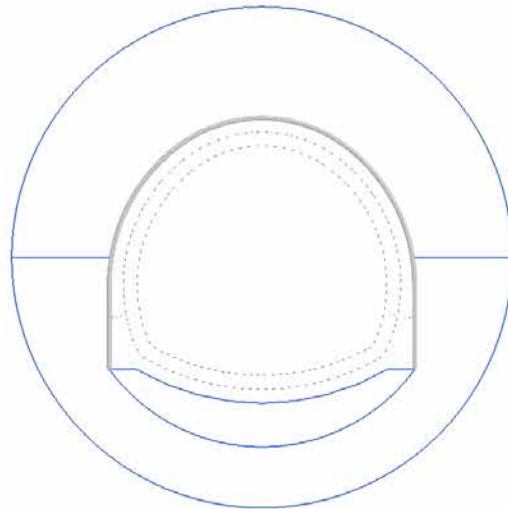


4.6.1 Calculation results, Plate, SCAVO (3/12), Shear forces Q



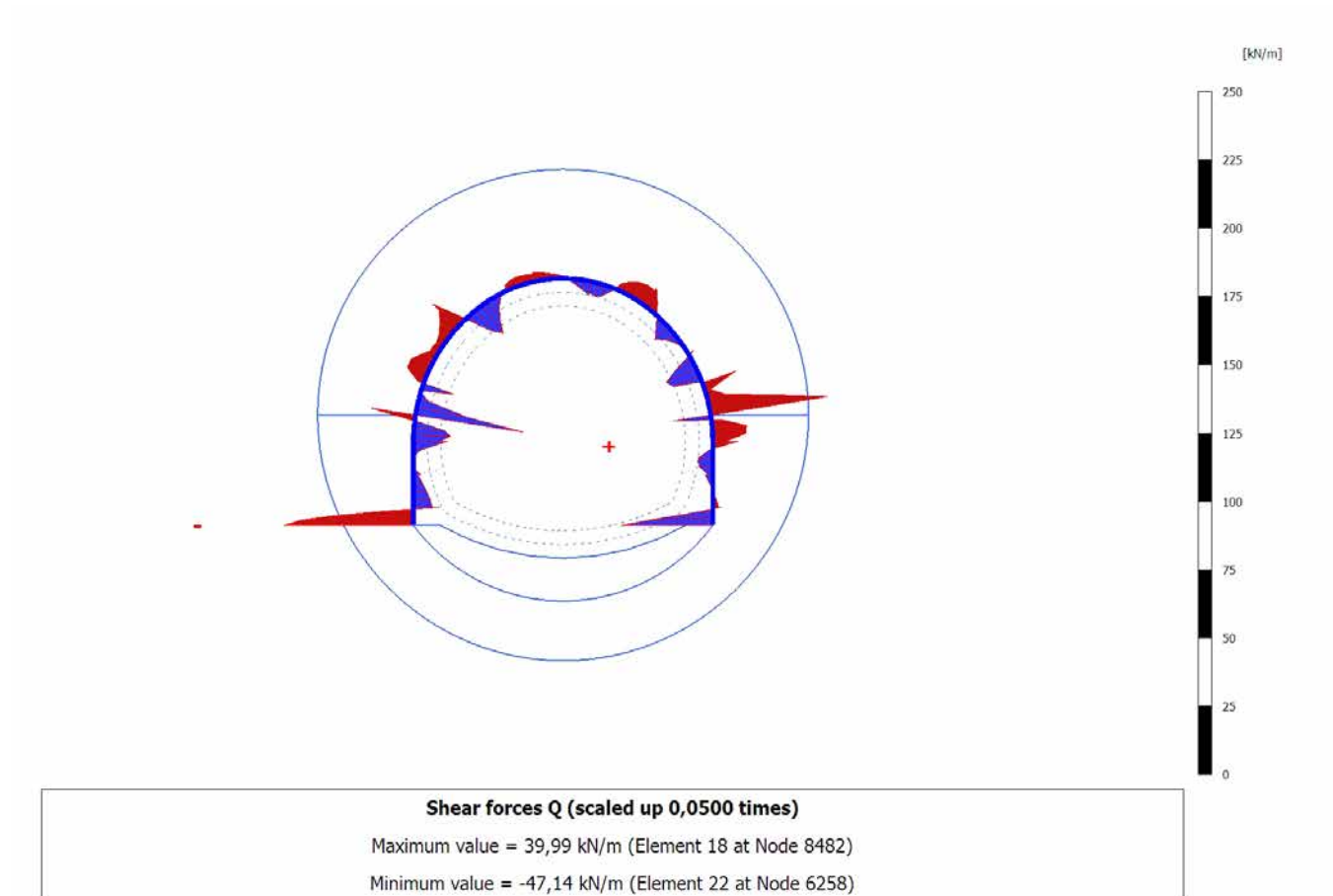
Shear forces Q (scaled up 0,0500 times)
No results

4.6.2 Calculation results, Plate, AVANZAMENTO (4/53), Shear forces Q

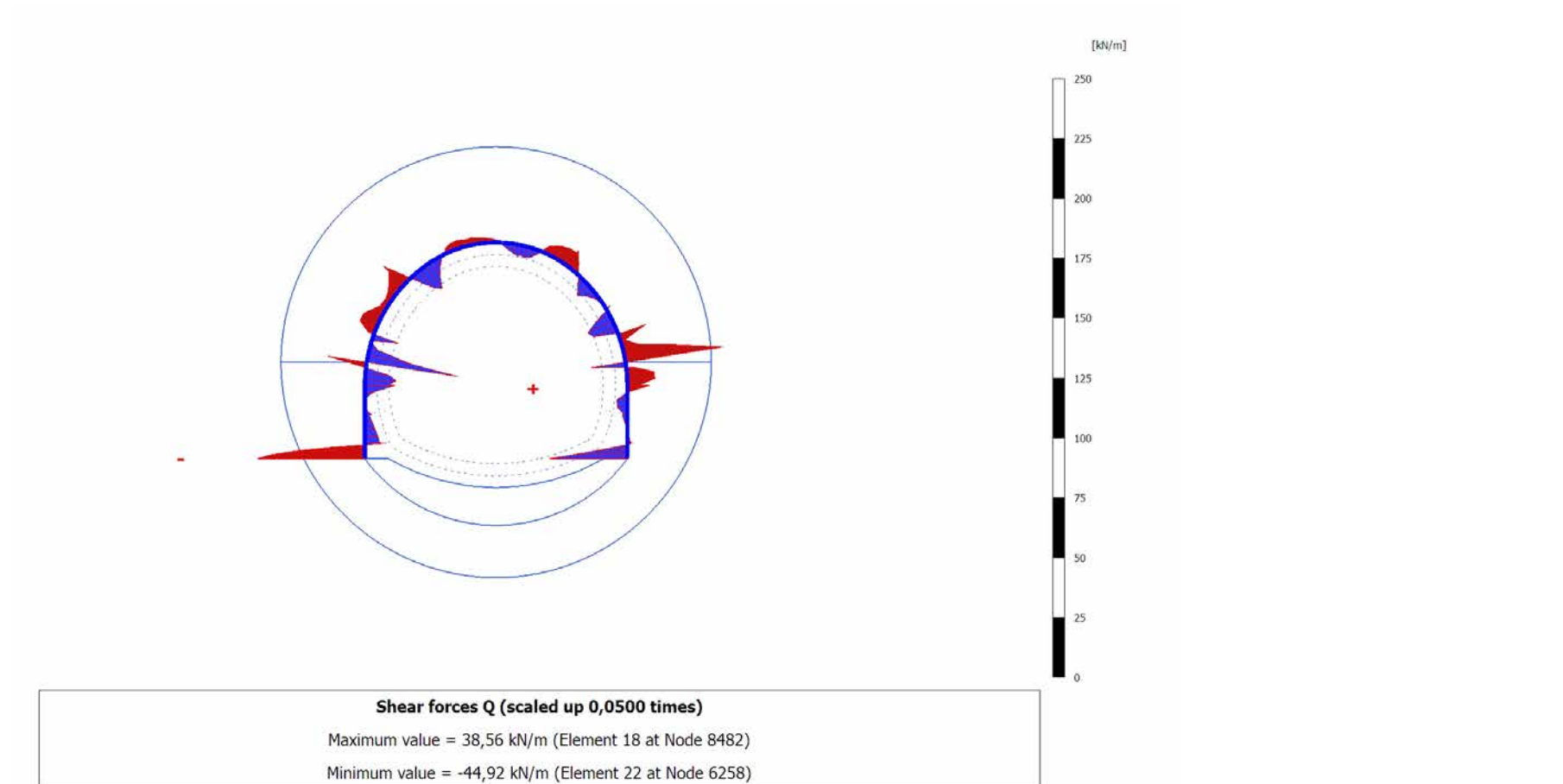


Shear forces Q (scaled up 0,0500 times)
No results

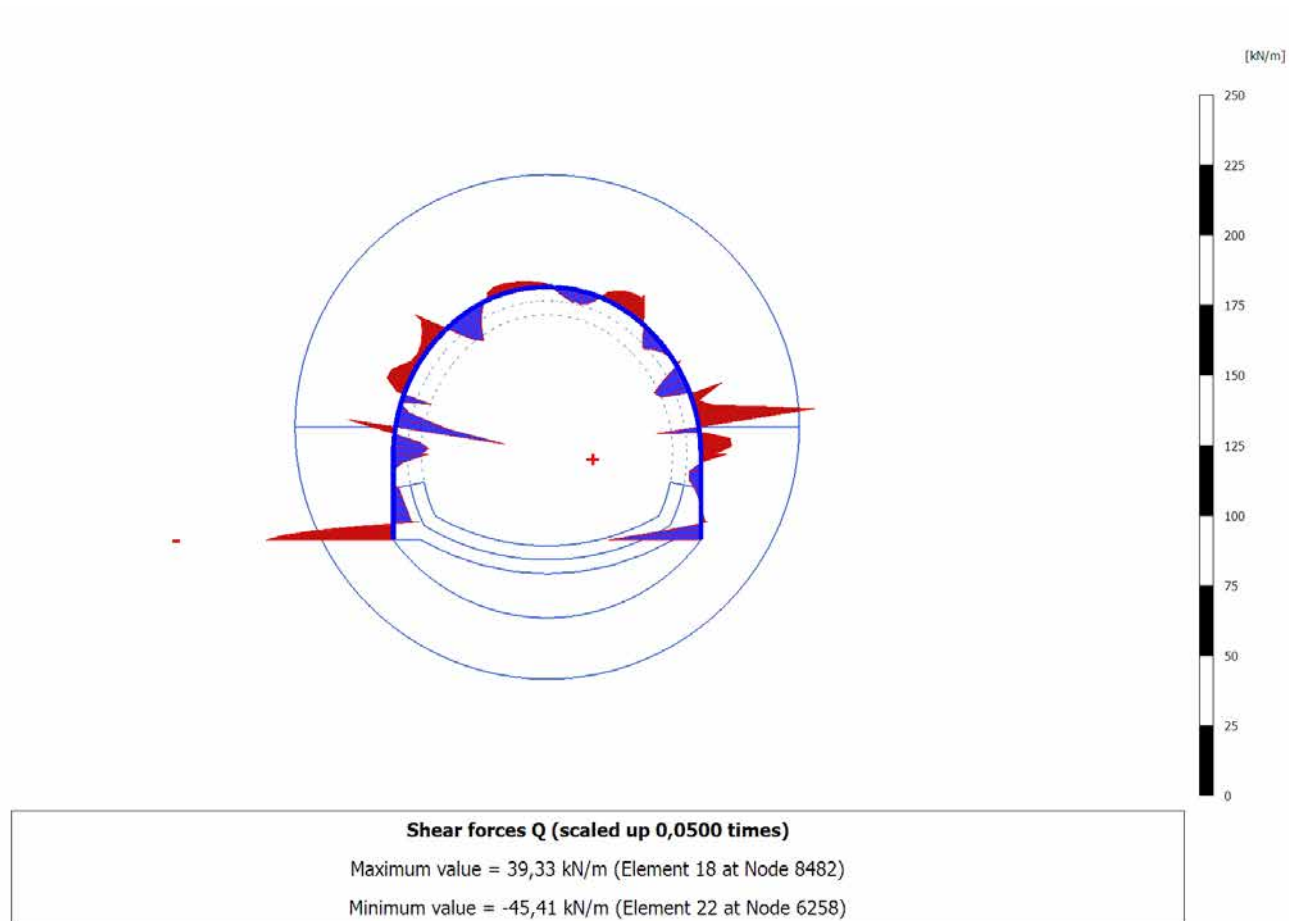
4.6.3 Calculation results, Plate, INSTALLAZIONE CENTINE (5/83), Shear forces Q



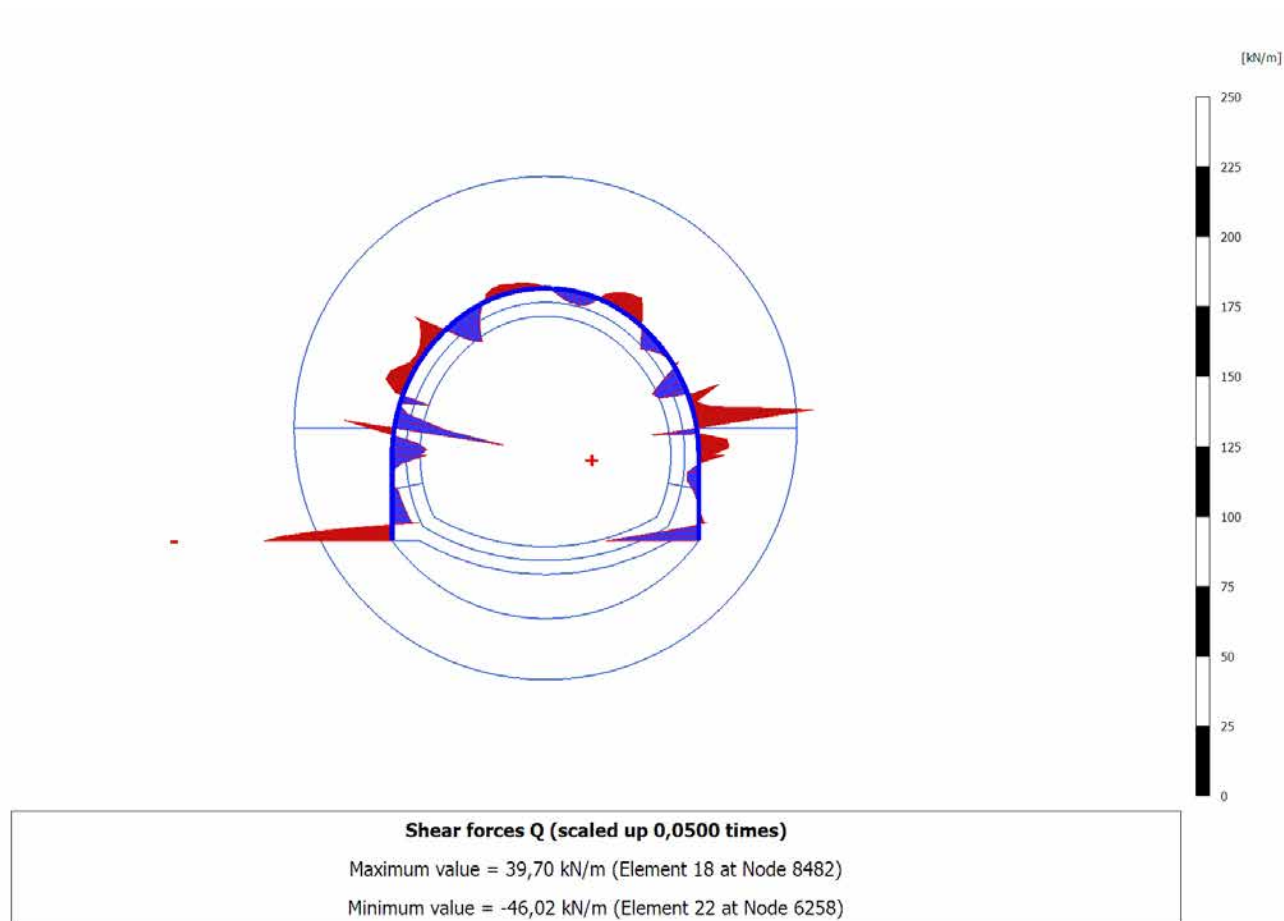
4.6.4 Calculation results, Plate, MATURAZIONE SPRITZ (6/84), Shear forces Q



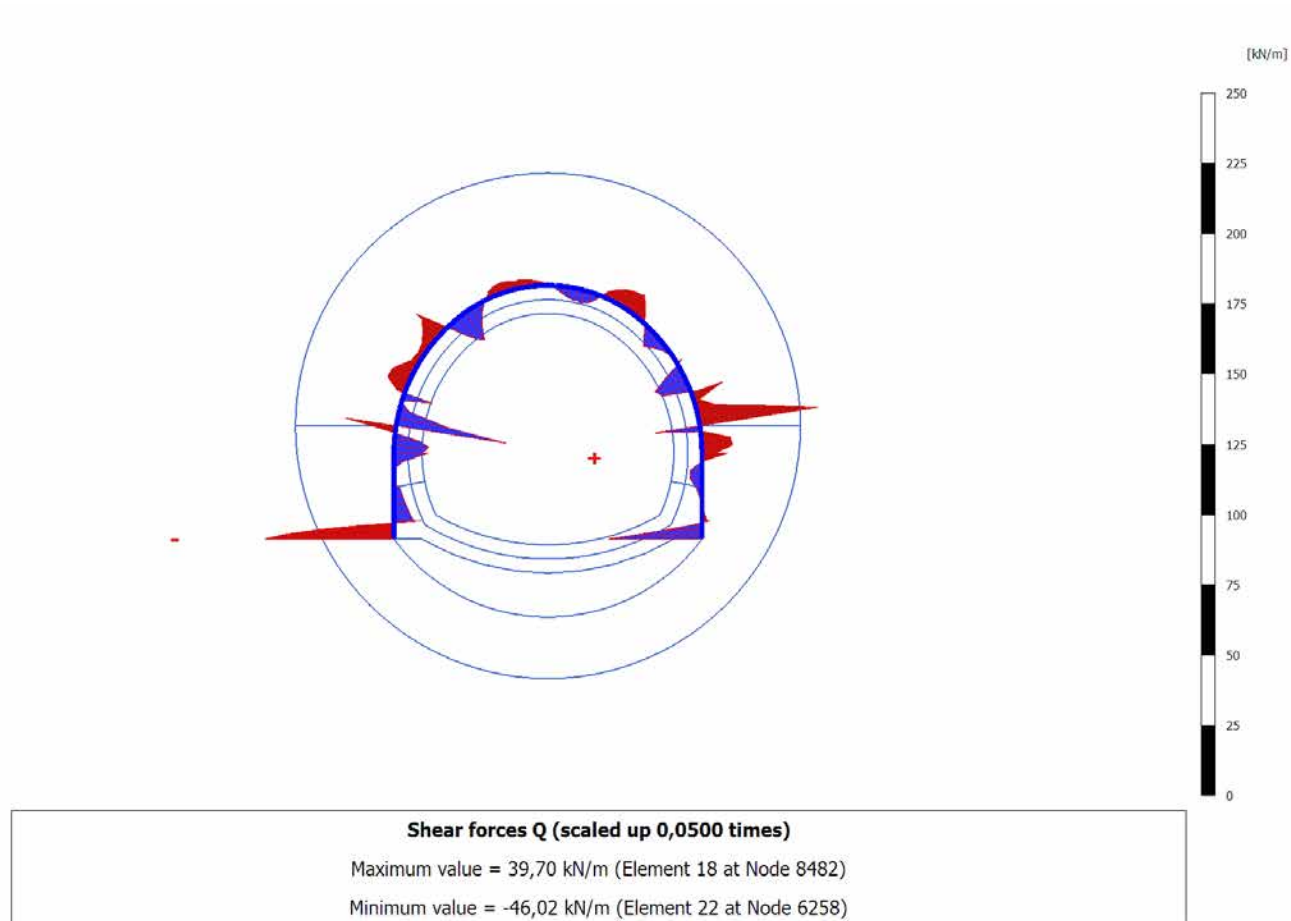
4.6.5 Calculation results, Plate, ARCO (7/86), Shear forces Q



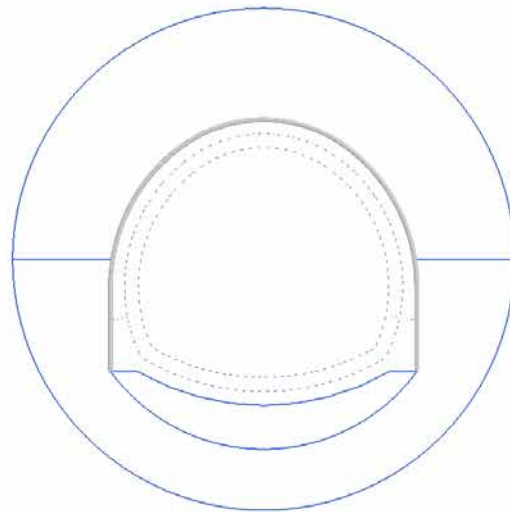
4.6.6 Calculation results, Plate, CALOTTA (8/89), Shear forces Q



4.6.7 Calculation results, Plate, LT (9/97), Shear forces Q



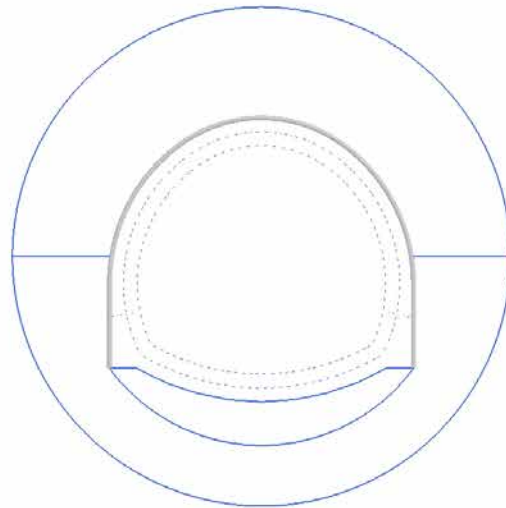
4.7.1 Calculation results, Plate, SCAVO (3/12), Bending moments M



Bending moments M (scaled up 0,250 times)

No results

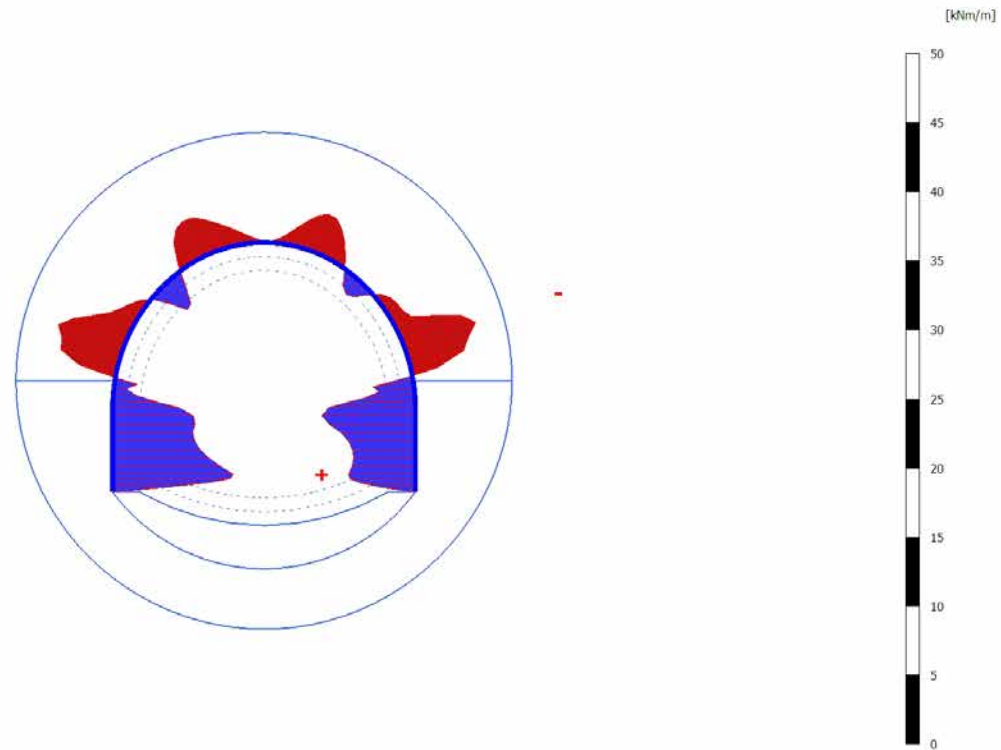
4.7.2 Calculation results, Plate, AVANZAMENTO (4/53), Bending moments M



Bending moments M (scaled up 0,250 times)

No results

4.7.3 Calculation results, Plate, INSTALLAZIONE CENTINE (5/83), Bending moments M

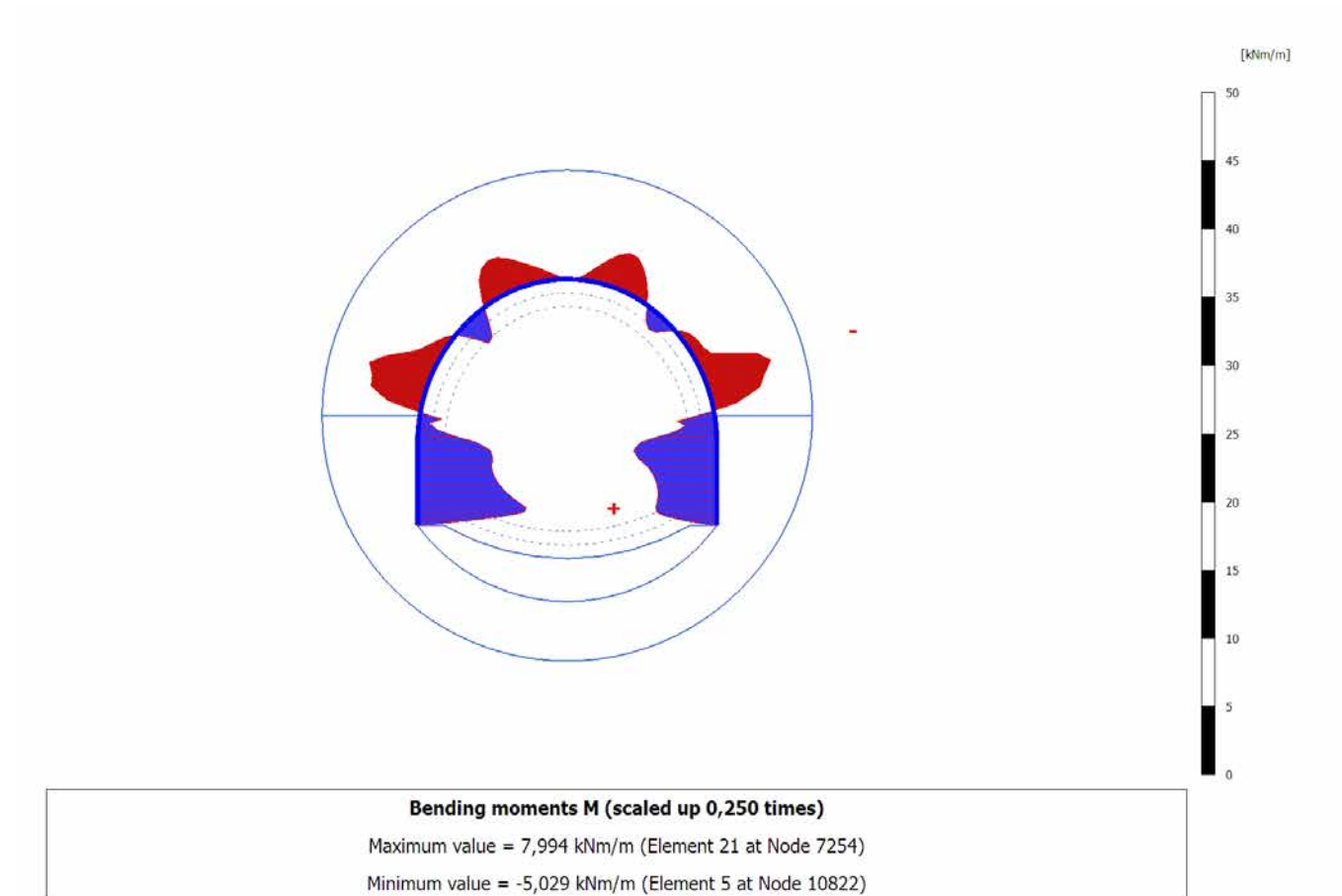


Bending moments M (scaled up 0,250 times)

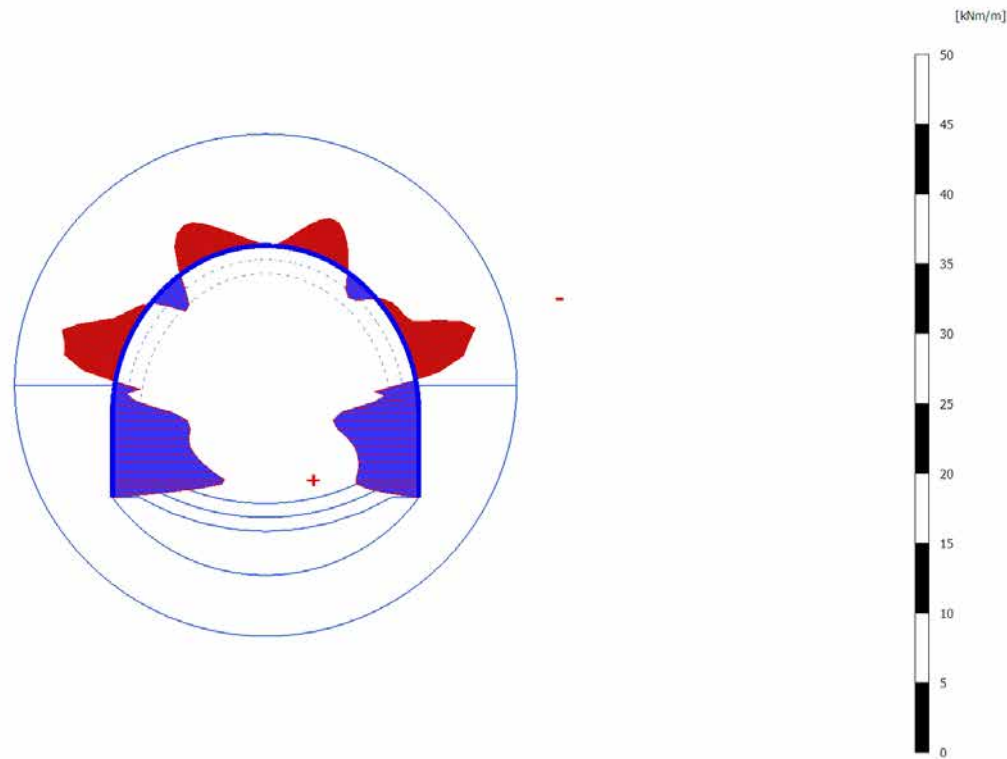
Maximum value = 8,746 kNm/m (Element 21 at Node 7254)

Minimum value = -5,474 kNm/m (Element 5 at Node 10822)

4.7.4 Calculation results, Plate, MATURAZIONE SPRITZ (6/84), Bending moments M



4.7.5 Calculation results, Plate, ARCO (7/86), Bending moments M

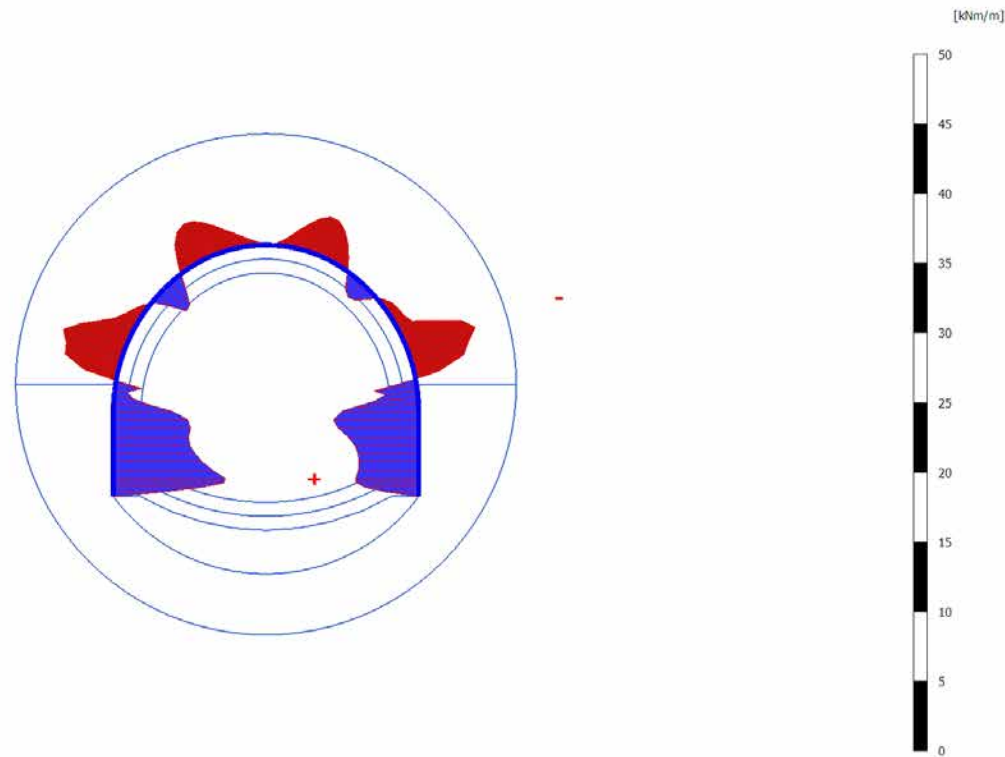


Bending moments M (scaled up 0,250 times)

Maximum value = 8,027 kNm/m (Element 21 at Node 7254)

Minimum value = -5,139 kNm/m (Element 5 at Node 10822)

4.7.6 Calculation results, Plate, CALOTTA (8/89), Bending moments M

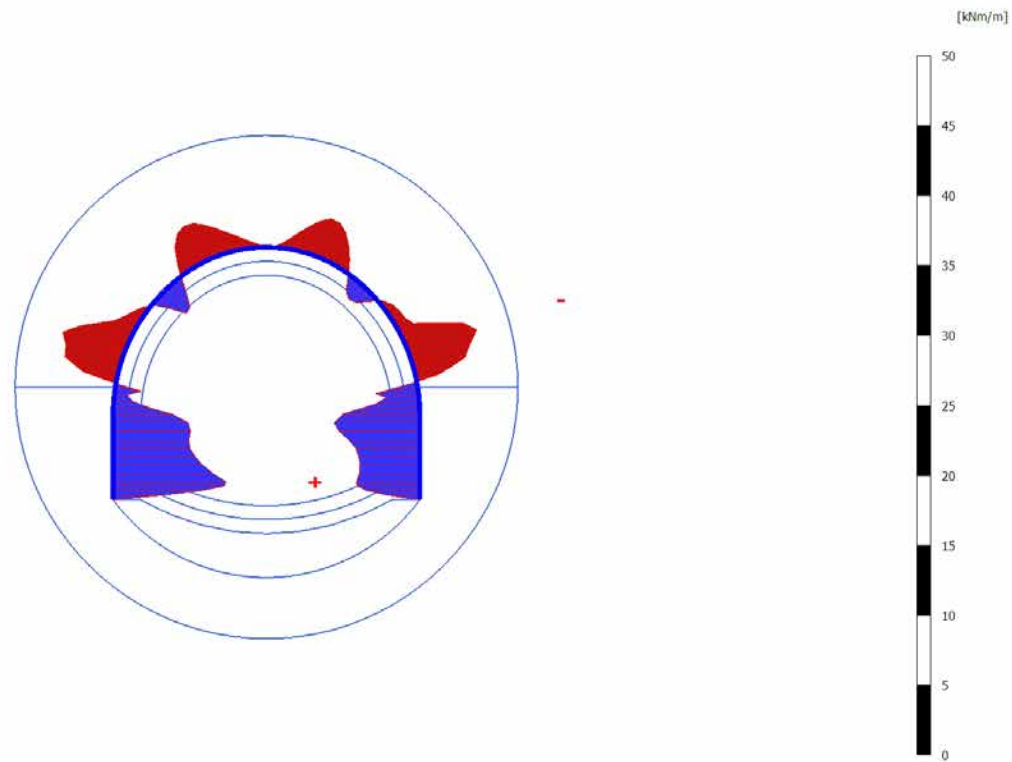


Bending moments M (scaled up 0,250 times)

Maximum value = 8,066 kNm/m (Element 22 at Node 7254)

Minimum value = -5,146 kNm/m (Element 6 at Node 10822)

4.7.7 Calculation results, Plate, LT (9/97), Bending moments M

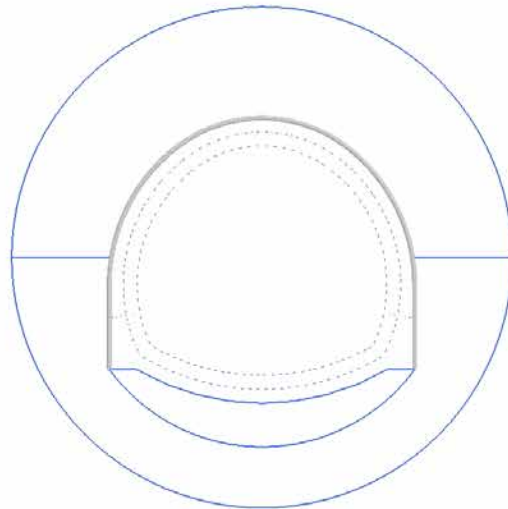


Bending moments M (scaled up 0,250 times)

Maximum value = 8,066 kNm/m (Element 21 at Node 7254)

Minimum value = -5,146 kNm/m (Element 6 at Node 10822)

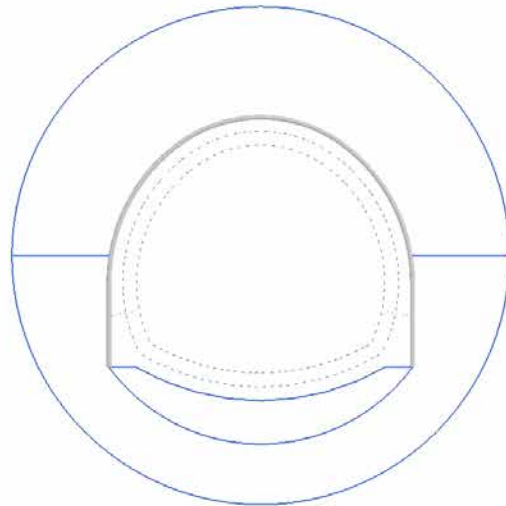
4.8.1 Calculation results, Plate, SCAVO (3/12), Total displacements $|u|$



Total displacements $|u|$ (scaled up 50,0 times)

No results

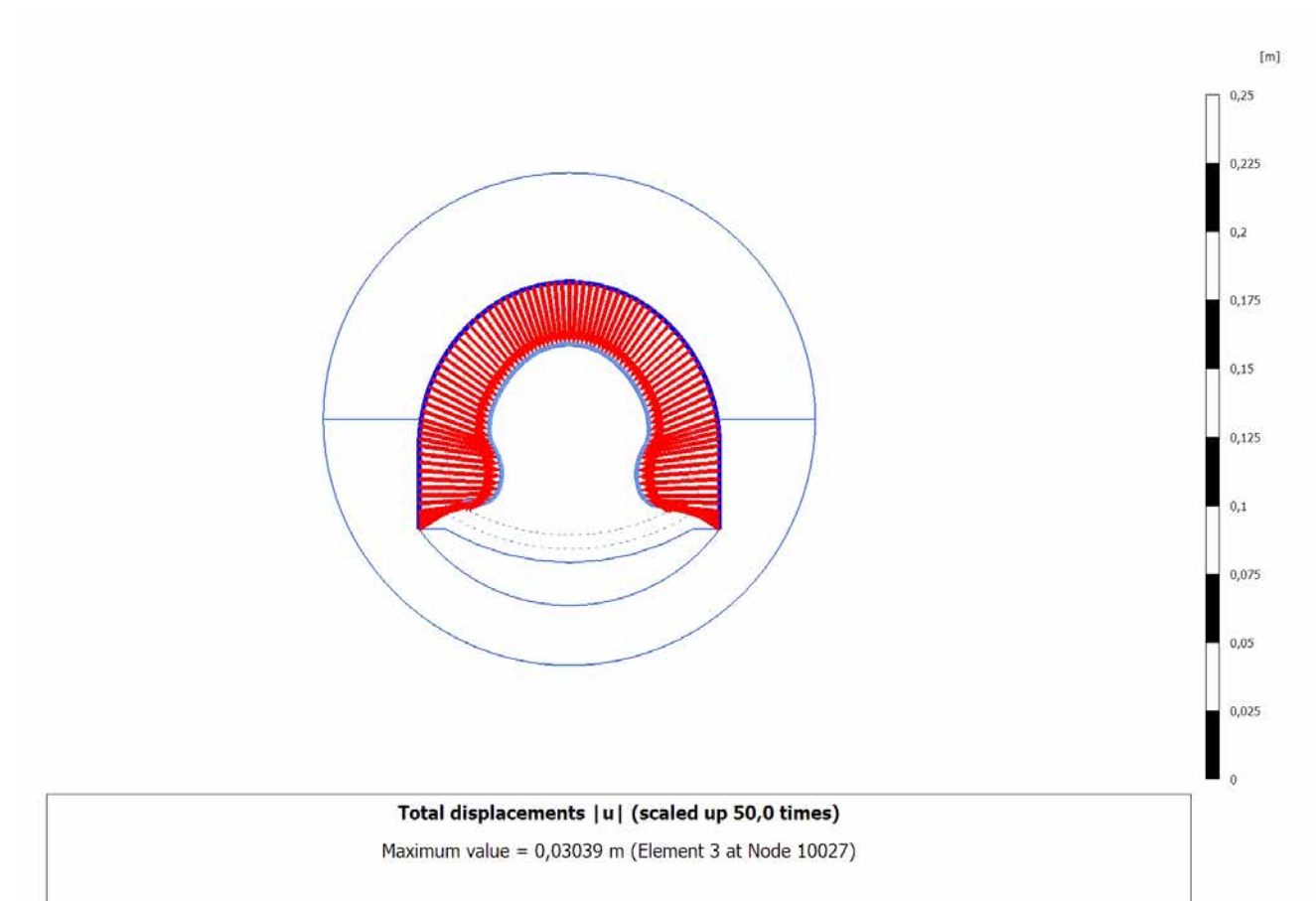
4.8.2 Calculation results, Plate, AVANZAMENTO (4/53), Total displacements $|u|$



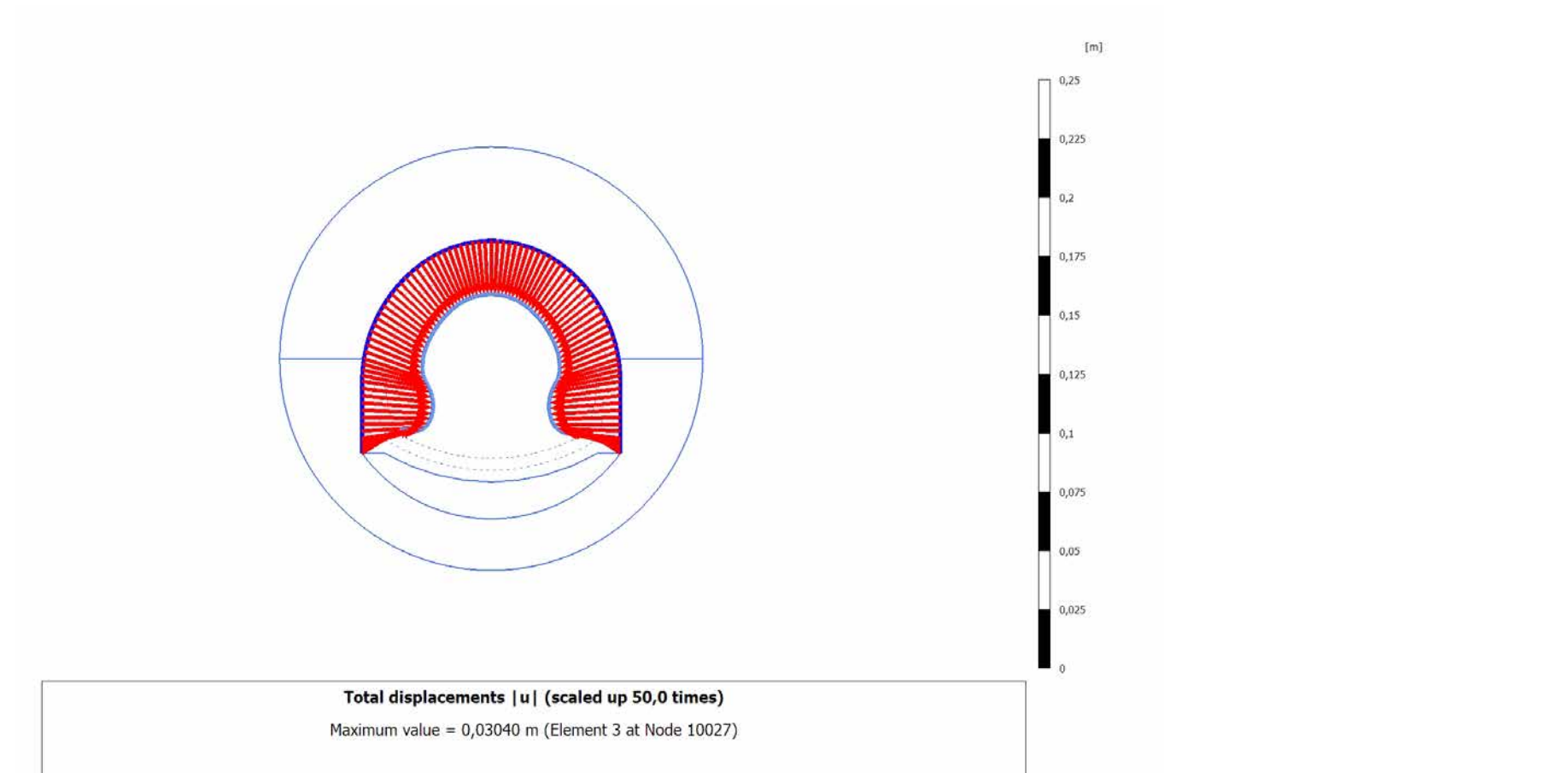
Total displacements $|u|$ (scaled up 50,0 times)

No results

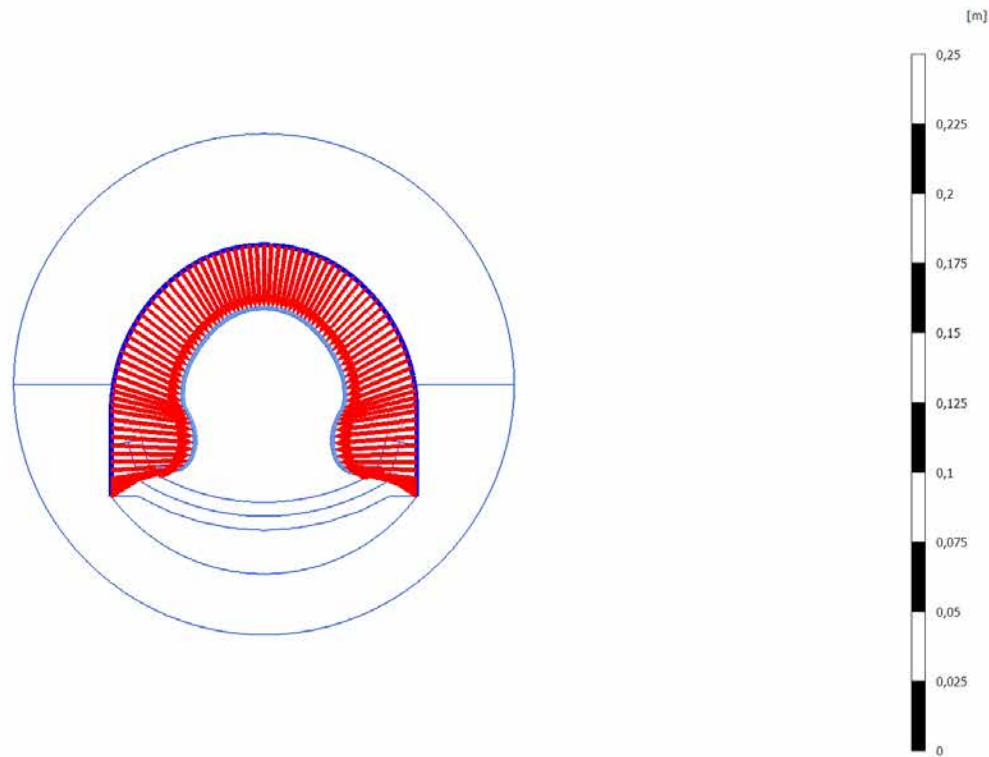
4.8.3 Calculation results, Plate, INSTALLAZIONE CENTINE (5/83), Total displacements $|u|$



4.8.4 Calculation results, Plate, MATURAZIONE SPRITZ (6/84), Total displacements $|u|$



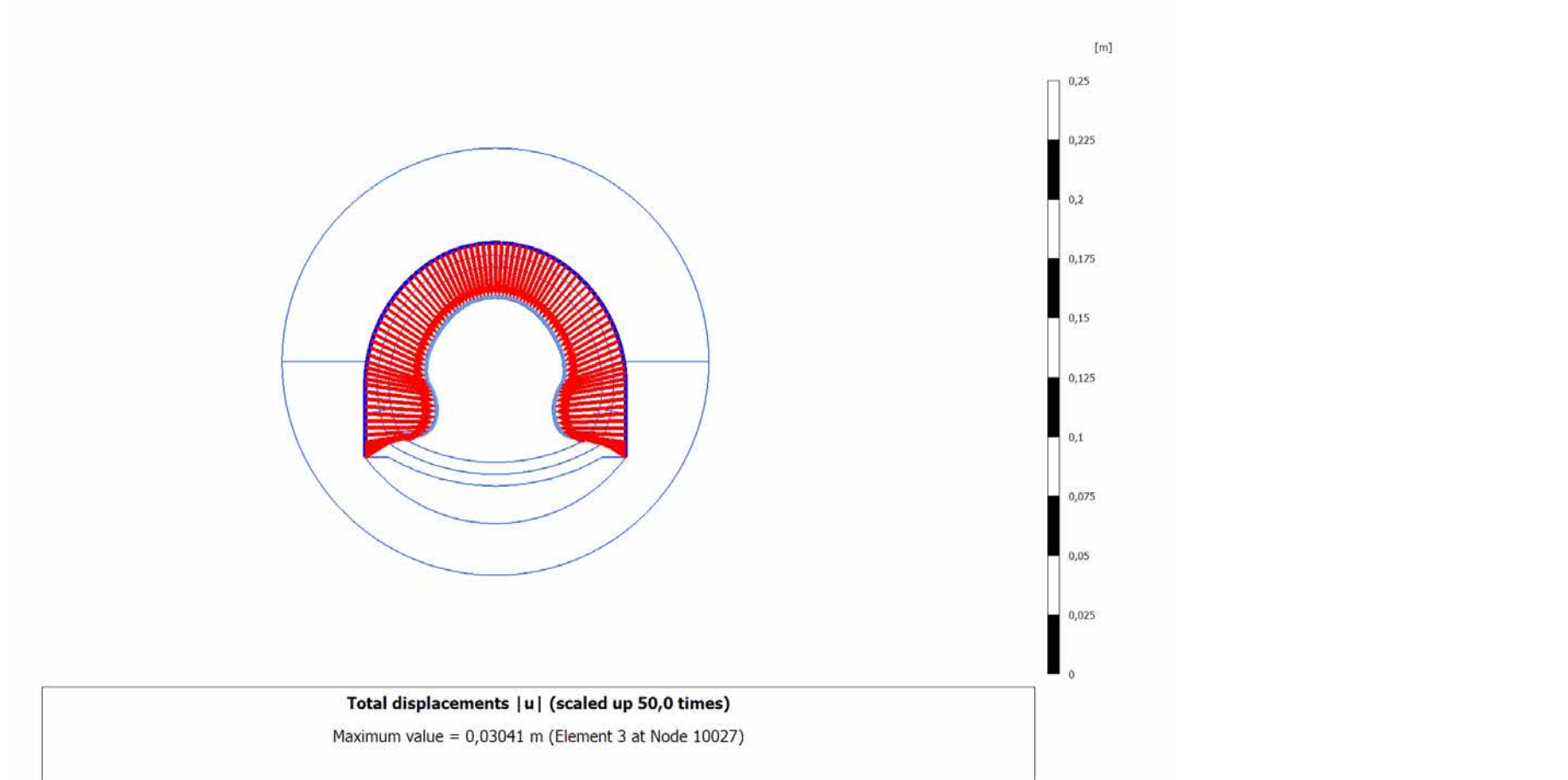
4.8.5 Calculation results, Plate, ARCO (7/86), Total displacements $|u|$



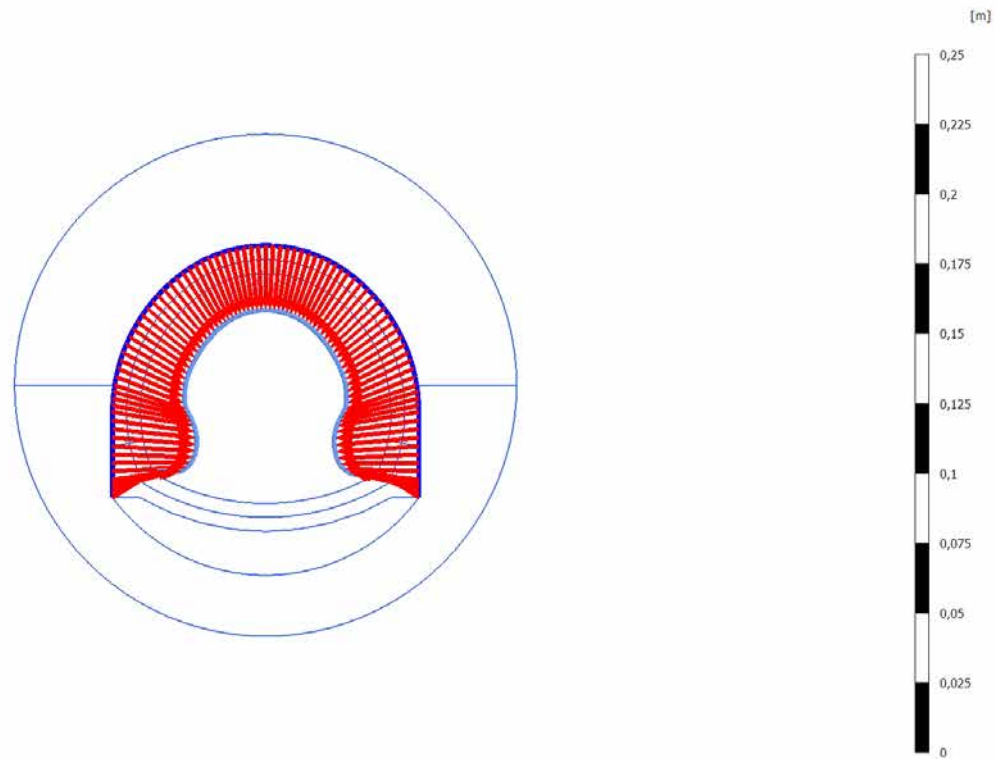
Total displacements $|u|$ (scaled up 50,0 times)

Maximum value = 0,03041 m (Element 3 at Node 10027)

4.8.6 Calculation results, Plate, CALOTTA (8/89), Total displacements $|u|$



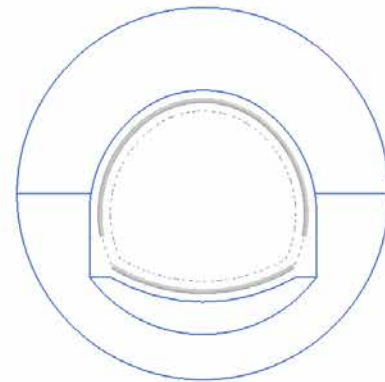
4.8.7 Calculation results, Plate, LT (9/97), Total displacements $|u|$



Total displacements $|u|$ (scaled up 50,0 times)

Maximum value = 0,03048 m (Element 3 at Node 10027)

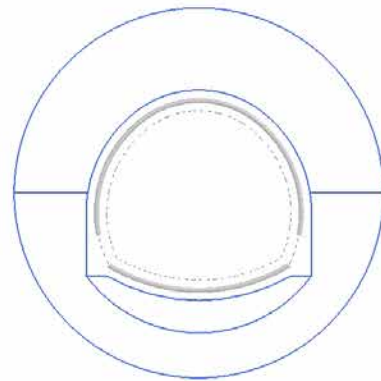
4.9.1 Calculation results, Plate, SCAVO (3/12), Axial forces N



Axial forces N (scaled up $20,0 \cdot 10^6$ times)

No results

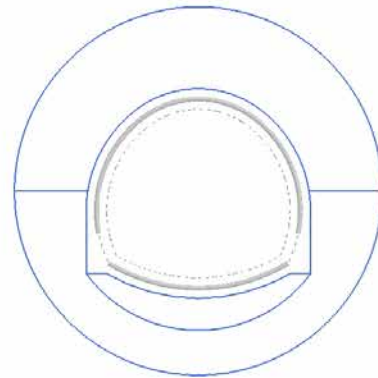
4.9.2 Calculation results, Plate, AVANZAMENTO (4/53), Axial forces N



Axial forces N (scaled up $20,0 \cdot 10^6$ times)

No results

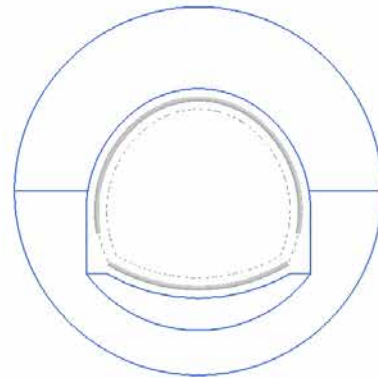
4.9.3 Calculation results, Plate, INSTALLAZIONE CENTINE (5/83), Axial forces N



Axial forces N (scaled up $20,0 \cdot 10^6$ times)

No results

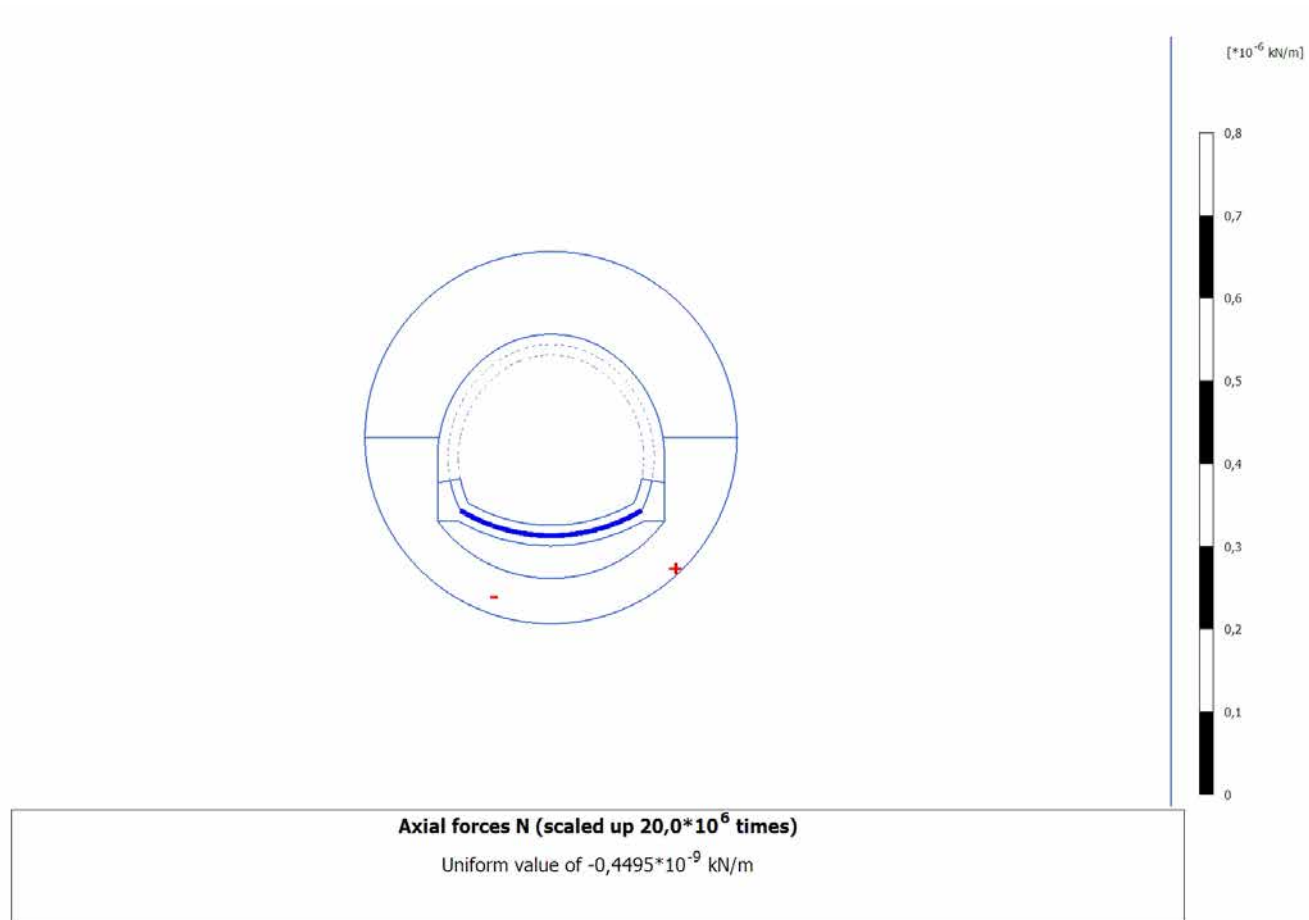
4.9.4 Calculation results, Plate, MATURAZIONE SPRITZ (6/84), Axial forces N



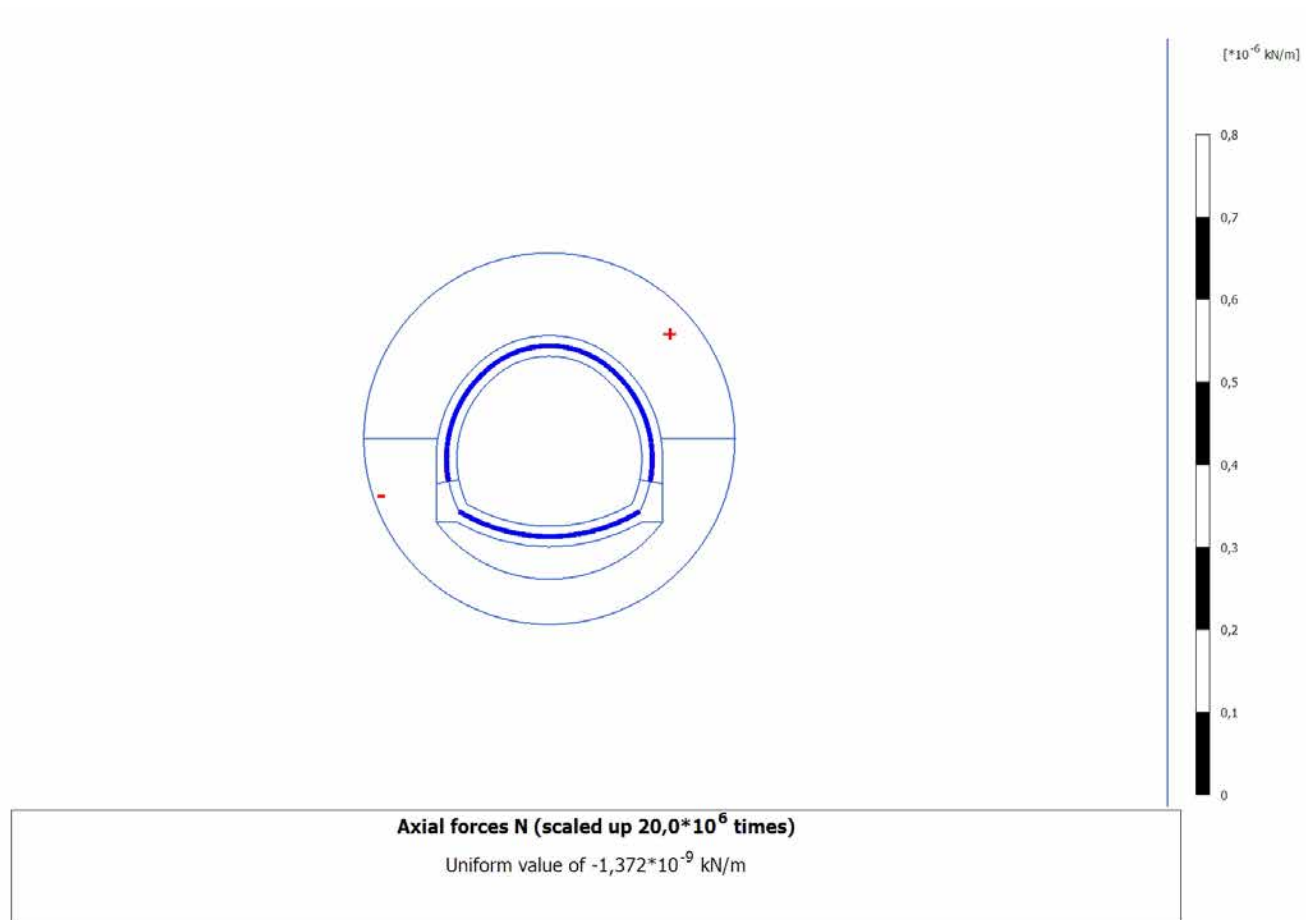
Axial forces N (scaled up $20,0 \cdot 10^6$ times)

No results

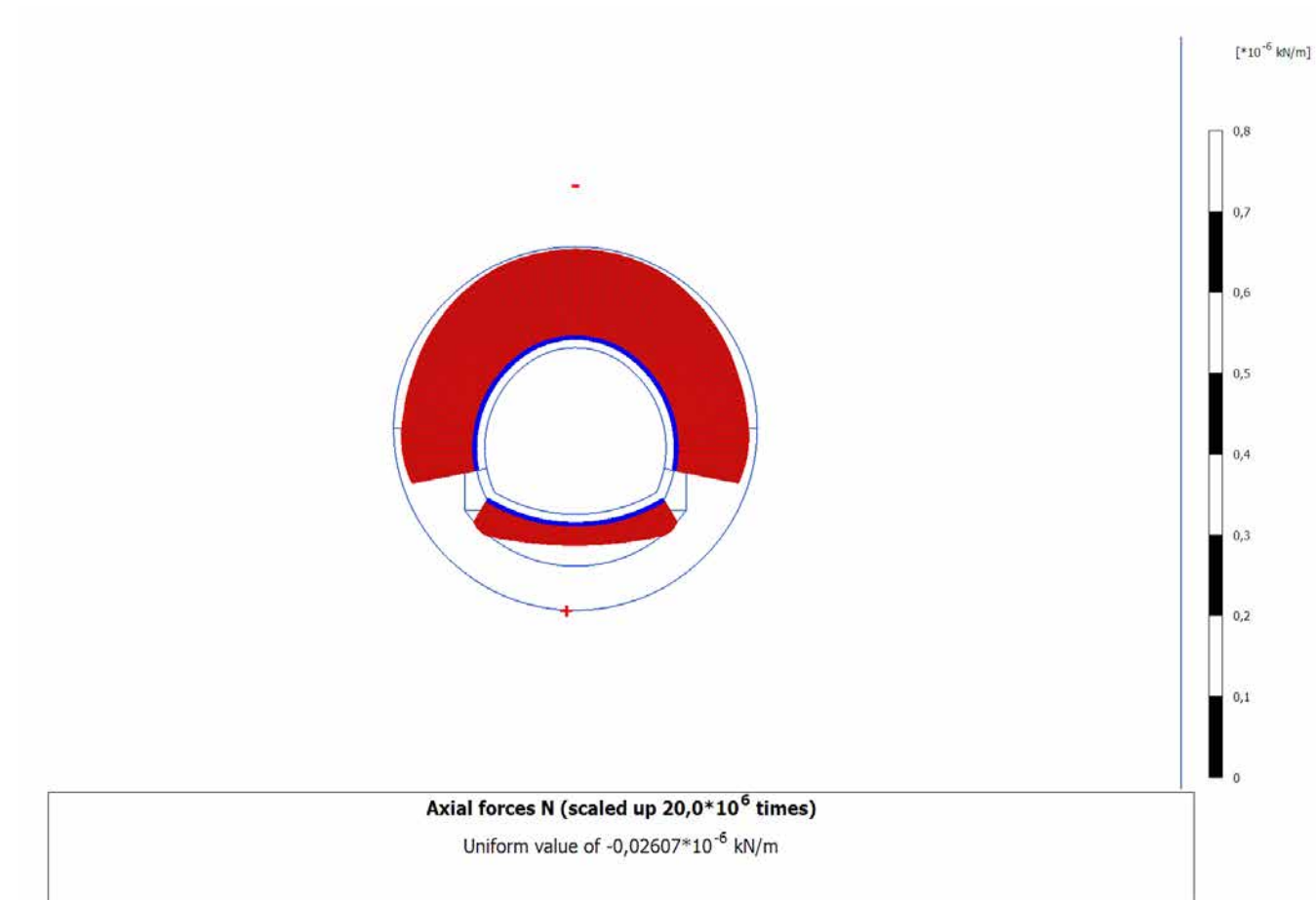
4.9.5 Calculation results, Plate, ARCO (7/86), Axial forces N



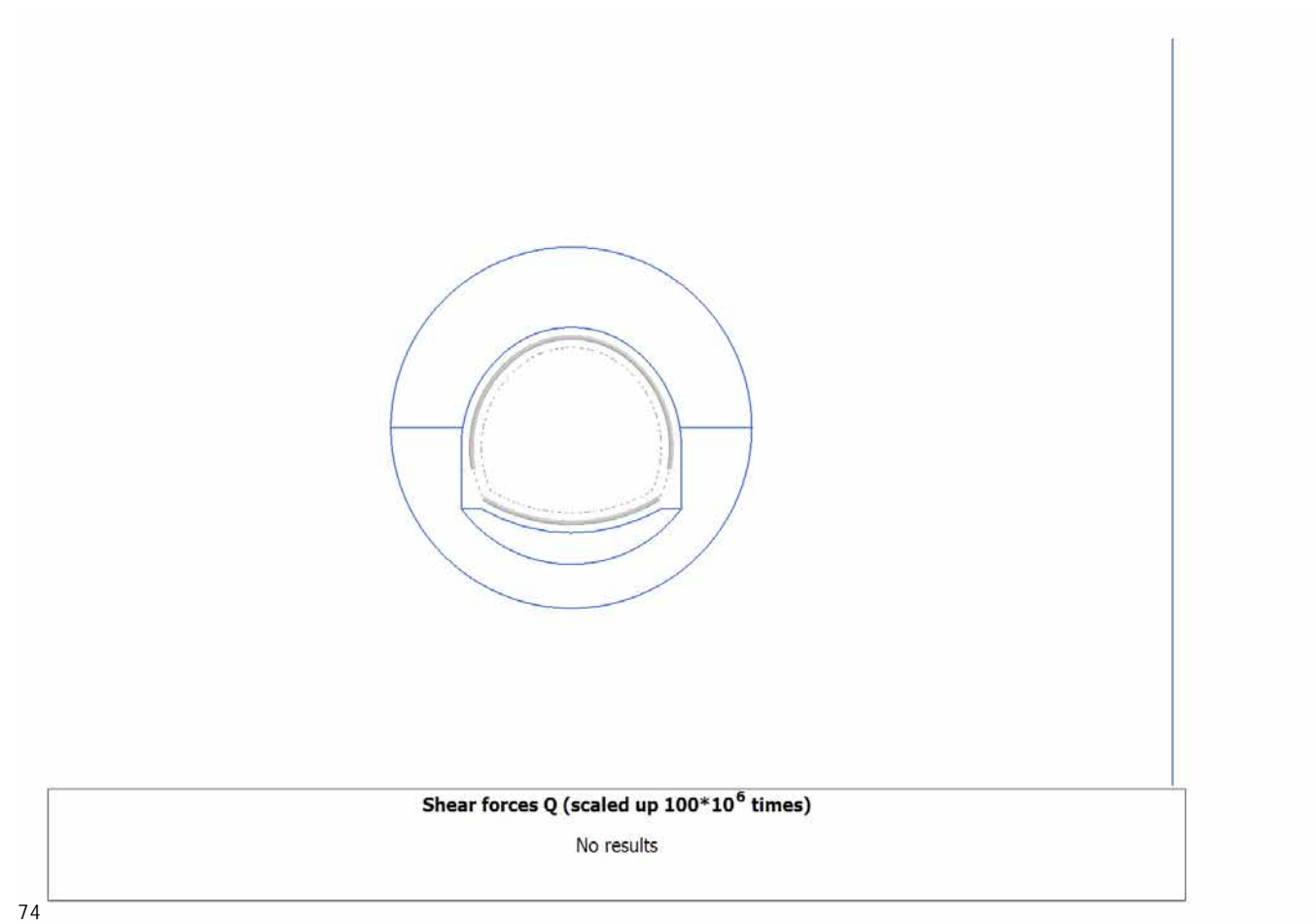
4.9.6 Calculation results, Plate, CALOTTA (8/89), Axial forces N



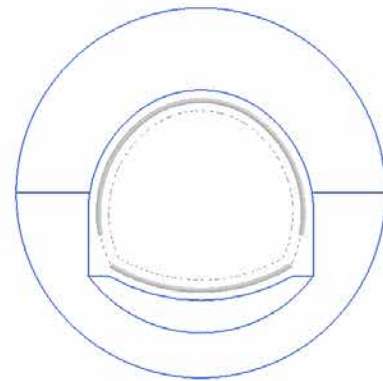
4.9.7 Calculation results, Plate, LT (9/97), Axial forces N



4.10.1 Calculation results, Plate, SCAVO (3/12), Shear forces Q



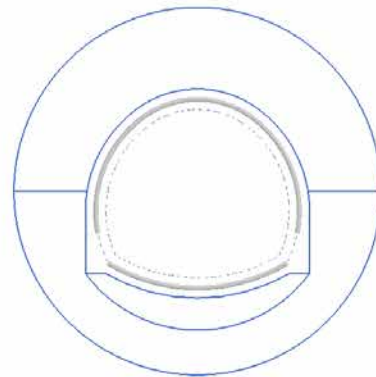
4.10.2 Calculation results, Plate, AVANZAMENTO (4/53), Shear forces Q



Shear forces Q (scaled up $100 \cdot 10^6$ times)

No results

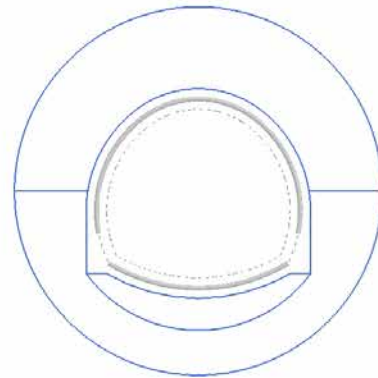
4.10.3 Calculation results, Plate, INSTALLAZIONE CENTINE (5/83), Shear forces Q



Shear forces Q (scaled up $100 \cdot 10^6$ times)

No results

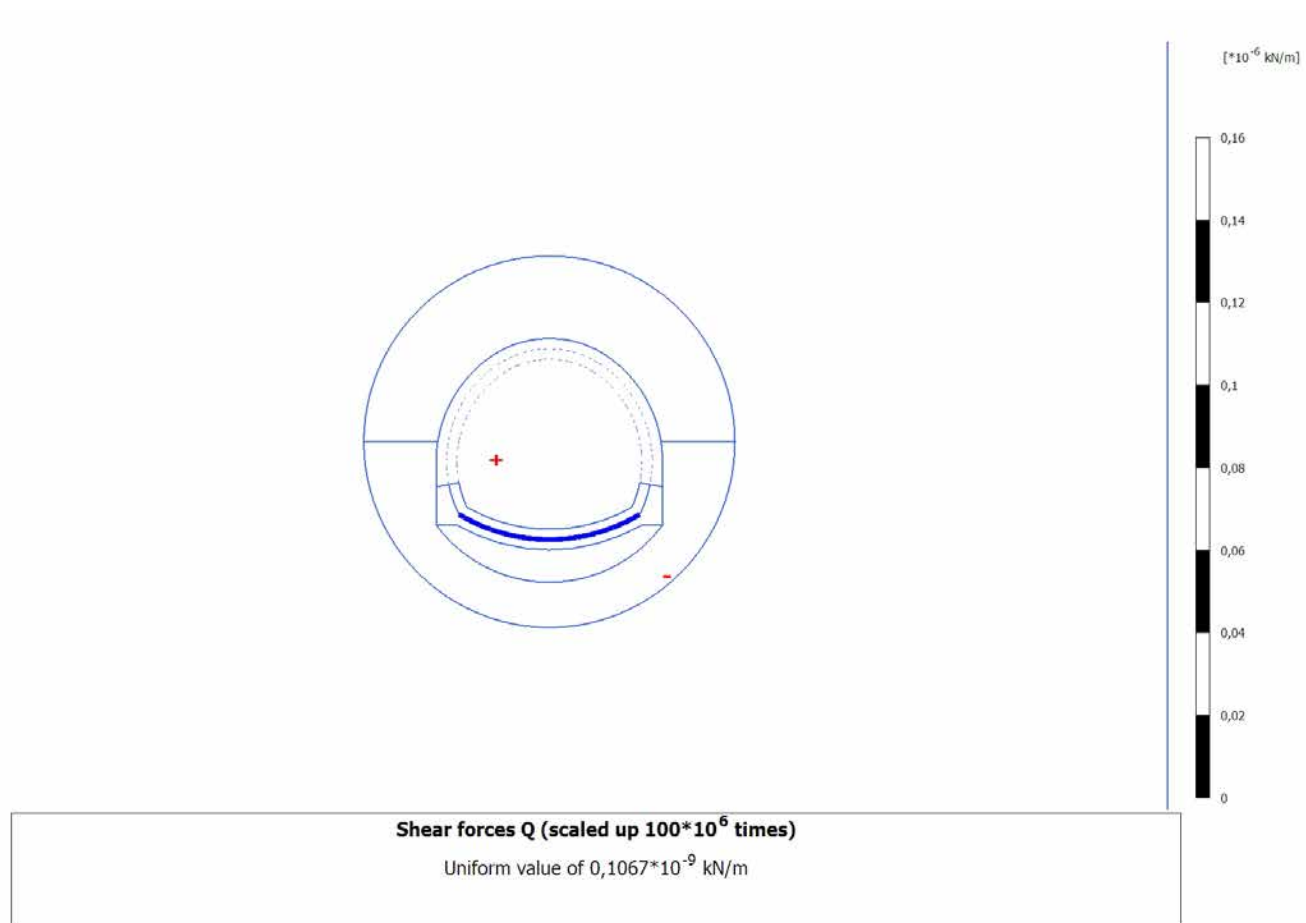
4.10.4 Calculation results, Plate, MATURAZIONE SPRITZ (6/84), Shear forces Q



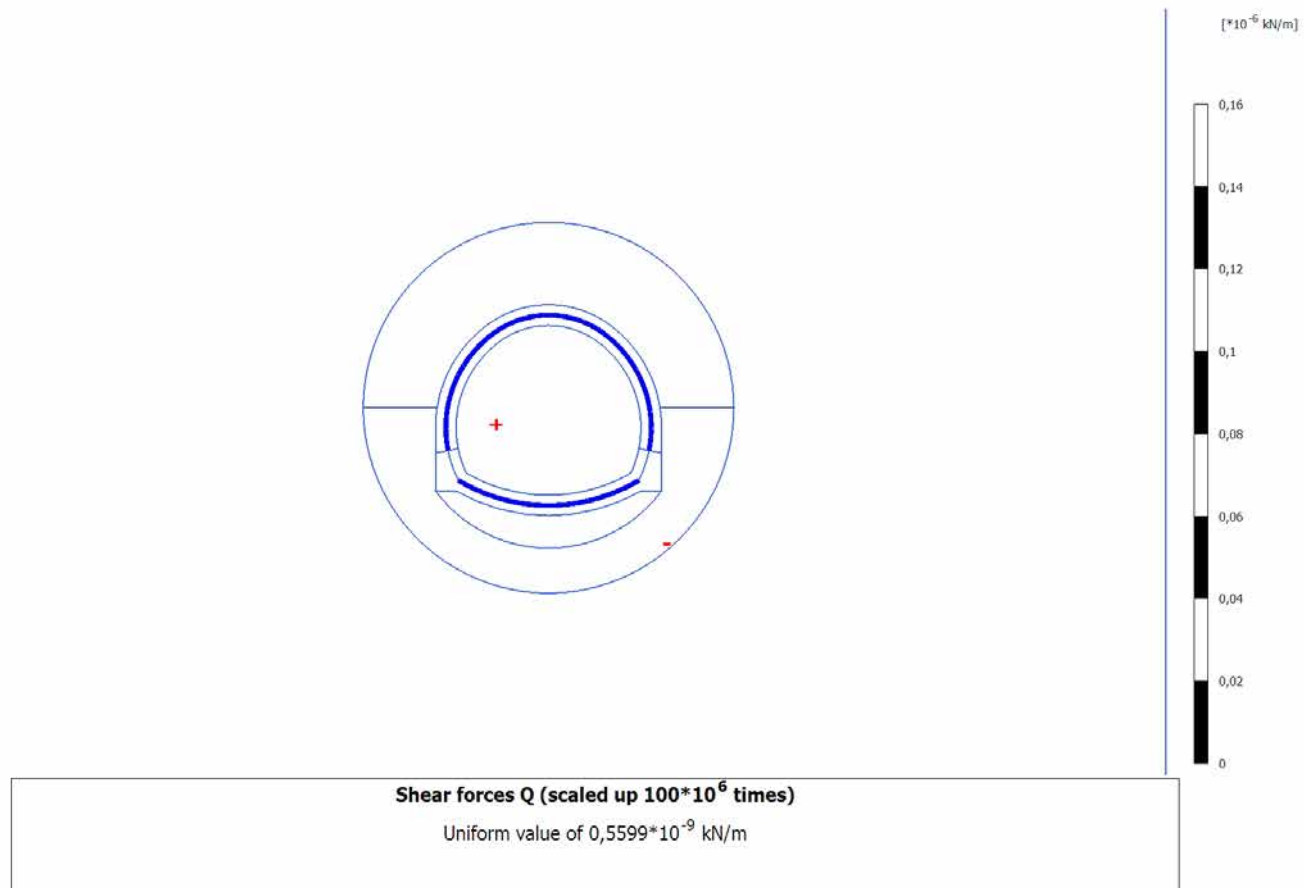
Shear forces Q (scaled up $100 \cdot 10^6$ times)

No results

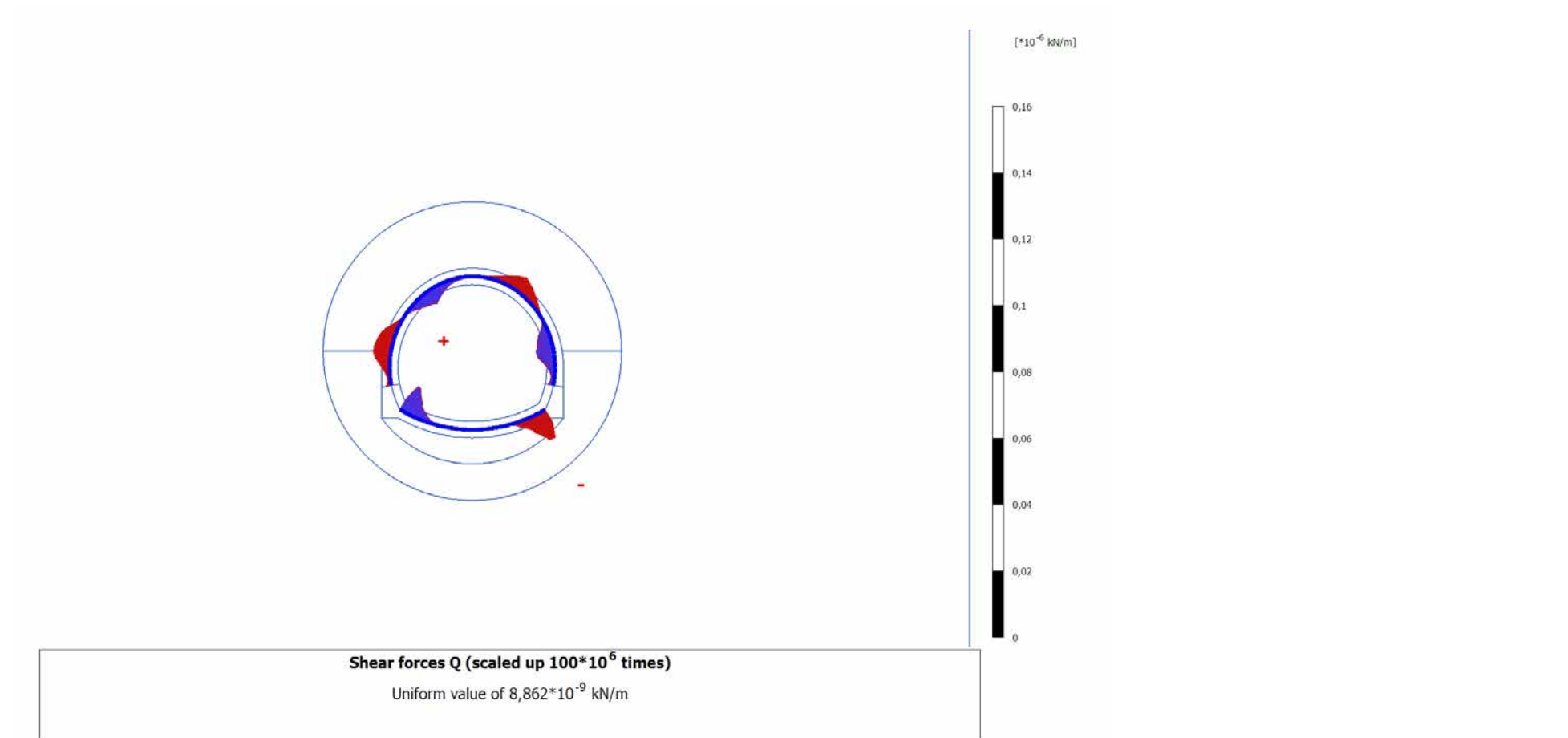
4.10.5 Calculation results, Plate, ARCO (7/86), Shear forces Q



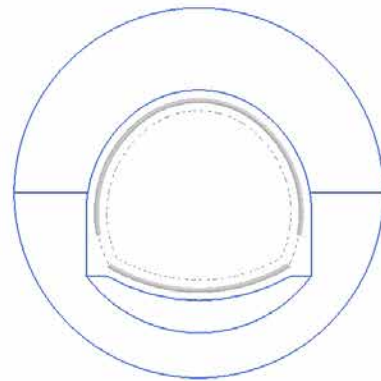
4.10.6 Calculation results, Plate, CALOTTA (8/89), Shear forces Q



4.10.7 Calculation results, Plate, LT (9/97), Shear forces Q

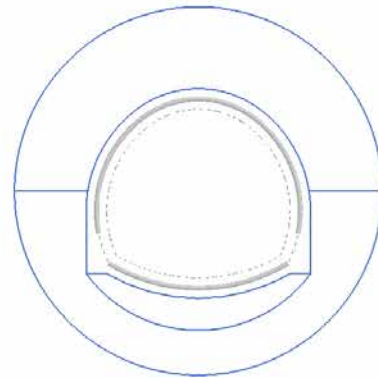


4.11.1 Calculation results, Plate, SCAVO (3/12), Bending moments M



Bending moments M (scaled up $800 \cdot 10^6$ times)
No results

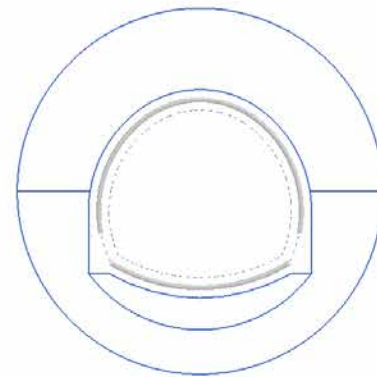
4.11.2 Calculation results, Plate, AVANZAMENTO (4/53), Bending moments M



Bending moments M (scaled up $800 \cdot 10^6$ times)

No results

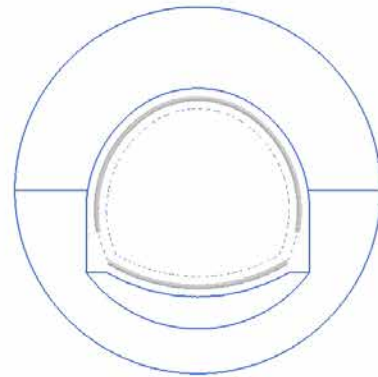
4.11.3 Calculation results, Plate, INSTALLAZIONE CENTINE (5/83), Bending moments M



Bending moments M (scaled up $800 \cdot 10^6$ times)

No results

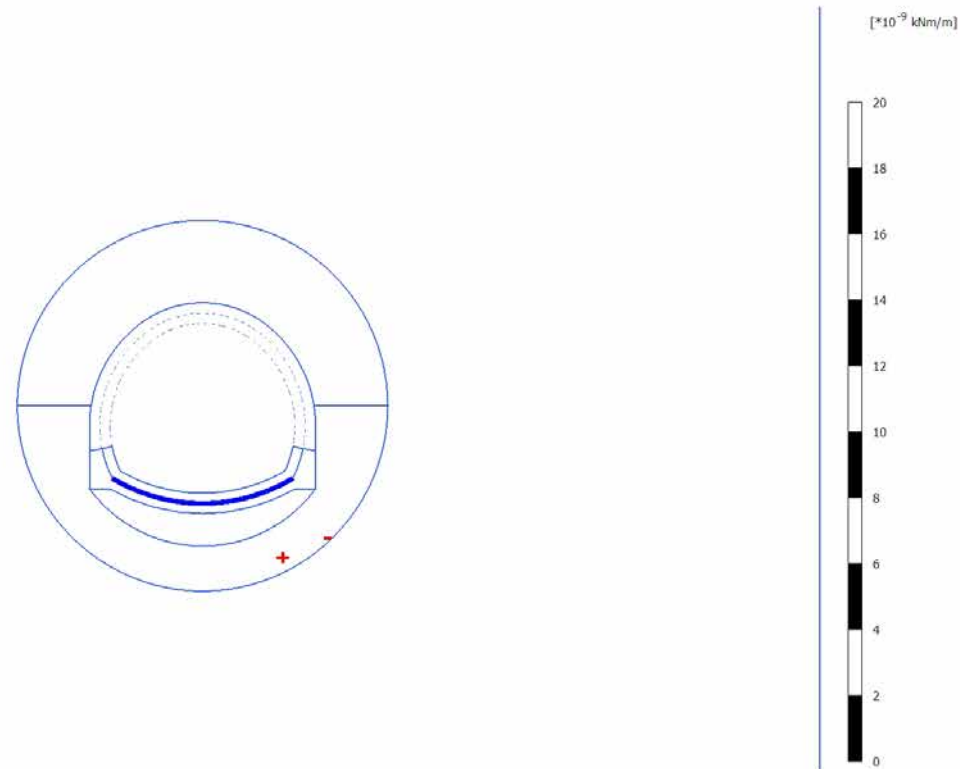
4.11.4 Calculation results, Plate, MATURAZIONE SPRITZ (6/84), Bending moments M



Bending moments M (scaled up $800 \cdot 10^6$ times)

No results

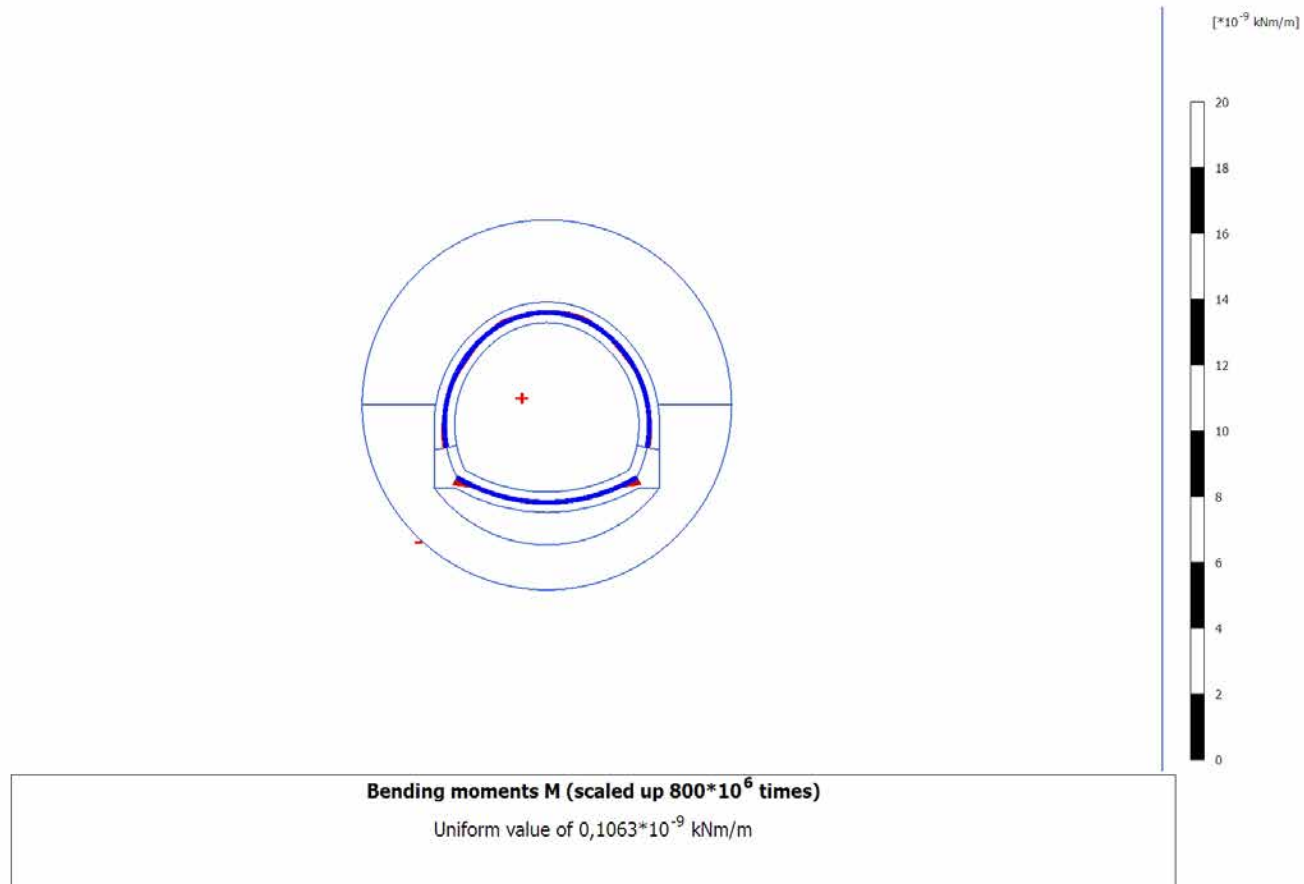
4.11.5 Calculation results, Plate, ARCO (7/86), Bending moments M



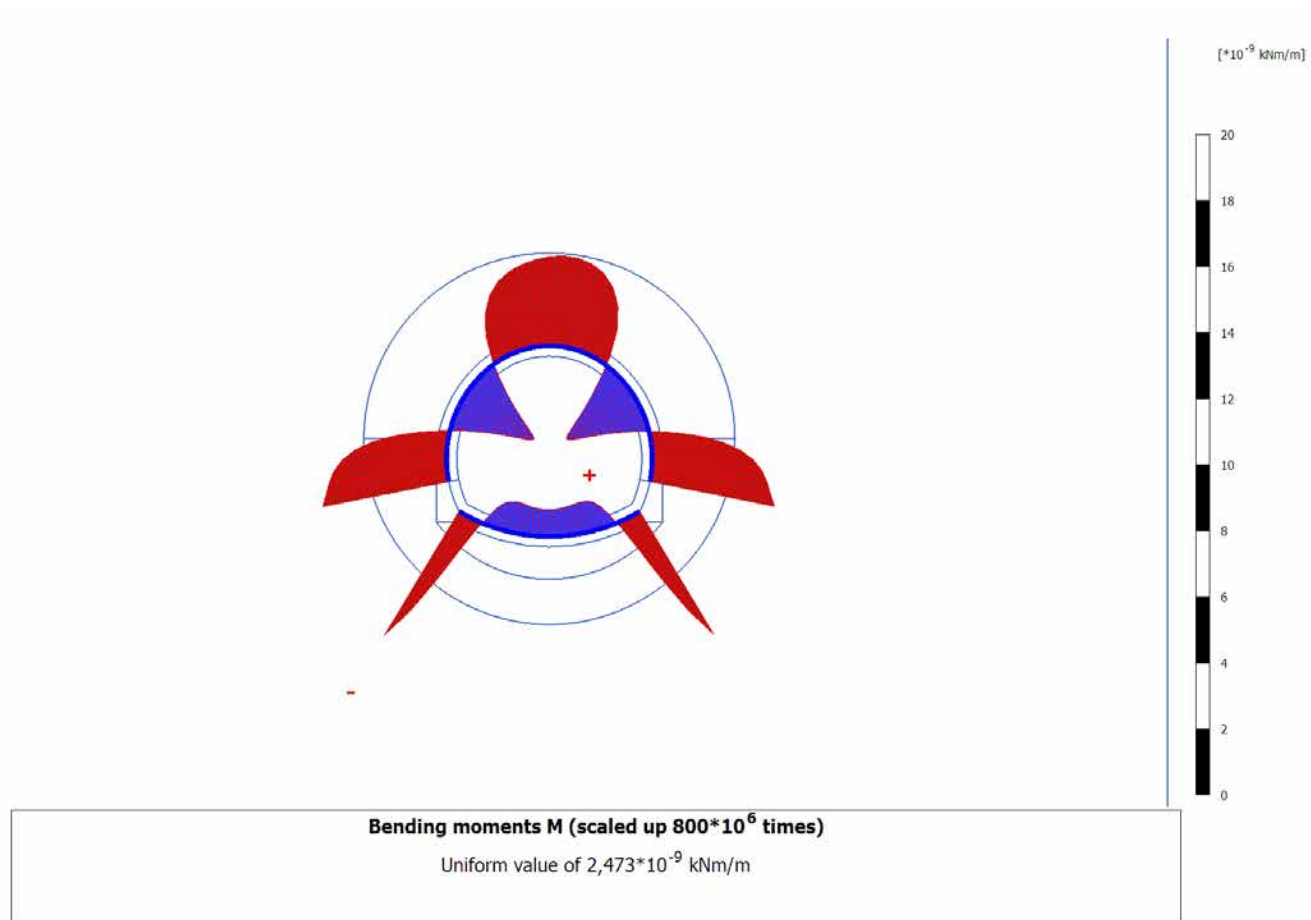
Bending moments M (scaled up $800*10^6$ times)

Uniform value of $-0,01734*10^{-9} \text{ kNm/m}$

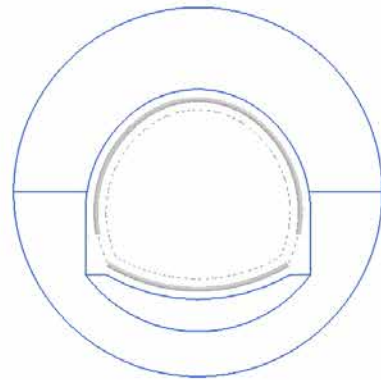
4.11.6 Calculation results, Plate, CALOTTA (8/89), Bending moments M



4.11.7 Calculation results, Plate, LT (9/97), Bending moments M



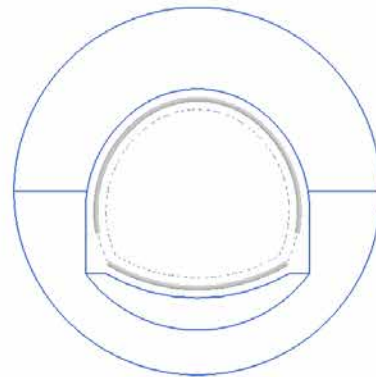
4.12.1 Calculation results, Plate, SCAVO (3/12), Total displacements $|u|$



Total displacements $|u|$ (scaled up 25,0 times)

No results

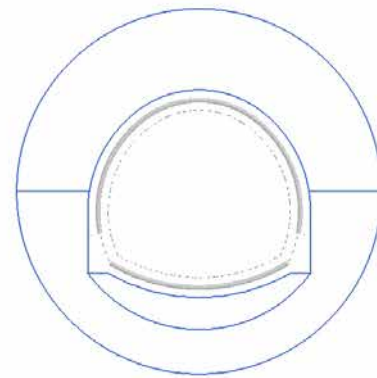
4.12.2 Calculation results, Plate, AVANZAMENTO (4/53), Total displacements $|u|$



Total displacements $|u|$ (scaled up 25,0 times)

No results

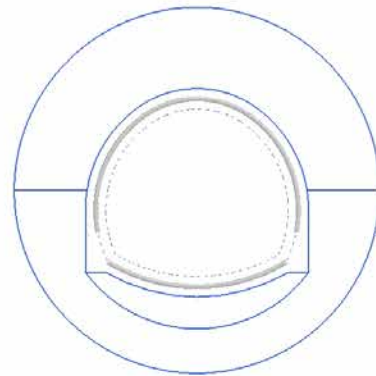
4.12.3 Calculation results, Plate, INSTALLAZIONE CENTINE (5/83), Total displacements $|u|$



Total displacements $|u|$ (scaled up 25,0 times)

No results

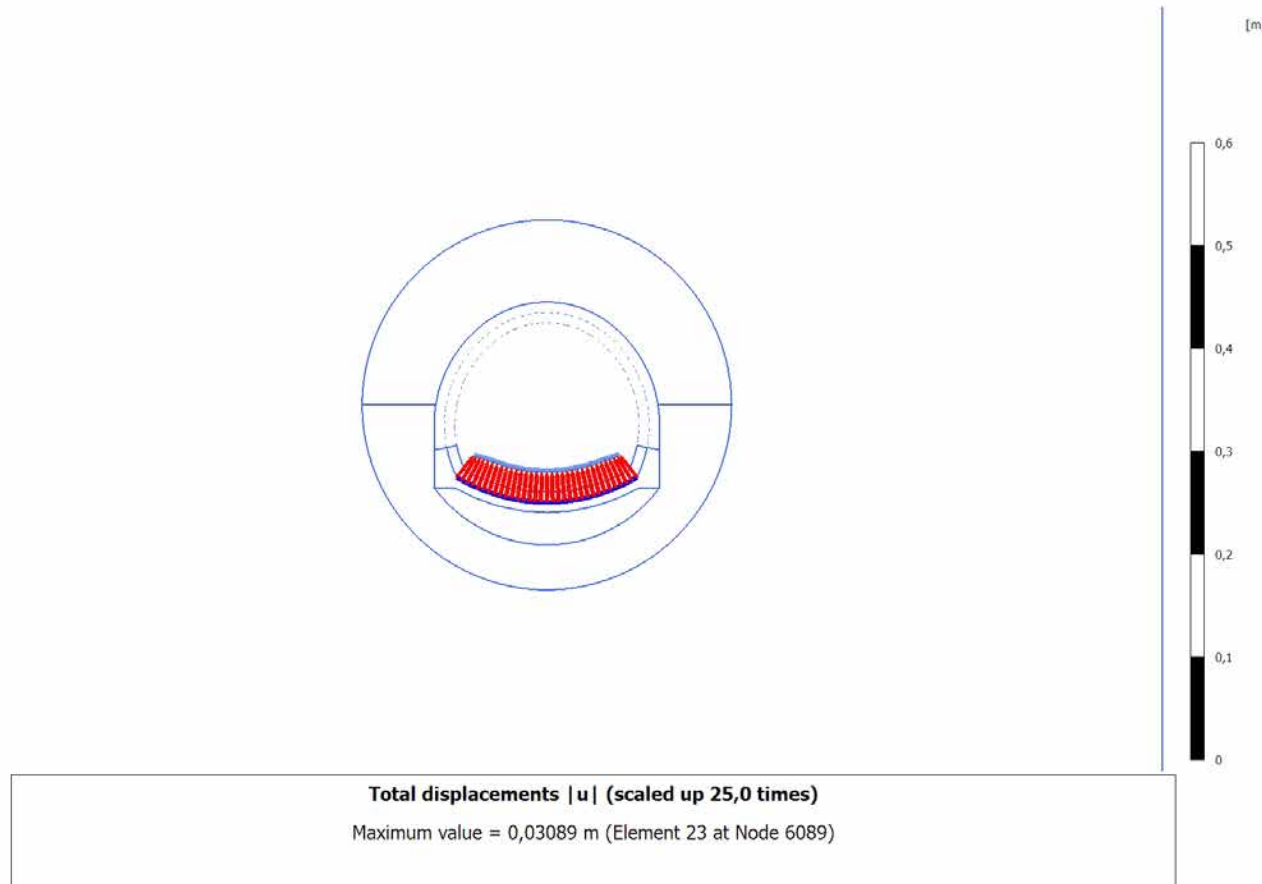
4.12.4 Calculation results, Plate, MATURAZIONE SPRITZ (6/84), Total displacements $|u|$



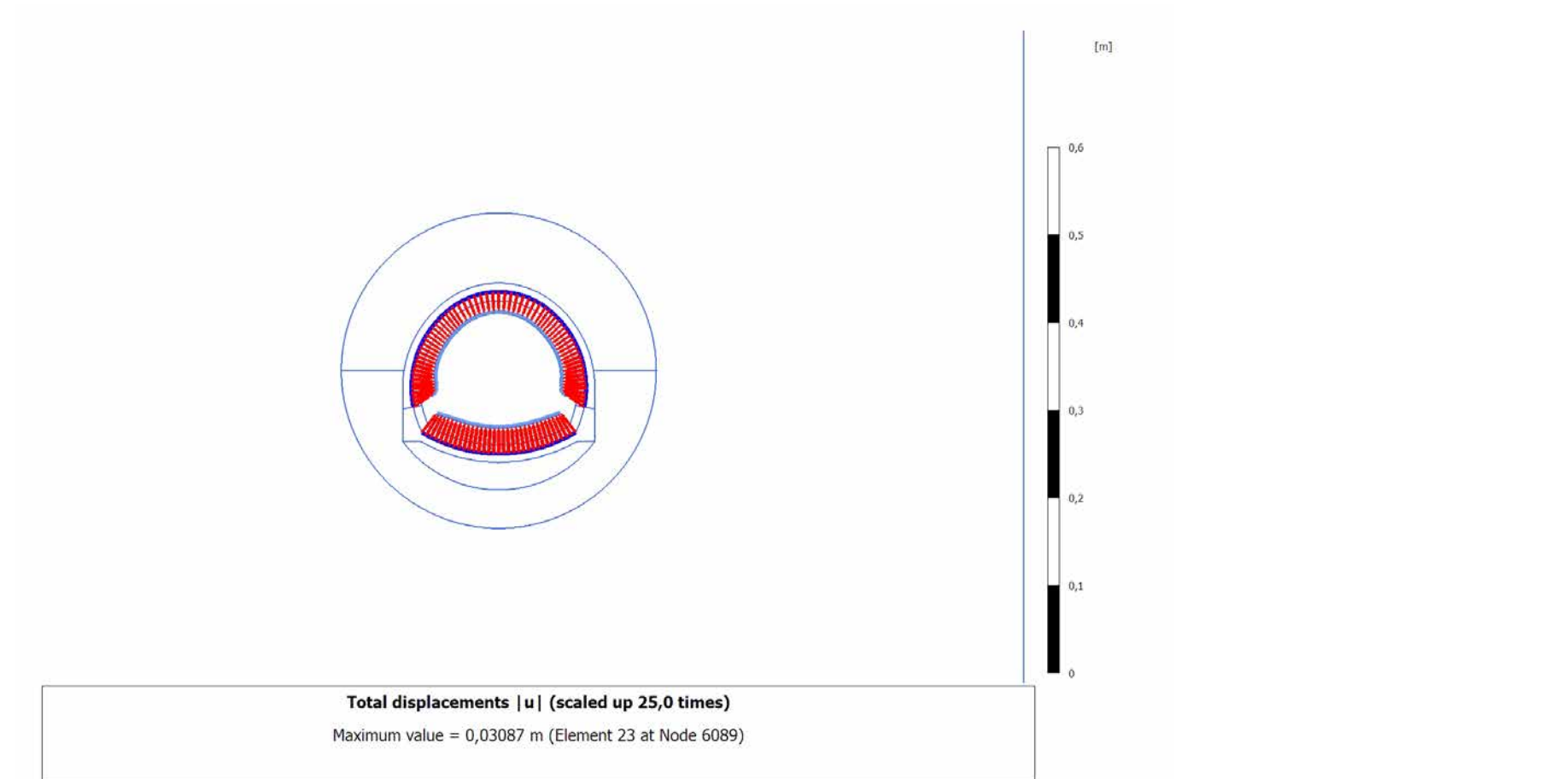
Total displacements $|u|$ (scaled up 25,0 times)

No results

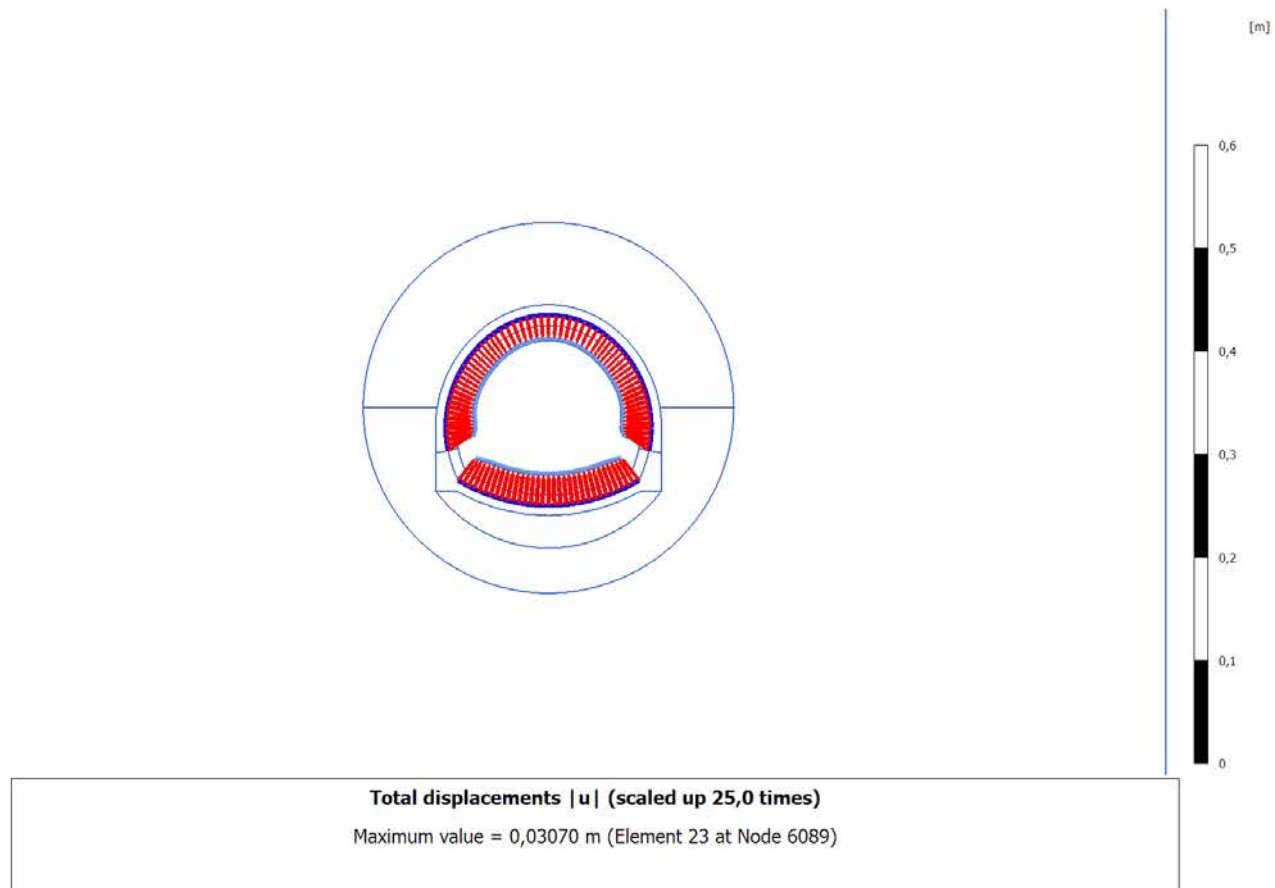
4.12.5 Calculation results, Plate, ARCO (7/86), Total displacements $|u|$



4.12.6 Calculation results, Plate, CALOTTA (8/89), Total displacements $|u|$



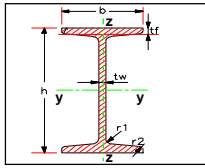
4.12.7 Calculation results, Plate, LT (9/97), Total displacements $|u|$



OMOGENIZZAZIONE CENTINE - SPRITZ BETON

Profilato

HE	HE 100 B
HEAA	HE 120 B
HEB	HE 140 B
HEM	HE 160 B
HEX	HE 180 B
HL	HE 200 B
HP	HE 220 B
HSA	HE 240 B
HSE	HE 260 B
HSH	HE 280 B



Caratteristiche Profilato		HE 160 B	
Tipologia Profilato			
Peso profilato	m	[kg/m]	42,60
Altezza Profilato	h	[mm]	160,0
Larghezza Profilo	b	[mm]	160,0
Spessore Anima	t _w	[mm]	8,00
Spessore Ala	t _f	[mm]	13,0
raggio raccordo Ala-Anima	r/r ₁	[mm]	15,0
raggio raccordo d'Ala	r ₂	[mm]	0,0
Area profilato	A	[mm ²]	5425
Inerzia profilato _y	J _y	[mm ⁴]*10 ⁶	24,92
Modulo resistenza _y	W _y	[mm ³]*10 ³	311,5
Modulo resistenza _{pl,y}	W _{y,pl}	[mm ³]*10 ³	354
Raggio d'inerzia _y	r _{y,i}	[mm]	67,8
Inerzia profilato _y	J _y	[mm ⁴]*10 ⁶	8,892
Modulo resistenza _y	W _z	[mm ³]*10 ³	111,2
Modulo resistenza _{pl,y}	W _{z,pl}	[mm ³]*10 ³	170
Raggio d'inerzia _z	r _{z,i}	[mm]	40,5
Inerzia torsionale	J _t	[mm ⁴]*10 ⁶	0,3124
Inerzia settoriale	J _w	[mm ⁴]*10 ⁶	479,4

$$E = \left[E_{dt} \cdot s + \left(\frac{E_{acc}}{E_{dt}} - 1 \right) \cdot E_{dt} \cdot \frac{A_{acc}}{d} \right]^{1/2}$$

$$s = \sqrt{ \frac{E_{acc} \cdot s^3 + 12 \cdot \left(\frac{E_{acc}}{E_{dt}} - 1 \right) \cdot E_{dt} \cdot \frac{I_{acc}}{d}}{E_{dt} \cdot s^3 + \left(\frac{E_{acc}}{E_{dt}} - 1 \right) \cdot E_{dt} \cdot \frac{A_{acc}}{d}} }$$

HE 160 B

n°	1	[-]
d	1	[m]
E	210	[Gpa]

Spritz - beton

E _{28gg}	24	[Gpa]
Spessore	0,2	[m]

FORMULAZIONE 1 $E_t = E_{28} \cdot (1 - e^{-0,42t})$

FORMULAZIONE 2 $E_t = E_{28} \cdot 1,189 \cdot e^{-\frac{1,278}{t^{0,6}}}$

step	Maturazione	E _{t-1}	E _{t-2}
	[gg]	[Gpa]	[Gpa]
1	0,5	4,546	4,113
2	2	13,639	12,280
3	5	21,061	17,542
4	28	24,000	24,001
5	28	24,000	24,001

E _{om}	S _{om}
[Gpa]	[m]
9,2058	0,2198
18,0321	0,2103
25,2679	0,2073
28,1359	0,2065
28,1359	0,2065

EA	EI
[KN]	[KN*m ²]
2,0238E+06	8151
3,7930E+06	13986
5,2372E+06	18749
5,8090E+06	20635
5,8090E+06	20635

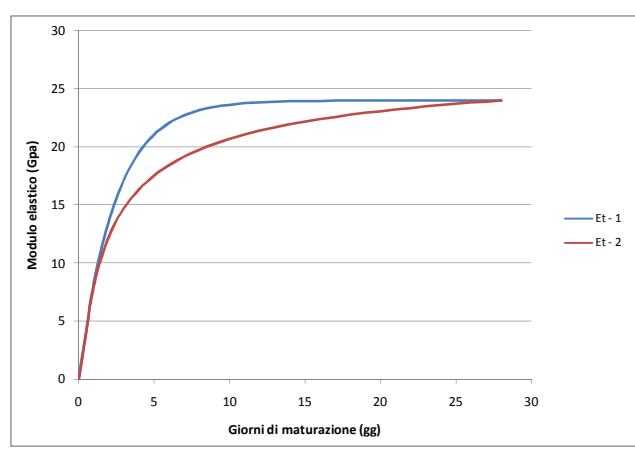
E _{om}	S _{om}
[Gpa]	[m]
8,7878	0,2207
16,7095	0,2112
21,8354	0,2085
28,1369	0,2065
28,1369	0,2065

EA	EI
[KN]	[KN*m ²]
1,9395E+06	7873
3,5287E+06	13114
4,5525E+06	16491
5,8092E+06	20636
5,8092E+06	20636

FORMULAZIONE 1 $E_t = E_{28} \cdot (1 - e^{-0.42t})$

FORMULAZIONE 2 $E_t = E_{28} \cdot 1.189 \cdot e^{\frac{-1.278}{t^{0.6}}}$

Maturazione [gg]	E_{t-1} [Gpa]	E_{t-2} [Gpa]
0,01	0,101	0,000
1	8,231	7,950
2	13,639	12,280
3	17,192	14,733
4	19,527	16,361
5	21,061	17,542
6	22,069	18,449
7	22,731	19,174
8	23,166	19,770
9	23,452	20,271
10	23,640	20,700
11	23,764	21,073
12	23,845	21,400
13	23,898	21,691
14	23,933	21,951
15	23,956	22,186
16	23,971	22,399
17	23,981	22,594
18	23,987	22,772
19	23,992	22,937
20	23,995	23,089
21	23,996	23,231
22	23,998	23,363
23	23,998	23,486
24	23,999	23,602
25	23,999	23,710
26	24,000	23,813
27	24,000	23,909
28	24,000	24,001



MATURAZIONE 0,5g - priverstimenti By-pass Pedonale

INPUT PLAXIS							Intradosso	Estradosso	VERIFICHE SEZIONALI				CHECK					
Element	Node	Local Number	Height	N	V	M	Af	A'f	σ_c [Mpa]	$\sigma_{s.inf}$ [Mpa]	$\sigma_{s.sup}$ [Mpa]	τ [MPa]	T	CLS	As	As'	%estra	%intra
Plate 7-20	7449	1	0,2	-319,500	12,482	4,769	20,80	20,80	-1,1	-28,1	-47,1	9,4	OK	OK	OK	OK	24,8	14,8
(HEB160_1.0m_0.5gg)	7427	2	0,2	-312,883	2,889	5,857	20,80	20,80	-1,1	-25,2	-48,5	2,2	OK	OK	OK	OK	25,5	13,3
	7428	3	0,2	-306,565	-0,932	5,966	20,80	20,80	-1,1	-24,2	-48,0	-0,7	OK	OK	OK	OK	25,3	12,8
	7429	4	0,2	-300,412	-0,459	5,790	20,80	20,80	-1,1	-23,9	-46,9	-0,3	OK	OK	OK	OK	24,7	12,6
	7426	5	0,2	-294,290	2,831	5,956	20,80	20,80	-1,1	-22,8	-46,5	2,1	OK	OK	OK	OK	24,5	12,0
Plate 8-21	7426	1	0,2	-294,618	1,701	5,956	20,80	20,80	-1,1	-22,8	-46,6	1,3	OK	OK	OK	OK	24,5	12,0
(HEB160_1.0m_0.5gg)	7255	2	0,2	-288,430	3,364	6,333	20,80	20,80	-1,1	-21,4	-46,6	2,5	OK	OK	OK	OK	24,5	11,2
	7256	3	0,2	-283,734	4,860	6,948	20,80	20,80	-1,1	-19,6	-47,3	3,7	OK	OK	OK	OK	24,9	10,3
	7257	4	0,2	-280,589	6,105	7,766	20,80	20,80	-1,2	-17,6	-48,5	4,6	OK	OK	OK	OK	25,5	9,3
	7254	5	0,2	-279,056	7,014	8,746	20,80	20,80	-1,2	-15,5	-50,3	5,3	OK	OK	OK	OK	26,5	8,1
Plate 8-22	7254	1	0,2	-278,504	9,497	8,746	20,80	20,80	-1,2	-15,4	-50,2	7,1	OK	OK	OK	OK	26,4	8,1
(HEB160_1.0m_0.5gg)	6115	2	0,2	-279,610	-13,715	8,534	20,80	20,80	-1,2	-15,9	-49,9	-10,3	OK	OK	OK	OK	26,3	8,4
	6116	3	0,2	-280,275	-30,896	6,677	20,80	20,80	-1,1	-19,7	-46,3	-23,2	OK	OK	OK	OK	24,4	10,4
	6117	4	0,2	-280,359	-42,040	3,668	20,80	20,80	-0,9	-25,7	-40,3	-31,6	OK	OK	OK	OK	21,2	13,5
	6258	5	0,2	-279,720	-47,140	0,000	20,80	20,80	-0,7	-32,9	-32,9	-35,4	OK	OK	OK	OK	17,3	17,3
Plate 6-15	10621	1	0,2	-314,056	12,783	-0,553	20,80	20,80	-0,8	-38,1	-35,9	9,6	OK	OK	OK	OK	18,9	20,1
(HEB160_1.0m_0.5gg)	10602	2	0,2	-310,808	9,952	1,204	20,80	20,80	-0,9	-34,2	-39,0	7,5	OK	OK	OK	OK	20,5	18,0
	10603	3	0,2	-306,420	4,506	2,320	20,80	20,80	-0,9	-31,5	-40,7	3,4	OK	OK	OK	OK	21,4	16,6
	10604	4	0,2	-301,498	-3,125	2,455	20,80	20,80	-0,9	-30,6	-40,4	-2,3	OK	OK	OK	OK	21,3	16,1
	10601	5	0,2	-296,651	-12,512	1,290	20,80	20,80	-0,8	-32,4	-37,5	-9,4	OK	OK	OK	OK	19,7	17,0
Plate 6-16	10601	1	0,2	-297,460	-9,104	1,290	20,80	20,80	-0,8	-32,5	-37,6	-6,8	OK	OK	OK	OK	19,8	17,1
(HEB160_1.0m_0.5gg)	9980	2	0,2	-295,650	-5,895	0,165	20,80	20,80	-0,8	-34,5	-35,2	-4,4	OK	OK	OK	OK	18,5	18,2
	9981	3	0,2	-294,813	-3,659	-0,539	20,80	20,80	-0,8	-35,8	-33,7	-2,7	OK	OK	OK	OK	17,7	18,8
	9982	4	0,2	-295,159	-2,644	-1,002	20,80	20,80	-0,8	-36,8	-32,8	-2,0	OK	OK	OK	OK	17,2	19,3
	9979	5	0,2	-296,901	-3,100	-1,415	20,80	20,80	-0,8	-37,8	-32,2	-2,3	OK	OK	OK	OK	16,9	19,9
Plate 6-17	9979	1	0,2	-297,292	-2,519	-1,415	20,80	20,80	-0,8	-37,8	-32,2	-1,9	OK	OK	OK	OK	16,9	19,9
(HEB160_1.0m_0.5gg)	9569	2	0,2	-300,905	-5,017	-1,947	20,80	20,80	-0,9	-39,3	-31,6	-3,8	OK	OK	OK	OK	16,6	20,7
	9570	3	0,2	-307,277	-7,680	-2,964	20,80	20,80	-1,0	-42,1	-30,3	-5,8	OK	OK	OK	OK	15,9	22,2
	9571	4	0,2	-316,242	-7,726	-4,136	20,80	20,80	-1,0	-45,5	-29,0	-5,8	OK	OK	OK	OK	15,3	23,9
	9568	5	0,2	-327,633	-2,374	-5,004	20,80	20,80	-1,1	-48,6	-28,6	-1,8	OK	OK	OK	OK	15,1	25,6
Plate 6-18	9568	1	0,2	-329,499	11,553	-5,004	20,80	20,80	-1,1	-48,8	-28,8	8,7	OK	OK	OK	OK	15,2	25,7
(HEB160_1.0m_0.5gg)	8483	2	0,2	-337,134	-0,488	-4,439	20,80	20,80	-1,1	-48,6	-30,9	-0,4	OK	OK	OK	OK	16,2	25,6
	8484	3	0,2	-342,854	3,710	-4,288	20,80	20,80	-1,1	-48,9	-31,8	2,8	OK	OK	OK	OK	16,8	25,8
	8485	4	0,2	-344,796	18,939	-2,762	20,80	20,80	-1,0	-46,1	-35,1	14,2	OK	OK	OK	OK	18,5	24,3
	8482	5	0,2	-341,094	39,990	1,686	20,80	20,80	-1,0	-36,8	-43,5	30,0	OK	OK	OK	OK	22,9	19,4
Plate 6-19	8482	1	0,2	-341,547	-16,393	1,686	20,80	20,80	-1,0	-36,9	-43,6	-12,3	OK	OK	OK	OK	22,9	19,4
(HEB160_1.0m_0.5gg)	7446	2	0,2	-339,989	1,675	0,897	20,80	20,80	-0,9	-38,3	-41,8	1,3	OK	OK	OK	OK	22,0	20,1
	7447	3	0,2	-335,048	11,231	1,740	20,80	20,80	-1,0	-36,0	-42,9	8,4	OK	OK	OK	OK	22,6	18,9
	7448	4	0,2	-327,750	13,517	3,315	20,80	20,80	-1,0	-32,0	-45,2	10,2	OK	OK	OK	OK	23,8	16,8
	7449	5	0,2	-319,122	9,775	4,769	20,80	20,80	-1,1	-28,1	-47,1	7,3	OK	OK	OK	OK	24,8	14,8
Plate 4-9	10686	1	0,2	-306,660	-6,619	0,156	20,80	20,80	-0,8	-35,8	-36,4	-5,0	OK	OK	OK	OK	19,2	18,8
(HEB160_1.0m_0.5gg)	10687	2	0,2	-307,510	-6,773	-0,739	20,80	20,80	-0,8	-37,7	-34,8	-5,1	OK	OK	OK	OK	18,3	19,8
	10688	3	0,2	-306,895	-6,177	-1,602	20,80	20,80	-0,9	-39,3	-33,0	-4,6	OK	OK	OK	OK	17,3	20,7

	10689	4	0,2	-304,729	-4,857	-2,339	20,80	20,80	-0,9	-40,6	-31,2	-3,6	OK	OK	OK	OK	16,4	21,3
	10706	5	0,2	-300,926	-2,841	-2,856	20,80	20,80	-0,9	-41,1	-29,8	-2,1	OK	OK	OK	OK	15,7	21,7
Plate 4-10	10706	1	0,2	-301,259	-2,930	-2,856	20,80	20,80	-0,9	-41,2	-29,8	-2,2	OK	OK	OK	OK	15,7	21,7
(HEB160_1.0m_0.5gg)	10707	2	0,2	-296,324	1,446	-2,934	20,80	20,80	-0,9	-40,7	-29,1	1,1	OK	OK	OK	OK	15,3	21,4
	10708	3	0,2	-291,198	4,046	-2,553	20,80	20,80	-0,9	-39,4	-29,2	3,0	OK	OK	OK	OK	15,4	20,7
	10709	4	0,2	-286,158	4,940	-1,940	20,80	20,80	-0,8	-37,6	-29,8	3,7	OK	OK	OK	OK	15,7	19,8
	11267	5	0,2	-281,482	4,194	-1,318	20,80	20,80	-0,8	-35,8	-30,5	3,2	OK	OK	OK	OK	16,1	18,8
Plate 4-11	11267	1	0,2	-281,472	4,911	-1,318	20,80	20,80	-0,8	-35,8	-30,5	3,7	OK	OK	OK	OK	16,1	18,8
(HEB160_1.0m_0.5gg)	11268	2	0,2	-277,718	3,698	-0,746	20,80	20,80	-0,8	-34,2	-31,2	2,8	OK	OK	OK	OK	16,4	18,0
	11269	3	0,2	-274,835	2,329	-0,347	20,80	20,80	-0,7	-33,1	-31,7	1,7	OK	OK	OK	OK	16,7	17,4
	11270	4	0,2	-272,831	0,855	-0,135	20,80	20,80	-0,7	-32,4	-31,9	0,6	OK	OK	OK	OK	16,8	17,1
	11271	5	0,2	-271,715	-0,671	-0,123	20,80	20,80	-0,7	-32,3	-31,8	-0,5	OK	OK	OK	OK	16,7	17,0
Plate 5-12	11271	1	0,2	-271,764	-1,036	-0,123	20,80	20,80	-0,7	-32,3	-31,8	-0,8	OK	OK	OK	OK	16,7	17,0
(HEB160_1.0m_0.5gg)	11254	2	0,2	-271,426	-1,594	-0,295	20,80	20,80	-0,7	-32,6	-31,4	-1,2	OK	OK	OK	OK	16,5	17,1
	11255	3	0,2	-272,193	-2,248	-0,550	20,80	20,80	-0,7	-33,2	-31,0	-1,7	OK	OK	OK	OK	16,3	17,5
	11256	4	0,2	-274,104	-2,866	-0,887	20,80	20,80	-0,8	-34,1	-30,5	-2,2	OK	OK	OK	OK	16,1	17,9
	11253	5	0,2	-277,194	-3,320	-1,300	20,80	20,80	-0,8	-35,2	-30,1	-2,5	OK	OK	OK	OK	15,8	18,5
Plate 5-13	11253	1	0,2	-277,143	-2,763	-1,300	20,80	20,80	-0,8	-35,2	-30,1	-2,1	OK	OK	OK	OK	15,8	18,5
(HEB160_1.0m_0.5gg)	10768	2	0,2	-281,653	-3,125	-1,687	20,80	20,80	-0,8	-36,5	-29,8	-2,3	OK	OK	OK	OK	15,7	19,2
	10769	3	0,2	-286,854	-3,356	-2,123	20,80	20,80	-0,9	-38,0	-29,6	-2,5	OK	OK	OK	OK	15,6	20,0
	10770	4	0,2	-292,663	-3,105	-2,552	20,80	20,80	-0,9	-39,6	-29,4	-2,3	OK	OK	OK	OK	15,5	20,8
	10771	5	0,2	-298,999	-2,022	-2,905	20,80	20,80	-0,9	-41,0	-29,4	-1,5	OK	OK	OK	OK	15,5	21,6
Plate 5-14	10771	1	0,2	-298,523	-1,166	-2,905	20,80	20,80	-0,9	-40,9	-29,4	-0,9	OK	OK	OK	OK	15,5	21,6
(HEB160_1.0m_0.5gg)	10622	2	0,2	-305,150	0,632	-2,955	20,80	20,80	-1,0	-41,8	-30,1	0,5	OK	OK	OK	OK	15,8	22,0
	10623	3	0,2	-310,156	3,701	-2,680	20,80	20,80	-0,9	-41,9	-31,2	2,8	OK	OK	OK	OK	16,4	22,0
	10624	4	0,2	-313,212	7,886	-1,928	20,80	20,80	-0,9	-40,7	-33,1	5,9	OK	OK	OK	OK	17,4	21,4
	10621	5	0,2	-313,992	13,035	-0,553	20,80	20,80	-0,8	-38,1	-35,9	9,8	OK	OK	OK	OK	18,9	20,0
Plate 3-4	10641	1	0,2	-309,369	-4,594	6,261	20,80	20,80	-1,2	-24,0	-48,9	-3,5	OK	OK	OK	OK	25,7	12,6
(HEB160_1.0m_0.5gg)	10642	2	0,2	-317,723	-12,044	5,205	20,80	20,80	-1,1	-27,1	-47,8	-9,0	OK	OK	OK	OK	25,2	14,2
	10643	3	0,2	-325,517	-12,550	3,622	20,80	20,80	-1,0	-31,1	-45,6	-9,4	OK	OK	OK	OK	24,0	16,4
	10644	4	0,2	-331,545	-4,435	2,523	20,80	20,80	-1,0	-34,0	-44,1	-3,3	OK	OK	OK	OK	23,2	17,9
	10788	5	0,2	-334,600	13,980	2,977	20,80	20,80	-1,0	-33,5	-45,3	10,5	OK	OK	OK	OK	23,9	17,6
Plate 3-5	10788	1	0,2	-334,048	-43,347	2,977	20,80	20,80	-1,0	-33,4	-45,3	-32,6	OK	OK	OK	OK	23,8	17,6
(HEB160_1.0m_0.5gg)	10789	2	0,2	-340,959	-22,394	-1,990	20,80	20,80	-1,0	-44,1	-36,2	-16,8	OK	OK	OK	OK	19,1	23,2
	10790	3	0,2	-341,224	-6,902	-4,024	20,80	20,80	-1,1	-48,2	-32,2	-5,2	OK	OK	OK	OK	16,9	25,4
	10791	4	0,2	-336,509	-2,020	-4,610	20,80	20,80	-1,1	-48,8	-30,5	-1,5	OK	OK	OK	OK	16,0	25,7
	10822	5	0,2	-328,481	-12,899	-5,474	20,80	20,80	-1,2	-49,6	-27,8	-9,7	OK	OK	OK	OK	14,6	26,1
Plate 3-6	10822	1	0,2	-326,840	-2,420	-5,474	20,80	20,80	-1,2	-49,4	-27,6	-1,8	OK	OK	OK	OK	14,5	26,0
(HEB160_1.0m_0.5gg)	10824	2	0,2	-315,778	10,226	-4,701	20,80	20,80	-1,1	-46,6	-27,8	7,7	OK	OK	OK	OK	14,6	24,5
	10825	3	0,2	-306,335	12,102	-2,955	20,80	20,80	-1,0	-42,0	-30,2	9,1	OK	OK	OK	OK	15,9	22,1
	10826	4	0,2	-299,282	6,743	-1,408	20,80	20,80	-0,8	-38,1	-32,4	5,1	OK	OK	OK	OK	17,1	20,0
	10823	5	0,2	-295,391	-2,311	-1,071	20,80	20,80	-0,8	-36,9	-32,7	-1,7	OK	OK	OK	OK	17,2	19,4
Plate 3-7	10823	1	0,2	-295,138	0,480	-1,071	20,80	20,80	-0,8	-36,9	-32,6	0,4	OK	OK	OK	OK	17,2	19,4
(HEB160_1.0m_0.5gg)	10809	2	0,2	-292,776	0,600	-1,004	20,80	20,80	-0,8	-36,5	-32,5	0,5	OK	OK	OK	OK	17,1	19,2
	10810	3	0,2	-292,128	1,744	-0,837	20,80	20,80	-0,8	-36,1	-32,7	1,3	OK	OK	OK	OK	17,2	19,0
	10811	4	0,2	-293,053	3,783	-0,432	20,80	20,80	-0,8	-35,4	-33,7	2,8	OK	OK	OK	OK	17,7	18,6
	10808	5	0,2	-295,409	6,590	0,344	20,80	20,80	-0,8	-34,1	-35,5	5,0	OK	OK	OK	OK	18,7	18,0

Plate 3-8	10808	1	0,2	-294,934	6,694	0,344	20,80	20,80	-0,8	-34,1	-35,4	5,0	OK	OK	OK	OK	18,6	17,9
(HEB160_1.0m_0.5gg)	10667	2	0,2	-298,617	3,484	1,124	20,80	20,80	-0,8	-32,9	-37,4	2,6	OK	OK	OK	OK	19,7	17,3
	10668	3	0,2	-301,865	-0,202	1,371	20,80	20,80	-0,9	-32,8	-38,3	-0,2	OK	OK	OK	OK	20,2	17,3
	10669	4	0,2	-304,613	-4,053	1,054	20,80	20,80	-0,8	-33,8	-38,0	-3,0	OK	OK	OK	OK	20,0	17,8
	10686	5	0,2	-306,794	-7,757	0,156	20,80	20,80	-0,8	-35,8	-36,4	-5,8	OK	OK	OK	OK	19,2	18,9
Plate 1-1	10051	1	0,2	-237,391	33,397	0,156	20,80	20,80	-0,6	-27,7	-28,3	25,1	OK	OK	OK	OK	14,9	14,6
(HEB160_1.0m_0.5gg)	9722	2	0,2	-238,300	24,361	2,361	20,80	20,80	-0,7	-23,4	-32,8	18,3	OK	OK	OK	OK	17,2	12,3
	9723	3	0,2	-239,805	14,652	3,941	20,80	20,80	-0,8	-20,4	-36,1	11,0	OK	OK	OK	OK	19,0	10,7
	9724	4	0,2	-241,904	5,264	4,754	20,80	20,80	-0,9	-19,0	-38,0	4,0	OK	OK	OK	OK	20,0	10,0
	9839	5	0,2	-244,599	-2,812	4,838	20,80	20,80	-0,9	-19,2	-38,4	-2,1	OK	OK	OK	OK	20,2	10,1
Plate 1-2	9839	1	0,2	-244,549	-2,278	4,838	20,80	20,80	-0,9	-19,2	-38,4	-1,7	OK	OK	OK	OK	20,2	10,1
(HEB160_1.0m_0.5gg)	9840	2	0,2	-251,014	-1,253	4,574	20,80	20,80	-0,9	-20,5	-38,7	-0,9	OK	OK	OK	OK	20,4	10,8
	9841	3	0,2	-258,933	-0,086	4,473	20,80	20,80	-0,9	-21,6	-39,4	-0,1	OK	OK	OK	OK	20,7	11,4
	9842	4	0,2	-268,199	1,221	4,555	20,80	20,80	-1,0	-22,5	-40,7	0,9	OK	OK	OK	OK	21,4	11,9
	10025	5	0,2	-278,704	2,665	4,843	20,80	20,80	-1,0	-23,2	-42,5	2,0	OK	OK	OK	OK	22,4	12,2
Plate 2-3	10025	1	0,2	-278,419	1,660	4,843	20,80	20,80	-1,0	-23,2	-42,4	1,2	OK	OK	OK	OK	22,3	12,2
(HEB160_1.0m_0.5gg)	10026	2	0,2	-288,246	4,962	5,367	20,80	20,80	-1,0	-23,3	-44,6	3,7	OK	OK	OK	OK	23,5	12,2
	10027	3	0,2	-296,466	5,356	6,234	20,80	20,80	-1,1	-22,5	-47,3	4,0	OK	OK	OK	OK	24,9	11,8
	10028	4	0,2	-303,338	1,176	6,780	20,80	20,80	-1,2	-22,2	-49,2	0,9	OK	OK	OK	OK	25,9	11,7
	10641	5	0,2	-309,117	-9,245	6,261	20,80	20,80	-1,2	-23,9	-48,9	-6,9	OK	OK	OK	OK	25,7	12,6

MATURAZIONE 28gg - prerivestimenti By-pass Pedonale

INPUT PLAXIS							Intradosso	Estradosso	VERIFICHE SEZIONALI				CHECK					
Element	Node	Local Number	Height	N	V	M	Af	A'f	σ_c [Mpa]	$\sigma_{s,inf}$ [Mpa]	$\sigma_{s,sup}$ [Mpa]	τ [MPa]	T	CLS	As	As'	%estra	%intra
Plate 7-20	7449	1	0,2	-312,144	12,587	4,254	20,80	20,80	-1,8	-8,4	-14,7	9,5	OK	OK	OK	OK	7,7	4,4
(HEB160_1.0m_28gg)	7427	2	0,2	-305,854	3,179	5,351	20,80	20,80	-1,9	-7,3	-15,3	2,4	OK	OK	OK	OK	8,1	3,9
	7428	3	0,2	-299,815	-0,524	5,514	20,80	20,80	-1,9	-7,0	-15,2	-0,4	OK	OK	OK	OK	8,0	3,7
	7429	4	0,2	-293,886	-0,129	5,402	20,80	20,80	-1,9	-6,9	-14,9	-0,1	OK	OK	OK	OK	7,8	3,6
	7426	5	0,2	-287,925	2,756	5,590	20,80	20,80	-1,9	-6,5	-14,8	2,1	OK	OK	OK	OK	7,8	3,4
Plate 8-21	7426	1	0,2	-288,234	1,738	5,585	20,80	20,80	-1,9	-6,5	-14,8	1,3	OK	OK	OK	OK	7,8	3,4
(HEB160_1.0m_28gg)	7255	2	0,2	-282,158	3,030	5,929	20,80	20,80	-1,9	-6,0	-14,9	2,3	OK	OK	OK	OK	7,8	3,2
	7256	3	0,2	-277,542	4,264	6,452	20,80	20,80	-1,9	-5,5	-15,1	3,2	OK	OK	OK	OK	7,9	2,9
	7257	4	0,2	-274,443	5,386	7,142	20,80	20,80	-2,0	-4,8	-15,5	4,0	OK	OK	OK	OK	8,1	2,5
	7254	5	0,2	-272,919	6,340	7,994	20,80	20,80	-2,1	-4,1	-16,1	4,8	OK	OK	OK	OK	8,5	2,2
Plate 8-22	7254	1	0,2	-272,386	8,914	7,977	20,80	20,80	-2,1	-4,1	-16,0	6,7	OK	OK	OK	OK	8,4	2,2
(HEB160_1.0m_28gg)	6115	2	0,2	-273,436	-12,922	7,789	20,80	20,80	-2,1	-4,3	-15,9	-9,7	OK	OK	OK	OK	8,4	2,3
	6116	3	0,2	-274,064	-29,170	6,102	20,80	20,80	-1,9	-5,6	-14,7	-21,9	OK	OK	OK	OK	7,7	2,9
	6117	4	0,2	-274,131	-39,836	3,360	20,80	20,80	-1,5	-7,6	-12,6	-29,9	OK	OK	OK	OK	6,7	4,0
	6258	5	0,2	-273,501	-44,924	-0,043	20,80	20,80	-1,2	-10,2	-10,1	-33,7	OK	OK	OK	OK	5,3	5,3
Plate 6-15	10621	1	0,2	-306,687	11,843	-0,577	20,80	20,80	-1,4	-11,8	-10,9	8,9	OK	OK	OK	OK	5,7	6,2
(HEB160_1.0m_28gg)	10602	2	0,2	-303,546	9,375	1,025	20,80	20,80	-1,4	-10,5	-12,0	7,0	OK	OK	OK	OK	6,3	5,5
	10603	3	0,2	-299,254	4,395	2,051	20,80	20,80	-1,5	-9,5	-12,6	3,3	OK	OK	OK	OK	6,6	5,0
	10604	4	0,2	-294,413	-2,740	2,202	20,80	20,80	-1,5	-9,3	-12,5	-2,1	OK	OK	OK	OK	6,6	4,9
	10601	5	0,2	-289,622	-11,676	1,152	20,80	20,80	-1,4	-9,9	-11,6	-8,8	OK	OK	OK	OK	6,1	5,2
Plate 6-16	10601	1	0,2	-290,414	-8,434	1,185	20,80	20,80	-1,4	-9,9	-11,6	-6,3	OK	OK	OK	OK	6,1	5,2
(HEB160_1.0m_28gg)	9980	2	0,2	-288,593	-5,420	0,170	20,80	20,80	-1,2	-10,6	-10,8	-4,1	OK	OK	OK	OK	5,7	5,6
	9981	3	0,2	-287,735	-3,339	-0,450	20,80	20,80	-1,3	-11,0	-10,3	-2,5	OK	OK	OK	OK	5,4	5,8
	9982	4	0,2	-288,040	-2,422	-0,857	20,80	20,80	-1,3	-11,3	-10,0	-1,8	OK	OK	OK	OK	5,3	5,9
	9979	5	0,2	-289,711	-2,899	-1,229	20,80	20,80	-1,4	-11,6	-9,8	-2,2	OK	OK	OK	OK	5,2	6,1
Plate 6-17	9979	1	0,2	-290,085	-2,347	-1,221	20,80	20,80	-1,4	-11,6	-9,8	-1,8	OK	OK	OK	OK	5,2	6,1
(HEB160_1.0m_28gg)	9569	2	0,2	-293,578	-4,753	-1,707	20,80	20,80	-1,4	-12,1	-9,6	-3,6	OK	OK	OK	OK	5,0	6,4
	9570	3	0,2	-299,738	-7,378	-2,643	20,80	20,80	-1,6	-13,1	-9,1	-5,5	OK	OK	OK	OK	4,8	6,9
	9571	4	0,2	-308,413	-7,541	-3,737	20,80	20,80	-1,7	-14,2	-8,6	-5,7	OK	OK	OK	OK	4,5	7,5
	9568	5	0,2	-319,451	-2,561	-4,578	20,80	20,80	-1,9	-15,2	-8,4	-1,9	OK	OK	OK	OK	4,4	8,0
Plate 6-18	9568	1	0,2	-321,234	10,815	-4,580	20,80	20,80	-1,9	-15,3	-8,5	8,1	OK	OK	OK	OK	4,5	8,1
(HEB160_1.0m_28gg)	8483	2	0,2	-328,698	-0,559	-4,075	20,80	20,80	-1,9	-15,2	-9,1	-0,4	OK	OK	OK	OK	4,8	8,0
	8484	3	0,2	-334,313	3,590	-3,939	20,80	20,80	-1,9	-15,3	-9,4	2,7	OK	OK	OK	OK	5,0	8,1
	8485	4	0,2	-336,293	18,287	-2,516	20,80	20,80	-1,7	-14,3	-10,6	13,7	OK	OK	OK	OK	5,6	7,5
	8482	5	0,2	-332,852	38,557	1,682	20,80	20,80	-1,6	-11,1	-13,6	29,0	OK	OK	OK	OK	7,1	5,8
Plate 6-19	8482	1	0,2	-333,291	-16,512	1,639	20,80	20,80	-1,6	-11,1	-13,6	-12,4	OK	OK	OK	OK	7,1	5,9
(HEB160_1.0m_28gg)	7446	2	0,2	-331,860	0,621	0,777	20,80	20,80	-1,5	-11,7	-12,9	0,5	OK	OK	OK	OK	6,8	6,2
	7447	3	0,2	-327,164	10,167	1,459	20,80	20,80	-1,6	-11,0	-13,2	7,6	OK	OK	OK	OK	6,9	5,8
	7448	4	0,2	-320,159	13,019	2,878	20,80	20,80	-1,7	-9,7	-14,0	9,8	OK	OK	OK	OK	7,4	5,1
	7449	5	0,2	-311,803	10,071	4,287	20,80	20,80	-1,8	-8,3	-14,7	7,6	OK	OK	OK	OK	7,8	4,4
Plate 4-9	10686	1	0,2	-299,468	-6,800	0,145	20,80	20,80	-1,3	-11,0	-11,2	-5,1	OK	OK	OK	OK	5,9	5,8

(HEB160_1.0m_28gg)	10687	2	0,2	-300,356	-6,601	-0,726	20,80	20,80	-1,4	-11,7	-10,6	-5,0	OK	OK	OK	OK	5,6	6,1
	10688	3	0,2	-299,785	-5,871	-1,526	20,80	20,80	-1,4	-12,2	-10,0	-4,4	OK	OK	OK	OK	5,2	6,4
	10689	4	0,2	-297,696	-4,624	-2,200	20,80	20,80	-1,5	-12,7	-9,4	-3,5	OK	OK	OK	OK	4,9	6,7
	10706	5	0,2	-294,026	-2,874	-2,688	20,80	20,80	-1,6	-12,9	-8,9	-2,2	OK	OK	OK	OK	4,7	6,8
Plate 4-10	10706	1	0,2	-294,351	-2,837	-2,681	20,80	20,80	-1,6	-12,9	-8,9	-2,1	OK	OK	OK	OK	4,7	6,8
(HEB160_1.0m_28gg)	10707	2	0,2	-289,613	1,369	-2,758	20,80	20,80	-1,5	-12,8	-8,7	1,0	OK	OK	OK	OK	4,6	6,7
	10708	3	0,2	-284,700	3,871	-2,408	20,80	20,80	-1,5	-12,3	-8,7	2,9	OK	OK	OK	OK	4,6	6,5
	10709	4	0,2	-279,873	4,766	-1,840	20,80	20,80	-1,4	-11,7	-9,0	3,6	OK	OK	OK	OK	4,7	6,2
	11267	5	0,2	-275,396	4,151	-1,249	20,80	20,80	-1,3	-11,1	-9,3	3,1	OK	OK	OK	OK	4,9	5,9
Plate 4-11	11267	1	0,2	-275,377	4,744	-1,263	20,80	20,80	-1,3	-11,1	-9,3	3,6	OK	OK	OK	OK	4,9	5,9
(HEB160_1.0m_28gg)	11268	2	0,2	-271,778	4,007	-0,690	20,80	20,80	-1,2	-10,6	-9,5	3,0	OK	OK	OK	OK	5,0	5,6
	11269	3	0,2	-268,985	2,708	-0,255	20,80	20,80	-1,2	-10,1	-9,8	2,0	OK	OK	OK	OK	5,1	5,3
	11270	4	0,2	-267,057	0,939	-0,016	20,80	20,80	-1,1	-9,9	-9,9	0,7	OK	OK	OK	OK	5,2	5,2
	11271	5	0,2	-266,052	-1,211	-0,031	20,80	20,80	-1,1	-9,9	-9,8	-0,9	OK	OK	OK	OK	5,2	5,2
Plate 5-12	11271	1	0,2	-266,159	-1,159	-0,029	20,80	20,80	-1,1	-9,9	-9,8	-0,9	OK	OK	OK	OK	5,2	5,2
(HEB160_1.0m_28gg)	11254	2	0,2	-265,772	-1,742	-0,217	20,80	20,80	-1,1	-10,0	-9,7	-1,3	OK	OK	OK	OK	5,1	5,3
	11255	3	0,2	-266,453	-2,252	-0,473	20,80	20,80	-1,2	-10,2	-9,5	-1,7	OK	OK	OK	OK	5,0	5,4
	11256	4	0,2	-268,236	-2,691	-0,789	20,80	20,80	-1,2	-10,5	-9,3	-2,0	OK	OK	OK	OK	4,9	5,5
	11253	5	0,2	-271,157	-3,060	-1,161	20,80	20,80	-1,3	-10,9	-9,2	-2,3	OK	OK	OK	OK	4,8	5,7
Plate 5-13	11253	1	0,2	-271,113	-2,473	-1,152	20,80	20,80	-1,3	-10,9	-9,2	-1,9	OK	OK	OK	OK	4,8	5,7
(HEB160_1.0m_28gg)	10768	2	0,2	-275,444	-3,044	-1,507	20,80	20,80	-1,3	-11,3	-9,1	-2,3	OK	OK	OK	OK	4,8	6,0
	10769	3	0,2	-280,462	-3,385	-1,925	20,80	20,80	-1,4	-11,8	-8,9	-2,5	OK	OK	OK	OK	4,7	6,2
	10770	4	0,2	-286,071	-3,171	-2,347	20,80	20,80	-1,5	-12,3	-8,8	-2,4	OK	OK	OK	OK	4,7	6,5
	10771	5	0,2	-292,178	-2,072	-2,699	20,80	20,80	-1,5	-12,8	-8,8	-1,6	OK	OK	OK	OK	4,6	6,8
Plate 5-14	10771	1	0,2	-291,715	-1,408	-2,693	20,80	20,80	-1,5	-12,8	-8,8	-1,1	OK	OK	OK	OK	4,6	6,7
(HEB160_1.0m_28gg)	10622	2	0,2	-298,094	0,620	-2,759	20,80	20,80	-1,6	-13,1	-9,0	0,5	OK	OK	OK	OK	4,7	6,9
	10623	3	0,2	-302,896	3,650	-2,494	20,80	20,80	-1,6	-13,1	-9,4	2,7	OK	OK	OK	OK	4,9	6,9
	10624	4	0,2	-305,836	7,504	-1,793	20,80	20,80	-1,5	-12,7	-10,0	5,6	OK	OK	OK	OK	5,3	6,7
	10621	5	0,2	-306,628	12,005	-0,537	20,80	20,80	-1,4	-11,7	-10,9	9,0	OK	OK	OK	OK	5,8	6,2
Plate 3-4	10641	1	0,2	-301,665	-5,031	5,564	20,80	20,80	-1,9	-7,0	-15,3	-3,8	OK	OK	OK	OK	8,1	3,7
(HEB160_1.0m_28gg)	10642	2	0,2	-309,743	-11,540	4,537	20,80	20,80	-1,8	-8,1	-14,8	-8,7	OK	OK	OK	OK	7,8	4,3
	10643	3	0,2	-317,228	-11,372	3,118	20,80	20,80	-1,7	-9,4	-14,1	-8,5	OK	OK	OK	OK	7,4	5,0
	10644	4	0,2	-322,981	-3,130	2,210	20,80	20,80	-1,6	-10,3	-13,6	-2,4	OK	OK	OK	OK	7,2	5,4
	10788	5	0,2	-325,863	14,584	2,788	20,80	20,80	-1,7	-10,0	-14,1	11,0	OK	OK	OK	OK	7,4	5,3
Plate 3-5	10788	1	0,2	-325,331	-41,461	2,840	20,80	20,80	-1,7	-9,9	-14,2	-31,1	OK	OK	OK	OK	7,5	5,2
(HEB160_1.0m_28gg)	10789	2	0,2	-331,904	-21,477	-1,812	20,80	20,80	-1,6	-13,6	-10,9	-16,1	OK	OK	OK	OK	5,8	7,2
	10790	3	0,2	-332,097	-6,636	-3,694	20,80	20,80	-1,8	-15,0	-9,5	-5,0	OK	OK	OK	OK	5,0	7,9
	10791	4	0,2	-327,503	-1,890	-4,235	20,80	20,80	-1,9	-15,3	-9,0	-1,4	OK	OK	OK	OK	4,7	8,0
	10822	5	0,2	-319,715	-12,189	-5,029	20,80	20,80	-1,9	-15,6	-8,1	-9,2	OK	OK	OK	OK	4,3	8,2
Plate 3-6	10822	1	0,2	-318,144	-2,166	-5,020	20,80	20,80	-1,9	-15,5	-8,0	-1,6	OK	OK	OK	OK	4,2	8,2
(HEB160_1.0m_28gg)	10824	2	0,2	-307,462	9,862	-4,287	20,80	20,80	-1,8	-14,6	-8,2	7,4	OK	OK	OK	OK	4,3	7,7
	10825	3	0,2	-298,363	11,574	-2,671	20,80	20,80	-1,6	-13,0	-9,1	8,7	OK	OK	OK	OK	4,8	6,9
	10826	4	0,2	-291,582	6,387	-1,250	20,80	20,80	-1,4	-11,7	-9,9	4,8	OK	OK	OK	OK	5,2	6,2
	10823	5	0,2	-287,851	-2,281	-0,950	20,80	20,80	-1,3	-11,4	-9,9	-1,7	OK	OK	OK	OK	5,2	6,0
Plate 3-7	10823	1	0,2	-287,609	0,396	-0,950	20,80	20,80	-1,3	-11,4	-9,9	0,3	OK	OK	OK	OK	5,2	6,0
(HEB160_1.0m_28gg)	10809	2	0,2	-285,362	0,574	-0,893	20,80	20,80	-1,3	-11,2	-9,9	0,4	OK	OK	OK	OK	5,2	5,9

	10810	3	0,2	-284,772	1,715	-0,735	20,80	20,80	-1,3	-11,1	-10,0	1,3	OK	OK	OK	OK	5,3	5,8
	10811	4	0,2	-285,710	3,685	-0,352	20,80	20,80	-1,2	-10,8	-10,3	2,8	OK	OK	OK	OK	5,4	5,7
	10808	5	0,2	-288,043	6,351	0,383	20,80	20,80	-1,3	-10,4	-10,9	4,8	OK	OK	OK	OK	5,8	5,5
Plate 3-8	10808	1	0,2	-287,590	6,315	0,362	20,80	20,80	-1,3	-10,4	-10,9	4,7	OK	OK	OK	OK	5,7	5,5
(HEB160_1.0m_28gg)	10667	2	0,2	-291,240	3,302	1,083	20,80	20,80	-1,4	-10,0	-11,6	2,5	OK	OK	OK	OK	6,1	5,2
	10668	3	0,2	-294,504	-0,227	1,308	20,80	20,80	-1,4	-9,9	-11,9	-0,2	OK	OK	OK	OK	6,2	5,2
	10669	4	0,2	-297,329	-4,020	1,003	20,80	20,80	-1,4	-10,3	-11,8	-3,0	OK	OK	OK	OK	6,2	5,4
	10686	5	0,2	-299,662	-7,822	0,123	20,80	20,80	-1,3	-11,0	-11,2	-5,9	OK	OK	OK	OK	5,9	5,8
Plate 1-1	10051	1	0,2	-231,903	32,556	-0,029	20,80	20,80	-1,0	-8,6	-8,6	24,5	OK	OK	OK	OK	4,5	4,5
(HEB160_1.0m_28gg)	9722	2	0,2	-232,807	23,388	2,204	20,80	20,80	-1,2	-7,0	-10,3	17,6	OK	OK	OK	OK	5,4	3,7
	9723	3	0,2	-234,261	13,883	3,657	20,80	20,80	-1,4	-5,9	-11,4	10,4	OK	OK	OK	OK	6,0	3,1
	9724	4	0,2	-236,272	5,015	4,399	20,80	20,80	-1,5	-5,5	-12,0	3,8	OK	OK	OK	OK	6,3	2,9
	9839	5	0,2	-238,850	-2,239	4,488	20,80	20,80	-1,5	-5,5	-12,2	-1,7	OK	OK	OK	OK	6,4	2,9
Plate 1-2	9839	1	0,2	-238,811	-1,472	4,495	20,80	20,80	-1,5	-5,5	-12,2	-1,1	OK	OK	OK	OK	6,4	2,9
(HEB160_1.0m_28gg)	9840	2	0,2	-245,059	-0,665	4,340	20,80	20,80	-1,5	-5,8	-12,3	-0,5	OK	OK	OK	OK	6,5	3,1
	9841	3	0,2	-252,748	0,206	4,309	20,80	20,80	-1,6	-6,1	-12,6	0,2	OK	OK	OK	OK	6,6	3,2
	9842	4	0,2	-261,775	1,143	4,406	20,80	20,80	-1,6	-6,4	-13,0	0,9	OK	OK	OK	OK	6,8	3,4
	10025	5	0,2	-272,036	2,146	4,643	20,80	20,80	-1,7	-6,6	-13,5	1,6	OK	OK	OK	OK	7,1	3,5
Plate 2-3	10025	1	0,2	-271,756	1,236	4,634	20,80	20,80	-1,7	-6,6	-13,5	0,9	OK	OK	OK	OK	7,1	3,5
(HEB160_1.0m_28gg)	10026	2	0,2	-281,352	4,105	5,043	20,80	20,80	-1,8	-6,7	-14,2	3,1	OK	OK	OK	OK	7,5	3,5
	10027	3	0,2	-289,320	4,393	5,736	20,80	20,80	-1,9	-6,4	-15,0	3,3	OK	OK	OK	OK	7,9	3,4
	10028	4	0,2	-295,915	0,441	6,129	20,80	20,80	-2,0	-6,4	-15,5	0,3	OK	OK	OK	OK	8,2	3,4
	10641	5	0,2	-301,392	-9,412	5,543	20,80	20,80	-1,9	-7,0	-15,3	-7,1	OK	OK	OK	OK	8,0	3,7

MATURAZIONE 28gg - prerivestimenti By-pass Pedonale

INPUT PLAXIS							Intradosso	Estradosso	VERIFICHE SEZIONALI				CHECK					
Element	Node	Local Number	Height	N	V	M	Af	A'f	σ_c [Mpa]	$\sigma_{s,inf}$ [Mpa]	$\sigma_{s,sup}$ [Mpa]	τ [MPa]	T	CLS	As	As'	%estra	%intra
Plate 7-20	7449	1	0,2	-317,132	12,429	4,252	20,80	20,80	-1,8	-8,6	-14,9	9,3	OK	OK	OK	OK	7,8	4,5
(HEB160_1.0m_28gg)	7427	2	0,2	-310,805	3,462	5,378	20,80	20,80	-1,9	-7,5	-15,5	2,6	OK	OK	OK	OK	8,2	3,9
	7428	3	0,2	-304,685	-0,337	5,583	20,80	20,80	-1,9	-7,1	-15,4	-0,3	OK	OK	OK	OK	8,1	3,7
	7429	4	0,2	-298,635	-0,470	5,463	20,80	20,80	-1,9	-7,0	-15,1	-0,4	OK	OK	OK	OK	8,0	3,7
	7426	5	0,2	-292,520	1,563	5,538	20,80	20,80	-1,9	-6,7	-15,0	1,2	OK	OK	OK	OK	7,9	3,5
Plate 8-21	7426	1	0,2	-291,801	2,038	5,535	20,80	20,80	-1,9	-6,7	-14,9	1,5	OK	OK	OK	OK	7,9	3,5
(HEB160_1.0m_28gg)	7255	2	0,2	-284,933	3,123	5,913	20,80	20,80	-1,9	-6,1	-15,0	2,3	OK	OK	OK	OK	7,9	3,2
	7256	3	0,2	-279,861	4,238	6,449	20,80	20,80	-1,9	-5,6	-15,2	3,2	OK	OK	OK	OK	8,0	2,9
	7254	4	0,2	-276,644	5,387	7,150	20,80	20,80	-2,0	-4,9	-15,6	4,0	OK	OK	OK	OK	8,2	2,6
	7254	5	0,2	-275,341	6,571	8,027	20,80	20,80	-2,1	-4,2	-16,2	4,9	OK	OK	OK	OK	8,5	2,2
Plate 8-22	7254	1	0,2	-274,812	9,298	8,018	20,80	20,80	-2,1	-4,2	-16,1	7,0	OK	OK	OK	OK	8,5	2,2
(HEB160_1.0m_28gg)	6115	2	0,2	-276,128	-12,472	7,856	20,80	20,80	-2,1	-4,4	-16,1	-9,4	OK	OK	OK	OK	8,5	2,3
	6116	3	0,2	-277,024	-28,631	6,181	20,80	20,80	-1,9	-5,6	-14,9	-21,5	OK	OK	OK	OK	7,8	3,0
	6117	4	0,2	-277,401	-39,504	3,422	20,80	20,80	-1,6	-7,7	-12,8	-29,7	OK	OK	OK	OK	6,7	4,1
	6258	5	0,2	-277,158	-45,414	-0,022	20,80	20,80	-1,2	-10,3	-10,2	-34,1	OK	OK	OK	OK	5,4	5,4
Plate 6-15	10621	1	0,2	-312,246	11,879	-0,622	20,80	20,80	-1,4	-12,0	-11,1	8,9	OK	OK	OK	OK	5,8	6,3
(HEB160_1.0m_28gg)	10602	2	0,2	-308,986	9,442	1,007	20,80	20,80	-1,4	-10,7	-12,2	7,1	OK	OK	OK	OK	6,4	5,6
	10603	3	0,2	-304,527	4,487	2,065	20,80	20,80	-1,5	-9,7	-12,8	3,4	OK	OK	OK	OK	6,7	5,1
	10604	4	0,2	-299,484	-2,651	2,232	20,80	20,80	-1,5	-9,4	-12,7	-2,0	OK	OK	OK	OK	6,7	5,0
	10601	5	0,2	-294,469	-11,638	1,182	20,80	20,80	-1,4	-10,0	-11,8	-8,7	OK	OK	OK	OK	6,2	5,3
Plate 6-16	10601	1	0,2	-295,286	-8,335	1,198	20,80	20,80	-1,4	-10,0	-11,8	-6,3	OK	OK	OK	OK	6,2	5,3
(HEB160_1.0m_28gg)	9980	2	0,2	-293,313	-5,261	0,192	20,80	20,80	-1,3	-10,7	-11,0	-4,0	OK	OK	OK	OK	5,8	5,6
	9981	3	0,2	-292,331	-3,171	-0,416	20,80	20,80	-1,3	-11,1	-10,5	-2,4	OK	OK	OK	OK	5,5	5,9
	9982	4	0,2	-292,549	-2,292	-0,807	20,80	20,80	-1,3	-11,4	-10,2	-1,7	OK	OK	OK	OK	5,4	6,0
	9979	5	0,2	-294,175	-2,848	-1,170	20,80	20,80	-1,4	-11,8	-10,0	-2,1	OK	OK	OK	OK	5,3	6,2
Plate 6-17	9979	1	0,2	-294,556	-2,282	-1,166	20,80	20,80	-1,4	-11,8	-10,0	-1,7	OK	OK	OK	OK	5,3	6,2
(HEB160_1.0m_28gg)	9569	2	0,2	-298,057	-4,782	-1,656	20,80	20,80	-1,5	-12,3	-9,8	-3,6	OK	OK	OK	OK	5,2	6,5
	9570	3	0,2	-304,290	-7,517	-2,623	20,80	20,80	-1,6	-13,2	-9,3	-5,6	OK	OK	OK	OK	4,9	7,0
	9571	4	0,2	-313,102	-7,756	-3,764	20,80	20,80	-1,8	-14,4	-8,8	-5,8	OK	OK	OK	OK	4,6	7,6
	9568	5	0,2	-324,337	-2,762	-4,649	20,80	20,80	-1,9	-15,5	-8,5	-2,1	OK	OK	OK	OK	4,5	8,1
Plate 6-18	9568	1	0,2	-326,135	10,606	-4,651	20,80	20,80	-1,9	-15,5	-8,6	8,0	OK	OK	OK	OK	4,5	8,2
(HEB160_1.0m_28gg)	8483	2	0,2	-333,781	-0,459	-4,147	20,80	20,80	-1,9	-15,4	-9,3	-0,3	OK	OK	OK	OK	4,9	8,1
	8484	3	0,2	-339,513	3,941	-3,975	20,80	20,80	-1,9	-15,5	-9,6	3,0	OK	OK	OK	OK	5,1	8,2
	8485	4	0,2	-341,540	18,856	-2,455	20,80	20,80	-1,7	-14,5	-10,8	14,2	OK	OK	OK	OK	5,7	7,6
	8482	5	0,2	-338,069	39,330	1,891	20,80	20,80	-1,6	-11,1	-13,9	29,5	OK	OK	OK	OK	7,3	5,8
Plate 6-19	8482	1	0,2	-338,518	-17,135	1,869	20,80	20,80	-1,6	-11,1	-13,9	-12,9	OK	OK	OK	OK	7,3	5,9
(HEB160_1.0m_28gg)	7446	2	0,2	-337,073	-0,268	0,905	20,80	20,80	-1,5	-11,8	-13,2	-0,2	OK	OK	OK	OK	6,9	6,2
	7447	3	0,2	-332,343	9,401	1,501	20,80	20,80	-1,6	-11,2	-13,4	7,1	OK	OK	OK	OK	7,1	5,9
	7448	4	0,2	-325,269	12,589	2,871	20,80	20,80	-1,7	-9,9	-14,2	9,5	OK	OK	OK	OK	7,5	5,2
	7449	5	0,2	-316,792	10,014	4,269	20,80	20,80	-1,8	-8,5	-14,9	7,5	OK	OK	OK	OK	7,8	4,5
Plate 4-9	10686	1	0,2	-304,952	-7,120	0,127	20,80	20,80	-1,3	-11,2	-11,4	-5,3	OK	OK	OK	OK	6,0	5,9

(HEB160_1.0m_28gg)	10687	2	0,2	-305,888	-6,813	-0,791	20,80	20,80	-1,4	-11,9	-10,7	-5,1	OK	OK	OK	OK	5,6	6,3
	10688	3	0,2	-305,322	-5,944	-1,625	20,80	20,80	-1,5	-12,5	-10,1	-4,5	OK	OK	OK	OK	5,3	6,6
	10689	4	0,2	-303,193	-4,545	-2,311	20,80	20,80	-1,6	-12,9	-9,5	-3,4	OK	OK	OK	OK	5,0	6,8
	10706	5	0,2	-299,441	-2,649	-2,786	20,80	20,80	-1,6	-13,2	-9,0	-2,0	OK	OK	OK	OK	4,7	6,9
Plate 4-10	10706	1	0,2	-299,769	-2,657	-2,782	20,80	20,80	-1,6	-13,2	-9,0	-2,0	OK	OK	OK	OK	4,7	6,9
(HEB160_1.0m_28gg)	10707	2	0,2	-294,951	1,525	-2,836	20,80	20,80	-1,6	-13,0	-8,8	1,1	OK	OK	OK	OK	4,6	6,9
	10708	3	0,2	-289,962	3,973	-2,463	20,80	20,80	-1,5	-12,6	-8,9	3,0	OK	OK	OK	OK	4,7	6,6
	10709	4	0,2	-285,067	4,798	-1,875	20,80	20,80	-1,4	-11,9	-9,2	3,6	OK	OK	OK	OK	4,8	6,3
	11267	5	0,2	-280,529	4,111	-1,277	20,80	20,80	-1,3	-11,3	-9,4	3,1	OK	OK	OK	OK	5,0	6,0
Plate 4-11	11267	1	0,2	-280,511	4,728	-1,284	20,80	20,80	-1,3	-11,3	-9,4	3,6	OK	OK	OK	OK	5,0	6,0
(HEB160_1.0m_28gg)	11268	2	0,2	-276,868	3,956	-0,709	20,80	20,80	-1,3	-10,8	-9,7	3,0	OK	OK	OK	OK	5,1	5,7
	11269	3	0,2	-274,050	2,667	-0,275	20,80	20,80	-1,2	-10,3	-9,9	2,0	OK	OK	OK	OK	5,2	5,4
	11270	4	0,2	-272,105	0,952	-0,034	20,80	20,80	-1,2	-10,1	-10,0	0,7	OK	OK	OK	OK	5,3	5,3
	11271	5	0,2	-271,083	-1,092	-0,041	20,80	20,80	-1,2	-10,1	-10,0	-0,8	OK	OK	OK	OK	5,3	5,3
Plate 5-12	11271	1	0,2	-271,191	-1,126	-0,040	20,80	20,80	-1,2	-10,1	-10,0	-0,8	OK	OK	OK	OK	5,3	5,3
(HEB160_1.0m_28gg)	11254	2	0,2	-270,778	-1,633	-0,221	20,80	20,80	-1,2	-10,2	-9,9	-1,2	OK	OK	OK	OK	5,2	5,4
	11255	3	0,2	-271,444	-2,120	-0,464	20,80	20,80	-1,2	-10,4	-9,7	-1,6	OK	OK	OK	OK	5,1	5,5
	11256	4	0,2	-273,233	-2,596	-0,770	20,80	20,80	-1,2	-10,7	-9,5	-1,9	OK	OK	OK	OK	5,0	5,6
	11253	5	0,2	-276,192	-3,071	-1,140	20,80	20,80	-1,3	-11,1	-9,4	-2,3	OK	OK	OK	OK	4,9	5,8
Plate 5-13	11253	1	0,2	-276,146	-2,491	-1,136	20,80	20,80	-1,3	-11,1	-9,4	-1,9	OK	OK	OK	OK	4,9	5,8
(HEB160_1.0m_28gg)	10768	2	0,2	-280,550	-3,115	-1,501	20,80	20,80	-1,4	-11,5	-9,3	-2,3	OK	OK	OK	OK	4,9	6,1
	10769	3	0,2	-285,651	-3,503	-1,940	20,80	20,80	-1,4	-12,0	-9,1	-2,6	OK	OK	OK	OK	4,8	6,3
	10770	4	0,2	-291,352	-3,325	-2,387	20,80	20,80	-1,5	-12,6	-9,0	-2,5	OK	OK	OK	OK	4,7	6,6
	10771	5	0,2	-297,557	-2,252	-2,765	20,80	20,80	-1,6	-13,1	-9,0	-1,7	OK	OK	OK	OK	4,7	6,9
Plate 5-14	10771	1	0,2	-297,084	-1,635	-2,762	20,80	20,80	-1,6	-13,1	-8,9	-1,2	OK	OK	OK	OK	4,7	6,9
(HEB160_1.0m_28gg)	10622	2	0,2	-303,554	0,514	-2,849	20,80	20,80	-1,6	-13,4	-9,1	0,4	OK	OK	OK	OK	4,8	7,0
	10623	3	0,2	-308,419	3,627	-2,587	20,80	20,80	-1,6	-13,3	-9,5	2,7	OK	OK	OK	OK	5,0	7,0
	10624	4	0,2	-311,393	7,519	-1,874	20,80	20,80	-1,5	-12,9	-10,1	5,6	OK	OK	OK	OK	5,3	6,8
	10621	5	0,2	-312,189	12,005	-0,602	20,80	20,80	-1,4	-12,0	-11,1	9,0	OK	OK	OK	OK	5,8	6,3
Plate 3-4	10641	1	0,2	-305,714	-5,035	5,550	20,80	20,80	-1,9	-7,2	-15,4	-3,8	OK	OK	OK	OK	8,1	3,8
(HEB160_1.0m_28gg)	10642	2	0,2	-313,959	-11,103	4,534	20,80	20,80	-1,9	-8,2	-15,0	-8,3	OK	OK	OK	OK	7,9	4,3
	10643	3	0,2	-321,553	-10,529	3,169	20,80	20,80	-1,7	-9,5	-14,3	-7,9	OK	OK	OK	OK	7,5	5,0
	10644	4	0,2	-327,379	-2,151	2,353	20,80	20,80	-1,7	-10,4	-13,9	-1,6	OK	OK	OK	OK	7,3	5,5
	10788	5	0,2	-330,315	15,195	3,036	20,80	20,80	-1,7	-10,0	-14,5	11,4	OK	OK	OK	OK	7,6	5,2
Plate 3-5	10788	1	0,2	-329,771	-42,095	3,062	20,80	20,80	-1,7	-9,9	-14,5	-31,6	OK	OK	OK	OK	7,6	5,2
(HEB160_1.0m_28gg)	10789	2	0,2	-336,479	-22,051	-1,734	20,80	20,80	-1,6	-13,7	-11,2	-16,6	OK	OK	OK	OK	5,9	7,2
	10790	3	0,2	-336,729	-7,087	-3,731	20,80	20,80	-1,9	-15,2	-9,7	-5,3	OK	OK	OK	OK	5,1	8,0
	10791	4	0,2	-332,105	-2,101	-4,333	20,80	20,80	-1,9	-15,5	-9,1	-1,6	OK	OK	OK	OK	4,8	8,2
	10822	5	0,2	-324,195	-11,990	-5,139	20,80	20,80	-2,0	-15,8	-8,2	-9,0	OK	OK	OK	OK	4,3	8,3
Plate 3-6	10822	1	0,2	-322,612	-2,128	-5,135	20,80	20,80	-2,0	-15,8	-8,1	-1,6	OK	OK	OK	OK	4,3	8,3
(HEB160_1.0m_28gg)	10824	2	0,2	-311,793	10,064	-4,368	20,80	20,80	-1,8	-14,8	-8,3	7,6	OK	OK	OK	OK	4,4	7,8
	10825	3	0,2	-302,596	11,774	-2,692	20,80	20,80	-1,6	-13,2	-9,2	8,8	OK	OK	OK	OK	4,8	7,0
	10826	4	0,2	-295,767	6,485	-1,220	20,80	20,80	-1,4	-11,9	-10,0	4,9	OK	OK	OK	OK	5,3	6,2
	10823	5	0,2	-292,048	-2,318	-0,910	20,80	20,80	-1,3	-11,5	-10,1	-1,7	OK	OK	OK	OK	5,3	6,0
Plate 3-7	10823	1	0,2	-291,804	0,409	-0,910	20,80	20,80	-1,3	-11,5	-10,1	0,3	OK	OK	OK	OK	5,3	6,0
(HEB160_1.0m_28gg)	10809	2	0,2	-289,602	0,570	-0,850	20,80	20,80	-1,3	-11,4	-10,1	0,4	OK	OK	OK	OK	5,3	6,0

	10810	3	0,2	-289,107	1,685	-0,692	20,80	20,80	-1,3	-11,2	-10,2	1,3	OK	OK	OK	OK	5,4	5,9
	10811	4	0,2	-290,189	3,631	-0,309	20,80	20,80	-1,3	-11,0	-10,5	2,7	OK	OK	OK	OK	5,5	5,8
	10808	5	0,2	-292,717	6,284	0,425	20,80	20,80	-1,3	-10,5	-11,2	4,7	OK	OK	OK	OK	5,9	5,5
Plate 3-8	10808	1	0,2	-292,215	6,184	0,414	20,80	20,80	-1,3	-10,5	-11,1	4,6	OK	OK	OK	OK	5,9	5,5
(HEB160_1.0m_28gg)	10667	2	0,2	-296,192	3,341	1,138	20,80	20,80	-1,4	-10,1	-11,8	2,5	OK	OK	OK	OK	6,2	5,3
	10668	3	0,2	-299,709	-0,192	1,375	20,80	20,80	-1,4	-10,1	-12,1	-0,1	OK	OK	OK	OK	6,4	5,3
	10669	4	0,2	-302,712	-4,184	1,058	20,80	20,80	-1,4	-10,4	-12,0	-3,1	OK	OK	OK	OK	6,3	5,5
	10686	5	0,2	-305,146	-8,401	0,116	20,80	20,80	-1,3	-11,2	-11,4	-6,3	OK	OK	OK	OK	6,0	5,9
Plate 1-1	10051	1	0,2	-235,264	33,083	-0,015	20,80	20,80	-1,0	-8,7	-8,7	24,9	OK	OK	OK	OK	4,6	4,6
(HEB160_1.0m_28gg)	9722	2	0,2	-235,690	23,217	2,254	20,80	20,80	-1,3	-7,0	-10,4	17,4	OK	OK	OK	OK	5,5	3,7
	9723	3	0,2	-236,728	13,503	3,711	20,80	20,80	-1,4	-6,0	-11,5	10,1	OK	OK	OK	OK	6,1	3,2
	9724	4	0,2	-238,395	4,688	4,435	20,80	20,80	-1,5	-5,5	-12,1	3,5	OK	OK	OK	OK	6,4	2,9
	9839	5	0,2	-240,707	-2,483	4,505	20,80	20,80	-1,5	-5,6	-12,3	-1,9	OK	OK	OK	OK	6,5	2,9
Plate 1-2	9839	1	0,2	-240,626	-1,635	4,509	20,80	20,80	-1,5	-5,5	-12,3	-1,2	OK	OK	OK	OK	6,5	2,9
(HEB160_1.0m_28gg)	9840	2	0,2	-246,724	-0,679	4,344	20,80	20,80	-1,5	-5,9	-12,4	-0,5	OK	OK	OK	OK	6,5	3,1
	9841	3	0,2	-254,421	0,137	4,302	20,80	20,80	-1,6	-6,2	-12,6	0,1	OK	OK	OK	OK	6,6	3,3
	9842	4	0,2	-263,846	1,035	4,389	20,80	20,80	-1,6	-6,5	-13,0	0,8	OK	OK	OK	OK	6,9	3,4
	10025	5	0,2	-275,128	2,237	4,623	20,80	20,80	-1,7	-6,7	-13,6	1,7	OK	OK	OK	OK	7,2	3,5
Plate 2-3	10025	1	0,2	-275,247	2,249	4,618	20,80	20,80	-1,7	-6,7	-13,6	1,7	OK	OK	OK	OK	7,2	3,6
(HEB160_1.0m_28gg)	10026	2	0,2	-285,040	4,263	5,120	20,80	20,80	-1,8	-6,7	-14,4	3,2	OK	OK	OK	OK	7,6	3,5
	10027	3	0,2	-293,162	4,059	5,808	20,80	20,80	-1,9	-6,5	-15,2	3,0	OK	OK	OK	OK	8,0	3,4
	10028	4	0,2	-299,875	0,079	6,151	20,80	20,80	-2,0	-6,5	-15,7	0,1	OK	OK	OK	OK	8,3	3,4
	10641	5	0,2	-305,440	-9,231	5,539	20,80	20,80	-1,9	-7,2	-15,4	-6,9	OK	OK	OK	OK	8,1	3,8

MATURAZIONE 28gg - prerivestimenti By-pass Pedonale

INPUT PLAXIS							Intradosso	Estradosso	VERIFICHE SEZIONALI				CHECK					
Element	Node	Local Number	Height	N	V	M	Af	A'f	σ_c [Mpa]	$\sigma_{s,inf}$ [Mpa]	$\sigma_{s,sup}$ [Mpa]	τ [MPa]	T	CLS	As	As'	%estra	%intra
Plate 7-20	7449	1	0,2	-325,264	12,366	4,228	20,80	20,80	-1,9	-8,9	-15,2	9,3	OK	OK	OK	OK	8,0	4,7
(HEB160_1.0m_28gg)	7427	2	0,2	-319,037	3,381	5,351	20,80	20,80	-2,0	-7,8	-15,8	2,5	OK	OK	OK	OK	8,3	4,1
	7428	3	0,2	-312,939	-0,389	5,548	20,80	20,80	-2,0	-7,4	-15,7	-0,3	OK	OK	OK	OK	8,3	3,9
	7429	4	0,2	-306,872	-0,486	5,420	20,80	20,80	-1,9	-7,3	-15,4	-0,4	OK	OK	OK	OK	8,1	3,9
	7426	5	0,2	-300,741	1,548	5,494	20,80	20,80	-1,9	-7,0	-15,2	1,2	OK	OK	OK	OK	8,0	3,7
Plate 8-21	7426	1	0,2	-300,048	2,030	5,494	20,80	20,80	-1,9	-7,0	-15,2	1,5	OK	OK	OK	OK	8,0	3,7
(HEB160_1.0m_28gg)	7255	2	0,2	-293,115	3,075	5,873	20,80	20,80	-1,9	-6,5	-15,2	2,3	OK	OK	OK	OK	8,0	3,4
	7256	3	0,2	-288,213	4,216	6,413	20,80	20,80	-2,0	-5,9	-15,4	3,2	OK	OK	OK	OK	8,1	3,1
	7254	4	0,2	-285,547	5,521	7,135	20,80	20,80	-2,0	-5,3	-15,9	4,1	OK	OK	OK	OK	8,4	2,8
	7254	5	0,2	-285,324	7,055	8,066	20,80	20,80	-2,1	-4,6	-16,6	5,3	OK	OK	OK	OK	8,7	2,4
Plate 8-22	7254	1	0,2	-284,806	9,854	8,066	20,80	20,80	-2,1	-4,5	-16,6	7,4	OK	OK	OK	OK	8,7	2,4
(HEB160_1.0m_28gg)	6115	2	0,2	-286,972	-11,912	7,941	20,80	20,80	-2,1	-4,7	-16,5	-8,9	OK	OK	OK	OK	8,7	2,5
	6116	3	0,2	-288,852	-28,132	6,280	20,80	20,80	-1,9	-6,0	-15,4	-21,1	OK	OK	OK	OK	8,1	3,2
	6117	4	0,2	-290,258	-39,327	3,498	20,80	20,80	-1,6	-8,1	-13,3	-29,5	OK	OK	OK	OK	7,0	4,3
	6258	5	0,2	-291,002	-46,021	3,498	20,80	20,80	-1,6	-8,2	-13,4	-34,6	OK	OK	OK	OK	7,0	4,3
Plate 6-15	10621	1	0,2	-317,063	11,871	-0,668	20,80	20,80	-1,4	-12,2	-11,2	8,9	OK	OK	OK	OK	5,9	6,4
(HEB160_1.0m_28gg)	10602	2	0,2	-315,002	9,532	0,987	20,80	20,80	-1,4	-10,9	-12,4	7,2	OK	OK	OK	OK	6,5	5,7
	10603	3	0,2	-311,664	4,647	2,082	20,80	20,80	-1,6	-10,0	-13,1	3,5	OK	OK	OK	OK	6,9	5,3
	10604	4	0,2	-307,534	-2,410	2,281	20,80	20,80	-1,6	-9,7	-13,1	-1,8	OK	OK	OK	OK	6,9	5,1
	10601	5	0,2	-303,098	-11,265	1,266	20,80	20,80	-1,4	-10,3	-12,2	-8,5	OK	OK	OK	OK	6,4	5,4
Plate 6-16	10601	1	0,2	-303,903	-8,468	1,266	20,80	20,80	-1,4	-10,3	-12,2	-6,4	OK	OK	OK	OK	6,4	5,4
(HEB160_1.0m_28gg)	9980	2	0,2	-302,271	-5,176	0,248	20,80	20,80	-1,3	-11,0	-11,4	-3,9	OK	OK	OK	OK	6,0	5,8
	9981	3	0,2	-301,573	-3,061	-0,357	20,80	20,80	-1,3	-11,4	-10,9	-2,3	OK	OK	OK	OK	5,7	6,0
	9982	4	0,2	-302,000	-2,241	-0,742	20,80	20,80	-1,4	-11,7	-10,6	-1,7	OK	OK	OK	OK	5,6	6,2
	9979	5	0,2	-303,739	-2,834	-1,107	20,80	20,80	-1,4	-12,1	-10,4	-2,1	OK	OK	OK	OK	5,5	6,4
Plate 6-17	9979	1	0,2	-304,105	-2,266	-1,107	20,80	20,80	-1,4	-12,1	-10,4	-1,7	OK	OK	OK	OK	5,5	6,4
(HEB160_1.0m_28gg)	9569	2	0,2	-307,614	-4,731	-1,598	20,80	20,80	-1,5	-12,6	-10,2	-3,6	OK	OK	OK	OK	5,4	6,6
	9570	3	0,2	-313,767	-7,465	-2,575	20,80	20,80	-1,6	-13,5	-9,7	-5,6	OK	OK	OK	OK	5,1	7,1
	9571	4	0,2	-322,452	-7,744	-3,730	20,80	20,80	-1,8	-14,7	-9,2	-5,8	OK	OK	OK	OK	4,8	7,7
	9568	5	0,2	-333,553	-2,842	-4,631	20,80	20,80	-1,9	-15,8	-8,9	-2,1	OK	OK	OK	OK	4,7	8,3
Plate 6-18	9568	1	0,2	-335,406	10,609	-4,631	20,80	20,80	-2,0	-15,9	-9,0	8,0	OK	OK	OK	OK	4,7	8,3
(HEB160_1.0m_28gg)	8483	2	0,2	-342,869	-0,558	-4,126	20,80	20,80	-1,9	-15,8	-9,6	-0,4	OK	OK	OK	OK	5,1	8,3
	8484	3	0,2	-348,403	3,699	-3,982	20,80	20,80	-1,9	-15,9	-9,9	2,8	OK	OK	OK	OK	5,2	8,3
	8485	4	0,2	-350,255	18,682	-2,468	20,80	20,80	-1,8	-14,8	-11,1	14,0	OK	OK	OK	OK	5,9	7,8
	8482	5	0,2	-346,670	39,697	1,929	20,80	20,80	-1,7	-11,4	-14,3	29,8	OK	OK	OK	OK	7,5	6,0
Plate 6-19	8482	1	0,2	-347,109	-18,201	1,929	20,80	20,80	-1,7	-11,4	-14,3	-13,7	OK	OK	OK	OK	7,5	6,0
(HEB160_1.0m_28gg)	7446	2	0,2	-345,406	-0,681	0,878	20,80	20,80	-1,6	-12,1	-13,4	-0,5	OK	OK	OK	OK	7,1	6,4
	7447	3	0,2	-340,514	9,194	1,451	20,80	20,80	-1,6	-11,5	-13,7	6,9	OK	OK	OK	OK	7,2	6,1
	7448	4	0,2	-333,375	12,420	2,829	20,80	20,80	-1,7	-10,2	-14,4	9,3	OK	OK	OK	OK	7,6	5,4
	7449	5	0,2	-324,929	9,991	4,228	20,80	20,80	-1,9	-8,9	-15,2	7,5	OK	OK	OK	OK	8,0	4,7
Plate 4-9	10686	1	0,2	-311,178	-7,593	0,153	20,80	20,80	-1,3	-11,4	-11,6	-5,7	OK	OK	OK	OK	6,1	6,0

(HEB160_1.0m_28gg)	10687	2	0,2	-311,089	-7,039	-0,819	20,80	20,80	-1,4	-12,1	-10,9	-5,3	OK	OK	OK	OK	5,7	6,4
	10688	3	0,2	-309,660	-6,037	-1,689	20,80	20,80	-1,5	-12,7	-10,2	-4,5	OK	OK	OK	OK	5,4	6,7
	10689	4	0,2	-306,889	-4,508	-2,391	20,80	20,80	-1,6	-13,1	-9,6	-3,4	OK	OK	OK	OK	5,0	6,9
	10706	5	0,2	-302,772	-2,374	-2,854	20,80	20,80	-1,6	-13,3	-9,1	-1,8	OK	OK	OK	OK	4,8	7,0
Plate 4-10	10706	1	0,2	-303,109	-2,520	-2,854	20,80	20,80	-1,6	-13,3	-9,1	-1,9	OK	OK	OK	OK	4,8	7,0
(HEB160_1.0m_28gg)	10707	2	0,2	-298,132	1,588	-2,896	20,80	20,80	-1,6	-13,2	-8,9	1,2	OK	OK	OK	OK	4,7	6,9
	10708	3	0,2	-293,116	4,005	-2,509	20,80	20,80	-1,5	-12,7	-9,0	3,0	OK	OK	OK	OK	4,7	6,7
	10709	4	0,2	-288,279	4,770	-1,911	20,80	20,80	-1,4	-12,1	-9,2	3,6	OK	OK	OK	OK	4,9	6,4
	11267	5	0,2	-283,844	3,922	-1,318	20,80	20,80	-1,4	-11,5	-9,5	2,9	OK	OK	OK	OK	5,0	6,0
Plate 4-11	11267	1	0,2	-283,797	4,560	-1,318	20,80	20,80	-1,4	-11,5	-9,5	3,4	OK	OK	OK	OK	5,0	6,0
(HEB160_1.0m_28gg)	11268	2	0,2	-280,402	3,885	-0,752	20,80	20,80	-1,3	-10,9	-9,8	2,9	OK	OK	OK	OK	5,2	5,8
	11269	3	0,2	-277,918	2,630	-0,317	20,80	20,80	-1,2	-10,5	-10,1	2,0	OK	OK	OK	OK	5,3	5,5
	11270	4	0,2	-276,387	0,927	-0,076	20,80	20,80	-1,2	-10,3	-10,2	0,7	OK	OK	OK	OK	5,4	5,4
	11271	5	0,2	-275,849	-1,091	-0,085	20,80	20,80	-1,2	-10,3	-10,1	-0,8	OK	OK	OK	OK	5,3	5,4
Plate 5-12	11271	1	0,2	-275,914	-0,398	-0,085	20,80	20,80	-1,2	-10,3	-10,1	-0,3	OK	OK	OK	OK	5,3	5,4
(HEB160_1.0m_28gg)	11254	2	0,2	-276,136	-1,410	-0,210	20,80	20,80	-1,2	-10,4	-10,1	-1,1	OK	OK	OK	OK	5,3	5,5
	11255	3	0,2	-277,108	-2,077	-0,442	20,80	20,80	-1,2	-10,6	-9,9	-1,6	OK	OK	OK	OK	5,2	5,6
	11256	4	0,2	-278,865	-2,542	-0,750	20,80	20,80	-1,3	-10,9	-9,8	-1,9	OK	OK	OK	OK	5,1	5,7
	11253	5	0,2	-281,446	-2,952	-1,113	20,80	20,80	-1,3	-11,2	-9,6	-2,2	OK	OK	OK	OK	5,0	5,9
Plate 5-13	11253	1	0,2	-281,419	-2,607	-1,113	20,80	20,80	-1,3	-11,2	-9,6	-2,0	OK	OK	OK	OK	5,0	5,9
(HEB160_1.0m_28gg)	10768	2	0,2	-285,330	-3,267	-1,500	20,80	20,80	-1,4	-11,7	-9,4	-2,5	OK	OK	OK	OK	5,0	6,1
	10769	3	0,2	-289,959	-3,659	-1,967	20,80	20,80	-1,5	-12,2	-9,3	-2,7	OK	OK	OK	OK	4,9	6,4
	10770	4	0,2	-295,278	-3,432	-2,440	20,80	20,80	-1,5	-12,7	-9,1	-2,6	OK	OK	OK	OK	4,8	6,7
	10771	5	0,2	-301,258	-2,237	-2,830	20,80	20,80	-1,6	-13,3	-9,0	-1,7	OK	OK	OK	OK	4,8	7,0
Plate 5-14	10771	1	0,2	-300,771	-1,729	-2,830	20,80	20,80	-1,6	-13,2	-9,0	-1,3	OK	OK	OK	OK	4,7	7,0
(HEB160_1.0m_28gg)	10622	2	0,2	-307,191	0,487	-2,923	20,80	20,80	-1,6	-13,5	-9,2	0,4	OK	OK	OK	OK	4,8	7,1
	10623	3	0,2	-312,248	3,587	-2,661	20,80	20,80	-1,6	-13,5	-9,6	2,7	OK	OK	OK	OK	5,0	7,1
	10624	4	0,2	-315,651	7,437	-1,942	20,80	20,80	-1,6	-13,1	-10,2	5,6	OK	OK	OK	OK	5,4	6,9
	10621	5	0,2	-317,109	11,899	-0,668	20,80	20,80	-1,4	-12,2	-11,2	8,9	OK	OK	OK	OK	5,9	6,4
Plate 3-4	10641	1	0,2	-313,367	-5,068	5,517	20,80	20,80	-2,0	-7,5	-15,7	-3,8	OK	OK	OK	OK	8,3	3,9
(HEB160_1.0m_28gg)	10642	2	0,2	-321,441	-10,979	4,497	20,80	20,80	-1,9	-8,5	-15,2	-8,2	OK	OK	OK	OK	8,0	4,5
	10643	3	0,2	-328,953	-10,341	3,121	20,80	20,80	-1,8	-9,9	-14,5	-7,8	OK	OK	OK	OK	7,6	5,2
	10644	4	0,2	-334,782	-1,741	2,322	20,80	20,80	-1,7	-10,7	-14,1	-1,3	OK	OK	OK	OK	7,4	5,6
	10788	5	0,2	-337,808	16,234	3,087	20,80	20,80	-1,8	-10,2	-14,8	12,2	OK	OK	OK	OK	7,8	5,4
Plate 3-5	10788	1	0,2	-337,277	-42,417	3,087	20,80	20,80	-1,8	-10,2	-14,8	-31,9	OK	OK	OK	OK	7,8	5,4
(HEB160_1.0m_28gg)	10789	2	0,2	-343,959	-21,858	-1,762	20,80	20,80	-1,7	-14,0	-11,4	-16,4	OK	OK	OK	OK	6,0	7,4
	10790	3	0,2	-344,248	-6,843	-3,761	20,80	20,80	-1,9	-15,5	-9,9	-5,1	OK	OK	OK	OK	5,2	8,2
	10791	4	0,2	-339,723	-1,986	-4,341	20,80	20,80	-1,9	-15,8	-9,3	-1,5	OK	OK	OK	OK	4,9	8,3
	10822	5	0,2	-331,959	-11,899	-5,146	20,80	20,80	-2,0	-16,1	-8,5	-8,9	OK	OK	OK	OK	4,4	8,5
Plate 3-6	10822	1	0,2	-330,325	-2,070	-5,146	20,80	20,80	-2,0	-16,1	-8,4	-1,6	OK	OK	OK	OK	4,4	8,5
(HEB160_1.0m_28gg)	10824	2	0,2	-319,680	10,046	-4,365	20,80	20,80	-1,9	-15,1	-8,6	7,5	OK	OK	OK	OK	4,5	7,9
	10825	3	0,2	-310,725	11,725	-2,664	20,80	20,80	-1,6	-13,5	-9,5	8,8	OK	OK	OK	OK	5,0	7,1
	10826	4	0,2	-304,136	6,442	-1,173	20,80	20,80	-1,4	-12,1	-10,4	4,8	OK	OK	OK	OK	5,5	6,4
	10823	5	0,2	-300,591	-2,323	-0,861	20,80	20,80	-1,4	-11,8	-10,5	-1,7	OK	OK	OK	OK	5,5	6,2
Plate 3-7	10823	1	0,2	-300,340	0,421	-0,861	20,80	20,80	-1,4	-11,8	-10,5	0,3	OK	OK	OK	OK	5,5	6,2
(HEB160_1.0m_28gg)	10809	2	0,2	-298,227	0,592	-0,797	20,80	20,80	-1,4	-11,6	-10,4	0,4	OK	OK	OK	OK	5,5	6,1

	10810	3	0,2	-297,736	1,679	-0,635	20,80	20,80	-1,3	-11,5	-10,5	1,3	OK	OK	OK	OK	5,6	6,0
	10811	4	0,2	-298,713	3,579	-0,249	20,80	20,80	-1,3	-11,2	-10,9	2,7	OK	OK	OK	OK	5,7	5,9
	10808	5	0,2	-301,001	6,184	0,482	20,80	20,80	-1,3	-10,8	-11,5	4,6	OK	OK	OK	OK	6,1	5,7
Plate 3-8	10808	1	0,2	-300,509	6,002	0,482	20,80	20,80	-1,3	-10,8	-11,5	4,5	OK	OK	OK	OK	6,0	5,7
(HEB160_1.0m_28gg)	10667	2	0,2	-304,088	3,225	1,192	20,80	20,80	-1,4	-10,4	-12,1	2,4	OK	OK	OK	OK	6,4	5,5
	10668	3	0,2	-307,111	-0,268	1,418	20,80	20,80	-1,5	-10,3	-12,4	-0,2	OK	OK	OK	OK	6,5	5,4
	10669	4	0,2	-309,555	-4,174	1,090	20,80	20,80	-1,4	-10,6	-12,3	-3,1	OK	OK	OK	OK	6,5	5,6
	10686	5	0,2	-311,399	-8,188	0,153	20,80	20,80	-1,3	-11,4	-11,6	-6,2	OK	OK	OK	OK	6,1	6,0
Plate 1-1	10051	1	0,2	-248,271	33,368	0,153	20,80	20,80	-1,1	-9,1	-9,3	25,1	OK	OK	OK	OK	4,9	4,8
(HEB160_1.0m_28gg)	9722	2	0,2	-247,559	23,162	2,303	20,80	20,80	-1,3	-7,4	-10,9	17,4	OK	OK	OK	OK	5,7	3,9
	9723	3	0,2	-247,633	13,215	3,772	20,80	20,80	-1,5	-6,4	-12,0	9,9	OK	OK	OK	OK	6,3	3,3
	9724	4	0,2	-248,482	4,304	4,482	20,80	20,80	-1,6	-5,9	-12,5	3,2	OK	OK	OK	OK	6,6	3,1
	9839	5	0,2	-250,092	-2,796	4,526	20,80	20,80	-1,6	-5,9	-12,6	-2,1	OK	OK	OK	OK	6,6	3,1
Plate 1-2	9839	1	0,2	-250,018	-1,914	4,526	20,80	20,80	-1,6	-5,9	-12,6	-1,4	OK	OK	OK	OK	6,6	3,1
(HEB160_1.0m_28gg)	9840	2	0,2	-255,255	-0,791	4,330	20,80	20,80	-1,6	-6,2	-12,7	-0,6	OK	OK	OK	OK	6,7	3,3
	9841	3	0,2	-262,574	0,120	4,279	20,80	20,80	-1,6	-6,5	-12,9	0,1	OK	OK	OK	OK	6,8	3,4
	9842	4	0,2	-271,922	1,006	4,364	20,80	20,80	-1,7	-6,8	-13,3	0,8	OK	OK	OK	OK	7,0	3,6
	10025	5	0,2	-283,243	2,057	4,587	20,80	20,80	-1,7	-7,1	-13,9	1,5	OK	OK	OK	OK	7,3	3,7
Plate 2-3	10025	1	0,2	-283,353	2,194	4,587	20,80	20,80	-1,7	-7,1	-13,9	1,6	OK	OK	OK	OK	7,3	3,7
(HEB160_1.0m_28gg)	10026	2	0,2	-293,148	4,208	5,086	20,80	20,80	-1,8	-7,1	-14,6	3,2	OK	OK	OK	OK	7,7	3,7
	10027	3	0,2	-301,221	4,034	5,783	20,80	20,80	-1,9	-6,8	-15,5	3,0	OK	OK	OK	OK	8,1	3,6
	10028	4	0,2	-307,790	0,076	6,133	20,80	20,80	-2,0	-6,8	-16,0	0,1	OK	OK	OK	OK	8,4	3,6
	10641	5	0,2	-313,069	-9,263	5,517	20,80	20,80	-2,0	-7,5	-15,7	-7,0	OK	OK	OK	OK	8,3	3,9

RIVESTIMENTI - BY PASS PEDONALE - TIME 7

INPUT PLAVIS							Intradosso		Estradosso		VERIFICHE SEZIONALI					APERTURA FESSURE						CHECK				
Element	Node	Local Number	Height	N	V	M	Af	At	σc [Mpa]	σs.inf [Mpa]	σs.sup [Mpa]	τ [kPa]	M fess	σsr	Ac eff [cm2]	pas. [cm]	Srm [cm]	ε sm	Wk [mm]	T	CLS	As	As'	Fessurazione	%estra	%intra
Plate 14-39	10611	1	0,5	-18,921	2,310	-0,637	10,05	10,05	0,0	-0,7	-0,4	5,7	120,5	-	1900,3	20,0	29,1	-	-	OK	OK	OK	OK	-	0,2	0,3
(RCK30_SP50)	10585	2	0,5	-18,202	2,836	-0,285	10,05	10,05	0,0	-0,6	-0,4	7,0	120,5	-	1900,3	20,0	29,1	-	-	OK	OK	OK	OK	-	0,2	0,2
	10586	3	0,5	-17,182	2,879	0,103	10,05	10,05	0,0	-0,5	-0,5	7,1	120,4	-	1900,3	20,0	29,1	-	-	OK	OK	OK	OK	-	0,2	0,2
	10587	4	0,5	-16,181	2,478	0,468	10,05	10,05	0,0	-0,3	-0,6	6,1	120,3	-	1900,3	20,0	29,1	-	-	OK	OK	OK	OK	-	0,2	0,1
	10591	5	0,5	-15,517	1,671	0,751	10,05	10,05	0,0	-0,3	-0,6	4,1	120,2	-	1900,3	20,0	29,1	-	-	OK	OK	OK	OK	-	0,2	0,1
Plate 14-40	10591	1	0,5	-15,448	1,767	0,751	10,05	10,05	0,0	-0,3	-0,6	4,4	120,2	-	1900,3	20,0	29,1	-	-	OK	OK	OK	OK	-	0,2	0,1
(RCK30_SP50)	9984	2	0,5	-15,333	0,986	0,931	10,05	10,05	0,0	-0,2	-0,7	2,4	120,2	-	1900,3	20,0	29,1	-	-	OK	OK	OK	OK	-	0,3	0,1
	9985	3	0,5	-15,383	0,474	1,029	10,05	10,05	-0,1	-0,2	-0,7	1,2	120,2	-	1900,3	20,0	29,1	-	-	OK	OK	OK	OK	-	0,3	0,1
	9986	4	0,5	-15,591	0,066	1,063	10,05	10,05	-0,1	-0,2	-0,7	0,2	120,2	-	1900,3	20,0	29,1	-	-	OK	OK	OK	OK	-	0,3	0,1
	9983	5	0,5	-15,948	-0,403	1,043	10,05	10,05	-0,1	-0,2	-0,7	-1,0	120,3	-	1900,3	20,0	29,1	-	-	OK	OK	OK	OK	-	0,3	0,1
Plate 14-41	9983	1	0,5	-15,923	-0,331	1,043	10,05	10,05	-0,1	-0,2	-0,7	-0,8	120,3	-	1900,3	20,0	29,1	-	-	OK	OK	OK	OK	-	0,3	0,1
(RCK30_SP50)	9573	2	0,5	-16,583	-0,684	0,974	10,05	10,05	-0,1	-0,2	-0,7	-1,7	120,3	-	1900,3	20,0	29,1	-	-	OK	OK	OK	OK	-	0,3	0,1
	9574	3	0,5	-17,438	-0,945	0,863	10,05	10,05	-0,1	-0,3	-0,7	-2,3	120,4	-	1900,3	20,0	29,1	-	-	OK	OK	OK	OK	-	0,3	0,1
	9575	4	0,5	-18,462	-1,119	0,724	10,05	10,05	-0,1	-0,4	-0,7	-2,8	120,5	-	1900,3	20,0	29,1	-	-	OK	OK	OK	OK	-	0,3	0,1
	9572	5	0,5	-19,626	-1,209	0,566	10,05	10,05	0,0	-0,4	-0,7	-3,0	120,6	-	1900,3	20,0	29,1	-	-	OK	OK	OK	OK	-	0,3	0,2
Plate 14-42	9572	1	0,5	-19,595	-1,153	0,566	10,05	10,05	0,0	-0,4	-0,7	-2,8	120,6	-	1900,3	20,0	29,1	-	-	OK	OK	OK	OK	-	0,3	0,2
(RCK30_SP50)	8487	2	0,5	-20,748	-1,256	0,401	10,05	10,05	0,0	-0,5	-0,7	-3,1	120,7	-	1900,3	20,0	29,1	-	-	OK	OK	OK	OK	-	0,3	0,2
	8488	3	0,5	-22,023	-1,218	0,236	10,05	10,05	0,0	-0,6	-0,7	-3,0	120,8	-	1900,3	20,0	29,1	-	-	OK	OK	OK	OK	-	0,3	0,2
	8489	4	0,5	-23,186	-1,184	0,074	10,05	10,05	0,0	-0,6	-0,7	-2,9	120,9	-	1900,3	20,0	29,1	-	-	OK	OK	OK	OK	-	0,3	0,3
	8486	5	0,5	-24,004	-1,296	-0,090	10,05	10,05	0,0	-0,7	-0,7	-3,2	121,0	-	1900,3	20,0	29,1	-	-	OK	OK	OK	OK	-	0,3	0,3
Plate 14-43	8486	1	0,5	-24,086	-1,164	-0,090	10,05	10,05	0,0	-0,7	-0,7	-2,9	121,0	-	1900,3	20,0	29,1	-	-	OK	OK	OK	OK	-	0,3	0,3
(RCK30_SP50)	7430	2	0,5	-25,512	-1,624	-0,287	10,05	10,05	-0,1	-0,8	-0,7	-4,0	121,1	-	1900,3	20,0	29,1	-	-	OK	OK	OK	OK	-	0,3	0,3
	7431	3	0,5	-27,122	-1,536	-0,499	10,05	10,05	-0,1	-0,9	-0,6	-3,8	121,3	-	1900,3	20,0	29,1	-	-	OK	OK	OK	OK	-	0,3	0,3
	7432	4	0,5	-28,508	-1,189	-0,688	10,05	10,05	-0,1	-1,0	-0,6	-2,9	121,4	-	1900,3	20,0	29,1	-	-	OK	OK	OK	OK	-	0,3	0,4
	7436	5	0,5	-29,261	-0,876	-0,823	10,05	10,05	-0,1	-1,0	-0,6	-2,2	121,5	-	1900,3	20,0	29,1	-	-	OK	OK	OK	OK	-	0,2	0,4
Plate 14-44	7436	1	0,5	-29,459	-0,896	-0,823	10,05	10,05	-0,1	-1,0	-0,6	-2,2	121,5	-	1900,3	20,0	29,1	-	-	OK	OK	OK	OK	-	0,3	0,4
(RCK30_SP50)	7259	2	0,5	-30,177	-0,709	-0,930	10,05	10,05	-0,1	-1,1	-0,6	-1,8	121,6	-	1900,3	20,0	29,1	-	-	OK	OK	OK	OK	-	0,2	0,4
	7260	3	0,5	-30,881	-0,579	-1,015	10,05	10,05	-0,1	-1,1	-0,6	-1,4	121,6	-	1900,3	20,0	29,1	-	-	OK	OK	OK	OK	-	0,2	0,4
	7261	4	0,5	-31,403	-0,550	-1,090	10,05	10,05	-0,1	-1,1	-0,6	-1,4	121,7	-	1900,3	20,0	29,1	-	-	OK	OK	OK	OK	-	0,2	0,4
	7258	5	0,5	-31,574	-0,664	-1,170	10,05	10,05	-0,1	-1,2	-0,6	-1,6	121,7	-	1900,3	20,0	29,1	-	-	OK	OK	OK	OK	-	0,2	0,5
Plate 12-35	10676	1	0,5	-15,405	-2,816	-0,022	10,05	10,05	0,0	-0,4	-0,4	-7,0	120,2	-	1900,3	20,0	29,1	-	-	OK	OK	OK	OK	-	0,2	0,2
(RCK30_SP50)	10670	2	0,5	-17,531	-2,561	-0,531	10,05	10,05	0,0	-0,6	-0,4	-6,3	120,4	-	1900,3	20,0	29,1	-	-	OK	OK	OK	OK	-	0,1	0,2
	10671	3	0,5	-18,448	-1,337	-0,869	10,05	10,05	-0,1	-0,7	-0,3	-3,3	120,5	-	1900,3	20,0	29,1	-	-	OK	OK	OK	OK	-	0,1	0,3
	10672	4	0,5	-18,399	-0,062	-1,004	10,05	10,05	-0,1	-0,8	-0,3	-0,2	120,5	-	1900,3	20,0	29,1	-	-	OK	OK	OK	OK	-	0,1	0,3
	10696	5	0,5	-17,629	0,345	-0,953	10,05	10,05	-0,1	-0,7	-0,3	0,9	120,4	-	1900,3	20,0	29,1	-	-	OK	OK	OK	OK	-	0,1	0,3
Plate 12-36	10696	1	0,5	-17,791	0,545	-0,953	10,05	10,05	-0,1	-0,7	-0,3	1,3	120,4	-	1900,3	20,0	29,1	-	-	OK	OK	OK	OK	-	0,1	0,3
(RCK30_SP50)	10690	2	0,5	-17,441	0,500	-0,863	10,05	10,05	-0,1	-0,7	-0,3	1,2	120,4	-	1900,3	20,0	29,1	-	-	OK	OK	OK	OK	-	0,1	0,3
	10691	3	0,5	-17,531	0,682	-0,760	10,05	10,05	0,0	-0,7	-0,3	1,7	120,4	-	1900,3	20,0	29,1	-	-	OK	OK	OK	OK	-	0,1	0,3
	10692	4	0,5	-17,598	1,071	-0,607	10,05	10,05	0,0	-0,6	-0,4	2,6	120,4	-	1900,3	20,0	29,1	-	-	OK	OK	OK	OK	-	0,1	0,3
	11257	5	0,5	-17,177	1,648	-0,367	10,05	10,05	0,0	-0,6	-0,4	4,1	120,4	-	1900,3	20,0	29,1	-	-	OK	OK	OK	OK	-	0,2	0,2
Plate 13-37	11257	1	0,5	-17,070	1,535	-0,367	10,05	10,05	0,0	-0,6	-0,4	3,8	120,4	-	1900,3	20,0	29,1	-	-	OK	OK	OK	OK	-	0,2	0,2
(RCK30_SP50)	10752	2	0,5	-15,966	1,044	-0,113	10,05	10,05	0,0	-0,5	-0,4	2,6	120,3	-	1900,3	20,0	29,1	-	-	OK	OK	OK	OK	-	0,2	0,2
	10753	3	0,5	-15,633	-0,213	-0,047	10,05	10,05	0,0	-0,5	-0,4	-0,5	120,2	-	1900,3	20,0	29,1	-	-	OK	OK	OK	OK	-	0,2	0,2
	10754	4	0,5	-16,111	-1,469	-0,189	10,05	10,05	0,0	-0,5	-0,4	-3,6	120,3	-	1900,3	20,0	29,1	-	-	OK	OK	OK	OK	-	0,2	0,2
	10758	5	0,5	-17,437	-1,960	-0,519	10,05	10,05	0,0	-0,6	-0,4	-4,8	120,4	-	1900,3	20,0	29,1	-	-	OK	OK	OK	OK	-	0,1	0,2
Plate 13-38	10758	1	0,5	-17,472	-2,001	-0,519	10,05	10,05	0,0	-0,6	-0,4	-4,9	120,4	-	1900,3	20,0	29,1	-	-	OK	OK	OK	OK	-	0,1	0,2
(RCK30_SP50)	10605	2	0,5	-18,656	-1,442	-0,839	10,05	10,05	-0,1	-0,7	-0,3	-3,6	120,5	-	1900,3	20,0	29,1	-	-	OK	OK	OK	OK	-	0,1	0,3
	10606	3	0,5	-19,324	-0,331	-0,998	10,05	10,05	-0,1	-0,8	-0,3	-3,8	120,6	-	1900,3	20,0	29,1	-	-	OK	OK	OK	OK	-	0,1	0,3
	10607	4	0,5	-19,461	1,027	-0,942	10,05	10,05	-0,1	-0,8	-0,3															

(RCK30_SF50)	10625	2	0.5	-26.894	0.649	-0.674	10.05	10.05	-0.1	-0.9	-0.6	1.6	121.3	-	1900.3	20.0	29.1	-	-	OK	OK	OK	OK	-	0.2	0.4
	10626	3	0.5	-25.785	0.916	-0.564	10.05	10.05	-0.1	-0.9	-0.6	2.3	121.2	-	1900.3	20.0	29.1	-	-	OK	OK	OK	OK	-	0.2	0.3
	10627	4	0.5	-24.481	0.970	-0.437	10.05	10.05	-0.1	-0.8	-0.6	2.4	121.0	-	1900.3	20.0	29.1	-	-	OK	OK	OK	OK	-	0.2	0.3
	10778	5	0.5	-23.378	0.540	-0.327	10.05	10.05	-0.1	-0.7	-0.6	1.3	120.9	-	1900.3	20.0	29.1	-	-	OK	OK	OK	OK	-	0.2	0.3
Plate 11-31	10778	1	0.5	-23.299	0.662	-0.327	10.05	10.05	-0.1	-0.7	-0.6	1.6	120.9	-	1900.3	20.0	29.1	-	-	OK	OK	OK	OK	-	0.2	0.3
(RCK30_SF50)	10772	2	0.5	-22.771	0.635	-0.244	10.05	10.05	0.0	-0.7	-0.6	1.6	120.9	-	1900.3	20.0	29.1	-	-	OK	OK	OK	OK	-	0.2	0.3
	10773	3	0.5	-21.878	0.830	-0.145	10.05	10.05	0.0	-0.7	-0.6	2.0	120.8	-	1900.3	20.0	29.1	-	-	OK	OK	OK	OK	-	0.2	0.3
	10774	4	0.5	-20.787	1.088	-0.019	10.05	10.05	0.0	-0.6	-0.6	2.7	120.7	-	1900.3	20.0	29.1	-	-	OK	OK	OK	OK	-	0.2	0.2
	10812	5	0.5	-19.666	1.248	0.141	10.05	10.05	0.0	-0.5	-0.6	3.1	120.6	-	1900.3	20.0	29.1	-	-	OK	OK	OK	OK	-	0.2	0.2
Plate 11-32	10812	1	0.5	-19.670	1.268	0.141	10.05	10.05	0.0	-0.5	-0.6	3.1	120.6	-	1900.3	20.0	29.1	-	-	OK	OK	OK	OK	-	0.2	0.2
(RCK30_SF50)	10792	2	0.5	-18.414	1.423	0.325	10.05	10.05	0.0	-0.4	-0.6	3.5	120.5	-	1900.3	20.0	29.1	-	-	OK	OK	OK	OK	-	0.2	0.2
	10793	3	0.5	-17.197	1.378	0.514	10.05	10.05	0.0	-0.4	-0.6	3.4	120.4	-	1900.3	20.0	29.1	-	-	OK	OK	OK	OK	-	0.2	0.1
	10794	4	0.5	-16.117	1.182	0.688	10.05	10.05	0.0	-0.3	-0.6	2.9	120.3	-	1900.3	20.0	29.1	-	-	OK	OK	OK	OK	-	0.2	0.1
	10798	5	0.5	-15.271	0.886	0.828	10.05	10.05	0.0	-0.2	-0.6	2.2	120.2	-	1900.3	20.0	29.1	-	-	OK	OK	OK	OK	-	0.2	0.1
Plate 11-33	10798	1	0.5	-15.274	0.929	0.828	10.05	10.05	0.0	-0.2	-0.6	2.3	120.2	-	1900.3	20.0	29.1	-	-	OK	OK	OK	OK	-	0.2	0.1
(RCK30_SF50)	10645	2	0.5	-14.615	0.583	0.929	10.05	10.05	0.0	-0.2	-0.6	1.4	120.1	-	1900.3	20.0	29.1	-	-	OK	OK	OK	OK	-	0.2	0.1
	10646	3	0.5	-14.084	0.216	0.984	10.05	10.05	0.0	-0.2	-0.6	0.5	120.1	-	1900.3	20.0	29.1	-	-	OK	OK	OK	OK	-	0.2	0.1
	10647	4	0.5	-13.760	-0.223	0.984	10.05	10.05	0.0	-0.2	-0.6	-0.5	120.1	-	1900.3	20.0	29.1	-	-	OK	OK	OK	OK	-	0.2	0.1
	10657	5	0.5	-13.721	-0.786	0.918	10.05	10.05	0.0	-0.2	-0.6	-1.9	120.1	-	1900.3	20.0	29.1	-	-	OK	OK	OK	OK	-	0.2	0.1
Plate 11-34	10657	1	0.5	-13.717	-0.697	0.918	10.05	10.05	0.0	-0.2	-0.6	-1.7	120.1	-	1900.3	20.0	29.1	-	-	OK	OK	OK	OK	-	0.2	0.1
(RCK30_SF50)	10651	2	0.5	-14.039	-1.259	0.784	10.05	10.05	0.0	-0.2	-0.6	-3.1	120.1	-	1900.3	20.0	29.1	-	-	OK	OK	OK	OK	-	0.2	0.1
	10652	3	0.5	-14.400	-1.740	0.584	10.05	10.05	0.0	-0.3	-0.5	-4.3	120.1	-	1900.3	20.0	29.1	-	-	OK	OK	OK	OK	-	0.2	0.1
	10653	4	0.5	-14.893	-2.234	0.317	10.05	10.05	0.0	-0.3	-0.5	-5.5	120.2	-	1900.3	20.0	29.1	-	-	OK	OK	OK	OK	-	0.2	0.1
	10676	5	0.5	-15.611	-2.836	-0.022	10.05	10.05	0.0	-0.4	-0.4	-7.0	120.2	-	1900.3	20.0	29.1	-	-	OK	OK	OK	OK	-	0.2	0.2
Plate 9-23	6089	1	0.5	-14.836	-0.084	0.077	10.05	10.05	0.0	-0.4	-0.4	-0.2	120.2	-	1900.3	20.0	29.1	-	-	OK	OK	OK	OK	-	0.2	0.2
(RCK30_SF50)	6090	2	0.5	-15.637	-0.133	0.055	10.05	10.05	0.0	-0.4	-0.5	-0.3	120.2	-	1900.3	20.0	29.1	-	-	OK	OK	OK	OK	-	0.2	0.2
	6091	3	0.5	-15.699	0.066	0.053	10.05	10.05	0.0	-0.4	-0.5	0.2	120.2	-	1900.3	20.0	29.1	-	-	OK	OK	OK	OK	-	0.2	0.2
	6092	4	0.5	-15.621	0.254	0.074	10.05	10.05	0.0	-0.4	-0.5	0.6	120.2	-	1900.3	20.0	29.1	-	-	OK	OK	OK	OK	-	0.2	0.2
	6274	5	0.5	-16.005	0.168	0.111	10.05	10.05	0.0	-0.4	-0.5	0.4	120.3	-	1900.3	20.0	29.1	-	-	OK	OK	OK	OK	-	0.2	0.2
Plate 9-24	6274	1	0.5	-16.226	0.244	0.111	10.05	10.05	0.0	-0.4	-0.5	0.6	120.3	-	1900.3	20.0	29.1	-	-	OK	OK	OK	OK	-	0.2	0.2
(RCK30_SF50)	6277	2	0.5	-16.243	0.234	0.149	10.05	10.05	0.0	-0.4	-0.5	0.6	120.3	-	1900.3	20.0	29.1	-	-	OK	OK	OK	OK	-	0.2	0.2
	6276	3	0.5	-16.934	0.182	0.174	10.05	10.05	0.0	-0.4	-0.5	0.4	120.4	-	1900.3	20.0	29.1	-	-	OK	OK	OK	OK	-	0.2	0.2
	6275	4	0.5	-17.636	0.366	0.213	10.05	10.05	0.0	-0.4	-0.5	0.9	120.4	-	1900.3	20.0	29.1	-	-	OK	OK	OK	OK	-	0.2	0.2
	7338	5	0.5	-17.683	1.069	0.306	10.05	10.05	0.0	-0.4	-0.6	2.6	120.4	-	1900.3	20.0	29.1	-	-	OK	OK	OK	OK	-	0.2	0.2
Plate 9-25	7338	1	0.5	-17.471	1.083	0.306	10.05	10.05	0.0	-0.4	-0.6	2.7	120.4	-	1900.3	20.0	29.1	-	-	OK	OK	OK	OK	-	0.2	0.2
(RCK30_SF50)	7341	2	0.5	-17.248	-0.058	0.374	10.05	10.05	0.0	-0.4	-0.6	-0.1	120.4	-	1900.3	20.0	29.1	-	-	OK	OK	OK	OK	-	0.2	0.2
	7340	3	0.5	-17.771	-0.843	0.308	10.05	10.05	0.0	-0.4	-0.6	-2.1	120.4	-	1900.3	20.0	29.1	-	-	OK	OK	OK	OK	-	0.2	0.2
	7339	4	0.5	-18.388	-1.390	0.143	10.05	10.05	0.0	-0.5	-0.6	-3.4	120.5	-	1900.3	20.0	29.1	-	-	OK	OK	OK	OK	-	0.2	0.2
	7574	5	0.5	-18.443	-1.816	-0.088	10.05	10.05	0.0	-0.5	-0.5	-4.5	120.5	-	1900.3	20.0	29.1	-	-	OK	OK	OK	OK	-	0.2	0.2
Plate 9-26	7574	1	0.5	-18.103	-2.345	-0.088	10.05	10.05	0.0	-0.5	-0.5	-5.8	120.5	-	1900.3	20.0	29.1	-	-	OK	OK	OK	OK	-	0.2	0.2
(RCK30_SF50)	7580	2	0.5	-18.950	-3.615	-0.492	10.05	10.05	0.0	-0.7	-0.4	-8.9	120.5	-	1900.3	20.0	29.1	-	-	OK	OK	OK	OK	-	0.2	0.3
	7579	3	0.5	-18.923	-5.164	-1.156	10.05	10.05	-0.1	-0.8	-0.3	-12.8	120.5	-	1900.3	20.0	29.1	-	-	OK	OK	OK	OK	-	0.1	0.3
	7578	4	0.5	-18.241	-5.306	-1.912	10.05	10.05	-0.1	-1.0	0.0	-13.1	120.5	-	1900.3	20.0	29.1	-	-	OK	OK	OK	OK	-	0.0	0.4
	8814	5	0.5	-17.125	-2.355	-2.521	10.05	10.05	-0.1	-1.1	0.4	-5.8	120.4	-	1900.3	20.0	29.1	-	-	OK	OK	OK	OK	-	0.2	0.5
Plate 16-46	6124	1	0.5	-18.391	2.607	-2.644	10.05	10.05	-0.1	-1.2	0.4	6.4	120.5	-	1900.3	20.0	29.1	-	-	OK	OK	OK	OK	-	0.1	0.5
(RCK30_SF50)	5816	2	0.5	-19.415	5.599	-1.987	10.05	10.05	-0.1	-1.0	-0.1	13.8	120.6	-	1900.3	20.0	29.1	-	-	OK	OK	OK	OK	-	0.0	0.4
	5815	3	0.5	-20.199	5.204	-1.211	10.05	10.05	-0.1	-0.9	-0.3	12.8	120.6	-	1900.3	20.0	29.1	-	-	OK	OK	OK	OK	-	0.1	0.3
	5814	4	0.5	-20.345	3.448	-0.555	10.05	10.05	-0.1	-0.7	-0.4	8.5	120.7	-	1900.3	20.0	29.1	-	-	OK	OK	OK	OK	-	0.2	0.3
	5813	5	0.5	-19.452	2.358	-0.170	10.05	10.05	0.0	-0.6	-0.5	5.8	120.6	-	1900.3	20.0	29.1	-	-	OK	OK	OK	OK	-	0.2	0.2
Plate 16-47	5813	1	0.5	-19.841	1.814	-0.170	10.05	10.05	0.0	-0.6	-0.5	4.5	120.6	-	1900.3	20.0	29.1	-	-	OK	OK	OK	OK	-	0.2	0.2
(RCK30_SF50)	5586	2	0.5	-19.476	1.135	0.039	10.05	10.05	0.0	-0.5	-0.6	2.8	120.6	-	1900.3	20.0	29.1	-	-	OK	OK	OK	OK	-	0.2	0.2
	5585	3	0.5	-18.961	0.612	0.166	10.05	10.05	0.0	-0.5	-0.6	1.5	120.5	-	1900.3	20.0	29.1	-	-	OK	OK	OK	OK	-	0.2	0.2
	5584	4	0.5	-18.529	0.107	0.216	10.05	10.05	0.0	-0.5	-0.6	0.3	120.5	-	1900.3	20.0	29.1	-	-	OK	OK	OK	OK	-	0.2	0.2
	5583	5	0.5	-18.408	-0.517	0.190	10.05	10.05	0.0	-0.5	-0.6	-1.3	120.5	-	1900.3	20.0	29.1	-	-	OK	OK	OK	OK	-	0.2	0.2
Plate 16-48	5583	1	0.5	-18.678	-0.551	0.190	10.05	10.05	0.0	-0.5	-0.6	-1.4	120.5	-	1900.3	20.0	29.1	-	-	OK	OK	OK	OK	-	0.2	0.2
(RCK30_SF50)	5549	2	0.5	-18.213	0.041	0.168	10.05	10.05	0.0	-0.5	-0.6	0.1	120.5	-	1900.3	20.0	29.1	-	-	OK	OK	OK	OK	-	0.2	0.2
	5548	3	0.5	-17.451	-0.085	0.163	10.05	10.05	0.0	-0.5	-0.5	-0.2	120.4	-	1900.3	20.0	29.1									

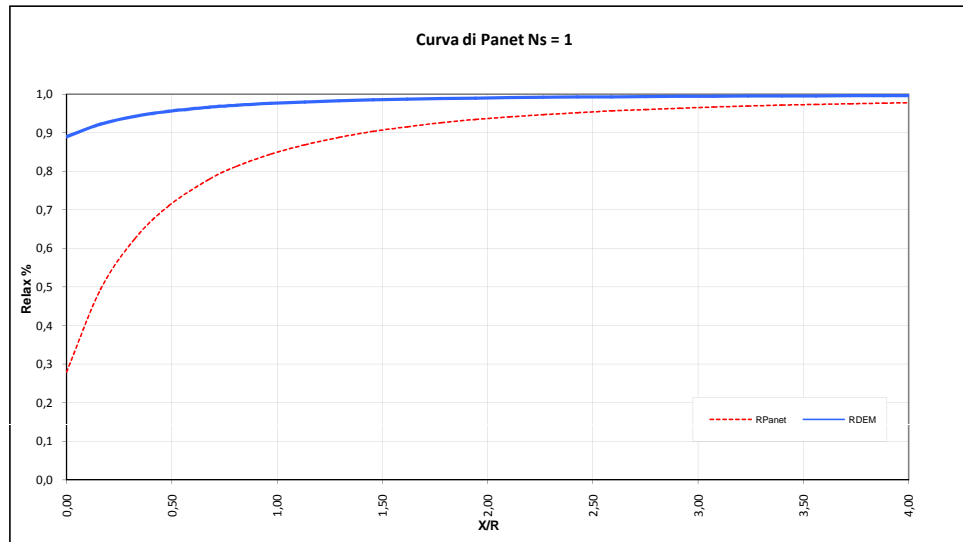
	5744	3	0,5	-15,958	0,299	-0,035	10,05	10,05	0,0	-0,5	-0,4	0,7	120,3	-	1900,3	20,0	29,1	-	-	OK	OK	OK	OK	-	0,2	0,2
	5743	4	0,5	-15,411	0,648	0,029	10,05	10,05	0,0	-0,4	-0,4	1,6	120,2	-	1900,3	20,0	29,1	-	-	OK	OK	OK	OK	-	0,2	0,2
	6089	5	0,5	-14,592	-0,378	0,077	10,05	10,05	0,0	-0,4	-0,4	-0,9	120,1	-	1900,3	20,0	29,1	-	-	OK	OK	OK	OK	-	0,2	0,2
Plate 10-27	8814	1	0,6	-25,694	0,398	-2,521	10,05	10,05	-0,1	-1,1	-0,2	0,8	173,1	-	1900,3	20,0	29,1	-	-	OK	OK	OK	OK	-	0,1	0,4
(RCK30_SP60)	8817	2	0,6	-30,188	3,709	-2,012	10,05	10,05	-0,1	-1,1	-0,4	7,6	173,6	-	1900,3	20,0	29,1	-	-	OK	OK	OK	OK	-	0,1	0,4
	8816	3	0,6	-33,465	2,846	-1,400	10,05	10,05	-0,1	-1,0	-0,6	5,9	173,9	-	1900,3	20,0	29,1	-	-	OK	OK	OK	OK	-	0,2	0,4
	8815	4	0,6	-34,904	0,798	-0,998	10,05	10,05	-0,1	-1,0	-0,7	1,6	174,1	-	1900,3	20,0	29,1	-	-	OK	OK	OK	OK	-	0,3	0,4
	8846	5	0,6	-33,882	0,552	-0,946	10,05	10,05	-0,1	-1,0	-0,6	1,1	174,0	-	1900,3	20,0	29,1	-	-	OK	OK	OK	OK	-	0,3	0,4
Plate 15-45	7258	1	0,6	-35,881	-0,376	-1,170	10,05	10,05	-0,1	-1,1	-0,6	-0,8	174,2	-	1900,3	20,0	29,1	-	-	OK	OK	OK	OK	-	0,3	0,4
(RCK30_SP60)	6130	2	0,6	-38,012	-0,529	-1,172	10,05	10,05	-0,1	-1,1	-0,7	-1,1	174,4	-	1900,3	20,0	29,1	-	-	OK	OK	OK	OK	-	0,3	0,4
	6129	3	0,6	-36,094	-2,713	-1,538	10,05	10,05	-0,1	-1,1	-0,6	-5,6	174,2	-	1900,3	20,0	29,1	-	-	OK	OK	OK	OK	-	0,2	0,4
	6128	4	0,6	-32,441	-3,714	-2,135	10,05	10,05	-0,1	-1,1	-0,4	-7,6	173,8	-	1900,3	20,0	29,1	-	-	OK	OK	OK	OK	-	0,2	0,5
	6124	5	0,6	-29,366	-0,314	-2,644	10,05	10,05	-0,1	-1,2	-0,2	-0,6	173,5	-	1900,3	20,0	29,1	-	-	OK	OK	OK	OK	-	0,1	0,5

RIVESTIMENTI_LT - BY-PASS PEDONALE - TIME 8																										
INPUT PLAXIS							Intradosso		Estradosso		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 [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 14-39	10611	1	0,5	-1065,389	46,826	-0,755	10,05	10,05	-2,0	-30,3	-30,0	115,6	215,9	-	1900,3	20,0	29,1	-	-	OK	OK	OK	OK	-	11,8	11,9
(RCK30_SPS0)	10585	2	0,5	-1059,972	40,912	5,110	10,05	10,05	-2,1	-28,8	-31,2	101,0	215,4	-	1900,3	20,0	29,1	-	-	OK	OK	OK	OK	-	12,2	11,3
	10586	3	0,5	-1052,227	36,319	10,313	10,05	10,05	-2,2	-27,3	-32,2	89,7	214,7	-	1900,3	20,0	29,1	-	-	OK	OK	OK	OK	-	12,6	10,7
	10587	4	0,5	-1043,089	31,396	14,851	10,05	10,05	-2,3	-26,0	-33,0	77,5	213,9	-	1900,3	20,0	29,1	-	-	OK	OK	OK	OK	-	13,0	10,2
	10591	5	0,5	-1033,492	24,493	18,650	10,05	10,05	-2,4	-24,8	-33,7	60,5	213,0	-	1900,3	20,0	29,1	-	-	OK	OK	OK	OK	-	13,2	9,7
Plate 14-40	10591	1	0,5	-1030,989	26,661	18,650	10,05	10,05	-2,4	-24,8	-33,6	65,8	212,8	-	1900,3	20,0	29,1	-	-	OK	OK	OK	OK	-	13,2	9,7
(RCK30_SPS0)	9984	2	0,5	-1021,458	17,802	21,598	10,05	10,05	-2,4	-23,8	-34,0	44,0	211,9	-	1900,3	20,0	29,1	-	-	OK	OK	OK	OK	-	13,3	9,3
	9985	3	0,5	-1012,626	10,973	23,537	10,05	10,05	-2,4	-23,1	-34,2	27,1	211,1	-	1900,3	20,0	29,1	-	-	OK	OK	OK	OK	-	13,4	9,0
	9986	4	0,5	-1003,556	4,652	24,568	10,05	10,05	-2,4	-22,6	-34,2	11,5	210,3	-	1900,3	20,0	29,1	-	-	OK	OK	OK	OK	-	13,4	8,9
	9983	5	0,5	-993,310	-2,682	24,731	10,05	10,05	-2,4	-22,2	-34,0	-6,6	209,3	-	1900,3	20,0	29,1	-	-	OK	OK	OK	OK	-	13,3	8,7
Plate 14-41	9983	1	0,5	-991,511	-0,862	24,731	10,05	10,05	-2,4	-22,2	-33,9	-2,1	209,2	-	1900,3	20,0	29,1	-	-	OK	OK	OK	OK	-	13,3	8,7
(RCK30_SPS0)	9573	2	0,5	-980,938	-7,908	24,129	10,05	10,05	-2,4	-22,0	-33,5	-19,5	208,2	-	1900,3	20,0	29,1	-	-	OK	OK	OK	OK	-	13,1	8,6
	9574	3	0,5	-968,825	-15,256	22,601	10,05	10,05	-2,3	-22,1	-32,8	-37,7	207,1	-	1900,3	20,0	29,1	-	-	OK	OK	OK	OK	-	12,8	8,6
	9575	4	0,5	-956,945	-24,180	19,960	10,05	10,05	-2,2	-22,3	-31,8	-69,7	206,0	-	1900,3	20,0	29,1	-	-	OK	OK	OK	OK	-	12,5	8,8
	9572	5	0,5	-947,070	-35,952	15,965	10,05	10,05	-2,1	-23,0	-30,6	-88,8	205,1	-	1900,3	20,0	29,1	-	-	OK	OK	OK	OK	-	12,0	9,0
Plate 14-42	9572	1	0,5	-945,900	-34,491	15,965	10,05	10,05	-2,1	-23,0	-30,6	-85,2	205,1	-	1900,3	20,0	29,1	-	-	OK	OK	OK	OK	-	12,0	9,0
(RCK30_SPS0)	8487	2	0,5	-941,086	-42,451	10,736	10,05	10,05	-2,0	-24,1	-29,2	-104,8	204,6	-	1900,3	20,0	29,1	-	-	OK	OK	OK	OK	-	11,4	9,4
	8488	3	0,5	-934,186	-47,166	4,714	10,05	10,05	-1,9	-25,3	-27,5	-116,5	204,0	-	1900,3	20,0	29,1	-	-	OK	OK	OK	OK	-	10,8	9,9
	8489	4	0,5	-926,018	-50,360	-1,866	10,05	10,05	-1,8	-26,6	-25,8	-124,3	203,2	-	1900,3	20,0	29,1	-	-	OK	OK	OK	OK	-	10,1	10,4
	8486	5	0,5	-916,397	-53,755	-8,843	10,05	10,05	-1,9	-28,0	-23,8	-132,7	202,3	-	1900,3	20,0	29,1	-	-	OK	OK	OK	OK	-	9,3	11,0
Plate 14-43	8486	1	0,5	-912,233	-52,847	-8,843	10,05	10,05	-1,9	-28,1	-23,9	-130,5	202,5	-	1900,3	20,0	29,1	-	-	OK	OK	OK	OK	-	9,4	11,0
(RCK30_SPS0)	7430	2	0,5	-917,735	-52,735	-16,080	10,05	10,05	-2,1	-29,8	-22,2	-130,2	202,5	-	1900,3	20,0	29,1	-	-	OK	OK	OK	OK	-	8,7	11,7
	7431	3	0,5	-914,720	-44,733	-22,629	10,05	10,05	-2,2	-31,2	-20,5	-110,5	202,2	-	1900,3	20,0	29,1	-	-	OK	OK	OK	OK	-	8,0	12,3
	7432	4	0,5	-908,506	-33,289	-27,943	10,05	10,05	-2,3	-32,3	-19,1	-82,2	201,6	-	1900,3	20,0	29,1	-	-	OK	OK	OK	OK	-	7,5	12,7
	7436	5	0,5	-898,408	-22,853	-31,656	10,05	10,05	-2,4	-32,9	-17,9	-66,4	200,7	-	1900,3	20,0	29,1	-	-	OK	OK	OK	OK	-	7,0	12,9
Plate 14-44	7436	1	0,5	-901,262	-23,723	-31,656	10,05	10,05	-2,4	-33,0	-18,0	-68,6	201,0	-	1900,3	20,0	29,1	-	-	OK	OK	OK	OK	-	7,1	12,9
(RCK30_SPS0)	7259	2	0,5	-884,349	-15,212	-34,246	10,05	10,05	-2,4	-33,1	-16,9	-37,6	199,4	-	1900,3	20,0	29,1	-	-	OK	OK	OK	OK	-	6,6	13,0
	7260	3	0,5	-866,869	-10,340	-35,898	10,05	10,05	-2,4	-33,0	-16,0	-25,5	197,8	-	1900,3	20,0	29,1	-	-	OK	OK	OK	OK	-	6,3	13,0
	7261	4	0,5	-845,990	-10,273	-37,238	10,05	10,05	-2,4	-32,8	-15,1	-25,4	195,9	-	1900,3	20,0	29,1	-	-	OK	OK	OK	OK	-	5,9	12,8
	7258	5	0,5	-818,877	-16,174	-38,936	10,05	10,05	-2,4	-32,4	-13,9	-39,9	193,4	-	1900,3	20,0	29,1	-	-	OK	OK	OK	OK	-	5,5	12,7
Plate 12-35	10676	1	0,5	-1063,858	-49,602	-2,837	10,05	10,05	-2,1	-30,8	-29,4	-122,5	215,8	-	1900,3	20,0	29,1	-	-	OK	OK	OK	OK	-	11,5	12,1
(RCK30_SPS0)	10670	2	0,5	-1074,457	-40,299	-10,915	10,05	10,05	-2,3	-33,0	-27,8	-99,5	216,7	-	1900,3	20,0	29,1	-	-	OK	OK	OK	OK	-	10,9	12,9
	10671	3	0,5	-1082,332	-30,025	-17,156	10,05	10,05	-2,4	-34,7	-26,6	-74,1	217,5	-	1900,3	20,0	29,1	-	-	OK	OK	OK	OK	-	10,4	13,6
	10672	4	0,5	-1087,494	-20,413	-21,656	10,05	10,05	-2,5	-35,9	-25,6	-60,4	217,9	-	1900,3	20,0	29,1	-	-	OK	OK	OK	OK	-	10,1	14,1
	10696	5	0,5	-1089,954	-13,097	-24,601	10,05	10,05	-2,6	-36,7	-25,0	-32,3	218,2	-	1900,3	20,0	29,1	-	-	OK	OK	OK	OK	-	9,8	14,4
Plate 12-36	10696	1	0,5	-1090,483	-12,982	-24,601	10,05	10,05	-2,6	-36,7	-25,0	-32,1	218,2	-	1900,3	20,0	29,1	-	-	OK	OK	OK	OK	-	9,8	14,4
(RCK30_SPS0)	10690	2	0,5	-1092,263	-6,992	-26,344	10,05	10,05	-2,6	-37,1	-24,7	-17,3	218,4	-	1900,3	20,0	29,1	-	-	OK	OK	OK	OK	-	9,7	14,6
	10691	3	0,5	-1093,384	-2,802	-27,216	10,05	10,05	-2,7	-37,4	-24,5	-6,9	218,5	-	1900,3	20,0	29,1	-	-	OK	OK	OK	OK	-	9,6	14,7
	10692	4	0,5	-1094,202	0,595	-27,389	10,05	10,05	-2,7	-37,4	-24,5	1,5	218,5	-	1900,3	20,0	29,1	-	-	OK	OK	OK	OK	-	9,6	14,7
	11257	5	0,5	-1095,069	4,205	-26,981	10,05	10,05	-2,7	-37,4	-24,6	10,4	218,6	-	1900,3	20,0	29,1	-	-	OK	OK	OK	OK	-	9,6	14,7
Plate 13-37	11257	1	0,5	-1094,785	2,708	-26,981	10,05	10,05	-2,7	-37,4	-24,6	6,7	218,6	-	1900,3	20,0	29,1	-	-	OK	OK	OK	OK	-	9,6	14,7
(RCK30_SPS0)	10752	2	0,5	-1092,163	5,123	-26,232	10,05	10,05	-2,6	-37,1	-24,7	12,6	218,4	-	1900,3	20,0	29,1	-	-	OK	OK	OK	OK	-	9,7	14,6
	10753	3	0,5	-1090,888	6,458	-25,236	10,05	10,05	-2,6	-36,8	-24,9	15,9	218,2	-	1900,3	20,0	29,1	-	-	OK	OK	OK	OK	-	9,8	14,4
	10754	4	0,5	-1090,472	8,704	-23,877	10,05	10,05	-2,6	-36,5	-25,2	21,5	218,2	-	1900,3	20,0	29,1	-	-	OK	OK	OK	OK	-	9,9	14,3
	10758	5	0,5	-1090,427	13,852	-21,934	10,05	10,05	-2,5	-36,0	-25,7	34,2	218,2	-	1900,3	20,0	29,1	-	-	OK	OK	OK	OK	-	10,1	14,1
Plate 13-38	10758	1	0,5	-1089,845	13,764	-21,934	10,05	10,05	-2,5	-36,0	-25,6	34,0	218,1	-	1900,3	20,0	29,1	-	-	OK	OK	OK	OK	-	10,1	14,1
(RCK30_SPS0)	10605	2	0,5	-1087,688	21,187	-18,828	10,05	10,05	-2,5	-35,2	-26,3	52,3	218,0	-	1900,3	20,0	29,1	-	-	OK	OK	OK	OK	-	10,3	13,8

(RCK30_SPS0)	10625	2	0.5	-900,631	33,773	-26,914	10.05	10.05	-2.3	-31.9	-19.1	83.4	200.9	-	1900.3	20.0	29.1	-	-	-	OK	OK	OK	OK	-	7.5	12.5
	10626	3	0.5	-907,284	44,970	-21,553	10.05	10.05	-2.2	-30.8	-20.6	111.0	201.5	-	1900.3	20.0	29.1	-	-	-	OK	OK	OK	OK	-	8.1	12.1
	10627	4	0.5	-910,482	52,827	-14,988	10.05	10.05	-2.0	-29.3	-22.2	130.4	201.8	-	1900.3	20.0	29.1	-	-	-	OK	OK	OK	OK	-	8.7	11.5
	10778	5	0.5	-911,070	52,607	-7,758	10.05	10.05	-1.9	-27.6	-23.9	129.9	201.9	-	1900.3	20.0	29.1	-	-	-	OK	OK	OK	OK	-	9.4	10.8
Plate 11-31	10778	1	0.5	-909,344	53,717	-7,758	10.05	10.05	-1.9	-27.6	-23.9	132.6	201.7	-	1900.3	20.0	29.1	-	-	-	OK	OK	OK	OK	-	9.4	10.8
(RCK30_SPS0)	10772	2	0.5	-919,525	49,854	-0,836	10.05	10.05	-1.8	-26.2	-25.8	123.1	202.6	-	1900.3	20.0	29.1	-	-	-	OK	OK	OK	OK	-	10.1	10.3
	10773	3	0.5	-928,165	46,865	5,695	10.05	10.05	-1.9	-24.9	-27.6	115.7	203.4	-	1900.3	20.0	29.1	-	-	-	OK	OK	OK	OK	-	10.8	9.8
	10774	4	0.5	-935,000	42,267	11,676	10.05	10.05	-2.0	-23.7	-29.2	104.4	204.0	-	1900.3	20.0	29.1	-	-	-	OK	OK	OK	OK	-	11.5	9.3
	10812	5	0.5	-939,765	33,582	16,849	10.05	10.05	-2.1	-22.6	-30.6	82.9	204.5	-	1900.3	20.0	29.1	-	-	-	OK	OK	OK	OK	-	12.0	8.9
Plate 11-32	10812	1	0.5	-940,019	35,284	16,849	10.05	10.05	-2.1	-22.6	-30.6	87.1	204.5	-	1900.3	20.0	29.1	-	-	-	OK	OK	OK	OK	-	12.0	8.9
(RCK30_SPS0)	10792	2	0.5	-950,173	22,019	20,642	10.05	10.05	-2.2	-22.0	-31.8	54.4	205.4	-	1900.3	20.0	29.1	-	-	-	OK	OK	OK	OK	-	12.5	8.6
	10793	3	0.5	-962,597	12,302	22,934	10.05	10.05	-2.3	-21.8	-32.7	30.4	206.5	-	1900.3	20.0	29.1	-	-	-	OK	OK	OK	OK	-	12.8	8.5
	10794	4	0.5	-975,276	4,706	24,040	10.05	10.05	-2.4	-21.9	-33.3	11.6	207.7	-	1900.3	20.0	29.1	-	-	-	OK	OK	OK	OK	-	13.1	8.6
	10798	5	0.5	-986,191	-2,196	24,219	10.05	10.05	-2.4	-22.2	-33.6	-5.4	208.7	-	1900.3	20.0	29.1	-	-	-	OK	OK	OK	OK	-	13.2	8.7
Plate 11-33	10798	1	0.5	-988,262	-0,400	24,219	10.05	10.05	-2.4	-22.2	-33.7	-1.0	208.9	-	1900.3	20.0	29.1	-	-	-	OK	OK	OK	OK	-	13.2	8.7
(RCK30_SPS0)	10645	2	0.5	-998,440	-6,780	23,706	10.05	10.05	-2.4	-22.6	-33.9	-16.7	209.8	-	1900.3	20.0	29.1	-	-	-	OK	OK	OK	OK	-	13.3	8.9
	10646	3	0.5	-1007,536	-12,150	22,454	10.05	10.05	-2.4	-23.2	-33.8	-30.0	210.6	-	1900.3	20.0	29.1	-	-	-	OK	OK	OK	OK	-	13.3	9.1
	10647	4	0.5	-1016,215	-18,062	20,420	10.05	10.05	-2.4	-23.9	-33.6	-44.6	211.4	-	1900.3	20.0	29.1	-	-	-	OK	OK	OK	OK	-	13.2	9.4
	10657	5	0.5	-1025,140	-26,066	17,496	10.05	10.05	-2.3	-24.9	-33.2	-64.4	212.2	-	1900.3	20.0	29.1	-	-	-	OK	OK	OK	OK	-	13.0	9.7
Plate 11-34	10657	1	0.5	-1027,300	-24,133	17,496	10.05	10.05	-2.3	-24.9	-33.2	-59.6	212.4	-	1900.3	20.0	29.1	-	-	-	OK	OK	OK	OK	-	13.0	9.8
(RCK30_SPS0)	10651	2	0.5	-1036,319	-31,877	13,704	10.05	10.05	-2.3	-26.1	-32.6	-78.7	213.3	-	1900.3	20.0	29.1	-	-	-	OK	OK	OK	OK	-	12.8	10.2
	10652	3	0.5	-1045,912	-38,184	9,003	10.05	10.05	-2.2	-27.5	-31.7	-94.3	214.1	-	1900.3	20.0	29.1	-	-	-	OK	OK	OK	OK	-	12.4	10.8
	10653	4	0.5	-1054,942	-43,975	3,474	10.05	10.05	-2.1	-29.0	-30.7	-108.6	215.0	-	1900.3	20.0	29.1	-	-	-	OK	OK	OK	OK	-	12.0	11.4
	10676	5	0.5	-1062,271	-50,170	-2,837	10.05	10.05	-2.1	-30.7	-29.4	-123.9	215.6	-	1900.3	20.0	29.1	-	-	-	OK	OK	OK	OK	-	11.5	12.1
Plate 9-23	6089	1	0.5	-261,997	-1,080	8,083	10.05	10.05	-0.7	-5.5	-9.3	-2.7	142.7	-	1900.3	20.0	29.1	-	-	-	OK	OK	OK	OK	-	3.7	2.2
(RCK30_SPS0)	6090	2	0.5	-260,912	1,492	8,178	10.05	10.05	-0.7	-5.4	-9.3	3.7	142.6	-	1900.3	20.0	29.1	-	-	-	OK	OK	OK	OK	-	3.7	2.1
	6091	3	0.5	-262,670	1,315	8,359	10.05	10.05	-0.7	-5.5	-9.4	3.2	142.7	-	1900.3	20.0	29.1	-	-	-	OK	OK	OK	OK	-	3.7	2.1
	6092	4	0.5	-266,551	1,018	8,551	10.05	10.05	-0.7	-5.5	-9.6	2.5	143.1	-	1900.3	20.0	29.1	-	-	-	OK	OK	OK	OK	-	3.8	2.2
	6274	5	0.5	-271,839	3,233	8,794	10.05	10.05	-0.7	-5.6	-9.8	8.0	143.6	-	1900.3	20.0	29.1	-	-	-	OK	OK	OK	OK	-	3.8	2.2
Plate 9-24	6274	1	0.5	-273,242	2,006	8,794	10.05	10.05	-0.7	-5.6	-9.8	5.0	143.7	-	1900.3	20.0	29.1	-	-	-	OK	OK	OK	OK	-	3.8	2.2
(RCK30_SPS0)	6277	2	0.5	-276,444	2,701	9,201	10.05	10.05	-0.7	-5.6	-10.0	6.7	144.0	-	1900.3	20.0	29.1	-	-	-	OK	OK	OK	OK	-	3.9	2.2
	6276	3	0.5	-284,635	0,551	9,413	10.05	10.05	-0.7	-5.8	-10.3	1.4	144.8	-	1900.3	20.0	29.1	-	-	-	OK	OK	OK	OK	-	4.0	2.3
	6275	4	0.5	-295,261	-1,706	9,354	10.05	10.05	-0.8	-6.1	-10.6	-4.2	145.7	-	1900.3	20.0	29.1	-	-	-	OK	OK	OK	OK	-	4.1	2.4
	7338	5	0.5	-305,772	-1,329	9,071	10.05	10.05	-0.8	-6.5	-10.8	-3.3	146.7	-	1900.3	20.0	29.1	-	-	-	OK	OK	OK	OK	-	4.2	2.5
Plate 9-25	7338	1	0.5	-306,247	-2,544	9,071	10.05	10.05	-0.8	-6.5	-10.8	-6.3	146.7	-	1900.3	20.0	29.1	-	-	-	OK	OK	OK	OK	-	4.2	2.6
(RCK30_SPS0)	7341	2	0.5	-316,390	-8,550	8,322	10.05	10.05	-0.8	-7.0	-10.9	-21.1	147.6	-	1900.3	20.0	29.1	-	-	-	OK	OK	OK	OK	-	4.3	2.7
	7340	3	0.5	-331,712	-17,509	6,457	10.05	10.05	-0.8	-7.9	-10.9	-43.2	149.0	-	1900.3	20.0	29.1	-	-	-	OK	OK	OK	OK	-	4.3	3.1
	7339	4	0.5	-349,670	-28,187	3,200	10.05	10.05	-0.7	-9.1	-10.7	-69.6	150.7	-	1900.3	20.0	29.1	-	-	-	OK	OK	OK	OK	-	4.2	3.6
	7574	5	0.5	-367,721	-39,350	-1,671	10.05	10.05	-0.7	-10.8	-10.0	-97.2	152.3	-	1900.3	20.0	29.1	-	-	-	OK	OK	OK	OK	-	3.9	4.2
Plate 9-26	7574	1	0.5	-366,295	-46,260	-1,671	10.05	10.05	-0.7	-10.6	-9.8	-114.2	151.6	-	1900.3	20.0	29.1	-	-	-	OK	OK	OK	OK	-	3.8	4.2
(RCK30_SPS0)	7580	2	0.5	-389,184	-63,362	-9,172	10.05	10.05	-0.9	-13.2	-8.8	-156.5	154.3	-	1900.3	20.0	29.1	-	-	-	OK	OK	OK	OK	-	3.5	5.2
	7579	3	0.5	-392,738	-86,213	-20,404	10.05	10.05	-1.2	-15.9	-6.3	-212.9	154.6	-	1900.3	20.0	29.1	-	-	-	OK	OK	OK	OK	-	2.5	6.3
	7578	4	0.5	-370,170	-88,744	-33,016	10.05	10.05	-1.4	-18.3	-2.6	-219.1	152.5	-	1900.3	20.0	29.1	-	-	-	OK	OK	OK	OK	-	1.0	7.2
	8814	5	0.5	-320,694	-44,890	-43,513	10.05	10.05	-1.7	-20.2	4.4	-110.8	148.0	-	1900.3	20.0	29.1	-	-	-	OK	OK	OK	OK	-	1.7	7.9
Plate 16-46	6124	1	0.5	-320,361	40,630	-43,622	10.05	10.05	-1.7	-20.3	4.5	100.3	148.0	-	1900.3	20.0	29.1	-	-	-	OK	OK	OK	OK	-	1.8	7.9
(RCK30_SPS0)	5816	2	0.5	-372,401	88,624	-33,366	10.05	10.05	-1.4	-18.4	-2.6	216.8	152.8	-	1900.3	20.0	29.1	-	-	-	OK	OK	OK	OK	-	1.0	7.2
	5815	3	0.5	-395,197	86,694	-20,738	10.05	10.05	-1.2	-16.1	-6.3	214.1	154.8	-	1900.3	20.0	29.1	-	-	-	OK	OK	OK	OK	-	2.5	6.3
	5814	4	0.5	-391,112	63,404	-9,434	10.05	10.05	-0.9	-13.3	-8.8	156.6	154.5	-	1900.3	20.0	29.1	-	-	-	OK	OK	OK	OK	-	3.5	5.2
	5813	5	0.5	-362,506	47,314	-1,902	10.05	10.05	-0.7	-10.7	-9.8	116.8	151.8	-	1900.3	20.0	29.1	-	-	-	OK	OK	OK	OK	-	3.8	4.2
Plate 16-47	5813	1	0.5	-370,061	39,613	-1,902	10.05	10.05	-0.7	-10.9	-10.0	97.8	152.5	-	1900.3	20.0	29.1	-	-	-	OK	OK	OK	OK	-	3.9	4.3
(RCK30_SPS0)	5586	2	0.5	-351,494	28,194	2,986	10.05	10.05	-0.7	-9.2	-10.7	69.6	150.8	-	1900.3	20.0	29.1	-	-	-	OK	OK	OK	OK	-	4.2	3.6
	5585	3	0.5	-333,545	17,476	6,238	10.05	10.05	-0.8	-8.0	-10.9	43.2	149.2	-	1900.3	20.0	29.1	-	-	-	OK	OK	OK	OK	-	4.3	3.1
	5584	4	0.5	-318,261	8,726	8,110	10.05	10.05	-0.8	-7.1	-10.9	21.5	147.8	-	1900.3	20.0	29.1	-	-	-	OK	OK	OK	OK	-	4.3	2.8
	5583	5	0.5	-307,693	3,214	8,916	10.05	10.05	-0.8	-6.6	-10.8	7.9	146.9	-	1900.3	20.0	29.1	-	-	-	OK	OK	OK	OK	-	4.2	2.6
Plate 16-48	5583	1	0.5	-307,276																							


	5744	3	0,5	-263,049	-0,932	8,267	10,05	10,05	-0,7	-5,5	-9,4	-2,3	142,8	-	1900,3	20,0	29,1	-	-	OK	OK	OK	OK	-	3,7	2,2	
	5743	4	0,5	-260,742	-0,968	8,151	10,05	10,05	-0,7	-5,4	-9,3	-2,4	142,6	-	1900,3	20,0	29,1	-	-	OK	OK	OK	OK	-	3,7	2,1	
	6089	5	0,5	-261,767	0,632	8,083	10,05	10,05	-0,7	-5,5	-9,3	1,6	142,7	-	1900,3	20,0	29,1	-	-	OK	OK	OK	OK	-	3,7	2,2	
	Plate 10-27	8814	1	0,6	-488,350	3,023	-43,513	10,05	10,05	-1,4	-19,3	-4,0	6,2	223,4	-	1900,3	20,0	29,1	-	-	OK	OK	OK	OK	-	1,6	7,6
	(RCK30_SP60)	8817	2	0,6	-650,384	21,095	-39,792	10,05	10,05	-1,6	-22,5	-8,5	43,4	241,1	-	1900,3	20,0	29,1	-	-	OK	OK	OK	OK	-	3,3	8,8
		8816	3	0,6	-802,203	0,334	-38,445	10,05	10,05	-1,9	-25,9	-12,3	0,7	257,6	-	1900,3	20,0	29,1	-	-	OK	OK	OK	OK	-	4,8	10,1
		8815	4	0,6	-913,274	-11,043	-39,069	10,05	10,05	-2,0	-28,6	-14,9	-22,7	269,7	-	1900,3	20,0	29,1	-	-	OK	OK	OK	OK	-	5,8	11,2
		8846	5	0,6	-953,066	35,181	-38,465	10,05	10,05	-2,1	-29,5	-15,9	72,4	274,0	-	1900,3	20,0	29,1	-	-	OK	OK	OK	OK	-	6,2	11,6
	Plate 15-45	7258	1	0,6	-957,352	-32,714	-38,936	10,05	10,05	-2,1	-29,6	-15,9	-67,3	274,5	-	1900,3	20,0	29,1	-	-	OK	OK	OK	OK	-	6,2	11,6
	(RCK30_SP60)	6130	2	0,6	-924,343	11,977	-39,230	10,05	10,05	-2,1	-28,9	-15,1	24,6	270,9	-	1900,3	20,0	29,1	-	-	OK	OK	OK	OK	-	5,9	11,3
		6129	3	0,6	-805,267	-0,191	-38,507	10,05	10,05	-1,9	-25,9	-12,4	-0,4	257,9	-	1900,3	20,0	29,1	-	-	OK	OK	OK	OK	-	4,9	10,2
		6128	4	0,6	-650,864	-21,249	-39,866	10,05	10,05	-1,6	-22,5	-8,5	-43,7	241,1	-	1900,3	20,0	29,1	-	-	OK	OK	OK	OK	-	3,3	8,8
		6124	5	0,6	-511,879	-3,230	-43,622	10,05	10,05	-1,5	-19,9	-4,5	-6,6	226,0	-	1900,3	20,0	29,1	-	-	OK	OK	OK	OK	-	1,8	7,8

LAVORO	COCIV - TERZO VALICO	Copertura		400m		
Sezione	Sezione Pedonale	Litotipo		GR2b - aP		
		INIZIO STAGE		FINE STAGE		
TIME	DESCRIZIONE	xfronte [m]	R(FEM)	xfronte [m]	R(FEM)	MATURAZIONE SPRITZ BETON
Phase 1	Geostatico	-∞	0%	-∞	0%	-
Phase 2	Fronte di scavo	0	0%	0	89%	-
Phase 3	Avanzamento mezzo sfondo	0	89%	0,5	92,0%	-
Phase 4	Installazione prerivestimento e avanzamento	0,5	92,0%	1,5	95,0%	0.5 gg
Phase 5	Maturazione prerivestimento e avanzamento	1,5	95,0%	10	97,0%	28gg
Phase 6	Getto arco rovescio e murette	10	97,0%	≈ 3 diametri	98,5%	28gg
Phase 7	Getto calotte	≈ 3 diametri	98,5%	≈ 3 diametri	100%	28gg
Phase 8 LT	Analisi di lungo termine	≈ 3 diametri	100%	+∞	100%	-



PLAXIS Report





1.1.1.1.1 Materials - Soil and interfaces - Linear elastic

Identification	_CLS C25/30 - DM96	
Identification number	1	
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
(nu)	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}			0,8000
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






1.1.1.1.2 Materials - Soil and interfaces - Hardening soil

Identification		H-S_Ap-GR2b	SOVRACCARICO	H-S_Ap-Gr2b_LT	CORONELLA
Identification number		2	3	4	5
Drainage type		Drained	Drained	Drained	Drained
Colour					
Comments					
e_{unsat}	kN/m ³	27,00	108,0	27,00	27,00
e_{sat}	kN/m ³	27,00	108,0	27,00	27,00
Dilatancy cut-off		No	No	No	No
e_{init}		0,5000	0,5000	0,5000	0,5000
e_{min}		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_{50}^{ref}	kN/m ²	1,250E6	1,250E6	1,250E6	2,500E6
E_{oed}^{ref}	kN/m ²	1,250E6	1,250E6	1,250E6	2,500E6
E_{ur}^{ref}	kN/m ²	3,750E6	3,750E6	3,750E6	5,000E6
power (m)		0,000	0,000	0,000	0,000





Identification		H-S_Ap-GR2b	SOVRACCARICO	H-S_Ap-Gr2b_LT	CORONELLA
Use alternatives		No	No	No	No
C_c		0,2760E-3	0,2760E-3	0,2760E-3	0,1380E-3
C_s		0,08280E-3	0,08280E-3	0,08280E-3	0,06210E-3
e_{init}		0,5000	0,5000	0,5000	0,5000
c_{ref}	kN/m^2	700,0	700,0	600,0	890,0
(phi)	$^\circ$	27,00	27,00	24,00	30,00
(psi)	$^\circ$	0,000	0,000	0,000	0,000
Set to default values		Yes	Yes	Yes	Yes
μ_r		0,2000	0,2000	0,2000	0,2000
p_{ref}	kN/m^2	100,0	100,0	100,0	100,0
K_o^{nc}		0,5460	0,5460	0,5933	0,5000
c_{inc}	$\text{kN/m}^2/\text{m}$	0,000	0,000	0,000	0,000
y_{ref}	m	0,000	0,000	0,000	0,000
R_f		0,9000	0,9000	0,9000	0,9000
Tension cut-off		Yes	Yes	Yes	Yes
Tensile strength	kN/m^2	0,000	0,000	0,000	0,000
Strength		Manual	Manual	Manual	Manual
R_{inter}		0,8000	0,8000	0,8000	0,8000
μ_{inter}		0,000	0,000	0,000	0,000

Identification		H-S_Ap-GR2b	SOVRACCARICO	H-S_Ap-Gr2b_LT	CORONELLA
K _o determination		Manual	Manual	Manual	Manual
K _{o,x}		1,000	1,000	1,000	1,000
OCR		1,000	1,000	1,000	1,000
POP	kN/m ²	0,000	0,000	0,000	0,000
Data set		Standard	Standard	Standard	Standard
Type		Coarse	Coarse	Coarse	Coarse
< 2 μm	%	10,00	10,00	10,00	10,00
2 μm - 50 μm	%	13,00	13,00	13,00	13,00
50 μm - 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
- _{unsat}	m	10,00E3	10,00E3	10,00E3	10,00E3
e _{init}		0,5000	0,5000	0,5000	0,5000
C _k		1,000E15	1,000E15	1,000E15	1,000E15

1.1.1.2.1 Materials - Plates - (1/2)

Identification		HEB200_1.0m_SB25_LT	GHOST_CENTINE	RCK30_SP50	RCK30_SP70	RCK30_SP60
Identification number		1	2	3	4	5
Comments				Ridotta K 10 ⁻¹⁰	Ridotta K 10 ⁻¹⁰	Ridotta K 10 ⁻¹⁰
Colour						
Material type		Elastic	Elastic	Elastic	Elastic	Elastic
Isotropic		No	Yes	No	No	No
EA ₁	kN/m	7,452E-3	1,000E-9	1,561E-3	2,185E-3	1,873E-3
EA ₂	kN/m	7,452E-3	1,000E-9	1,561E-3	2,185E-3	1,873E-3
EI	kN m ² /m	0,04184E-3	0,01000E-6	0,03252E-3	0,08924E-3	0,05619E-3
d	m	0,2596	10,95	0,5000	0,7001	0,6000
w	kN/m/m	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
(nu)		0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
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_SP100	RCK30_SP80cm	HEB200_1.0m_SB25_0.5	HEB200_1.0m_SB25_28gg
Identification number		6	7	8	9
Comments		Ridotta K 10 ⁻¹⁰	Ridotta K 10 ⁻¹⁰		
Colour					
Material type		Elastic	Elastic	Elastic	Elastic
Isotropic		No	No	No	No
EA ₁	kN/m	3,122E-3	2,498E-3	2,741E6	7,452E6
EA ₂	kN/m	3,122E-3	2,498E-3	2,741E6	7,452E6
EI	kN m ² /m	0,2602E-3	0,1332E-3	17,62E3	41,84E3
d	m	1,000	0,7999	0,2778	0,2596
w	kN/m/m	0,000	0,000	0,000	0,000
(nu)		0,000	0,000	0,000	0,000
Rayleigh		0,000	0,000	0,000	0,000
Rayleigh		0,000	0,000	0,000	0,000

1.1.2 General information

General information

Project

Filename Fumi_aP-GR2b_H=400m.PLX

Directory J:\396.01-COCIV-TERZO VALICO\LOTTO3\GN91B - Bypass Cunicolo BP\04_ANALISI NUMERICHE\A-P-GR2b_400m_fumi\Fumi_aP-GR2b_H=400m.P2DAT\

Title Bypass_Cunicolo aP

General

Model Plane strain

Elements 15-Noded

Acceleration

Gravity angle -90,00°

x-acceleration 0,000 G

y-acceleration 0,000 G

Earth gravity 9,800 m/s²

Mesh

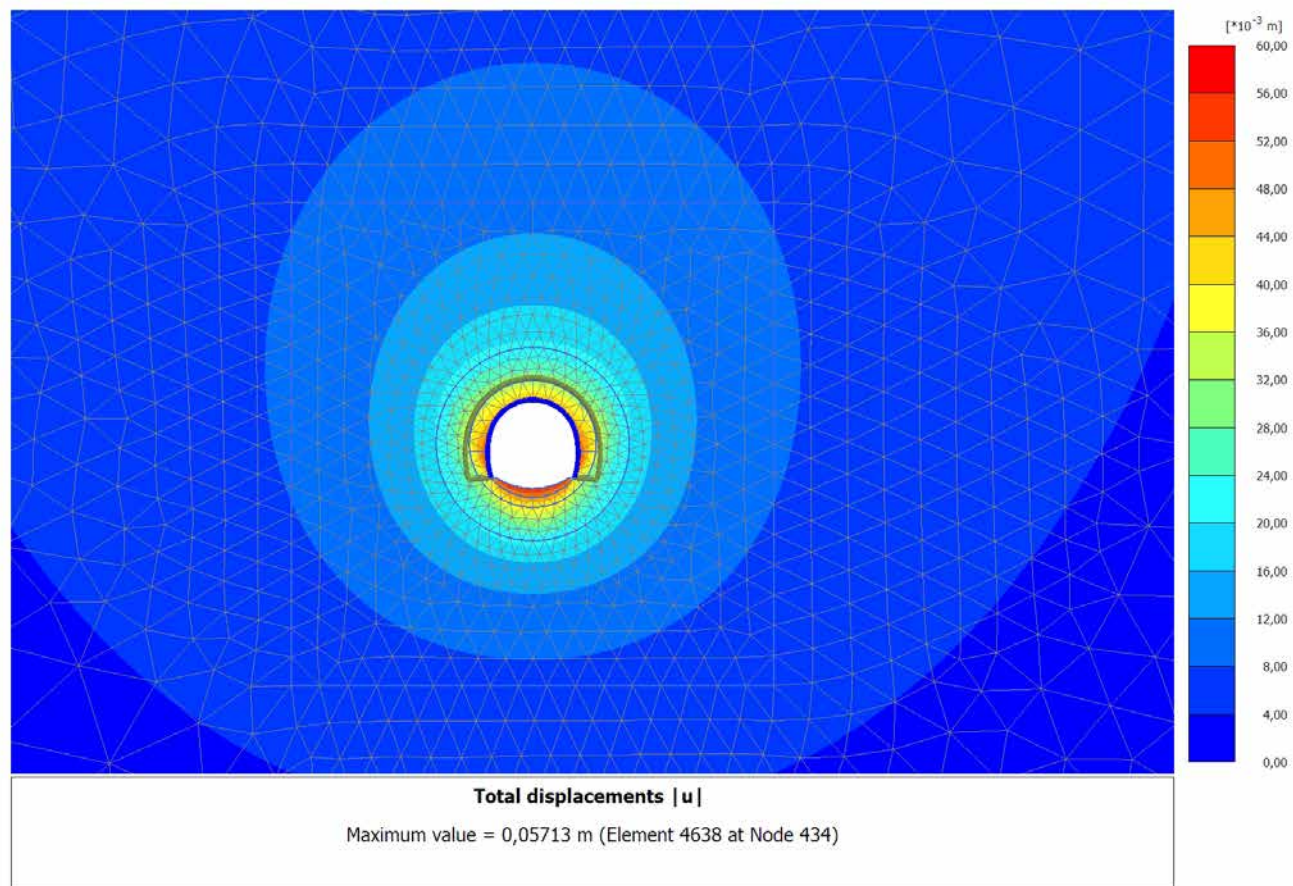
Nr of soil elements 5060

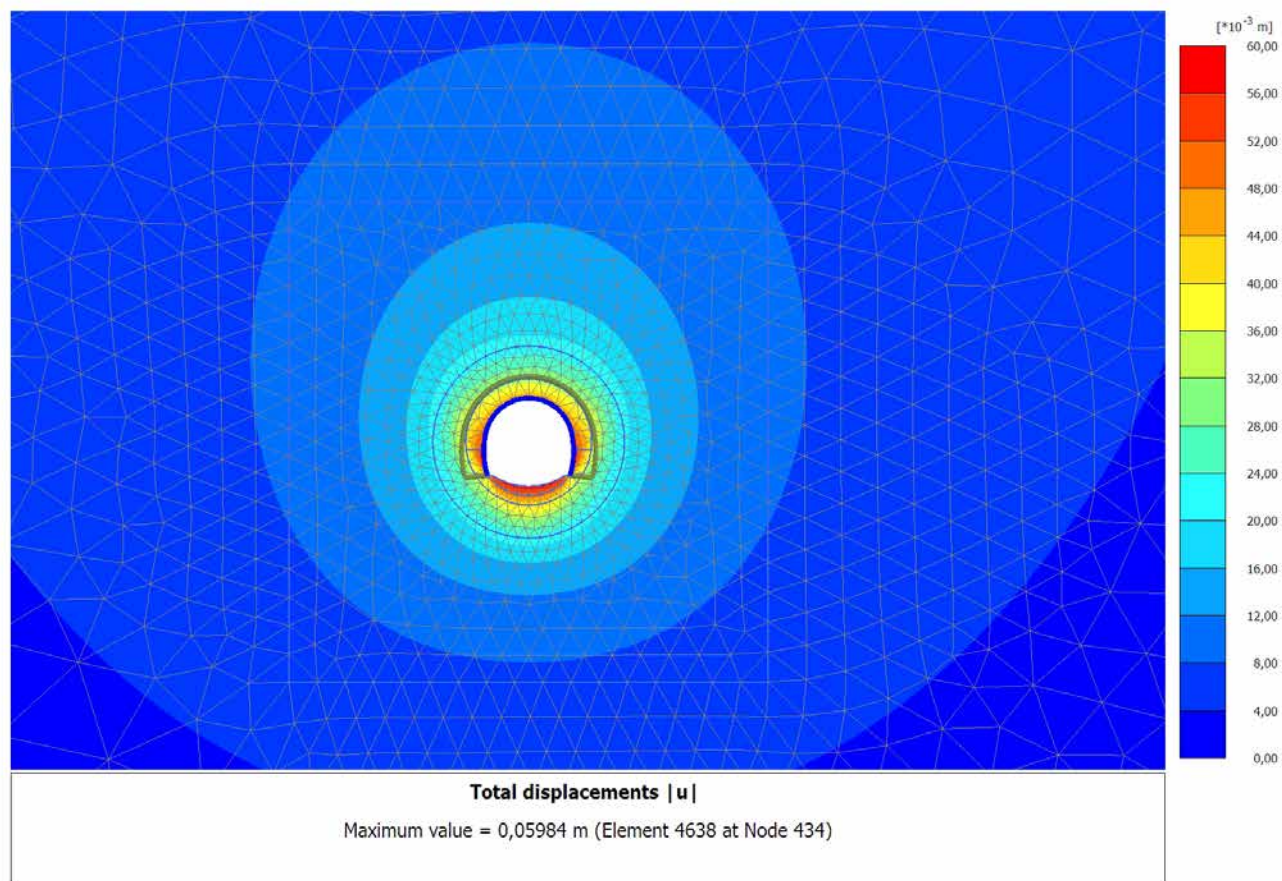
Nr of nodes 40798

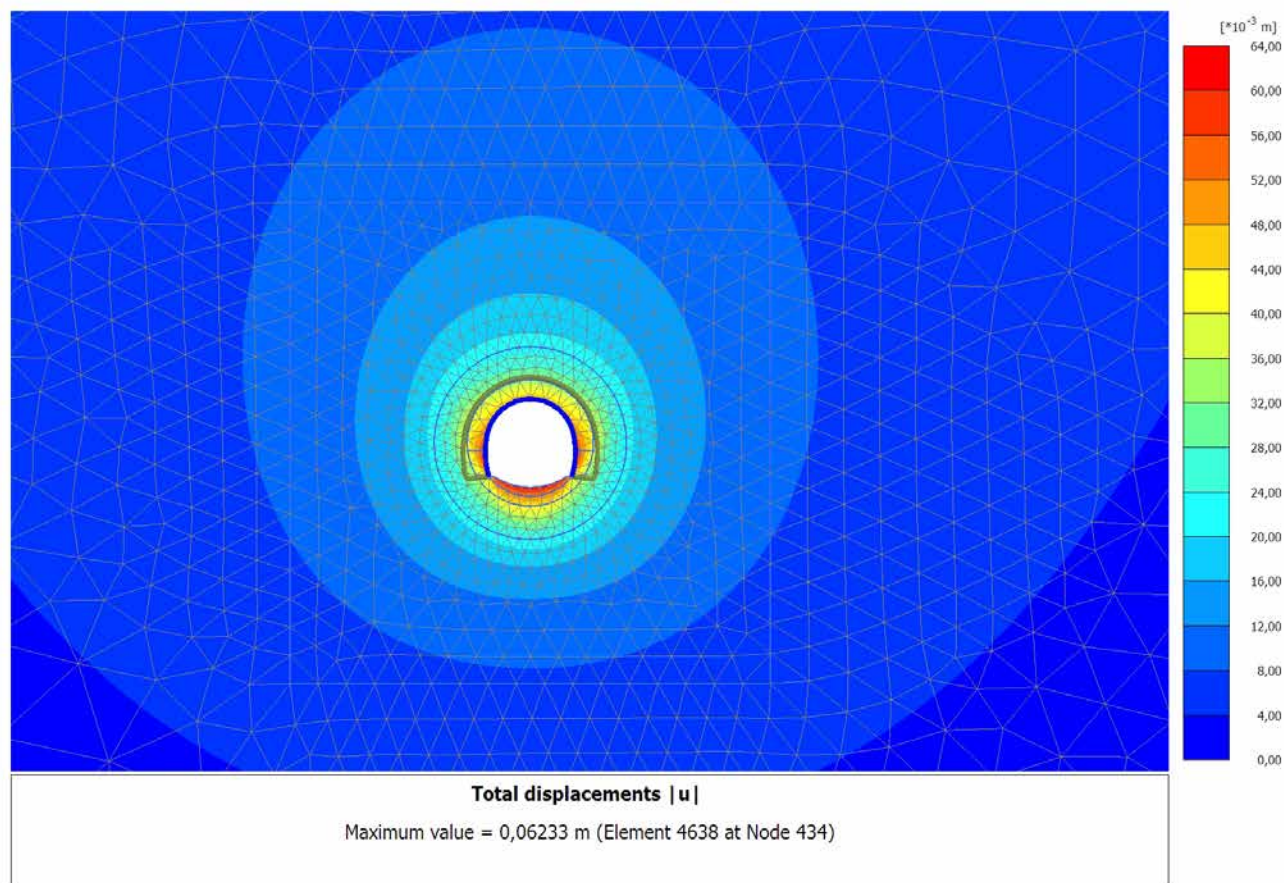
Average elem. size 4,581 m

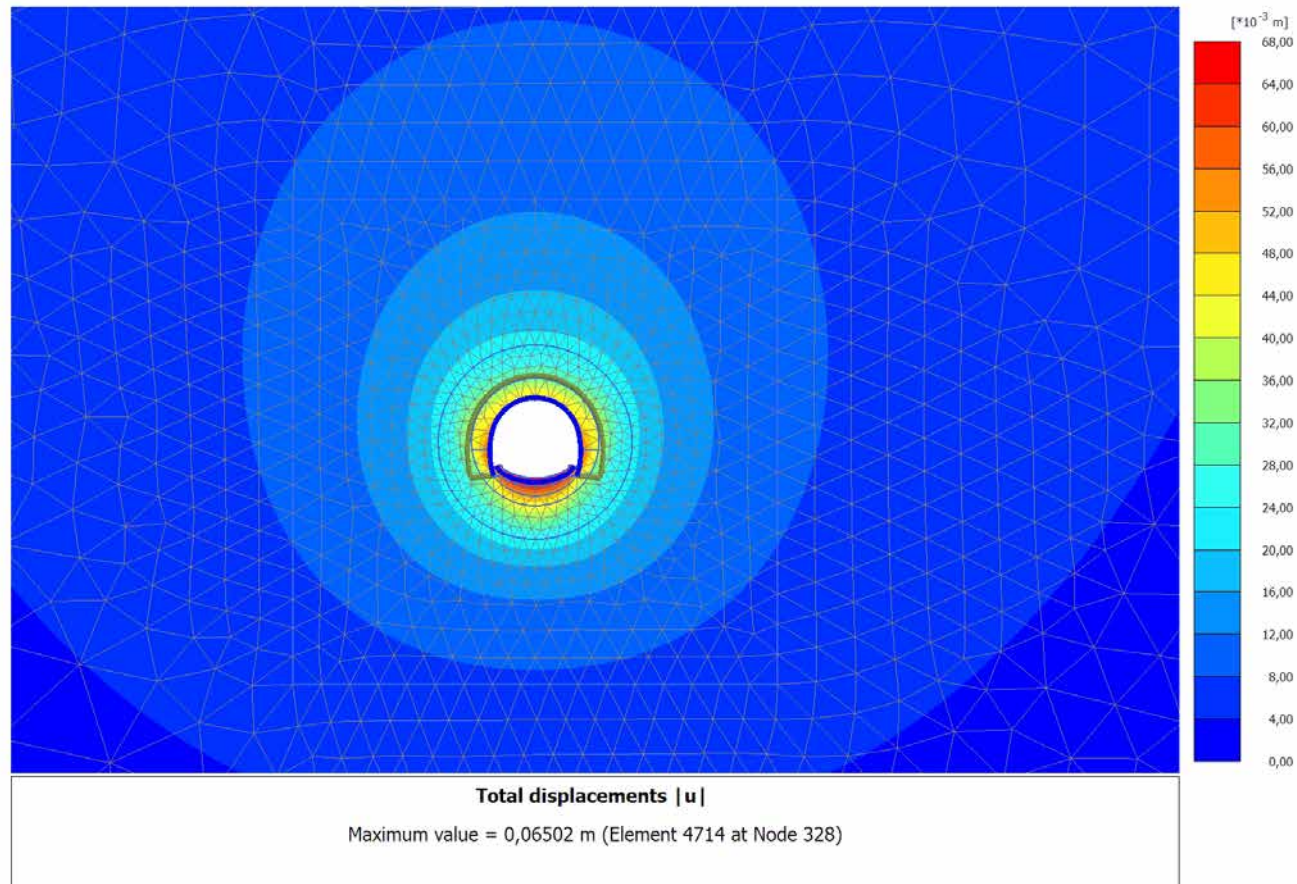
Comments

4.1.1 Calculation results, AVANZAMENTO (10/9), Total displacements $|u|$

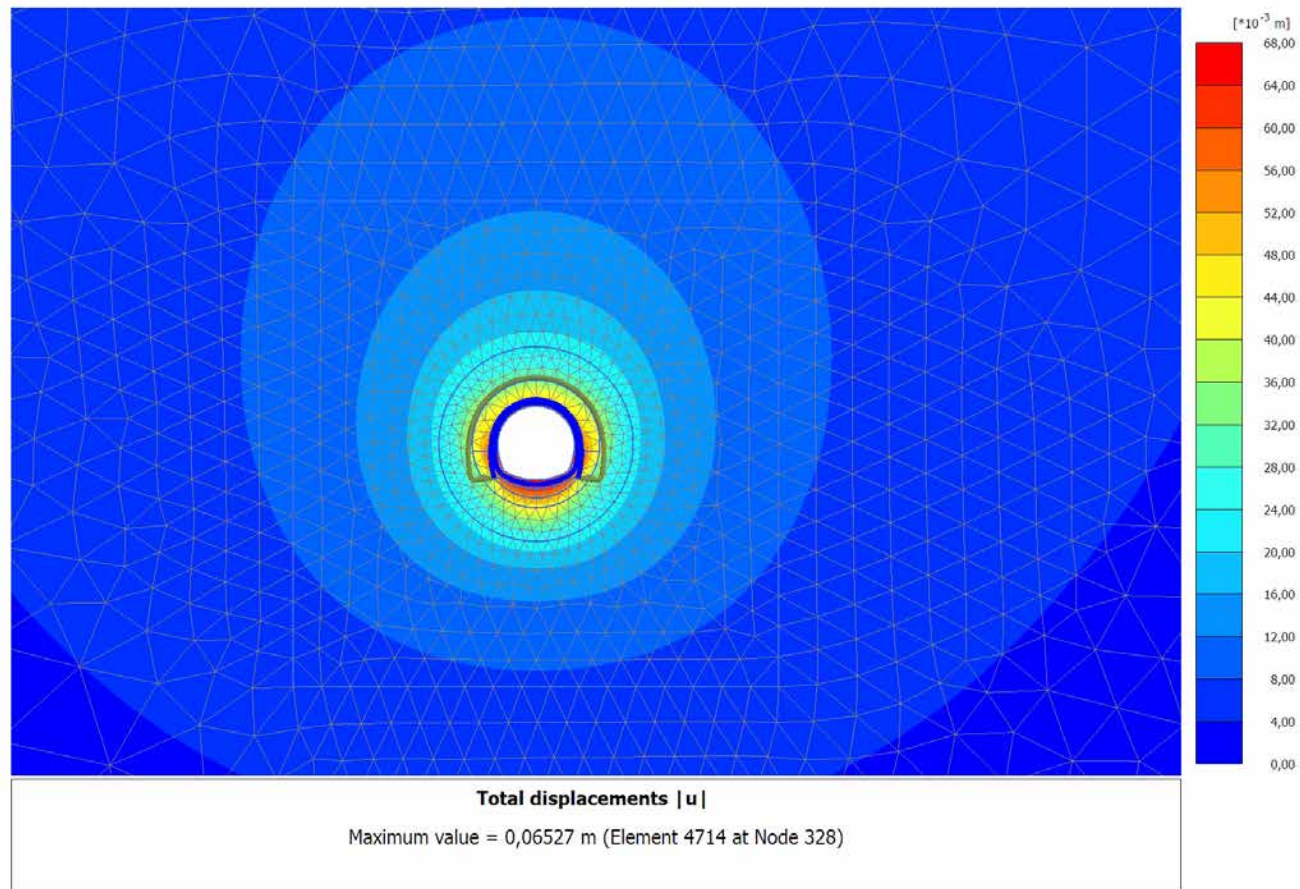


4.1.2 Calculation results, INSTALLAZIONE CENTINE (11/10), Total displacements $|u|$ 

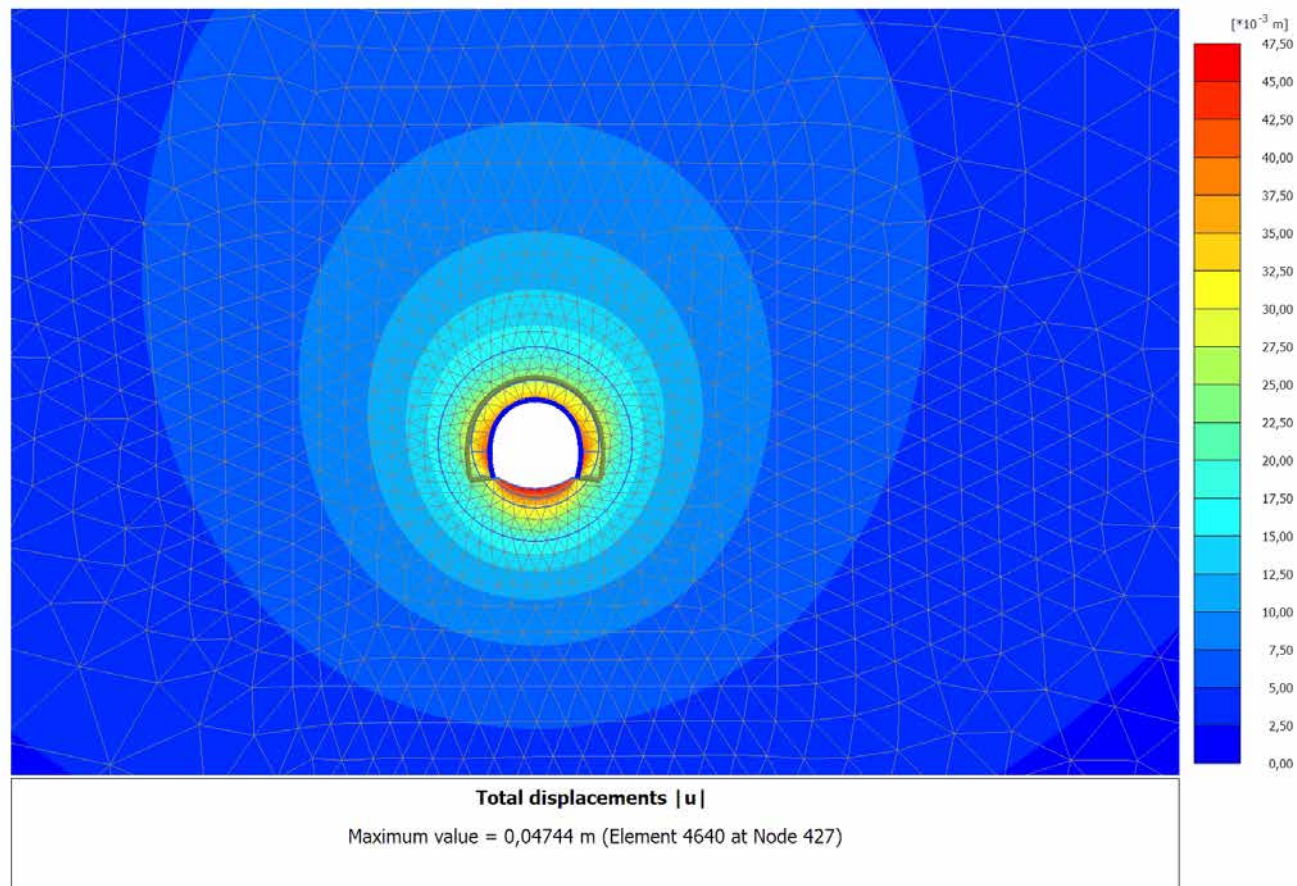
4.1.3 Calculation results, MATURAZIONE SPRITZ (12/11), Total displacements $|u|$ 

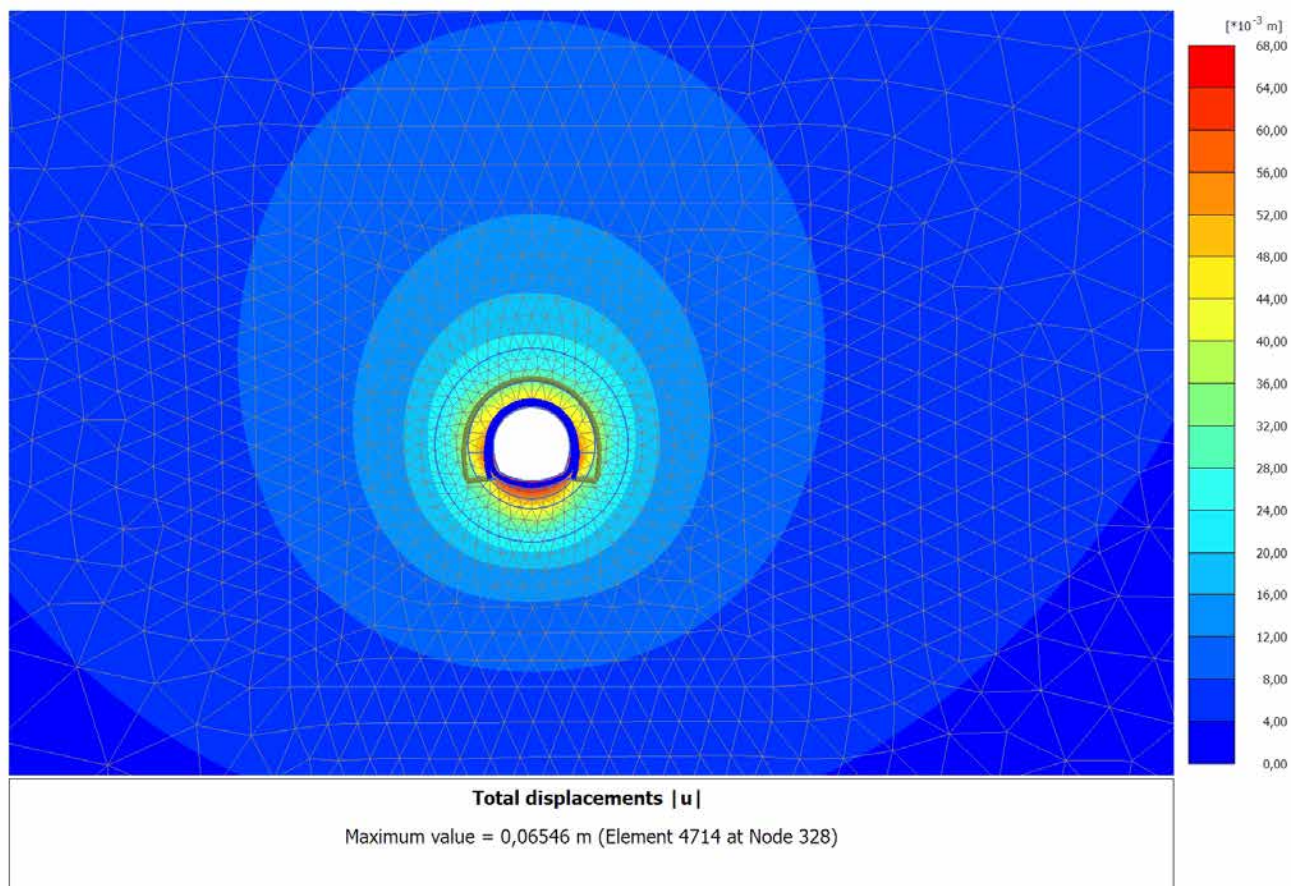
4.1.4 Calculation results, ARCO (13/17), Total displacements $|u|$ 

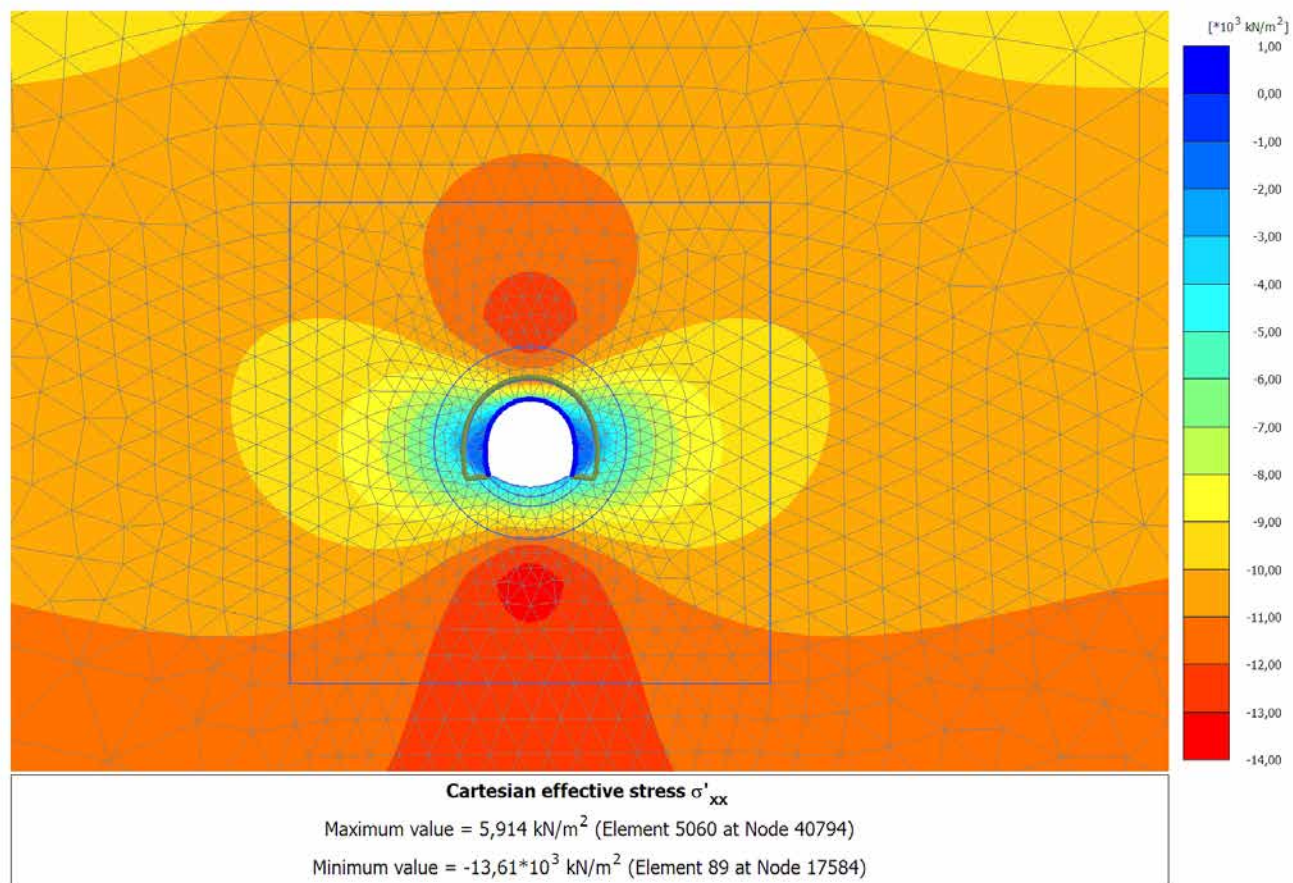
4.1.5 Calculation results, LT (15/23), Total displacements $|u|$



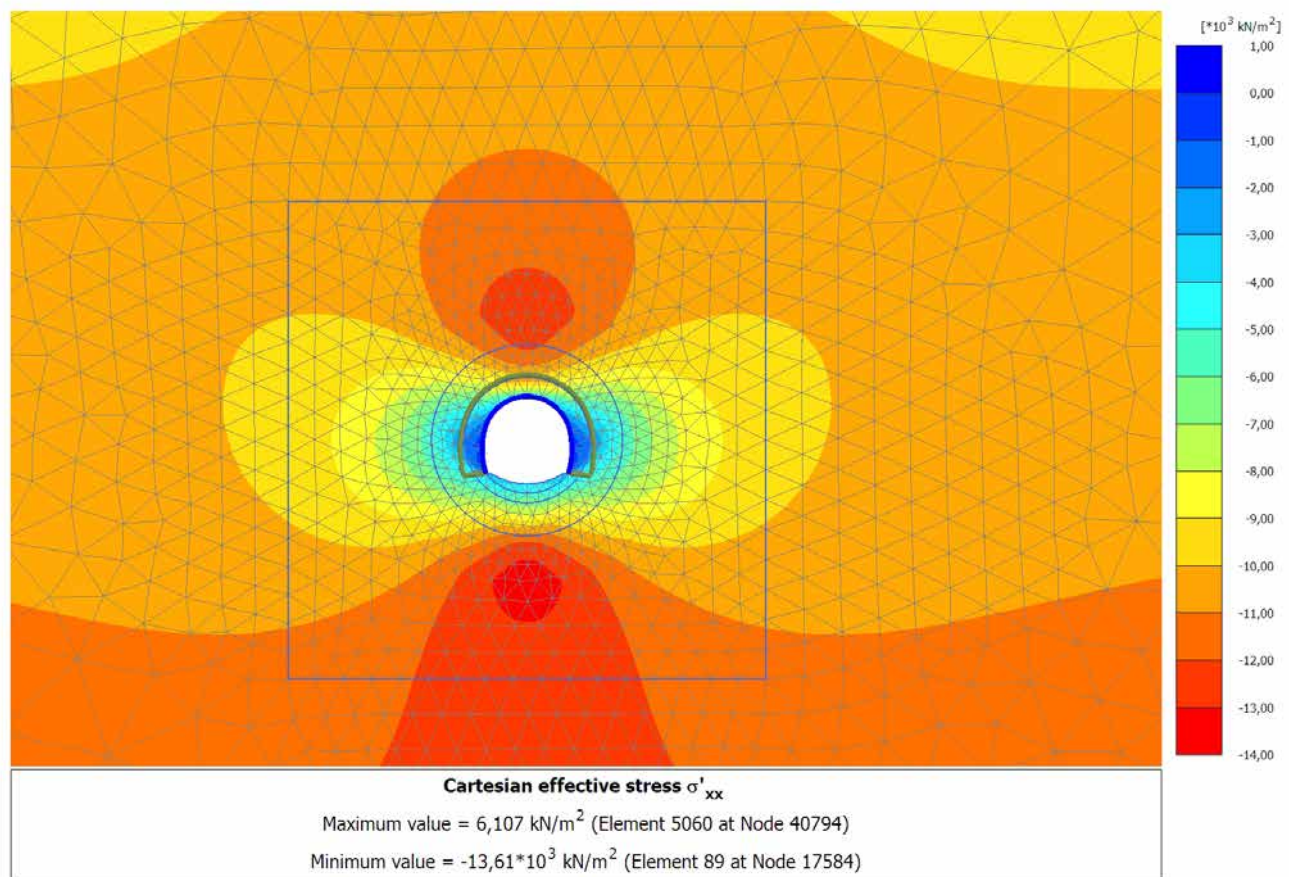
4.1.6 Calculation results, SCAVO (2/30), Total displacements $|u|$



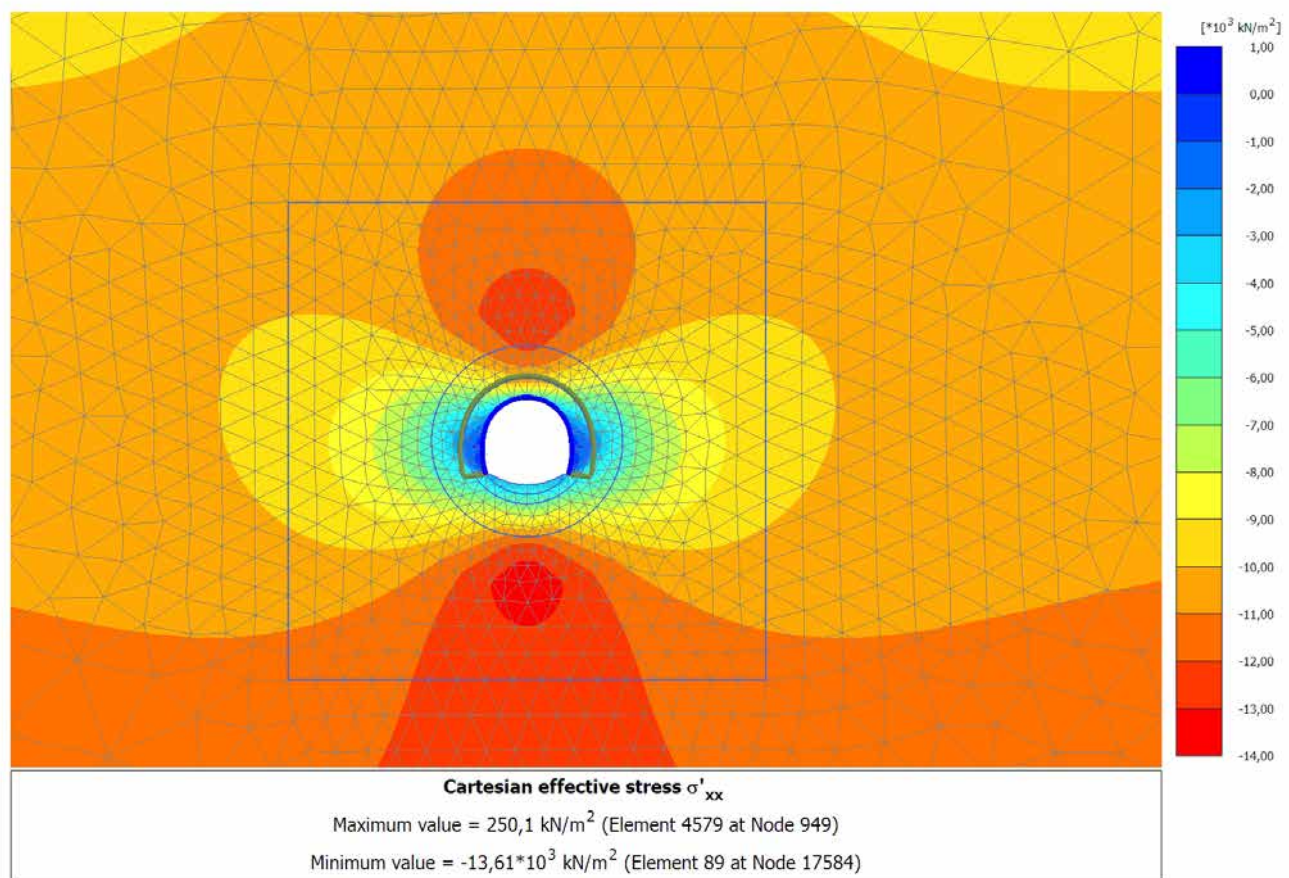
4.1.7 Calculation results, CALOTTA (14/36), Total displacements $|u|$ 

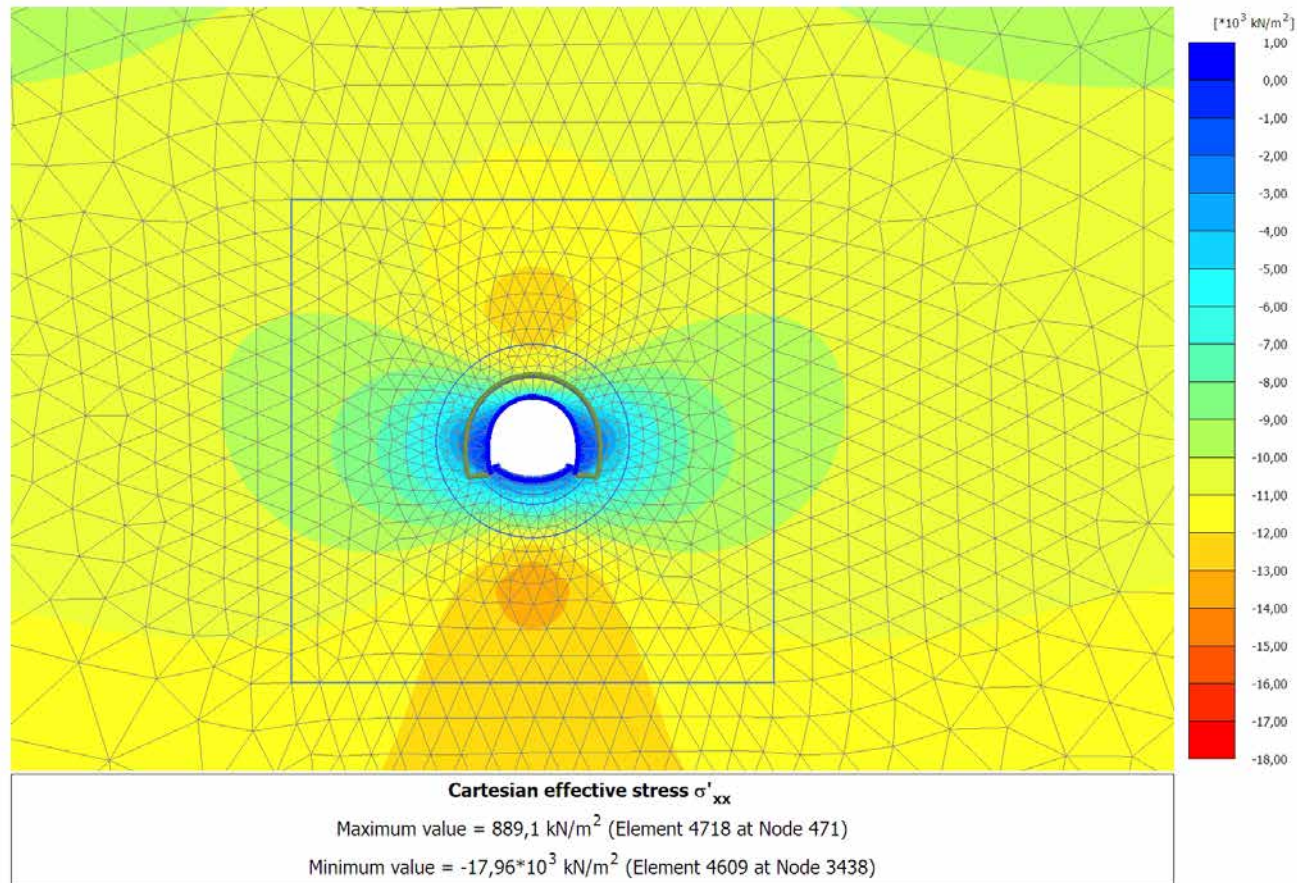
4.2.1 Calculation results, AVANZAMENTO (10/9), Cartesian effective stress σ'_{xx} 

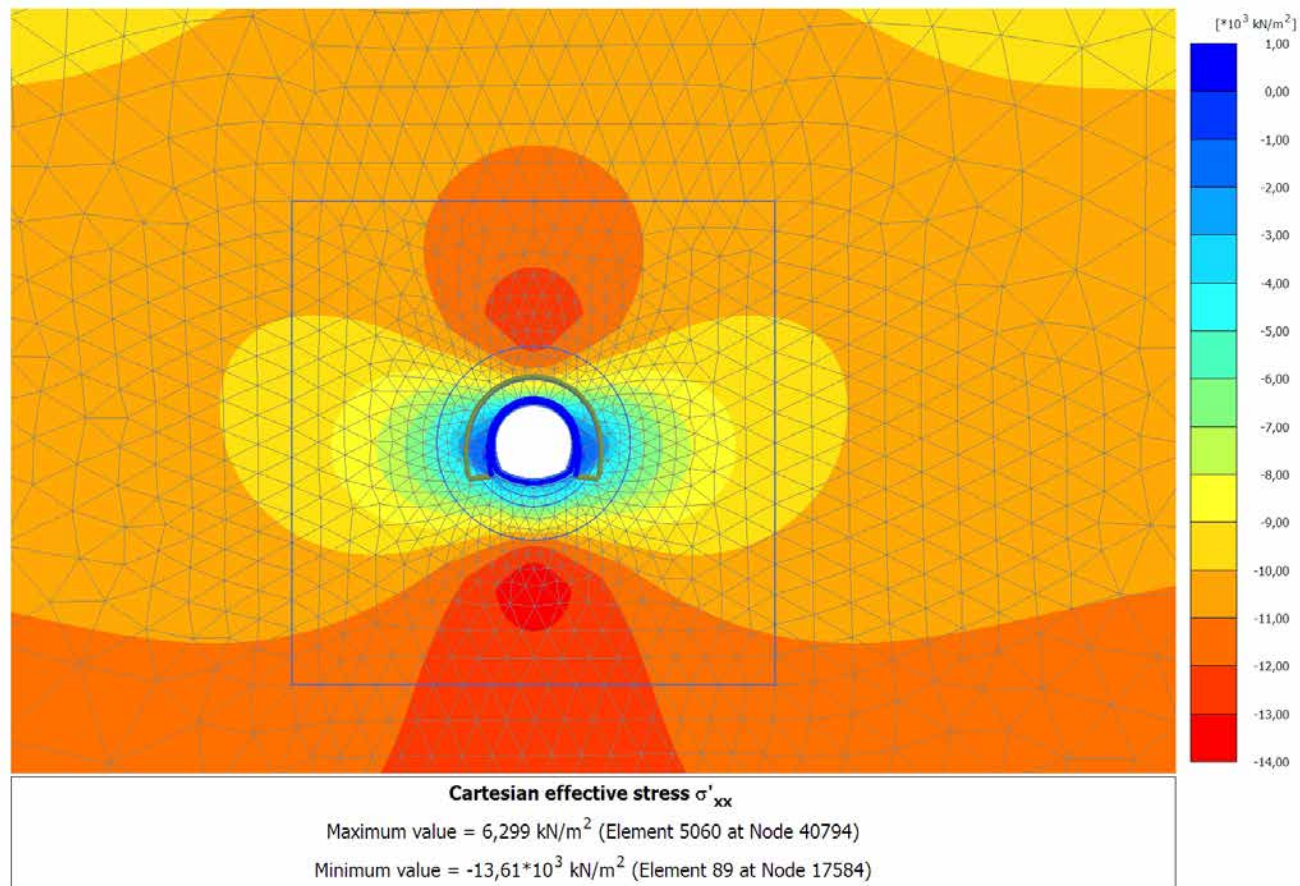
4.2.2 Calculation results, INSTALLAZIONE CENTINE (11/10), Cartesian effective stress

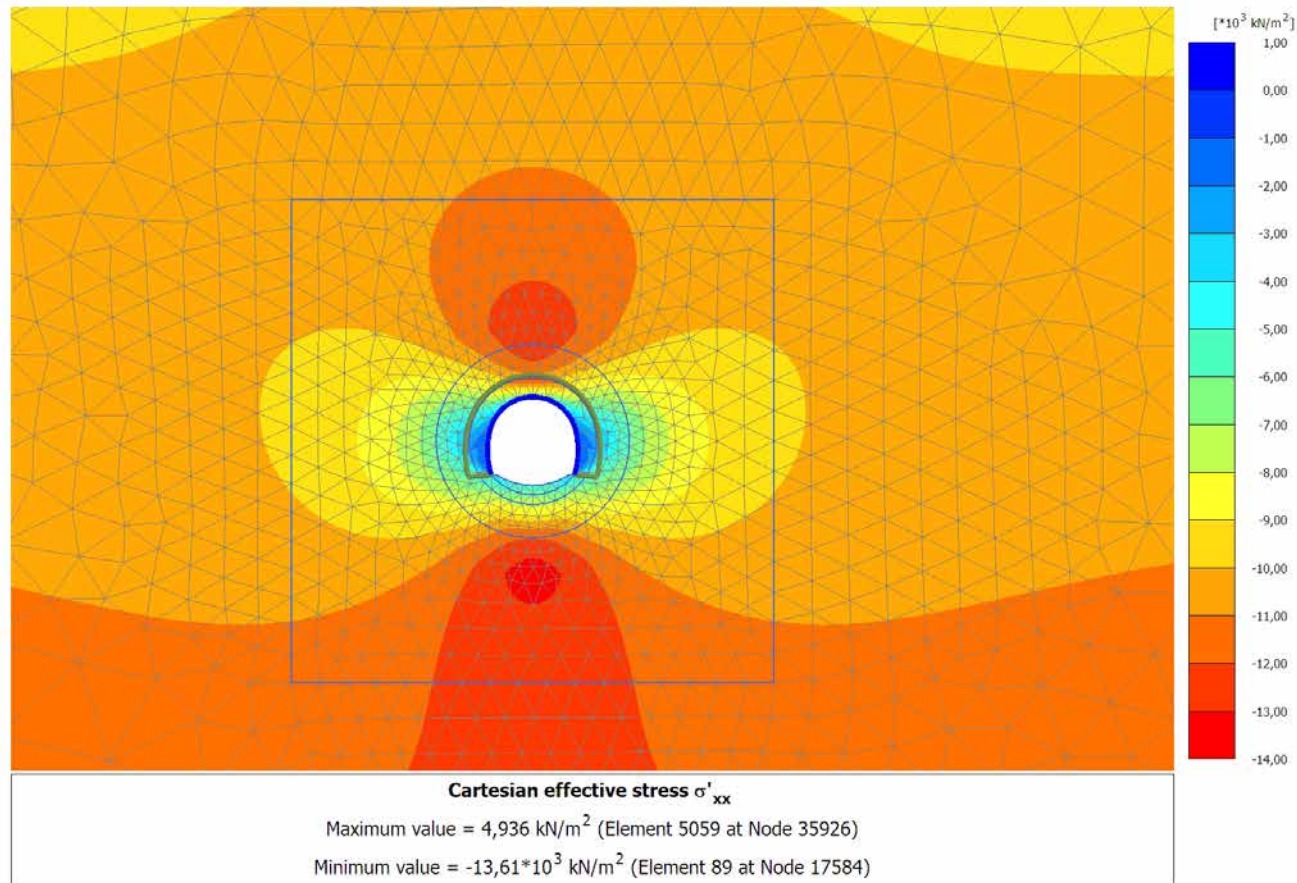
 σ_{xx} 

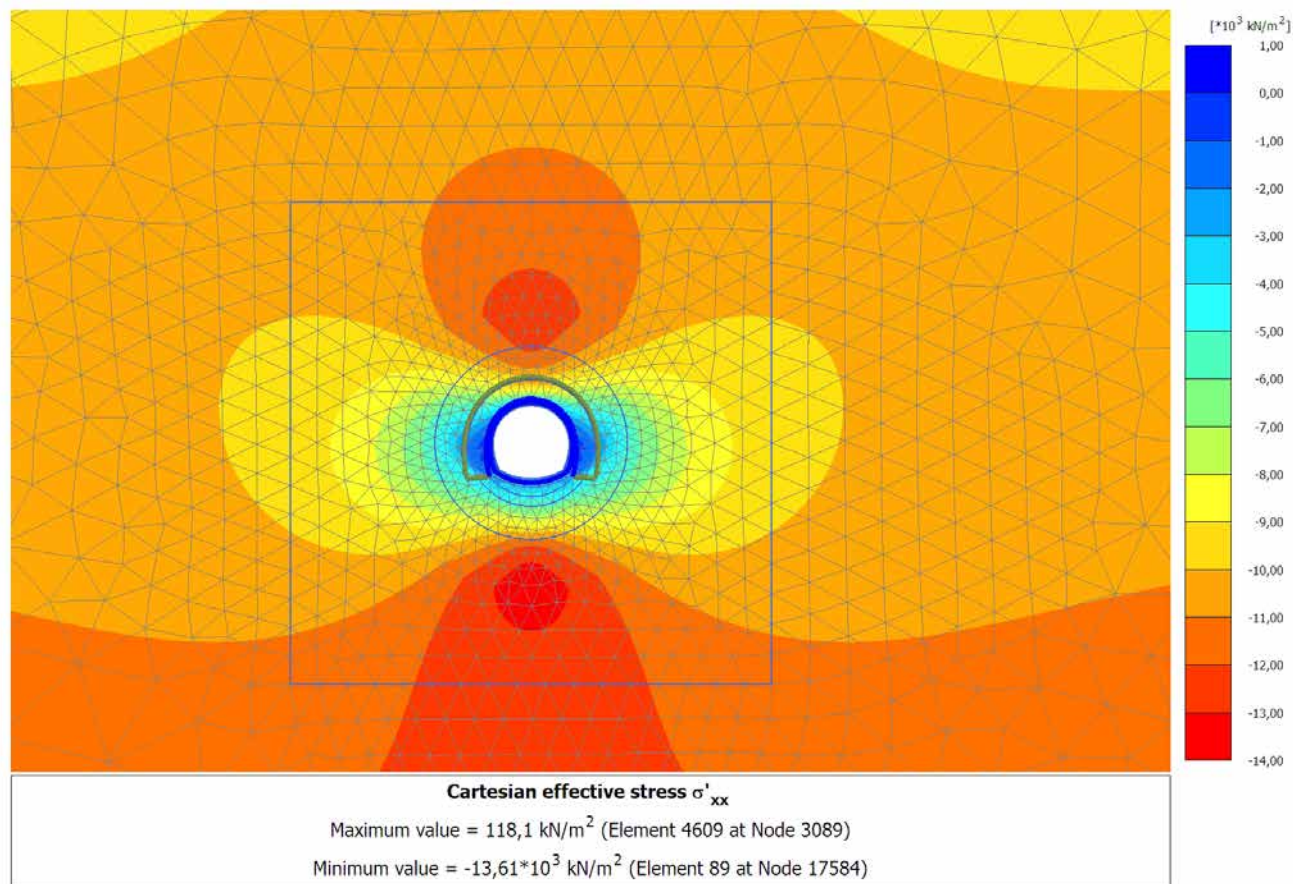
4.2.3 Calculation results, MATURAZIONE SPRITZ (12/11), Cartesian effective stress

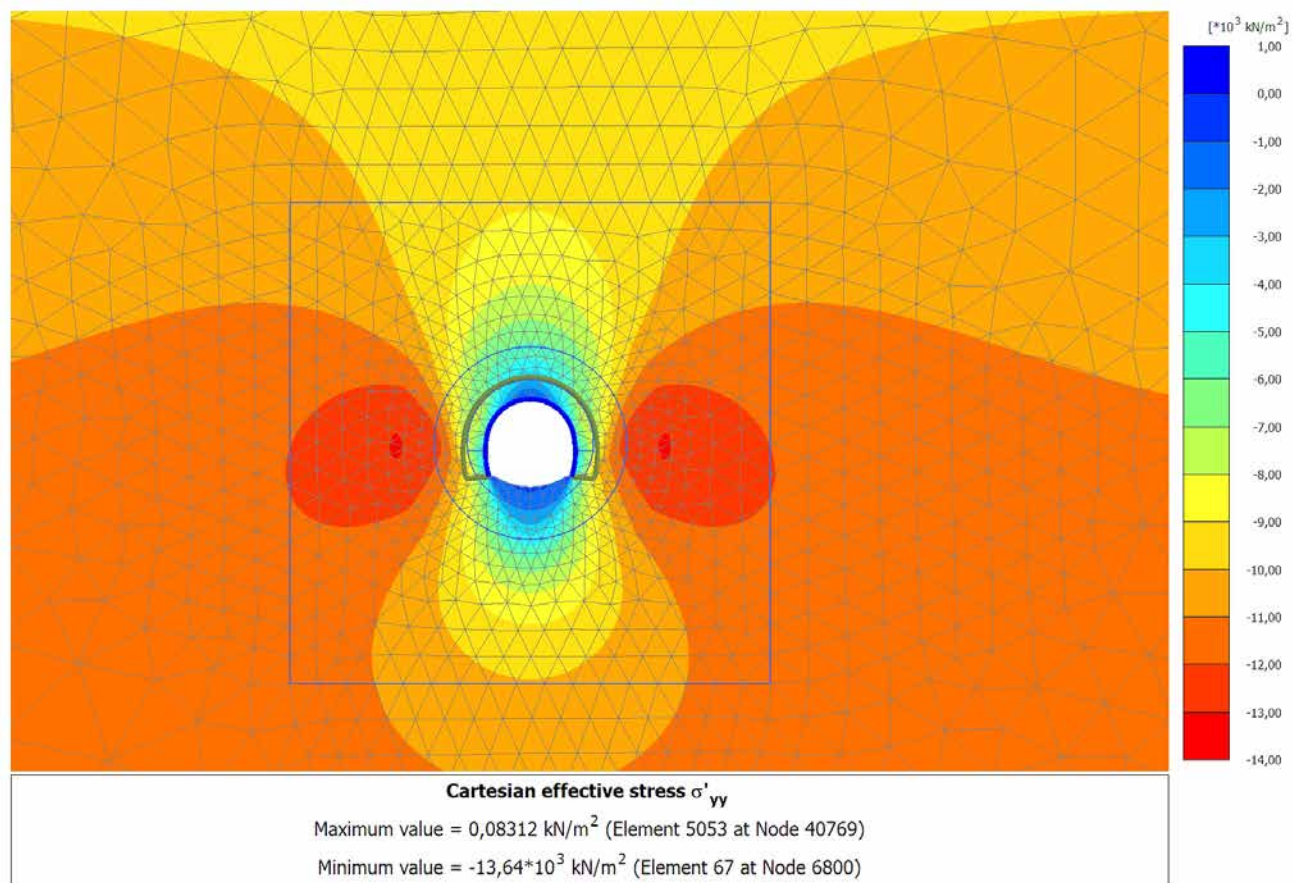
 σ'_{xx} 

4.2.4 Calculation results, ARCO (13/17), Cartesian effective stress σ'_{xx} 

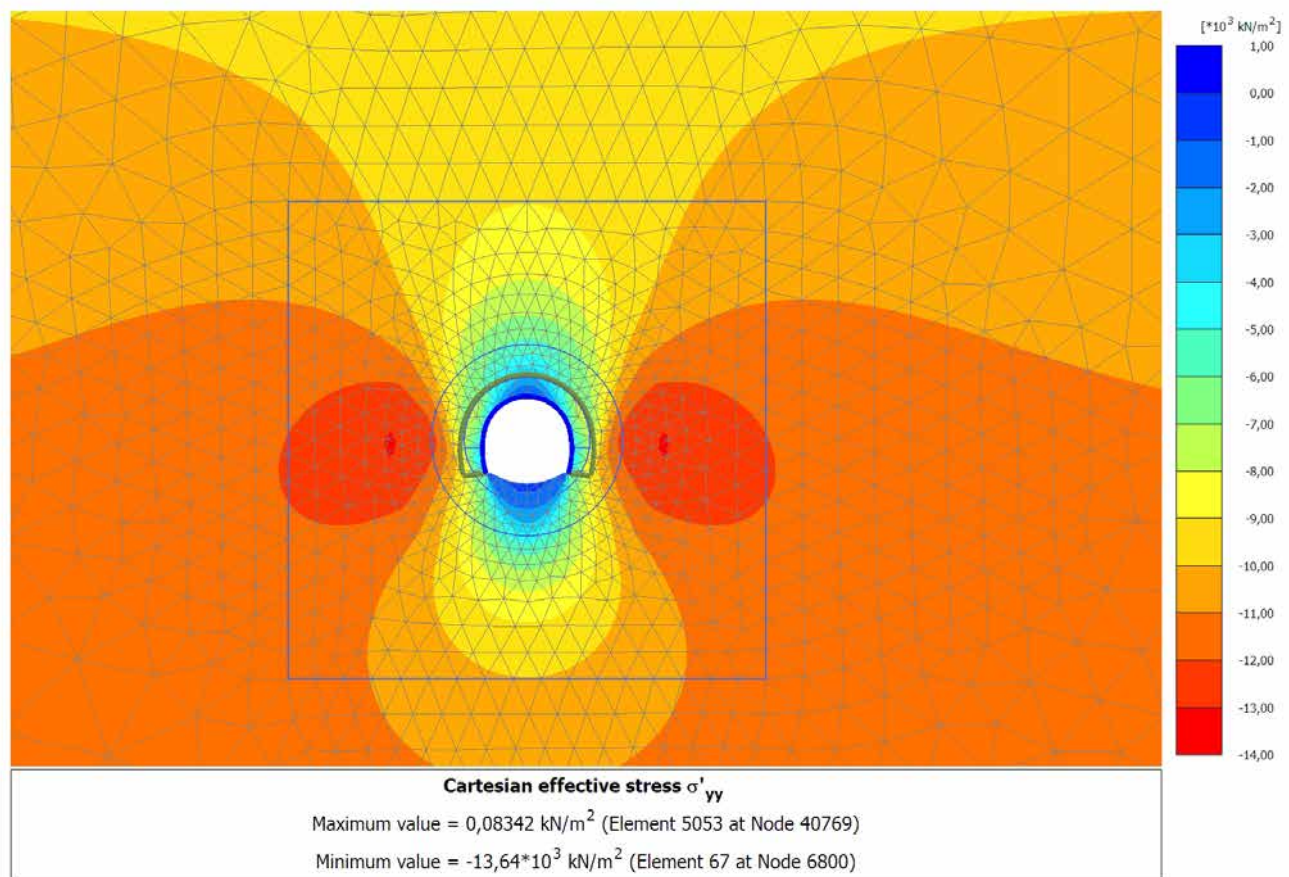
4.2.5 Calculation results, LT (15/23), Cartesian effective stress σ'_{xx} 

4.2.6 Calculation results, SCAVO (2/30), Cartesian effective stress σ'_{xx} 

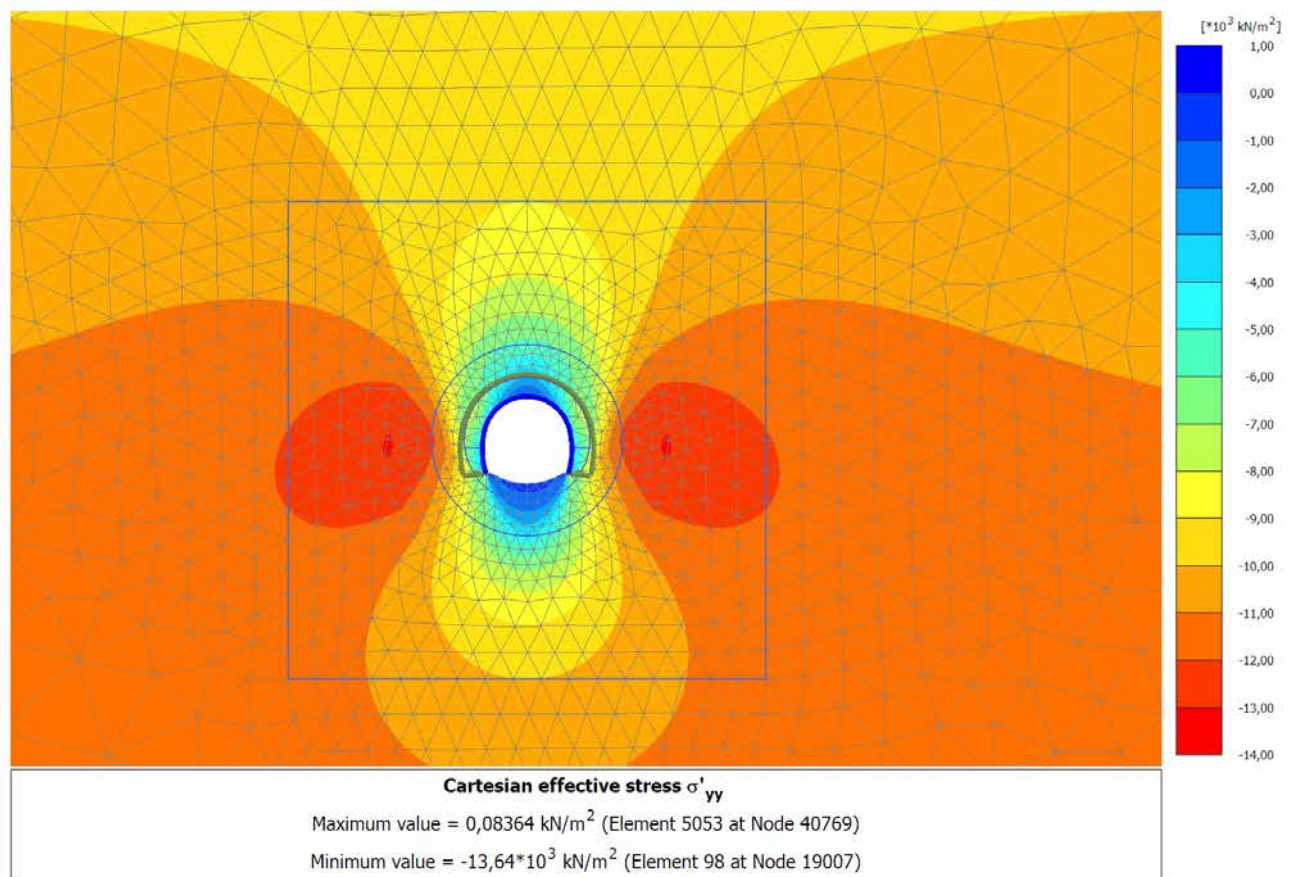
4.2.7 Calculation results, CALOTTA (14/36), Cartesian effective stress σ'_{xx} 

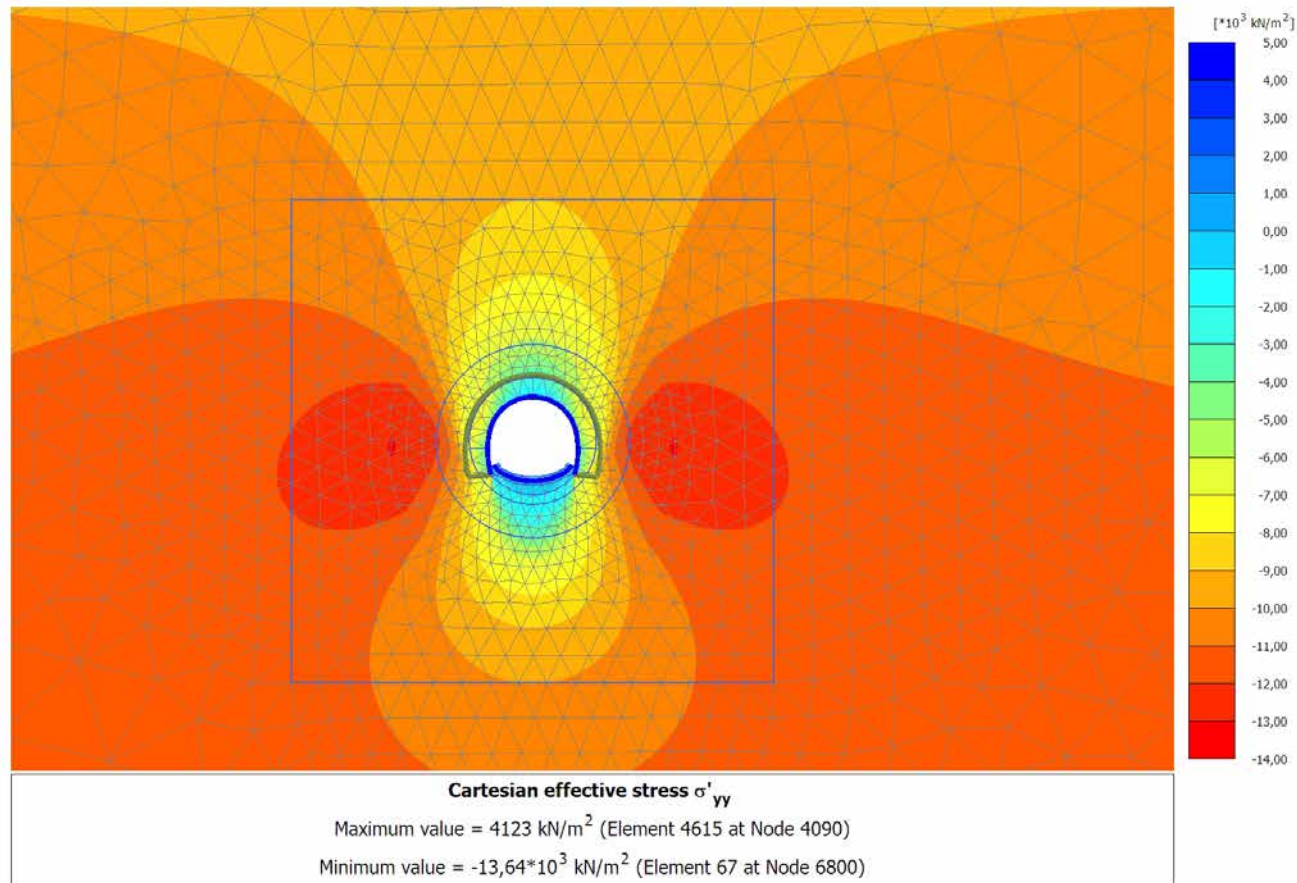
4.3.1 Calculation results, AVANZAMENTO (10/9), Cartesian effective stress σ'_{yy} 

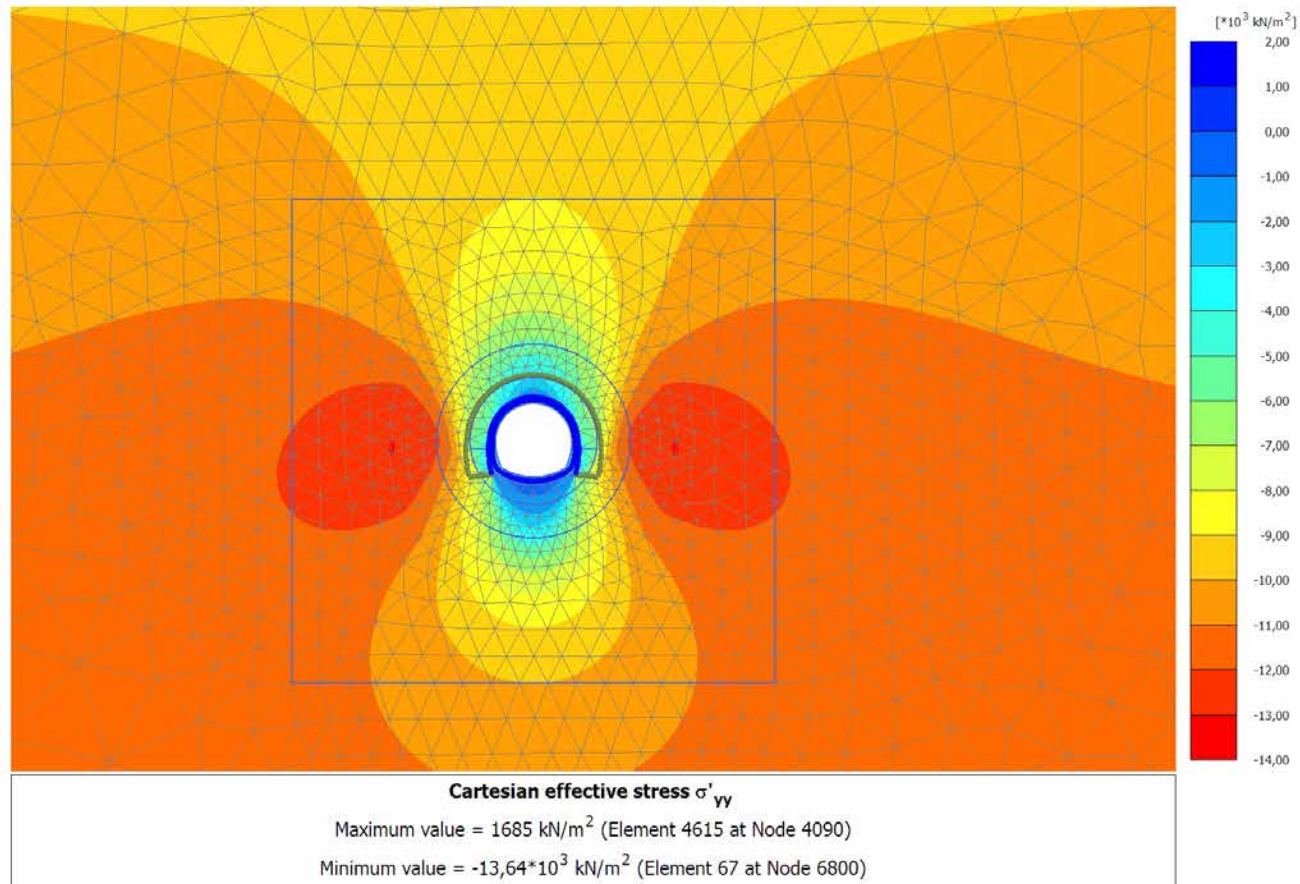
4.3.2 Calculation results, INSTALLAZIONE CENTINE (11/10), Cartesian effective stress

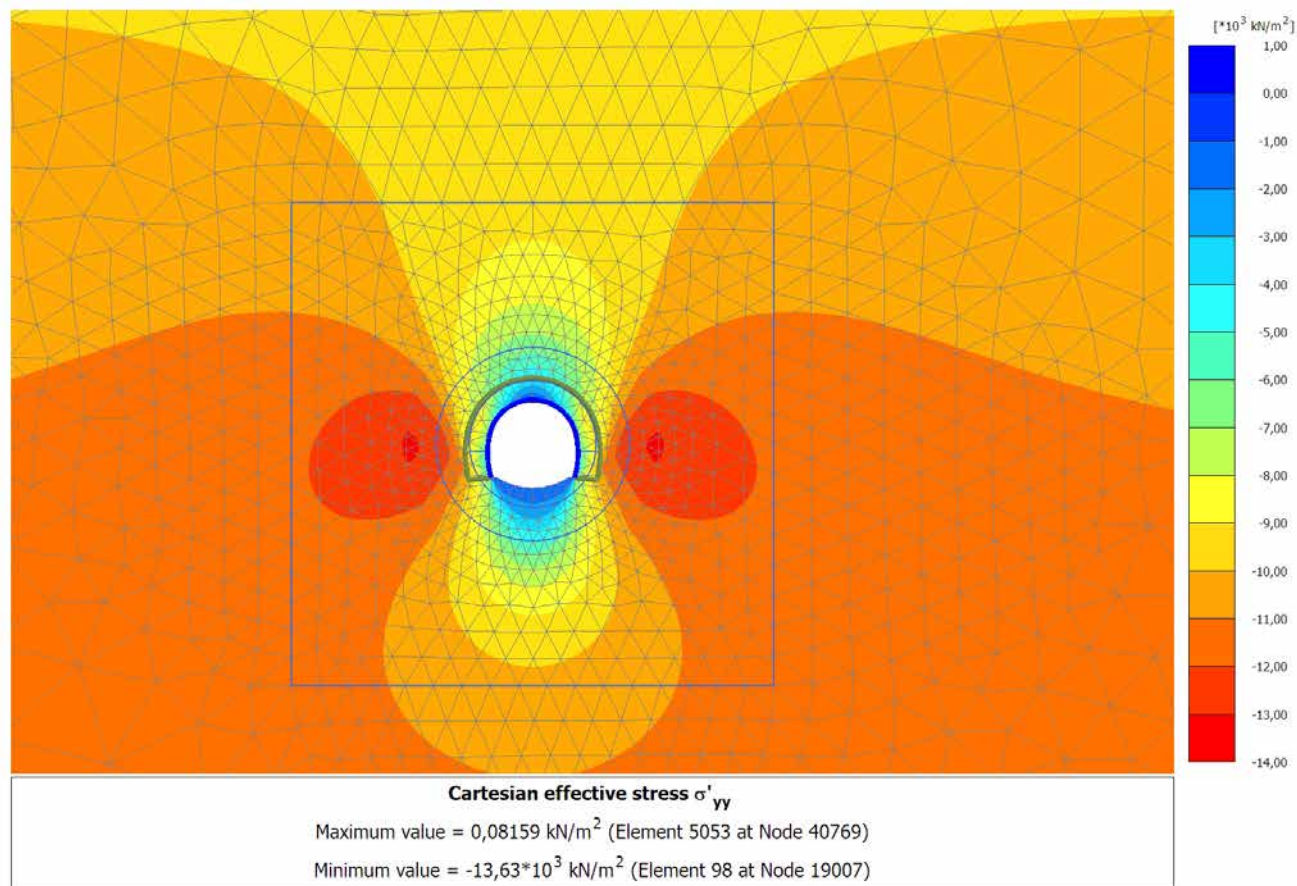
 σ'_{yy} 

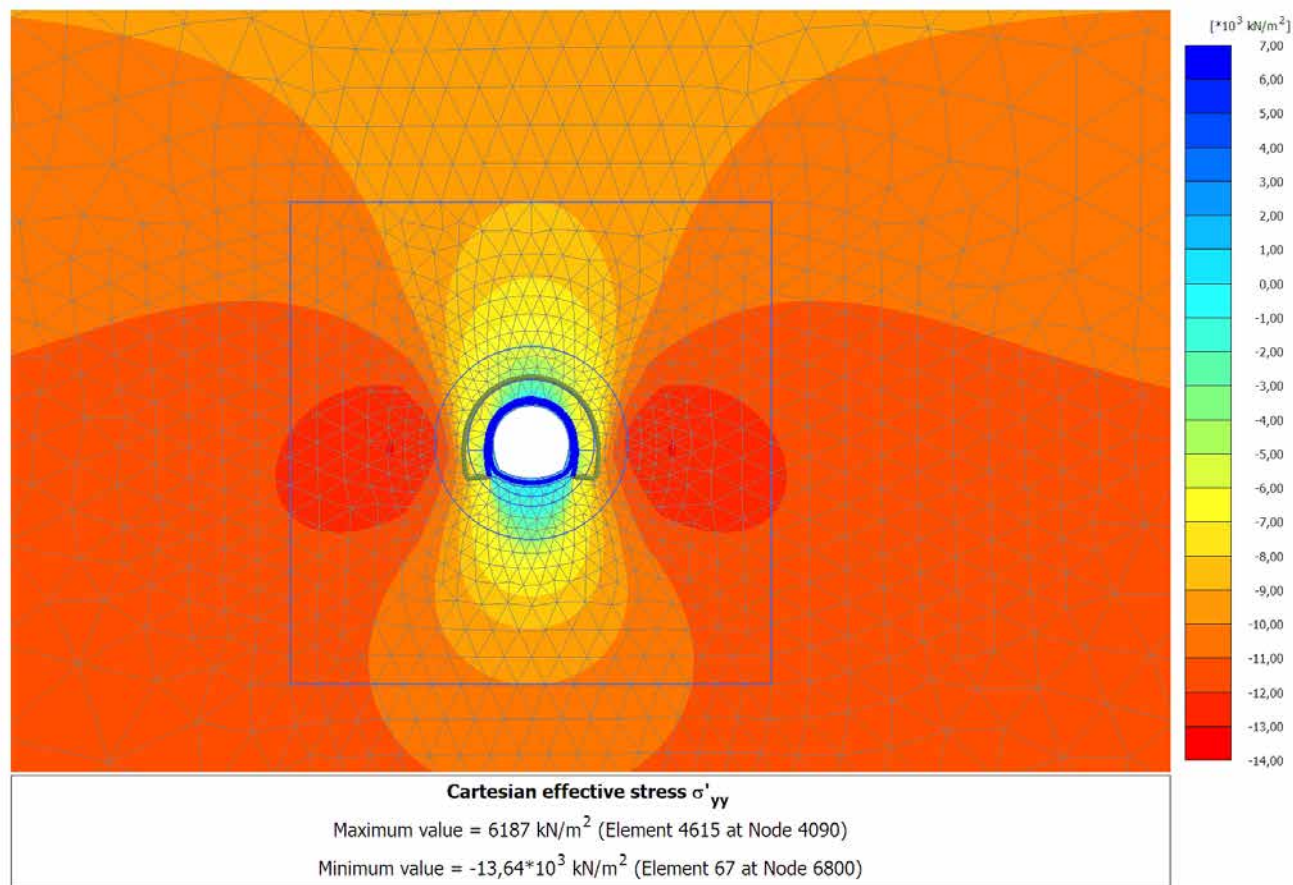
4.3.3 Calculation results, MATURAZIONE SPRITZ (12/11), Cartesian effective stress

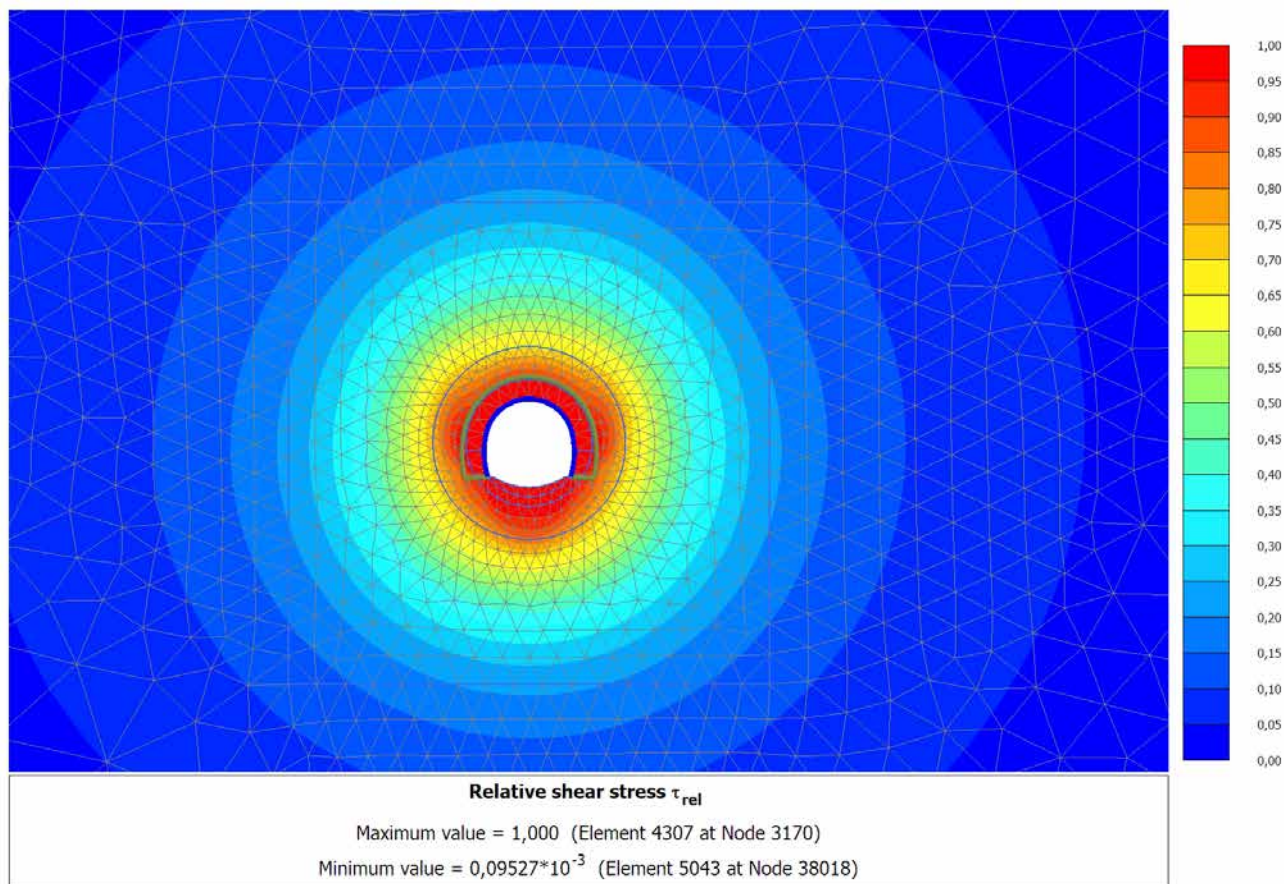
 σ'_{yy} 

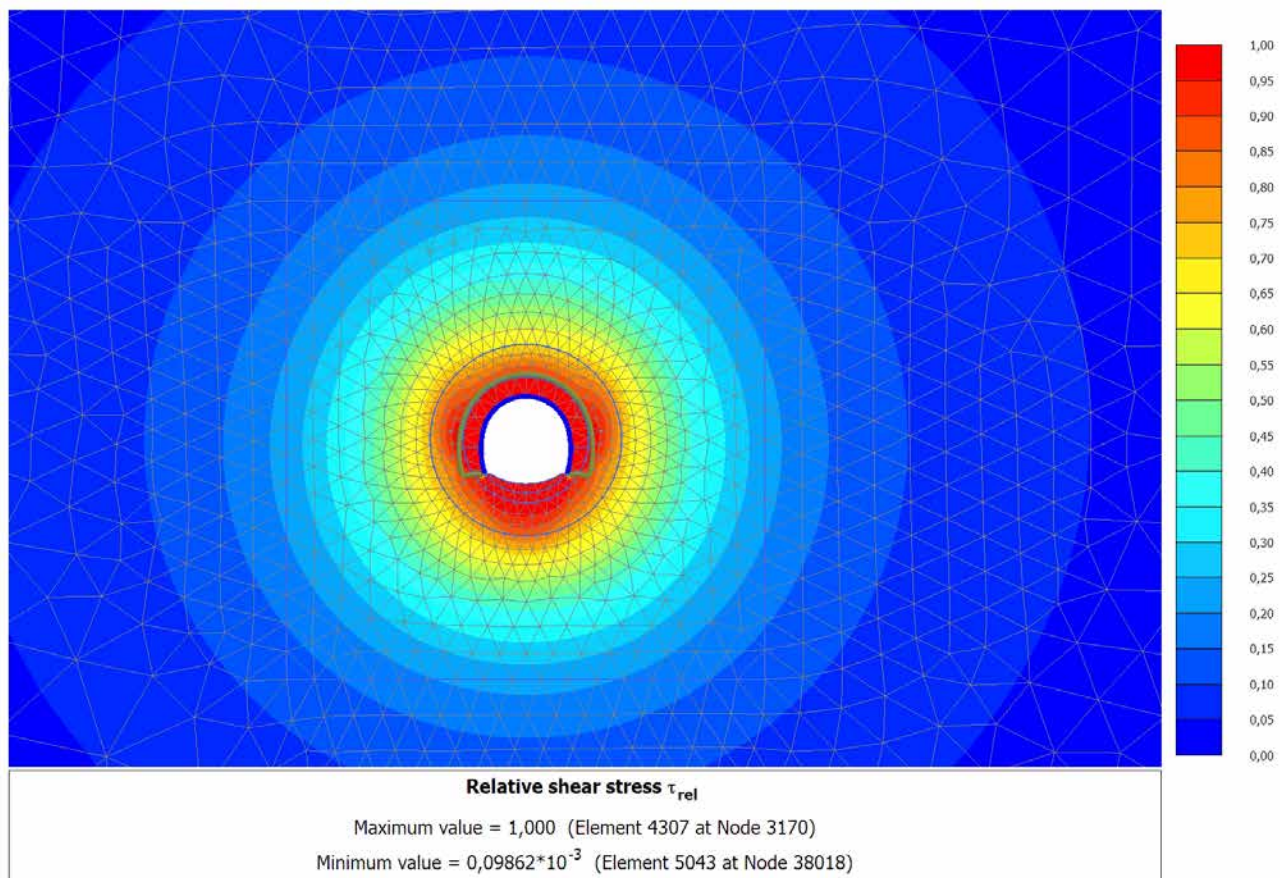
4.3.4 Calculation results, ARCO (13/17), Cartesian effective stress σ'_{yy} 

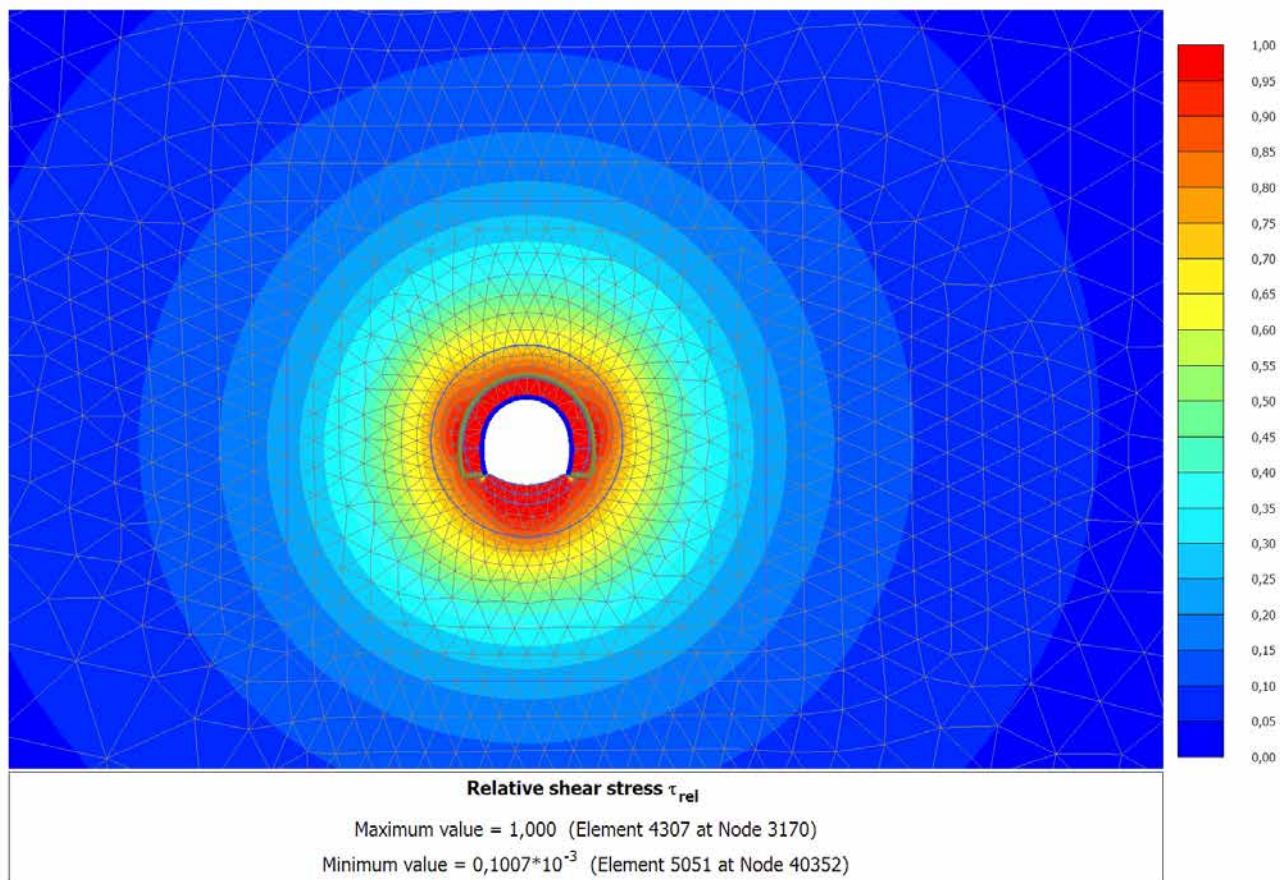
4.3.5 Calculation results, LT (15/23), Cartesian effective stress σ'_{yy} 

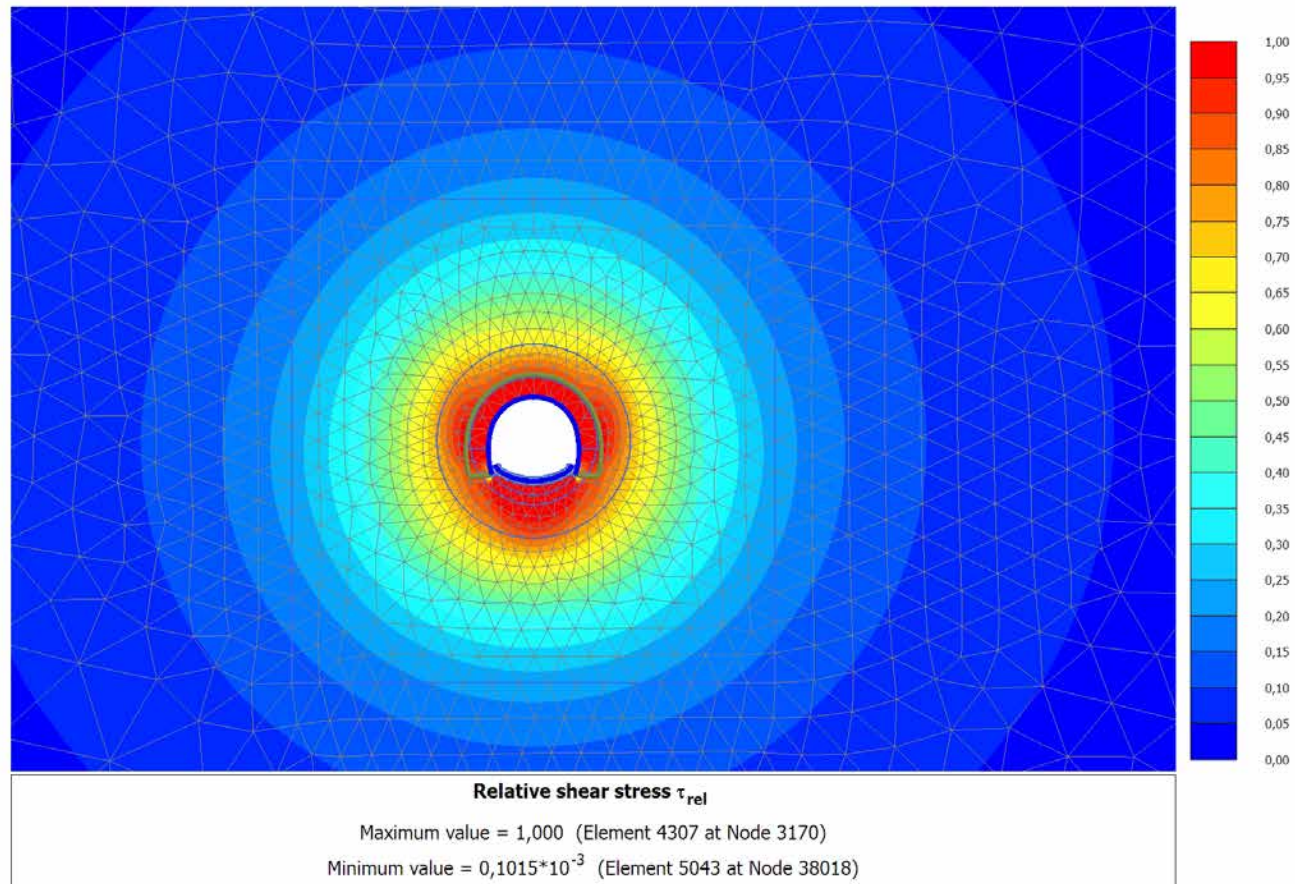
4.3.6 Calculation results, SCAVO (2/30), Cartesian effective stress σ'_{yy} 

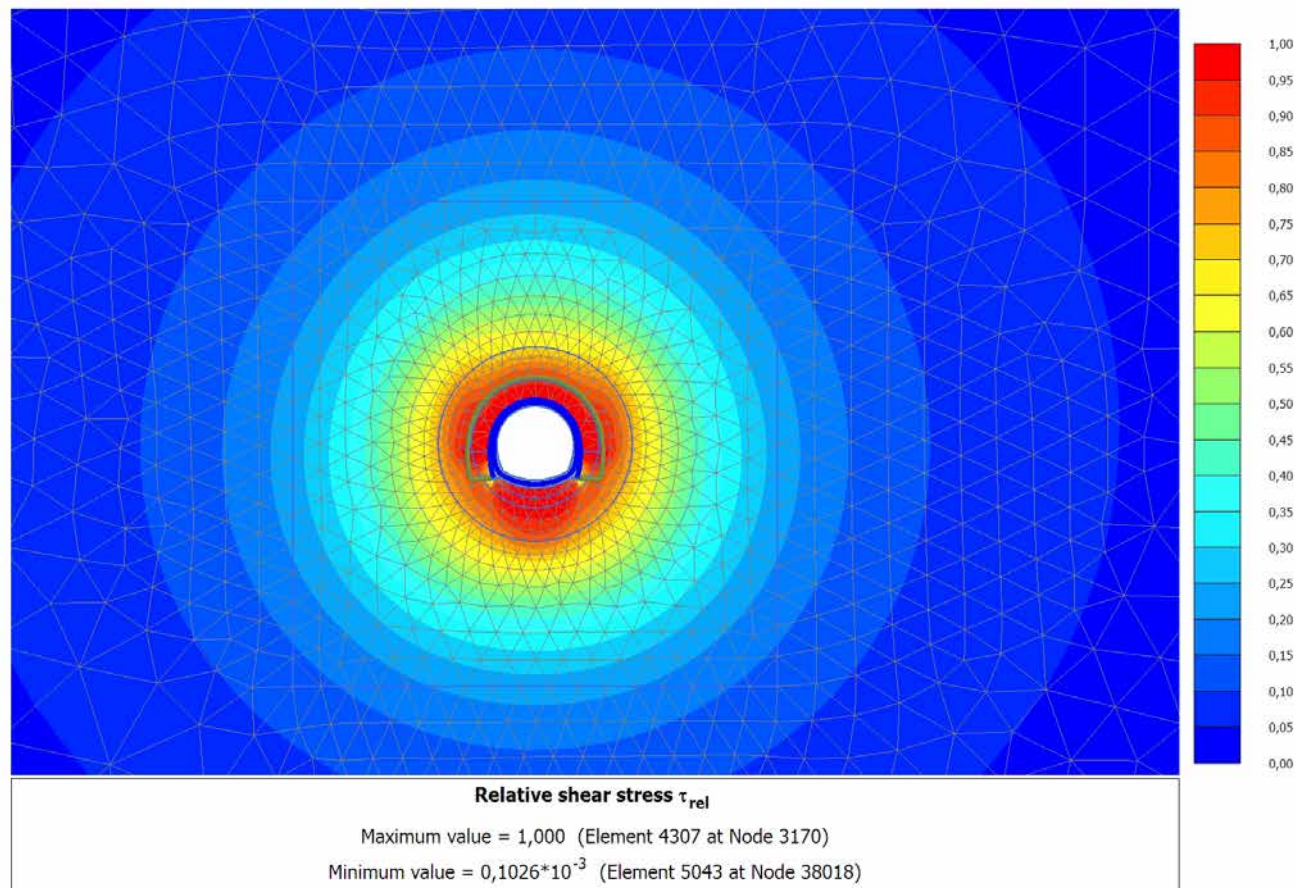
4.3.7 Calculation results, CALOTTA (14/36), Cartesian effective stress σ'_{yy} 

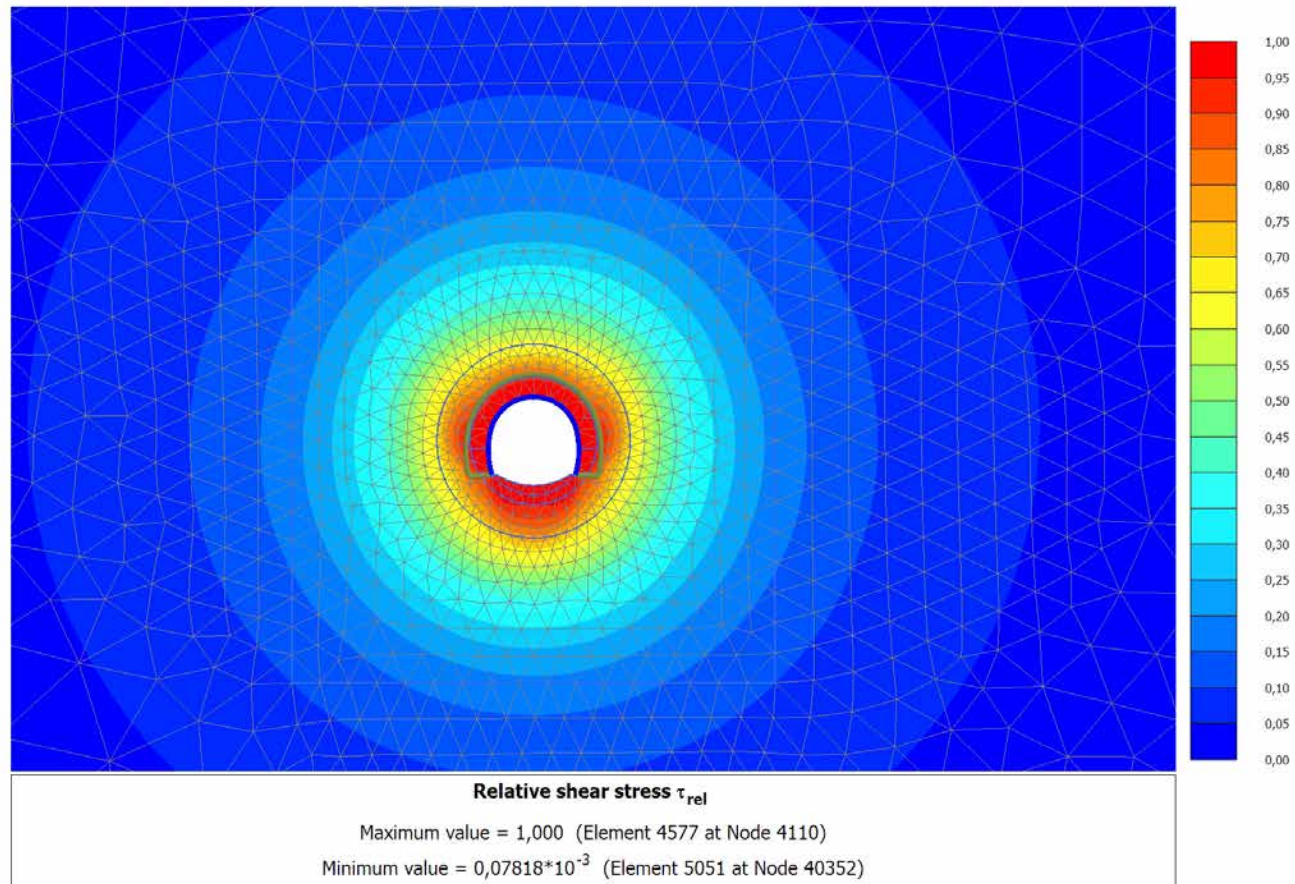
4.4.1 Calculation results, AVANZAMENTO (10/9), Relative shear stress τ_{rel} 

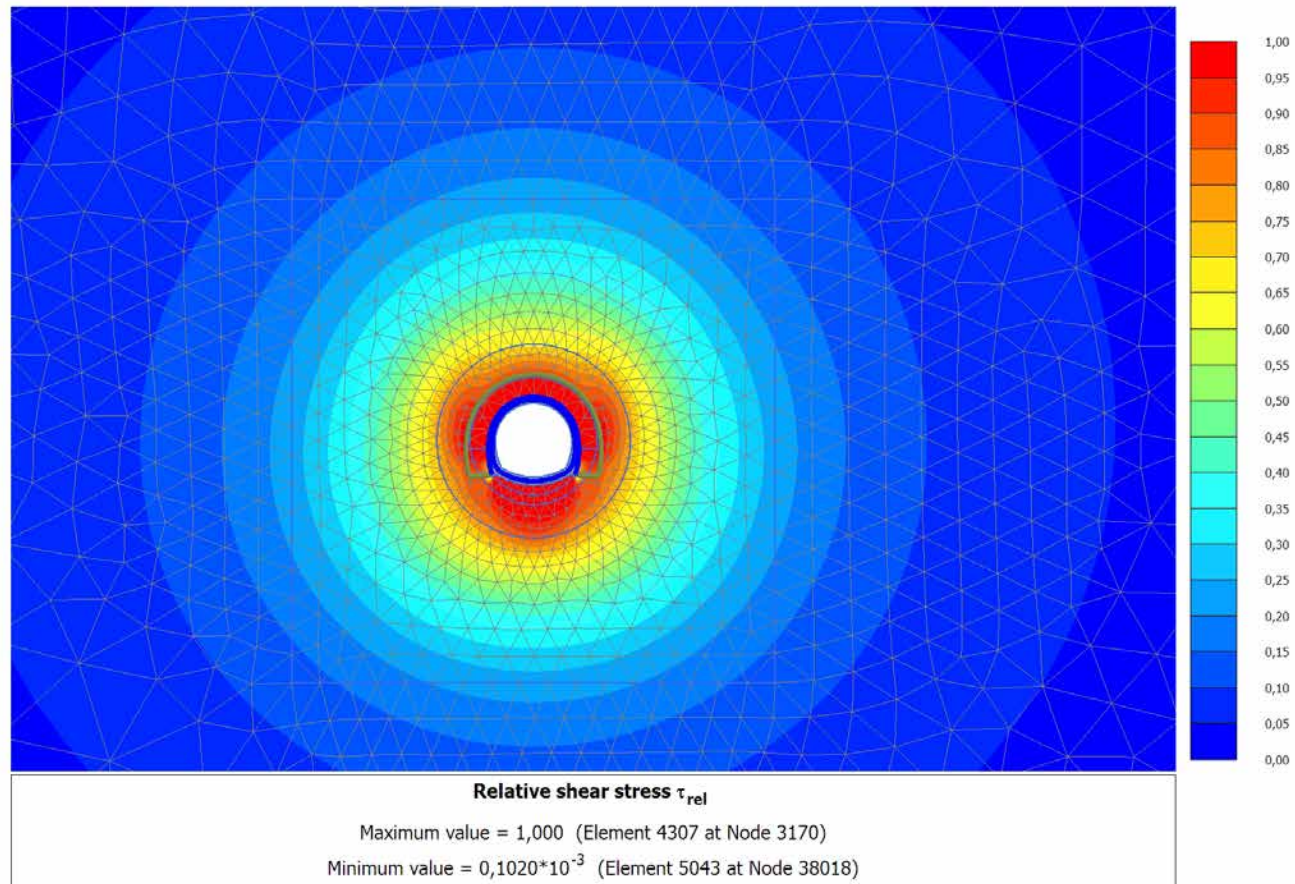
4.4.2 Calculation results, INSTALLAZIONE CENTINE (11/10), Relative shear stress τ_{rel} 

4.4.3 Calculation results, MATURAZIONE SPRITZ (12/11), Relative shear stress τ_{rel} 

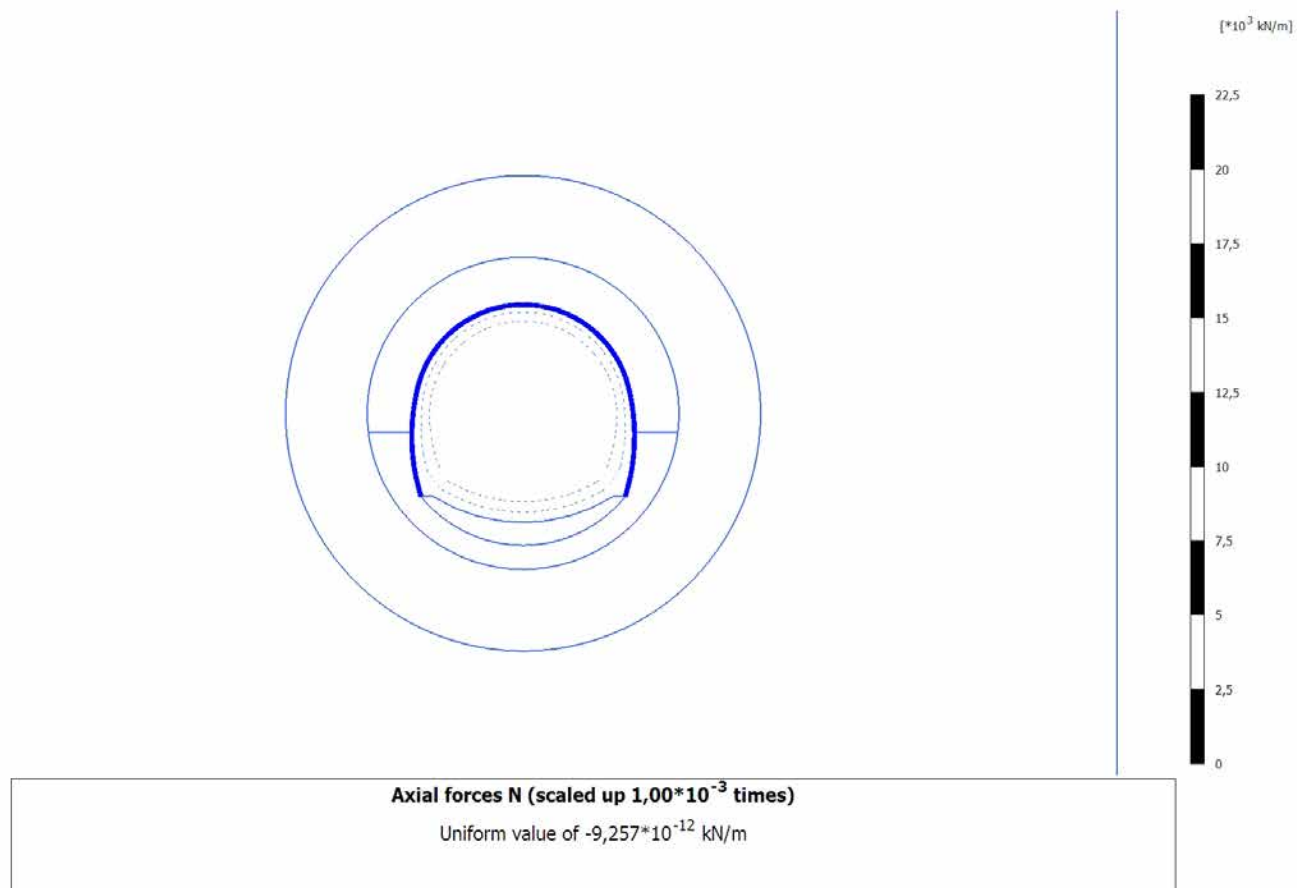
4.4.4 Calculation results, ARCO (13/17), Relative shear stress τ_{rel} 

4.4.5 Calculation results, LT (15/23), Relative shear stress τ_{rel} 

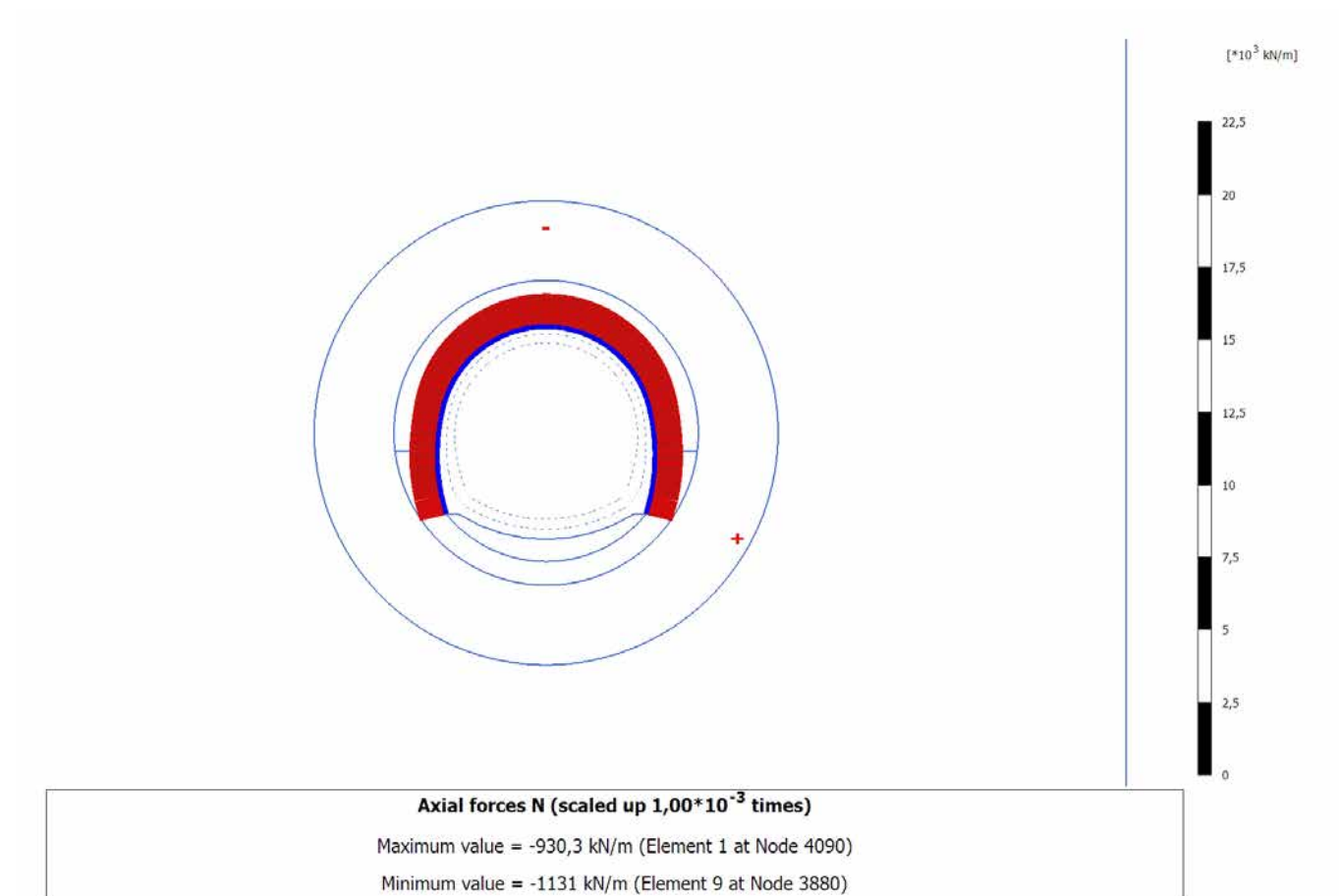
4.4.6 Calculation results, SCAVO (2/30), Relative shear stress τ_{rel} 

4.4.7 Calculation results, CALOTTA (14/36), Relative shear stress τ_{rel} 

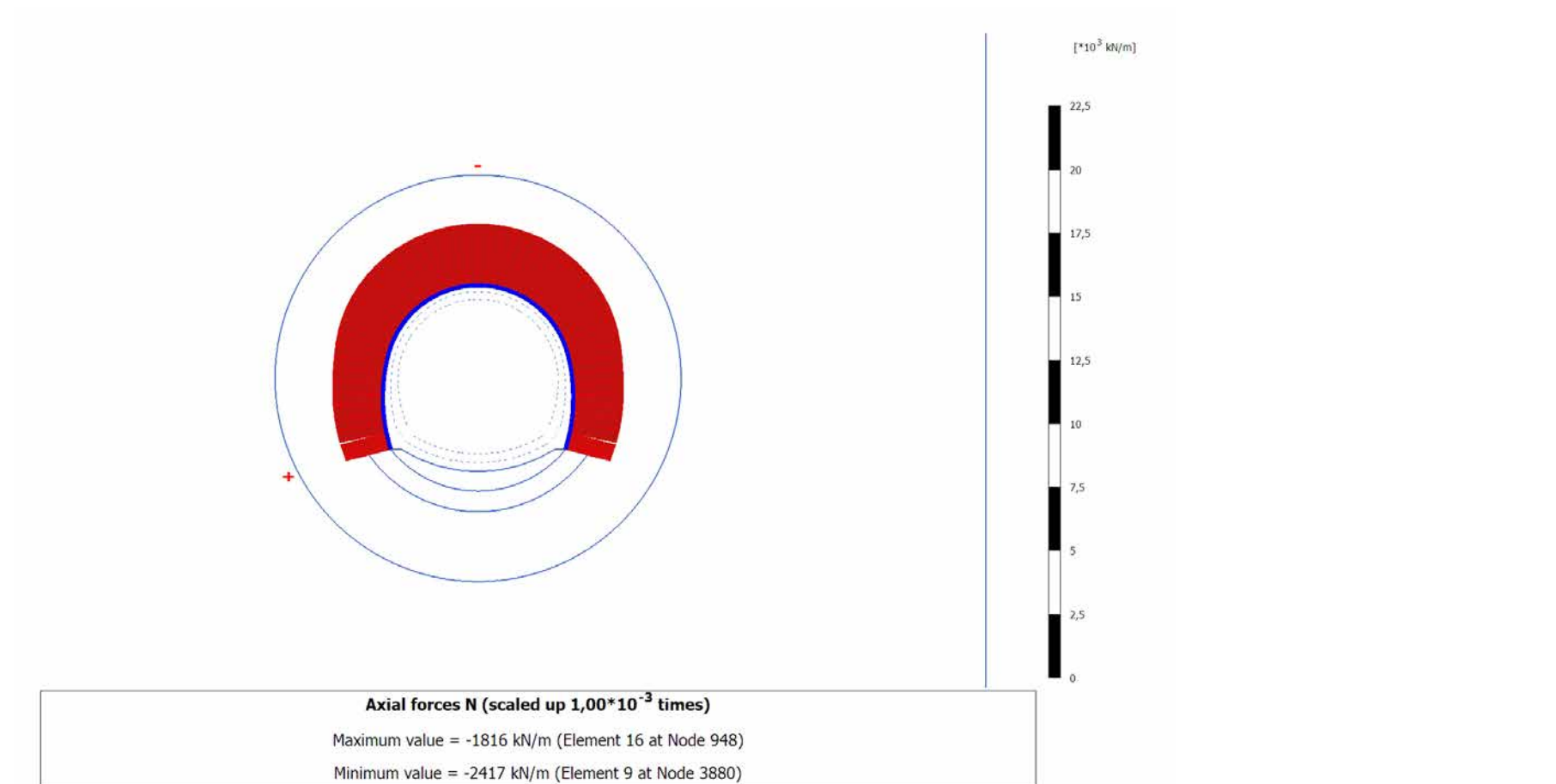
4.5.1 Calculation results, Plate, AVANZAMENTO (10/9), Axial forces N



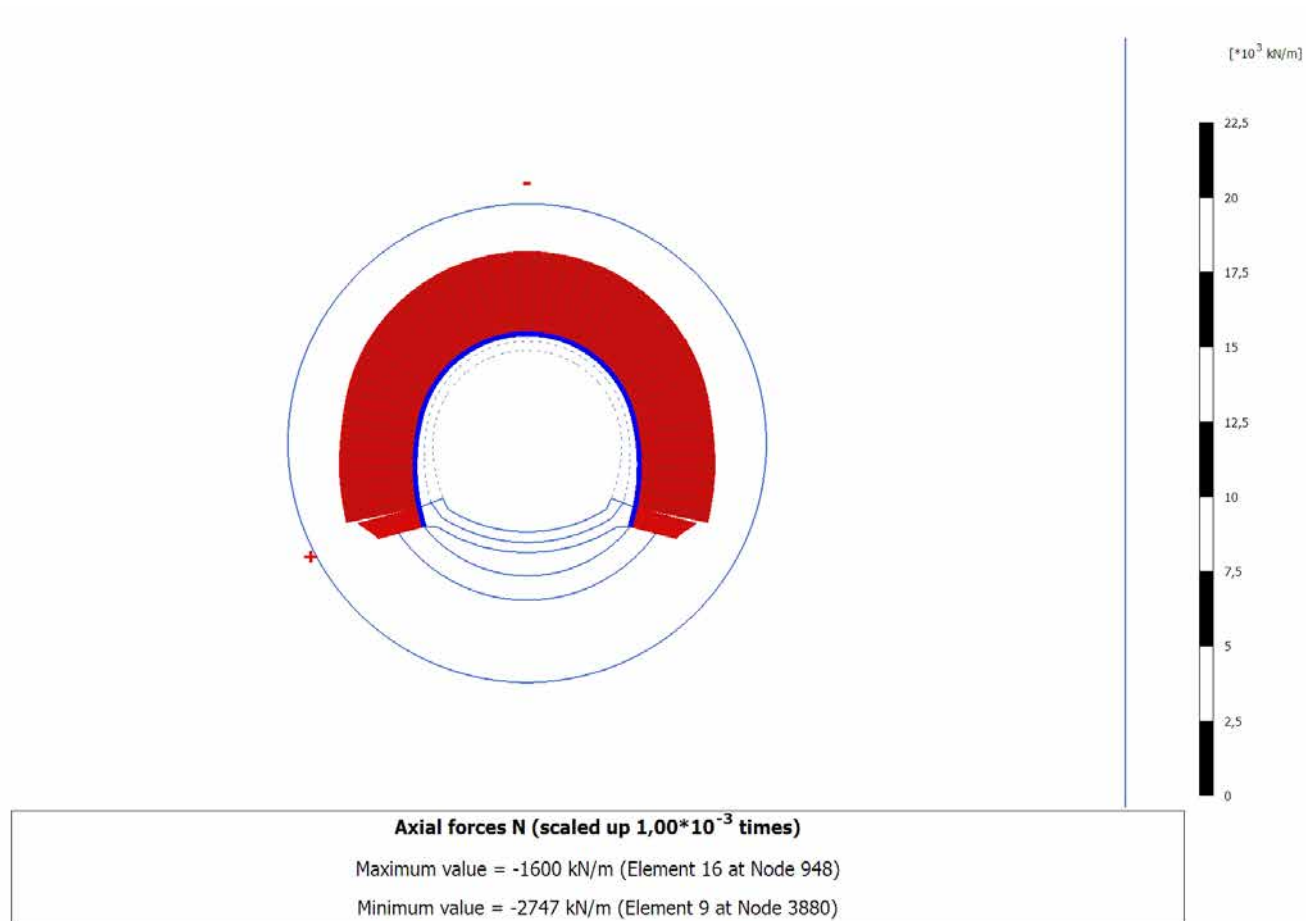
4.5.2 Calculation results, Plate, INSTALLAZIONE CENTINE (11/10), Axial forces N



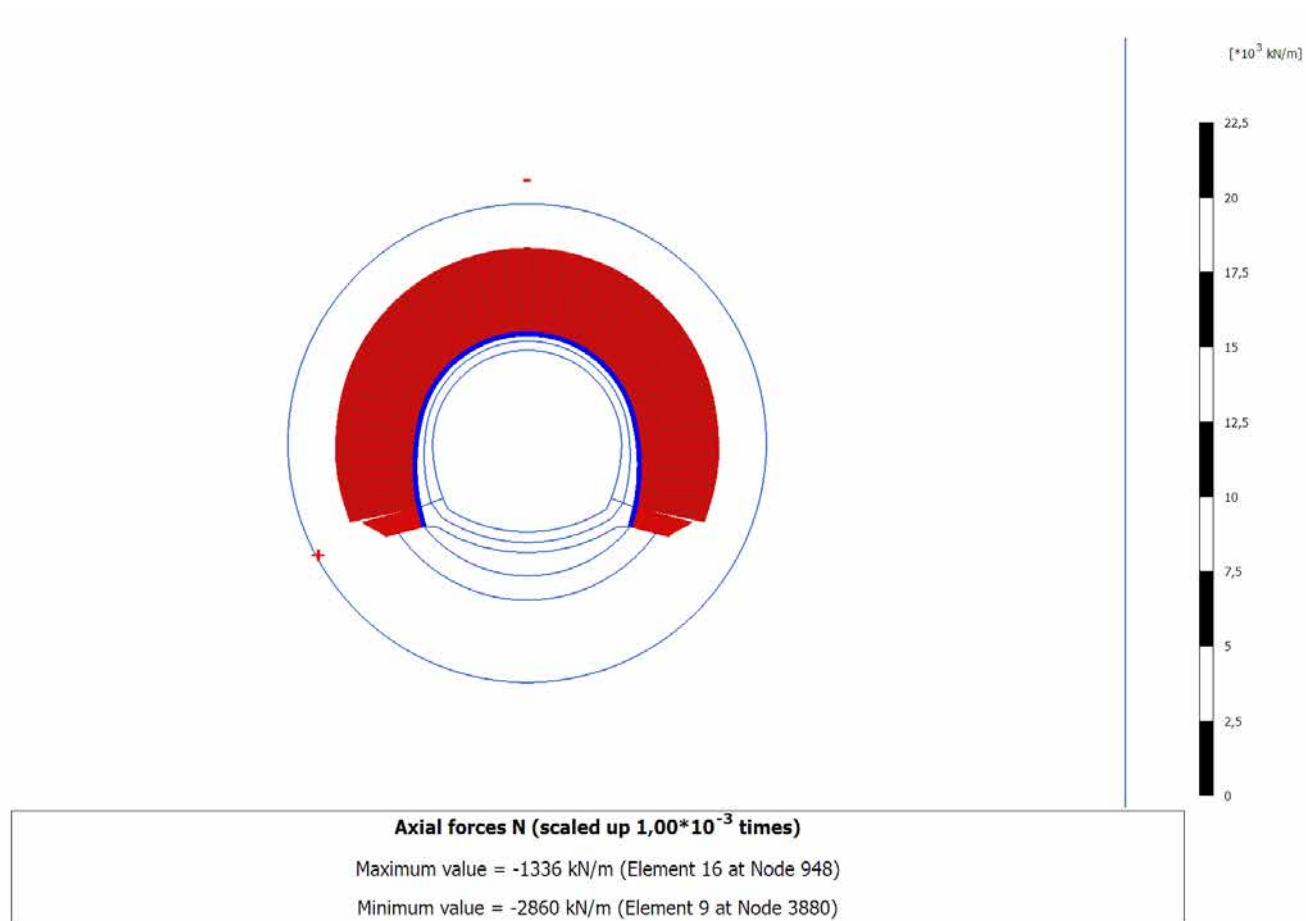
4.5.3 Calculation results, Plate, MATURAZIONE SPRITZ (12/11), Axial forces N



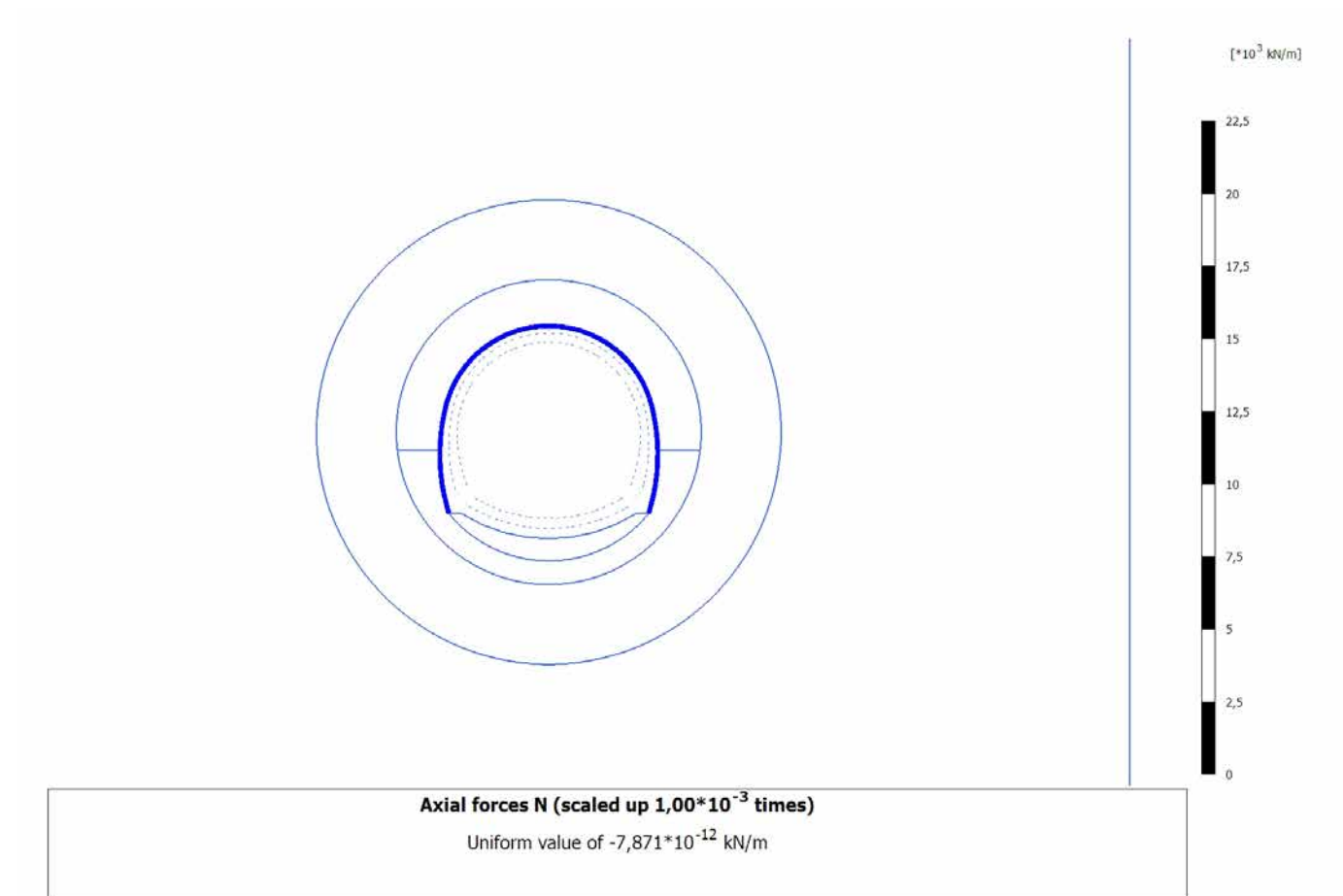
4.5.4 Calculation results, Plate, ARCO (13/17), Axial forces N



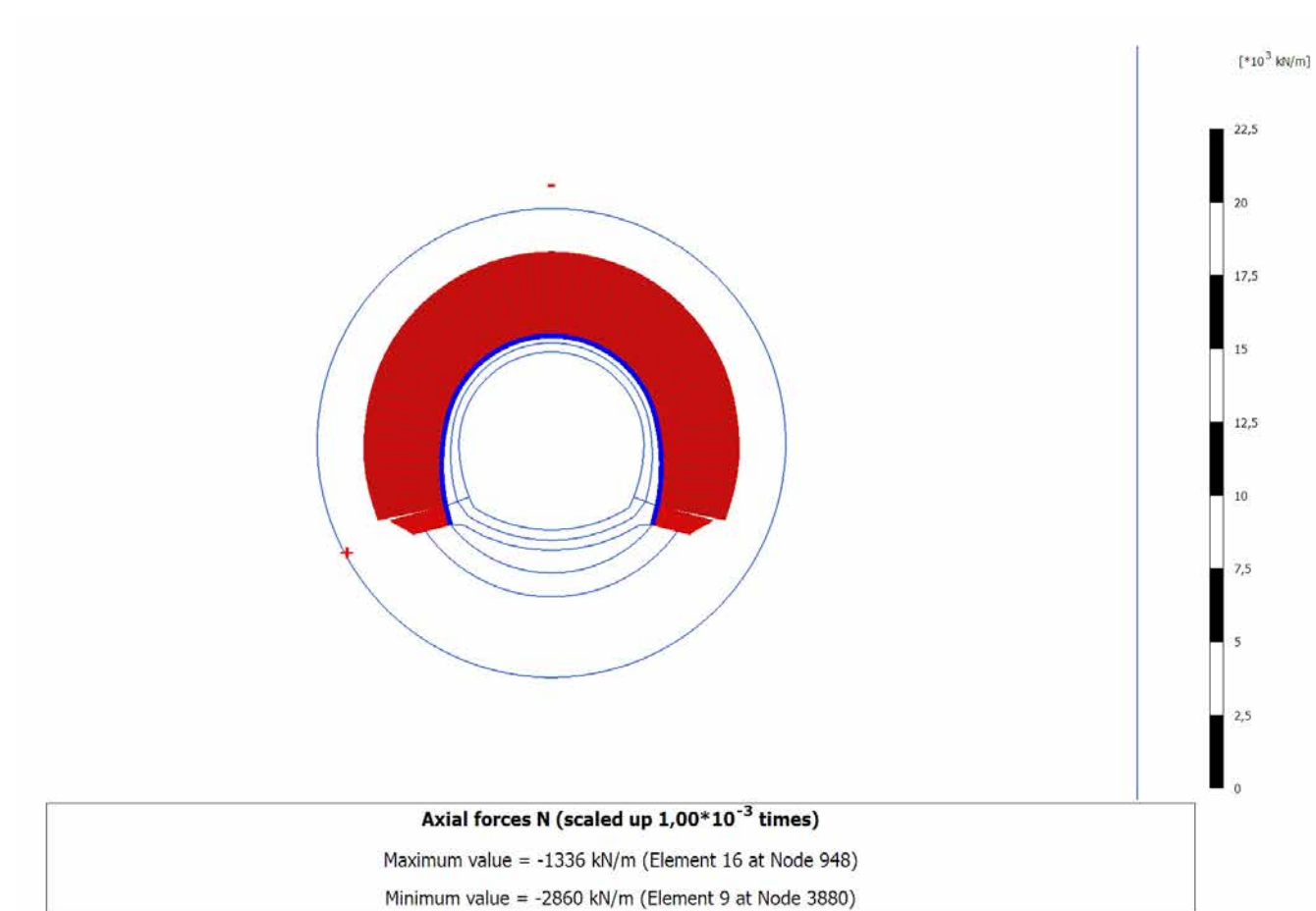
4.5.5 Calculation results, Plate, LT (15/23), Axial forces N



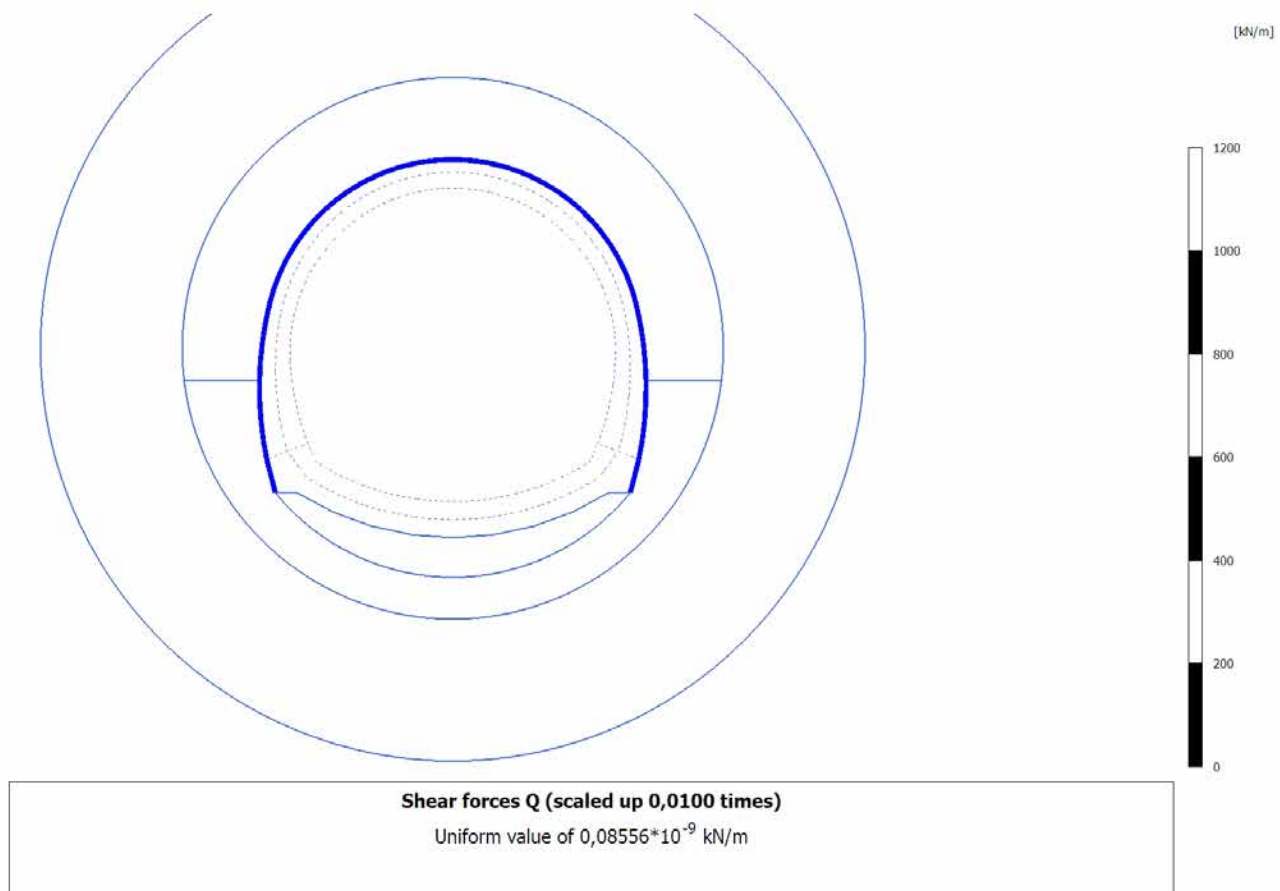
4.5.6 Calculation results, Plate, SCAVO (2/30), Axial forces N



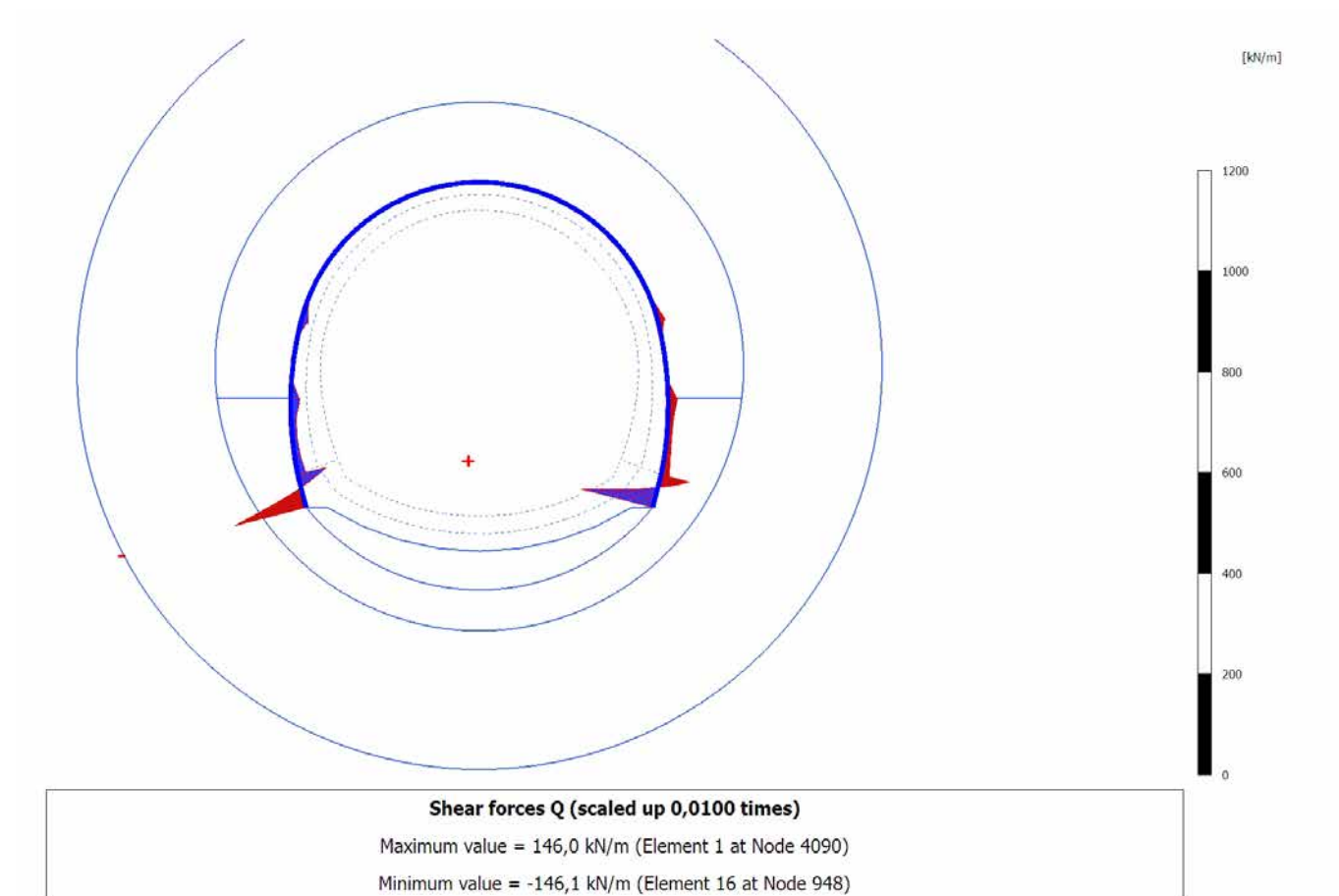
4.5.7 Calculation results, Plate, CALOTTA (14/36), Axial forces N



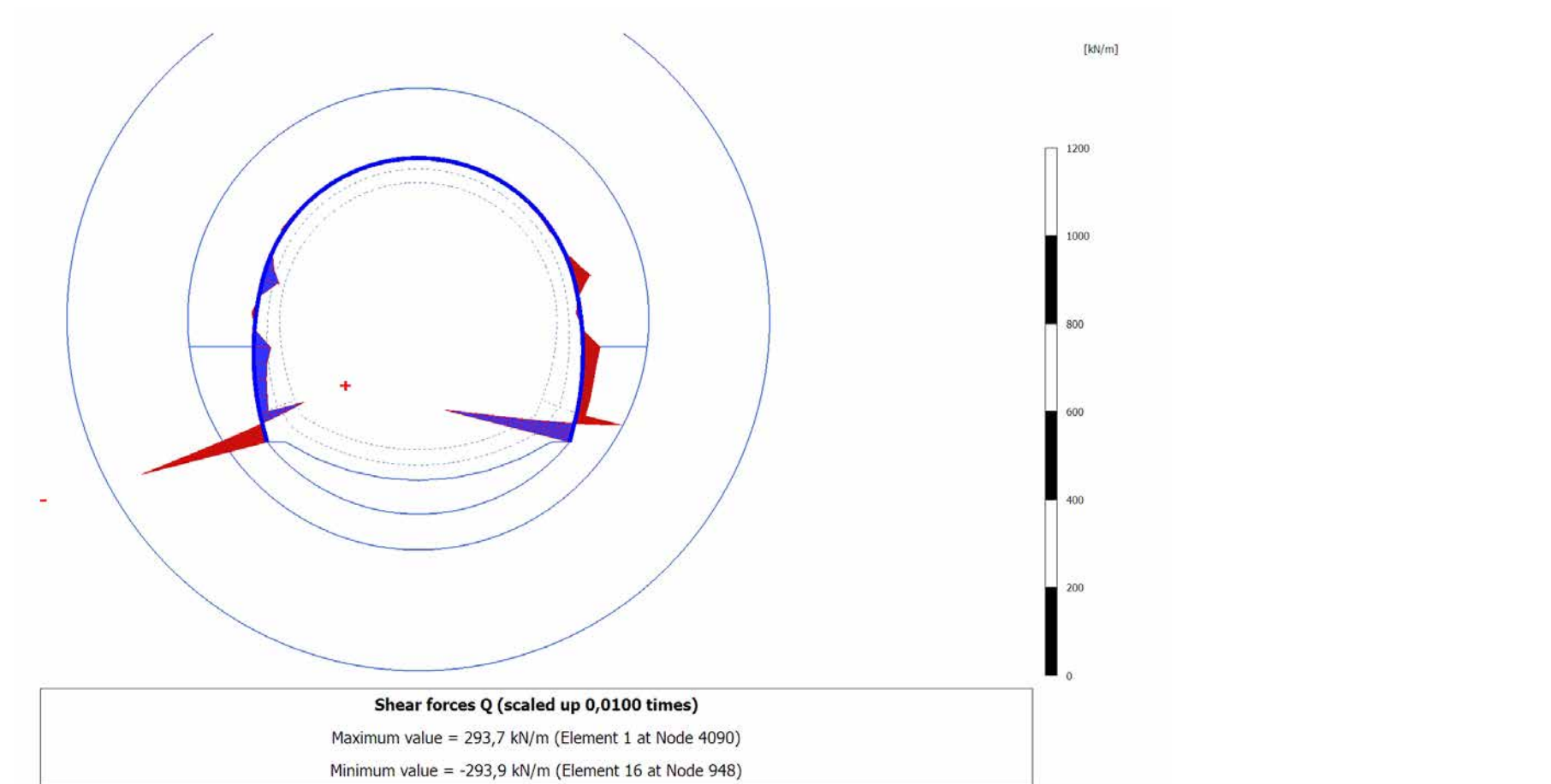
4.6.1 Calculation results, Plate, AVANZAMENTO (10/9), Shear forces Q



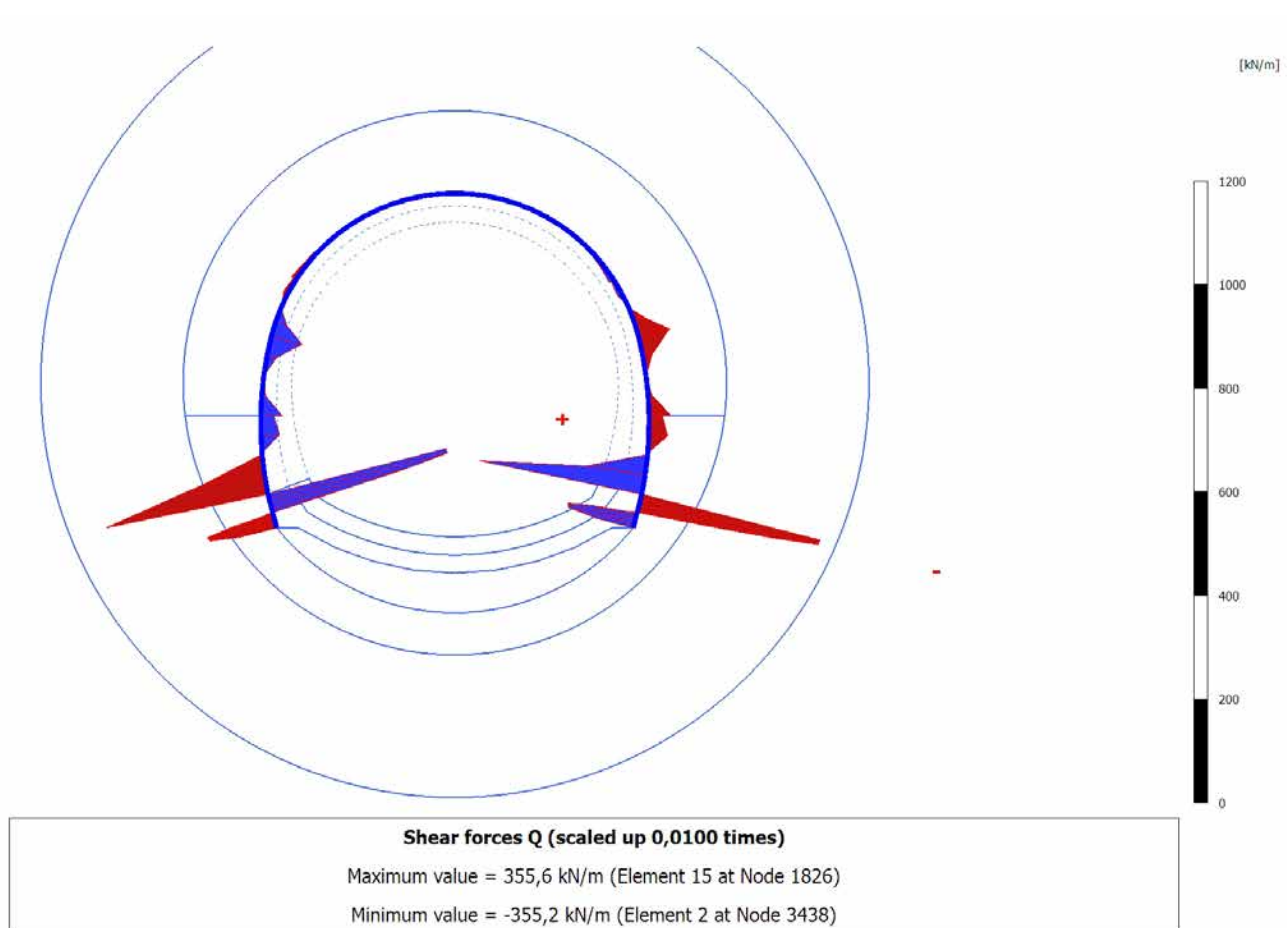
4.6.2 Calculation results, Plate, INSTALLAZIONE CENTINE (11/10), Shear forces Q



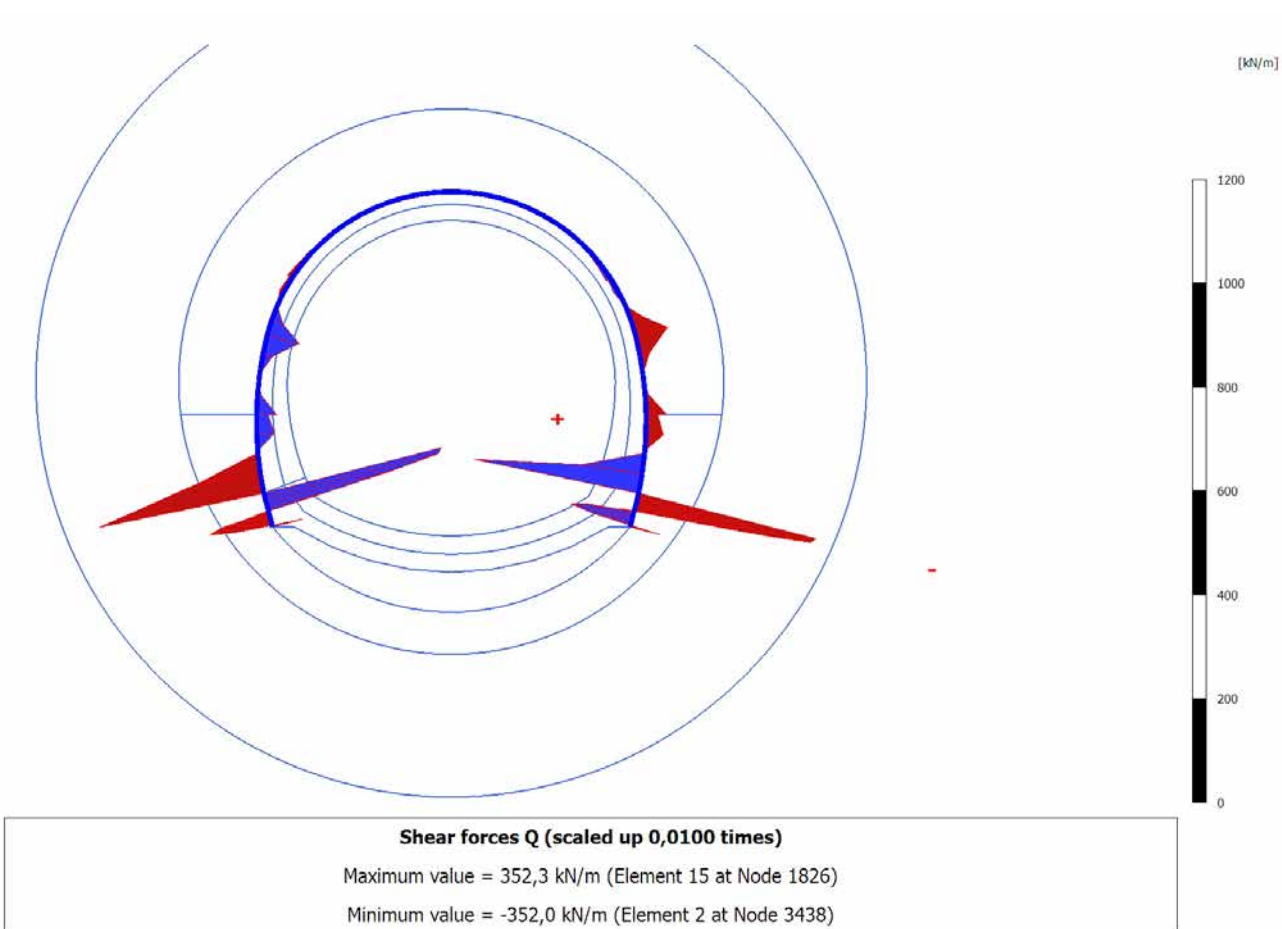
4.6.3 Calculation results, Plate, MATURAZIONE SPRITZ (12/11), Shear forces Q



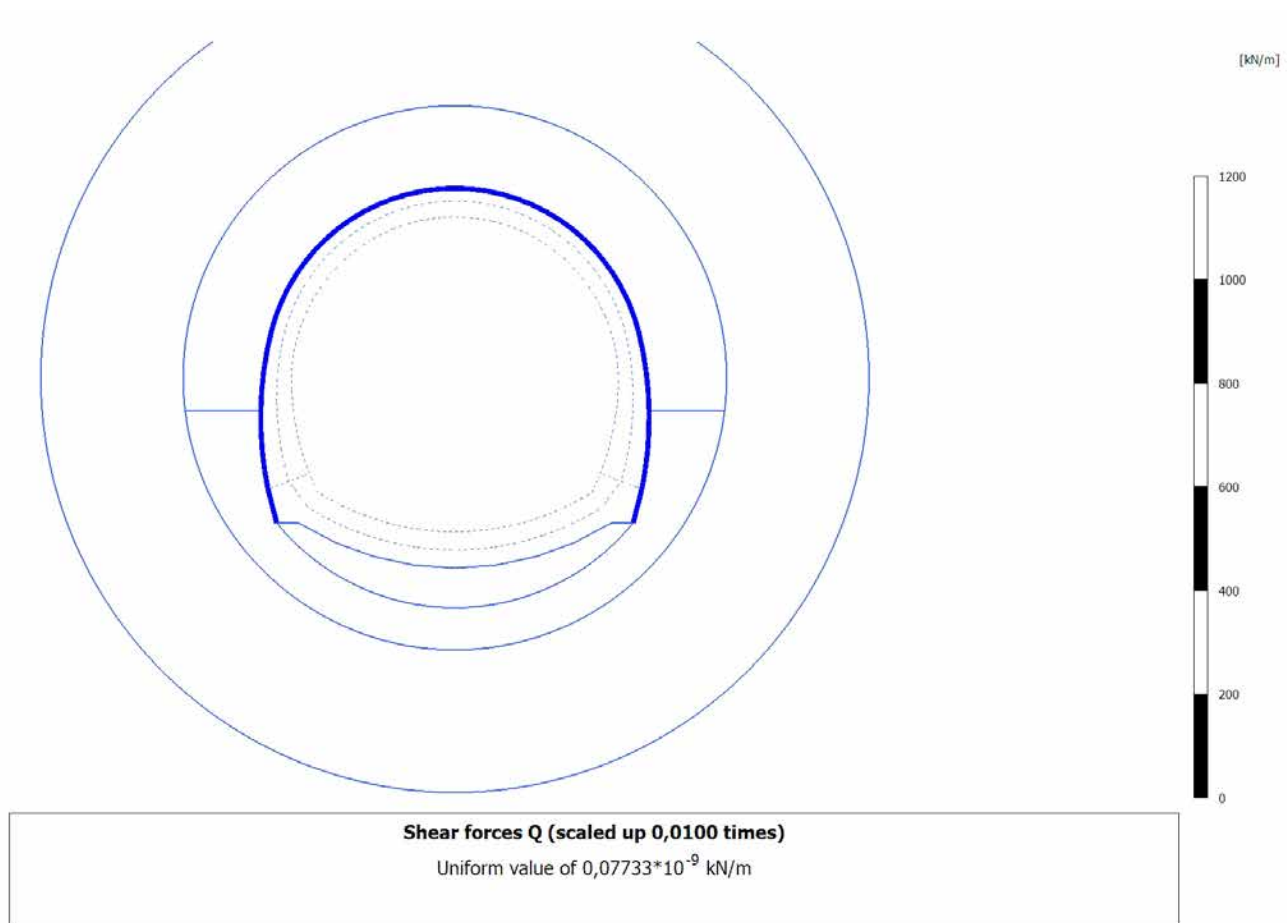
4.6.4 Calculation results, Plate, ARCO (13/17), Shear forces Q



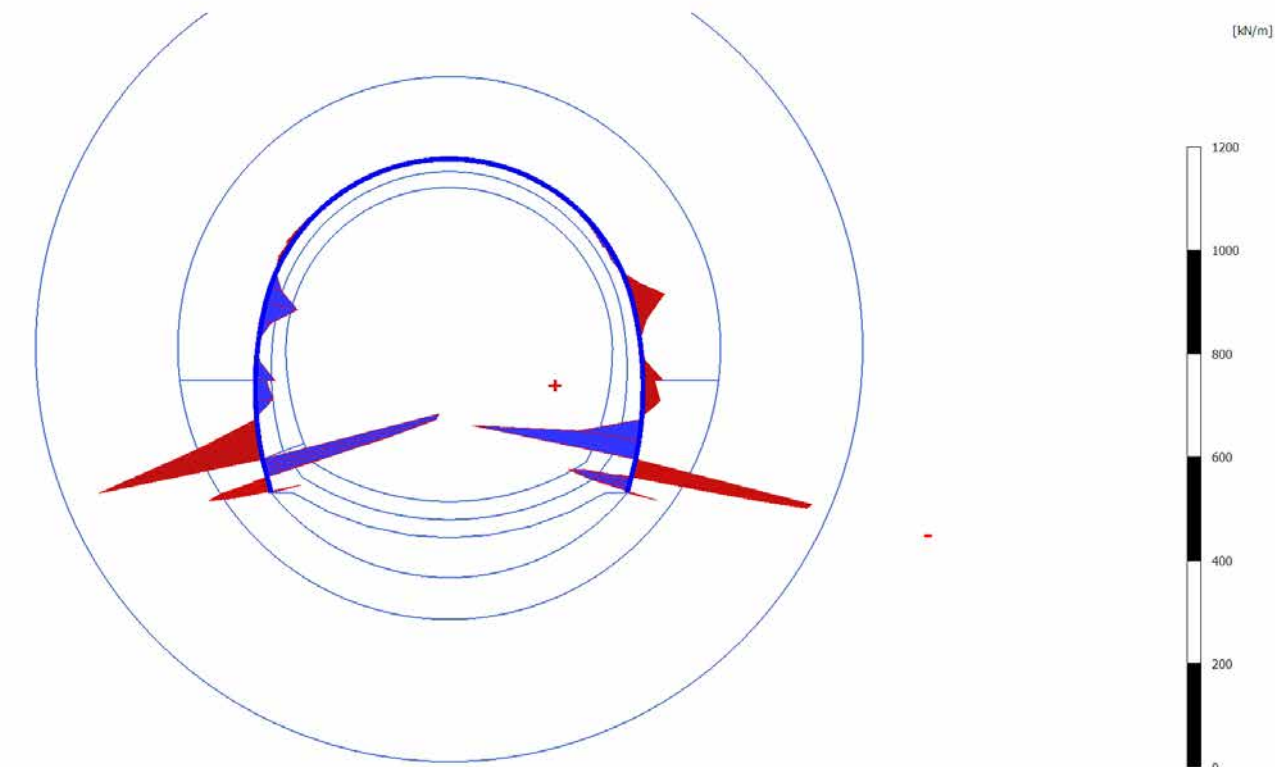
4.6.5 Calculation results, Plate, LT (15/23), Shear forces Q



4.6.6 Calculation results, Plate, SCAVO (2/30), Shear forces Q

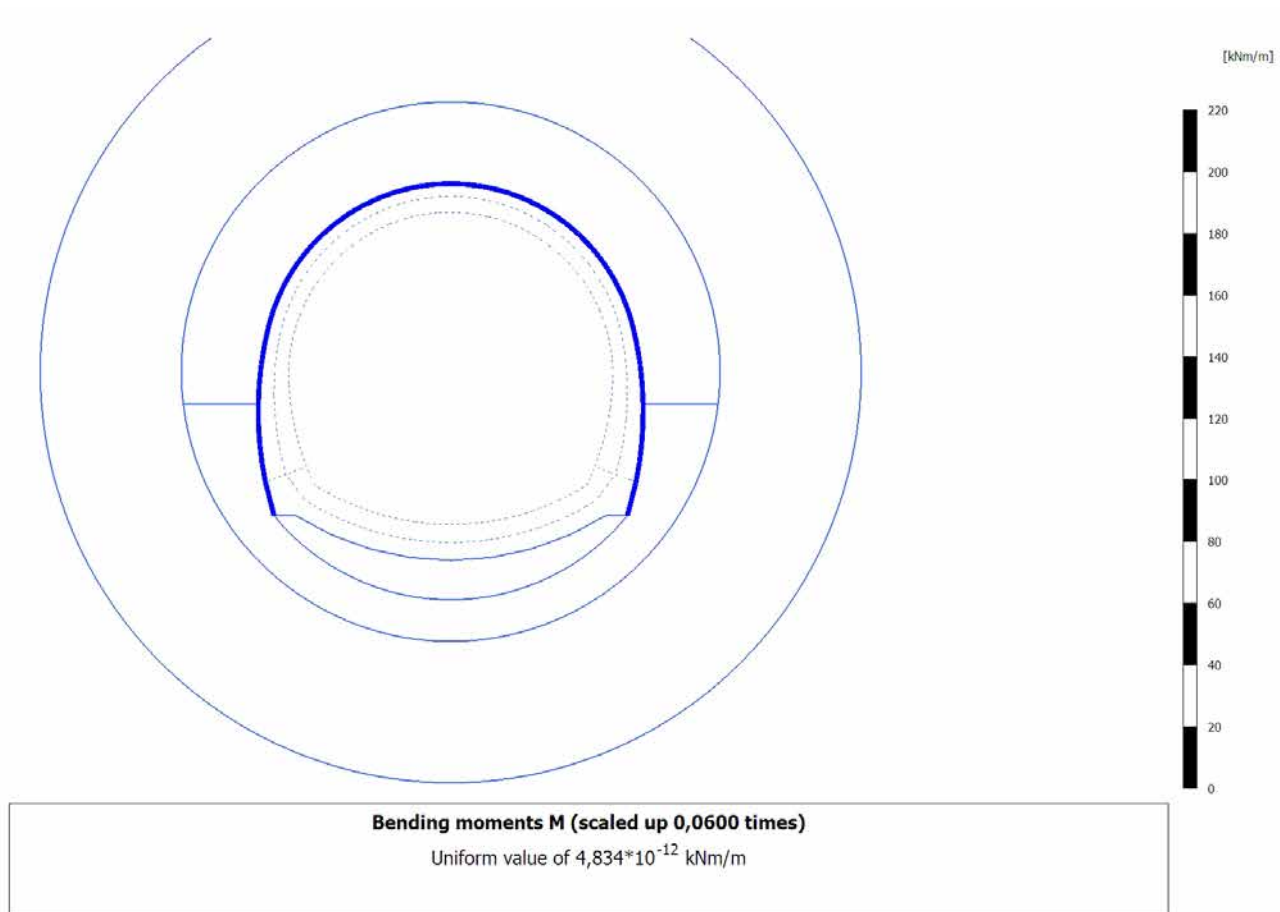


4.6.7 Calculation results, Plate, CALOTTA (14/36), Shear forces Q

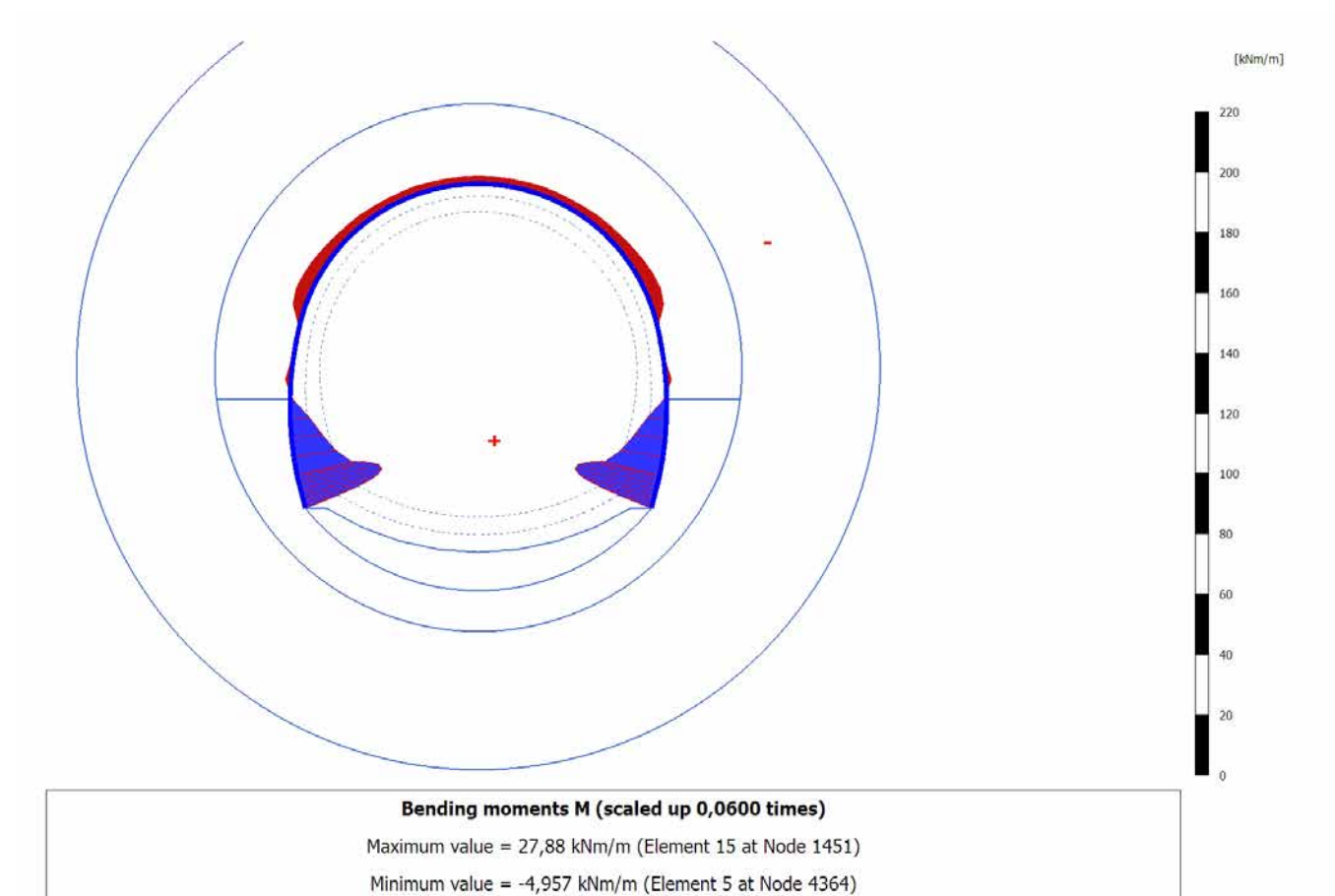


Shear forces Q (scaled up 0,0100 times)
Maximum value = 352,4 kN/m (Element 15 at Node 1826)
Minimum value = -352,0 kN/m (Element 2 at Node 3438)

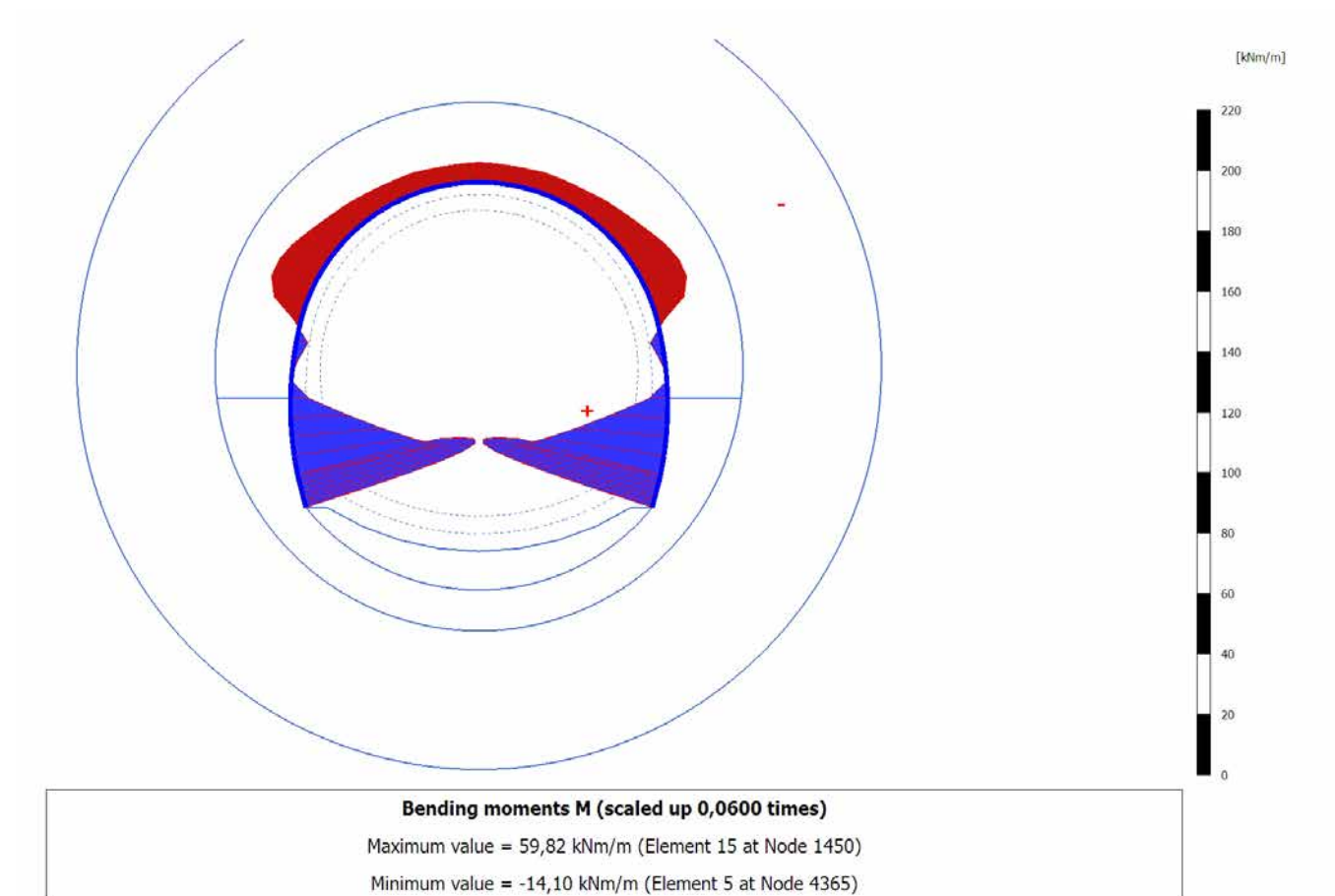
4.7.1 Calculation results, Plate, AVANZAMENTO (10/9), Bending moments M



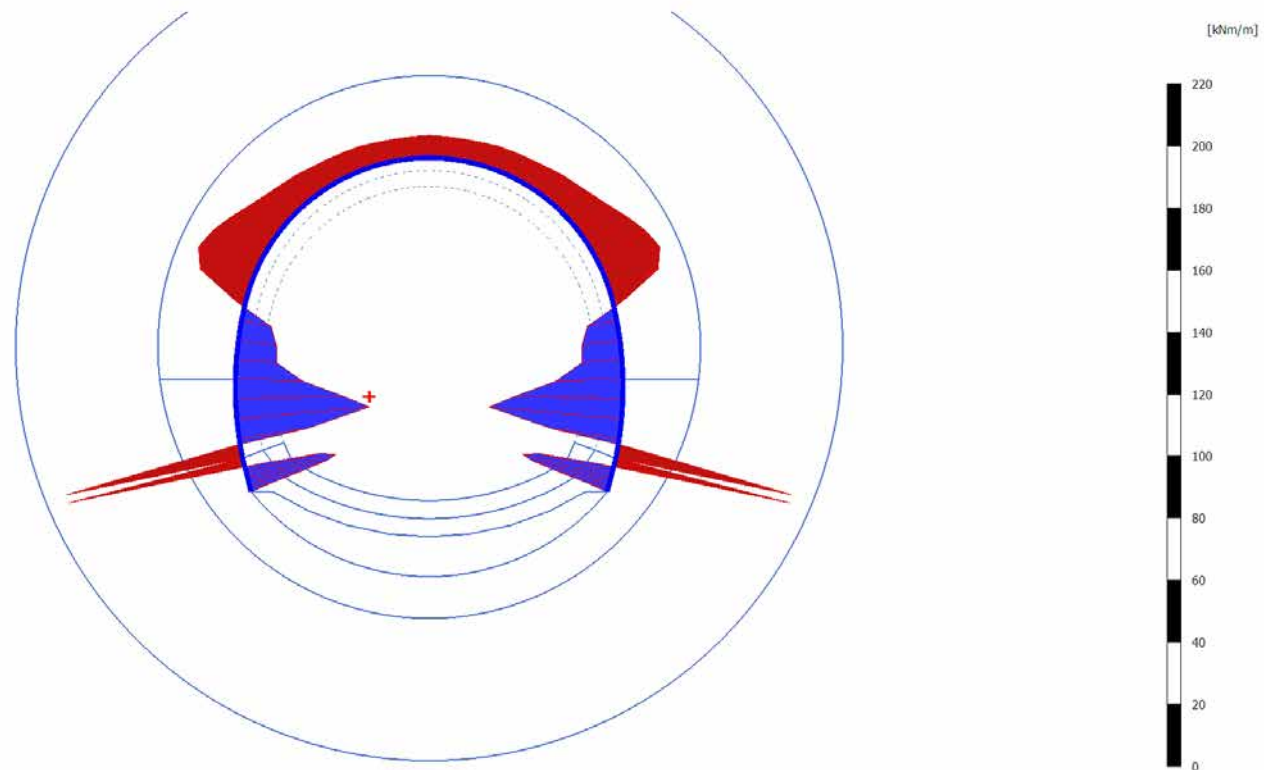
4.7.2 Calculation results, Plate, INSTALLAZIONE CENTINE (11/10), Bending moments M



4.7.3 Calculation results, Plate, MATURAZIONE SPRITZ (12/11), Bending moments M



4.7.4 Calculation results, Plate, ARCO (13/17), Bending moments M

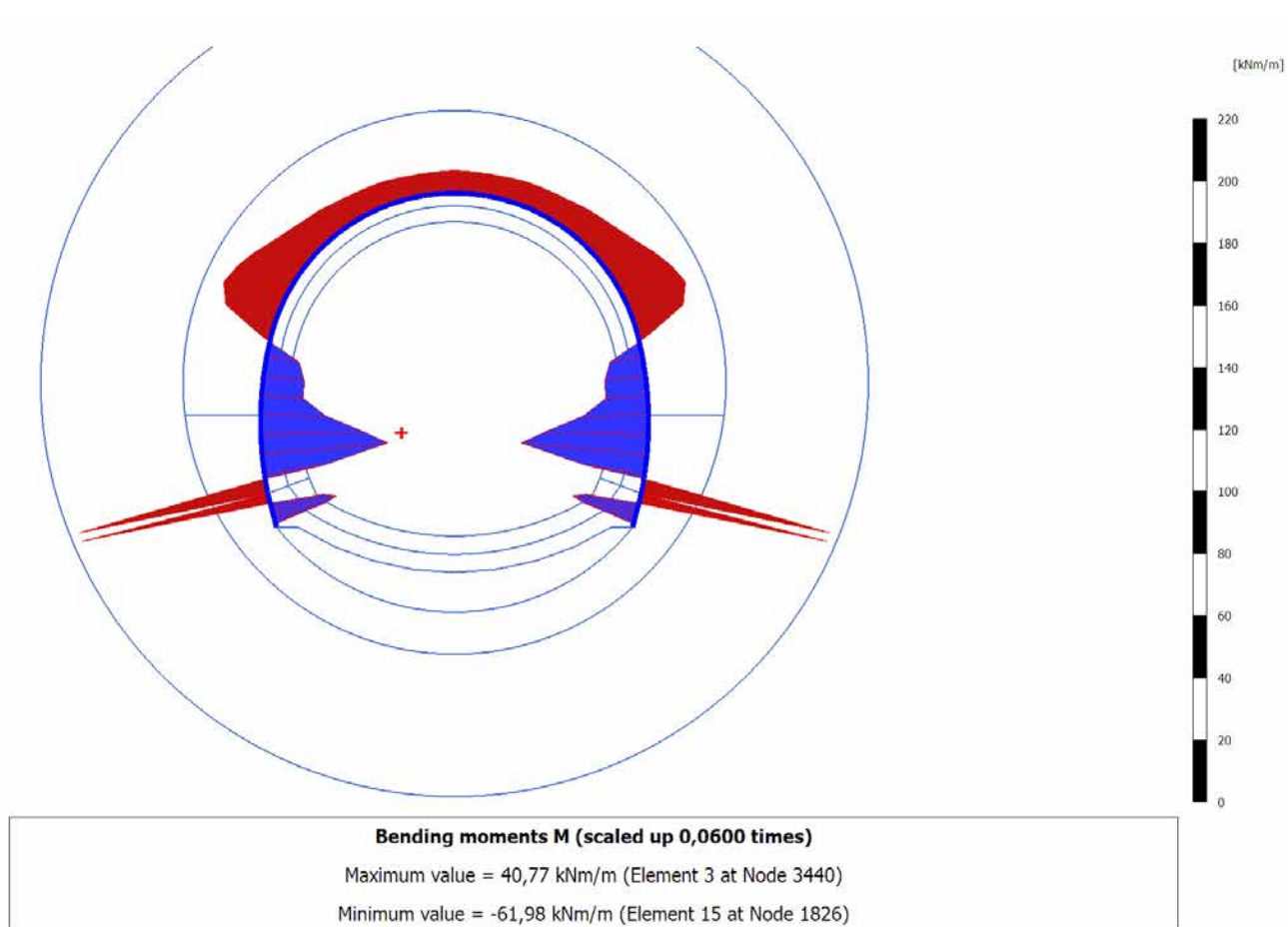


Bending moments M (scaled up 0,0600 times)

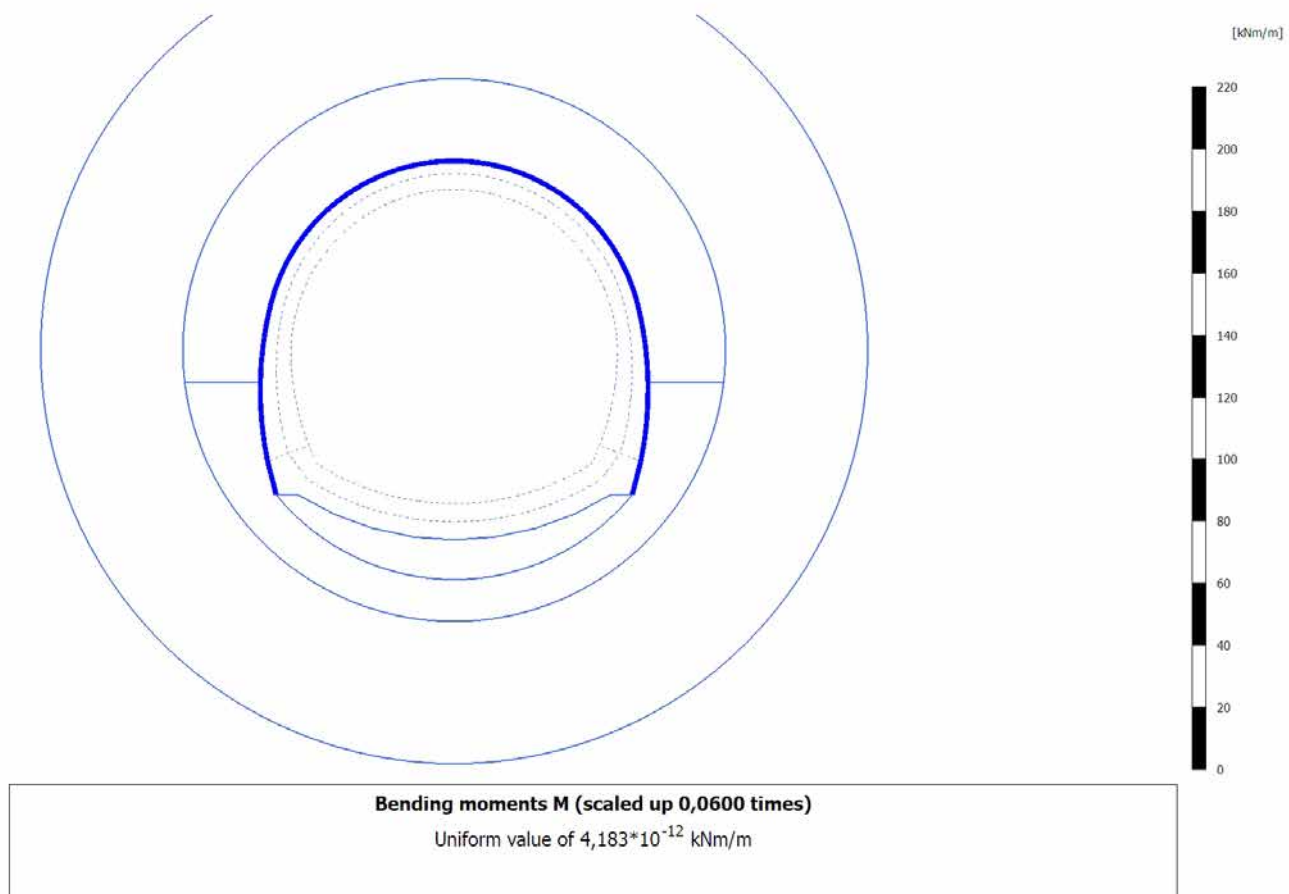
Maximum value = 43,02 kNm/m (Element 3 at Node 3440)

Minimum value = -57,94 kNm/m (Element 15 at Node 1826)

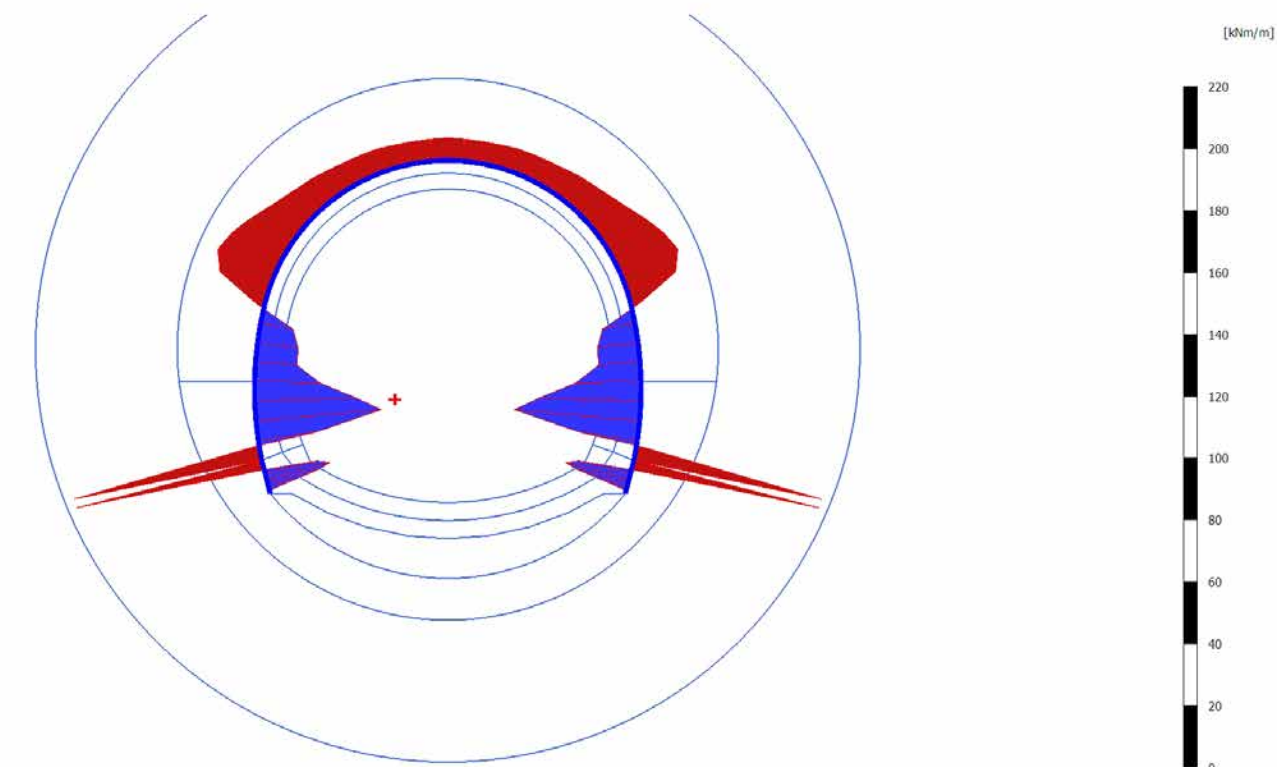
4.7.5 Calculation results, Plate, LT (15/23), Bending moments M



4.7.6 Calculation results, Plate, SCAVO (2/30), Bending moments M



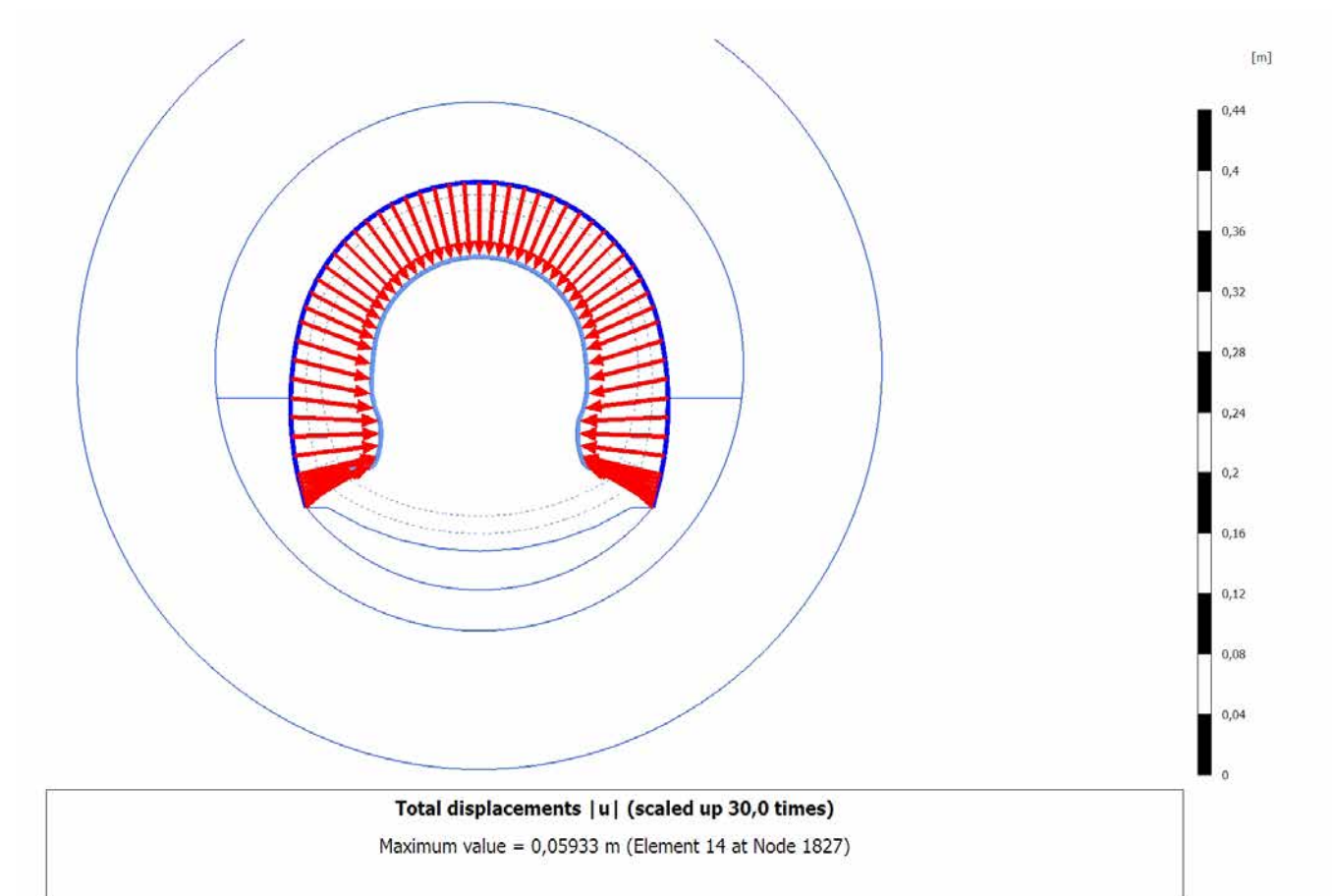
4.7.7 Calculation results, Plate, CALOTTA (14/36), Bending moments M



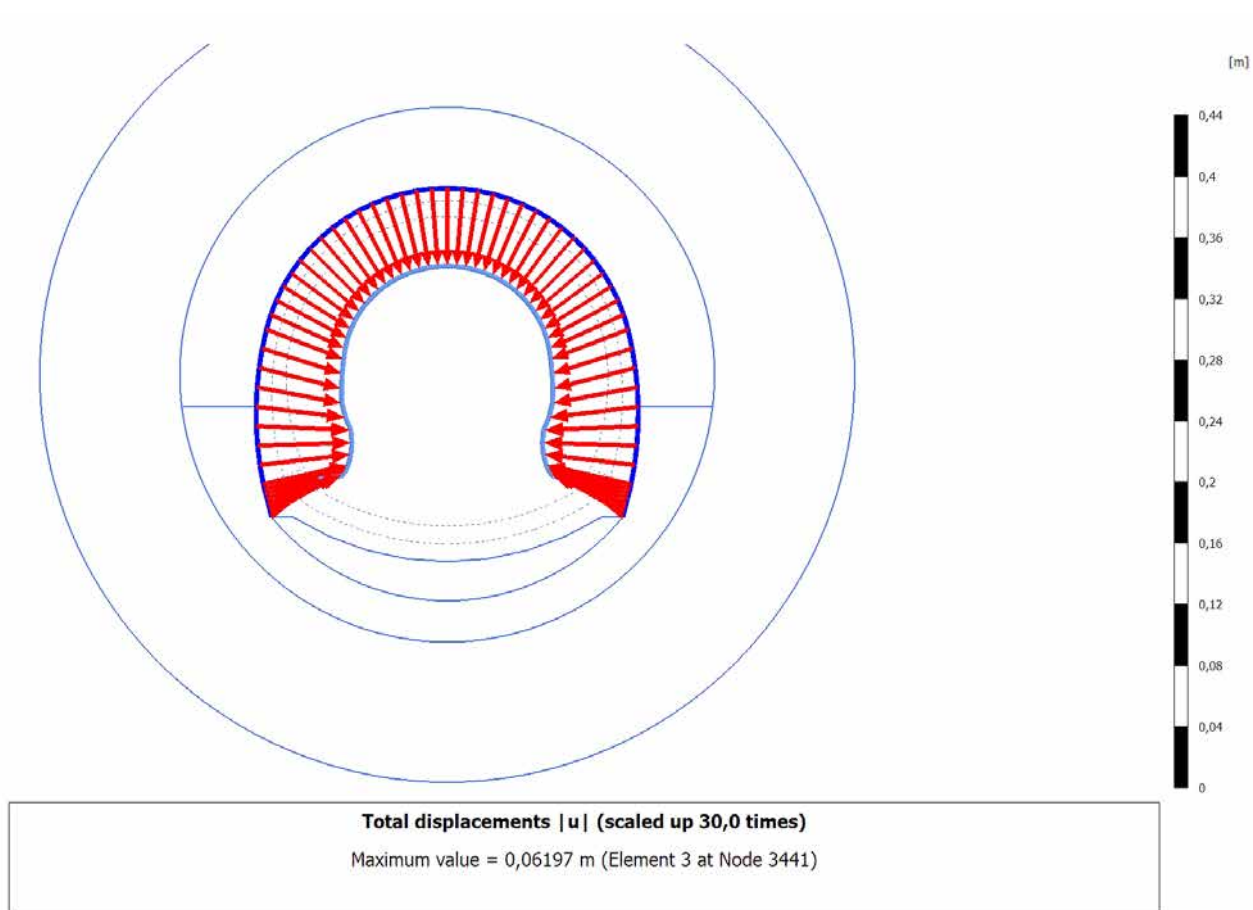
Bending moments M (scaled up 0,0600 times)

Maximum value = 40,77 kNm/m (Element 3 at Node 3440)

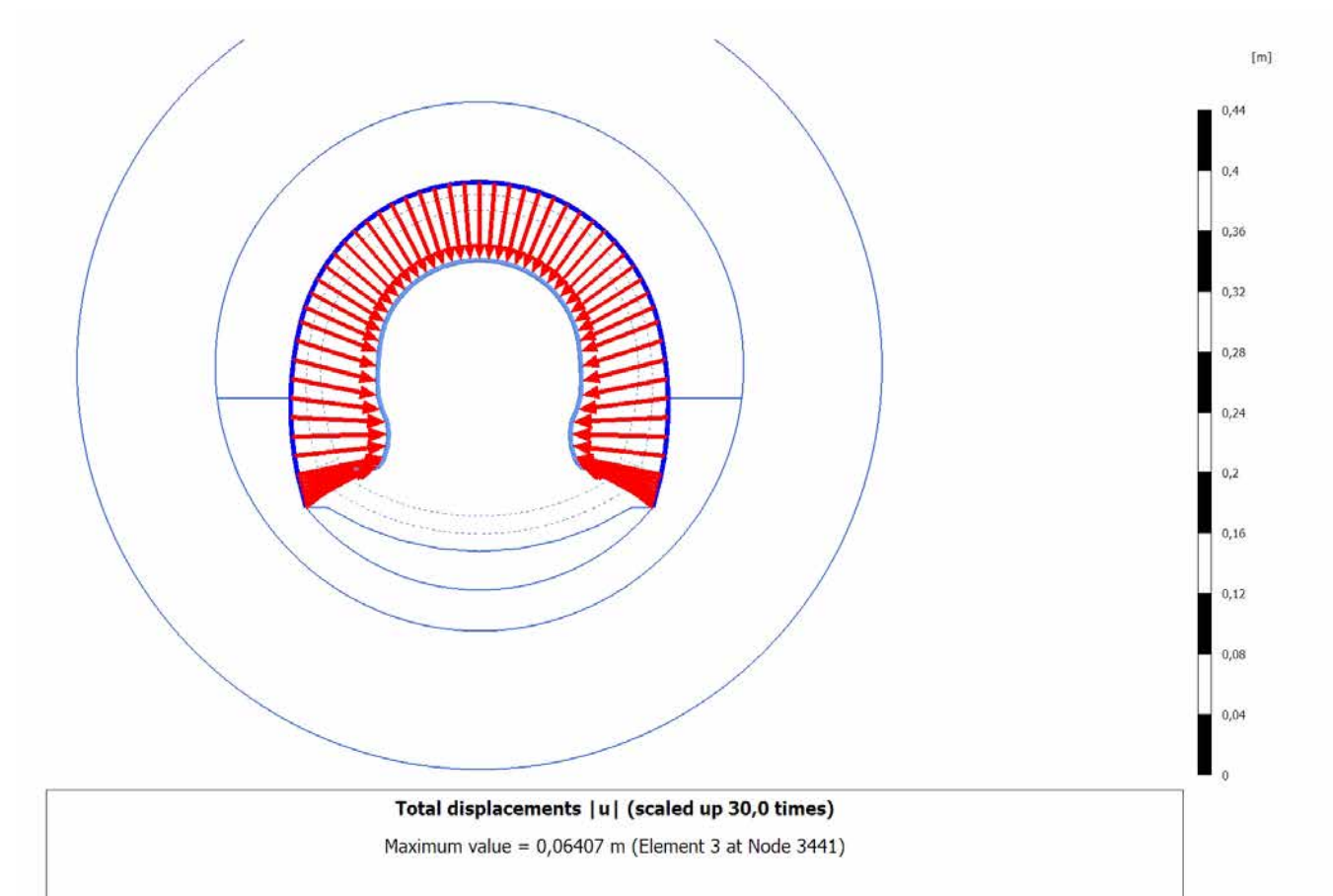
Minimum value = -61,99 kNm/m (Element 14 at Node 1826)

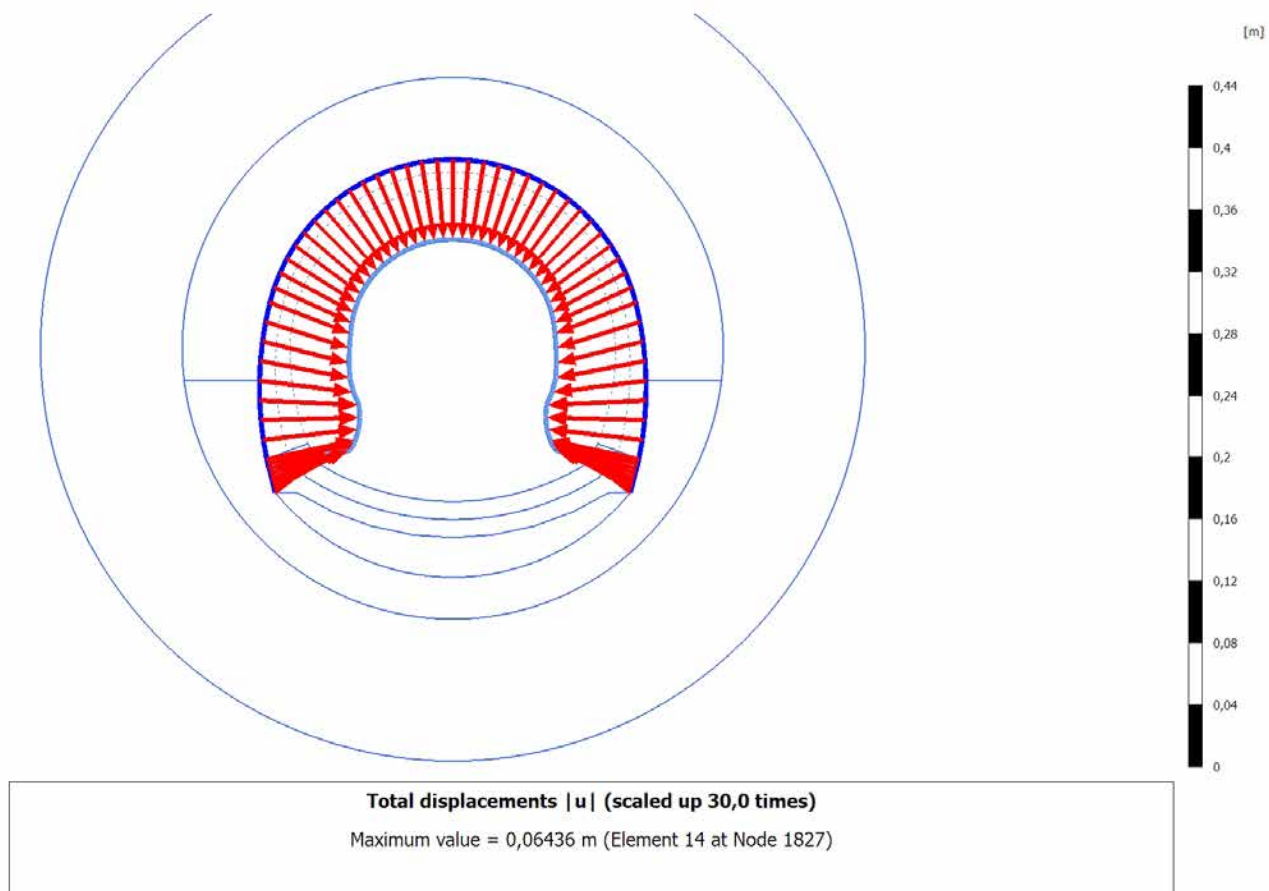
4.8.1 Calculation results, Plate, AVANZAMENTO (10/9), Total displacements $|u|$ 

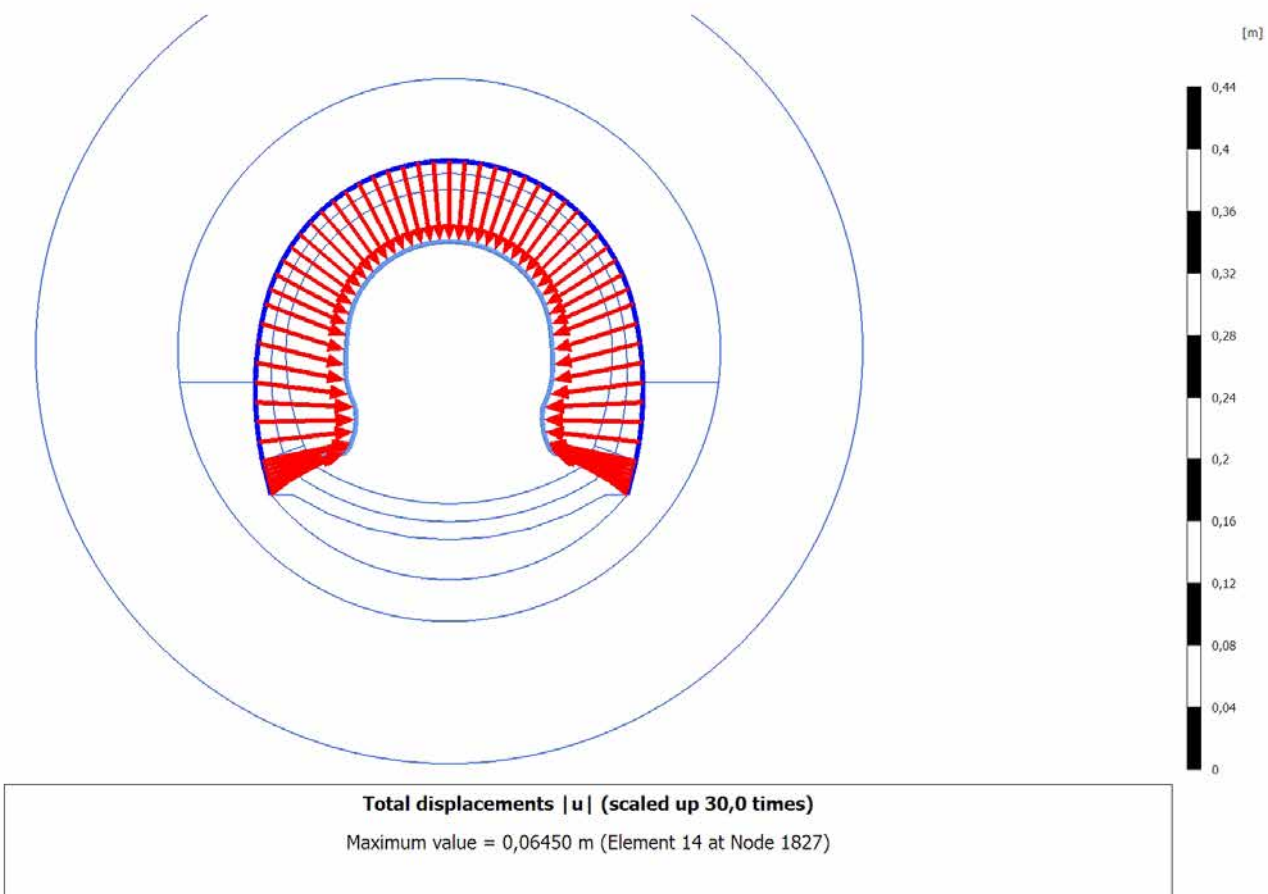
4.8.2 Calculation results, Plate, INSTALLAZIONE CENTINE (11/10), Total displacements $|u|$

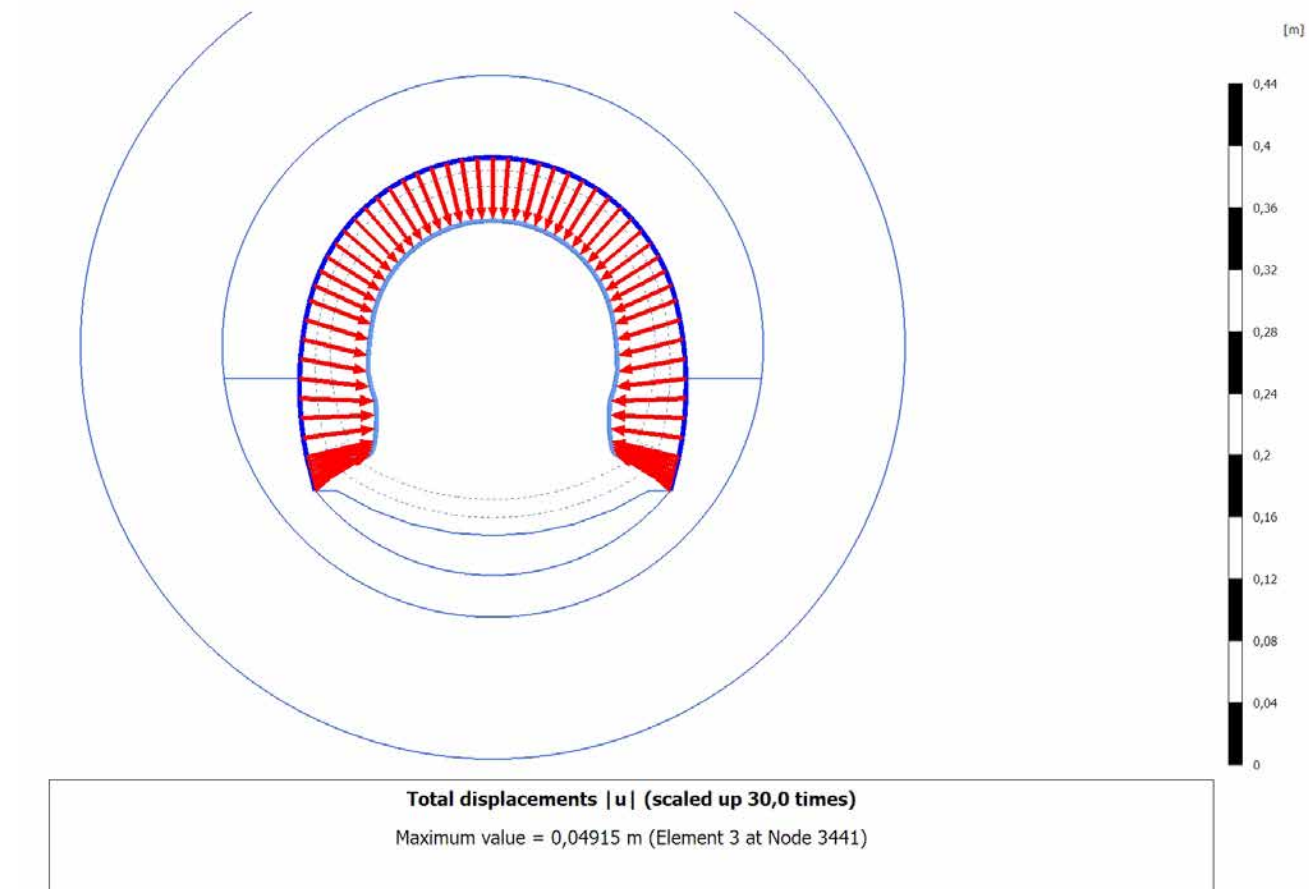


4.8.3 Calculation results, Plate, MATURAZIONE SPRITZ (12/11), Total displacements $|u|$

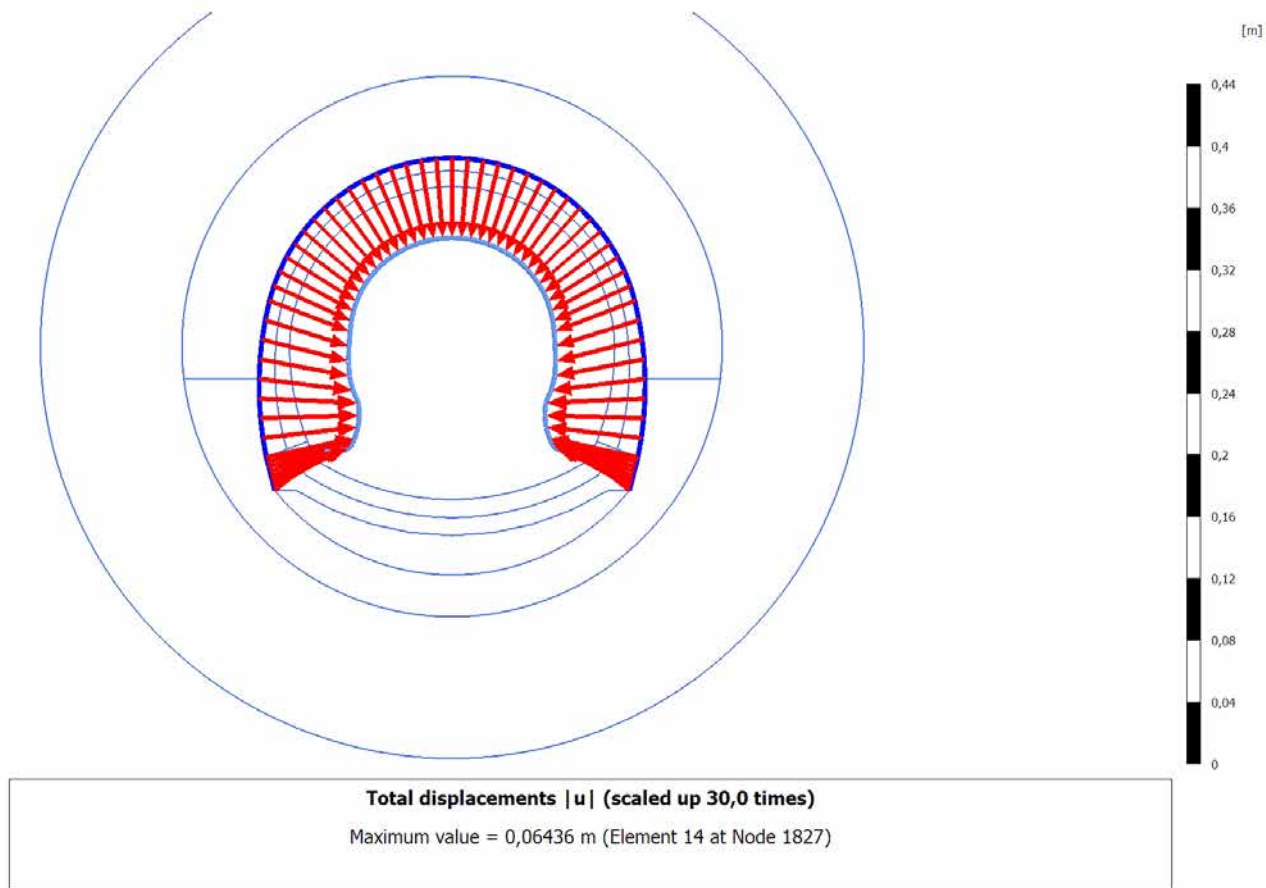


4.8.4 Calculation results, Plate, ARCO (13/17), Total displacements $|u|$ 

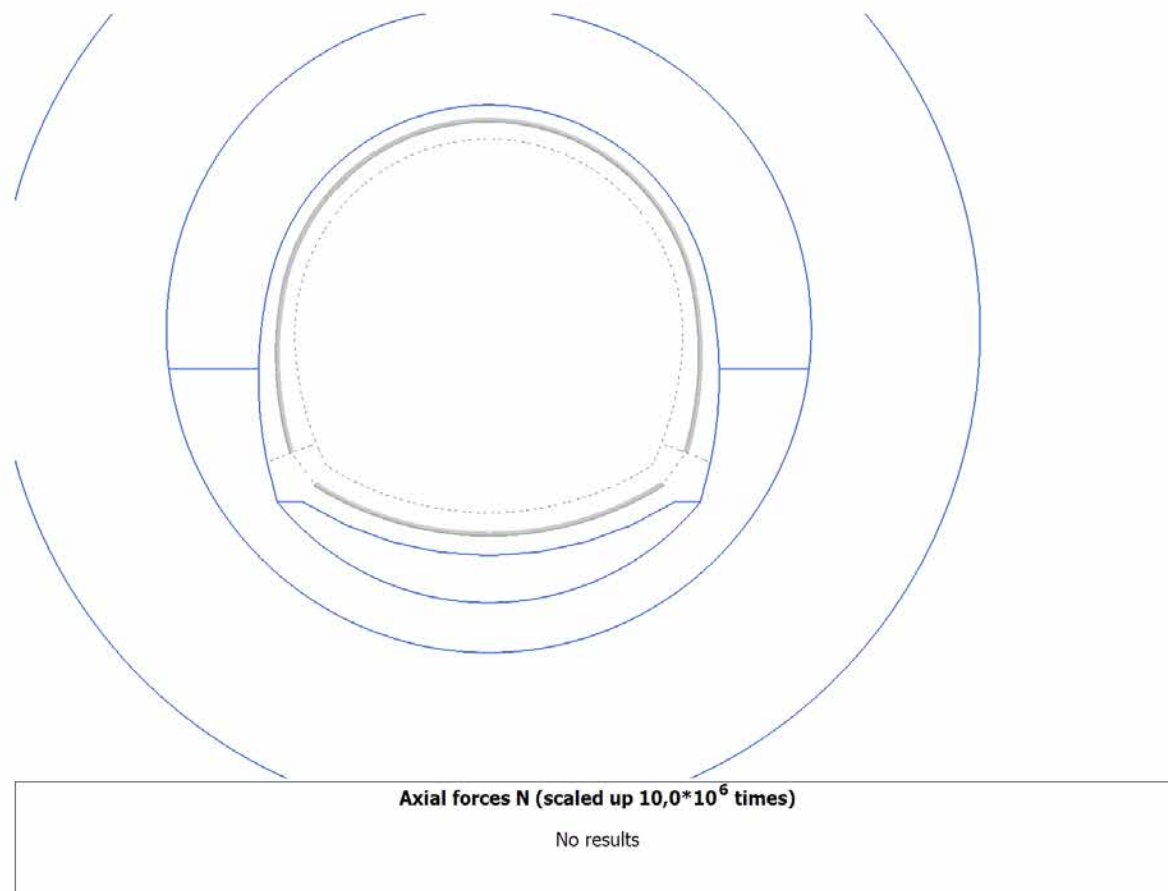
4.8.5 Calculation results, Plate, LT (15/23), Total displacements $|u|$ 

4.8.6 Calculation results, Plate, SCAVO (2/30), Total displacements $|u|$ 

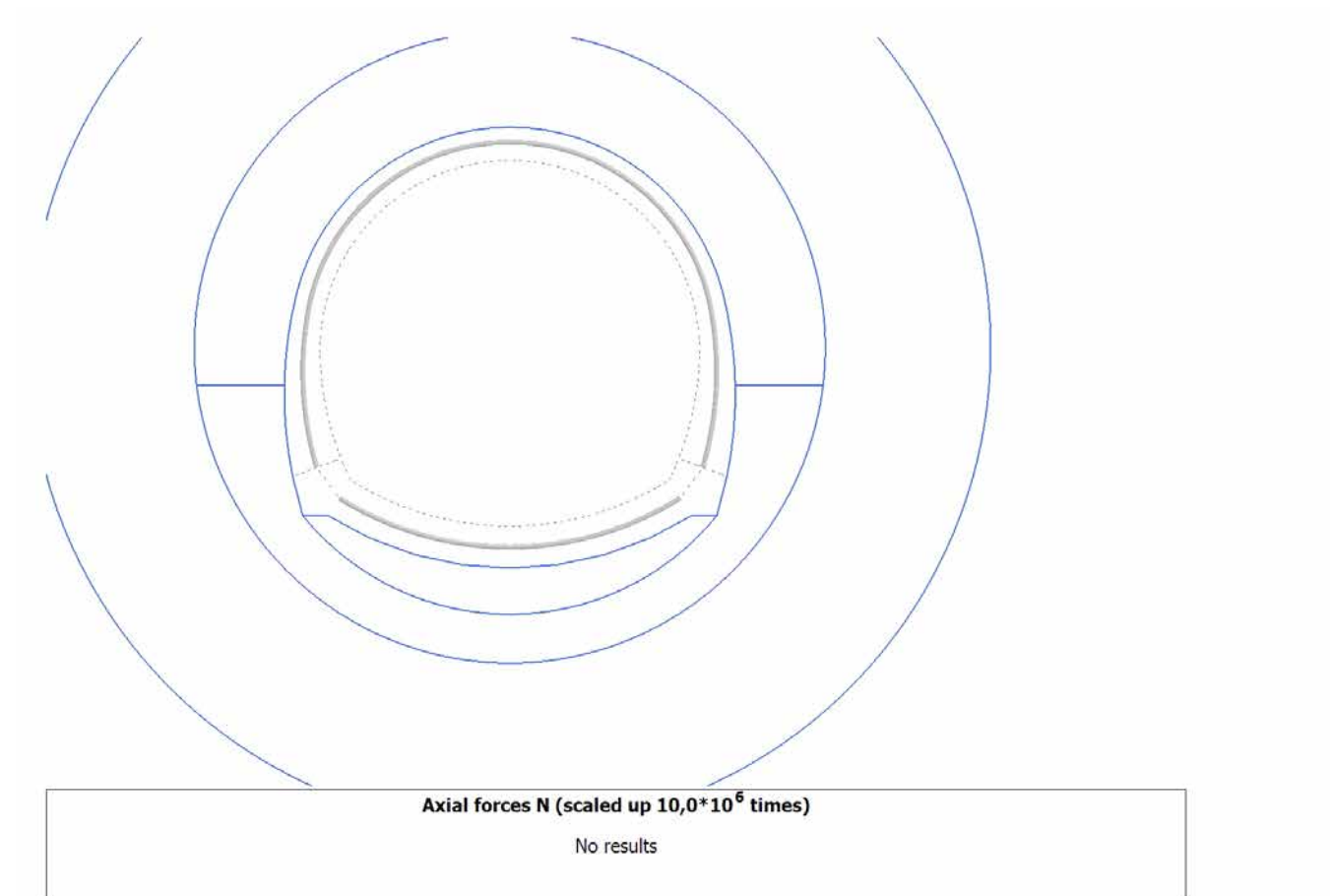
4.8.7 Calculation results, Plate, CALOTTA (14/36), Total displacements $|u|$



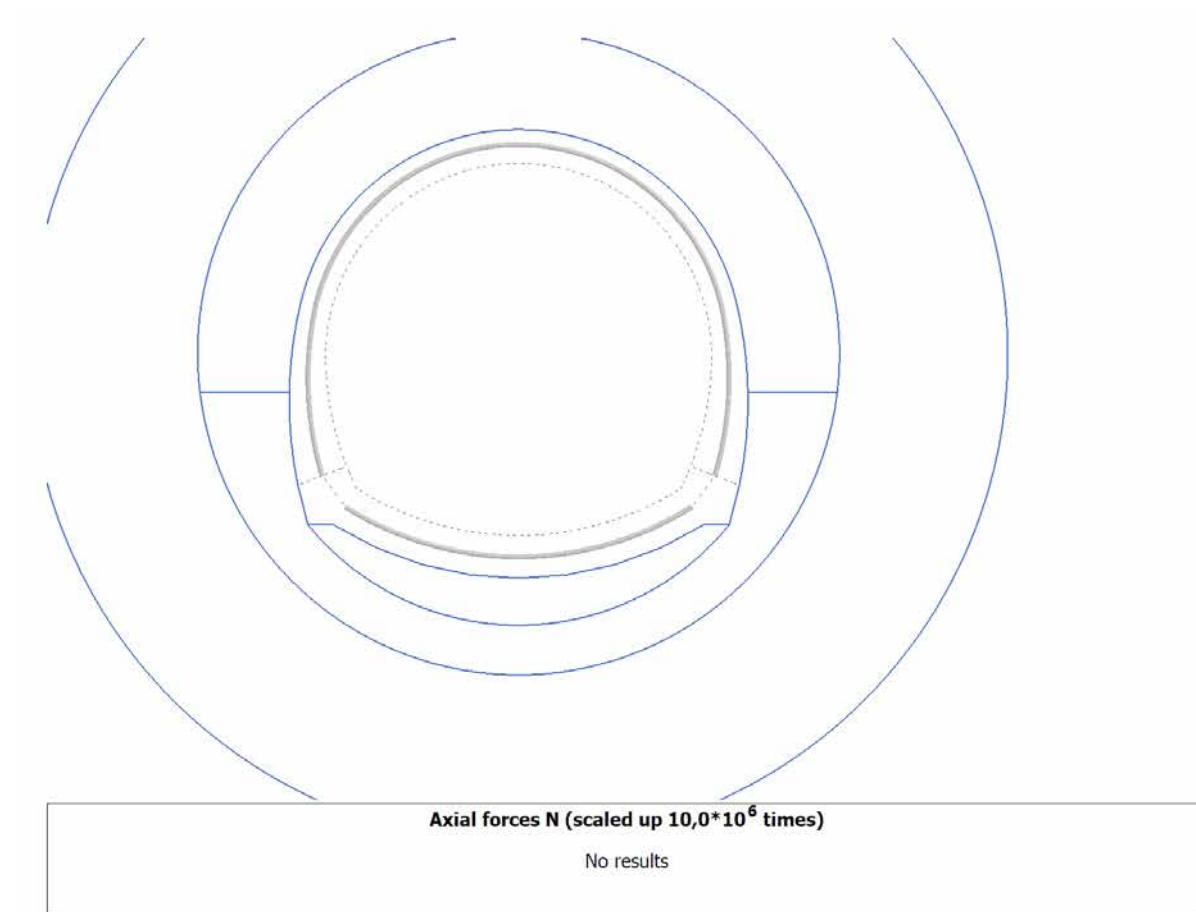
4.9.1 Calculation results, Plate, AVANZAMENTO (10/9), Axial forces N



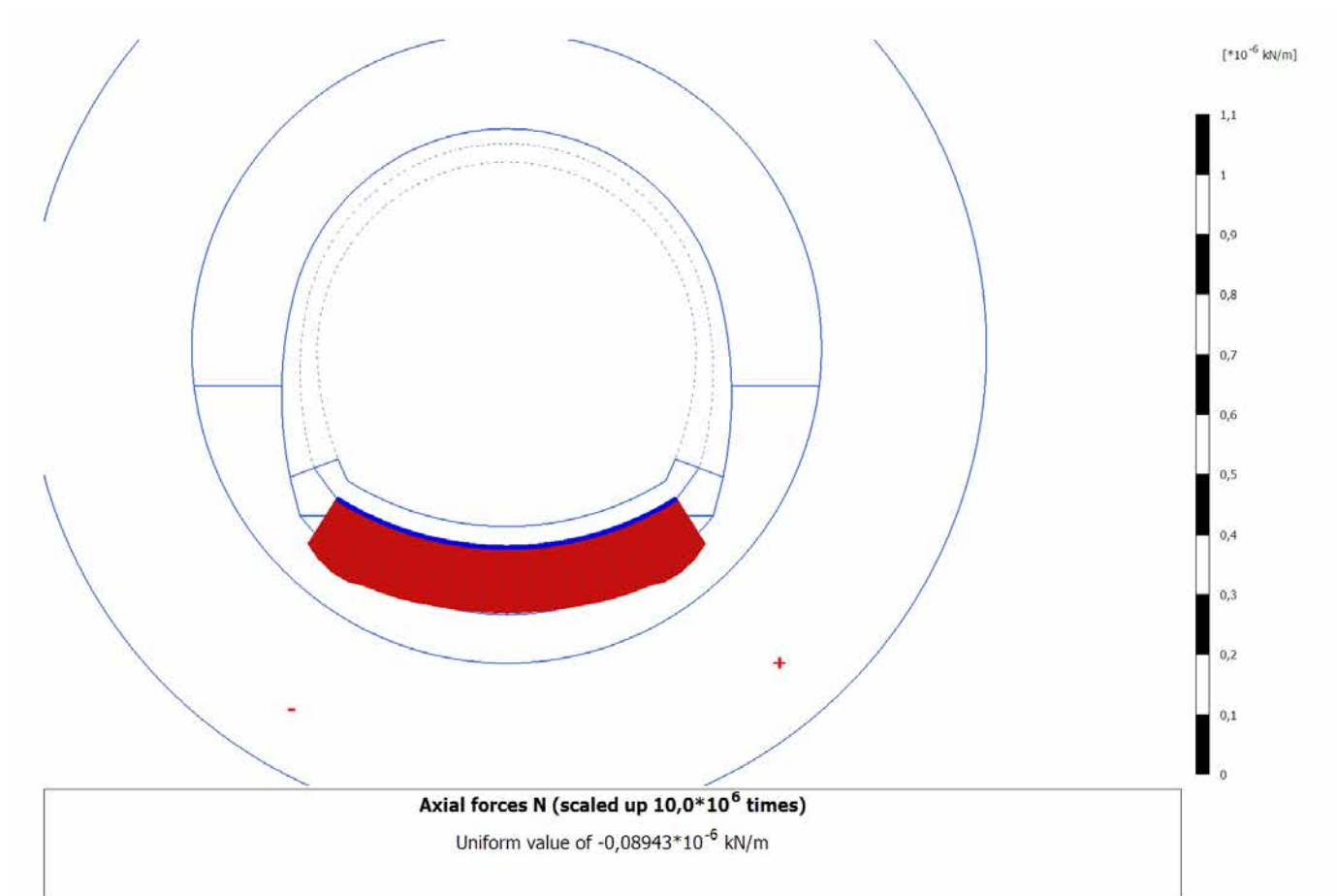
4.9.2 Calculation results, Plate, INSTALLAZIONE CENTINE (11/10), Axial forces N



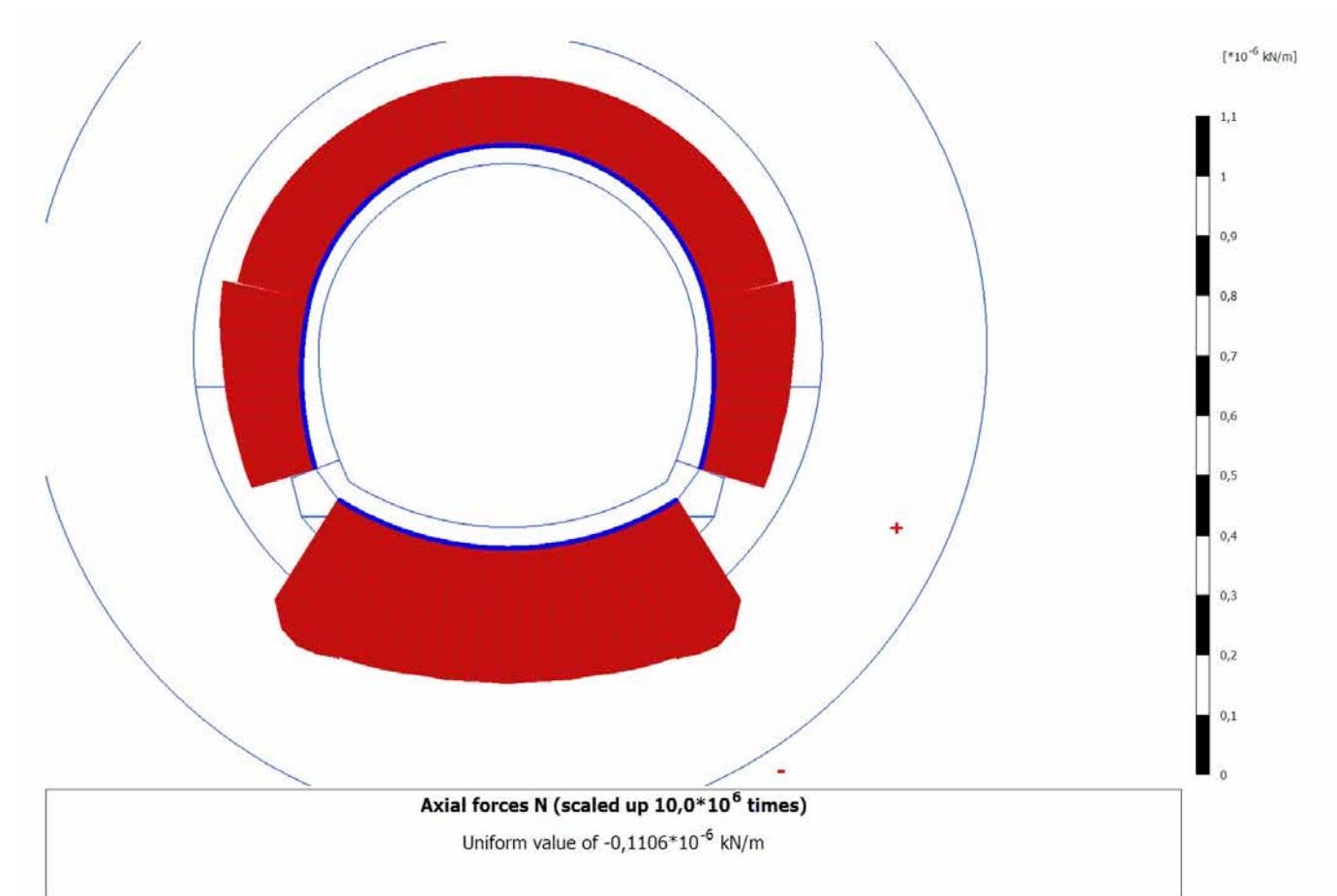
4.9.3 Calculation results, Plate, MATURAZIONE SPRITZ (12/11), Axial forces N



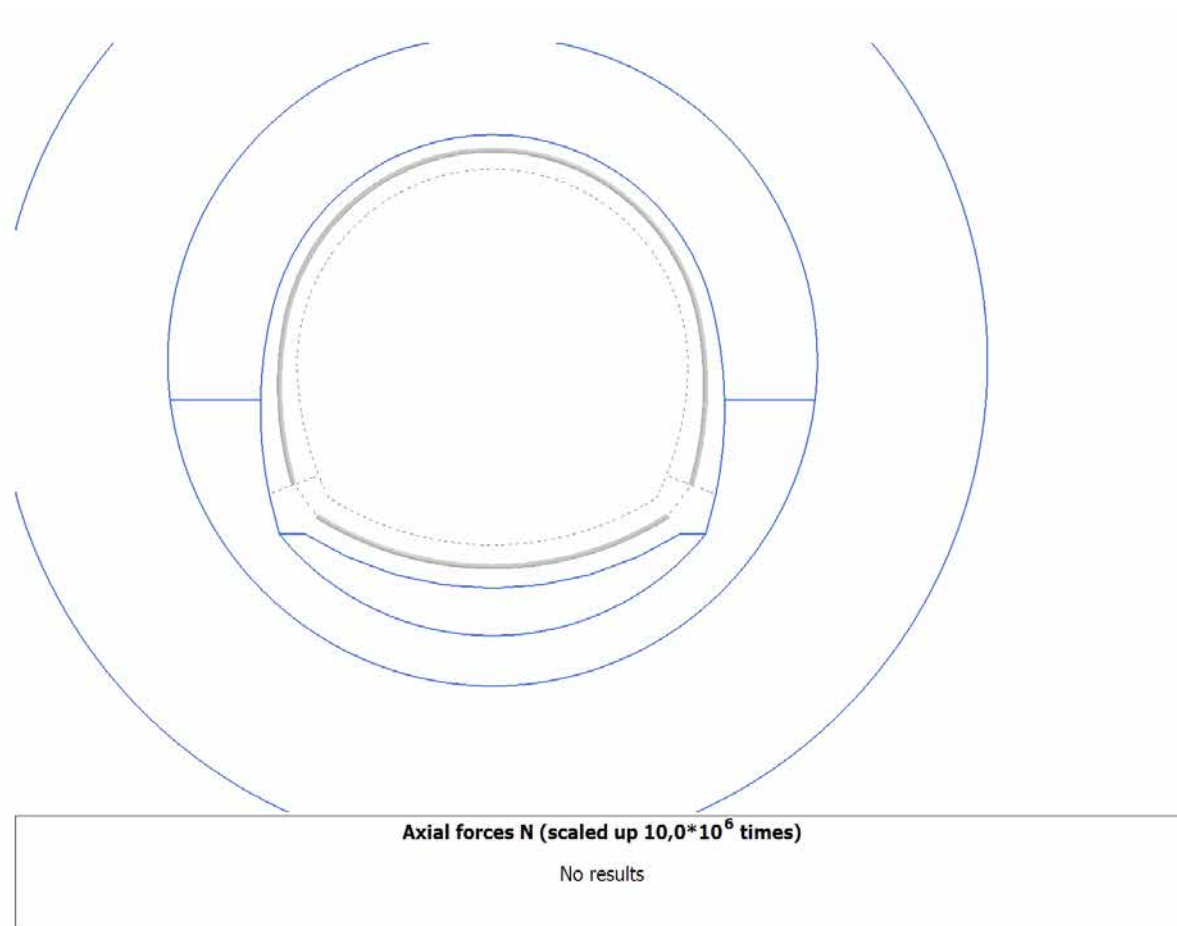
4.9.4 Calculation results, Plate, ARCO (13/17), Axial forces N



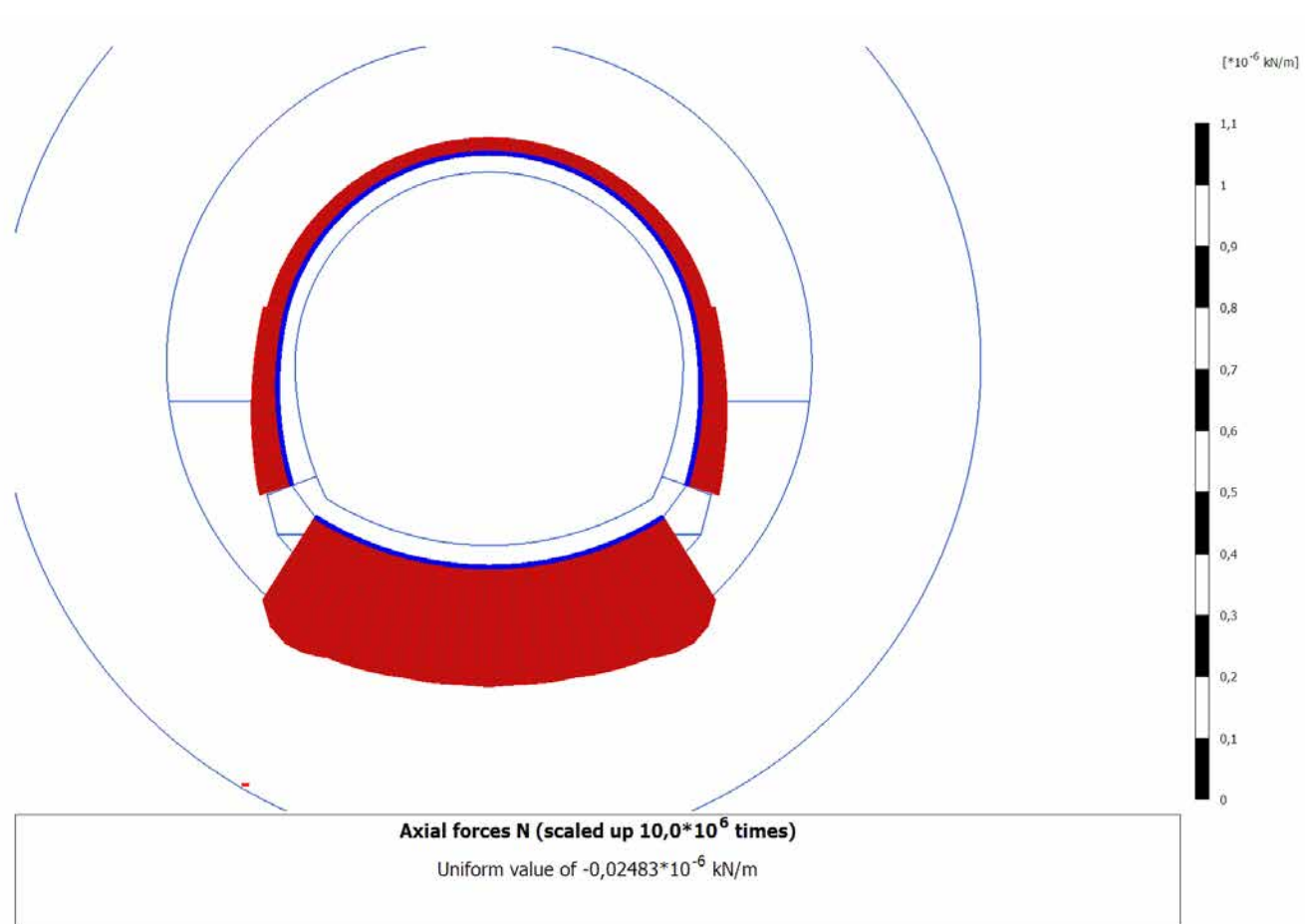
4.9.5 Calculation results, Plate, LT (15/23), Axial forces N



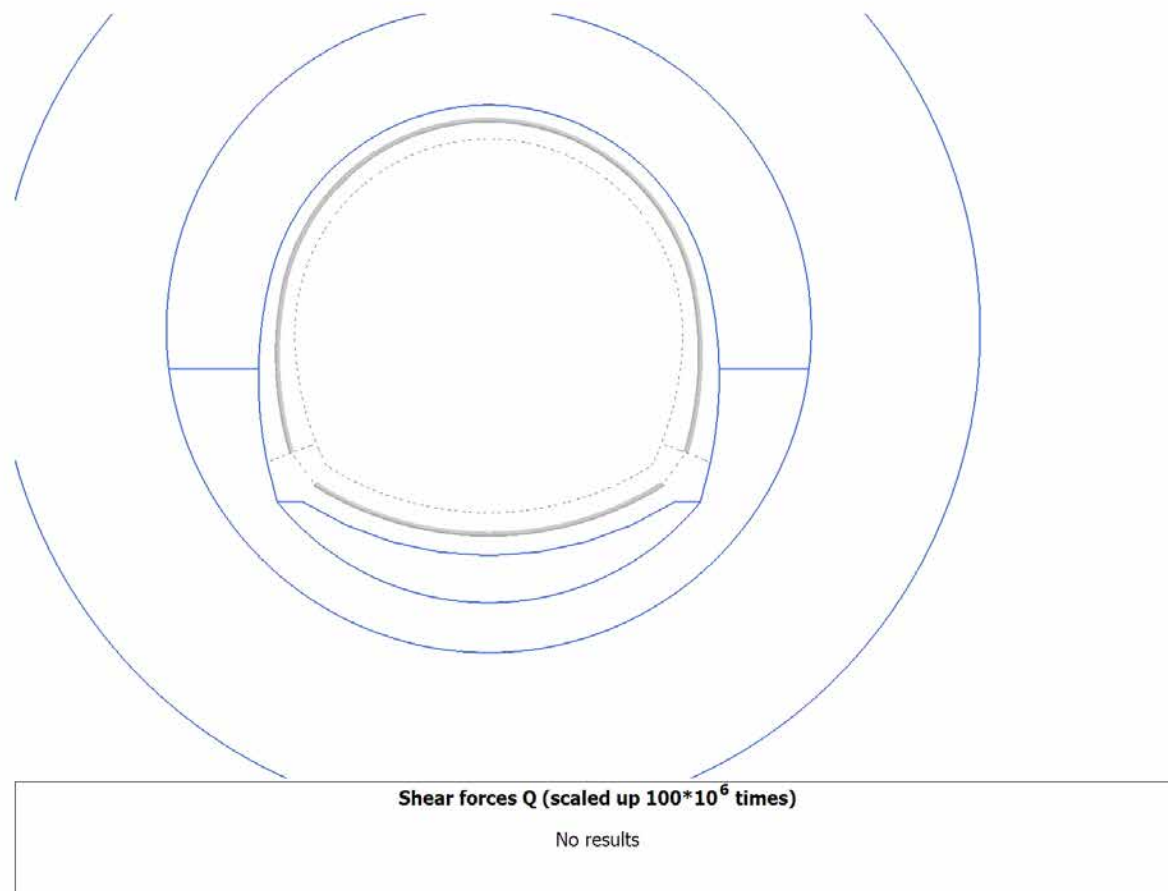
4.9.6 Calculation results, Plate, SCAVO (2/30), Axial forces N



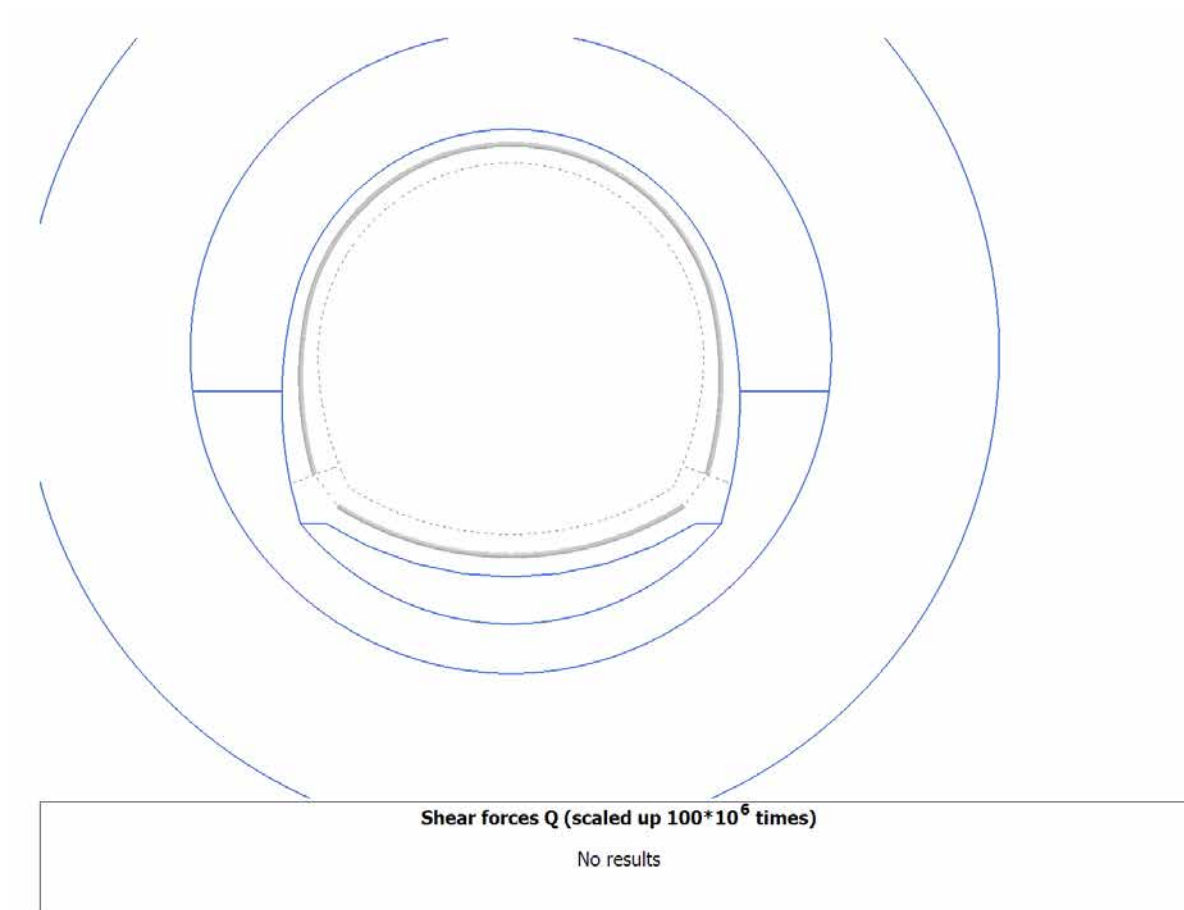
4.9.7 Calculation results, Plate, CALOTTA (14/36), Axial forces N



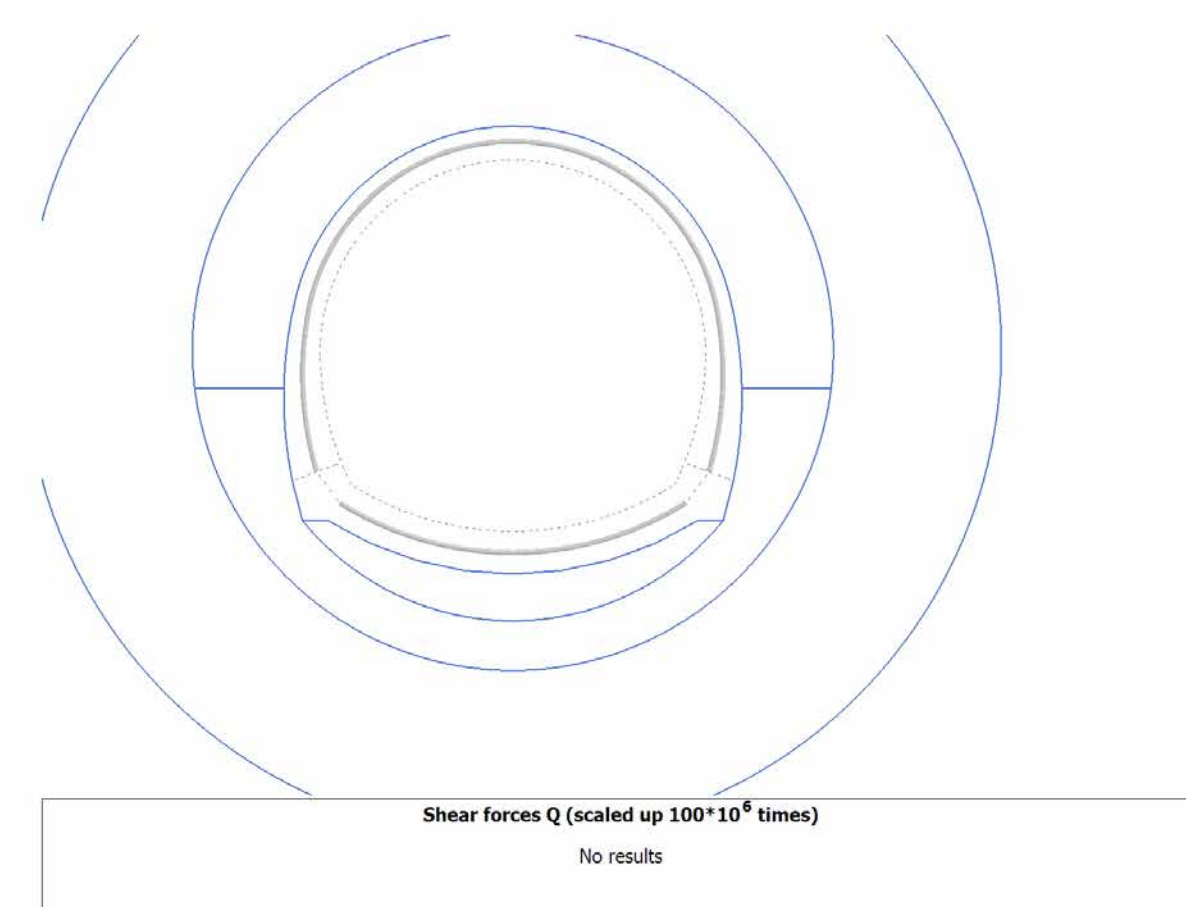
4.10.1 Calculation results, Plate, AVANZAMENTO (10/9), Shear forces Q



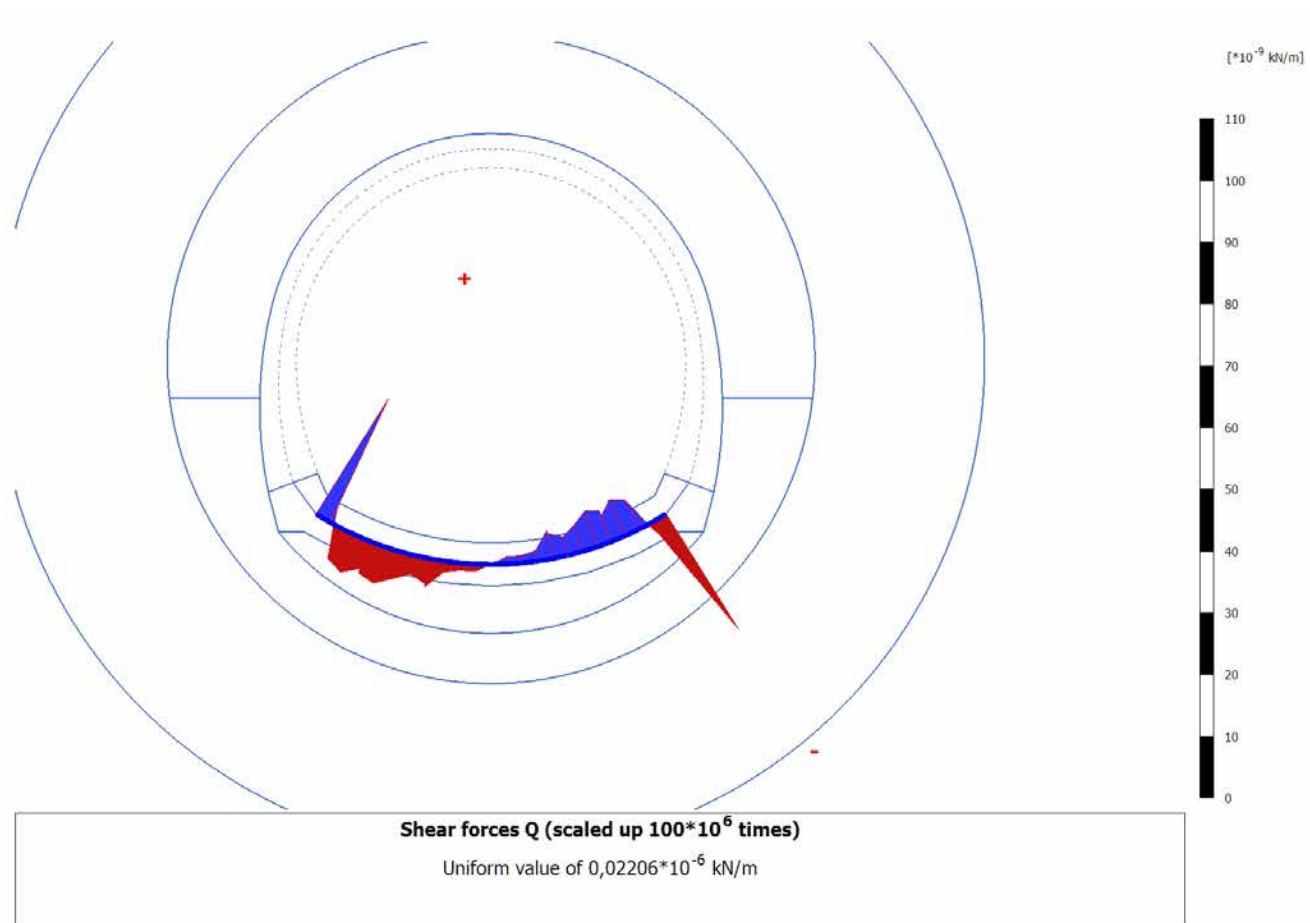
4.10.2 Calculation results, Plate, INSTALLAZIONE CENTINE (11/10), Shear forces Q



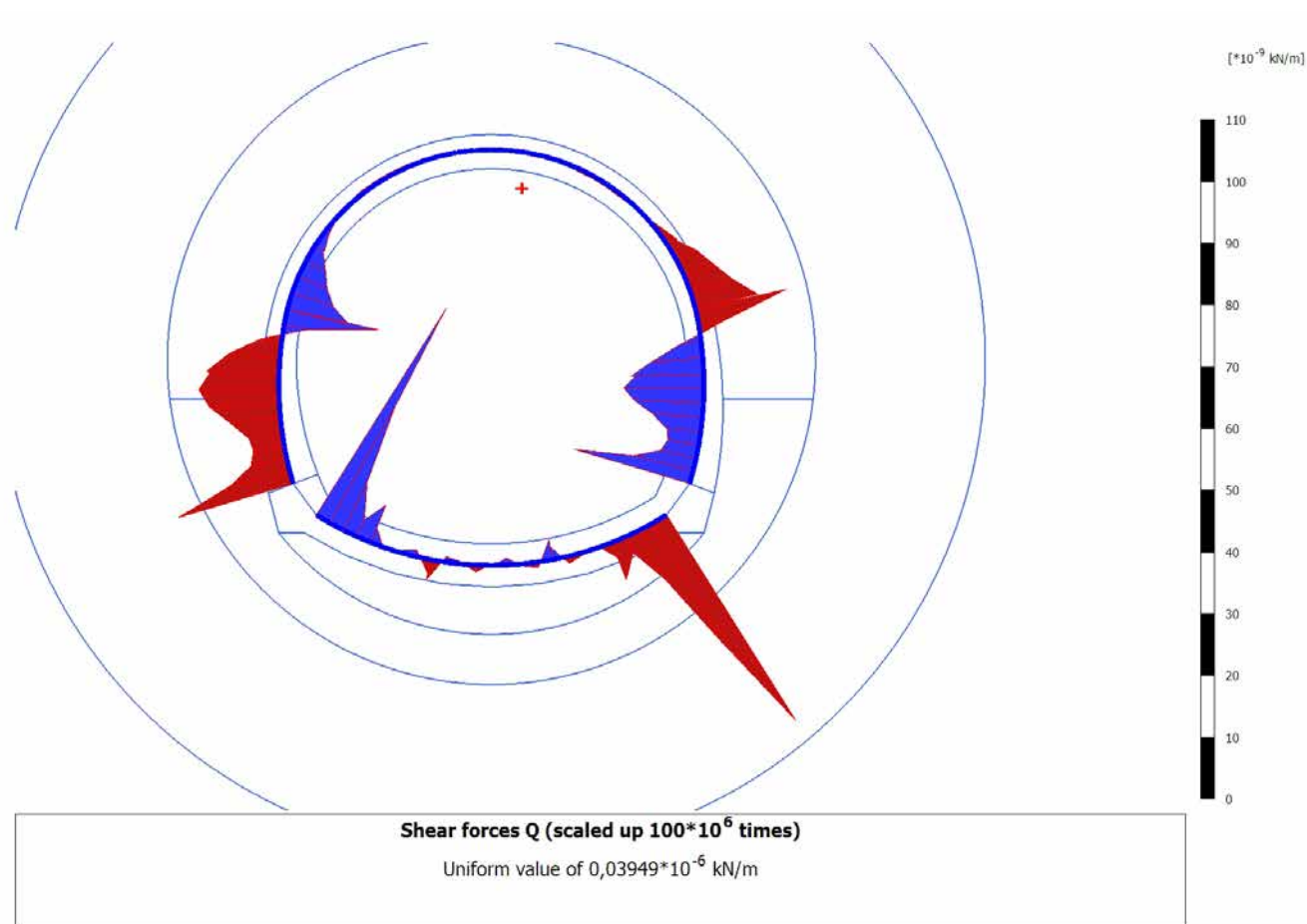
4.10.3 Calculation results, Plate, MATURAZIONE SPRITZ (12/11), Shear forces Q



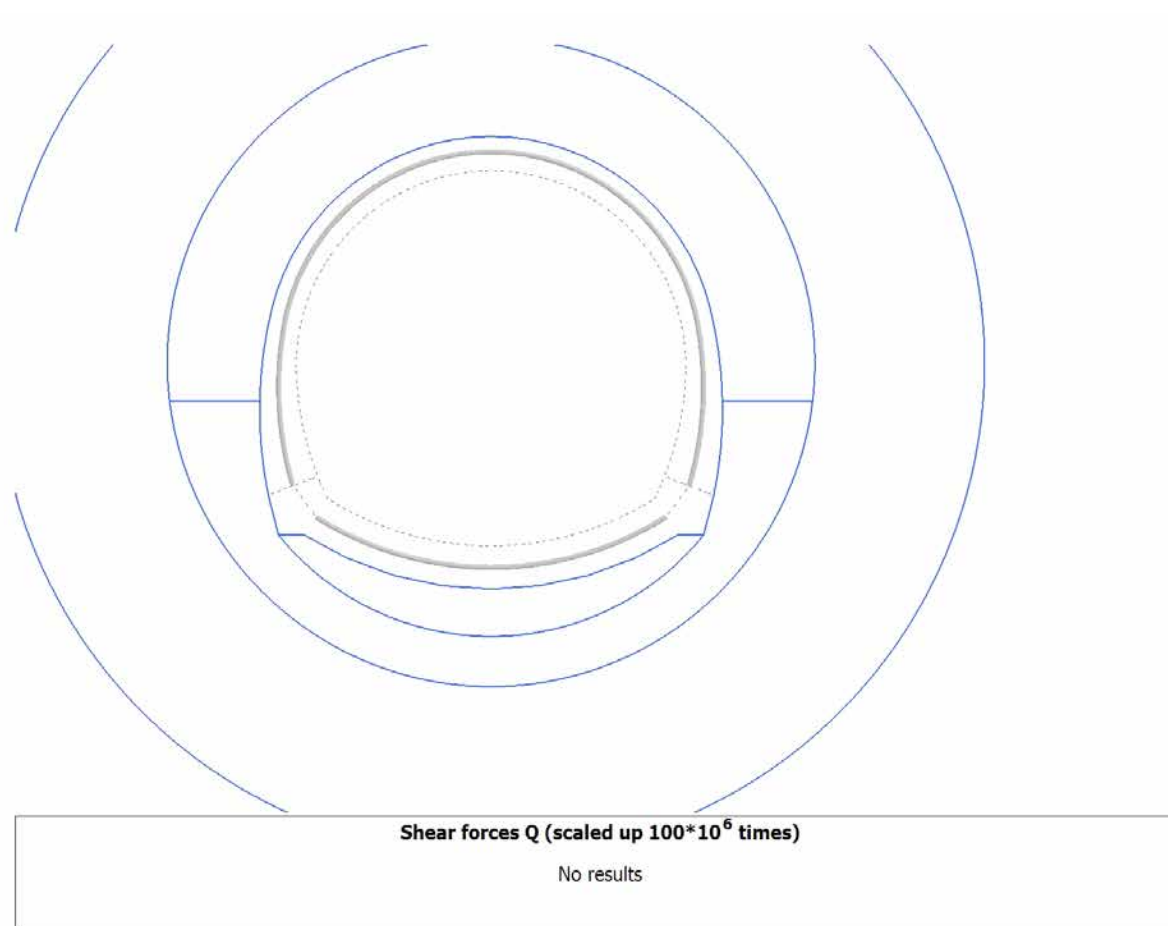
4.10.4 Calculation results, Plate, ARCO (13/17), Shear forces Q



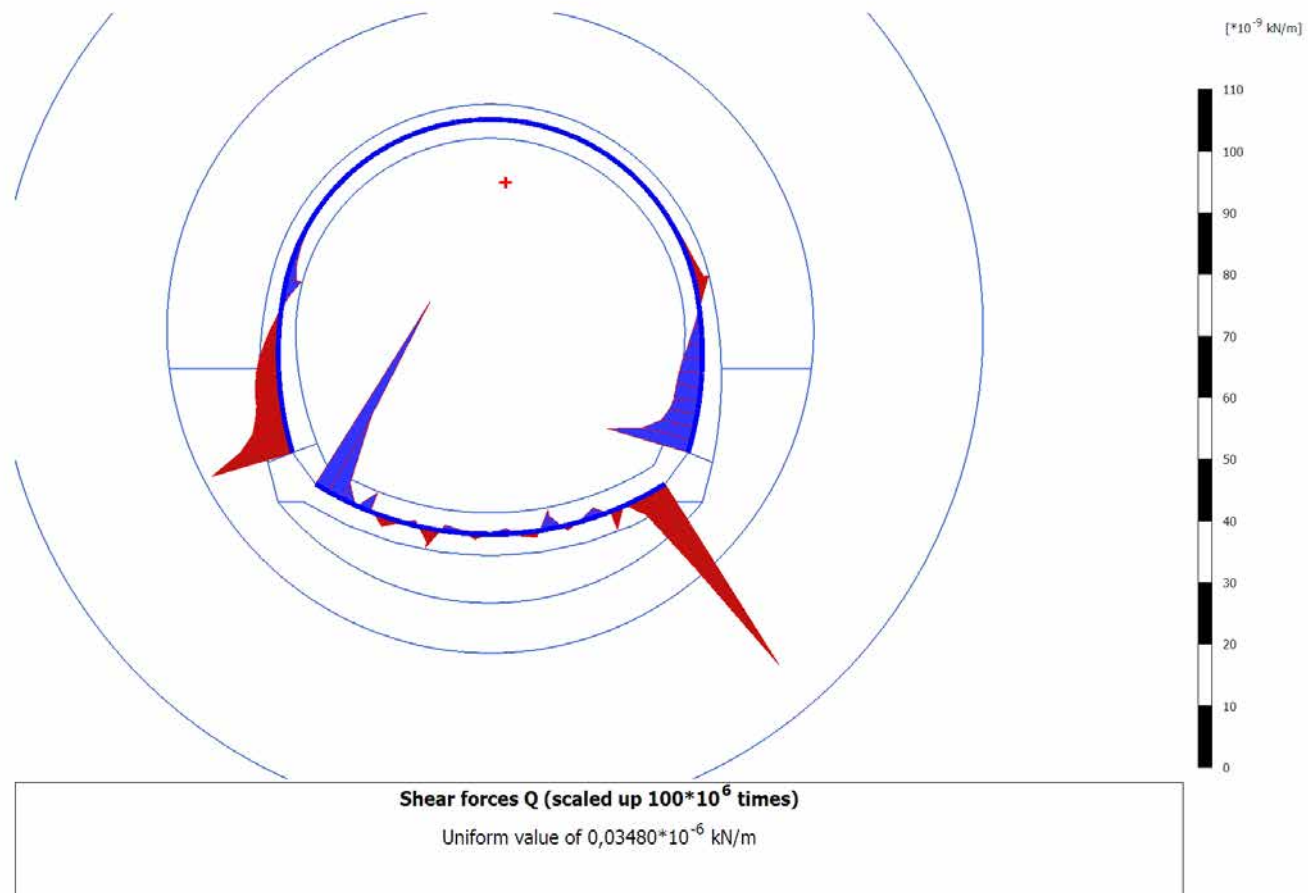
4.10.5 Calculation results, Plate, LT (15/23), Shear forces Q



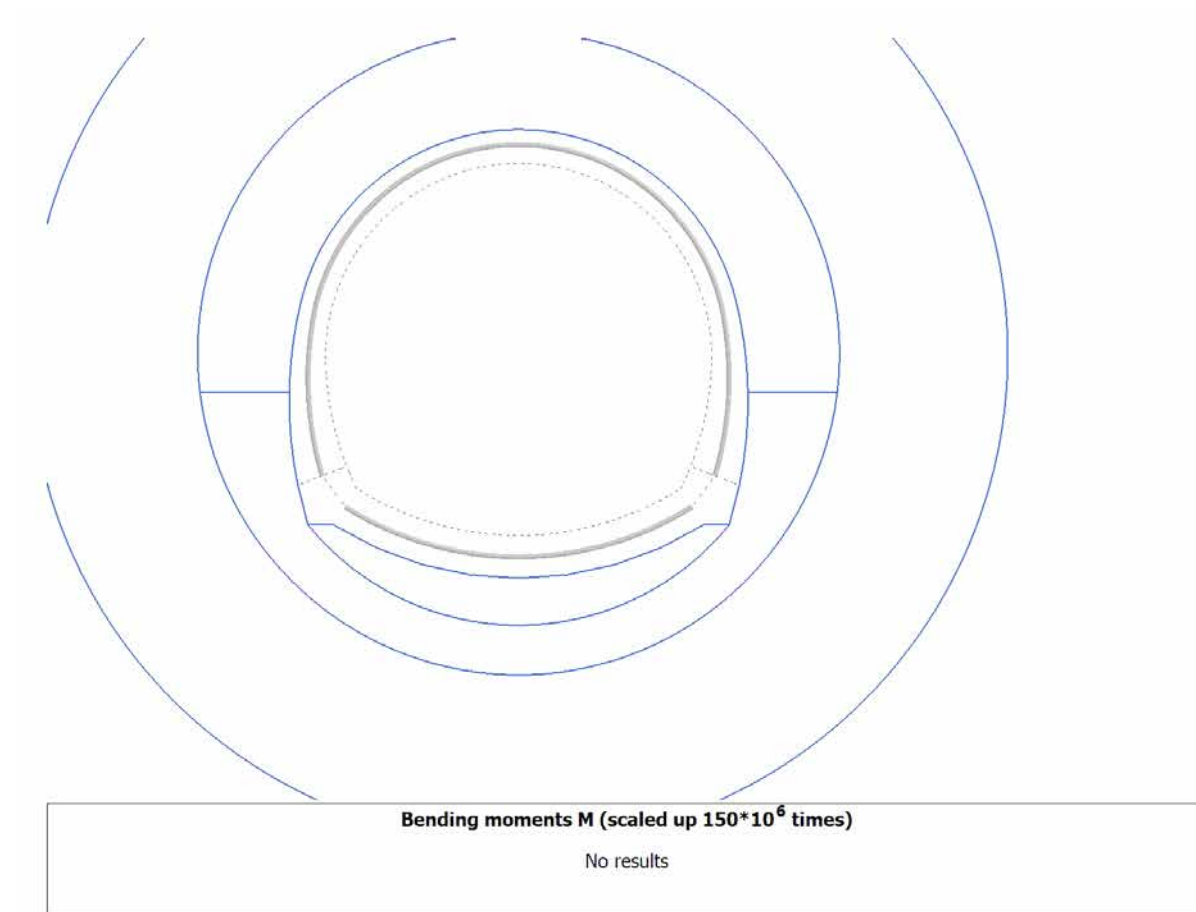
4.10.6 Calculation results, Plate, SCAVO (2/30), Shear forces Q



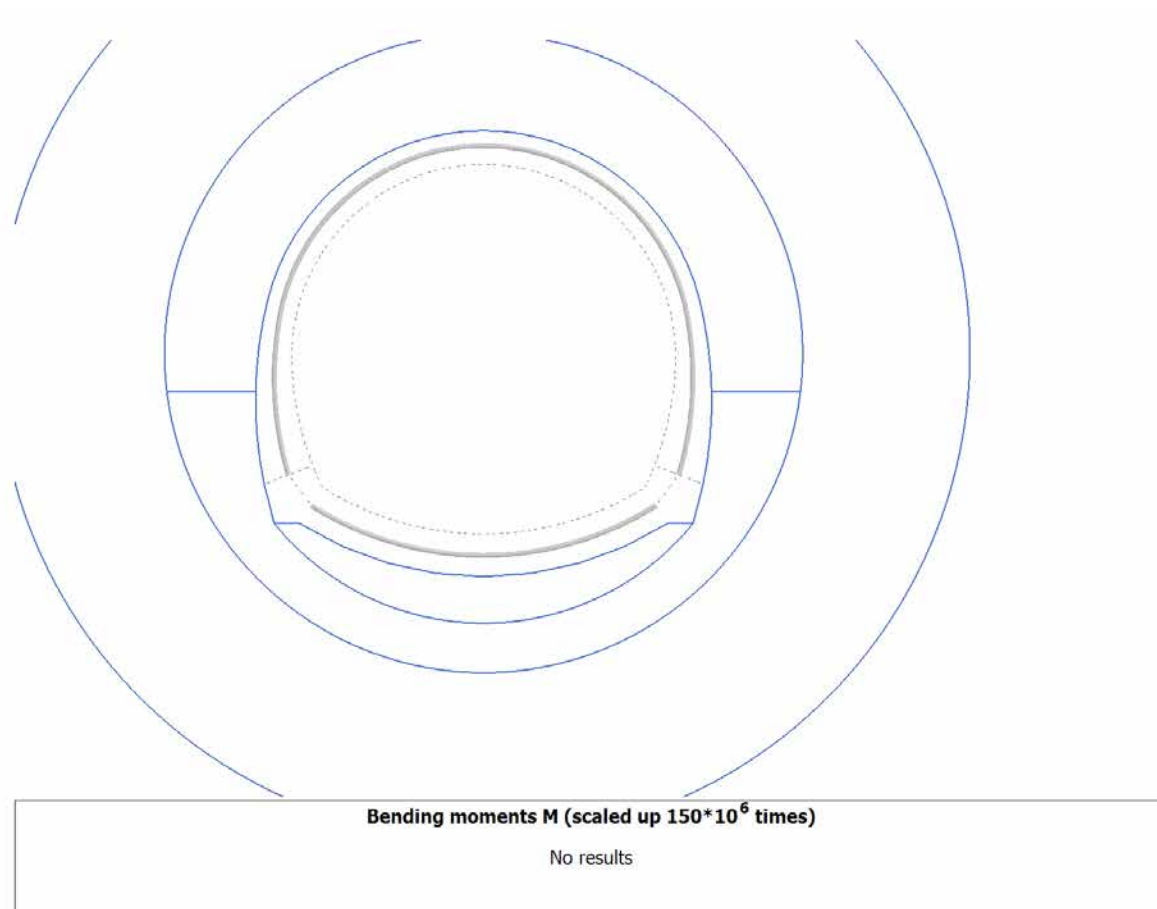
4.10.7 Calculation results, Plate, CALOTTA (14/36), Shear forces Q



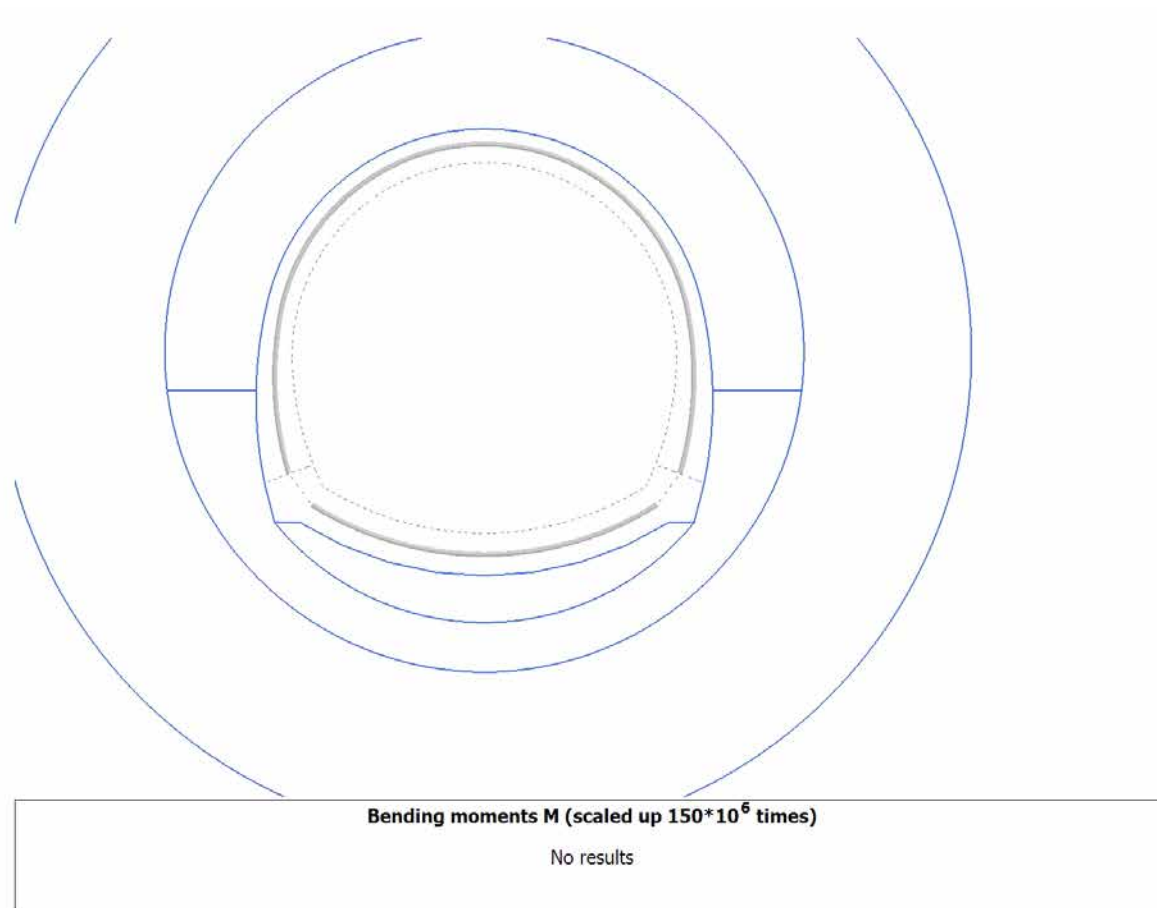
4.11.1 Calculation results, Plate, AVANZAMENTO (10/9), Bending moments M



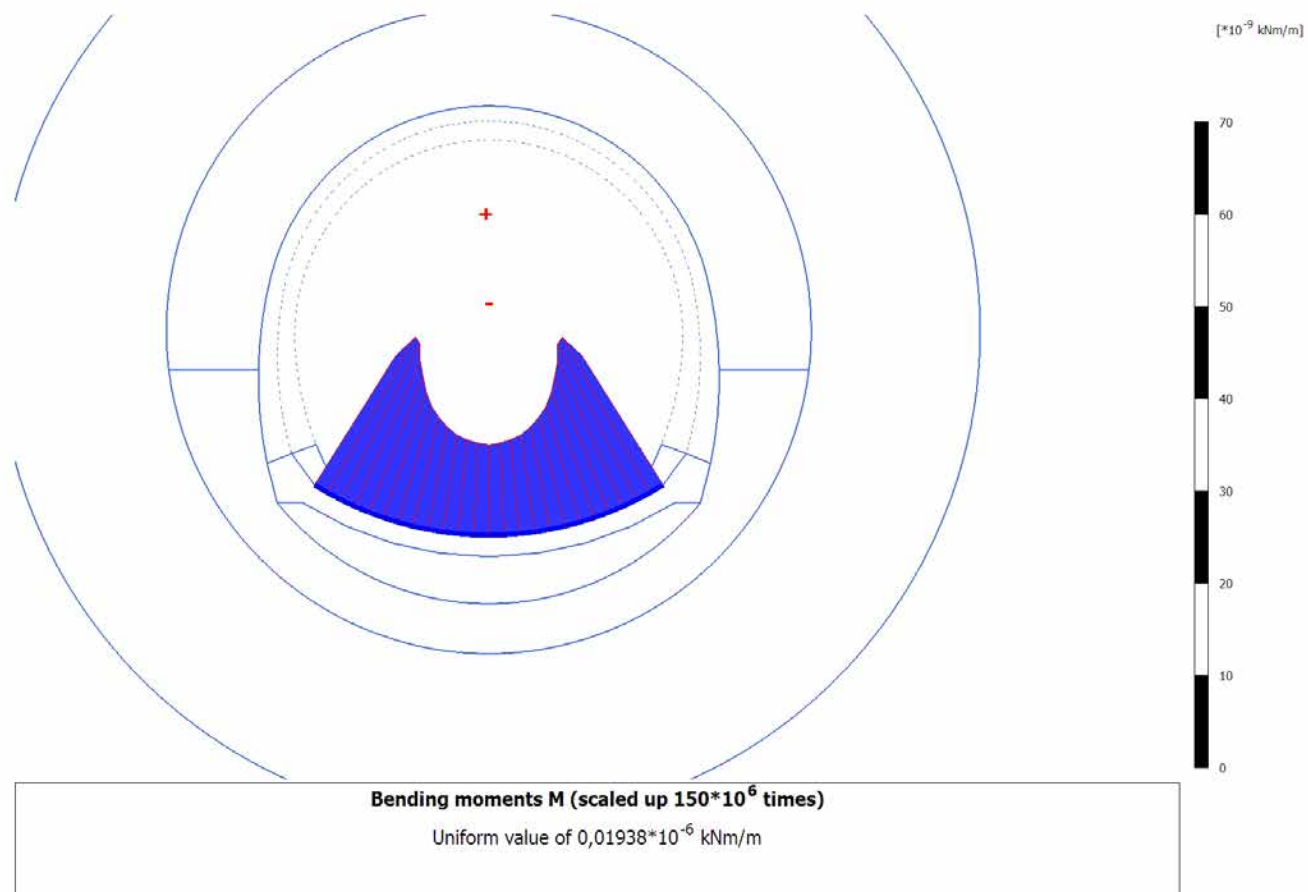
4.11.2 Calculation results, Plate, INSTALLAZIONE CENTINE (11/10), Bending moments M



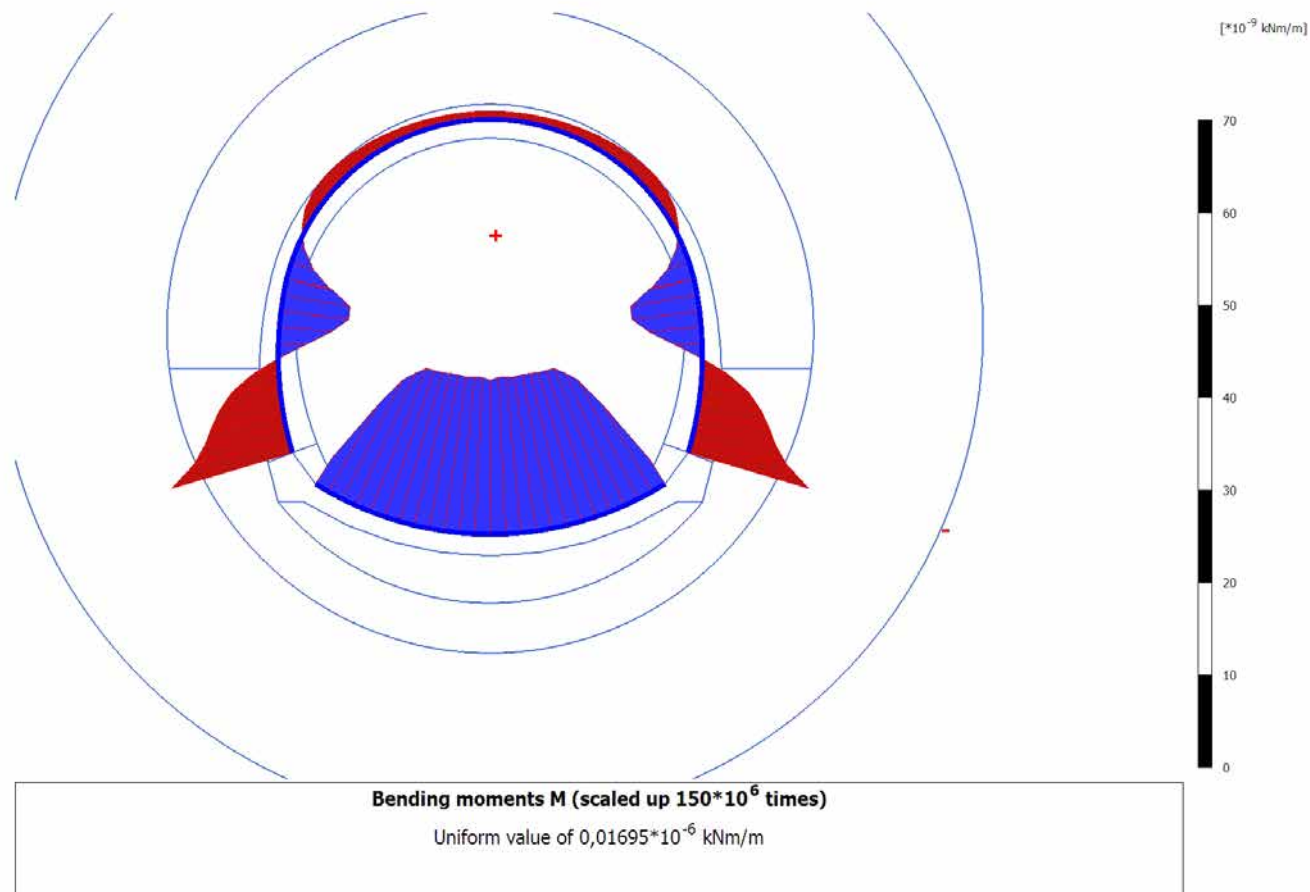
4.11.3 Calculation results, Plate, MATURAZIONE SPRITZ (12/11), Bending moments M



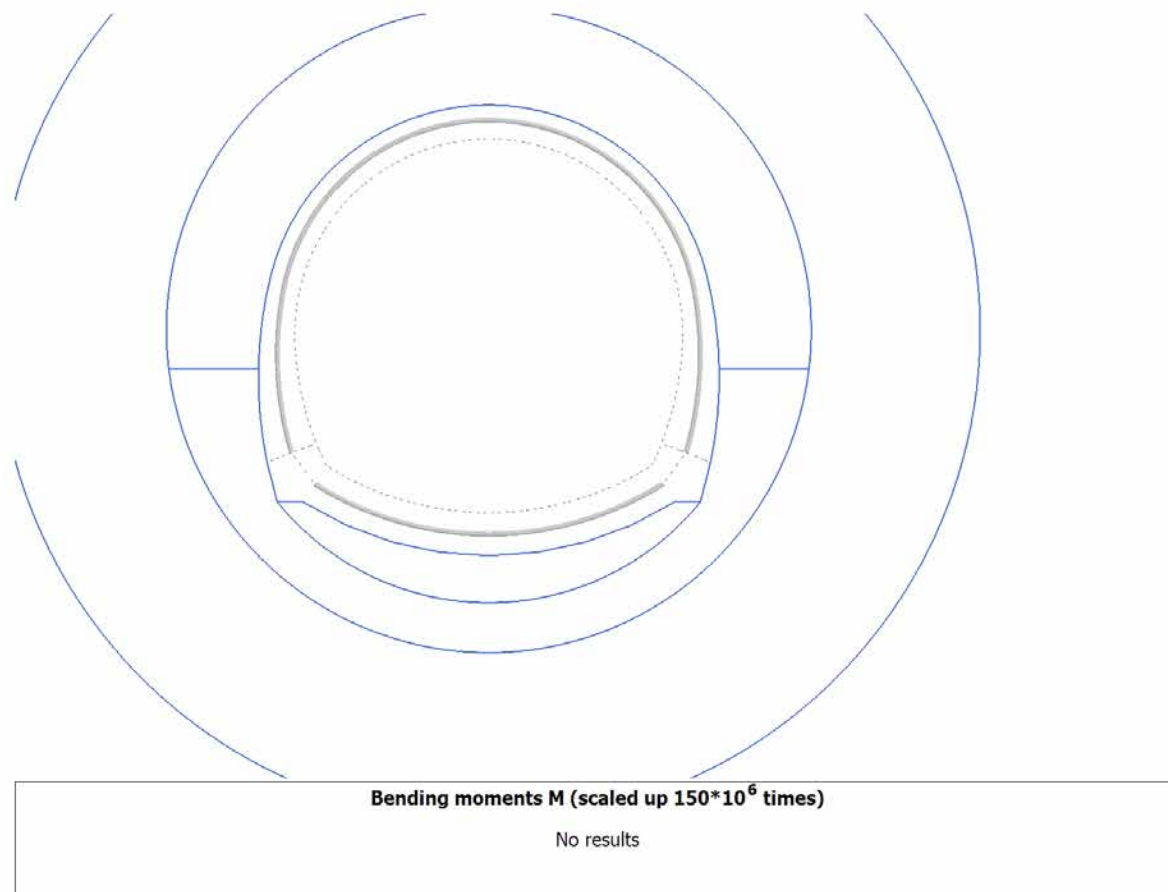
4.11.4 Calculation results, Plate, ARCO (13/17), Bending moments M



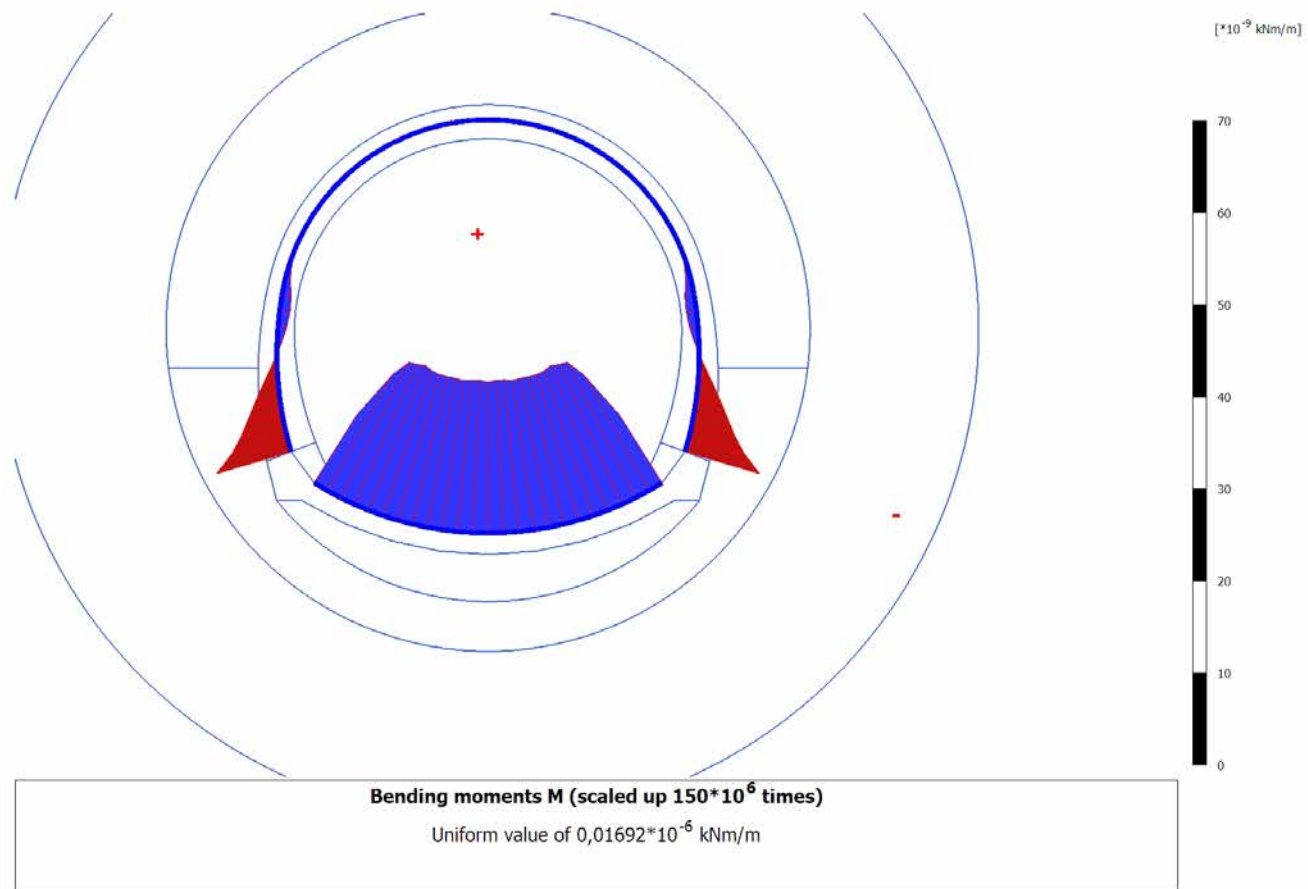
4.11.5 Calculation results, Plate, LT (15/23), Bending moments M



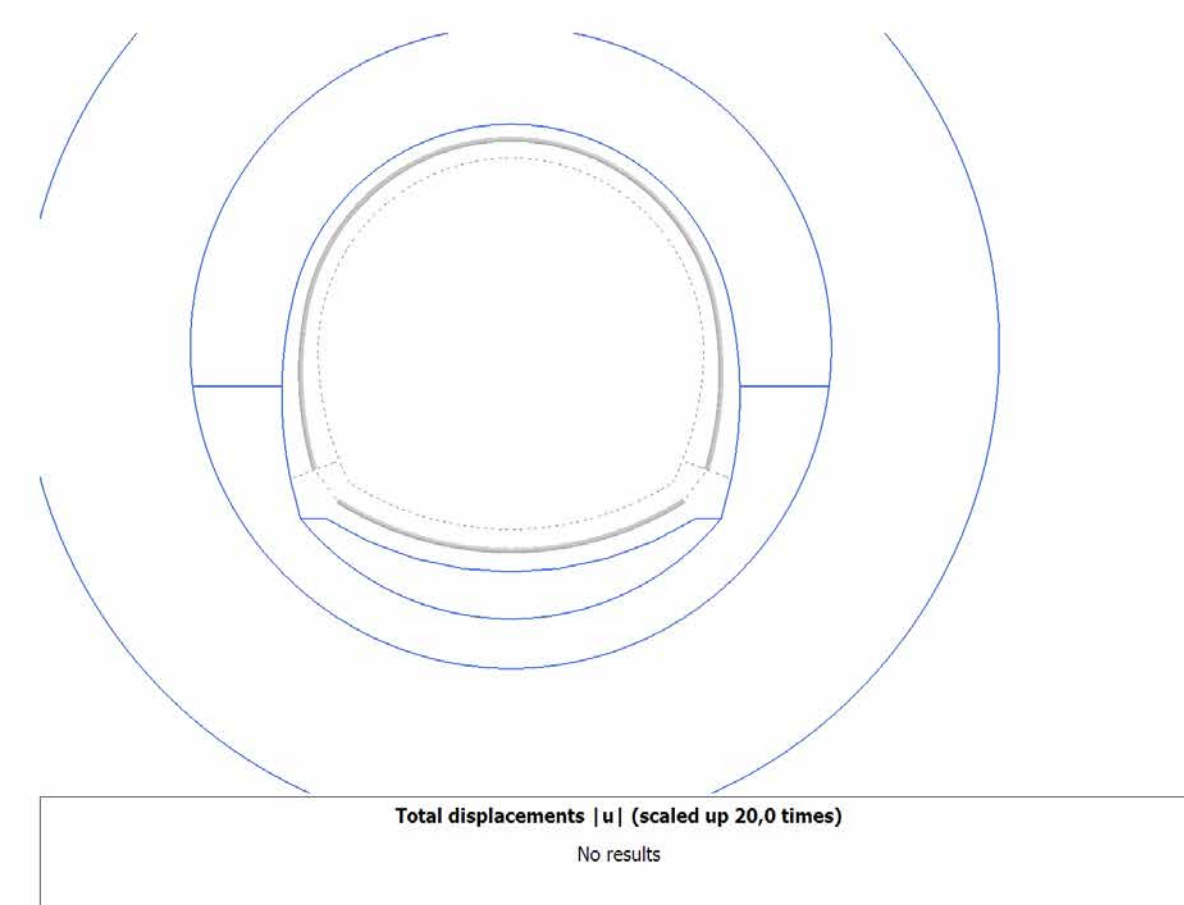
4.11.6 Calculation results, Plate, SCAVO (2/30), Bending moments M



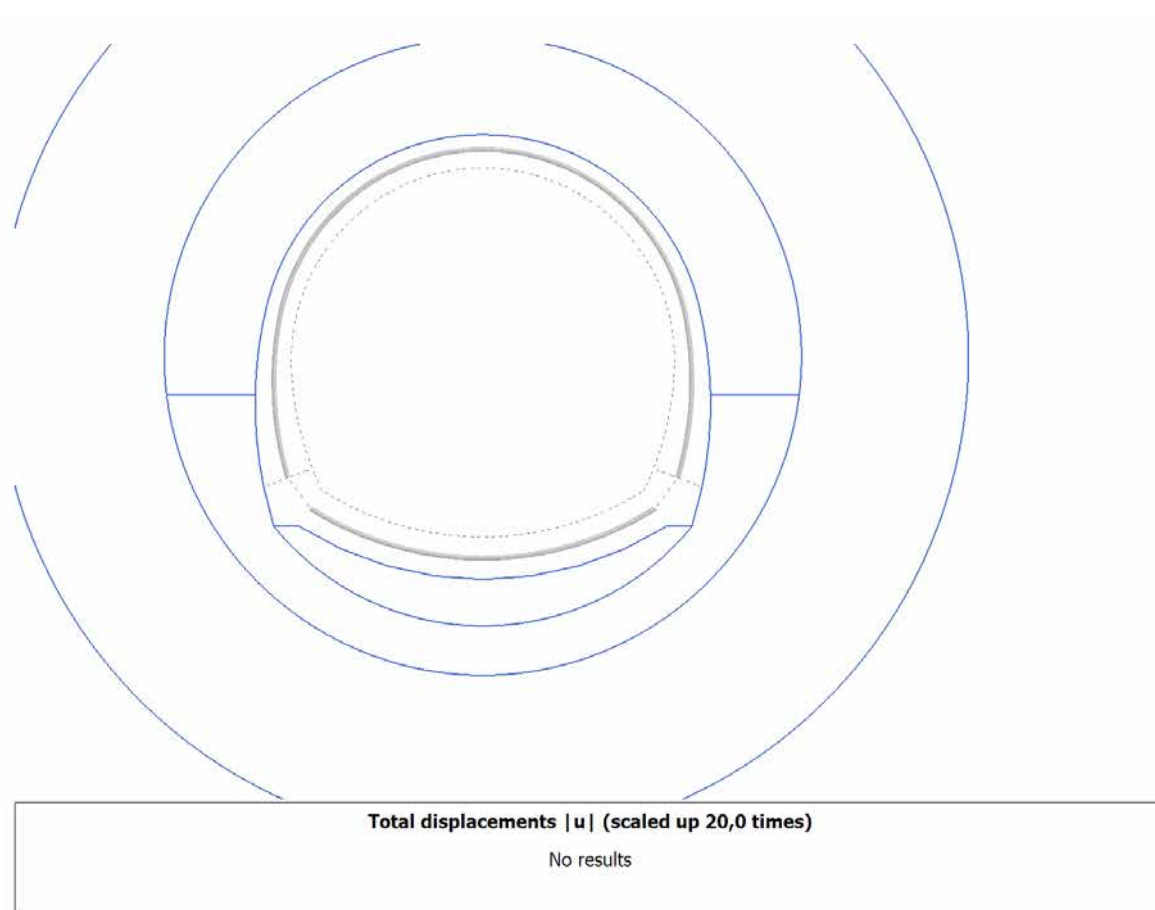
4.11.7 Calculation results, Plate, CALOTTA (14/36), Bending moments M



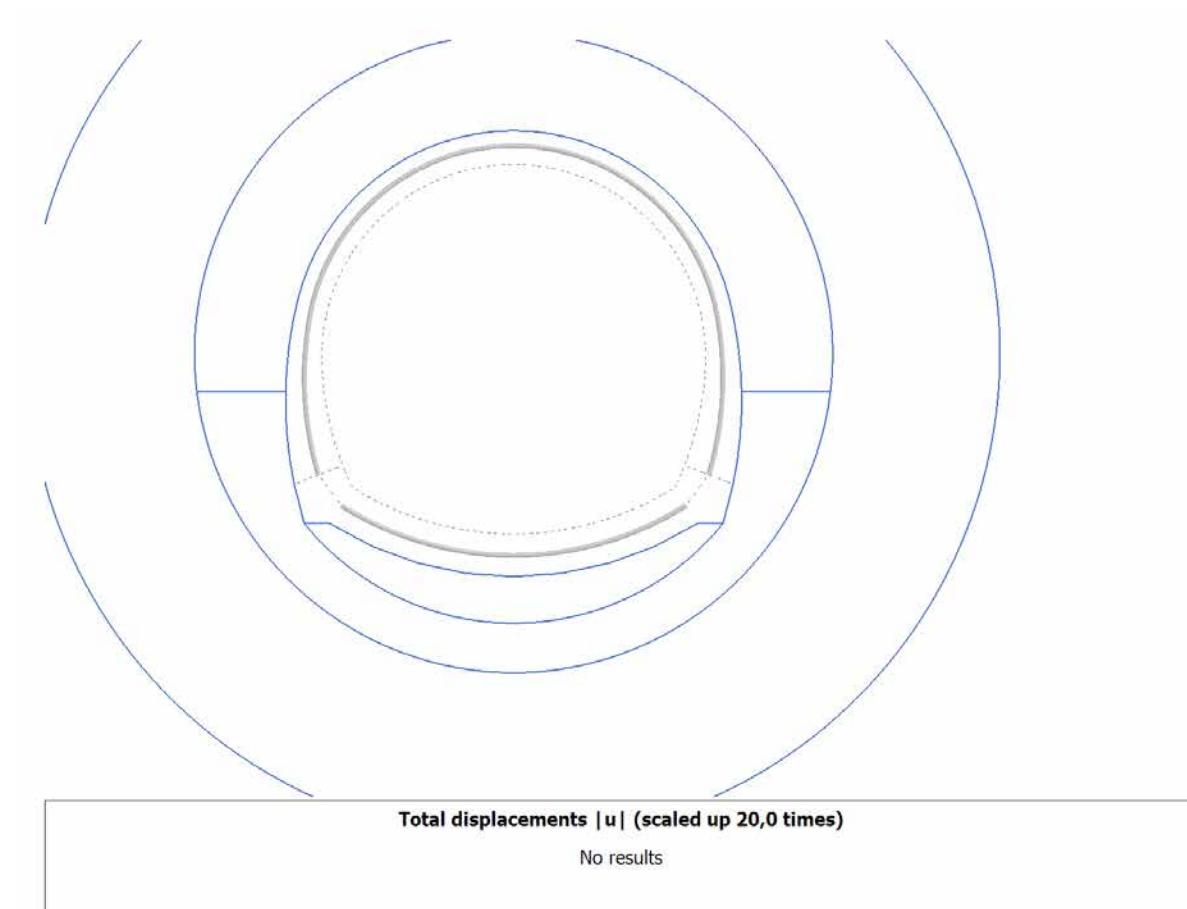
4.12.1 Calculation results, Plate, AVANZAMENTO (10/9), Total displacements $|u|$



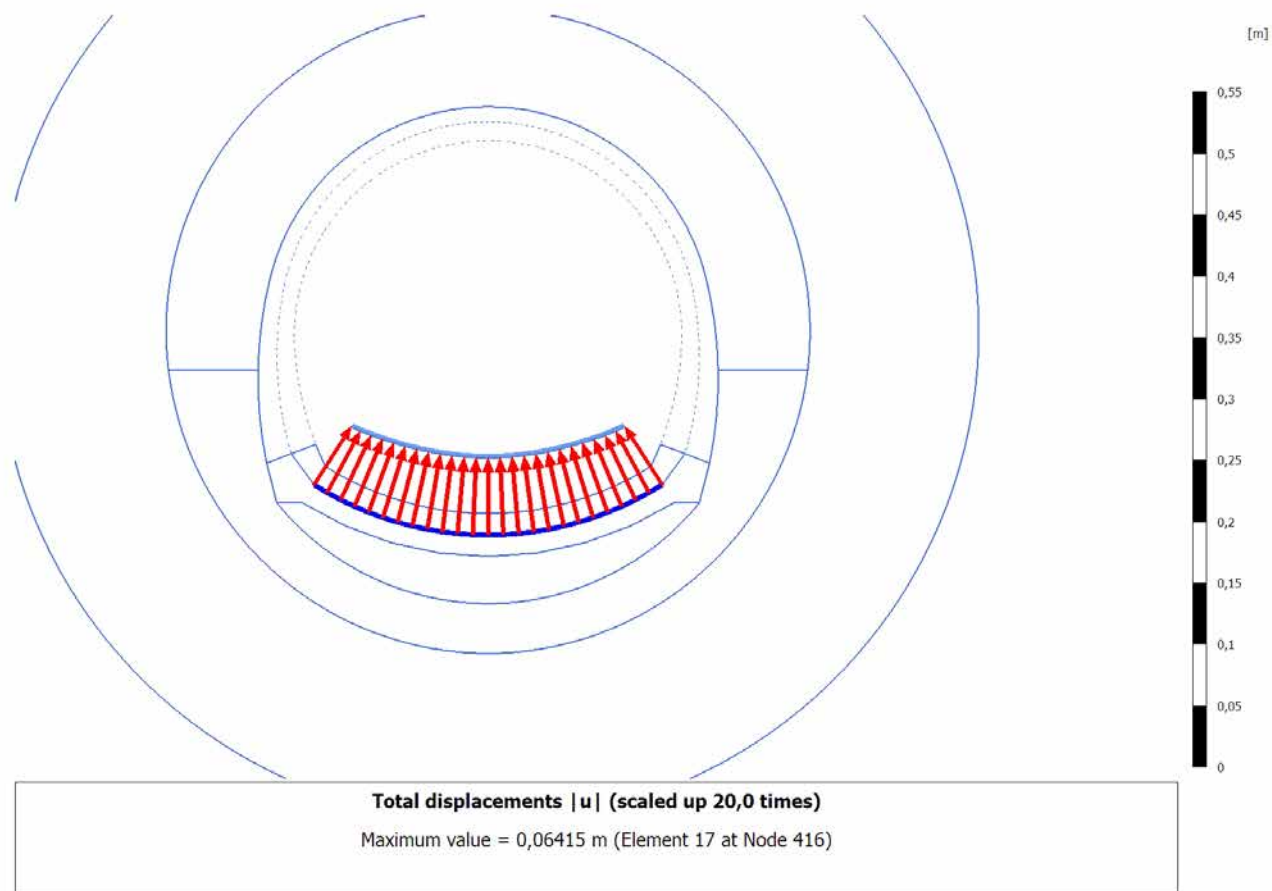
4.12.2 Calculation results, Plate, INSTALLAZIONE CENTINE (11/10), Total displacements $|u|$

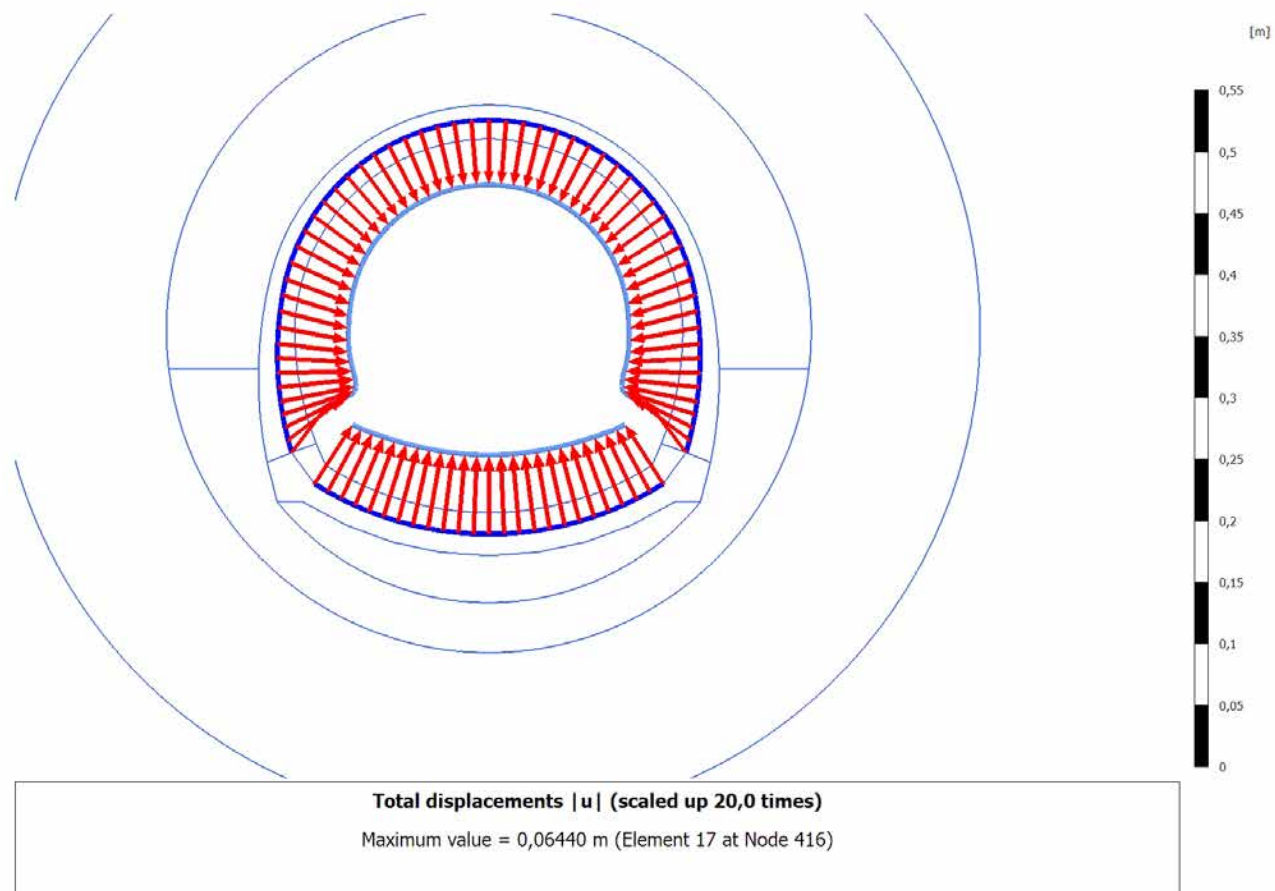


4.12.3 Calculation results, Plate, MATURAZIONE SPRITZ (12/11), Total displacements $|u|$

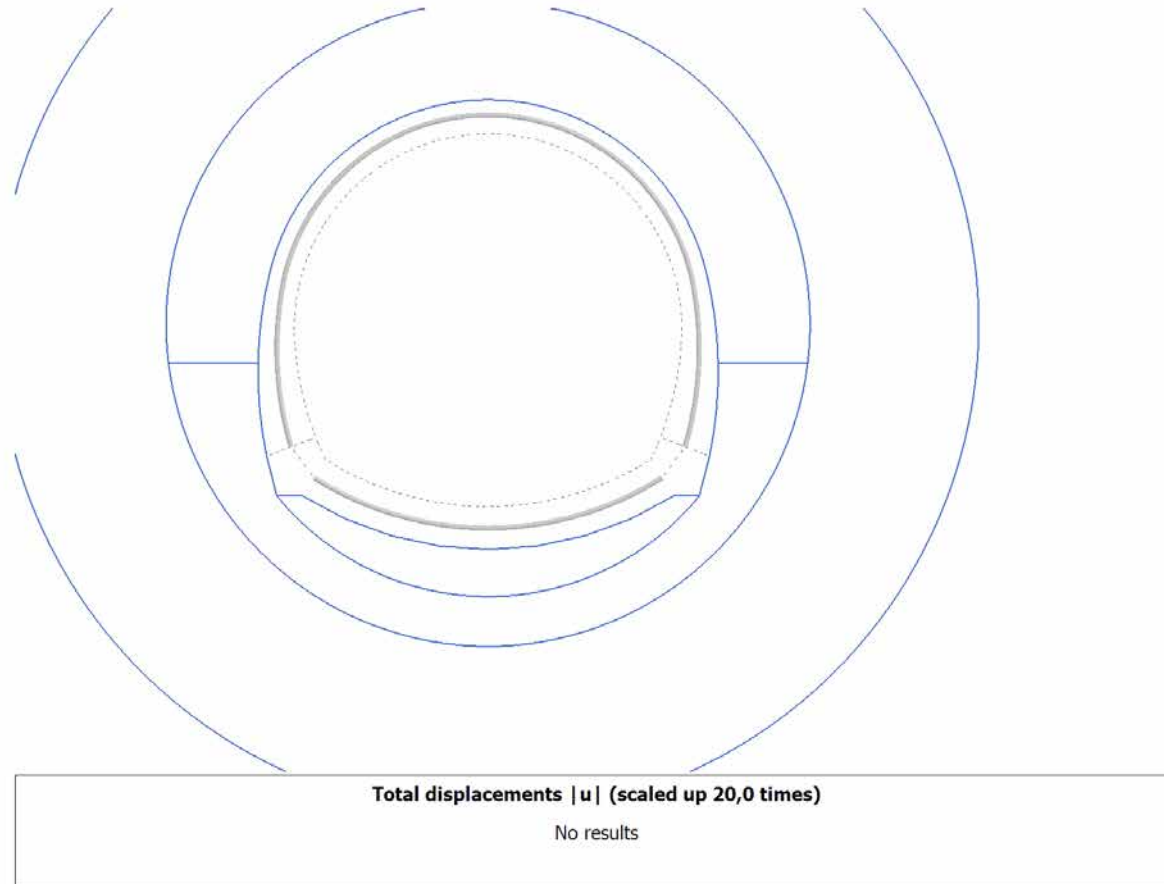


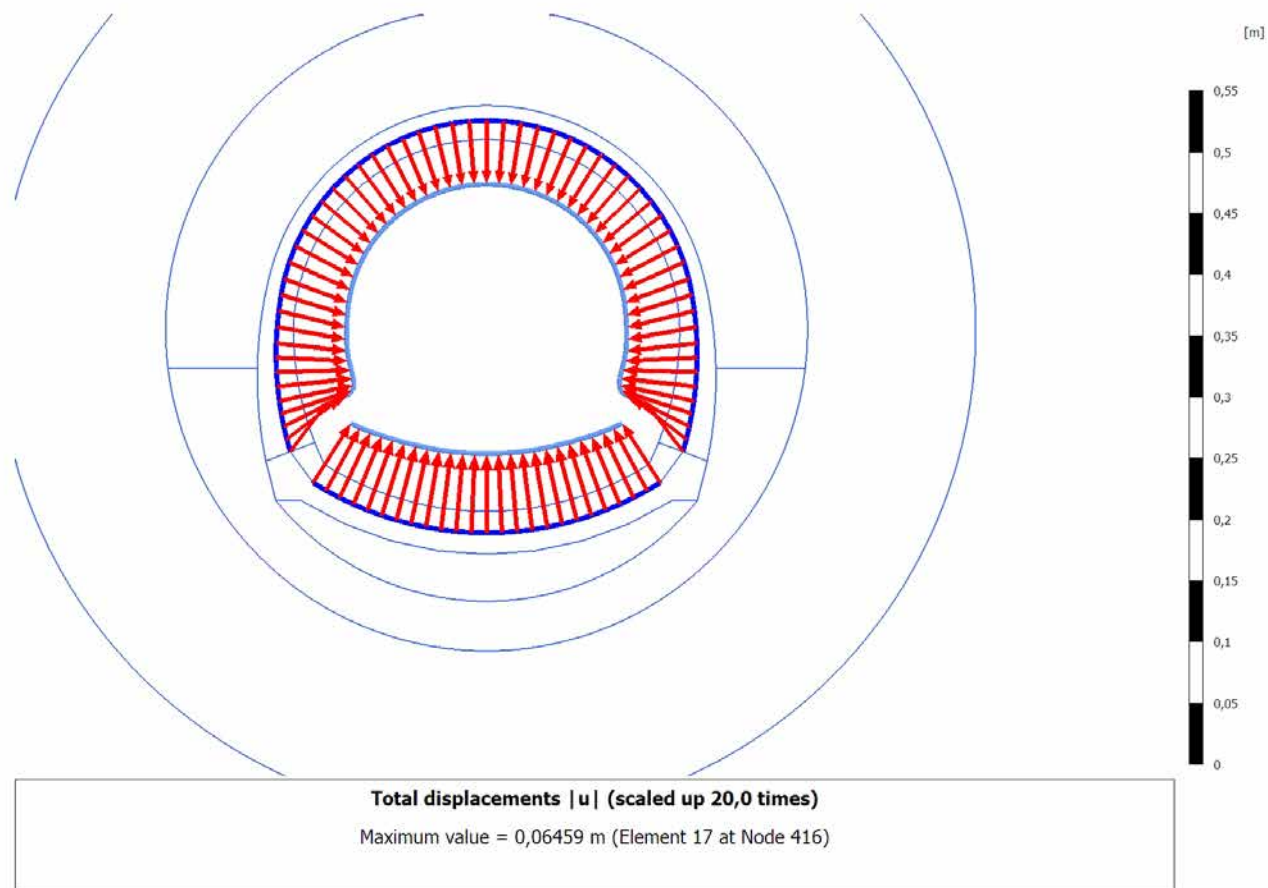
4.12.4 Calculation results, Plate, ARCO (13/17), Total displacements $|u|$



4.12.5 Calculation results, Plate, LT (15/23), Total displacements $|u|$ 

4.12.6 Calculation results, Plate, SCAVO (2/30), Total displacements $|u|$

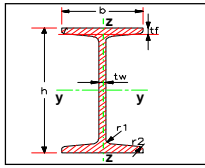


4.12.7 Calculation results, Plate, CALOTTA (14/36), Total displacements $|u|$ 

OMOGENIZZAZIONE CENTINE - SPRITZ BETON

Profilato

HE	HE 100 B
HEAA	HE 120 B
HEB	HE 140 B
HEM	HE 160 B
HEX	HE 180 B
HL	HE 200 B
HP	HE 220 B
HSA	HE 240 B
HSE	HE 260 B
HSH	HE 280 B



Caratteristiche Profilato		HE 200 B	
Tipologia Profilato			
Peso profilato	m	[kg/m]	61,30
Altezza Profilato	h	[mm]	200,0
Larghezza Profilo	b	[mm]	200,0
Spessore Anima	t _w	[mm]	9,00
Spessore Ala	t _f	[mm]	15,0
raggio raccordo Ala-Anima	r/r ₁	[mm]	18,0
raggio raccordo d'Ala	r ₂	[mm]	0,0
Area profilato	A	[mm ²]	7808
Inerzia profilato _y	J _y	[mm ⁴]*10 ⁶	56,96
Modulo resistenza _y	W _y	[mm ³]*10 ³	569,6
Modulo resistenza _{pl,y}	W _{y,pl}	[mm ³]*10 ³	642,5
Raggio d'inerzia _y	r _{y,i}	[mm]	85,4
Inerzia profilato _y	J _y	[mm ⁴]*10 ⁶	20,03
Modulo resistenza _y	W _z	[mm ³]*10 ³	200,3
Modulo resistenza _{pl,y}	W _{z,pl}	[mm ³]*10 ³	305,8
Raggio d'inerzia _z	r _{z,i}	[mm]	50,7
Inerzia torsionale	J _t	[mm ⁴]*10 ⁶	0,5928
Inerzia settoriale	J _w	[mm ⁴]*10 ⁶	1711

$$E = \left[E_{dt} \cdot s + \left(\frac{E_{acc}}{E_{dt}} - 1 \right) \cdot E_{dt} \cdot \frac{A_{acc}}{d} \right]^{1/2}$$

$$s = \sqrt{ E_{dt} \cdot s^3 + 12 \cdot \left(\frac{E_{acc}}{E_{dt}} - 1 \right) \cdot E_{dt} \cdot \frac{I_{acc}}{d} }$$

HE 200 B

n°	1	[-]
d	1	[m]
E	210	[Gpa]

Spritz - beton

E _{28gg}	24	[Gpa]
Spessore	0,25	[m]

FORMULAZIONE 1 $E_t = E_{28} \cdot (1 - e^{-0.42t})$

FORMULAZIONE 2 $E_t = E_{28} \cdot 1.189 \cdot e^{-\frac{1.278}{t^{0.6}}}$

step	Maturazione [gg]	E _{t-1} [Gpa]	E _{t-2} [Gpa]
1	0,5	4,546	4,113
2	2	13,639	12,280
3	5	21,061	17,542
4	28	24,000	24,001
5	28	24,000	24,001

E _{om} [Gpa]	S _{om} [m]
9,8667	0,2778
18,6469	0,2651
25,8523	0,2607
28,7092	0,2596
28,7092	0,2596

EA [KN]	EI [KN*m ²]
2,7407E+06	17622
4,9429E+06	28944
6,7405E+06	38185
7,4522E+06	41844
7,4522E+06	41844

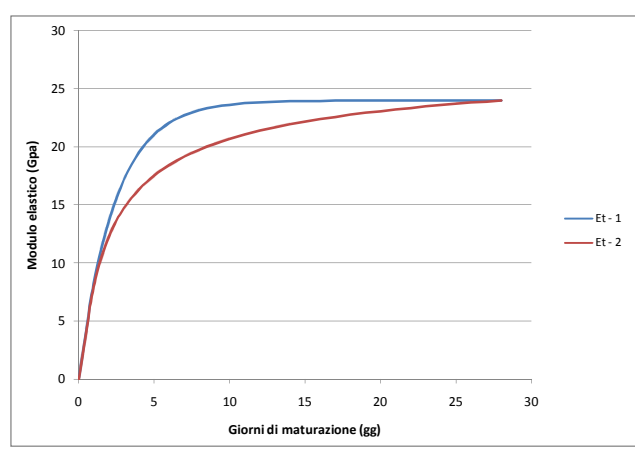
E _{om} [Gpa]	S _{om} [m]
9,4513	0,2789
17,3304	0,2662
22,4337	0,2625
28,7103	0,2596
28,7103	0,2596

EA [KN]	EI [KN*m ²]
2,6357E+06	17082
4,6139E+06	27252
5,8882E+06	33803
7,4525E+06	41846
7,4525E+06	41846

FORMULAZIONE 1 $E_t = E_{28} \cdot (1 - e^{-0.42t})$

FORMULAZIONE 2 $E_t = E_{28} \cdot 1.189 \cdot e^{\frac{-1.278}{t^{0.6}}}$

Maturazione [gg]	E_{t-1} [GPa]	E_{t-2} [GPa]
0,01	0,101	0,000
1	8,231	7,950
2	13,639	12,280
3	17,192	14,733
4	19,527	16,361
5	21,061	17,542
6	22,069	18,449
7	22,731	19,174
8	23,166	19,770
9	23,452	20,271
10	23,640	20,700
11	23,764	21,073
12	23,845	21,400
13	23,898	21,691
14	23,933	21,951
15	23,956	22,186
16	23,971	22,399
17	23,981	22,594
18	23,987	22,772
19	23,992	22,937
20	23,995	23,089
21	23,996	23,231
22	23,998	23,363
23	23,998	23,486
24	23,999	23,602
25	23,999	23,710
26	24,000	23,813
27	24,000	23,909
28	24,000	24,001



MATURAZIONE 0,5g - priverimenti By-pass Fumi

INPUT PLAXIS							Intradosso	Estradosso	VERIFICHE SEZIONALI				CHECK					
Element	Node	Local Number	Height	N	V	M	Af	A'f	σ_c [Mpa]	$\sigma_{s,inf}$ [Mpa]	$\sigma_{s,sup}$ [Mpa]	τ [MPa]	T	CLS	As	As'	%estra	%intra
Plate 6-15	1826	1	0,25	-941,955	58,131	19,620	30,00	30,00	-2,5	-59,7	-105,4	31,1	OK	OK	OK	OK	55,5	31,4
(HEB200_1.0m_SB25_0.5)	1449	2	0,25	-940,005	40,923	24,248	30,00	30,00	-2,6	-54,2	-110,6	21,9	OK	OK	OK	OK	58,2	28,5
	1450	3	0,25	-938,053	20,129	27,113	30,00	30,00	-2,7	-50,7	-113,7	10,8	OK	OK	OK	OK	59,9	26,7
	1451	4	0,25	-936,113	-4,289	27,878	30,00	30,00	-2,7	-49,6	-114,5	-2,3	OK	OK	OK	OK	60,2	26,1
	1448	5	0,25	-934,194	-32,372	26,203	30,00	30,00	-2,7	-51,4	-112,3	-17,3	OK	OK	OK	OK	59,1	27,0
Plate 6-16	1448	1	0,25	-934,211	-31,945	26,203	30,00	30,00	-2,7	-51,4	-112,3	-17,1	OK	OK	OK	OK	59,1	27,0
(HEB200_1.0m_SB25_0.5)	881	2	0,25	-932,927	-58,988	22,841	30,00	30,00	-2,5	-55,2	-108,3	-31,5	OK	OK	OK	OK	57,0	29,0
	882	3	0,25	-931,841	-87,688	17,387	30,00	30,00	-2,4	-61,4	-101,9	-46,8	OK	OK	OK	OK	53,6	32,3
	883	4	0,25	-930,963	-117,046	9,785	30,00	30,00	-2,1	-70,2	-93,0	-62,5	OK	OK	OK	OK	48,9	36,9
	948	5	0,25	-930,303	-146,067	0,000	30,00	30,00	-1,8	-81,5	-81,5	-78,0	OK	OK	OK	OK	42,9	42,9
Plate 5-13	3528	1	0,25	-991,332	11,489	-0,802	30,00	30,00	-1,9	-87,8	-85,9	6,1	OK	OK	OK	OK	45,2	46,2
(HEB200_1.0m_SB25_0.5)	2439	2	0,25	-969,768	-1,082	0,962	30,00	30,00	-1,9	-83,9	-86,1	-0,6	OK	OK	OK	OK	45,3	44,1
	2440	3	0,25	-957,948	-5,282	-0,592	30,00	30,00	-1,8	-84,6	-83,3	-2,8	OK	OK	OK	OK	43,8	44,5
	2441	4	0,25	-954,325	0,178	-1,845	30,00	30,00	-1,9	-85,8	-81,5	0,1	OK	OK	OK	OK	42,9	45,1
	2438	5	0,25	-957,350	16,589	0,970	30,00	30,00	-1,8	-82,8	-85,0	8,9	OK	OK	OK	OK	44,7	43,6
Plate 5-14	2438	1	0,25	-956,742	18,638	0,970	30,00	30,00	-1,8	-82,7	-85,0	10,0	OK	OK	OK	OK	44,7	43,5
(HEB200_1.0m_SB25_0.5)	1827	2	0,25	-956,228	11,227	6,456	30,00	30,00	-2,0	-76,3	-91,3	6,0	OK	OK	OK	OK	48,1	40,1
	1828	3	0,25	-954,501	9,490	10,329	30,00	30,00	-2,2	-71,6	-95,7	5,1	OK	OK	OK	OK	50,3	37,7
	1829	4	0,25	-950,752	11,781	14,233	30,00	30,00	-2,3	-66,8	-99,9	6,3	OK	OK	OK	OK	52,6	35,1
	1826	5	0,25	-944,171	16,451	19,620	30,00	30,00	-2,5	-59,9	-105,6	8,8	OK	OK	OK	OK	55,6	31,5
Plate 3-5	4362	1	0,25	-988,876	-15,235	-0,802	30,00	30,00	-1,9	-87,6	-85,7	-8,1	OK	OK	OK	OK	45,1	46,1
(HEB200_1.0m_SB25_0.5)	4363	2	0,25	-1009,542	-6,231	-3,952	30,00	30,00	-2,0	-93,1	-83,9	-3,3	OK	OK	OK	OK	44,1	49,0
	4364	3	0,25	-1027,830	-0,875	-4,957	30,00	30,00	-2,1	-95,8	-84,3	-0,5	OK	OK	OK	OK	44,4	50,4
	4365	4	0,25	-1044,492	1,303	-4,803	30,00	30,00	-2,1	-97,1	-85,9	0,7	OK	OK	OK	OK	45,2	51,1
	4376	5	0,25	-1060,276	0,773	-4,433	30,00	30,00	-2,2	-98,1	-87,8	0,4	OK	OK	OK	OK	46,2	51,6
Plate 3-6	4376	1	0,25	-1059,758	2,300	-4,433	30,00	30,00	-2,2	-98,0	-87,7	1,2	OK	OK	OK	OK	46,2	51,6
(HEB200_1.0m_SB25_0.5)	4377	2	0,25	-1073,052	1,488	-3,876	30,00	30,00	-2,2	-98,5	-89,5	0,8	OK	OK	OK	OK	47,1	51,9
	4378	3	0,25	-1084,444	1,043	-3,487	30,00	30,00	-2,2	-99,1	-91,0	0,6	OK	OK	OK	OK	47,9	52,1
	4379	4	0,25	-1094,139	0,618	-3,243	30,00	30,00	-2,2	-99,6	-92,1	0,3	OK	OK	OK	OK	48,5	52,4
	4380	5	0,25	-1102,344	-0,135	-3,151	30,00	30,00	-2,2	-100,3	-92,9	-0,1	OK	OK	OK	OK	48,9	52,8
Plate 3-7	4380	1	0,25	-1102,330	1,609	-3,151	30,00	30,00	-2,2	-100,3	-92,9	0,9	OK	OK	OK	OK	48,9	52,8
(HEB200_1.0m_SB25_0.5)	3816	2	0,25	-1109,619	0,682	-2,824	30,00	30,00	-2,2	-100,5	-93,9	0,4	OK	OK	OK	OK	49,4	52,9
	3817	3	0,25	-1115,673	0,242	-2,683	30,00	30,00	-2,2	-100,9	-94,6	0,1	OK	OK	OK	OK	49,8	53,1
	3818	4	0,25	-1120,562	-0,033	-2,661	30,00	30,00	-2,2	-101,3	-95,1	0,0	OK	OK	OK	OK	50,1	53,3
	3835	5	0,25	-1124,355	-0,462	-2,724	30,00	30,00	-2,2	-101,7	-95,4	-0,2	OK	OK	OK	OK	50,2	53,5
Plate 3-8	3835	1	0,25	-1124,341	1,066	-2,724	30,00	30,00	-2,2	-101,7	-95,4	0,6	OK	OK	OK	OK	50,2	53,5
(HEB200_1.0m_SB25_0.5)	3836	2	0,25	-1127,644	0,331	-2,530	30,00	30,00	-2,2	-101,8	-95,9	0,2	OK	OK	OK	OK	50,5	53,6
	3837	3	0,25	-1129,910	-0,009	-2,478	30,00	30,00	-2,2	-101,9	-96,1	0,0	OK	OK	OK	OK	50,6	53,6
	3838	4	0,25	-1131,153	-0,262	-2,527	30,00	30,00	-2,2	-102,1	-96,2	-0,1	OK	OK	OK	OK	50,6	53,7
	3880	5	0,25	-1131,384	-0,738	-2,665	30,00	30,00	-2,2	-102,2	-96,0	-0,4	OK	OK	OK	OK	50,5	53,8
Plate 4-9	3880	1	0,25	-1131,384	0,738	-2,665	30,00	30,00	-2,2	-102,2	-96,0	0,4	OK	OK	OK	OK	50,5	53,8

(HEB200_1.0m_SB25_0.5)	3881	2	0,25	-1131,141	0,265	-2,526	30,00	30,00	-2,2	-102,1	-96,2	0,1	OK	OK	OK	OK	50,6	53,7
	3882	3	0,25	-1129,887	0,012	-2,477	30,00	30,00	-2,2	-101,9	-96,1	0,0	OK	OK	OK	OK	50,6	53,6
	3883	4	0,25	-1127,611	-0,330	-2,528	30,00	30,00	-2,2	-101,8	-95,9	-0,2	OK	OK	OK	OK	50,5	53,6
	3879	5	0,25	-1124,300	-1,068	-2,722	30,00	30,00	-2,2	-101,7	-95,4	-0,6	OK	OK	OK	OK	50,2	53,5
Plate 4-10	3879	1	0,25	-1124,315	0,460	-2,722	30,00	30,00	-2,2	-101,7	-95,4	0,2	OK	OK	OK	OK	50,2	53,5
(HEB200_1.0m_SB25_0.5)	3866	2	0,25	-1120,515	0,032	-2,660	30,00	30,00	-2,2	-101,3	-95,1	0,0	OK	OK	OK	OK	50,0	53,3
	3867	3	0,25	-1115,623	-0,243	-2,682	30,00	30,00	-2,2	-100,9	-94,6	-0,1	OK	OK	OK	OK	49,8	53,1
	3868	4	0,25	-1109,567	-0,684	-2,824	30,00	30,00	-2,2	-100,5	-93,9	-0,4	OK	OK	OK	OK	49,4	52,9
	3865	5	0,25	-1102,278	-1,611	-3,151	30,00	30,00	-2,2	-100,3	-92,9	-0,9	OK	OK	OK	OK	48,9	52,8
Plate 4-11	3865	1	0,25	-1102,292	0,133	-3,151	30,00	30,00	-2,2	-100,3	-92,9	0,1	OK	OK	OK	OK	48,9	52,8
(HEB200_1.0m_SB25_0.5)	3711	2	0,25	-1094,091	-0,619	-3,243	30,00	30,00	-2,2	-99,6	-92,1	-0,3	OK	OK	OK	OK	48,5	52,4
	3712	3	0,25	-1084,400	-1,044	-3,488	30,00	30,00	-2,2	-99,1	-91,0	-0,6	OK	OK	OK	OK	47,9	52,1
	3713	4	0,25	-1073,013	-1,488	-3,877	30,00	30,00	-2,2	-98,5	-89,5	-0,8	OK	OK	OK	OK	47,1	51,9
	3710	5	0,25	-1059,724	-2,298	-4,433	30,00	30,00	-2,2	-98,0	-87,7	-1,2	OK	OK	OK	OK	46,2	51,6
Plate 4-12	3710	1	0,25	-1060,242	-0,771	-4,433	30,00	30,00	-2,2	-98,1	-87,8	-0,4	OK	OK	OK	OK	46,2	51,6
(HEB200_1.0m_SB25_0.5)	3529	2	0,25	-1044,461	-1,302	-4,803	30,00	30,00	-2,1	-97,1	-85,9	-0,7	OK	OK	OK	OK	45,2	51,1
	3530	3	0,25	-1027,804	0,875	-4,957	30,00	30,00	-2,1	-95,8	-84,3	0,5	OK	OK	OK	OK	44,4	50,4
	3531	4	0,25	-1009,521	6,230	-3,952	30,00	30,00	-2,0	-93,1	-83,9	3,3	OK	OK	OK	OK	44,1	49,0
	3528	5	0,25	-988,861	15,233	-0,802	30,00	30,00	-1,9	-87,6	-85,7	8,1	OK	OK	OK	OK	45,1	46,1
Plate 2-3	3438	1	0,25	-944,122	-16,456	19,641	30,00	30,00	-2,5	-59,9	-105,6	-8,8	OK	OK	OK	OK	55,6	31,5
(HEB200_1.0m_SB25_0.5)	3439	2	0,25	-950,696	-11,786	14,257	30,00	30,00	-2,3	-66,7	-99,9	-6,3	OK	OK	OK	OK	52,6	35,1
	3440	3	0,25	-954,451	-9,528	10,345	30,00	30,00	-2,2	-71,6	-95,7	-5,1	OK	OK	OK	OK	50,4	37,7
	3441	4	0,25	-956,192	-11,286	6,456	30,00	30,00	-2,0	-76,3	-91,3	-6,0	OK	OK	OK	OK	48,1	40,1
	3780	5	0,25	-956,724	-18,661	0,953	30,00	30,00	-1,8	-82,7	-84,9	-10,0	OK	OK	OK	OK	44,7	43,5
Plate 2-4	3780	1	0,25	-957,309	-16,517	0,953	30,00	30,00	-1,8	-82,8	-85,0	-8,8	OK	OK	OK	OK	44,7	43,6
(HEB200_1.0m_SB25_0.5)	3781	2	0,25	-954,286	-0,153	-1,844	30,00	30,00	-1,9	-85,8	-81,5	-0,1	OK	OK	OK	OK	42,9	45,1
	3782	3	0,25	-957,923	5,279	-0,587	30,00	30,00	-1,8	-84,6	-83,3	2,8	OK	OK	OK	OK	43,8	44,5
	3783	4	0,25	-969,762	1,072	0,965	30,00	30,00	-1,9	-83,9	-86,1	0,6	OK	OK	OK	OK	45,3	44,1
	4362	5	0,25	-991,347	-11,482	-0,802	30,00	30,00	-1,9	-87,8	-85,9	-6,1	OK	OK	OK	OK	45,2	46,2
Plate 1-1	4090	1	0,25	-930,297	145,954	0,000	30,00	30,00	-1,8	-81,5	-81,5	78,0	OK	OK	OK	OK	42,9	42,9
(HEB200_1.0m_SB25_0.5)	2899	2	0,25	-930,958	116,939	9,777	30,00	30,00	-2,1	-70,2	-93,0	62,5	OK	OK	OK	OK	48,9	37,0
	2900	3	0,25	-931,839	87,600	17,372	30,00	30,00	-2,4	-61,4	-101,9	46,8	OK	OK	OK	OK	53,6	32,3
	2901	4	0,25	-932,929	58,934	22,820	30,00	30,00	-2,5	-55,2	-108,3	31,5	OK	OK	OK	OK	57,0	29,1
	3092	5	0,25	-934,218	31,936	26,180	30,00	30,00	-2,7	-51,4	-112,3	17,1	OK	OK	OK	OK	59,1	27,1
Plate 1-2	3092	1	0,25	-934,200	32,346	26,180	30,00	30,00	-2,7	-51,4	-112,3	17,3	OK	OK	OK	OK	59,1	27,1
(HEB200_1.0m_SB25_0.5)	3093	2	0,25	-936,122	4,361	27,856	30,00	30,00	-2,7	-49,6	-114,4	2,3	OK	OK	OK	OK	60,2	26,1
	3094	3	0,25	-938,061	-19,985	27,102	30,00	30,00	-2,7	-50,7	-113,7	-10,7	OK	OK	OK	OK	59,9	26,7
	3095	4	0,25	-940,005	-40,742	24,253	30,00	30,00	-2,6	-54,2	-110,6	-21,8	OK	OK	OK	OK	58,2	28,5
	3438	5	0,25	-941,939	-57,960	19,641	30,00	30,00	-2,5	-59,7	-105,4	-31,0	OK	OK	OK	OK	55,5	31,4

MATURAZIONE 28gg - prerivestimenti By-pass Fumi

INPUT PLAXIS							Intradosso	Estradosso	VERIFICHE SEZIONALI				CHECK					
Element	Node	Local Number	Height	N	V	M	Af	A'f	σ_c [Mpa]	$\sigma_{s,inf}$ [Mpa]	$\sigma_{s,sup}$ [Mpa]	τ [MPa]	T	CLS	As	As'	%estra	%intra
Plate 6-15	1826	1	0,25	-1872,060	104,419	47,797	30,00	30,00	-9,6	-32,1	-76,2	55,8	OK	OK	OK	OK	40,1	16,9
(HEB200_1.0m_SB25_28gg)	1449	2	0,25	-1862,801	66,863	55,694	30,00	30,00	-10,1	-28,1	-79,6	35,7	OK	OK	OK	OK	41,9	14,8
	1450	3	0,25	-1853,556	23,163	59,819	30,00	30,00	-10,4	-26,0	-81,3	12,4	OK	OK	OK	OK	42,8	13,7
	1451	4	0,25	-1844,369	-26,687	59,676	30,00	30,00	-10,4	-25,8	-80,9	-14,3	OK	OK	OK	OK	42,6	13,6
	1448	5	0,25	-1835,283	-82,690	54,671	30,00	30,00	-10,0	-27,8	-78,4	-44,2	OK	OK	OK	OK	41,2	14,6
Plate 6-16	1448	1	0,25	-1835,546	-81,865	54,731	30,00	30,00	-10,0	-27,8	-78,4	-43,7	OK	OK	OK	OK	41,3	14,6
(HEB200_1.0m_SB25_28gg)	881	2	0,25	-1828,718	-133,301	46,857	30,00	30,00	-9,4	-31,2	-74,6	-71,2	OK	OK	OK	OK	39,2	16,4
	882	3	0,25	-1823,128	-186,897	35,148	30,00	30,00	-8,5	-36,5	-69,0	-99,8	OK	OK	OK	OK	36,3	19,2
	883	4	0,25	-1818,933	-200,976	19,533	30,00	30,00	-7,4	-43,6	-61,6	-107,4	OK	OK	OK	OK	32,4	22,9
	948	5	0,25	-1816,293	-203,862	-0,124	30,00	30,00	-6,0	-52,6	-52,5	-108,9	OK	OK	OK	OK	27,6	27,7
Plate 5-13	3528	1	0,25	-2119,507	34,410	-2,227	30,00	30,00	-7,2	-62,3	-60,3	18,4	OK	OK	OK	OK	31,7	32,8
(HEB200_1.0m_SB25_28gg)	2439	2	0,25	-2067,930	1,268	3,890	30,00	30,00	-7,1	-58,0	-61,6	0,7	OK	OK	OK	OK	32,4	30,5
	2440	3	0,25	-2030,241	-9,769	1,571	30,00	30,00	-6,8	-58,0	-59,5	-5,2	OK	OK	OK	OK	31,3	30,5
	2441	4	0,25	-2002,563	2,170	-0,547	30,00	30,00	-6,7	-58,2	-57,7	1,2	OK	OK	OK	OK	30,4	30,6
	2438	5	0,25	-1981,020	37,956	6,289	30,00	30,00	-7,0	-54,4	-60,2	20,3	OK	OK	OK	OK	31,7	28,6
Plate 5-14	2438	1	0,25	-1979,853	39,325	6,163	30,00	30,00	-7,0	-54,4	-60,1	21,0	OK	OK	OK	OK	31,6	28,6
(HEB200_1.0m_SB25_28gg)	1827	2	0,25	-1961,589	30,664	19,198	30,00	30,00	-7,9	-47,9	-65,6	16,4	OK	OK	OK	OK	34,5	25,2
	1828	3	0,25	-1938,671	26,589	30,030	30,00	30,00	-8,6	-42,2	-70,0	14,2	OK	OK	OK	OK	36,8	22,2
	1829	4	0,25	-1910,354	24,061	39,457	30,00	30,00	-9,1	-37,0	-73,5	12,9	OK	OK	OK	OK	38,7	19,5
	1826	5	0,25	-1875,894	20,039	47,927	30,00	30,00	-9,6	-32,1	-76,4	10,7	OK	OK	OK	OK	40,2	16,9
Plate 3-5	4362	1	0,25	-2115,137	-40,006	-2,147	30,00	30,00	-7,1	-62,2	-60,2	-21,4	OK	OK	OK	OK	31,7	32,7
(HEB200_1.0m_SB25_28gg)	4363	2	0,25	-2160,490	-18,612	-10,779	30,00	30,00	-7,9	-67,5	-57,5	-9,9	OK	OK	OK	OK	30,3	35,5
	4364	3	0,25	-2199,829	-4,394	-14,059	30,00	30,00	-8,3	-70,1	-57,1	-2,3	OK	OK	OK	OK	30,1	36,9
	4365	4	0,25	-2234,909	2,975	-14,099	30,00	30,00	-8,4	-71,2	-58,1	1,6	OK	OK	OK	OK	30,6	37,5
	4376	5	0,25	-2267,484	3,818	-12,923	30,00	30,00	-8,4	-71,6	-59,6	2,0	OK	OK	OK	OK	31,4	37,7
Plate 3-6	4376	1	0,25	-2266,535	6,638	-12,937	30,00	30,00	-8,4	-71,5	-59,6	3,5	OK	OK	OK	OK	31,4	37,7
(HEB200_1.0m_SB25_28gg)	4377	2	0,25	-2294,065	5,016	-11,215	30,00	30,00	-8,4	-71,5	-61,2	2,7	OK	OK	OK	OK	32,2	37,7
	4378	3	0,25	-2317,730	4,016	-9,847	30,00	30,00	-8,4	-71,6	-62,5	2,1	OK	OK	OK	OK	32,9	37,7
	4379	4	0,25	-2337,991	2,907	-8,819	30,00	30,00	-8,4	-71,7	-63,6	1,6	OK	OK	OK	OK	33,4	37,7
	4380	5	0,25	-2355,308	0,956	-8,194	30,00	30,00	-8,4	-71,9	-64,3	0,5	OK	OK	OK	OK	33,9	37,9
Plate 3-7	4380	1	0,25	-2355,268	4,066	-8,199	30,00	30,00	-8,4	-71,9	-64,3	2,2	OK	OK	OK	OK	33,9	37,9
(HEB200_1.0m_SB25_28gg)	3816	2	0,25	-2370,698	1,868	-7,357	30,00	30,00	-8,4	-72,0	-65,2	1,0	OK	OK	OK	OK	34,3	37,9
	3817	3	0,25	-2383,597	0,904	-6,940	30,00	30,00	-8,4	-72,2	-65,7	0,5	OK	OK	OK	OK	34,6	38,0
	3818	4	0,25	-2394,088	0,398	-6,770	30,00	30,00	-8,4	-72,4	-66,1	0,2	OK	OK	OK	OK	34,8	38,1
	3835	5	0,25	-2402,294	-0,427	-6,744	30,00	30,00	-8,4	-72,6	-66,4	-0,2	OK	OK	OK	OK	34,9	38,2
Plate 3-8	3835	1	0,25	-2402,269	2,189	-6,746	30,00	30,00	-8,4	-72,6	-66,4	1,2	OK	OK	OK	OK	34,9	38,2
(HEB200_1.0m_SB25_28gg)	3836	2	0,25	-2409,315	0,638	-6,365	30,00	30,00	-8,4	-72,6	-66,7	0,3	OK	OK	OK	OK	35,1	38,2
	3837	3	0,25	-2414,183	0,043	-6,255	30,00	30,00	-8,4	-72,7	-66,9	0,0	OK	OK	OK	OK	35,2	38,3
	3838	4	0,25	-2416,892	-0,340	-6,317	30,00	30,00	-8,4	-72,8	-67,0	-0,2	OK	OK	OK	OK	35,3	38,3
	3880	5	0,25	-2417,460	-1,255	-6,524	30,00	30,00	-8,5	-72,9	-66,9	-0,7	OK	OK	OK	OK	35,2	38,4
Plate 4-9	3880	1	0,25	-2417,461	1,255	-6,524	30,00	30,00	-8,5	-72,9	-66,9	0,7	OK	OK	OK	OK	35,2	38,4

(HEB200_1.0m_SB25_28gg)	3881	2	0,25	-2416,875	0,346	-6,316	30,00	30,00	-8,4	-72,8	-67,0	0,2	OK	OK	OK	OK	35,3	38,3
	3882	3	0,25	-2414,150	-0,038	-6,253	30,00	30,00	-8,4	-72,7	-66,9	0,0	OK	OK	OK	OK	35,2	38,3
	3883	4	0,25	-2409,269	-0,639	-6,361	30,00	30,00	-8,4	-72,6	-66,8	-0,3	OK	OK	OK	OK	35,1	38,2
	3879	5	0,25	-2402,213	-2,199	-6,744	30,00	30,00	-8,4	-72,6	-66,4	-1,2	OK	OK	OK	OK	34,9	38,2
Plate 4-10	3879	1	0,25	-2402,239	0,418	-6,742	30,00	30,00	-8,4	-72,6	-66,4	0,2	OK	OK	OK	OK	34,9	38,2
(HEB200_1.0m_SB25_28gg)	3866	2	0,25	-2394,026	-0,405	-6,770	30,00	30,00	-8,4	-72,4	-66,1	-0,2	OK	OK	OK	OK	34,8	38,1
	3867	3	0,25	-2383,529	-0,910	-6,942	30,00	30,00	-8,4	-72,2	-65,7	-0,5	OK	OK	OK	OK	34,6	38,0
	3868	4	0,25	-2370,627	-1,872	-7,361	30,00	30,00	-8,4	-72,0	-65,2	-1,0	OK	OK	OK	OK	34,3	37,9
	3865	5	0,25	-2355,195	-4,067	-8,204	30,00	30,00	-8,4	-71,9	-64,3	-2,2	OK	OK	OK	OK	33,9	37,9
Plate 4-11	3865	1	0,25	-2355,234	-0,958	-8,199	30,00	30,00	-8,4	-71,9	-64,3	-0,5	OK	OK	OK	OK	33,9	37,9
(HEB200_1.0m_SB25_28gg)	3711	2	0,25	-2337,917	-2,905	-8,824	30,00	30,00	-8,4	-71,7	-63,5	-1,6	OK	OK	OK	OK	33,4	37,7
	3712	3	0,25	-2317,653	-4,011	-9,850	30,00	30,00	-8,4	-71,6	-62,5	-2,1	OK	OK	OK	OK	32,9	37,7
	3713	4	0,25	-2293,985	-5,008	-11,216	30,00	30,00	-8,4	-71,5	-61,2	-2,7	OK	OK	OK	OK	32,2	37,7
	3710	5	0,25	-2266,450	-6,628	-12,936	30,00	30,00	-8,4	-71,5	-59,6	-3,5	OK	OK	OK	OK	31,4	37,7
Plate 4-12	3710	1	0,25	-2267,400	-3,808	-12,921	30,00	30,00	-8,4	-71,6	-59,6	-2,0	OK	OK	OK	OK	31,4	37,7
(HEB200_1.0m_SB25_28gg)	3529	2	0,25	-2234,816	-2,968	-14,095	30,00	30,00	-8,4	-71,2	-58,1	-1,6	OK	OK	OK	OK	30,6	37,5
	3530	3	0,25	-2199,729	4,396	-14,054	30,00	30,00	-8,3	-70,1	-57,1	2,3	OK	OK	OK	OK	30,1	36,9
	3531	4	0,25	-2160,386	18,609	-10,773	30,00	30,00	-7,9	-67,5	-57,5	9,9	OK	OK	OK	OK	30,3	35,5
	3528	5	0,25	-2115,030	39,996	-2,144	30,00	30,00	-7,1	-62,2	-60,2	21,4	OK	OK	OK	OK	31,7	32,7
Plate 2-3	3438	1	0,25	-1875,882	-19,976	47,979	30,00	30,00	-9,6	-32,1	-76,4	-10,7	OK	OK	OK	OK	40,2	16,9
(HEB200_1.0m_SB25_28gg)	3439	2	0,25	-1910,339	-24,099	39,518	30,00	30,00	-9,1	-37,0	-73,5	-12,9	OK	OK	OK	OK	38,7	19,5
	3440	3	0,25	-1938,670	-26,702	30,063	30,00	30,00	-8,6	-42,2	-70,0	-14,3	OK	OK	OK	OK	36,8	22,2
	3441	4	0,25	-1961,607	-30,782	19,191	30,00	30,00	-7,9	-47,9	-65,6	-16,4	OK	OK	OK	OK	34,5	25,2
	3780	5	0,25	-1979,881	-39,332	6,133	30,00	30,00	-7,0	-54,4	-60,1	-21,0	OK	OK	OK	OK	31,6	28,7
Plate 2-4	3780	1	0,25	-1981,016	-37,842	6,259	30,00	30,00	-7,0	-54,4	-60,2	-20,2	OK	OK	OK	OK	31,7	28,6
(HEB200_1.0m_SB25_28gg)	3781	2	0,25	-2002,577	-2,123	-0,549	30,00	30,00	-6,7	-58,2	-57,7	-1,1	OK	OK	OK	OK	30,4	30,6
	3782	3	0,25	-2030,284	9,769	1,577	30,00	30,00	-6,8	-58,0	-59,5	5,2	OK	OK	OK	OK	31,3	30,5
	3783	4	0,25	-2068,008	-1,285	3,893	30,00	30,00	-7,1	-58,0	-61,6	-0,7	OK	OK	OK	OK	32,4	30,5
	4362	5	0,25	-2119,615	-34,406	-2,230	30,00	30,00	-7,2	-62,3	-60,3	-18,4	OK	OK	OK	OK	31,7	32,8
Plate 1-1	4090	1	0,25	-1816,366	203,662	-0,124	30,00	30,00	-6,0	-52,6	-52,5	108,8	OK	OK	OK	OK	27,6	27,7
(HEB200_1.0m_SB25_28gg)	2899	2	0,25	-1819,008	200,781	19,518	30,00	30,00	-7,4	-43,6	-61,6	107,3	OK	OK	OK	OK	32,4	22,9
	2900	3	0,25	-1823,209	186,733	35,121	30,00	30,00	-8,5	-36,5	-69,0	99,8	OK	OK	OK	OK	36,3	19,2
	2901	4	0,25	-1828,809	133,198	46,819	30,00	30,00	-9,4	-31,3	-74,5	71,2	OK	OK	OK	OK	39,2	16,5
	3092	5	0,25	-1835,650	81,854	54,689	30,00	30,00	-10,0	-27,8	-78,4	43,7	OK	OK	OK	OK	41,2	14,6
Plate 1-2	3092	1	0,25	-1835,384	82,644	54,629	30,00	30,00	-10,0	-27,8	-78,3	44,1	OK	OK	OK	OK	41,2	14,7
(HEB200_1.0m_SB25_28gg)	3093	2	0,25	-1844,480	26,845	59,639	30,00	30,00	-10,4	-25,8	-80,9	14,3	OK	OK	OK	OK	42,6	13,6
	3094	3	0,25	-1853,666	-22,855	59,804	30,00	30,00	-10,4	-26,0	-81,3	-12,2	OK	OK	OK	OK	42,8	13,7
	3095	4	0,25	-1862,895	-66,483	55,711	30,00	30,00	-10,1	-28,1	-79,6	-35,5	OK	OK	OK	OK	41,9	14,8
	3438	5	0,25	-1872,123	-104,062	47,849	30,00	30,00	-9,6	-32,0	-76,3	-55,6	OK	OK	OK	OK	40,1	16,9

MATURAZIONE 28gg - prerivestimenti By-pass Fumi

INPUT PLAXIS							Intradosso	Estradosso	VERIFICHE SEZIONALI				CHECK					
Element	Node	Local Number	Height	N	V	M	Af	A'f	σ_c [Mpa]	$\sigma_{s,inf}$ [Mpa]	$\sigma_{s,sup}$ [Mpa]	τ [MPa]	T	CLS	As	As'	%estra	%intra
Plate 6-15	1826	1	0,25	-2106,196	200,553	-57,944	30,00	30,00	-11,1	-87,7	-34,1	107,1	OK	OK	OK	OK	18,0	46,2
(HEB200_1.0m_SB25_28gg)	1449	2	0,25	-2050,687	200,465	-24,072	30,00	30,00	-8,5	-70,4	-48,2	107,1	OK	OK	OK	OK	25,4	37,1
	1450	3	0,25	-1976,185	200,253	4,991	30,00	30,00	-6,9	-54,9	-59,5	107,0	OK	OK	OK	OK	31,3	28,9
	1451	4	0,25	-1888,932	132,980	24,205	30,00	30,00	-8,0	-43,5	-65,8	71,0	OK	OK	OK	OK	34,6	22,9
	1448	5	0,25	-1795,171	-15,288	29,497	30,00	30,00	-8,0	-38,3	-65,6	-8,2	OK	OK	OK	OK	34,5	20,2
Plate 6-16	1448	1	0,25	-1802,902	4,421	29,527	30,00	30,00	-8,1	-38,5	-65,8	2,4	OK	OK	OK	OK	34,6	20,3
(HEB200_1.0m_SB25_28gg)	881	2	0,25	-1736,654	-87,921	26,215	30,00	30,00	-7,6	-38,1	-62,3	-47,0	OK	OK	OK	OK	32,8	20,1
	882	3	0,25	-1679,263	-134,297	17,724	30,00	30,00	-6,8	-40,4	-56,8	-71,7	OK	OK	OK	OK	29,9	21,3
	883	4	0,25	-1632,939	-130,539	7,726	30,00	30,00	-5,9	-43,7	-50,8	-69,7	OK	OK	OK	OK	26,7	23,0
	948	5	0,25	-1599,889	-72,476	-0,062	30,00	30,00	-5,3	-46,3	-46,2	-38,7	OK	OK	OK	OK	24,3	24,4
Plate 5-13	3528	1	0,25	-2582,936	60,058	-4,618	30,00	30,00	-8,9	-76,8	-72,6	32,1	OK	OK	OK	OK	38,2	40,4
(HEB200_1.0m_SB25_28gg)	2439	2	0,25	-2553,340	18,272	9,656	30,00	30,00	-9,1	-69,4	-78,3	9,8	OK	OK	OK	OK	41,2	36,5
	2440	3	0,25	-2538,081	0,181	12,367	30,00	30,00	-9,3	-67,7	-79,1	0,1	OK	OK	OK	OK	41,6	35,6
	2441	4	0,25	-2532,825	7,484	13,087	30,00	30,00	-9,3	-67,2	-79,3	4,0	OK	OK	OK	OK	41,7	35,4
	2438	5	0,25	-2533,237	41,882	21,588	30,00	30,00	-9,9	-63,3	-83,3	22,4	OK	OK	OK	OK	43,8	33,3
Plate 5-14	2438	1	0,25	-2528,583	25,173	21,525	30,00	30,00	-9,9	-63,2	-83,1	13,4	OK	OK	OK	OK	43,7	33,3
(HEB200_1.0m_SB25_28gg)	1827	2	0,25	-2525,131	36,092	34,130	30,00	30,00	-10,8	-57,3	-88,8	19,3	OK	OK	OK	OK	46,7	30,1
	1828	3	0,25	-2510,625	-3,854	42,993	30,00	30,00	-11,4	-52,8	-92,5	-2,1	OK	OK	OK	OK	48,7	27,8
	1829	4	0,25	-2494,741	-115,513	21,881	30,00	30,00	-9,8	-62,0	-82,3	-61,7	OK	OK	OK	OK	43,3	32,7
	1826	5	0,25	-2487,152	-200,736	-57,879	30,00	30,00	-12,4	-98,7	-45,2	-107,2	OK	OK	OK	OK	23,8	51,9
Plate 3-5	4362	1	0,25	-2579,073	-62,097	-4,579	30,00	30,00	-8,9	-76,7	-72,5	-33,2	OK	OK	OK	OK	38,2	40,4
(HEB200_1.0m_SB25_28gg)	4363	2	0,25	-2608,615	-23,033	-17,006	30,00	30,00	-9,8	-83,3	-67,6	-12,3	OK	OK	OK	OK	35,6	43,9
	4364	3	0,25	-2631,606	0,230	-20,120	30,00	30,00	-10,1	-85,4	-66,8	0,1	OK	OK	OK	OK	35,2	45,0
	4365	4	0,25	-2651,136	9,411	-18,275	30,00	30,00	-10,1	-85,1	-68,2	5,0	OK	OK	OK	OK	35,9	44,8
	4376	5	0,25	-2670,297	6,232	-15,639	30,00	30,00	-9,9	-84,5	-70,0	3,3	OK	OK	OK	OK	36,8	44,5
Plate 3-6	4376	1	0,25	-2669,076	10,477	-15,646	30,00	30,00	-9,9	-84,4	-70,0	5,6	OK	OK	OK	OK	36,8	44,4
(HEB200_1.0m_SB25_28gg)	4377	2	0,25	-2683,976	7,212	-13,010	30,00	30,00	-9,8	-83,6	-71,6	3,9	OK	OK	OK	OK	37,7	44,0
	4378	3	0,25	-2696,612	5,013	-11,168	30,00	30,00	-9,7	-83,2	-72,8	2,7	OK	OK	OK	OK	38,3	43,8
	4379	4	0,25	-2707,153	3,281	-9,941	30,00	30,00	-9,7	-82,9	-73,7	1,8	OK	OK	OK	OK	38,8	43,6
	4380	5	0,25	-2715,765	1,418	-9,208	30,00	30,00	-9,6	-82,8	-74,3	0,8	OK	OK	OK	OK	39,1	43,6
Plate 3-7	4380	1	0,25	-2715,864	4,236	-9,210	30,00	30,00	-9,6	-82,8	-74,3	2,3	OK	OK	OK	OK	39,1	43,6
(HEB200_1.0m_SB25_28gg)	3816	2	0,25	-2723,837	2,117	-8,293	30,00	30,00	-9,6	-82,6	-75,0	1,1	OK	OK	OK	OK	39,5	43,5
	3817	3	0,25	-2730,415	1,082	-7,812	30,00	30,00	-9,6	-82,6	-75,4	0,6	OK	OK	OK	OK	39,7	43,5
	3818	4	0,25	-2735,621	0,521	-7,593	30,00	30,00	-9,6	-82,6	-75,6	0,3	OK	OK	OK	OK	39,8	43,5
	3835	5	0,25	-2739,478	-0,177	-7,520	30,00	30,00	-9,6	-82,7	-75,8	-0,1	OK	OK	OK	OK	39,9	43,5
Plate 3-8	3835	1	0,25	-2739,499	2,267	-7,521	30,00	30,00	-9,6	-82,7	-75,8	1,2	OK	OK	OK	OK	39,9	43,5
(HEB200_1.0m_SB25_28gg)	3836	2	0,25	-2743,220	0,787	-7,095	30,00	30,00	-9,6	-82,6	-76,1	0,4	OK	OK	OK	OK	40,0	43,5
	3837	3	0,25	-2745,742	0,111	-6,955	30,00	30,00	-9,6	-82,6	-76,2	0,1	OK	OK	OK	OK	40,1	43,5
	3838	4	0,25	-2747,051	-0,347	-7,006	30,00	30,00	-9,6	-82,7	-76,2	-0,2	OK	OK	OK	OK	40,1	43,5
	3880	5	0,25	-2747,135	-1,171	-7,211	30,00	30,00	-9,6	-82,8	-76,1	-0,6	OK	OK	OK	OK	40,1	43,6
Plate 4-9	3880	1	0,25	-2747,135	1,170	-7,211	30,00	30,00	-9,6	-82,8	-76,1	0,6	OK	OK	OK	OK	40,1	43,6

(HEB200_1.0m_SB25_28gg)	3881	2	0,25	-2747,040	0,352	-7,006	30,00	30,00	-9,6	-82,7	-76,2	0,2	OK	OK	OK	OK	40,1	43,5
	3882	3	0,25	-2745,720	-0,106	-6,953	30,00	30,00	-9,6	-82,6	-76,2	-0,1	OK	OK	OK	OK	40,1	43,5
	3883	4	0,25	-2743,190	-0,788	-7,092	30,00	30,00	-9,6	-82,6	-76,1	-0,4	OK	OK	OK	OK	40,0	43,5
	3879	5	0,25	-2739,465	-2,279	-7,520	30,00	30,00	-9,6	-82,7	-75,8	-1,2	OK	OK	OK	OK	39,9	43,5
Plate 4-10	3879	1	0,25	-2739,444	0,167	-7,519	30,00	30,00	-9,6	-82,7	-75,8	0,1	OK	OK	OK	OK	39,9	43,5
(HEB200_1.0m_SB25_28gg)	3866	2	0,25	-2735,584	-0,529	-7,595	30,00	30,00	-9,6	-82,6	-75,6	-0,3	OK	OK	OK	OK	39,8	43,5
	3867	3	0,25	-2730,377	-1,088	-7,816	30,00	30,00	-9,6	-82,6	-75,4	-0,6	OK	OK	OK	OK	39,7	43,5
	3868	4	0,25	-2723,799	-2,120	-8,298	30,00	30,00	-9,6	-82,6	-75,0	-1,1	OK	OK	OK	OK	39,4	43,5
	3865	5	0,25	-2715,828	-4,236	-9,215	30,00	30,00	-9,6	-82,8	-74,3	-2,3	OK	OK	OK	OK	39,1	43,6
Plate 4-11	3865	1	0,25	-2715,728	-1,417	-9,213	30,00	30,00	-9,6	-82,8	-74,3	-0,8	OK	OK	OK	OK	39,1	43,6
(HEB200_1.0m_SB25_28gg)	3711	2	0,25	-2707,118	-3,277	-9,945	30,00	30,00	-9,7	-82,9	-73,7	-1,8	OK	OK	OK	OK	38,8	43,6
	3712	3	0,25	-2696,577	-5,007	-11,171	30,00	30,00	-9,7	-83,2	-72,8	-2,7	OK	OK	OK	OK	38,3	43,8
	3713	4	0,25	-2683,938	-7,205	-13,011	30,00	30,00	-9,8	-83,6	-71,6	-3,8	OK	OK	OK	OK	37,7	44,0
	3710	5	0,25	-2669,035	-10,471	-15,645	30,00	30,00	-9,9	-84,4	-70,0	-5,6	OK	OK	OK	OK	36,8	44,4
Plate 4-12	3710	1	0,25	-2670,256	-6,224	-15,638	30,00	30,00	-9,9	-84,5	-70,0	-3,3	OK	OK	OK	OK	36,8	44,5
(HEB200_1.0m_SB25_28gg)	3529	2	0,25	-2651,088	-9,410	-18,273	30,00	30,00	-10,1	-85,1	-68,2	-5,0	OK	OK	OK	OK	35,9	44,8
	3530	3	0,25	-2631,551	-0,232	-20,118	30,00	30,00	-10,1	-85,4	-66,8	-0,1	OK	OK	OK	OK	35,2	45,0
	3531	4	0,25	-2608,553	23,033	-17,004	30,00	30,00	-9,8	-83,3	-67,6	12,3	OK	OK	OK	OK	35,6	43,8
	3528	5	0,25	-2579,004	62,103	-4,577	30,00	30,00	-8,9	-76,7	-72,5	33,2	OK	OK	OK	OK	38,1	40,4
Plate 2-3	3438	1	0,25	-2487,223	200,801	-57,832	30,00	30,00	-12,4	-98,7	-45,2	107,3	OK	OK	OK	OK	23,8	51,9
(HEB200_1.0m_SB25_28gg)	3439	2	0,25	-2494,831	115,556	21,914	30,00	30,00	-9,8	-62,0	-82,3	61,7	OK	OK	OK	OK	43,3	32,7
	3440	3	0,25	-2510,728	3,846	43,025	30,00	30,00	-11,4	-52,7	-92,5	2,1	OK	OK	OK	OK	48,7	27,8
	3441	4	0,25	-2525,247	-36,167	34,150	30,00	30,00	-10,8	-57,3	-88,8	-19,3	OK	OK	OK	OK	46,8	30,1
	3780	5	0,25	-2528,721	-25,325	21,508	30,00	30,00	-9,9	-63,2	-83,1	-13,5	OK	OK	OK	OK	43,7	33,3
Plate 2-4	3780	1	0,25	-2533,346	-41,867	21,571	30,00	30,00	-9,9	-63,3	-83,2	-22,4	OK	OK	OK	OK	43,8	33,3
(HEB200_1.0m_SB25_28gg)	3781	2	0,25	-2532,899	-7,452	13,076	30,00	30,00	-9,3	-67,2	-79,3	-4,0	OK	OK	OK	OK	41,7	35,4
	3782	3	0,25	-2538,138	-0,161	12,366	30,00	30,00	-9,3	-67,7	-79,1	-0,1	OK	OK	OK	OK	41,6	35,6
	3783	4	0,25	-2553,398	-18,268	9,659	30,00	30,00	-9,1	-69,4	-78,3	-9,8	OK	OK	OK	OK	41,2	36,5
	4362	5	0,25	-2583,010	-60,049	-4,621	30,00	30,00	-8,9	-76,9	-72,6	-32,1	OK	OK	OK	OK	38,2	40,4
Plate 1-1	4090	1	0,25	-1599,954	72,245	-0,062	30,00	30,00	-5,3	-46,3	-46,3	38,6	OK	OK	OK	OK	24,3	24,4
(HEB200_1.0m_SB25_28gg)	2899	2	0,25	-1633,018	130,336	7,710	30,00	30,00	-5,9	-43,7	-50,8	69,6	OK	OK	OK	OK	26,7	23,0
	2900	3	0,25	-1679,361	134,137	17,695	30,00	30,00	-6,8	-40,4	-56,8	71,7	OK	OK	OK	OK	29,9	21,3
	2901	4	0,25	-1736,773	87,821	26,176	30,00	30,00	-7,6	-38,1	-62,3	46,9	OK	OK	OK	OK	32,8	20,1
	3092	5	0,25	-1803,045	-4,439	29,483	30,00	30,00	-8,1	-38,5	-65,8	-2,4	OK	OK	OK	OK	34,6	20,3
Plate 1-2	3092	1	0,25	-1795,310	15,237	29,453	30,00	30,00	-8,0	-38,3	-65,5	8,1	OK	OK	OK	OK	34,5	20,2
(HEB200_1.0m_SB25_28gg)	3093	2	0,25	-1889,091	-132,828	24,166	30,00	30,00	-8,0	-43,5	-65,8	-71,0	OK	OK	OK	OK	34,6	22,9
	3094	3	0,25	-1976,350	-200,956	4,974	30,00	30,00	-6,9	-54,9	-59,5	-107,3	OK	OK	OK	OK	31,3	28,9
	3095	4	0,25	-2050,843	-200,102	-24,058	30,00	30,00	-8,5	-70,4	-48,2	-106,9	OK	OK	OK	OK	25,4	37,1
	3438	5	0,25	-2106,324	-200,222	-57,897	30,00	30,00	-11,1	-87,7	-34,2	-107,0	OK	OK	OK	OK	18,0	46,2

MATURAZIONE 28gg - prerivestimenti By-pass Fumi

INPUT PLAXIS							Intradosso	Estradosso	VERIFICHE SEZIONALI				CHECK					
Element	Node	Local Number	Height	N	V	M	Af	A'f	σ_c [Mpa]	$\sigma_{s,inf}$ [Mpa]	$\sigma_{s,sup}$ [Mpa]	τ [MPa]	T	CLS	As	As'	%estra	%intra
Plate 6-15	1826	1	0,25	-1956,463	200,357	-61,987	30,00	30,00	-10,9	-85,2	-27,9	107,0	OK	OK	OK	OK	14,7	44,9
(HEB200_1.0m_SB25_28gg)	1449	2	0,25	-1893,859	200,357	-28,712	30,00	30,00	-8,3	-68,1	-41,5	107,0	OK	OK	OK	OK	21,8	35,8
	1450	3	0,25	-1807,937	200,357	-0,695	30,00	30,00	-6,0	-52,6	-52,0	107,0	OK	OK	OK	OK	27,4	27,7
	1451	4	0,25	-1705,496	119,109	17,246	30,00	30,00	-6,9	-41,4	-57,3	63,6	OK	OK	OK	OK	30,2	21,8
	1448	5	0,25	-1593,334	-28,092	21,280	30,00	30,00	-6,8	-36,3	-55,9	-15,0	OK	OK	OK	OK	29,4	19,1
Plate 6-16	1448	1	0,25	-1601,898	-3,859	21,280	30,00	30,00	-6,8	-36,5	-56,2	-2,1	OK	OK	OK	OK	29,6	19,2
(HEB200_1.0m_SB25_28gg)	881	2	0,25	-1519,179	-95,945	17,204	30,00	30,00	-6,3	-36,0	-51,9	-51,3	OK	OK	OK	OK	27,3	18,9
	882	3	0,25	-1445,329	-121,087	8,643	30,00	30,00	-5,4	-37,8	-45,8	-64,7	OK	OK	OK	OK	24,1	19,9
	883	4	0,25	-1383,318	-71,940	1,038	30,00	30,00	-4,6	-39,5	-40,5	-38,4	OK	OK	OK	OK	21,3	20,8
	948	5	0,25	-1336,119	58,837	1,000	30,00	30,00	-4,5	-38,2	-39,1	31,4	OK	OK	OK	OK	20,6	20,1
Plate 5-13	3528	1	0,25	-2751,989	62,136	-4,052	30,00	30,00	-9,4	-81,5	-77,7	33,2	OK	OK	OK	OK	40,9	42,9
(HEB200_1.0m_SB25_28gg)	2439	2	0,25	-2732,882	18,505	10,623	30,00	30,00	-9,8	-74,1	-84,0	9,9	OK	OK	OK	OK	44,2	39,0
	2440	3	0,25	-2712,837	-0,507	13,234	30,00	30,00	-9,9	-72,4	-84,6	-0,3	OK	OK	OK	OK	44,5	38,1
	2441	4	0,25	-2687,759	5,977	13,489	30,00	30,00	-9,8	-71,5	-84,0	3,2	OK	OK	OK	OK	44,2	37,6
	2438	5	0,25	-2653,552	38,834	21,194	30,00	30,00	-10,3	-67,0	-86,6	20,7	OK	OK	OK	OK	45,6	35,2
Plate 5-14	2438	1	0,25	-2649,565	21,972	21,194	30,00	30,00	-10,3	-66,8	-86,4	11,7	OK	OK	OK	OK	45,5	35,2
(HEB200_1.0m_SB25_28gg)	1827	2	0,25	-2593,493	33,457	32,753	30,00	30,00	-10,9	-59,9	-90,2	17,9	OK	OK	OK	OK	47,5	31,5
	1828	3	0,25	-2521,945	-6,244	40,739	30,00	30,00	-11,2	-54,1	-91,8	-3,3	OK	OK	OK	OK	48,3	28,5
	1829	4	0,25	-2442,699	-118,039	18,769	30,00	30,00	-9,4	-62,0	-79,3	-63,1	OK	OK	OK	OK	41,8	32,6
	1826	5	0,25	-2363,533	-200,834	-61,987	30,00	30,00	-12,2	-97,0	-39,7	-107,3	OK	OK	OK	OK	20,9	51,1
Plate 3-5	4362	1	0,25	-2748,935	-63,939	-4,055	30,00	30,00	-9,4	-81,4	-77,6	-34,2	OK	OK	OK	OK	40,9	42,8
(HEB200_1.0m_SB25_28gg)	4363	2	0,25	-2766,800	-23,655	-16,845	30,00	30,00	-10,3	-87,8	-72,2	-12,6	OK	OK	OK	OK	38,0	46,2
	4364	3	0,25	-2779,826	-0,162	-20,137	30,00	30,00	-10,6	-89,7	-71,1	-0,1	OK	OK	OK	OK	37,4	47,2
	4365	4	0,25	-2790,971	8,985	-18,394	30,00	30,00	-10,5	-89,2	-72,2	4,8	OK	OK	OK	OK	38,0	47,0
	4376	5	0,25	-2803,192	6,229	-15,850	30,00	30,00	-10,4	-88,4	-73,8	3,3	OK	OK	OK	OK	38,8	46,5
Plate 3-6	4376	1	0,25	-2802,085	10,246	-15,850	30,00	30,00	-10,4	-88,4	-73,7	5,5	OK	OK	OK	OK	38,8	46,5
(HEB200_1.0m_SB25_28gg)	4377	2	0,25	-2811,615	7,106	-13,257	30,00	30,00	-10,2	-87,5	-75,2	3,8	OK	OK	OK	OK	39,6	46,0
	4378	3	0,25	-2820,176	4,991	-11,426	30,00	30,00	-10,1	-86,9	-76,3	2,7	OK	OK	OK	OK	40,2	45,7
	4379	4	0,25	-2827,654	3,316	-10,192	30,00	30,00	-10,1	-86,5	-77,1	1,8	OK	OK	OK	OK	40,6	45,5
	4380	5	0,25	-2833,933	1,493	-9,441	30,00	30,00	-10,0	-86,3	-77,6	0,8	OK	OK	OK	OK	40,8	45,4
Plate 3-7	4380	1	0,25	-2834,091	4,312	-9,441	30,00	30,00	-10,0	-86,3	-77,6	2,3	OK	OK	OK	OK	40,9	45,4
(HEB200_1.0m_SB25_28gg)	3816	2	0,25	-2840,381	2,197	-8,497	30,00	30,00	-10,0	-86,1	-78,2	1,2	OK	OK	OK	OK	41,2	45,3
	3817	3	0,25	-2845,736	1,166	-7,988	30,00	30,00	-10,0	-86,0	-78,6	0,6	OK	OK	OK	OK	41,4	45,3
	3818	4	0,25	-2850,049	0,604	-7,744	30,00	30,00	-10,0	-86,0	-78,9	0,3	OK	OK	OK	OK	41,5	45,3
	3835	5	0,25	-2853,208	-0,108	-7,648	30,00	30,00	-10,0	-86,1	-79,0	-0,1	OK	OK	OK	OK	41,6	45,3
Plate 3-8	3835	1	0,25	-2853,262	2,336	-7,648	30,00	30,00	-10,0	-86,1	-79,0	1,2	OK	OK	OK	OK	41,6	45,3
(HEB200_1.0m_SB25_28gg)	3836	2	0,25	-2856,532	0,839	-7,202	30,00	30,00	-10,0	-86,0	-79,3	0,4	OK	OK	OK	OK	41,7	45,2
	3837	3	0,25	-2858,750	0,147	-7,047	30,00	30,00	-10,0	-85,9	-79,4	0,1	OK	OK	OK	OK	41,8	45,2
	3838	4	0,25	-2859,878	-0,327	-7,091	30,00	30,00	-10,0	-86,0	-79,4	-0,2	OK	OK	OK	OK	41,8	45,3
	3880	5	0,25	-2859,878	-1,166	-7,293	30,00	30,00	-10,0	-86,1	-79,4	-0,6	OK	OK	OK	OK	41,8	45,3
Plate 4-9	3880	1	0,25	-2859,879	1,164	-7,293	30,00	30,00	-10,0	-86,1	-79,4	0,6	OK	OK	OK	OK	41,8	45,3

(HEB200_1.0m_SB25_28gg)	3881	2	0,25	-2859,863	0,331	-7,090	30,00	30,00	-10,0	-86,0	-79,4	0,2	OK	OK	OK	OK	41,8	45,3
	3882	3	0,25	-2858,722	-0,142	-7,045	30,00	30,00	-10,0	-85,9	-79,4	-0,1	OK	OK	OK	OK	41,8	45,2
	3883	4	0,25	-2856,494	-0,841	-7,199	30,00	30,00	-10,0	-86,0	-79,3	-0,4	OK	OK	OK	OK	41,7	45,2
	3879	5	0,25	-2853,218	-2,348	-7,647	30,00	30,00	-10,0	-86,1	-79,0	-1,3	OK	OK	OK	OK	41,6	45,3
Plate 4-10	3879	1	0,25	-2853,164	0,097	-7,647	30,00	30,00	-10,0	-86,1	-79,0	0,1	OK	OK	OK	OK	41,6	45,3
(HEB200_1.0m_SB25_28gg)	3866	2	0,25	-2850,004	-0,612	-7,746	30,00	30,00	-10,0	-86,0	-78,9	-0,3	OK	OK	OK	OK	41,5	45,3
	3867	3	0,25	-2845,694	-1,172	-7,992	30,00	30,00	-10,0	-86,0	-78,6	-0,6	OK	OK	OK	OK	41,4	45,3
	3868	4	0,25	-2840,343	-2,199	-8,502	30,00	30,00	-10,0	-86,1	-78,2	-1,2	OK	OK	OK	OK	41,2	45,3
	3865	5	0,25	-2834,061	-4,310	-9,446	30,00	30,00	-10,0	-86,3	-77,6	-2,3	OK	OK	OK	OK	40,8	45,4
Plate 4-11	3865	1	0,25	-2833,902	-1,492	-9,446	30,00	30,00	-10,0	-86,3	-77,6	-0,8	OK	OK	OK	OK	40,8	45,4
(HEB200_1.0m_SB25_28gg)	3711	2	0,25	-2827,633	-3,311	-10,197	30,00	30,00	-10,1	-86,5	-77,1	-1,8	OK	OK	OK	OK	40,6	45,5
	3712	3	0,25	-2820,164	-4,984	-11,429	30,00	30,00	-10,1	-86,9	-76,3	-2,7	OK	OK	OK	OK	40,2	45,7
	3713	4	0,25	-2811,607	-7,098	-13,257	30,00	30,00	-10,2	-87,5	-75,2	-3,8	OK	OK	OK	OK	39,6	46,0
	3710	5	0,25	-2802,079	-10,240	-15,848	30,00	30,00	-10,4	-88,4	-73,7	-5,5	OK	OK	OK	OK	38,8	46,5
Plate 4-12	3710	1	0,25	-2803,186	-6,221	-15,848	30,00	30,00	-10,4	-88,4	-73,8	-3,3	OK	OK	OK	OK	38,8	46,5
(HEB200_1.0m_SB25_28gg)	3529	2	0,25	-2790,960	-8,984	-18,391	30,00	30,00	-10,5	-89,2	-72,2	-4,8	OK	OK	OK	OK	38,0	47,0
	3530	3	0,25	-2779,808	0,160	-20,134	30,00	30,00	-10,6	-89,7	-71,1	0,1	OK	OK	OK	OK	37,4	47,2
	3531	4	0,25	-2766,773	23,654	-16,842	30,00	30,00	-10,3	-87,8	-72,2	12,6	OK	OK	OK	OK	38,0	46,2
	3528	5	0,25	-2748,897	63,944	-4,052	30,00	30,00	-9,4	-81,4	-77,6	34,2	OK	OK	OK	OK	40,9	42,8
Plate 2-3	3438	1	0,25	-2363,576	200,895	-61,941	30,00	30,00	-12,2	-97,0	-39,7	107,3	OK	OK	OK	OK	20,9	51,1
(HEB200_1.0m_SB25_28gg)	3439	2	0,25	-2442,713	118,081	18,800	30,00	30,00	-9,4	-62,0	-79,3	63,1	OK	OK	OK	OK	41,8	32,6
	3440	3	0,25	-2521,949	6,239	40,769	30,00	30,00	-11,2	-54,1	-91,8	3,3	OK	OK	OK	OK	48,3	28,5
	3441	4	0,25	-2593,501	-33,531	32,772	30,00	30,00	-10,9	-59,9	-90,2	-17,9	OK	OK	OK	OK	47,5	31,5
	3780	5	0,25	-2649,590	-22,130	21,174	30,00	30,00	-10,3	-66,9	-86,4	-11,8	OK	OK	OK	OK	45,5	35,2
Plate 2-4	3780	1	0,25	-2653,547	-38,810	21,174	30,00	30,00	-10,3	-67,0	-86,5	-20,7	OK	OK	OK	OK	45,5	35,2
(HEB200_1.0m_SB25_28gg)	3781	2	0,25	-2687,768	-5,944	13,478	30,00	30,00	-9,8	-71,5	-84,0	-3,2	OK	OK	OK	OK	44,2	37,6
	3782	3	0,25	-2712,860	0,527	13,233	30,00	30,00	-9,9	-72,4	-84,6	0,3	OK	OK	OK	OK	44,5	38,1
	3783	4	0,25	-2732,916	-18,501	10,626	30,00	30,00	-9,8	-74,1	-84,0	-9,9	OK	OK	OK	OK	44,2	39,0
	4362	5	0,25	-2752,030	-62,129	-4,055	30,00	30,00	-9,4	-81,5	-77,7	-33,2	OK	OK	OK	OK	40,9	42,9
Plate 1-1	4090	1	0,25	-1336,329	-58,905	0,000	30,00	30,00	-4,4	-38,7	-38,7	-31,5	OK	OK	OK	OK	20,3	20,3
(HEB200_1.0m_SB25_28gg)	2899	2	0,25	-1383,512	71,782	1,029	30,00	30,00	-4,6	-39,5	-40,5	38,3	OK	OK	OK	OK	21,3	20,8
	2900	3	0,25	-1445,513	120,908	8,621	30,00	30,00	-5,4	-37,8	-45,8	64,6	OK	OK	OK	OK	24,1	19,9
	2901	4	0,25	-1519,362	95,811	17,170	30,00	30,00	-6,2	-36,0	-51,9	51,2	OK	OK	OK	OK	27,3	19,0
	3092	5	0,25	-1602,087	3,825	21,239	30,00	30,00	-6,8	-36,5	-56,2	2,0	OK	OK	OK	OK	29,6	19,2
Plate 1-2	3092	1	0,25	-1593,519	28,014	21,239	30,00	30,00	-6,8	-36,3	-55,9	15,0	OK	OK	OK	OK	29,4	19,1
(HEB200_1.0m_SB25_28gg)	3093	2	0,25	-1705,682	-118,976	17,208	30,00	30,00	-6,9	-41,4	-57,3	-63,6	OK	OK	OK	OK	30,2	21,8
	3094	3	0,25	-1808,115	-200,021	-0,712	30,00	30,00	-6,0	-52,6	-52,0	-106,8	OK	OK	OK	OK	27,4	27,7
	3095	4	0,25	-1894,017	-200,021	-28,699	30,00	30,00	-8,3	-68,0	-41,5	-106,8	OK	OK	OK	OK	21,9	35,8
	3438	5	0,25	-1956,588	-200,021	-61,941	30,00	30,00	-10,9	-85,2	-28,0	-106,8	OK	OK	OK	OK	14,7	44,9

RIVESTIMENTI - BY PASS FUMI - TIME 7

INPUT PLAVIS							Intradosso		Estradosso		VERIFICHE SEZIONALI						APERTURA FESSURE						CHECK				
Element	Node	Local Number	Height	N	V	M	Af	At	σc [MPa]	σs.inf [MPa]	σs.sup [MPa]	τ [MPa]	M fess	σsr [MPa]	Ac eff [cm2]	pas. [cm]	Srm [cm]	ε sm	Wk [mm]	T	CLS	As	As'	Fessurazione	%estra	%intra	
Plate 7-17	416	1	0.7	-1951,638	-1,627	163,593	15,71	15,71	-4,4	-18,3	-60,1	-2,9	495,1	-	2260,4	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	23,6	7,2	
(RCK30_SP70)	412	2	0.7	-1928,627	9,076	165,790	15,71	15,71	-4,4	-17,5	-59,9	16,0	492,1	-	2260,4	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	23,5	6,9	
	411	3	0.7	-1935,833	-5,285	165,535	15,71	15,71	-4,4	-17,7	-60,0	-9,3	493,0	-	2260,4	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	23,5	6,9	
	410	4	0.7	-1946,322	-9,717	163,979	15,71	15,71	-4,4	-18,1	-60,1	-17,1	494,4	-	2260,4	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	23,6	7,1	
	1092	5	0.7	-1933,156	30,771	164,923	15,71	15,71	-4,4	-17,7	-59,9	54,3	492,7	-	2260,4	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	23,5	6,9	
Plate 7-18	1092	1	0.7	-1928,704	21,136	164,923	15,71	15,71	-4,4	-17,6	-59,8	37,3	492,1	-	2260,4	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	23,5	6,9	
(RCK30_SP70)	1095	2	0.7	-1951,889	-8,515	164,865	15,71	15,71	-4,4	-18,1	-60,3	-15,0	495,1	-	2260,4	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	23,6	7,1	
	1094	3	0.7	-1966,079	2,103	164,557	15,71	15,71	-4,4	-18,4	-60,5	3,7	497,0	-	2260,4	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	23,7	7,2	
	1093	4	0.7	-1971,799	15,712	166,161	15,71	15,71	-4,4	-18,3	-60,8	27,7	497,8	-	2260,4	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	23,9	7,2	
	1778	5	0.7	-1969,574	-4,968	169,010	15,71	15,71	-4,5	-17,9	-61,2	-8,8	497,5	-	2260,4	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	24,0	7,0	
Plate 7-19	1778	1	0.7	-1983,084	-31,673	169,010	15,71	15,71	-4,5	-18,2	-61,4	-55,9	499,2	-	2260,4	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	24,1	7,1	
(RCK30_SP70)	1784	2	0.7	-2042,528	2,802	166,501	15,71	15,71	-4,5	-19,7	-62,3	4,9	507,0	-	2260,4	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	24,4	7,7	
	1783	3	0.7	-2035,963	-29,391	165,050	15,71	15,71	-4,5	-19,8	-62,0	-51,8	506,2	-	2260,4	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	24,3	7,7	
	1782	4	0.7	-1905,812	-141,356	145,238	15,71	15,71	-4,1	-19,7	-56,8	-249,3	489,1	-	2260,4	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	22,3	7,7	
	2632	5	0.7	-1594,496	-306,196	86,647	15,71	15,71	-3,1	-20,9	-54,0	-448,3	488,3	-	2260,4	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	16,9	8,2	
Plate 14-36	858	1	0.7	-1598,735	308,012	86,927	15,71	15,71	-3,1	-20,9	-54,2	543,2	448,5	-	2260,4	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	16,9	8,2	
(RCK30_SP70)	490	2	0.7	-1904,473	140,204	145,487	15,71	15,71	-4,1	-19,6	-56,9	247,3	488,9	-	2260,4	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	22,3	7,7	
	489	3	0.7	-2035,704	28,551	165,059	15,71	15,71	-4,5	-19,8	-62,0	50,4	506,1	-	2260,4	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	24,3	7,7	
	488	4	0.7	-2043,129	-2,198	166,425	15,71	15,71	-4,5	-19,7	-62,3	-3,9	507,1	-	2260,4	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	24,4	7,7	
	484	5	0.7	-1980,445	32,704	169,205	15,71	15,71	-4,5	-18,1	-61,4	57,7	498,9	-	2260,4	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	24,1	7,1	
Plate 14-37	484	1	0.7	-1967,703	4,934	169,205	15,71	15,71	-4,5	-17,9	-61,2	8,7	497,2	-	2260,4	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	24,0	7,0	
(RCK30_SP70)	79	2	0.7	-1972,112	-16,218	166,255	15,71	15,71	-4,5	-18,3	-60,9	-28,6	497,8	-	2260,4	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	23,9	7,2	
	80	3	0.7	-1966,568	-2,356	164,572	15,71	15,71	-4,4	-18,4	-60,5	-4,2	497,1	-	2260,4	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	23,7	7,2	
	81	4	0.7	-1951,927	8,381	164,822	15,71	15,71	-4,4	-18,1	-60,3	14,8	495,2	-	2260,4	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	23,6	7,1	
	78	5	0.7	-1929,043	-22,147	164,776	15,71	15,71	-4,4	-17,6	-59,8	-39,1	492,2	-	2260,4	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	23,5	6,9	
Plate 14-38	78	1	0.7	-1933,787	-31,151	164,776	15,71	15,71	-4,4	-17,7	-59,9	-54,9	492,8	-	2260,4	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	23,5	7,0	
(RCK30_SP70)	66	2	0.7	-1946,419	9,879	163,820	15,71	15,71	-4,4	-18,1	-60,0	17,4	494,4	-	2260,4	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	23,5	7,1	
	67	3	0.7	-1935,721	5,545	165,428	15,71	15,71	-4,4	-17,7	-60,0	9,8	493,0	-	2260,4	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	23,5	6,9	
	68	4	0.7	-1928,533	-8,887	165,747	15,71	15,71	-4,4	-17,5	-59,9	-15,7	492,1	-	2260,4	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	23,5	6,9	
	416	5	0.7	-1951,689	1,851	163,593	15,71	15,71	-4,4	-18,3	-60,1	3,3	495,1	-	2260,4	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	23,6	7,2	
Plate 12-32	2838	1	0.6	-379,882	24,108	5,771	15,71	15,71	-0,7	-7,9	-9,8	49,6	219,9	-	2260,4	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	3,8	3,1	
(RCK30_SP60)	2443	2	0.6	-382,687	10,179	10,243	15,71	15,71	-0,7	-7,2	-10,6	20,9	220,3	-	2260,4	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	4,1	2,8	
	2444	3	0.6	-387,862	-1,723	11,348	15,71	15,71	-0,8	-7,1	-10,9	-3,5	220,8	-	2260,4	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	4,3	2,8	
	2445	4	0.6	-395,872	-12,409	9,439	15,71	15,71	-0,8	-7,6	-10,7	-25,5	221,7	-	2260,4	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	4,2	3,0	
	2442	5	0.6	-407,186	-22,694	4,805	15,71	15,71	-0,7	-8,6	-10,2	-46,7	223,0	-	2260,4	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	4,0	3,4	
Plate 12-33	2442	1	0.6	-408,059	-21,858	4,805	15,71	15,71	-0,7	-8,7	-10,3	-45,0	223,1	-	2260,4	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	4,0	3,4	
(RCK30_SP60)	1831	2	0.6	-421,231	-30,947	-1,531	15,71	15,71	-0,7	-10,0	-9,5	-63,7	224,6	-	2260,4	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	3,7	3,9	
	1832	3	0.6	-437,628	-36,673	-9,566	15,71	15,71	-0,8	-11,7	-8,6	-75,5	226,5	-	2260,4	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	3,4	4,6	
	1833	4	0.6	-455,050	-39,924	-18,687	15,71	15,71	-1,0	-13,6	-7,5	-82,1	228,4	-	2260,4	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	2,9	5,3	
	1830	5	0.6	-471,299	-41,587	-28,349	15,71	15,71	-1,1	-15,6	-6,2	-85,6	230,3	-	2260,4	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	2,4	6,1	
Plate 12-34	1830	1	0.6	-473,215	-40,440	-28,349	15,71	15,71	-1,1	-15,6	-6,3	-83,2	230,5	-	2260,4	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	2,5	6,1	
(RCK30_SP60)	1453	2	0.6	-487,572	-46,110	-37,685	15,71	15,71	-1,3	-17,5	-5,1	-94,9	232,1	-	2260,4	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	2,0	6,9	
	1454	3	0.6	-508,749	-55,423	-47,972	15,71	15,71	-1,5	-19,7	-3,9	-114,0	234,5	-	2260,4	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	1,5	7,7	
	1455	4	0.6	-531,527	-81,283	-62,306	15,71	15,71	-1,7	-22,6	-1,9	-167,2	237,1	-	2260,4	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	0,7	8,9	
	1452	5	0.6	-550,689	-136,597	-84,616	15,71	15,71	-2,2	-27,5	3,8	-281,1	239,3	-	2260,4	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	1,5	10,8	
Plate 10-24	3784	1	0.5	-316,947	-15,996	5,768	15,71	15,71	-0,7	-7,4	-10,0	-39,5	153,5	-	2260,4	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	3,9	2,9	
(RCK30_SP50)	3785	2	0.5	-314,495	-9,111	2,329	15,71	15,71	-0,6	-8,1	-9,1	-22,5	153,3	-	2260,4	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	3,6	3,2	
	3786	3	0.5	-310,034	-5,499	0,281	15,71	15,																			

(RCK30_SP50)	3800	2	0.5	-267,427	0,823	-1,855	15,71	15,71	-0.5	-7.7	-6.9	2.0	148.8	-	2260.4	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	2.7	3.0
	3801	3	0.5	-262,477	0,850	-1,615	15,71	15,71	-0.5	-7.6	-6.8	2.1	148.4	-	2260.4	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	2.7	3.0
	3802	4	0.5	-258,234	0,796	-1,383	15,71	15,71	-0.5	-7.4	-6.8	2.0	148.0	-	2260.4	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	2.7	2.9
	3825	5	0.5	-254,583	0,557	-1,184	15,71	15,71	-0.5	-7.2	-6.7	1.4	147.6	-	2260.4	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	2.6	2.8
Plate 10-27	3825	1	0.5	-254,744	0,839	-1,184	15,71	15,71	-0.5	-7.2	-6.7	2.1	147.6	-	2260.4	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	2.6	2.8
(RCK30_SP50)	3819	2	0.5	-251,881	0,514	-1,000	15,71	15,71	-0.5	-7.1	-6.7	1.3	147.4	-	2260.4	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	2.6	2.8
	3820	3	0.5	-249,911	0,353	-0,875	15,71	15,71	-0.5	-7.0	-6.7	0.9	147.2	-	2260.4	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	2.6	2.8
	3821	4	0.5	-248,750	0,184	-0,802	15,71	15,71	-0.5	-7.0	-6.6	0.5	147.1	-	2260.4	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	2.6	2.7
	3839	5	0.5	-248,315	-0,166	-0,791	15,71	15,71	-0.5	-7.0	-6.6	-0.4	147.0	-	2260.4	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	2.6	2.7
Plate 11-28	3839	1	0.5	-248,315	0,161	-0,791	15,71	15,71	-0.5	-7.0	-6.6	0.4	147.0	-	2260.4	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	2.6	2.7
(RCK30_SP50)	3840	2	0.5	-248,756	-0,188	-0,803	15,71	15,71	-0.5	-7.0	-6.6	-0.5	147.1	-	2260.4	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	2.6	2.7
	3841	3	0.5	-249,922	-0,356	-0,877	15,71	15,71	-0.5	-7.0	-6.7	-0.9	147.2	-	2260.4	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	2.6	2.8
	3842	4	0.5	-251,897	-0,517	-1,004	15,71	15,71	-0.5	-7.1	-6.7	-1.3	147.4	-	2260.4	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	2.6	2.8
	3869	5	0.5	-254,765	-0,841	-1,188	15,71	15,71	-0.5	-7.2	-6.7	-2.1	147.6	-	2260.4	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	2.6	2.8
Plate 11-29	3869	1	0.5	-254,603	-0,559	-1,188	15,71	15,71	-0.5	-7.2	-6.7	-1.4	147.6	-	2260.4	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	2.6	2.8
(RCK30_SP50)	3849	2	0.5	-258,258	-0,796	-1,387	15,71	15,71	-0.5	-7.4	-6.8	-2.0	148.0	-	2260.4	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	2.7	2.9
	3850	3	0.5	-262,502	-0,847	-1,619	15,71	15,71	-0.5	-7.6	-6.8	-2.1	148.4	-	2260.4	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	2.7	3.0
	3851	4	0.5	-267,452	-0,819	-1,857	15,71	15,71	-0.5	-7.7	-6.9	-2.0	148.8	-	2260.4	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	2.7	3.0
	3855	5	0.5	-273,223	-0,815	-2,086	15,71	15,71	-0.5	-8.0	-7.0	-2.0	149.4	-	2260.4	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	2.8	3.1
Plate 11-30	3855	1	0.5	-272,974	-0,624	-2,086	15,71	15,71	-0.5	-7.9	-7.0	-1.5	149.4	-	2260.4	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	2.8	3.1
(RCK30_SP50)	3694	2	0.5	-279,233	-0,385	-2,236	15,71	15,71	-0.6	-8.1	-7.2	-1.0	150.0	-	2260.4	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	2.8	3.2
	3695	3	0.5	-285,648	0,141	-2,276	15,71	15,71	-0.6	-8.3	-7.3	0.3	150.6	-	2260.4	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	2.9	3.3
	3696	4	0.5	-292,177	0,929	-2,132	15,71	15,71	-0.6	-8.5	-7.5	2.3	151.2	-	2260.4	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	3.0	3.3
	3700	5	0.5	-298,774	1,949	-1,730	15,71	15,71	-0.6	-8.6	-7.8	4.8	151.8	-	2260.4	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	3.1	3.4
Plate 11-31	3700	1	0.5	-298,947	1,816	-1,730	15,71	15,71	-0.6	-8.6	-7.8	4.5	151.8	-	2260.4	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	3.1	3.4
(RCK30_SP50)	2842	2	0.5	-304,539	3,588	-0,927	15,71	15,71	-0.6	-8.6	-8.1	8.9	152.3	-	2260.4	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	3.2	3.4
	2843	3	0.5	-310,050	5,495	0,287	15,71	15,71	-0.6	-8.4	-8.6	13.6	152.9	-	2260.4	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	3.4	3.3
	2844	4	0.5	-314,517	9,106	2,334	15,71	15,71	-0.6	-8.1	-9.1	22.5	153.3	-	2260.4	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	3.6	3.2
	2838	5	0.5	-316,979	15,991	5,771	15,71	15,71	-0.7	-7.4	-10.0	39.5	153.5	-	2260.4	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	3.9	2.9
Plate 9-21	3078	1	0.6	-550,550	136,684	-84,649	15,71	15,71	-2.2	-27.5	3.8	281.2	239.2	-	2260.4	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	1.5	10.8
(RCK30_SP60)	3072	2	0.6	-531,458	81,328	-62,326	15,71	15,71	-1.7	-22.6	-1.9	167.3	237.1	-	2260.4	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	0.7	8.9
	3073	3	0.6	-508,710	55,445	-47,984	15,71	15,71	-1.5	-19.7	-3.9	114.1	234.5	-	2260.4	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	1.5	7.7
	3074	4	0.6	-487,540	46,124	-37,693	15,71	15,71	-1.3	-17.5	-5.1	94.9	232.1	-	2260.4	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	2.0	6.9
	3428	5	0.6	-473,181	40,451	-28,356	15,71	15,71	-1.1	-15.6	-6.3	83.2	230.5	-	2260.4	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	2.5	6.1
Plate 9-22	3428	1	0.6	-471,265	41,598	-28,356	15,71	15,71	-1.1	-15.6	-6.2	85.6	230.3	-	2260.4	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	2.4	6.1
(RCK30_SP60)	3422	2	0.6	-455,008	39,930	-18,692	15,71	15,71	-1.0	-13.6	-7.5	82.2	228.4	-	2260.4	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	2.9	5.3
	3423	3	0.6	-437,582	36,679	-9,569	15,71	15,71	-0.8	-11.7	-8.6	75.5	226.5	-	2260.4	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	3.4	4.6
	3424	4	0.6	-421,180	30,954	-1,533	15,71	15,71	-0.7	-10.0	-9.5	63.7	224.6	-	2260.4	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	3.7	3.9
	3770	5	0.6	-407,994	21,865	4,806	15,71	15,71	-0.7	-8.7	-10.2	45.0	223.1	-	2260.4	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	4.0	3.4
Plate 9-23	3770	1	0.6	-407,125	22,699	4,806	15,71	15,71	-0.7	-8.6	-10.2	46.7	223.0	-	2260.4	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	4.0	3.4
(RCK30_SP60)	3764	2	0.6	-395,811	12,409	9,440	15,71	15,71	-0.8	-7.6	-10.7	25.5	221.7	-	2260.4	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	4.2	3.0
	3765	3	0.6	-387,806	1,717	11,348	15,71	15,71	-0.8	-7.1	-10.9	3.5	220.8	-	2260.4	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	4.3	2.8
	3766	4	0.6	-382,640	-10,187	10,242	15,71	15,71	-0.7	-7.2	-10.6	-21.0	220.2	-	2260.4	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	4.1	2.8
	3784	5	0.6	-379,842	-24,112	5,768	15,71	15,71	-0.7	-7.9	-9.8	-49.6	219.9	-	2260.4	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	3.8	3.1

RIVESTIMENTI_LT - BY-PASS FUMI - TIME 8

INPUT PLAXIS							Intradosso		Estradosso		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 7-17	416	1	0,7	-2263,398	-2,283	166,747	15,71	15,71	-4,8	-24,1	-66,8	-4,0	536,0	-	2260,4	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	26,2	9,5
(RCK30_SP70)	412	2	0,7	-2239,071	11,382	169,281	15,71	15,71	-4,8	-23,3	-66,6	20,1	532,8	-	2260,4	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	26,1	9,1
	411	3	0,7	-2249,590	-3,429	169,515	15,71	15,71	-4,9	-23,5	-66,9	-6,0	534,2	-	2260,4	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	26,2	9,2
	410	4	0,7	-2265,886	-8,899	168,346	15,71	15,71	-4,9	-24,0	-67,0	-15,7	536,3	-	2260,4	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	26,3	9,4
	1092	5	0,7	-2258,894	32,788	169,538	15,71	15,71	-4,9	-23,7	-67,0	57,8	535,4	-	2260,4	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	26,3	9,3
Plate 7-18	1092	1	0,7	-2254,214	21,489	169,538	15,71	15,71	-4,9	-23,6	-67,0	37,9	534,8	-	2260,4	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	26,3	9,2
(RCK30_SP70)	1095	2	0,7	-2288,719	-11,501	169,088	15,71	15,71	-4,9	-24,3	-67,6	-20,3	539,3	-	2260,4	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	26,5	9,5
	1094	3	0,7	-2315,428	-3,851	167,749	15,71	15,71	-4,9	-25,0	-68,0	-6,8	542,8	-	2260,4	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	26,6	9,8
	1093	4	0,7	-2335,615	4,648	167,239	15,71	15,71	-4,9	-25,5	-68,3	8,2	545,5	-	2260,4	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	26,8	10,0
	1778	5	0,7	-2350,556	-25,801	166,260	15,71	15,71	-5,0	-25,9	-68,5	-45,5	547,4	-	2260,4	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	26,8	10,2
Plate 7-19	1778	1	0,7	-2375,527	-64,553	166,260	15,71	15,71	-5,0	-26,4	-69,0	-113,9	550,7	-	2260,4	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	27,0	10,4
(RCK30_SP70)	1784	2	0,7	-2445,977	-28,826	157,067	15,71	15,71	-5,0	-29,0	-69,2	-50,8	559,9	-	2260,4	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	27,1	11,4
	1783	3	0,7	-2466,734	-87,588	143,681	15,71	15,71	-4,9	-31,1	-67,9	-154,5	562,6	-	2260,4	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	26,6	12,2
	1782	4	0,7	-2341,733	-216,977	107,551	15,71	15,71	-4,3	-33,3	-60,8	-382,7	546,3	-	2260,4	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	23,8	13,0
	2632	5	0,7	-1974,906	-303,133	31,924	15,71	15,71	-3,0	-35,6	-43,7	-534,6	498,2	-	2260,4	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	17,2	13,9
Plate 14-36	858	1	0,7	-1976,048	304,907	32,270	15,71	15,71	-3,0	-35,5	-43,8	537,8	498,3	-	2260,4	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	17,2	13,9
(RCK30_SP70)	490	2	0,7	-2340,223	215,708	107,846	15,71	15,71	-4,3	-33,2	-60,8	380,4	546,1	-	2260,4	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	23,8	13,0
	489	3	0,7	-2466,321	86,572	143,699	15,71	15,71	-4,9	-31,1	-67,9	152,7	562,6	-	2260,4	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	26,6	12,2
	488	4	0,7	-2446,499	29,232	156,952	15,71	15,71	-5,0	-29,0	-69,2	51,6	560,0	-	2260,4	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	27,1	11,4
	484	5	0,7	-2372,911	65,420	166,370	15,71	15,71	-5,0	-26,4	-68,9	115,4	550,3	-	2260,4	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	27,0	10,3
Plate 14-37	484	1	0,7	-2348,714	25,597	166,370	15,71	15,71	-5,0	-25,9	-68,4	45,1	547,2	-	2260,4	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	26,8	10,1
(RCK30_SP70)	79	2	0,7	-2336,035	-5,199	167,220	15,71	15,71	-4,9	-25,5	-68,3	-9,2	545,5	-	2260,4	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	26,8	10,0
	80	3	0,7	-2315,978	3,670	167,656	15,71	15,71	-4,9	-25,0	-67,9	6,5	542,9	-	2260,4	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	26,6	9,8
	81	4	0,7	-2288,722	11,509	168,965	15,71	15,71	-4,9	-24,3	-67,6	20,3	539,3	-	2260,4	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	26,5	9,5
	78	5	0,7	-2254,448	-22,378	169,346	15,71	15,71	-4,9	-23,6	-66,9	-39,5	534,8	-	2260,4	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	26,2	9,3
Plate 14-38	78	1	0,7	-2259,416	-33,031	169,346	15,71	15,71	-4,9	-23,7	-67,0	-58,3	535,5	-	2260,4	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	26,3	9,3
(RCK30_SP70)	66	2	0,7	-2265,854	9,142	168,170	15,71	15,71	-4,9	-24,0	-67,0	16,1	536,3	-	2260,4	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	26,3	9,4
	67	3	0,7	-2249,379	3,719	169,404	15,71	15,71	-4,9	-23,5	-66,8	6,6	534,1	-	2260,4	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	26,2	9,2
	68	4	0,7	-2238,931	-11,192	169,238	15,71	15,71	-4,8	-23,3	-66,6	-19,7	532,8	-	2260,4	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	26,1	9,1
	416	5	0,7	-2263,451	2,517	166,747	15,71	15,71	-4,8	-24,1	-66,8	4,4	536,0	-	2260,4	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	26,2	9,5
Plate 12-32	2838	1	0,6	-1481,169	150,974	49,131	15,71	15,71	-3,0	-26,2	-42,4	310,6	344,5	-	2260,4	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	16,6	10,3
(RCK30_SP60)	2443	2	0,6	-1451,312	40,221	73,369	15,71	15,71	-3,3	-21,5	-45,7	82,8	341,2	-	2260,4	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	17,9	8,4
	2444	3	0,6	-1417,741	-34,265	73,773	15,71	15,71	-3,3	-20,7	-45,0	70,5	337,4	-	2260,4	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	17,7	8,1
	2445	4	0,6	-1375,010	-83,457	57,473	15,71	15,71	-3,0	-22,4	-41,4	-171,7	332,5	-	2260,4	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	16,2	8,8
	2442	5	0,6	-1317,672	-118,326	30,710	15,71	15,71	-2,5	-25,5	-35,6	-243,5	326,0	-	2260,4	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	14,0	10,0
Plate 12-33	2442	1	0,6	-1326,127	-111,310	30,710	15,71	15,71	-2,5	-25,7	-35,8	-229,0	327,0	-	2260,4	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	14,0	10,1
(RCK30_SP60)	1831	2	0,6	-1291,910	-129,968	1,039	15,71	15,71	-2,0	-29,8	-30,1	-267,4	323,1	-	2260,4	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	11,8	11,7
	1832	3	0,6	-1246,292	-113,453	-27,753	15,71	15,71	-2,4	-33,9	-24,8	-233,4	320,2	-	2260,4	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	9,7	13,3
	1833	4	0,6	-1236,901	-82,315	-51,487	15,71	15,71	-2,7	-37,2	-20,2	-169,4	316,9	-	2260,4	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	7,9	14,6
	1830	5	0,6	-1191,365	-57,107	-67,464	15,71	15,71	-2,8	-38,7	-16,5	-117,5	311,7	-	2260,4	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	6,5	15,2
Plate 12-34	1830	1	0,6	-1198,513	-55,265	-67,464	15,71	15,71	-2,8	-38,9	-16,6	-113,7	312,6	-	2260,4	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	6,5	15,3
(RCK30_SP60)	1453	2	0,6	-1168,813	-50,533	-78,797	15,71	15,71	-3,0	-40,1	-14,1	-104,0	309,2	-	2260,4	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	5,5	15,7
	1454	3	0,6	-1152,739	-58,916	-89,542	15,71	15,71	-3,1	-41,5	-11,9	-121,2	307,4	-	2260,4	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	4,7	16,3
	1455	4	0,6	-1136,347	-100,303	-106,056	15,71	15,71	-3,3	-43,8	-8,8	-206,4	305,5	-	2260,4	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	3,5	17,2
	1452	5	0,6	-1105,692	-194,579	-135,975	15,71	15,71	-3,7	-48,3	-2,6	-400,4	302,0	-	2260,4	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	1,0	18,9
Plate 10-24	3784	1	0,5	-1239,430	-103,630	49,109	15,71	15,71	-3,3	-23,2	-44,8	-255,9	240,9	-	2260,4	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	17,6	9,1
(RCK30_SP50)	3785	2	0,5	-1249,021	-70,274	25,055	15,71	15,71	-2,8	-28,7	-39,8	-173,5	241,8	-	2260,4	20,0	28,4	-	-							

(RCK30_SP50)	3800	2	0.5	-1174,735	4,565	-13,866	15,71	15,71	-2,4	-35,3	-29,2	11,3	234,8	-	2260,4	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	11,4	13,8
	3801	3	0,5	-1169,199	4,548	-12,557	15,71	15,71	-2,4	-34,8	-29,3	11,2	234,3	-	2260,4	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	11,5	13,7
	3802	4	0,5	-1160,701	4,146	-11,336	15,71	15,71	-2,4	-34,4	-29,4	10,2	233,8	-	2260,4	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	11,5	13,5
	3825	5	0,5	-1160,470	2,521	-10,341	15,71	15,71	-2,3	-34,1	-29,5	6,2	233,4	-	2260,4	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	11,6	13,4
Plate 10-27	3825	1	0,5	-1161,243	3,503	-10,341	15,71	15,71	-2,3	-34,1	-29,6	8,7	233,5	-	2260,4	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	11,6	13,4
(RCK30_SP50)	3819	2	0,5	-1158,447	1,682	-9,662	15,71	15,71	-2,3	-33,9	-29,6	4,2	233,3	-	2260,4	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	11,6	13,3
	3820	3	0,5	-1156,712	1,100	-9,256	15,71	15,71	-2,3	-33,8	-29,7	2,7	233,1	-	2260,4	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	11,6	13,2
	3821	4	0,5	-1155,676	0,696	-9,025	15,71	15,71	-2,3	-33,7	-29,7	1,7	233,0	-	2260,4	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	11,6	13,2
	3839	5	0,5	-1154,977	-0,592	-8,963	15,71	15,71	-2,3	-33,6	-29,7	-1,5	232,9	-	2260,4	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	11,6	13,2
Plate 11-28	3839	1	0,5	-1154,978	0,568	-8,963	15,71	15,71	-2,3	-33,6	-29,7	1,4	232,9	-	2260,4	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	11,6	13,2
(RCK30_SP50)	3840	2	0,5	-1155,684	-0,711	-9,030	15,71	15,71	-2,3	-33,7	-29,7	-1,8	233,0	-	2260,4	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	11,6	13,2
	3841	3	0,5	-1156,723	-1,109	-9,265	15,71	15,71	-2,3	-33,8	-29,7	-2,7	233,1	-	2260,4	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	11,6	13,2
	3842	4	0,5	-1158,462	-1,686	-9,673	15,71	15,71	-2,3	-33,9	-29,6	-4,2	233,3	-	2260,4	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	11,6	13,3
	3869	5	0,5	-1161,268	-3,504	-10,353	15,71	15,71	-2,3	-34,1	-29,6	-8,7	233,5	-	2260,4	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	11,6	13,4
Plate 11-29	3869	1	0,5	-1160,493	-2,523	-10,353	15,71	15,71	-2,3	-34,1	-29,5	-6,2	233,4	-	2260,4	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	11,6	13,4
(RCK30_SP50)	3849	2	0,5	-1164,731	-4,139	-11,346	15,71	15,71	-2,4	-34,4	-29,4	-10,2	233,8	-	2260,4	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	11,5	13,5
	3850	3	0,5	-1169,233	-4,534	-12,565	15,71	15,71	-2,4	-34,8	-29,3	-11,2	234,3	-	2260,4	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	11,5	13,7
	3851	4	0,5	-1174,771	-4,549	-13,869	15,71	15,71	-2,4	-35,3	-29,2	-11,2	234,8	-	2260,4	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	11,4	13,8
	3855	5	0,5	-1182,117	-5,021	-15,194	15,71	15,71	-2,5	-35,8	-29,1	-12,4	235,5	-	2260,4	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	11,4	14,0
Plate 11-30	3855	1	0,5	-1180,895	-4,645	-15,194	15,71	15,71	-2,5	-35,7	-29,0	-11,5	235,4	-	2260,4	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	11,4	14,0
(RCK30_SP50)	3694	2	0,5	-1190,993	-3,212	-16,373	15,71	15,71	-2,5	-36,3	-29,0	-7,9	236,3	-	2260,4	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	11,4	14,2
	3695	3	0,5	-1201,512	1,111	-16,738	15,71	15,71	-2,5	-36,6	-29,3	2,7	237,3	-	2260,4	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	11,5	14,4
	3696	4	0,5	-1213,059	8,306	-15,476	15,71	15,71	-2,5	-36,7	-29,8	20,5	238,4	-	2260,4	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	11,7	14,4
	3700	5	0,5	-1226,238	18,356	-11,772	15,71	15,71	-2,5	-36,2	-31,0	45,3	239,7	-	2260,4	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	12,2	14,2
Plate 11-31	3700	1	0,5	-1228,832	15,504	-11,772	15,71	15,71	-2,5	-36,3	-31,1	38,3	239,9	-	2260,4	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	12,2	14,2
(RCK30_SP50)	2842	2	0,5	-1239,195	35,976	-4,093	15,71	15,71	-2,4	-34,9	-33,1	88,8	240,9	-	2260,4	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	13,0	13,7
	2843	3	0,5	-1247,437	50,978	7,902	15,71	15,71	-2,4	-32,5	-35,9	125,9	241,7	-	2260,4	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	14,1	12,7
	2844	4	0,5	-1249,025	70,273	25,077	15,71	15,71	-2,8	-28,7	-39,8	173,5	241,8	-	2260,4	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	15,6	11,3
	2838	5	0,5	-1239,431	103,626	49,131	15,71	15,71	-3,3	-23,2	-44,8	255,9	240,9	-	2260,4	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	17,6	9,1
Plate 9-21	3078	1	0,6	-1105,606	194,735	-136,053	15,71	15,71	-3,7	-48,3	-2,6	400,7	302,0	-	2260,4	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	1,0	18,9
(RCK30_SP60)	3072	2	0,6	-1136,345	100,399	-106,108	15,71	15,71	-3,3	-43,8	-8,8	206,6	305,5	-	2260,4	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	3,5	17,2
	3073	3	0,6	-1152,769	58,988	-89,577	15,71	15,71	-3,1	-41,5	-11,9	121,4	307,4	-	2260,4	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	4,7	16,3
	3074	4	0,6	-1168,849	50,604	-78,817	15,71	15,71	-3,0	-40,1	-14,1	104,1	309,2	-	2260,4	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	5,5	15,7
	3428	5	0,6	-1198,554	55,347	-67,467	15,71	15,71	-2,8	-38,9	-16,7	113,9	312,6	-	2260,4	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	6,5	15,3
Plate 9-22	3428	1	0,6	-1191,401	57,171	-67,467	15,71	15,71	-2,8	-38,7	-16,5	117,6	311,7	-	2260,4	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	6,5	15,2
(RCK30_SP60)	3422	2	0,6	-1236,921	82,421	-51,469	15,71	15,71	-2,7	-37,2	-20,2	169,6	316,9	-	2260,4	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	7,9	14,6
	3423	3	0,6	-1266,268	113,528	-27,713	15,71	15,71	-2,4	-33,9	-24,8	233,6	320,2	-	2260,4	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	9,7	13,3
	3424	4	0,6	-1291,861	129,978	1,090	15,71	15,71	-2,0	-29,8	-30,1	267,4	323,1	-	2260,4	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	11,8	11,7
	3770	5	0,6	-1326,118	111,257	30,755	15,71	15,71	-2,5	-25,7	-35,8	228,9	327,0	-	2260,4	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	14,0	10,1
Plate 9-23	3770	1	0,6	-1317,652	118,274	30,755	15,71	15,71	-2,5	-25,5	-35,6	243,4	326,0	-	2260,4	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	14,0	10,0
(RCK30_SP60)	3764	2	0,6	-1374,996	83,374	57,500	15,71	15,71	-3,0	-22,4	-41,4	171,6	332,5	-	2260,4	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	16,2	8,8
	3765	3	0,6	-1417,738	34,183	73,778	15,71	15,71	-3,3	-20,7	-45,0	70,3	337,4	-	2260,4	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	17,7	8,1
	3766	4	0,6	-1451,315	-40,275	73,355	15,71	15,71	-3,3	-21,5	-45,7	-82,9	341,2	-	2260,4	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	17,9	8,4
	3784	5	0,6	-1481,166	-150,973	49,109	15,71	15,71	-3,0	-26,2	-42,4	-310,6	344,5	-	2260,4	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	16,6	10,3

LAVORO	COCIV - TERZO VALICO		Copertura		400m	
Sezione	Sezione Fumi		Litotipo		GR2b - aP	
		INIZIO STAGE		FINE STAGE		
TIME	DESCRIZIONE	xfronte [m]	R(FEM)	xfronte [m]	R(FEM)	MATURAZIONE SPRITZ BETON
Phase 1	Geostatico	-∞	0%	-∞	0%	-
Phase 2	Fronte di scavo	0	0%	0	90%	-
Phase 3	Avanzamento mezzo sfondo	0	90%	0,5	93,0%	-
Phase 4	Installazione priverivestimento e avanzamento	0,5	93,0%	1,5	95,0%	0.5 gg
Phase 5	Maturazione priverivestimento e avanzamento	1,5	95,0%	10	97,0%	28gg
Phase 6	Getto arco rovescio e murette	10	97,0%	≈ 3 diametri	98,5%	28gg
Phase 7	Getto calotte	≈ 3 diametri	98,5%	≈ 3 diametri	100%	28gg
Phase 8 LT	Analisi di lungo termine	≈ 3 diametri	100%	+∞	100%	-

