

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 NATURALE DI VALICO CAMERONE TIPO D**  
**Relazione geotecnica e di calcolo**

GENERAL CONTRACTOR	DIRETTORE DEI LAVORI
Consorzio <b>Cociv</b> Ing. P.P. Marcheselli	

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC.	OPERA/DISCIPLINA	PROGR.	REV.
I G 5 1	0 2	E	C V	R O	G N 1 6 0 X	0 0 1	A

Progettazione :								
Rev	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Progettista Integratore	Data	IL PROGETTISTA
A00	Emissione	Rocksoil <i>A. Palomba</i>	15/07/2013	Rocksoil <i>A. Palomba</i>	15/07/2013	A. Palomba <i>A. Palomba</i>	19/07/2013	 Consorzio Collegamenti Integrati Veloci Dott. Ing. Aldo Mancarella Ordine Ingegneri Prov. TO n. 6271 R

n. Elab.:	File: IG5102ECVROGN160X001A00
-----------	-------------------------------



<p>GENERAL CONTRACTOR</p>  <p>CODIV Consorzio Collegamenti Integrati Veloci</p>	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p>  <p>ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	
	<p>IG5102ECVROGN160X001A00</p>	<p>Foglio 3 di 209</p>

## INDICE

INDICE.....		3
1. INTRODUZIONE.....		7
2. NORMATIVE E RACCOMANDAZIONI.....		8
3. MATERIALI IMPIEGATI.....		11
3.1. Gallerie naturali.....		11
4. DESCRIZIONE DEI METODI DI CALCOLO UTILIZZATI .....		14
4.1. Analisi numeriche bidimensionali: FLAC.....		14
4.2. Analisi stabilità del fronte in gallerie superficiali.....		17
4.2.1. Metodo di Tamez & Cornejo (1985).....		17
4.2.2. Metodo di Broms e Bennermark (1967).....		19
4.2.3. Metodo del tasso di deconfinamento critico $\lambda_E$ (Panet, 1990) .....		20
5. INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOTECNICO.....		21
5.1. Inquadramento Geologico – Geomorfologico - Idrogeologico .....		21
5.1.1. Il Bacino Terziario Piemontese .....		22
5.1.2. La Formazione di Costa Areama (fC) (Burdigaliano – Langhiano) .....		23
5.1.3. Depositi quaternari.....		24
5.2. Assetto idrogeologico dell'area .....		24
5.2.1. Circolazione idrica superficiale .....		24
5.2.2. Circolazione idrica sotterranea .....		25
5.3. Inquadramento Geotecnico .....		25
5.3.1. Depositi colluviali – Unità L/S.....		36
5.3.2. Marne alterate – Unità FC_alt.....		36
5.3.3. Formazione di Costa Areama .....		36
5.4. Parametri geotecnici e stratigrafia .....		47
6. PRINCIPALI FASI ESECUTIVE.....		48
7. PREVISIONI SUL COMPORTAMENTO DEGLI AMMASSI ALLO SCAVO (FASE DI DIAGNOSI) .....		56
7.1. Calcolo e determinazione delle categorie di comportamento allo scavo .....		57
7.1.1. Stabilità del fronte di scavo .....		58
7.1.2. Verifica di stabilità del fronte dei cunicoli di piedritto.....		59
7.1.3. Verifica di stabilità del fronte della calotta del camerone.....		61
8. DESCRIZIONE DELLE SEZIONI TIPO (FASE DI TERAPIA).....		64
8.1. Tipologie di intervento in fase costruttiva.....		64
8.2. Sezioni tipo di avanzamento .....		66

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	
	IG5102ECVROGN160X001A00	Foglio 4 di 209

8.2.1.	Cunicoli di piedritto.....	67
8.2.2.	Camerone .....	67
9.	<b>INDIVIDUAZIONE DELLE SEZIONI DI CALCOLO E VERIFICA DELLE SEZIONI TIPO DI SCAVO .....</b>	<b>68</b>
9.1.	Premessa.....	68
9.2.	Verifiche di stabilità del fronte con metodi analitici .....	69
9.2.1.	Verifica di stabilità del fronte dei cunicoli di piedritto.....	69
9.2.1.	Verifica di stabilità del fronte della calotta del camerone.....	70
9.3.	Modelli numerici di calcolo: Ipotesi di base.....	70
9.3.1.	Modellazione degli elementi geotecnici e strutturali.....	71
9.3.2.	Taratura modelli di calcolo .....	73
9.4.	Modello 1: Sezione tipo 1P .....	74
9.4.1.	Rivestimenti di prima fase e fasi di calcolo .....	78
9.5.	Modello 2: Sezione tipo 3 – copertura 22 m .....	79
9.5.1.	Rivestimenti di prima fase e fasi di calcolo .....	85
10.	<b>RISULTATI ANALISI NUMERICHE E VERIFICHE.....</b>	<b>87</b>
10.1.	Rivestimento di prima fase .....	87
10.2.	Verifiche Rivestimento definitivo in Calcestruzzo Armato.....	88
10.3.	Modello 1: Sezione Tipo 1P .....	90
10.3.1.	Analisi deformativa .....	90
10.3.2.	Analisi Tensionale.....	91
10.4.	Modello 2: Sezione Tipo 3.....	94
10.4.1.	Analisi deformativa .....	94
10.4.2.	Analisi Tensionale.....	98
11.	<b>INTERFERENZA SCAVO-EDIFICI – CLASSIFICAZIONE DEL DANNO .....</b>	<b>106</b>
12.	<b>CONCLUSIONI .....</b>	<b>106</b>
13.	<b>ALLEGATI DI CALCOLO .....</b>	<b>107</b>
13.1.	Stabilità del fronte - Diagnosi .....	107
13.1.1.	Cunicoli di piedritto .....	107
13.1.2.	Calotta .....	112
13.2.	Stabilità del fronte – Terapia.....	118
13.2.1.	Cunicoli di piedritto .....	118
13.2.2.	Calotta .....	125
13.3.	Verifiche.....	132
13.3.1.	Analisi 1 – Sezione tipo 1P .....	132
13.3.2.	Analisi 2 – Sezione tipo 3.....	148
13.4.	Analisi numeriche FLAC .....	182



GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



IG5102ECVROGN160X001A00

Foglio  
5 di 209

13.4.1.	Sezione tipo 1P.....	182
13.4.2.	Sezione tipo 3.....	193

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



IG5102ECVROGN160X001A00

Foglio  
6 di 209

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 
	<p>IG5102ECVROGN160X001A00</p> <p style="text-align: right;">Foglio 7 di 209</p>

## 1. INTRODUZIONE

Oggetto della presente relazione è la descrizione delle principali problematiche legate allo scavo del camerone tipo D previsto per la galleria di Valico necessario per il collegamento dei tratti di galleria a singolo binario (tratti a doppia canna) con quelli contenenti il doppio binario (canna singola). Le scelte progettuali effettuate con conseguente definizione delle sezioni tipo d'avanzamento e la verifica di tali sezioni, con riferimento alle condizioni critiche rappresentative presenti lungo lo sviluppo dell'opera saranno discusse nel seguito.

Tale opera si sviluppa in corrispondenza dell'imbocco Nord della Galleria Naturale di Valico e si estende dalla pk 28+254.748 alla pk 27+656.46 il cui primo tratto, compreso tra le pk 28+254.748 B.P. e pk 28+200.13 B.P., risulta essere scavato sotto protesi.

Lo scavo, avviene interamente all'interno della Formazione di Costa Areasa (Burdigaliano-Langhiano), facente parte del Bacino Terziario Piemontese (BTP) e caratterizzata dall'associazione di due facies distinte: una pelitico-arenacea e una calcareo-marnosa (Ghibauda et al., 1985).

La massima copertura prevista per l'opera in esame risulta pari a circa 22m.

Nei capitoli che seguono dopo aver riepilogato le diverse sezioni tipo di avanzamento degli scavi, verranno riportate le fasi esecutive necessarie alla realizzazione di ciascuno di essi. Sarà eseguito un dimensionamento degli interventi da mettere in opera per garantire la stabilità del fronte e del cavo nel breve e nel lungo termine; l'analisi è stata svolta utilizzando un software alle differenze finite. Si sottolinea che date le dimensioni del cavo la sua realizzazione richiede fasi e modalità costruttive del tutto particolari, che non hanno alcun riscontro con quelle comunemente adottate per la galleria di linea.

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 
	IG5102ECVROGN160X001A00 <span style="float: right;">Foglio 8 di 209</span>

## 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**

<p>GENERAL CONTRACTOR</p>  <p>CODIV Consorzio Collegamenti Integrati Veloci</p>	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p>  <p>ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>
	<p>IG5102ECVROGN160X001A00</p> <p>Foglio 9 di 209</p>

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

<p>GENERAL CONTRACTOR</p>  <p>CODIV Consorzio Collegamenti Integrati Veloci</p>	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p>  <p>ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	
	<p>IG5102ECVROGN160X001A00</p>	<p>Foglio 10 di 209</p>

### 2.1.1.1. *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
	IG5102ECVROGN160X001A00 <span style="float: right;">Foglio 11 di 209</span>

### 3. MATERIALI IMPIEGATI

#### 3.1. Gallerie naturali

##### Consolidamenti e rivestimenti provvisori

Spritz beton fibrorinforzato	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Resistenza media su carote <math>h/\phi = 1</math> a 48 ore <math>\geq 13</math> MPa, a 28 gg <math>\geq 25</math> MPa</li> <li>- dosaggio per fibre in acciaio <math>\geq 30</math> kg/m<sup>3</sup></li> </ul>
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
Drenaggi	Tubi microfessurati in PVC <ul style="list-style-type: none"> <li>- <math>\phi_{est} &gt; 60</math> mm, sp. 5 mm</li> <li>- Resistenza alla trazione 4.5 MPa, rivestiti con TNT</li> <li>- I primi 10m da boccaforo devono essere ciechi</li> <li>- Diametro di perforazione = 100-120 mm</li> </ul>
Impermeabilizzazione in PVC	<ul style="list-style-type: none"> <li>- teli sp. <math>\geq 2</math>mm +/- 5%,</li> <li>- Resistenza a trazione <math>\geq 15</math> MPa</li> <li>- Allungamento a rottura <math>\geq 250\%</math></li> <li>- Resistenza alla lacerazione <math>\geq 100</math>N/mm</li> <li>- Resistenza alla giunzione <math>\geq 10.5</math> MPa</li> <li>- Stabilità al calore = 70°C</li> <li>- Flessibilità a freddo = -30°C</li> <li>- Resistenza alle soluzioni acide alcaline = +/-20% max allungamento</li> <li>- Comportamento al fuoco B2</li> <li>- Resistenza alla pressione dell'acqua a 1 MPa per 10 ore : impermeabile</li> </ul>

<p>Tubi in VTR (caratteristiche del composito)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Diametro esterno = 60 mm ad aderenza migliorata</li> <li>- Diametro di perforazione = 100-120 mm</li> <li>- Spessore medio = 10 mm</li> <li>- Densità <math>\geq 1.8</math> t/mc</li> <li>- Res. a trazione <math>\geq 600</math> MPa</li> <li>- Res. a taglio <math>\geq 100</math> MPa</li> <li>- Modulo elastico <math>\geq 30000</math> MPa</li> <li>- Contenuto in vetro <math>\geq 50</math> %</li> <li>- Resistenza a flessione <math>\geq 600</math> MPa</li> <li>- Resistenza allo scoppio <math>\geq 8</math> MPa</li> <li>- Perforazione eseguita a secco</li> </ul>
<p>Miscela cementizie per cementazione a bassa pressione</p>	<p>Cemento 42.5R</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Rapporto a/c = 0.5-0.7</li> <li>- Fluidificante = 4 % di peso sul cemento</li> <li>- Resistenza a compressione a 48 ore <math>&gt; 5</math> MPa</li> </ul>
<p>Iniezioni di guaina</p>	<p>Cemento R32.5 – R42.5</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Rapporto a/c <math>\approx 1.5-2</math></li> <li>- Bentonite <math>\approx 5-8</math> % sul peso di cemento</li> <li>- Densità <math>\approx 1.3</math> t/m<sup>3</sup></li> <li>- Rendimento volumetrico <math>\geq 95</math> %</li> <li>- Viscosità Marsh (ugello 4.7 mm) 30-35 sec.</li> </ul>
<p>Iniezione di consolidamento</p>	<p>Cemento R42.5</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Cemento a finezza di macinazione non inferiore a 4500 cm/g Blaine</li> <li>- Rapporto a/c <math>\approx 0.4-0.7</math></li> <li>- Bentonite <math>&lt; 2</math> %</li> <li>- Additivo fluidificante (Flowcable o simili) <math>\approx 4</math> % di peso del cemento</li> <li>- Viscosità Marsh (ugello 4.7 mm) 35-45 sec.</li> <li>- Densità <math>\approx 1.8</math> t/m<sup>3</sup></li> <li>- Rendimento volumetrico <math>&gt; 95</math> %</li> </ul>



GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG5102ECVROGN160X001A00 <span style="float: right;">Foglio 13 di 209</span>

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

### Rivestimenti definitivi

Acciaio per armatura:	B450 C
Calcestruzzo strutturale calotta e piedritti	C25/30, XC2, S4
Calcestruzzo strutturale arco rovescio	C25/30, XC2, S3
Magrone di pulizia di sottofondo	Rm ≥ 15 MPa

### 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 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 strutturale armato C25/30 Mpa	$\sigma_{amm} = 9.75 \text{ Mpa}$ $\tau_{c0} = 0.60 \text{ Mpa}$ $\tau_{c1} = 1.80 \text{ Mpa}$

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

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	
	IG5102ECVROGN160X001A00 <table border="1" data-bbox="1420 224 1532 315"> <tr> <td>Foglio 14 di 209</td> </tr> </table>	Foglio 14 di 209
Foglio 14 di 209		

## 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) Metodi numerici agli elementi finiti;
- 2) 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.

Il software di calcolo utilizzato per la progettazione del camerone oggetto della presente relazione è il seguente:

- **FLAC 7.0:** Programma alle differenze finite – *Itasca Consulting (USA)*.

### 4.1. Analisi numeriche bidimensionali: FLAC

Le analisi tenso-deformative presentate nel seguito, sono state condotte impiegando il codice di calcolo FLAC 7.0 (Fast Lagrangian Analysis of Continua), sviluppato da ITASCA Consulting, il quale consente di affrontare problemi di meccanica del continuo, determinando gli stati tensionali e deformativi in un dominio bidimensionale, le cui caratteristiche sono definite da leggi di comportamento, di tipo elastico o plastico, e da imposte condizioni al contorno, implementando il metodo delle differenze finite. Tale metodo si basa sulla discretizzazione delle equazioni differenziali che governano il problema fisico in esame, attraverso la sostituzione delle derivate con quozienti di differenze finite. In questo modo, le equazioni differenziali vengono trasformate in equazioni algebriche, da risolversi in successivi passi di calcolo. L'algoritmo di calcolo segue uno schema lagrangiano denominato "esplicito per integrazione diretta nel tempo" (explicit time marking), il quale è in grado di lavorare agevolmente e molto velocemente per sistemi con grandi deformazioni, con stati di collasso molto avanzati e in condizioni di instabilità (la possibilità di giungere al collasso non è infatti limitata da problemi di stabilità numerica, quale l'invertibilità di matrici). L'adattamento del metodo alle differenze finite a casi di griglia di forma qualunque segue l'approccio di Wilkins M.L..

La discretizzazione viene operata sovrapponendo alla porzione di continuo considerata un reticolo, in genere di maglie quadrilatera, in corrispondenza dei cui nodi (gridpoints) sono definite le grandezze in gioco. E' allora possibile approssimare la derivata prima di una funzione rispetto a una variabile indipendente, con il rapporto tra la variazione subita dalla funzione stessa nel passare da un nodo ad uno contiguo, e la corrispondente variazione della variabile indipendente.

Con riferimento alla figura seguente, può assumersi ad un certo istante  $t$  una delle seguenti equivalenze:

$$\left(\frac{\partial u}{\partial x}\right)_{i,j} \approx \frac{u_{i+1,j}^t - u_{i,j}^t}{\Delta x},$$

$$\left(\frac{\partial u}{\partial x}\right)_{i,j} \approx \frac{u_{i+1,j}^t - u_{i-1,j}^t}{2\Delta x},$$

$$\left(\frac{\partial u}{\partial x}\right)_{i,j} \approx \frac{u_{i,j}^t - u_{i-1,j}^t}{\Delta x}.$$

In modo analogo si opera per le derivate rispetto ad y, e per le derivate di ordine superiore. La legge costitutiva del materiale viene espressa nella seguente forma:

$$\sigma = E \cdot \frac{\partial u}{\partial x} \Rightarrow \sigma'_{i,j} = E \cdot \frac{u'_{i,j} - u'_{i-1,j}}{\Delta x}$$

Il codice di calcolo FLAC usa uno schema di soluzione “esplicito condizionatamente stabile”, la cui sequenza di calcolo iterativo, illustrata schematicamente nella figura seguente, comprende i seguenti passi:

- per ogni nodo della griglia si valuta la massa m, la risultante delle forze esterne Fe (gravità, carichi esterni ...), la risultante delle forze interne Fi, calcolata per integrazione degli sforzi nelle zone collegate al nodo stesso, così che è possibile determinare la forza squilibrata agente sul nodo Fu (unbalanced force Fu=Fe-Fi);
- per ogni gridpoint si scrive l'equazione di Newton Fu=m•a , tramite la quale è possibile determinare l'accelerazione del nodo in esame; integrando due volte l'accelerazione si ottiene la velocità e lo spostamento incrementale di ogni nodo;
- dal campo di spostamenti incrementali, è possibile risalire al campo di deformazioni incrementali e quindi, attraverso il legame costitutivo dei materiali, al campo di variazioni degli sforzi nel reticolo;
- la variazione degli sforzi comporta la modifica, per ogni nodo della griglia, della risultante delle forze interne e conseguentemente la necessità di rideterminare la Fu, dando inizio ad un nuovo passo di calcolo. Il processo iterativo ha termine qualora si ottenga una forza squilibrata che abbia un valore minore di una tolleranza prestabilita.

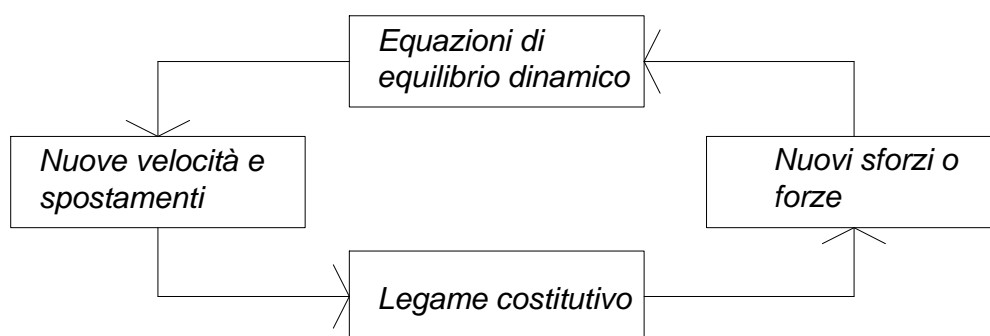


Figura 1– Fasi di computazione del codice di calcolo FLAC

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	
	IG5102ECVROGN160X001A00 <table border="1" data-bbox="1420 235 1532 315"> <tr> <td>Foglio 16 di 209</td> </tr> </table>	Foglio 16 di 209
Foglio 16 di 209		

Il codice di calcolo consente di adottare un modello di comportamento del terreno elastoplastico di tipo strain-softening.

Il criterio di rottura adottato è quello di Mohr-Coulomb: in condizioni di strain-softening, i parametri di resistenza (coesione e angolo d'attrito interno) vengono gradualmente ridotti in funzione della deformazioni plastica sviluppata, secondo una legge di tipo lineare e adottando i parametri di picco e residui individuati nei capitoli successivi.

La funzione di plasticizzazione F definita dal criterio di rottura consente di individuare quelle zone di terreno in cui lo stato tensionale ha superato il limite al di sotto del quale il materiale mantiene un comportamento elastico e che sono quindi soggette a sollecitazioni tali da comportare deformazioni irreversibili nell'ammasso.

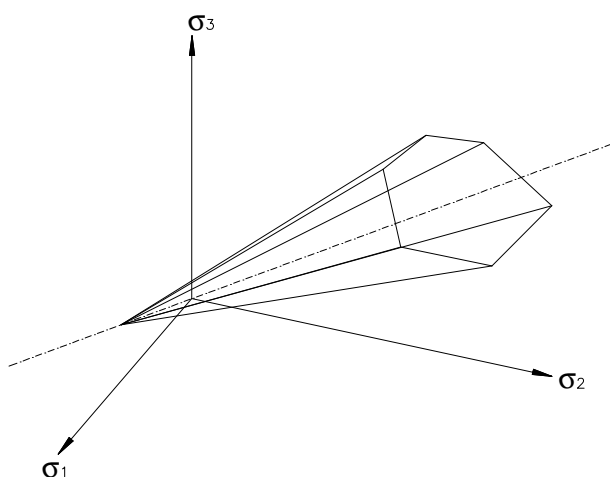
Per un generico stato di sforzo, individuato dalle tensioni principali  $\sigma_1$ ,  $\sigma_2$ ,  $\sigma_3$ , il criterio di rottura di Mohr-Coulomb, è rappresentato dalle seguenti equazioni lineari:

$$\sigma_1 - \sigma_2 = \pm 2 \cdot \left( c' \cdot \cos(\phi') + \frac{(\sigma_1 + \sigma_2)}{2} \cdot \sin(\phi') \right)$$

$$\sigma_2 - \sigma_3 = \pm 2 \cdot \left( c' \cdot \cos(\phi') + \frac{(\sigma_2 + \sigma_3)}{2} \cdot \sin(\phi') \right)$$

$$\sigma_3 - \sigma_1 = \pm 2 \cdot \left( c' \cdot \cos(\phi') + \frac{(\sigma_3 + \sigma_1)}{2} \cdot \sin(\phi') \right)$$

Tale criterio è rappresentato, nello spazio delle tensioni principali, da una piramide a base esagonale non regolare avente, come asse, la trisettrice del primo ottante:



**Figura 2 – Dominio di rottura di Mohr-Coulomb**

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG5102ECVROGN160X001A00 <span style="float: right;">Foglio 17 di 209</span>

Nel criterio di rottura di Mohr-Coulomb la resistenza al taglio non è influenzata dallo sforzo principale avente intensità intermedia; la resistenza del materiale è variabile in funzione dello stato di sforzo esistente.

La simulazione dello scavo avviene mediante il progressivo annullamento delle forze interne al profilo di scavo, fino al loro completo rilassamento; gli step di rilassamento vengono operati in funzione della distanza dal fronte della sezione considerata nell'analisi, mediante l'impiego delle curve di Panet. Nelle analisi, considerata la copertura ridotta, si è fatto riferimento alla curva di Panet teorica con riduzione delle forze di scavo al fronte pari al 28%.

## 4.2. Analisi stabilità del fronte in gallerie superficiali

### 4.2.1. 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.

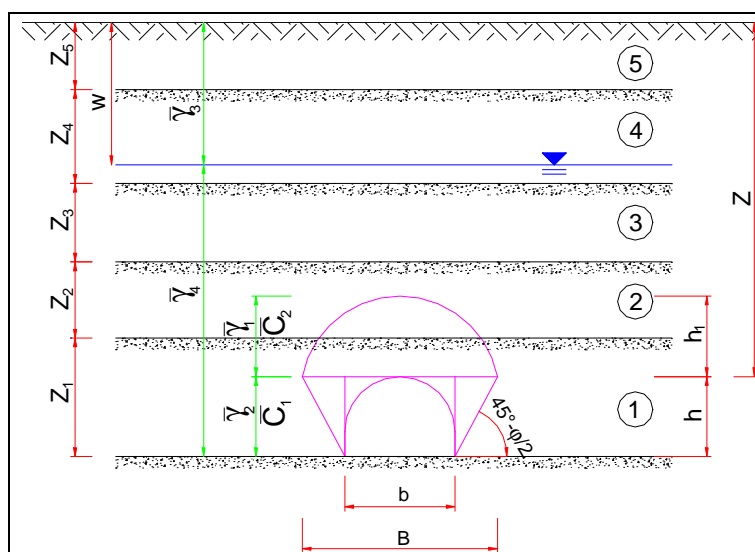


Figura 4-3 – Schema proposto da Tamez.

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).

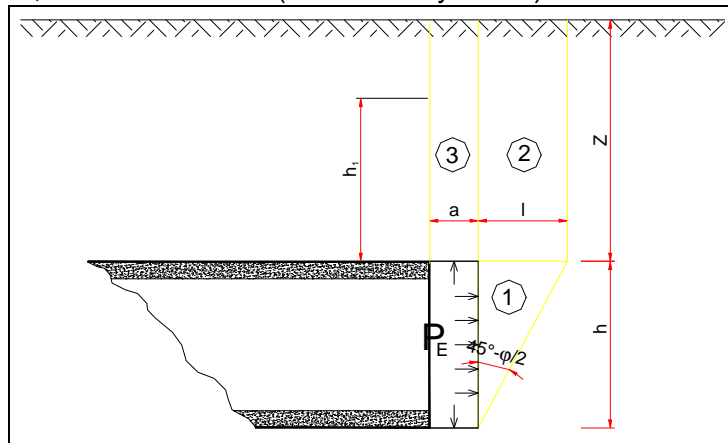


Figura 4-4 – Schema proposto da Tamez.

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  $\sigma_3^{VTR}$  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:

$\tau_a$  = tensione di aderenza ammasso-fondazione

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

$2p_A$  = perimetro della sezione reagente a sfilamento

$\sigma_t$  = 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  $\sigma_3^{VTR}$  può essere considerato come incremento di coesione dell'ammasso:

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	
	IG5102ECVROGN160X001A00 <table border="1" style="float: right; margin-left: auto;"> <tr> <td>Foglio 19 di 209</td> </tr> </table>	Foglio 19 di 209
Foglio 19 di 209		

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

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:

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

dove:

$c_{\text{jet}}$  = coesione dei trattamenti colonnari in jet grouting

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

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

#### 4.2.2. 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:

$\gamma$  = peso dell'unità di volume del terreno

$z$  = profondità dell'asse della galleria

$\sigma_s$  = sovraccarico eventualmente presente in superficie

$\sigma_T$  = 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).

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG5102ECVROGN160X001A00 <span style="float: right;">Foglio 20 di 209</span>

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

**Tabella 1 - Relazione fra il numero di stabilità e le deformazioni attese**

#### 4.2.3. Metodo del tasso di deconfinamento critico $\lambda_E$ (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 ( $\lambda_e$ ) 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.



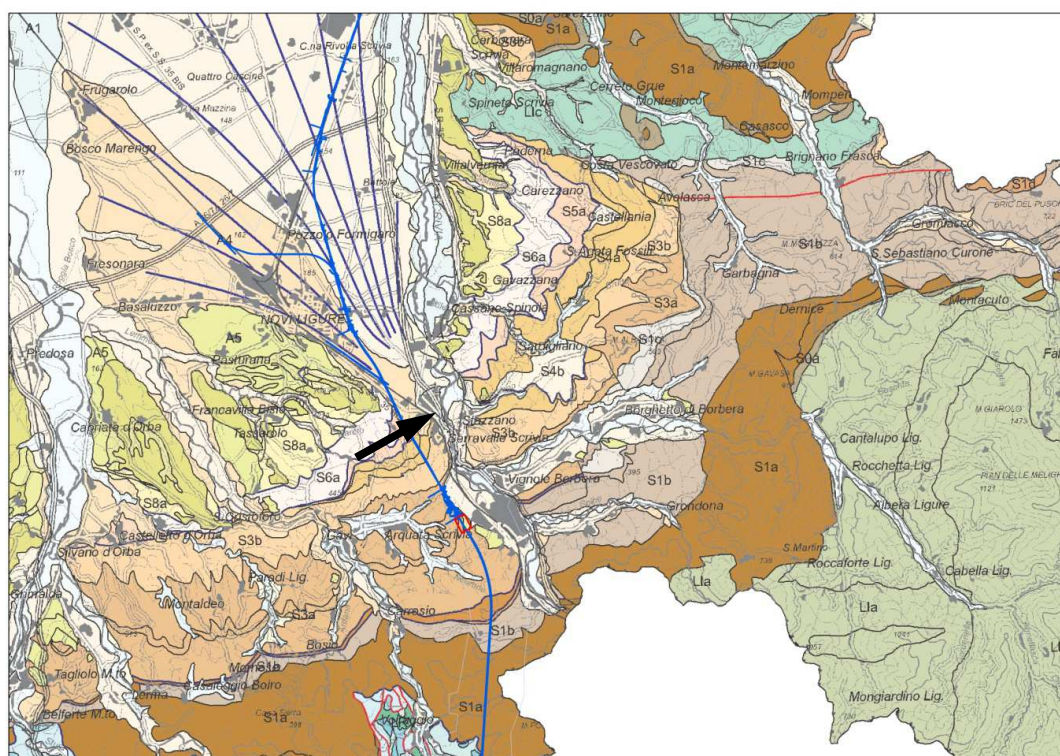
GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	
	IG5102ECVROGN160X001A00 <table border="1" data-bbox="1420 235 1532 315"> <tr> <td>Foglio 21 di 209</td> </tr> </table>	Foglio 21 di 209
Foglio 21 di 209		

## 5. INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOTECNICO

### 5.1. Inquadramento Geologico – Geomorfologico - Idrogeologico

Il settore collinare di raccordo con la pianura è costituito da formazioni riferibili alle unità note come “Bacino Terziario Piemontese” (BTP) e “ciclo sedimentario autoctono e neoautoctono padano-adriatico” (Figura 5).

L’opera in progetto si sviluppa interamente all’interno della Formazione di Costa Areaa (Burdigaliano-Langhiano), facente parte del BTP e caratterizzata dall’associazione di due facies distinte: una pelitico-arenacea e una calcareo-marnosa (Ghibaudo et al., 1985).



#### LEGENDA

##### Depositi alluvionali

**A1/A6** depositi fluviali del bacino alessandrino (Pleistocene medio – Attuale)

##### Bacino Terziario Piemontese

**S8a** Successioni marnoso-siltose zancleane; **S6a** Successioni terrigene messiniane; **S4c** Evaporiti e successioni euxiniche messiniane; **S4b** Corpi arenaceo-conglomeratici tortoniano-messiniani; **S4a** Successioni marnose tortoniano-messiniane; **S3b** Successioni arenaceo-pelitiche ed arenacee serravalliano-tortoniane; **S3a** Successioni arenaceo-pelitiche e marnose burdigaliano-langhiane; **S2a** Successioni prevalentemente carbonatiche burdigaliane; **S1d** Depositi silicei aquitaniano-burdigaliani; **S1b** Successioni marnose rupeliano-aquitaniense; **S1c** Corpi lenticolari arenaceo-conglomeratici rupeliano-aquitaniense; **S1a** Successioni arenacee e arenaceo-pelitiche rupeliane.

##### Dominio Ligure-Piemontese (unità non metamorfiche) - Flysch ad Helminthoides dell’Appennino

**L1a** Formazione del M. Antola, Formazione di Bruggi-Selvapiana, Argilliti di Pagliaro (Campaniano-Maastrichtiano p.p.); **L1c** Flysch di Monte Cassio (Cretacico sup.-Eocene inf.?).

**Figura 5 – Estratto della nuova Carta Geologica del Piemonte in scala 1:250.000 (Piana et al., in prep.) con l’ubicazione dell’area di studio (freccia). La parte in bianco è in territorio ligure.**

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 
	IG5102ECVROGN160X001A00 Foglio 22 di 209

### 5.1.1. Il Bacino Terziario Piemontese

Il Bacino Terziario Piemontese (BTP) è costituito da un insieme di formazioni sedimentarie depostesi in discordanza, in un ciclo sedimentario trasgressivo, sulle unità che costituiscono la dorsale alpino-appenninica, per effetto dello smantellamento parziale del rilievo alpino dovuto al suo sollevamento tardo- e post-orogenico. Si tratta quindi di un bacino fortemente influenzato dalla tettonica recente, di età terziaria (Capponi et al., 2009).

La successione del BTP, essenzialmente terrigena, si sviluppa dall'Eocene sup. al Miocene sup. (Messiniano), superando talora 4000 m di spessore, con variazioni stratigrafiche legate a oscillazioni del livello del mare e spostamenti della posizione della linea di costa.

Il ciclo inizia con sedimenti continentali (Eocene sup.-Oligocene inf.), tra cui breccie e conglomerati di origine alluvionale (Breccie di Costa Cravara), deposti in ambiente prevalentemente subaereo e caratterizzati da una superficie di appoggio basale irregolare (condizionata dalla morfologia del substrato) e da scarsa continuità laterale.

Seguono, in successione stratigrafica, conglomerati deposti in depressioni preesistenti, che formano apparati di delta conoide contigui e coalescenti (Formazione di Molare a E del T. Scrivia, Conglomerati di Savignone a W; Oligocene?; S1a in Figura 5). La superficie di appoggio basale, geometricamente irregolare, spesso non è congruente con la giacitura della stratificazione.

Le formazioni di Molare e Savignone si distinguono unicamente per la diversa alimentazione, indicata dalla litologia dei clasti: nei conglomerati di Savignone prevalgono i calcari del M. Antola (Lias) e i metabasalti dell'unità Figogna; nella formazione di Molare sono rappresentate le metaofioliti delle unità di crosta oceanica affioranti a N e a W di Genova. Un corpo conglomeratico isolato, affiorante presso Fraconalto (AL), ha le caratteristiche dei conglomerati della formazione di Molare (Capponi et al. 2009). Non sono invece noti corpi conglomeratici con caratteristiche di alimentazione mista.

Secondo Di Biase & Pandolfi (1999a, 1999b, citati in Capponi et al. 2009) questa differenza di alimentazione riflette un controllo strutturale sull'erosione dell'edificio alpino: i conglomerati di Savignone deriverebbero dall'erosione di unità flyschoidi in posizione strutturale relativamente elevata, mentre i conglomerati di Molare deriverebbero dall'erosione di unità metamorfiche in posizione strutturale più profonda, testimoniando quindi una fase più recente di sollevamento della catena. I conglomerati di Savignone dovrebbero quindi essere più antichi di quelli di Molare, anche se mancano del tutto evidenze paleontologiche o di sovrapposizione stratigrafica reciproca (Capponi et al. 2009).

A partire dall'Oligocene sup. si depositano sedimenti marnosi, arenacei e arenaceo-marnosi francamente marini, che testimoniano l'esistenza di condizioni di mare aperto fino al Burdigaliano (Formazioni di Rigoroso, S1b; Costa Montada, S1d; Costa Areasa, S3a) e una successiva tendenza alla diminuzione di profondità tra il Langhiano e il Serravalliano (Formazioni di Cessole, S3a e di Serravalle, S3b).

Nel Messiniano infine, si instaurano condizioni lagunari, con la deposizione della Formazione Gessoso Solfifera (S4c), affiorante sui rilievi immediatamente a W di Serravalle Scrivia.

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 	
	IG5102ECVROGN160X001A00	Foglio 23 di 209

L'intera successione del BTP si sovrappone in discordanza sulle unità del substrato pre-oligocenico, con strati che immergono a medio-basso angolo in direzione N e NW, a formare una monoclinale abbastanza regolare. La regolarità della successione stratigrafica è localmente interrotta da alcune faglie subverticali di rigetto anche pluridecametrico.

### 5.1.2. *La Formazione di Costa Areasa (fC) (Burdigaliano – Langhiano)*

Nell'ambito del BTP, l'opera in progetto attraversa essenzialmente i litotipi costituenti la Formazione di Costa Areasa.

Tale formazione succede alla Formazione di Rigoroso con un contatto stratigrafico normale e passa alle soprastanti Marne di Cessole con un contatto che a W della Valle Scrivia è apparentemente normale mentre a E della stessa si realizza attraverso una discordanza erosionale la quale, procedendo verso E, arriva a elidere completamente la formazione (Ghibaudo et al., 1985).

La formazione è costituita da alternanze di strati torbiditici arenaceo-pelitici e di emipelagiti, con rapporto arenaria-pelite/emipelagite pari o inferiore a 1. La parte superiore (200 m ca.) è invece costituita da marne e peliti siltose, con rare e sottili intercalazioni di arenaria. Lo spessore complessivo è di circa 600 metri (Ghibaudo et al., 1985).

La successione sedimentaria è caratterizzata dall'associazione di due facies distinte: pelitico-arenacea e calcareo-marnosa (Ghibaudo et al., 1985). La facies pelitico-arenacea è costituita da cicli torbiditici (spessi da 10 cm a 3 m), con prevalenza della porzione pelitica; le peliti siltose, omogenee e di colore grigio scuro, formano strati di spessore variabile, generalmente superiore a quello degli strati arenacei associati; le arenarie sono da medio-grossolane a molto fini.

La facies calcareo-marnosa costituisce strati spessi da pochi cm a qualche decina di cm, intercalati agli strati torbiditici; si tratta di marne calcaree debolmente siltose, compatte, omogenee, a frattura concoide.

Questa associazione di facies è ritenuta dagli autori indicativa di una deposizione avvenuta in ambiente di piana sottomarina, mentre la parte superiore della formazione, essenzialmente pelitica, potrebbe rappresentare un ambiente di scarpata non attiva (Andreoni et al., 1981; Ghibaudo et al., 1985).

Nel settore interessato dalla WBS in progetto la formazione non affiora praticamente mai, essendo coperta in maniera continua da una coltre detritico-colluviale dello spessore di 1-2 m e da depositi di natura alluvionale sui fondovalle e detritico-alluvionale al piede dei versanti.

In base ai dati strutturali raccolti nelle immediate vicinanze dell'area di studio, la stratificazione immerge verso NNW di circa 25°-45°.

Il substrato è interessato da un ridotto grado di fratturazione, come testimoniato dalle stratigrafie dei sondaggi a carotaggi eseguiti lungo il tracciato nell'ambito del Progetto Preliminare (sondaggi XA301V001, XA301G032 e XA301G033). Una fascia di spessore molto ridotto, dell'ordine di 1-2 m ca. localizzata all'interfaccia con i terreni di copertura può essere interessata da un maggior grado di alterazione e fratturazione, indotte dall'infiltrazione di acqua percolante alla base della coltre

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 	
	IG5102ECVROGN160X001A00 <table border="1" data-bbox="1420 235 1532 315"> <tr> <td>Foglio 24 di 209</td> </tr> </table>	Foglio 24 di 209
Foglio 24 di 209		

detritica; questa favorisce l'insorgere di processi di ossidazione e decarbonatazione la cui estensione è funzione sia dello stato di fratturazione del substrato, sia della permeabilità delle fratture, in genere molto bassa.

### 5.1.3. Depositi quaternari

#### 5.1.3.1. Coltre detritico-colluviale

La coltre detritico-colluviale ha caratteri litologici e geotecnici che riflettono la natura del substrato di origine, da cui si genera principalmente per processi di alterazione in sito di natura fisico-meccanica e subordinatamente chimica e per trasporto ad opera degli agenti superficiali.

I litotipi pelitico-arenacei e marnosi della Formazione di Costa Areea danno origine a una coltre ubiquitaria, a granulometria da limosa a limoso-sabbiosa, con frammenti litoidi, generalmente di taglia inferiore a 1 dm; la coltre ha generalmente spessore dell'ordine di 1-3 m, localmente anche maggiore e tende a ricoprire in maniera continua i versanti, ragion per cui anche lungo gli sbancamenti stradali non è di solito possibile osservare il substrato prequaternario affiorante.

La permeabilità della coltre detritica superficiale è in genere bassa o medio-bassa, data la granulometria prevalentemente fine, con conseguente tendenza alla ritenzione idrica che determina una maggiore propensione al dissesto; questo si esplica attraverso processi localizzati di soliflusso e, raramente, con la formazione di piccole frane di colamento superficiale. La bassa acclività dei rilievi non favorisce comunque l'insorgere di dissesti significativi.

## 5.2. Assetto idrogeologico dell'area

### 5.2.1. Circolazione idrica superficiale

L'area di intervento non è interessata dalla dinamica del T. Scrivia, il cui alveo corre a oltre 1000 m di distanza, con interposto l'ampio terrazzo alluvionale presente in sponda sinistra del corso d'acqua.

La circolazione idrica superficiale è pertanto legata essenzialmente al ruscellamento locale delle acque meteoriche e al deflusso lungo il reticolato idrografico esistente, in particolare lungo il Fosso Pradella, che ha un corso fortemente condizionato dallo sviluppo antropico del fondovalle, interessato da attività agricole.

In relazione alla stratigrafia locale, che vede la presenza di una coltre di tipo detritico-colluviale a dominante componente limoso-sabbioso-ghiaiosa, poggiante su un substrato marnoso-arenaceo molto poco fratturato (tranne che nella parte più corticale) e poco permeabile, è evidente che gran parte della circolazione idrica sotterranea si sviluppa entro i primi 1-3 m dalla superficie ed è confinata all'interfaccia coltre-substrato. Dato l'esiguo spessore della coltre, questa non può costituire un acquifero significativo; la circolazione idrica è quindi a carattere discontinuo, legata alle precipitazioni e confinata in un volume molto ridotto praticamente pellicolare. La circolazione idrica



GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	
	IG5102ECVROGN160X001A00 <table border="1" data-bbox="1420 230 1532 315"> <tr> <td>Foglio 25 di 209</td> </tr> </table>	Foglio 25 di 209
Foglio 25 di 209		

superficiale può alimentare, in occasione di precipitazioni intense e prolungate, piccole emergenze o zone di ristagno lungo i versanti, dove possono innescarsi piccole frane per fluidificazione della coltre superficiale. La bassa acclività dei pendii e la presenza di ampi settori estesamente coltivati non favoriscono tuttavia l'insorgere di dissesti.

### 5.2.2. Circolazione idrica sotterranea

I dati relativi a test idraulici in foro nella Formazione di Costa Areama indicano permeabilità medie dell'ordine di  $1E-08$  m/s con alcuni valori spostati verso termini sia più permeabili sia meno permeabili (permeabilità da molto bassa a medio-bassa secondo la classificazione AFTES; cfr. Figura 6).

La bassa permeabilità del substrato marnoso affiorante o subaffiorante fa sì che le acque meteoriche si infiltrino soltanto nella porzione superficiale alterata del substrato, presso l'interfaccia con i depositi detritici che lo ricoprono. I flussi stagionali ed effimeri all'interfaccia substrato fratturato/coltre che nei periodi più piovosi possono originare falde locali discontinue, non sono in grado di interessare l'ammasso roccioso sottostante caratterizzato da grado di fratturazione molto basso e permeabilità molto ridotta.

Lo scavo del camerone non interferirà con la falda temporanea eventualmente presente sul versante; i flussi temporanei provenienti dal versante a monte, in occasione di forti piogge, tendono a concentrarsi all'interfaccia substrato/copertura ma non sono in grado di infiltrarsi in profondità nel substrato marnoso-arenaceo.

È quindi prevedibile che lungo il tratto interessato dallo scavo del camerone le manifestazioni idriche sotterranee saranno assenti o al limite riconducibili a qualche stillicidio debole e discontinuo e/o a condizioni di umidità.

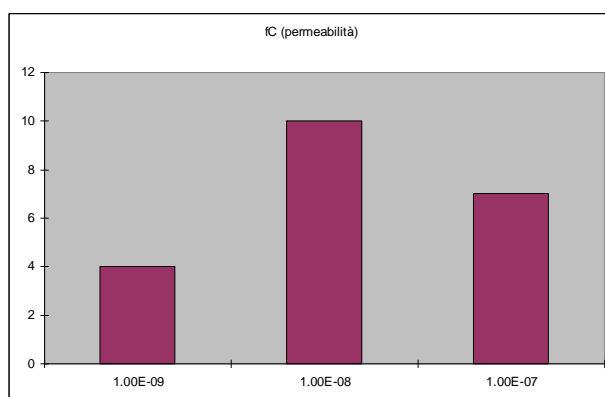


Figura 6 – Distribuzione dei valori di permeabilità ottenuti da prove in foro per la Formazione di Costa Areama (fC).

### 5.3. Inquadramento Geotecnico

Per la descrizione geotecnica dei terreni interagenti con le opere in esame lungo il tracciato si sono presi a riferimento tutti i dati della campagna di indagine geognostica riportati in Tabella 2. In

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	
	IG5102ECVROGN160X001A00	Foglio 26 di 209

particolare sono stati presi in esame i risultati delle indagini riguardanti tutti i dati in possesso sulle formazioni in esame, per poi particolarizzare la caratterizzazione focalizzandosi sui sondaggi eseguiti nella sola area di progetto (riportati in grassetto in tabella). Si riportano di seguito il profilo stratigrafico della zona di interesse e la pianta con l'ubicazione delle indagini.

Come descritto in precedenza, il sottosuolo nella zona di progetto è composto da un substrato marnoso (Formazione di Costa Areasa), ricoperto da un sottile strato colluviale lungo il pendio.

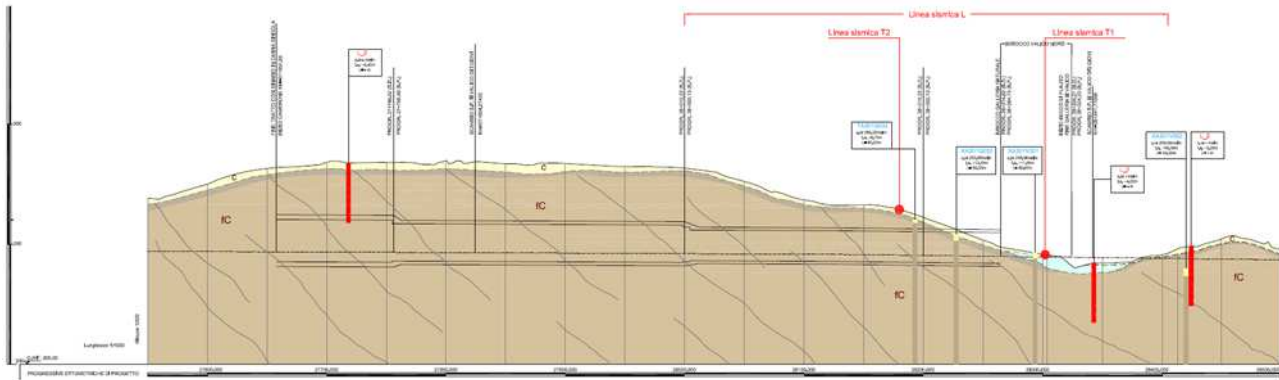
Nella zona di interesse la coltre colluviale, presente sul substrato roccioso e visibile nei sondaggi XA301V001, XA301G033 e 7A301G032 presenta uno spessore di circa 3 m, ed è principalmente formata da terreno torboso di ricoprimento, generalmente limoso/sabbioso.


Il substrato è composto dalle Marne di Costa Areasa e presenta una prima fascia alterata, con caratteristiche meccaniche più scadenti, per poi diventare più compatto e strutturato. In particolare, si può considerare un miglioramento delle caratteristiche della roccia dai 15÷20 m di profondità da piano campagna.


La determinazione della posizione e della potenza degli strati lungo la tratta è stata valutata correlando i sondaggi stratigrafici con i risultati delle prove geofisiche (62 e 63 del PP, L/g1-g72, T1/g1-g24, T2/g1-g36 del PD). In Figura 9 e Figura 10 si vede il salto tra gli strati superficiali (coperture terrigene e substrato alterato) con il substrato roccioso più compatto dai 15÷20 m, dove le velocità delle onde di compressione superano i 2000 m/s, mentre si può considerare tra 8÷10 m il passaggio dal cappellaccio alterato al tetto marnoso mediamente alterato ( $V_p \approx 1000 \div 1500$  m/s).

Le unità geotecniche interessate dall'opera in esame sono pertanto distinte in:


- Unità L/S (coltre colluviale): deposito colluviale, in prevalenza sabbioso/limoso; unità geotecnica di tipo incoerente.
- Unità FC (Formazione di Costa Areasa): substrato marnoso, inizialmente alterato; unità geotecnica di tipo incoerente.

**LEGENDA****DEPOSITI QUATERNARI**

 Coltre detritico-colluviale (c).

 Depositi alluvionali attuali e recenti indifferenziati (fi), localmente interdigitati, al piede dei versanti, con depositi detritico-alluvionali.  
*Limi sabbiosi e sabbioso-argillosi con ciottoli.*


**BASAMENTO PREQUATERNARIO****Bacino Terziario Piemontese**

 Formazione di Costa Areea (fC) (Burdigaliano-Langhiano).  
*Alternanze regolari di strati torbiditici pelitico-arenacei con prevalenza della frazione pelitica (spessore medio 1,5 m) e di marne calcaree, debolmente siltose, in strati di spessore centimetrico-decimetrico (probabili depositi di piana sottomarina).*

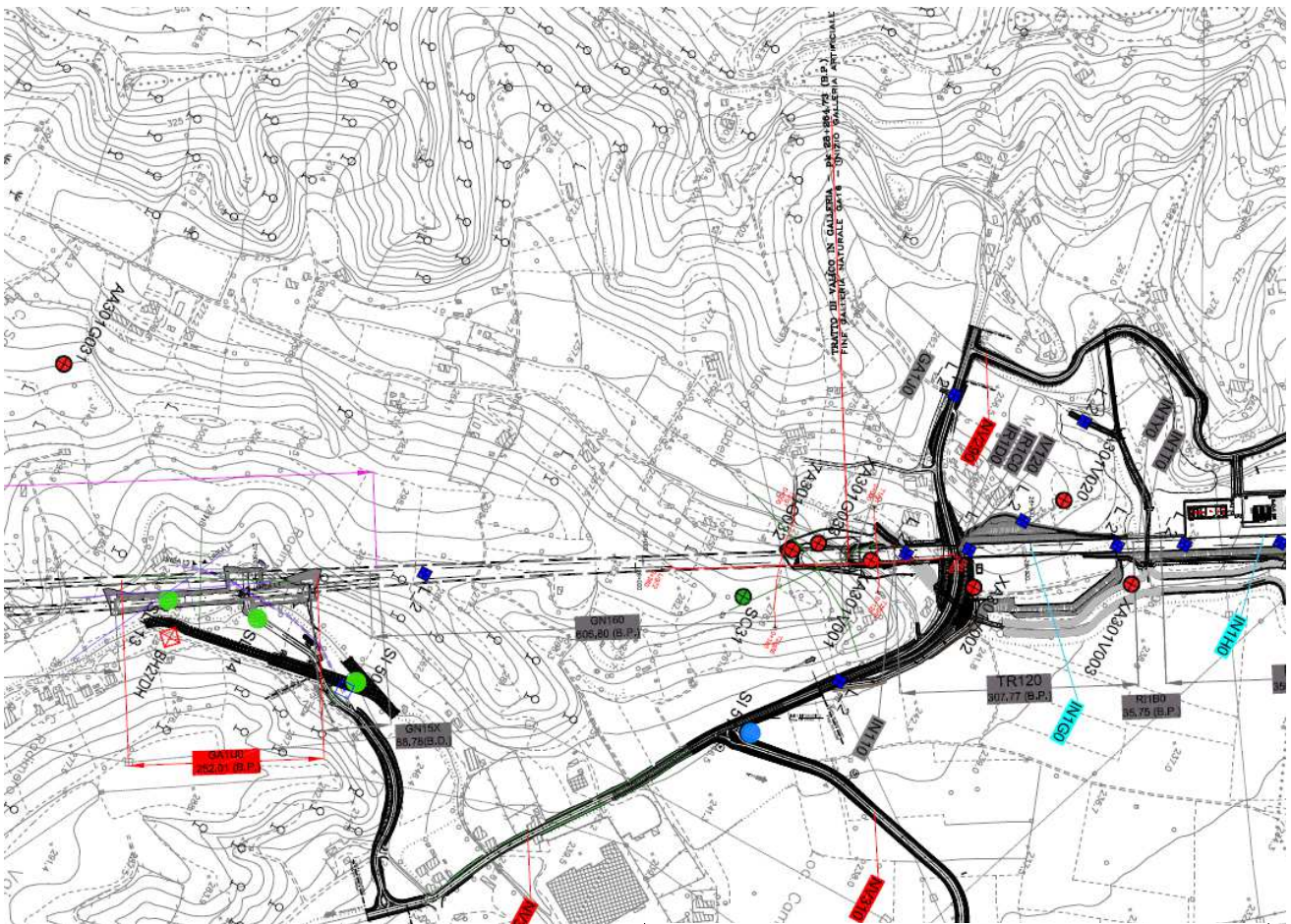
**Altri simboli**

 Limiti litostratigrafici.

 Traccia della stratificazione.  
*(nota: la sezione ha un rapporto di scala verticale/orizzontale 2/1; la giacitura della stratificazione appare quindi più inclinata del valore reale)*

 Fascia di alterazione/fratturazione superficiale, all'interfaccia substrato-copertura.

**Figura 7 – Stralcio del profilo stratigrafico**



INDAGINI PREGRESSE	
S5	Campagna indagini COCIV (1992–2001) (P. MASSIMA)
SA301G114	Campagna di indagini 2001–2002 (P.P.)
DPSH1	Prove penetrometriche dinamiche superpesanti (2001–2002) (P.P.)
SF12	Campagna di indagini 2004 (P.D.)
TR11	Sondaggi in corso di esecuzione
67	Linea sismica tomografica (P.P.)
---	Linea sismica a riflessione (P.P.)
	Linea sismica tomografica (P.D.)
RS10	Rilievi geostrutturali

INDAGINI P.E. LOTTO 1 (2012–2013)	
	Sondaggi eseguiti
	Sondaggi da eseguire
	Prove di carico su piastra
	Linea sismica tomografica
	Linea sismica geoelettrica
INDAGINI PREVISTE	
	L_2 Sondaggi Lotto 2 (LA: Sondaggi per prelievo campionamento asbesto)
	L_3 Sondaggi Lotto 3
	L_4 Sondaggi Lotto 4
	L_5 Sondaggi Lotto 5
PIEZOMETRI PREVISTI PER PRESCRIZIONI CIPE 80–2006	
	PZ
	MW

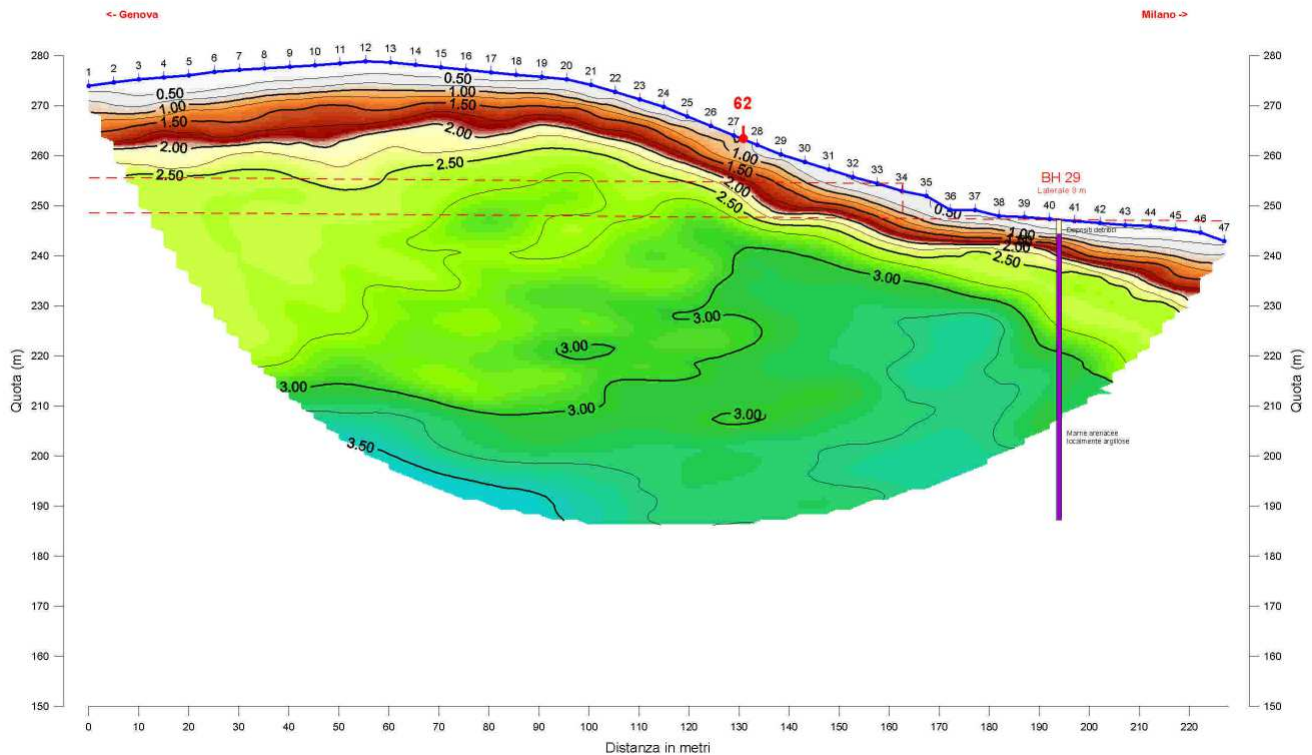
Figura 8 – Ubicazione indagini



FASE	SONDAGGI	PROVE DI LABORATORIO		PROVE DI LABORATORIO ROCCE		PROVE IN SITO		
		TERRE	ROCCE	Prop. fisiche	Compress. monoassiale	NSPT	DILATOM.	PERMEABILITA'
PP	XA301V001			X	X			X
PP	XA301V002			X	X			X
PP	7A301G032			X	X			
PP	AA301G029			X	X			
PP	AA301G030			X	X			
PP	AA301G031			X	X			
PP	SA301G028			X	X			
PP	XA301G033			X	X			
PD	SC31					X	X	X
PE	SLI13			X	X	X	X	X
PE	SLI14			X	X		X	X
PE	SI50			X	X			

Tabella 2 – Indagini eseguite nelle diverse fasi progettuali sulle marne di Costa Aresia

## Linea tomografica 63



### Linea tomografica 62

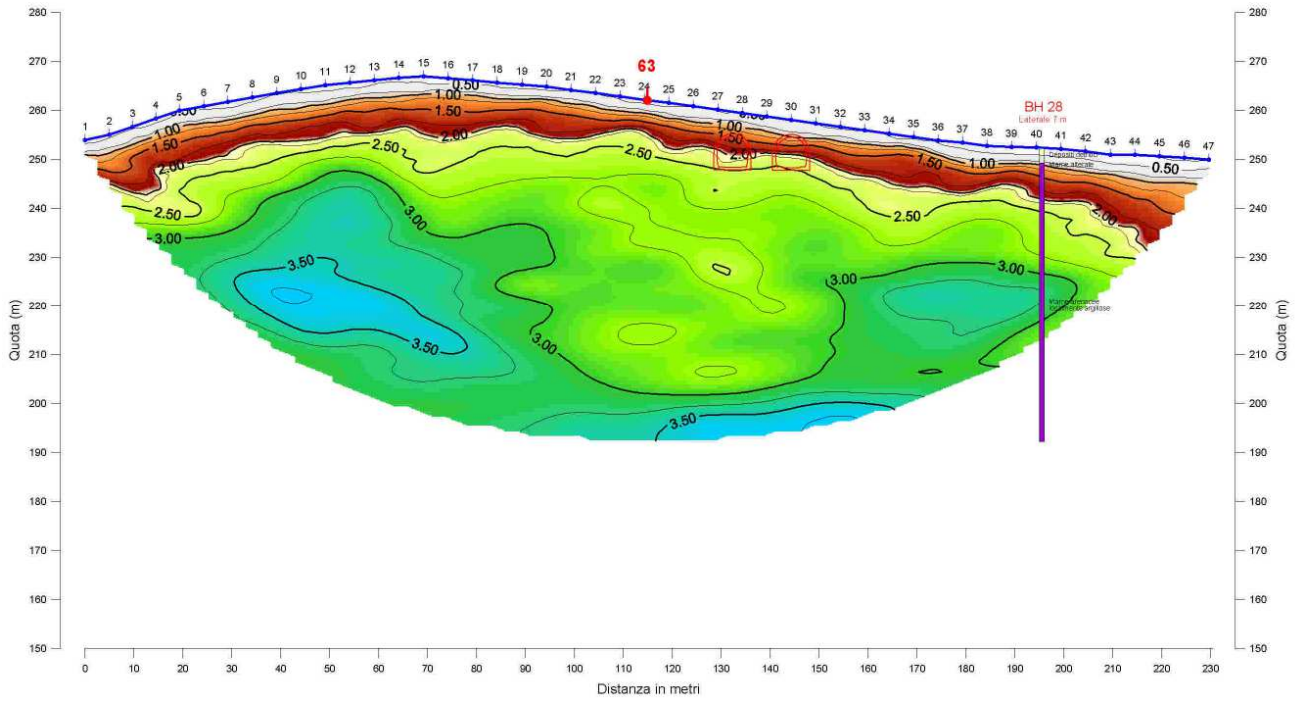


Figura 9 – Indagini geofisiche PP

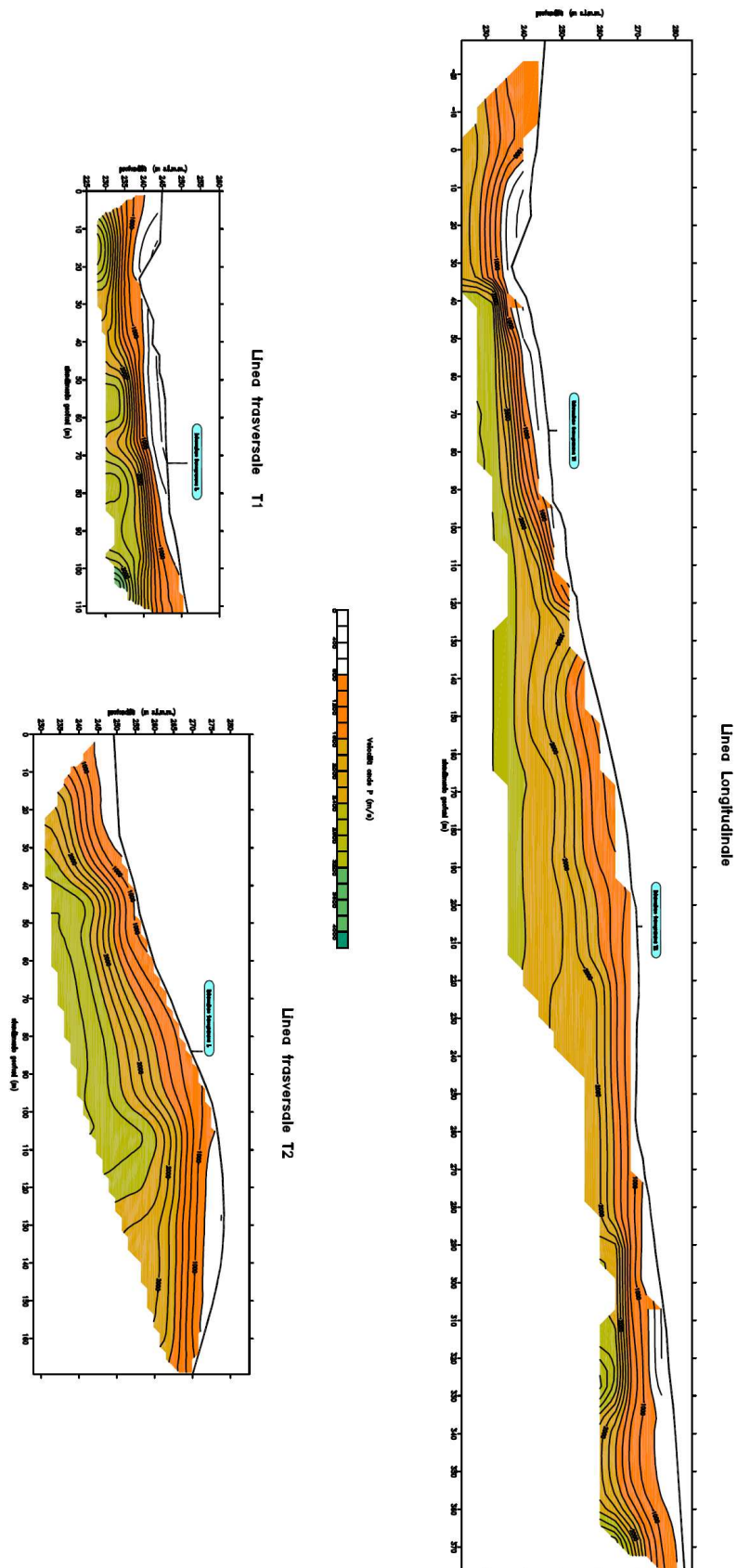


Figura 10 – Indagini geofisiche PD





**Figura 5-11. Materiale colluviale XA301V001**



**Figura 12 – Substrato marnoso XA301V001**





Figura 13 – Substrato marnoso XA301V001



Figura 14 – Materiale colluviale XA301G032



Figura 15 – Materiale colluviale su marne XA301G033





Figura 16 – Strato marnoso XA301G033



Figura 17 – Strato marnoso XA301G033

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 	
	IG5102ECVROGN160X001A00 <table border="1" data-bbox="1420 235 1532 315"> <tr> <td>Foglio 36 di 209</td> </tr> </table>	Foglio 36 di 209
Foglio 36 di 209		

### 5.3.1. Depositi colluviali – Unità L/S

Per la coltre colluviale presente sul versante non si dispone di prove, pertanto, considerando anche l'esiguo spessore del deposito, si prendono in considerazione i parametri di caratterizzazione in terreni simili nella zona di Serravalle.

Le stratigrafie (SI43, AA301G034, 7A301G035, SI42) e le prove penetrometriche PP8S e PP9S mostrano come i terreni che formano il deposito colluviale ai piedi dei versanti sono per lo più sabbie fini limose poco addensate e limi sabbiosi, inorganici e di media compressibilità e plasticità.

I parametri di resistenza e di deformabilità per questa unità sono stati ricavati dalle correlazioni con i risultati delle prove penetrometriche, mostrando una variabilità minima negli strati superficiali e un aumento discreto a profondità maggiori, dove il materiale inizia ad essere maggiormente addensato.

Per i terreni caratterizzanti l'area in esame non si considerano validi i risultati di prove a profondità maggiori di 5 m.

### 5.3.2. Marne alterate – Unità FC<sub>alt</sub>

L'evidenza delle cassette stratigrafiche, comprovata dalle velocità più basse nei primi metri di substrato misurate con le indagini geofisiche, mostra la presenza di uno strato alterato della formazione di Costa Areasa. Nel passaggio tra deposito e substrato roccioso sono anche disponibili alcuni valori di numero di colpi, che mostrano come si passi da valori relativamente bassi a valori di rifiuto, il che porta a definire la presenza di uno strato di materiale certamente consistente ma che si presenta in generale molto alterato. Non si ritiene però affidabile la caratterizzazione di questo strato attraverso le correlazioni con le prove penetrometriche, oltretutto non proprio in prossimità dell'opera in esame e certamente non in numero consistente; si ritiene più corretto prendere, come valori di progetto per lo strato più alterato del substrato roccioso, i valori minimi negli intervalli riportati nella successiva caratterizzazione delle marne.

### 5.3.3. Formazione di Costa Areasa

La formazione di Costa Areasa è costituita in prevalenza da argilliti e marne; per la suddivisione tra la parte più profonda, compatta e litoide, e gli strati superficiali, mediamente e molto alterati, si è fatto riferimento non solo ai sondaggi e alla visione delle cassette, ma anche all'interpretazione degli stendimenti geofisici. In Figura 9 e Figura 10 si notano velocità delle onde di compressione che caratterizzano substrati rocciosi ( $V_p > 2000 \text{ m/s}$ ) solamente dopo 15-20 m di profondità dal piano campagna, mentre le velocità degli strati più superficiali, che i sondaggi indicano come già substrato marnoso, si attestano tra i 1000 e i 1500 m/s, indicando un'alterazione dell'ammasso che peraltro era da attendersi. Tutto ciò trova riscontro dalle prove di laboratorio, dai log stratigrafici e dalle parametrizzazioni riportate nelle relazioni di Progetto Definitivo.



GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 	
	IG5102ECVROGN160X001A00	Foglio 37 di 209

In considerazione dell'elevato grado di fratturazione e della tipologia delle opere da realizzare, la caratterizzazione geotecnica di tale formazione è stata eseguita facendo tendenzialmente riferimento alla classificazione dell'ammasso roccioso proposta da Bieniawski (1989), allo schema concettuale di mezzo continuo (omogeneo o stratificato) e ai criteri di rottura proposti e aggiornati da Hoek & Brown a partire dal 1980. In particolare:

- il parametro GSI (Geological Strength Index) è valutato con la seguente espressione (vedi Sjöberg, 1997):

$$GSI = RMR_{89} - 5$$

Dove il valore di RMR "Rock Mass Rating" è stato calcolato in funzione della suddetta caratterizzazione di Bieniawski

- l'inviluppo delle resistenze dell'ammasso roccioso in condizioni "undisturbed" o "disturbed" è valutato sulla base di quanto riportato in Brown & Hoek (1988), Hoek & Brown (1988), Hoek, Kaiser & Bawden (1995), Hoek et al (2002).

### 5.3.3.1. Caratteristiche generali

Le marne della Formazione di Costa Aresca hanno un peso specifico nell'intervallo 22÷24 kN/m<sup>3</sup> (Figura 19); i valori di tensione di compressione limite, ricavati da prove di laboratorio (Figura 18), evidenziano il distacco tra la prima zona alterata, con valori inferiori a 10 kPa, e un aumento successivo con la profondità.

Sulla base dei sondaggi stratigrafici, della visione delle cassette catalogatrici e dei risultati di laboratorio, si riconoscono per il substrato in esame tre differenti livelli con caratteristiche geotecniche differenti

In Tabella 3 si riportano i parametri adottati per la determinazione dei criteri di rottura, in cui:

- i valori di GSI sono stati ricavati dai log stratigrafici e dai rilievi geostrutturali (cfr. Relazione Geomeccanica Generale); in particolare per il calcolo di  $RMR_{89}$  l'indice I è stato definito sulla base dei valori locali di RQD indicati nelle colonnine dei sondaggi; l'indice I2 è stato cautelativamente definito sulla base dei risultati delle prove di compressione monoassiale; gli indici I3→I8 sono stati stabiliti sulla base di valori medi cautelativi derivati dalla descrizione dei materiali e dalle foto delle cassette.
- il parametro  $m_i$ , in mancanza di dati di prove triassiali diffuse, è ricavato da letteratura;
- il modulo di deformabilità della roccia intatta è adottato da letteratura, in funzione del *Modulus Ratio* e del valore di  $\sigma_c$ , ed in linea con i valori più cautelativi del Modulo della roccia intatta ricavato dalle prove di laboratorio;
- il fattore di disturbo è stato fatto variare in funzione delle opere di progetto.

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG5102ECVROGN160X001A00 <span style="float: right;">Foglio 38 di 209</span>

FORMAZIONE		$\sigma_c$ (MPa)	GSI	$m_i$
FC <sub>3</sub>	min	2	25	5÷7
			35	
	max	8	25	
			35	
FC <sub>2</sub>	min	8	35	5÷9
			45	
	max	12	35	
			45	
FC <sub>1</sub>	min	12	45	5÷9
			55	
	max	16	45	
			55	

**Tabella 3 – Parametri della Formazione di Costa Aresaa secondo il modello di Hoek-Brown**

In accordo a Sjoberg (1997), ai termini “undisturbed” e “disturbed” sarà attribuito un significato legato anche alle modalità di utilizzo dei parametri di resistenza nelle analisi ingegneristiche; in particolare:

- Il criterio di rottura relativo alle “undisturbed rock masses” rappresenta la resistenza di picco dell’ammasso roccioso quando esso si trova in condizioni di pre-rottura.
- Il criterio di rottura relativo alle “disturbed rock masses” rappresenta la resistenza media disponibile lungo superfici di scivolamento critiche in condizioni di incipiente rottura; ricorrendo a terminologie proprie della meccanica dei terreni tale resistenza può essere denominata “softened”.

Sotto tali presupposti, nei casi rappresentati da situazioni non caratterizzate da dissesti pregressi o in atto, si opererà come segue:

- In analisi di stabilità o di interazione terreno-struttura eseguite con metodi ove non è possibile riprodurre il comportamento “strain softening” si farà riferimento ai parametri dell’ammasso relativi alle condizioni “disturbed”;
- In analisi di stabilità o di interazione terreno-struttura condotte con metodi in grado di riprodurre la caduta di resistenza tra condizioni di picco e condizioni “softened” verranno presi come riferimento sia il criterio di rottura relativo alle condizioni “undisturbed” che quello relativo alle condizioni “disturbed”. Saranno inoltre ipotizzate diverse leggi di degrado dei parametri di resistenza, fra cui quella che contempla una repentina caduta di resistenza dalle condizioni di picco a quelle “softened”.

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG5102ECVROGN160X001A00 <span style="float: right;">Foglio 39 di 209</span>

### 5.3.3.2. Linearizzazione Mohr-Coulomb

Il criterio empirico di Hoek – Brown è basato sostanzialmente sulle tensioni principali da rottura, partendo dal concetto che la rottura in un ammasso roccioso sia controllata dallo spostamento e dalla rotazione di singoli blocchi di roccia, separati da numerose fratture, aventi assetto caotico e quindi senza orientamento preferenziale di scorrimento; in questo modo l'ammasso può essere considerato come isotropo. Il criterio può essere rappresentato in un grafico  $\sigma_1$ - $\sigma_3$ . Una volta definiti i parametri per poter caratterizzare la roccia secondo il modello di Hoek - Brown, è possibile "linearizzare" la curva trovata e ricondursi al modello di Mohr-Coulomb, determinando l'equivalente angolo di attrito e coesione efficace.

In particolare, in funzione delle profondità e delle opere in oggetto, le linearizzazioni per i parametri di resistenza secondo il modello di Mohr-Coulomb sono state effettuate considerando gli intervalli di tensione riportati in Tabella 3.

Si riportano in Tabella 4 i risultati delle linearizzazioni, in cui gli intervalli sono da ritenere validi in quanto rappresentativi del comportamento "disturbed" (valori minimi) e "undisturbed" (valori massimi).

FORMAZIONE	$\gamma$	$\phi$	c (KPa)	E (MPa)
FC <sub>3</sub>	22÷24	21÷27	30÷60	40÷130
FC <sub>2</sub>	22÷24	28÷30	70÷200	150÷450
FC <sub>1</sub>	22÷24	30÷33	200÷500	500÷1200

**Tabella 4 – Parametri della Formazione di Costa Areasa secondo il modello di Mohr-Coulomb**

### 5.3.3.3. Caratteristiche di deformabilità

Le prove dilatometriche in foro (Figura 26) hanno investigato per la maggior parte le zone meno alterate del substrato, andando a validare i valori del modulo di deformabilità adottati per le formazioni 1 e 2, ricavati da correlazioni empiriche secondo Hoek-Brown. Come detto in precedenza, gli stendimenti tomografici hanno dato risultati utili per quanto riguarda la determinazione degli strati, ma non sono disponibili prove dirette (Down hole e Cross Hole) necessarie per una corretta caratterizzazione dei parametri di deformabilità a piccole deformazioni e i correlabili moduli elastici operativi. Si riportano per completezza i risultati della correlazione tra le velocità delle onde di compressione ricavate dalle prove di laboratorio e i parametri di deformabilità, considerando un rapporto tra le velocità di compressione e di taglio pari a 0.33÷0.40 ricavato dai range riportati in letteratura. L'intervallo di valori del Modulo Elastico operativo va dai 500 MPa ai 1200 MPa e risulta in buon accordo con i valori adottati, ovviamente comparabile con i valori degli strati meno alterati. Considerando invece la formulazione di Hoek-Brown, sulla base dei già citati valori di letteratura di MR e di  $\sigma_c$ , sono stati ricavati i moduli di deformazione della roccia intatta  $E_i$  e i rispettivi moduli operativi, nel rispetto della divisione in strati riportata in Tabella 3, secondo la seguente formula:

$$E_{op} = E_i \cdot \left( 0.02 + \frac{1 - D/2}{1 + e^{(60 + 15D - GST)/11}} \right)$$

I moduli elastici della roccia intatta (Figura 27) hanno valori comparabili con quelli dinamici nelle zone meno alterate a comportamento più litoide (FC<sub>1</sub>), dove i valori sono nel range di 2500÷5000 MPa; i moduli operativi (Figura 28) ricavati nei due modi sono anche comparabili e variabili nell'intervallo 500÷1200 MPa.

In Figura 29 si riporta lo zoom dell'intervallo di variabilità dei moduli elastici operativi per gli strati più alterati ricavati con Hoek-Brown.

I moduli relativi alle prove di compressione monoassiale risultano invece bassi rispetto ai parametri intatti: questo dato va tenuto in conto.

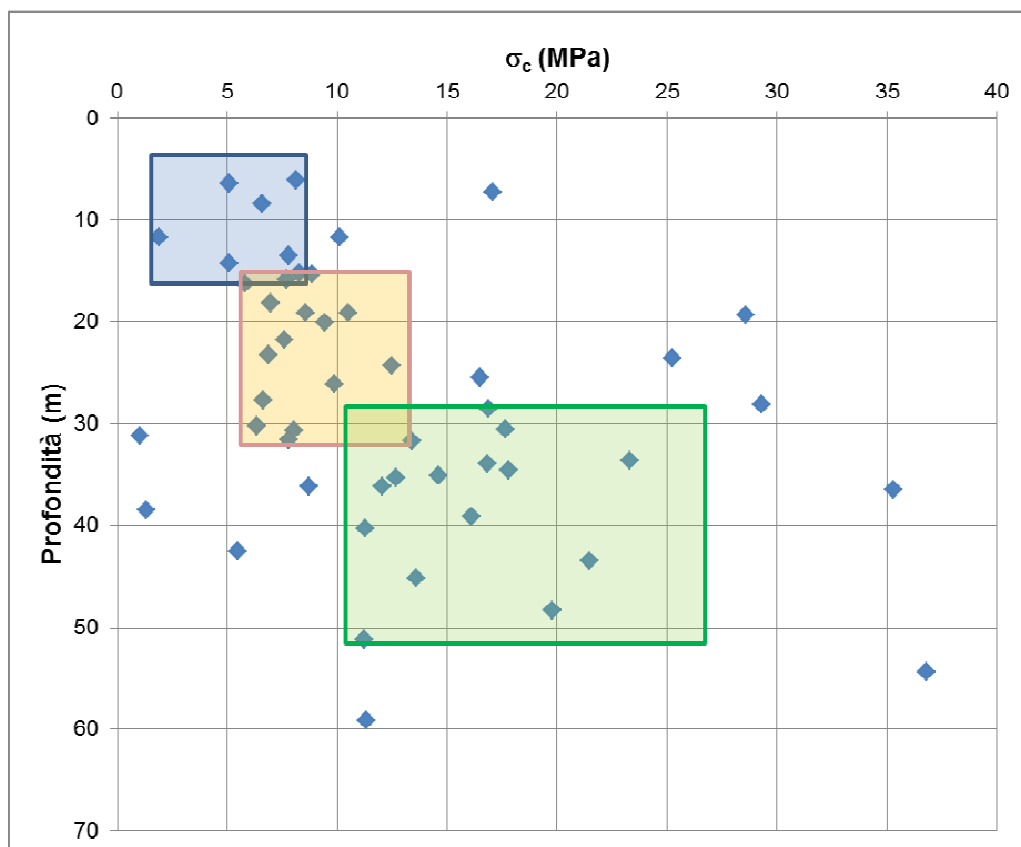


Figura 18 – Formazione di Costa Aree: tensione di compressione da prove di laboratorio

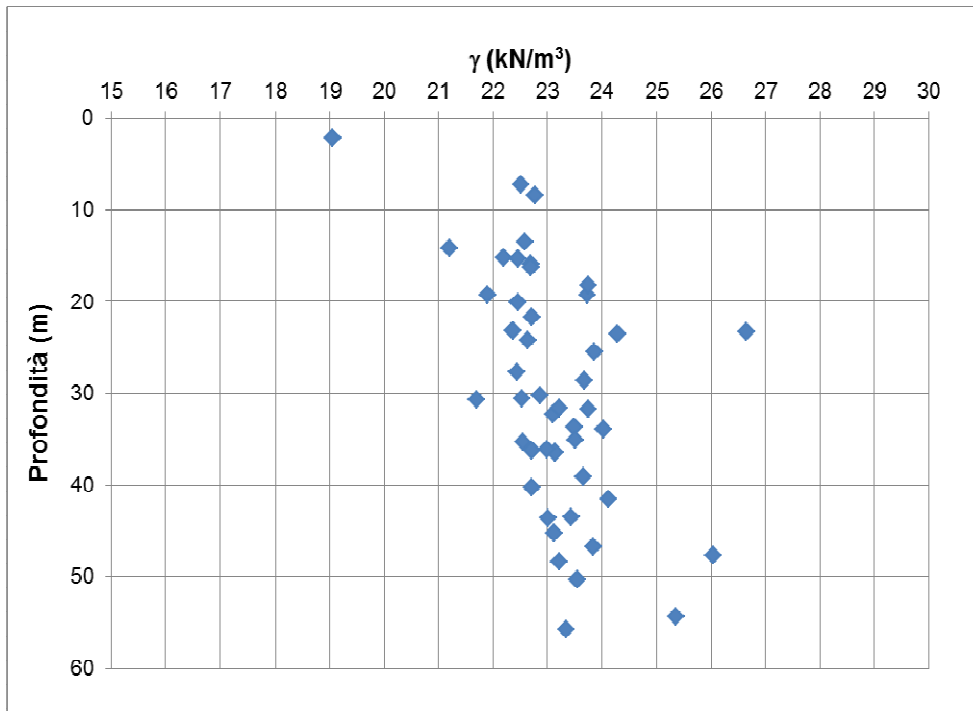


Figura 19 – Formazione di Costa Aresa: peso specifico

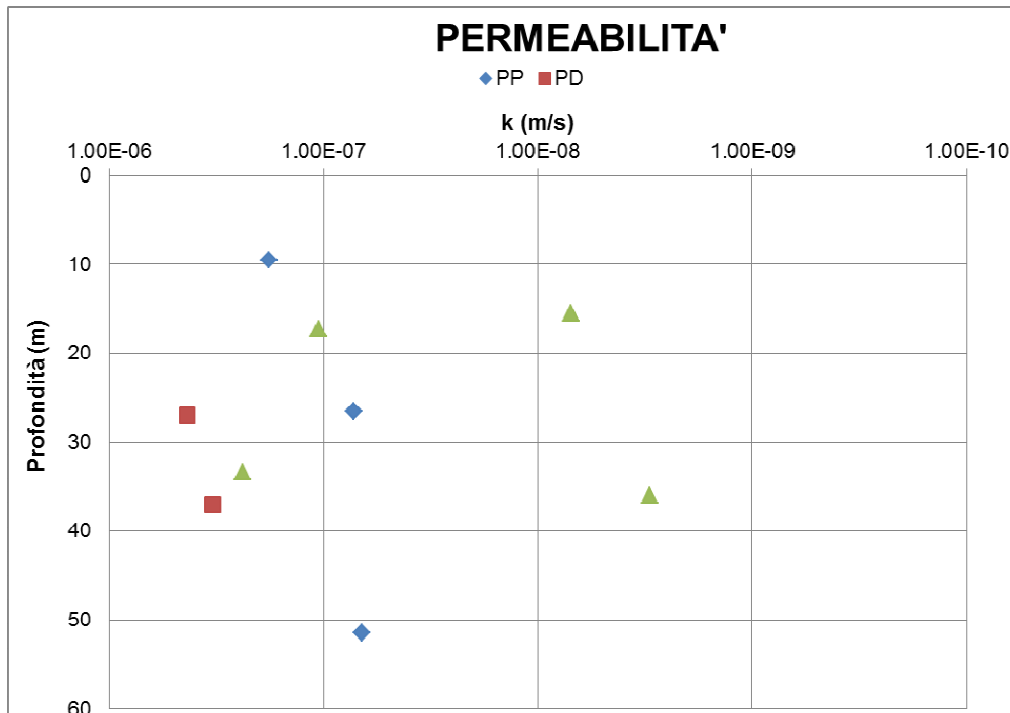


Figura 20 – Formazione di Costa Aresa: valori di permeabilità

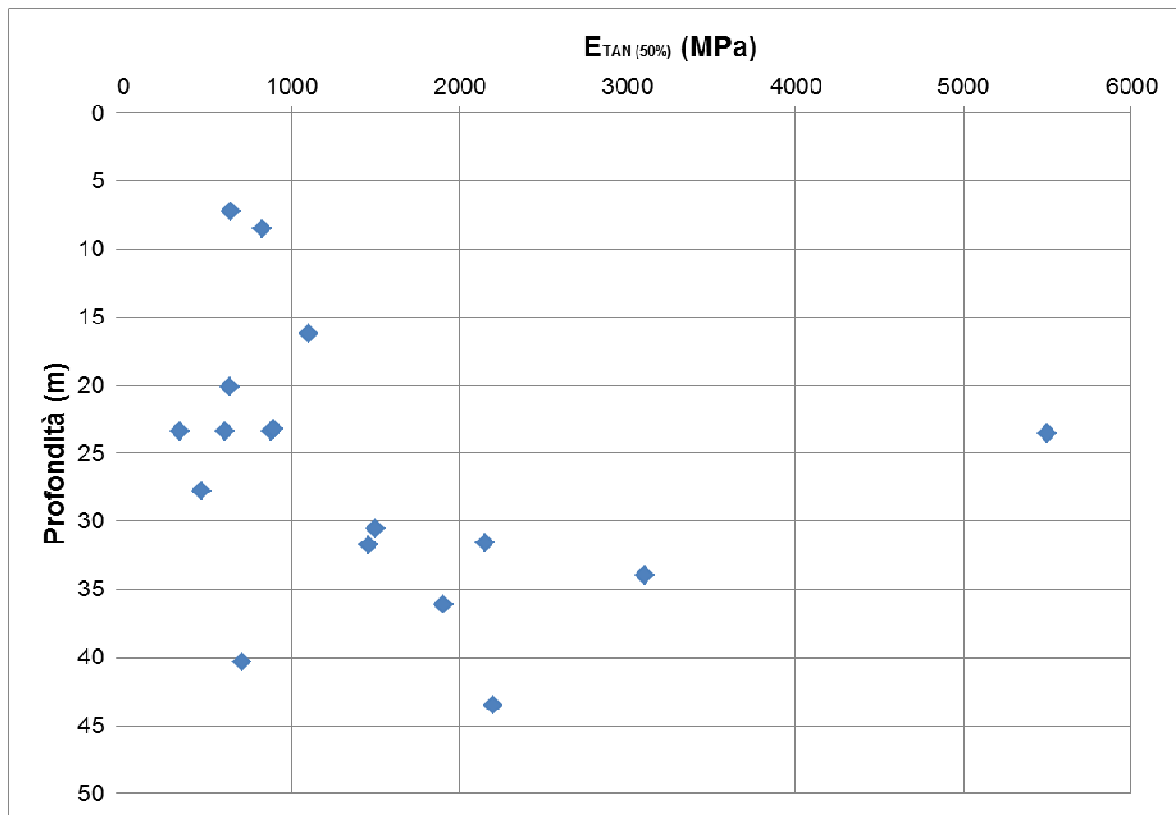


Figura 21 – Formazione di Costa Areasa: Moduli elastici da prova di compressione monoassiale

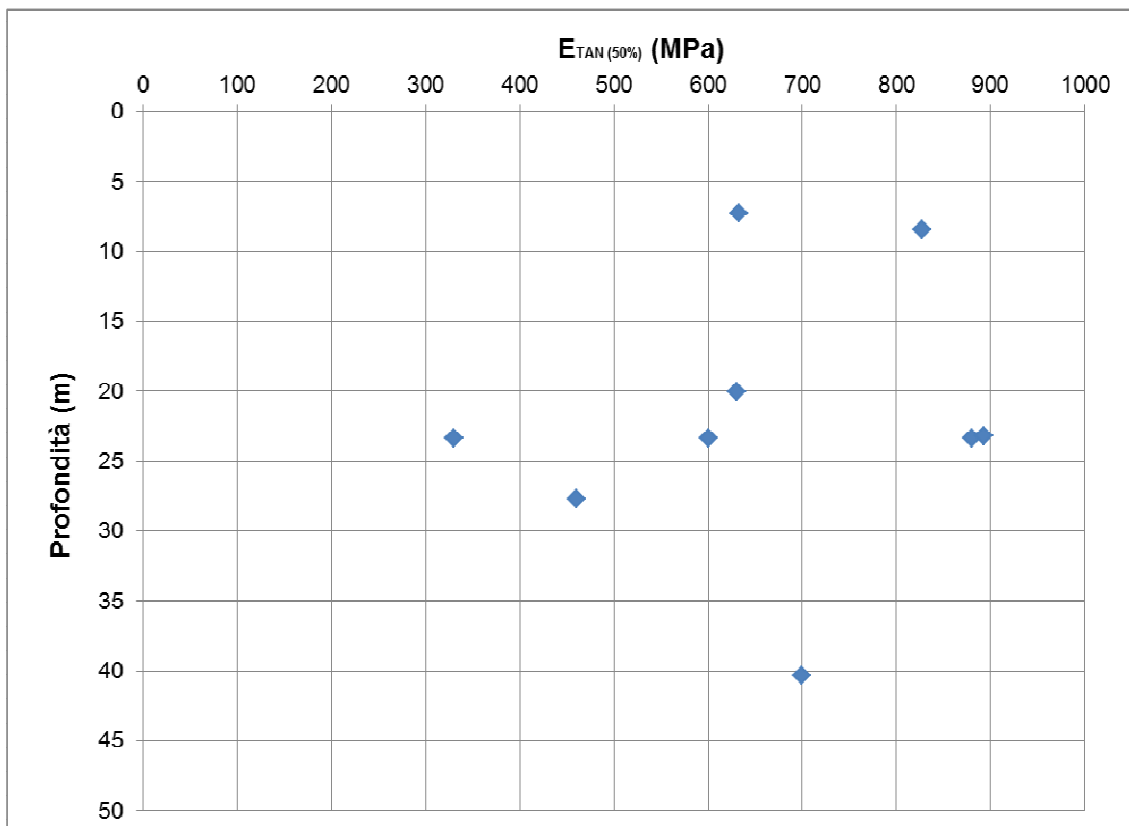


Figura 22 – Formazione di Costa Areasa: Moduli elastici da prova di compressione monoassiale (zoom)

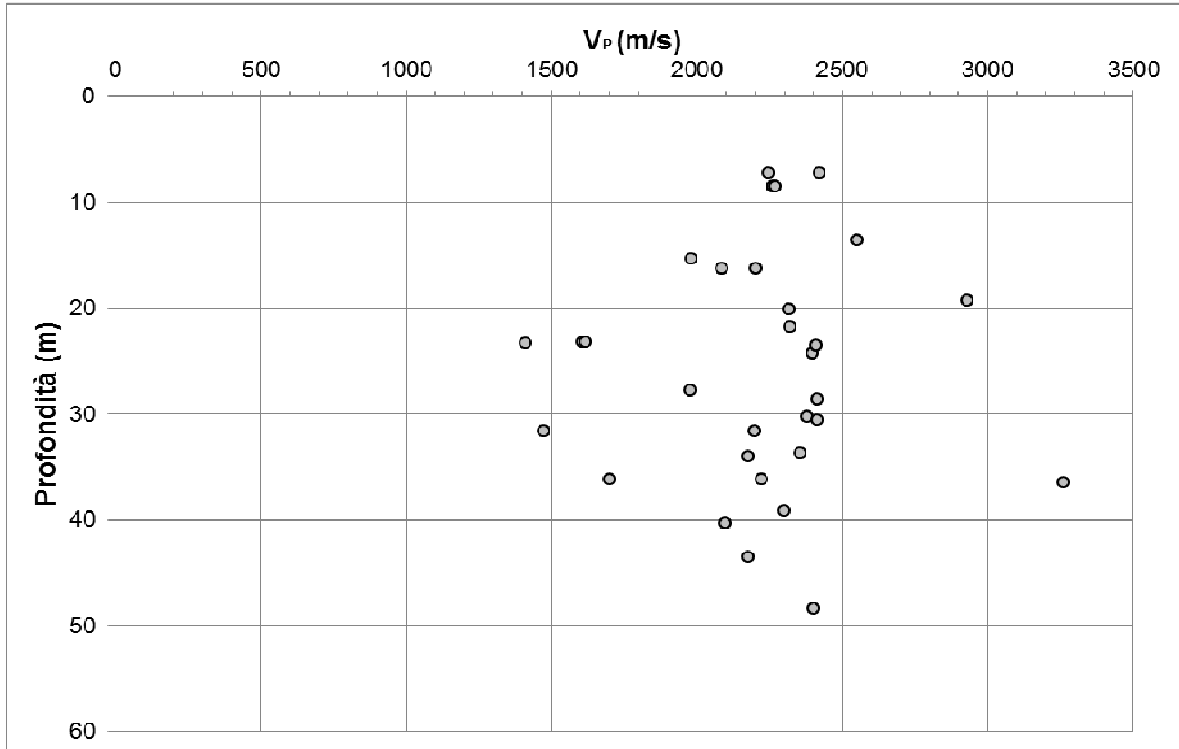


Figura 23 – Formazione di Costa Areama: velocità delle onde di compressione da prove di laboratorio

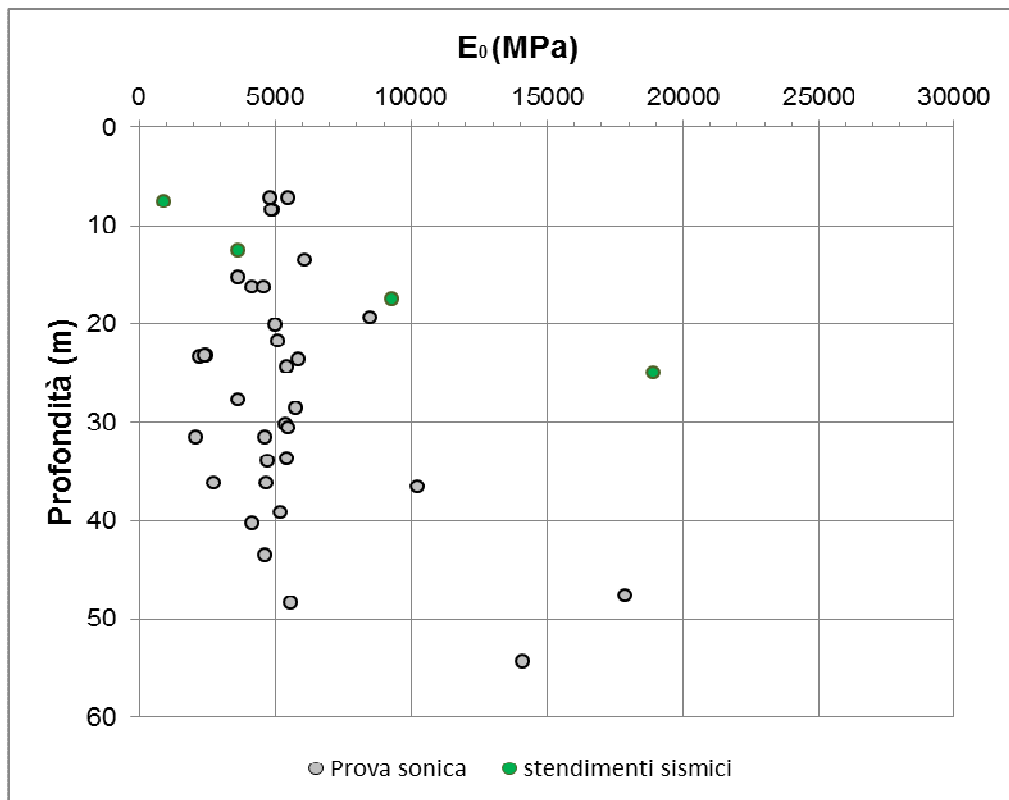


Figura 24 – Formazione di Costa Areama: Moduli elastici iniziali

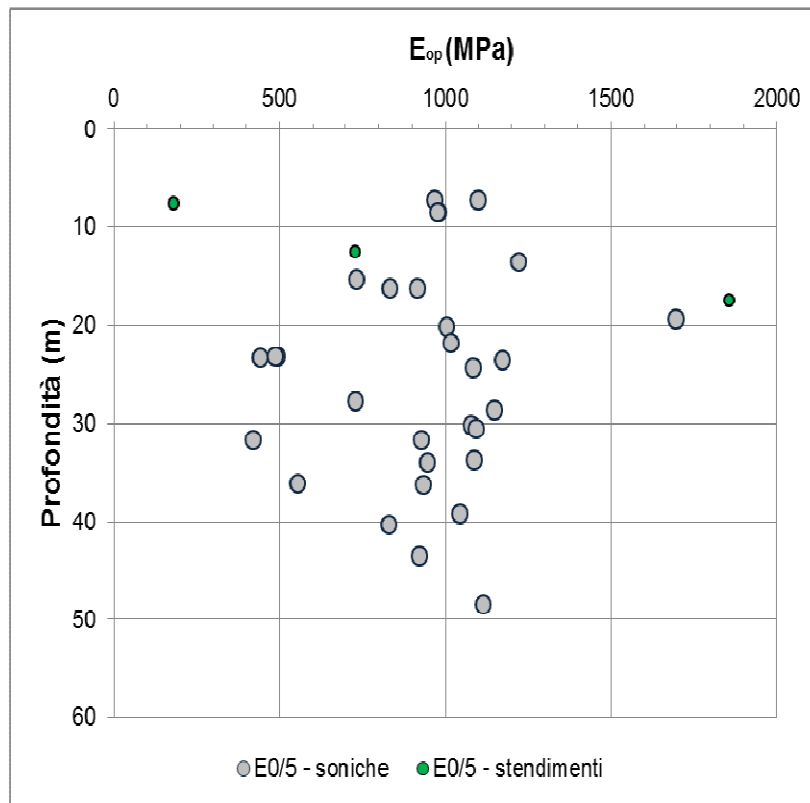


Figura 25 – Formazione di Costa Area: Moduli elastici operativi

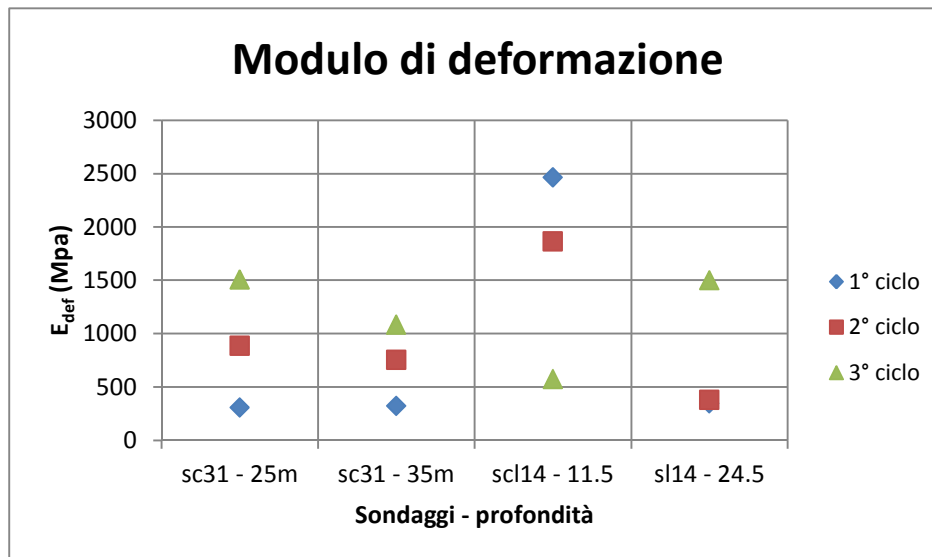


Figura 26 – Formazione di Costa Area: risultati prove dilatometriche in foro



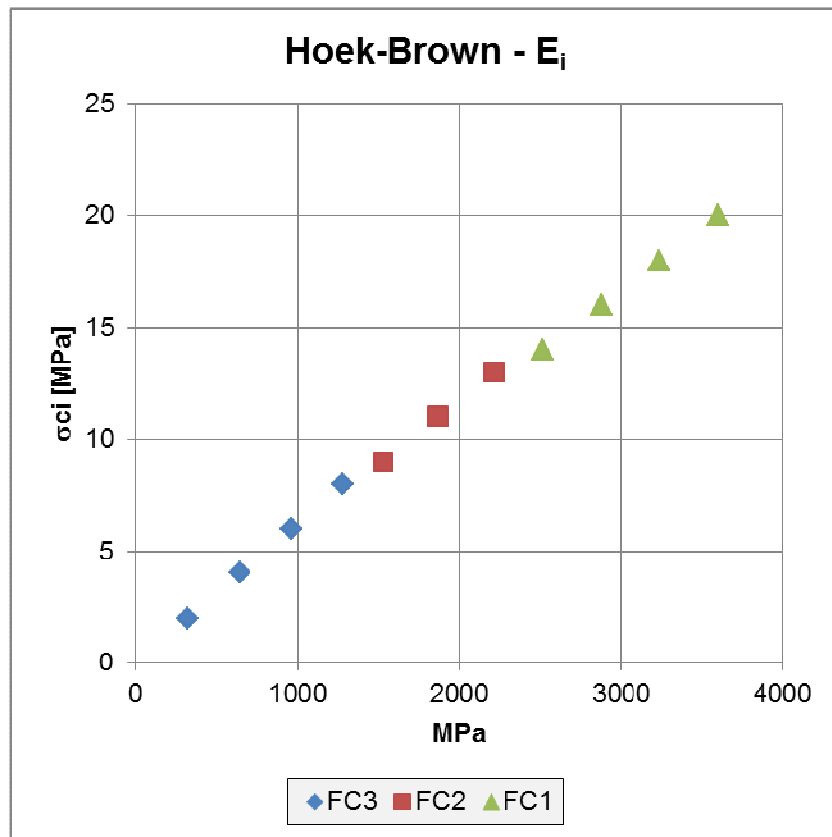


Figura 27 – Formazione di Costa Areasa: Moduli di deformazione della roccia intatta (Hoek-Brown)

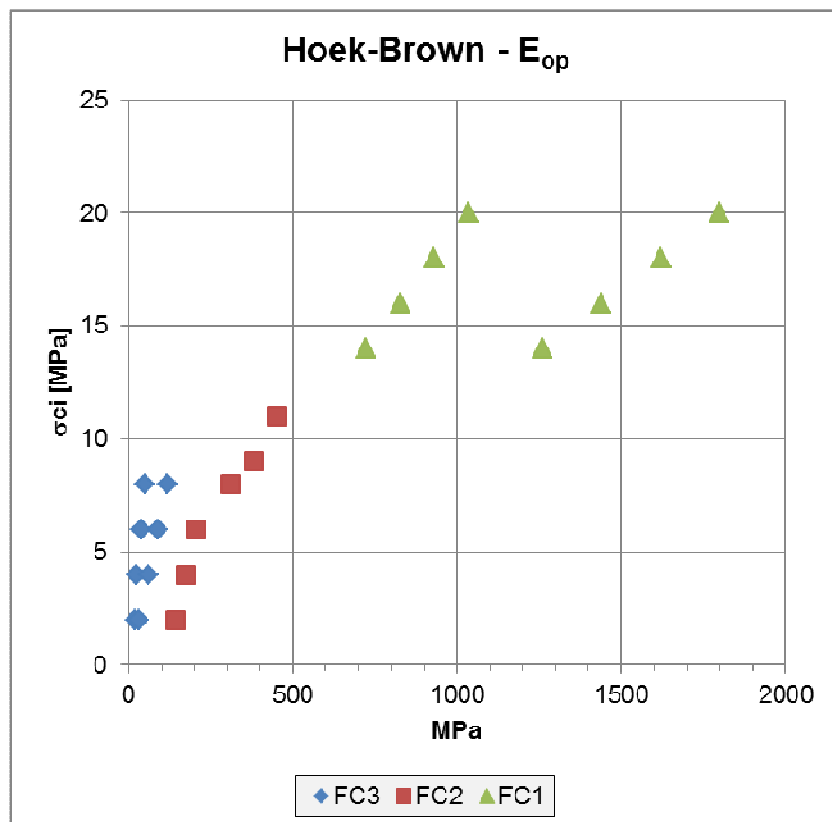


Figura 28 – Formazione di Costa Areasa: Moduli elastici operativi (Hoek-Brown)

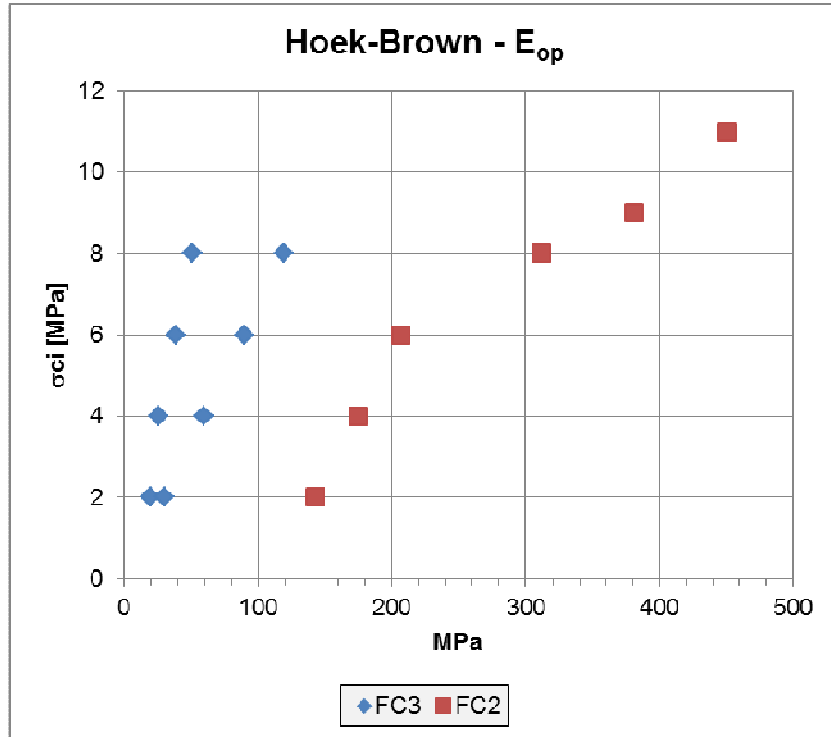


Figura 29 – Formazione di Costa Areasa: Moduli elastici operativi (Hoek-Brown)

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG5102ECVROGN160X001A00 <span style="float: right;">Foglio 47 di 209</span>

#### 5.4. Parametri geotecnici e stratigrafia

In base a quanto illustrato nei paragrafi precedenti, interpolando i dati disponibili dai sondaggi presenti nell'area in oggetto e dalle prove svolte nelle medesime formazioni si riportano nel seguito i parametri geotecnici relativi alle formazioni in oggetto ed i loro range di variabilità.

Unità	Litologia	$\gamma$	c'	$\phi$	E	K
[-]	[-]	[KN/m <sup>3</sup> ]	[KPa]	[°]	[MPa]	[m/s]
L/S	Coltre colluviale	18-20	0-10	25-27	20-30	10 <sup>-4</sup> -10 <sup>-6</sup>
FC <sub>3</sub>	Formazione di Costa Areeasa (strato molto alterato)	22-24	30-60	21-27	40-130	10 <sup>-7</sup> -10 <sup>-8</sup>
FC <sub>2</sub>	Formazione di Costa Areeasa (strato poco alterato)	22-24	70÷200	28÷30	150÷450	10 <sup>-7</sup> -10 <sup>-8</sup>
FC <sub>1</sub>	Formazione di Costa Areeasa	22-24	200÷500	30÷33	500÷1200	10 <sup>-7</sup> -10 <sup>-8</sup>

**Tabella 5 – Parametri geotecnici**

Per quanto attiene i parametri di calcolo adottati si faccia riferimento ai successivi paragrafi.

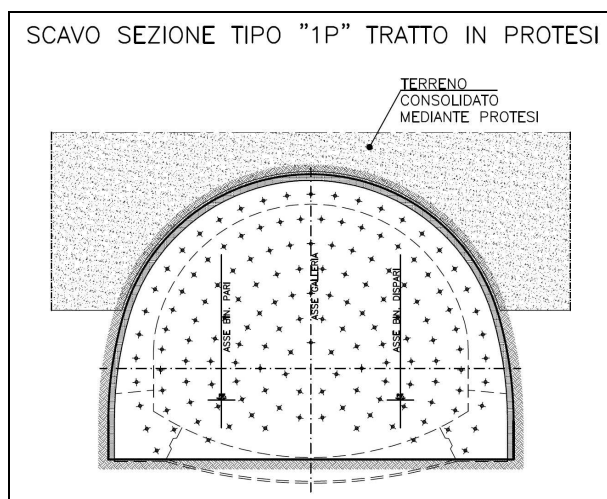
GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	
	IG5102ECVROGN160X001A00 <table border="1" data-bbox="1420 230 1532 315"> <tr> <td>Foglio 48 di 209</td> </tr> </table>	Foglio 48 di 209
Foglio 48 di 209		

## 6. PRINCIPALI FASI ESECUTIVE

Nel seguito si riportano le principali fasi esecutive dello scavo del camerone della galleria di Valico in funzione delle sezioni tipo di avanzamento previste, per la cui descrizione dettagliata si rimanda alle relative tavole. Nello specifico il camerone è costituito da una sezione tipo con scavo sotto protesi nella zona dell'imbocco Nord in cui viene eseguito uno scavo a sezione piena, seguita da tre sezioni tipo eseguite con scavo parzializzato secondo la fasistica esposta nel seguito.

### Fase 1 – Scavo tratto in protesi – Sezione tipo 1P:

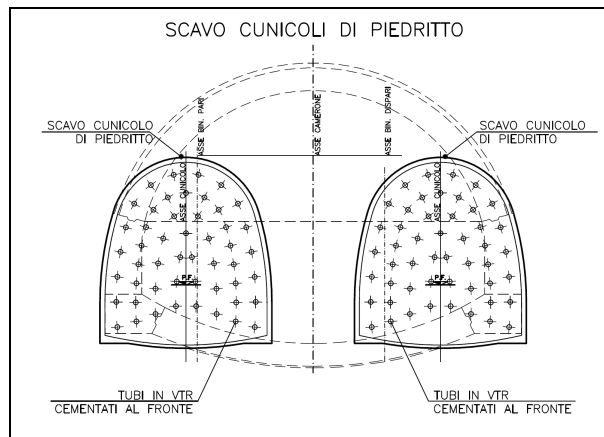
Si esegue uno scavo a sezione piena della sezione tipo 1P in corrispondenza della protesi previa esecuzione del consolidamento al fronte mediante in VTR cementati.



**Figura 30 – Sezione 1P**

### Fase 2 – Scavo cunicoli di piedritto:

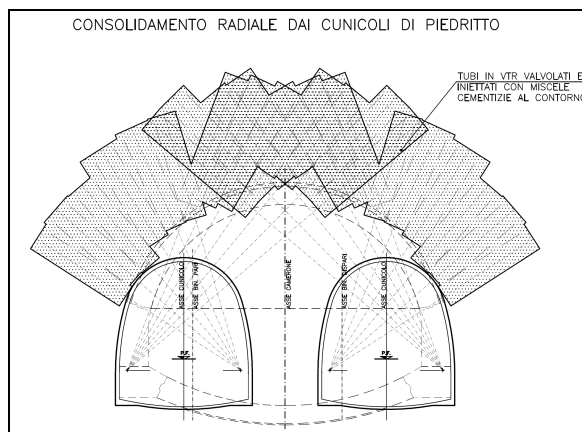
Si procede con lo scavo dei cunicoli di piedritto previa esecuzione del consolidamento al fronte dei cunicoli mediante tubi in VTR cementati con campi di avanzamento massimi di 9.00m. A seguito di ogni sfondo (max 1m) si provvederà con la posa delle centine e l'esecuzione di uno strato di spritz-beton armato con rete elettrosaldata o in alternativa spritz-beton fibrorinforzato. I fronti dei due cunicoli potranno procedere parallelamente ad una distanza tra loro non inferiore a 30.00m.



**Figura 31 – Scavo cunicoli di piedritto**

### **Fase 3 – Esecuzione dei preconsolidamenti radiali:**

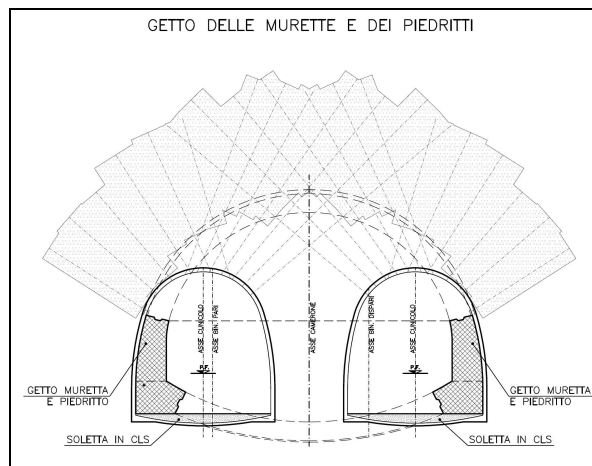
Parallelamente alla prosecuzione dello scavo dei cunicoli di piedritto dall'interno degli stessi si procede con l'esecuzione di interventi di preconsolidamento della calotta del camerone mediante tubi in VTR valvolati in corrispondenza delle sezioni tipo 2, 3 e T2 (sezione tipo di raccordo tra le sezioni 2 e 3). Il getto dei piedritti e delle murette del camerone avviene all'interno dei cunicoli ad una distanza massima dal fronte di  $9\phi$  ad esclusione della sezione tipo 1P in cui si ha il solo getto delle murette ad una distanza massima dal fronte di  $3\phi$ .



**Figura 32 – Consolidamento radiale dai cunicoli di piedritto**

#### **Fase 4 – Getto delle murette e dei piedritti:**

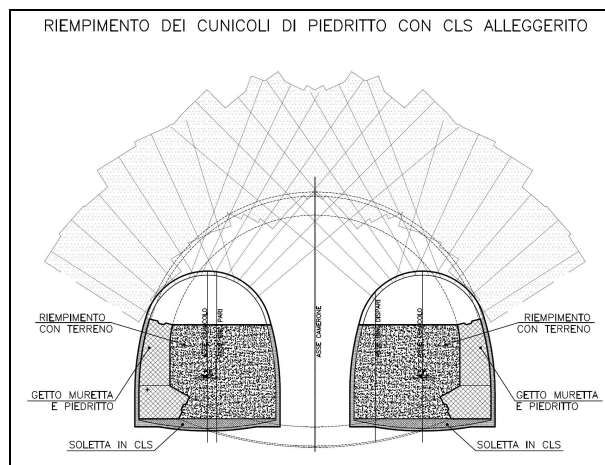
Vengono completati gli scavi e i consolidamenti dei cunicoli di piedritto. Si procede inoltre al completamento di armatura, casseratura e getto di piedritti e murette in c.a.



**Figura 33 – Getto delle murette e dei piedritti**

#### **Fase 5 – Riempimento dei cunicoli di piedritto:**

Vengono riempiti i cunicoli di piedritto con terreno.

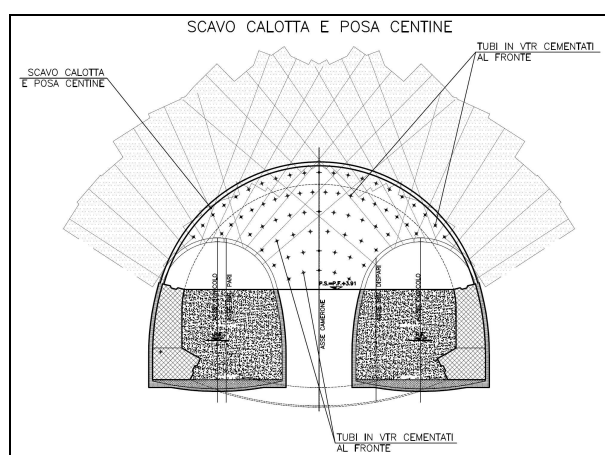


**Figura 34 – Riempimento dei cunicoli di piedritto**

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	
	IG5102ECVROGN160X001A00 <table border="1" data-bbox="1420 224 1533 318"> <tr> <td>Foglio 51 di 209</td> </tr> </table>	Foglio 51 di 209
Foglio 51 di 209		

### **Fase 6 – Scavo calotta e posa centine:**

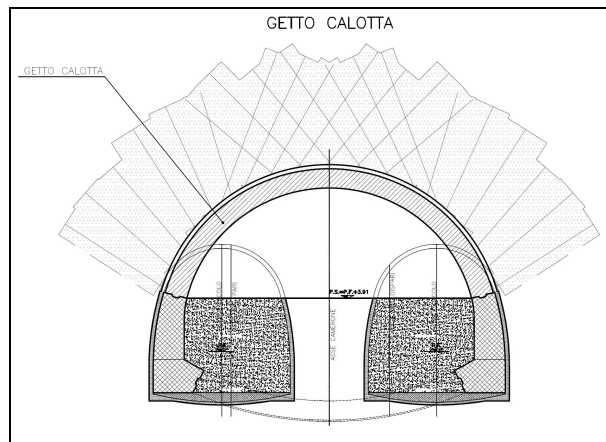
Si procede con lo scavo della calotta del camerone con sfondi massimi di 1 m, previo consolidamento del fronte tramite tubi in VTR cementati. Si opera il taglio della parte superiore delle centine dei cunicoli di piedritto e a seguito di ogni sfondo viene posato uno strato di spritz-beton sul profilo di calotta del camerone. Vengono posare in opera centine 2HEA300/1.00m e viene gettato lo strato di spritz-beton di completamento fibrorinforzato o amrato con rete elettrosaldada. Qualora le condizioni riscontrate durante lo scavo ne indicassero la necessità, si dovrà realizzare un prespritz fibrorinforzato al fronte e al contorno della sezione di scavo prima di porre in opera le centine di calotta del camerone (sp. Minimo 10 cm). Per ogni singolo sfondo si dovrà applicare uno strato di spritz-beton dello spessore di 10 cm.



**Figura 35 – Scavo calotta e posa centine**

### **Fase 7 – Getto calotta camerone – Scavo e getto arco rovescio camerone:**

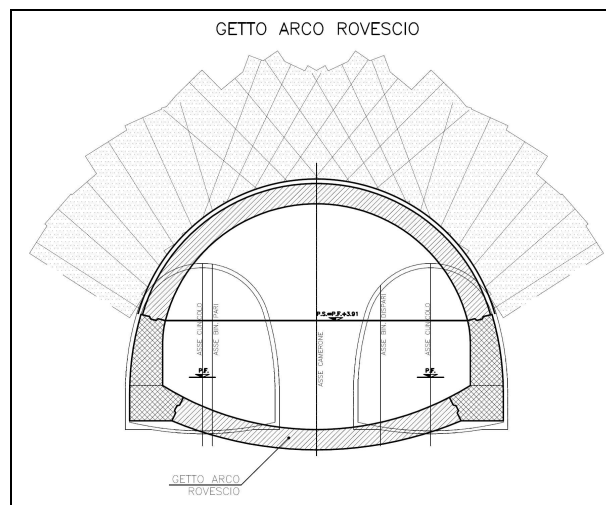
Viene messo in posa il sistema di impermeabilizzazione a cui segue il completamento del rivestimento definitivo di calotta ad una distanza massima dal fronte pari a  $3\phi$ . Per la sezione tipo 1P la distanza di posa del rivestimento definitivo di calotta (che comprende anche i piedritti) avviene ad una distanza dal fronte massima pari a  $5\phi$ . Tali distanze potranno essere modificate in funzione delle condizioni riscontrate. A seguito della posa del rivestimento definitivo di calotta si procede con lo scavo di ribasso fino al piano di scavo dei piedritti per campi di 30.00m. Si opera lo scavo e la demolizione parziale del magrone di livellamento e di esegue lo scavo di ribasso per l'arco rovescio del camerone per campi di 10m seguito dalla messa in opera dell'arco rovescio stesso. La distanza massima tra il getto dell'arco rovescio e il fronte di scavo di ribasso risulta pari a  $9\phi$  ad esclusione della sezione tipo 1P per la quale tale distanza risulta essere pari a  $3\phi$  e lo scavo, come detto in precedenza, avviene a sezione piena.



**Figura 36 – Getto calotta**

**Fase 8 – Completamento scavo e getto arco rovescio camerone:**

Viene completato lo scavo e il getto dell'arco rovescio del camerone.



**Figura 37 – Getto arco rovescio**



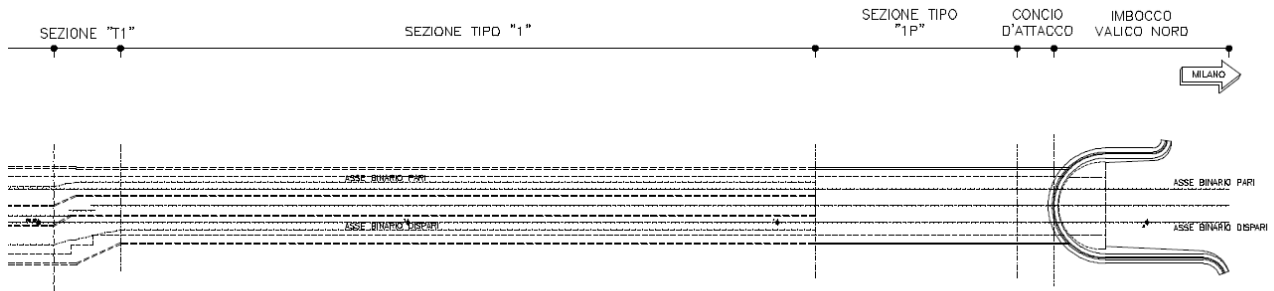


Figura 38 - Pianta del camerone 1/2

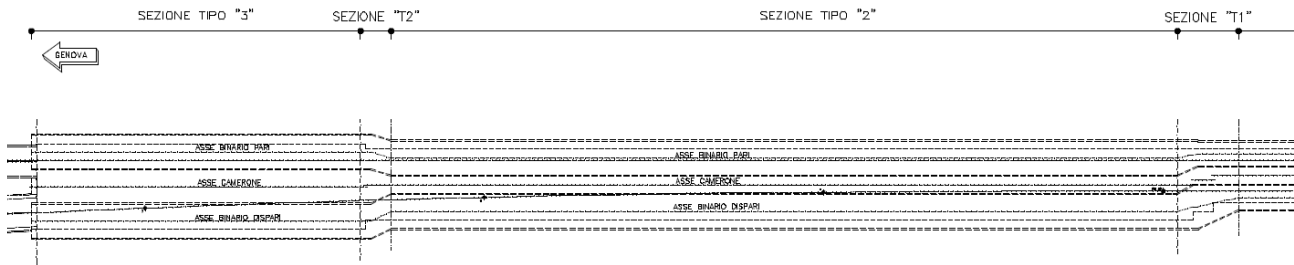


Figura 39 - Pianta del camerone 2/2

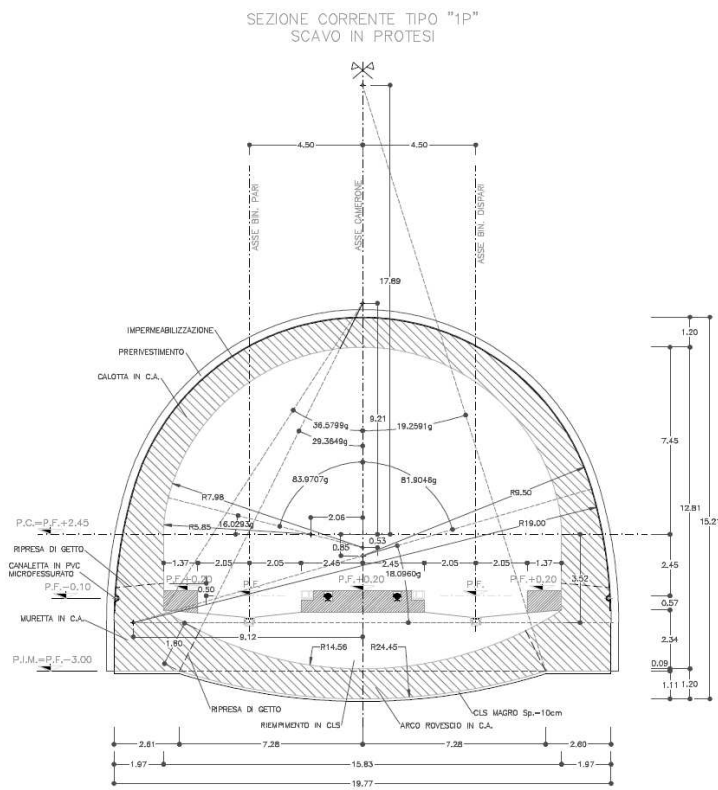


Figura 40 - Sezione tipo 1P

SEZIONE CORRENTE TIPO "1"  
SCAVO CON CUNICOLI DI PIEDRITTO

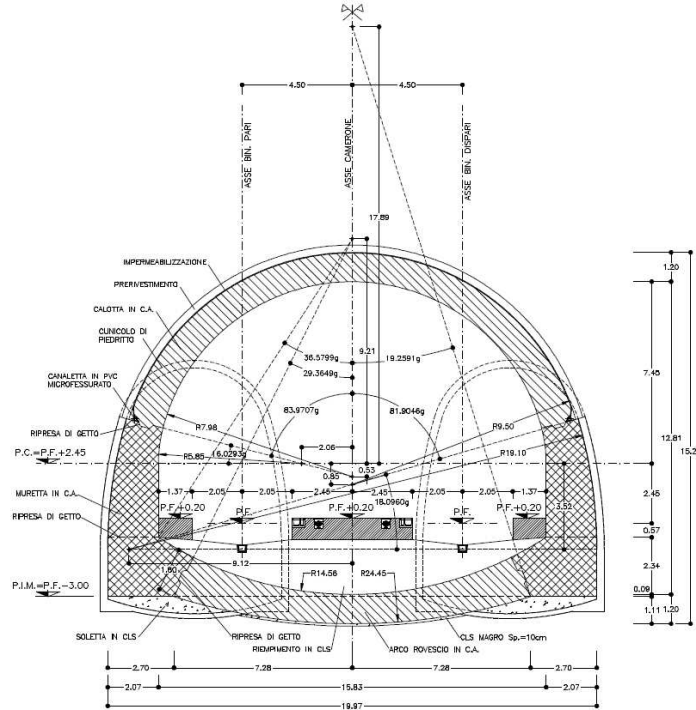


Figura 41 - Sezione tipo 1

SEZIONE CORRENTE TIPO "2"  
SCAVO CON CUNICOLI DI PIEDRITTO

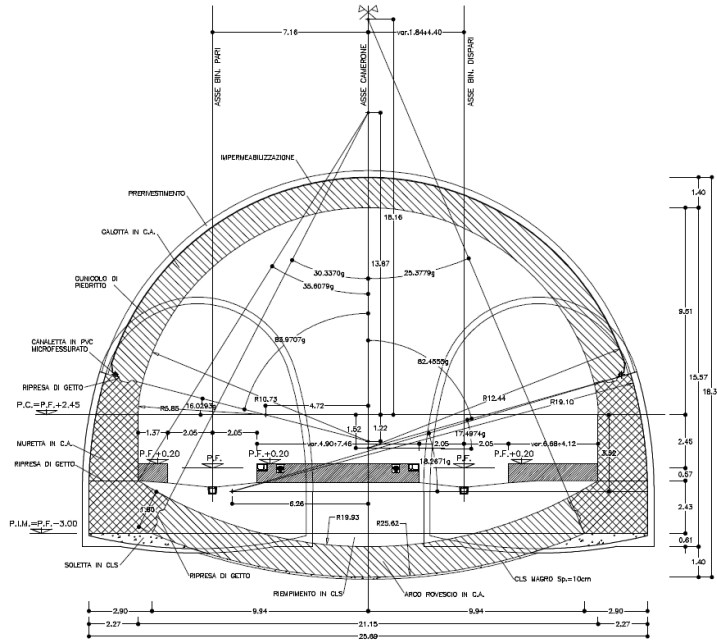


Figura 42 - Sezione tipo 2

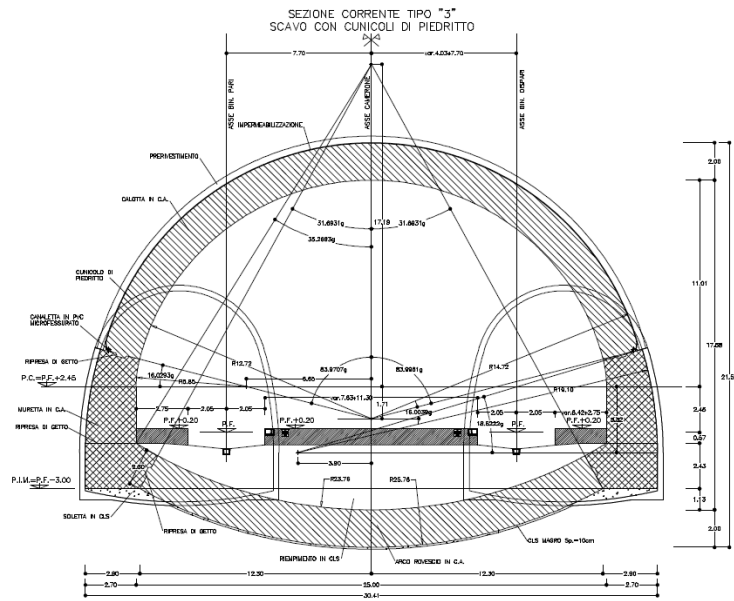


Figura 43 - Sezione tipo 3

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	
	IG5102ECVROGN160X001A00 <table border="1" data-bbox="1420 235 1532 315"> <tr> <td>Foglio 56 di 209</td> </tr> </table>	Foglio 56 di 209
Foglio 56 di 209		

## 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, necessarie alla definizione degli interventi di stabilizzazione e degli 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.

### 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

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG5102ECVROGN160X001A00
	Foglio 57 di 209

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.

## **7.1. Calcolo e determinazione delle categorie di comportamento allo scavo**

Nel seguito verrà determinato il comportamento dell'ammasso allo scavo in considerazione della stratigrafia presente in sito ed in funzione dei carichi litostatici dovuti alle differenti coperture riscontrate lungo il tracciato della galleria in oggetto.

Sarà così 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

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG5102ECVROGN160X001A00 <span style="float: right;">Foglio 58 di 209</span>

giungere all'individuazione di tratte a comportamento omogeneo, suddivise nelle tre categorie di comportamento precedentemente descritte.

Per la determinazione del comportamento dell'ammasso allo scavo sono state effettuate analisi di stabilità del fronte (metodi di analisi empirici in forma chiusa); analisi con il metodo delle linee caratteristiche, tipicamente usate per questo tipo di analisi, non sono state effettuate in quanto la copertura ridotta ( $<3\phi$ ) rende tale studio privo di significato, non essendo valide le ipotesi di calcolo al di sotto di questo limite.

Considerata la metodologia realizzativa del camerone che richiede fasi e modalità costruttive del tutto particolari, che non hanno alcun riscontro con quelle comunemente adottate per le gallerie di linea, nel seguito vengono presentate due differenti analisi, le prime relative ai cunicoli di piedritto, le seconde relative allo scavo della calotta del camerone. Si sottolinea che per la sezione in protesi (sezione tipo 1P) tali cunicoli non sono previsti e lo scavo della galleria avviene a piena sezione a seguito della realizzazione della protesi.

#### 7.1.1. Stabilità del fronte di scavo

Per quanto riguarda le analisi di stabilità del fronte, queste sono state condotte secondo le sezioni e i ricoprimenti riportati in tabella in funzione delle analisi svolte per cunicoli e calotta camerone.

SEZIONE	COPERTURA [m]
1	12
	17
	22
	29
2,3	32

**Tabella 6 – Cunicoli - Sezioni e coperture di calcolo**

SEZIONE	COPERTURA [m]
1P	4
1	5
	10
	15
	22
2	22
3	22

**Tabella 7 – Calotta camerone - Sezioni e coperture di calcolo**

Tali sezioni si differenziano per geometria e dimensioni, in particolare si osserva che:

- per i cunicoli si hanno ricoprimenti minimi di 12m in corrispondenza della sezione 1 e massimi di 32m in corrispondenza delle sezioni 2 e 3, sezioni per cui le geometrie del cunicolo risultano identiche e pertanto trattate in una sola analisi;
- per gli scavi della calotta del camerone si ha invece che per la sezione 1P in corrispondenza della protesi il ricoprimento risulta essere pari all'altezza della protesi stessa in chiave calotta. La sezione 1 viene invece verificata per diversi scenari di ricoprimento in un range di valori che va da un minimo di 5 m al massimo ricoprimento pari a 22 m. Le restanti sezioni vengono verificate sempre per il ricoprimento massimo che risulta costante lungo lo sviluppo dello due sezioni.
- le analisi sono state condotte considerando la formazione Fc\_3 fino a -10 m da p.c. e a favore di sicurezza la formazione Fc\_2 anche per profondità superiori a -20 m.

Nel seguito sono riepilogate le analisi svolte e i risultati ottenuti per tutti e tre metodi considerati. Nelle analisi sotto indicate, in modo da poter comparare i risultati, si è proceduto a valutare la stabilità al fronte adottando sfondi pari ad un metro per tutte le formazioni considerate, andando poi a differenziare in fase di terapia tale valore in funzione delle sezioni tipo adottate.

### 7.1.2. Verifica di stabilità del fronte dei cunicoli di piedritto

ANALISI STABILITA' DEL FRONTE - FASE DI DIAGNOSI - Tamez & Cornejo							
Analisi	Formazione	Copertura (m)	D <sub>eq</sub> (m)	$\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	c' (kPa)	$\varphi$ (°)	SF
AN1	Fc_2	12	9.37	23	135	29	2.67
AN2	Fc_2	17	11.17	23	135	29	2.90
AN3	Fc_2	22	11.17	23	135	29	3.05
AN4	Fc_2	29	11.17	23	135	29	3.18
AN5	Fc_2	32	11.62	23	135	29	2.64

Figura 44 – Riepilogo analisi di stabilità - Fase di diagnosi – Tamez & Cornejo

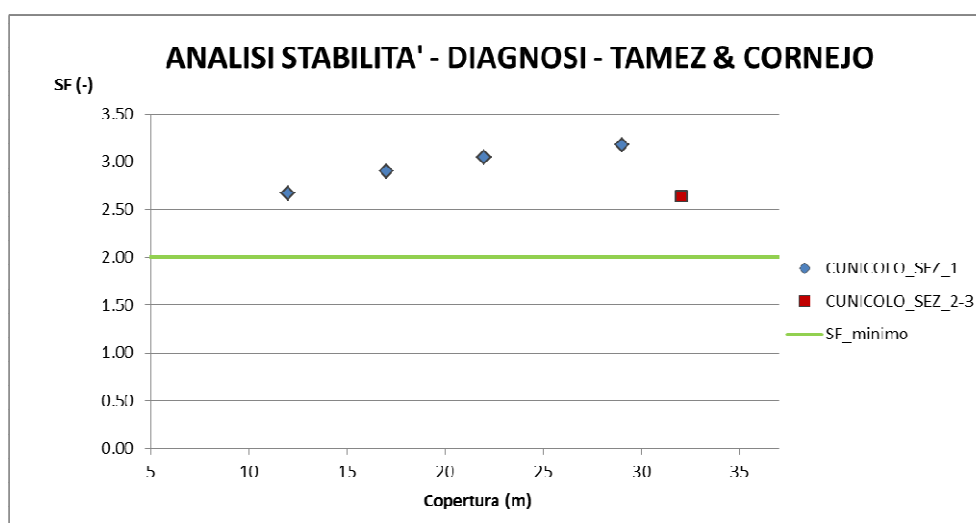


Figura 45 – Risultati analisi di stabilità - Fase di diagnosi - Tamez & Cornejo



ANALISI STABILITA' DEL FRONTE - FASE DI DIAGNOSI									
Analisi	Formazione	Copertura (m)	$z_0$ (m)	$\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	GSI (-)	$\sigma_{ci}$ (kPa)	$m_i$	Stability Ratio	$\lambda_e$
AN1	Fc_2	12	7.30	23	40	10500	8.00	0.870916	1.086
AN2	Fc_2	17	12.30	23	40	10500	8.00	1.122626	0.939
AN3	Fc_2	22	17.30	23	40	10500	8.00	1.374336	0.850
AN4	Fc_2	29	24.30	23	40	10500	8.00	1.72673	0.772
AN5	Fc_2	32	27.88	23	40	10500	8.00	1.906703	0.744

Figura 46 – Riepilogo analisi di stabilità - Fase di diagnosi - Broms & Bennermark e Panet

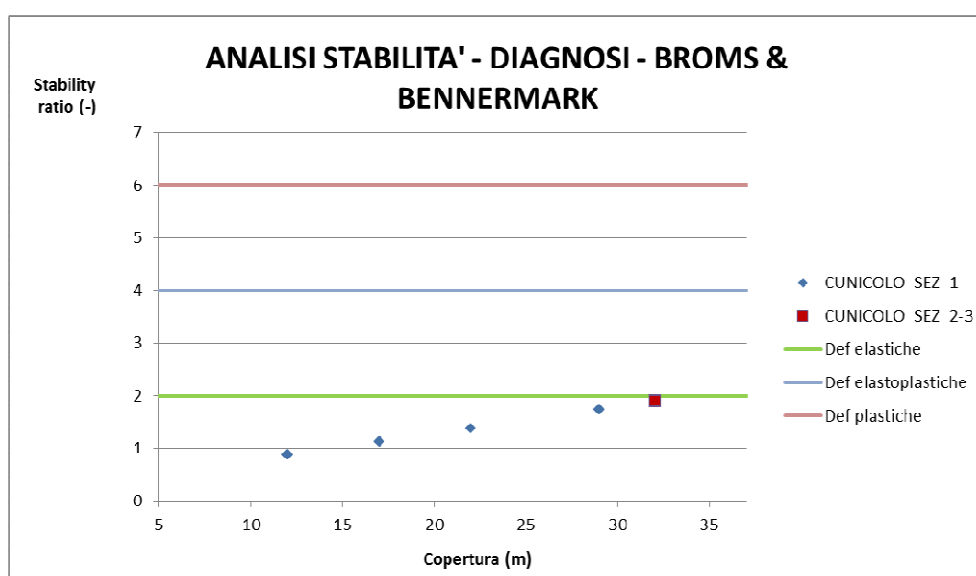


Figura 47 – Risultati analisi di stabilità - Fase di diagnosi - Broms & Bennermark

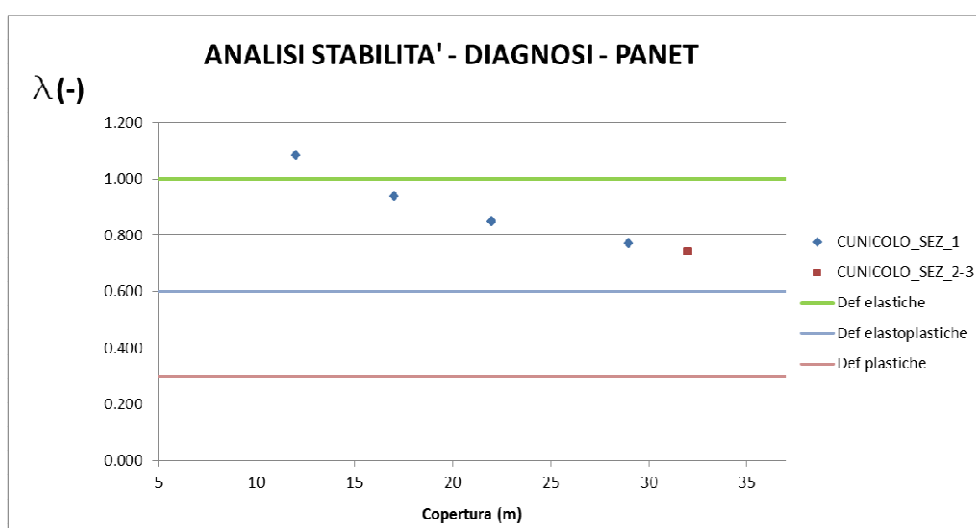


Figura 48 – Risultati analisi di stabilità - Fase di diagnosi – Panet

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG5102ECVROGN160X001A00 <span style="float: right;">Foglio 61 di 209</span>

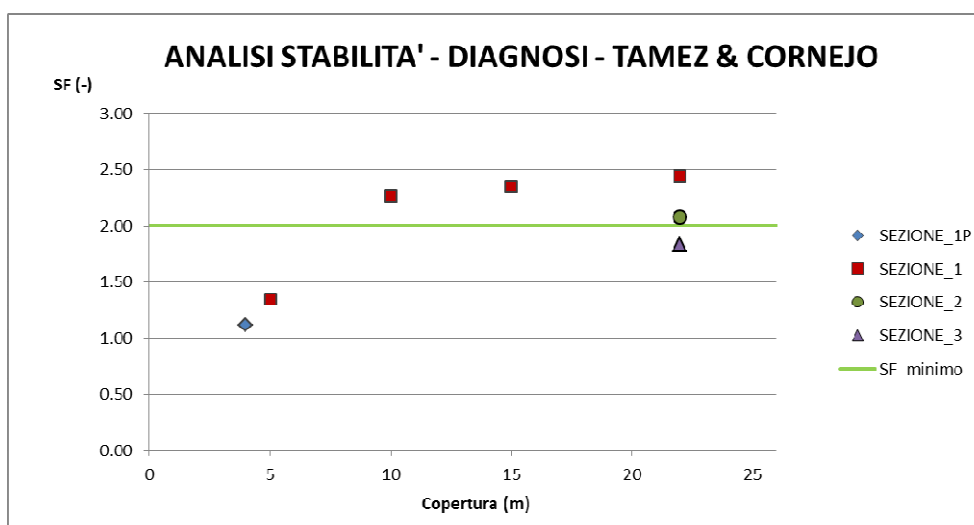
### 7.1.2.1. *Esame critico dei risultati e considerazioni conclusive*

L'analisi permette di valutare le condizioni di stabilità del fronte di scavo dei cunicoli di piedritto nei diversi contesti geotecnici in funzione delle coperture. 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. In linea generale quindi secondo tale formulazione non si svilupperanno fenomeni di instabilità del fronte, ma gli interventi al fronte saranno comunque necessari per contenere gli effetti deformativi. Tale aspetto è evidente osservando i risultati delle analisi effettuate secondo il metodo di Panet, il quale indica deformazioni elasto-plastiche in assenza di interventi. Si osserva infine che a favore di sicurezza si è considerata la presenza dell'unità Fc\_2 anche per profondità superiori ai 20m.

### 7.1.3. *Verifica di stabilità del fronte della calotta del camerone*

ANALISI STABILITA' DEL FRONTE - FASE DI DIAGNOSI - Tamez & Cornejo							
Analisi	Formazione	Copertura (m)	D <sub>eq</sub> (m)	$\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	c' (kPa)	$\varphi$ (°)	SF
AN1	Fc_3	4	17.65	23	45	24	1.11
AN2	Fc_3	5	11.56	23	45	24	1.34
AN3	Fc_2	10	11.56	23	135	29	2.26
AN4	Fc_2	15	11.56	23	135	29	2.35
AN5	Fc_2	22	11.56	23	135	29	2.45
AN6	Fc_2	22	15.08	23	135	29	2.08
AN7	Fc_2	22	18.19	23	135	29	1.83

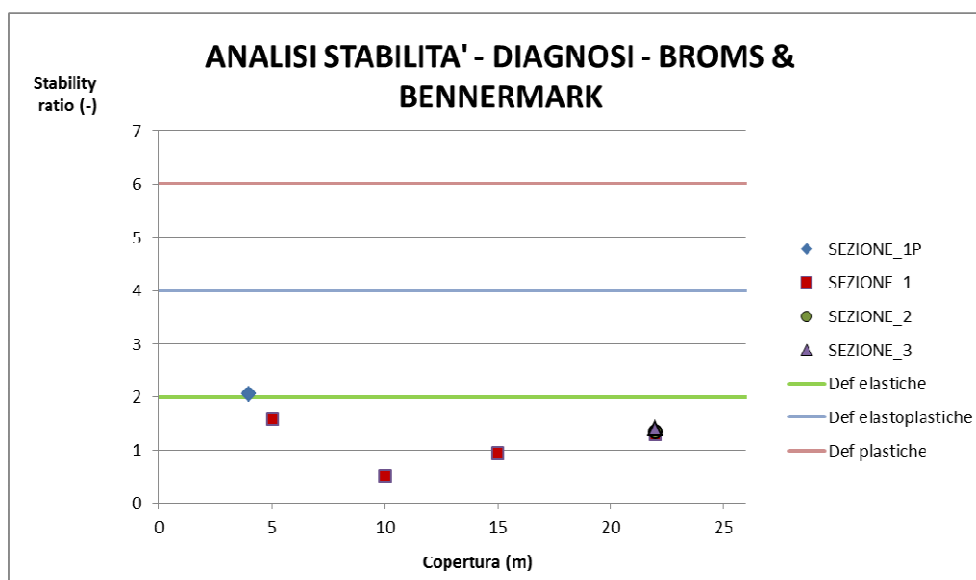
**Figura 49 – Riepilogo analisi di stabilità - Fase di diagnosi – Tamez & Cornejo**



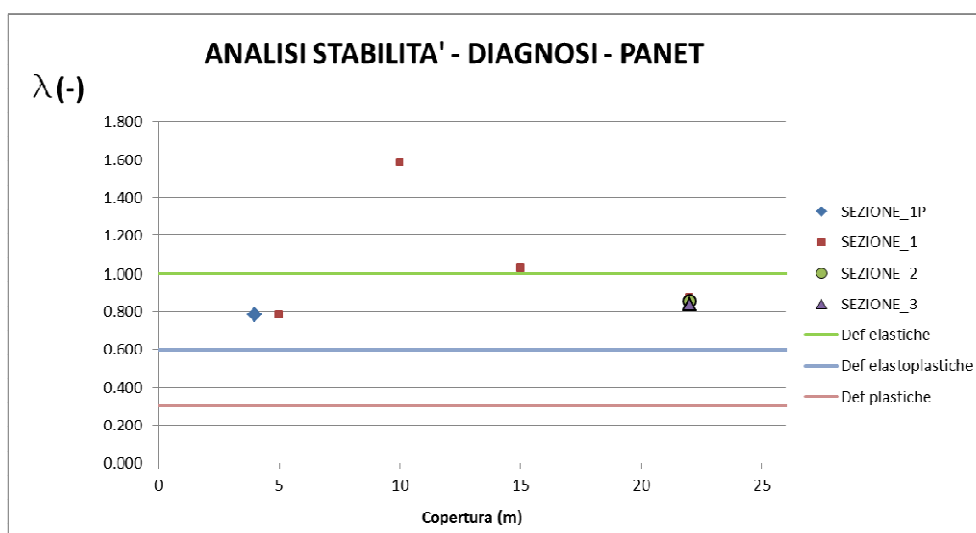
**Figura 50 – Risultati analisi di stabilità - Fase di diagnosi - Tamez & Cornejo**

ANALISI STABILITA' DEL FRONTE - FASE DI DIAGNOSI									
Analisi	Formazio ne	Copertura (m)	z <sub>0</sub> (m)	γ (kN/m <sup>3</sup> )	GSI (-)	σ <sub>ci</sub> (kPa)	m <sub>i</sub>	Stability Ratio	λ <sub>e</sub>
AN1	Fc_3	4	11.20	23	30	5000	6.00	2.059003	0.781
AN2	Fc_3	5	8.60	23	30	5000	6.00	1.58102	0.782
AN3	Fc_2	10	3.60	23	40	10500	8.00	0.50342	1.585
AN4	Fc_2	15	8.85	23	40	10500	8.00	0.948946	1.030
AN5	Fc_2	22	15.85	23	40	10500	8.00	1.30134	0.873
AN6	Fc_2	22	16.90	23	40	10500	8.00	1.354199	0.856
AN7	Fc_2	22	17.95	23	40	10500	8.00	1.407058	0.841

**Figura 51 – Riepilogo analisi di stabilità - Fase di diagnosi - Broms & Bennermark e Panet**



**Figura 52 – Risultati analisi di stabilità - Fase di diagnosi - Broms & Bennermark**



**Figura 53 – Risultati analisi di stabilità - Fase di diagnosi – Panet**

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 	
	IG5102ECVROGN160X001A00	Foglio 63 di 209

### 7.1.3.1. *Esame critico dei risultati e considerazioni conclusive*

L'analisi permette di valutare le condizioni di stabilità del fronte di scavo della calotta del camerone secondo le geometrie di progetto nei diversi contesti geotecnici in funzione delle coperture. Sintetizzando le analisi, si nota come il metodo di Tamez Cornejo ed il metodo di Panet mostrino la necessità di provvedere ad interventi di consolidamento del fronte. Nello specifico si osservano, nelle analisi effettuate con le formulazioni di Panet, fattori di sicurezza inferiori al limite previsto per basse coperture e presenza di materiale con proprietà scadenti (sezione in protesi e sezione 1) e per alte coperture ed importanti geometrie di scavo (sezioni 2 e 3). Anche le analisi con il metodo di Panet confermano quanto ottenuto con le formulazioni di Tamez fornendo un comportamento del fronte con deformazioni di tipo elasto-plastico. Anche in questo caso a favore di sicurezza si è considerata la presenza dell'unità Fc\_2 anche per profondità superiori ai 20m.

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 	
	IG5102ECVROGN160X001A00 <table border="1" data-bbox="1420 224 1532 315"> <tr> <td>Foglio 64 di 209</td> </tr> </table>	Foglio 64 di 209
Foglio 64 di 209		

## 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. Per la descrizione delle sezioni tipo di avanzamento, i campi di impiego e le relative percentuali di applicazione previste lungo il tracciato si rimanda alla Relazione Tecnica e alle Linee Guida.

### 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, quale 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.



GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 
	IG5102ECVROGN160X001A00 Foglio 65 di 209

### **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.

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:

- priverstimento 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, fino ad arrivare alla rottura e al collasso del cavo, legato all'instabilità del fronte di scavo. Perché si possa realizzare l'avanzamento in galleria, senza innescare 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 1<sup>a</sup> 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

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 	
	IG5102ECVROGN160X001A00	Foglio 66 di 209

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 priverestimenti.

Andrà inoltre prevista la realizzazione dei priverestimenti 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, a breve distanza dal fronte, 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 il camerone, date le dimensioni del cavo, la realizzazione richiede fasi e modalità costruttive del tutto particolari, che non hanno alcun riscontro con quelle comunemente adottate per la galleria di linea. Essendo il camerone un'opera di raccordo tra i tratti di galleria a singolo binario (tratti a doppia canna) con quelli contenenti il doppio binario (canna singola), si è operato alla suddivisione delle sezioni tipo in funzioni delle geometrie necessarie per permettere il collegamento di queste tratte. Gli interventi di preconsolidamento del fronte di scavo sono stati valutati in funzione delle geometrie di scavo e dalla litologia degli ammassi attraversati, delle caratteristiche geomeccaniche dello stato tensionale in situ, ovvero del valore di copertura (H). Nel seguito si illustrano sinteticamente le modalità di realizzazione del camerone secondo le sezioni tipo previste, rimandando per il dettaglio degli interventi e delle fasi esecutive alle Linee Guida ed agli elaborati grafici di progetto.

In corrispondenza dell'imbocco della galleria di Valico al termine del concio di attacco è previsto l'utilizzo della sezione tipo 1P, con scavo che avviene a piena sezione. Date le ridotte coperture presenti in sito la sezione viene scavata sotto protesi e considerate le importanti geometrie di scavo è previsto un avanzamento previo preconsolidamento del fronte mediante l'impiego di elementi in VTR.

Raggiunte le coperture minime necessarie per uno scavo in sicurezza è previsto l'utilizzo della sezione tipo 1. Per la sezione in oggetto si opererà tramite scavo parzializzato secondo le fasi riassunte nei capitoli precedenti e secondo quanto riportato nel dettaglio negli elaborati grafici. Le sezioni di scavo di cunicoli e calotta del camerone avverranno previo preconsolidamento del fronte tramite l'impiego di elementi in VTR.

Il raccordo tra i tratti di galleria a singolo binario con quelli contenenti il doppio binario viene completato tramite le tratte di applicazione tipo 2 e 3 caratterizzate da importanti geometrie di scavo che richiedono la presenza, oltre che dei cunicoli propedeutici allo scavo e dei consolidamenti al fronte con elementi in VTR, di consolidamenti radiali al contorno realizzati dai cunicoli tramite l'utilizzo elementi in VTR.

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG5102ECVROGN160X001A00 <span style="float: right;">Foglio 67 di 209</span>

Nel seguito vengono indicati gli interventi previsti per la realizzazione dei cunicoli propedeutici allo scavo del camerone ove presenti e degli interventi del camerone stesso per ogni sezione tipo di avanzamento.

### 8.2.1. Cunicoli di piedritto

PRERIVESTIMENTI					
SEZIONE TIPO	centine	passo	puntone	passo	spritz beton
	[-]	[m]	[-]	[m]	[cm]
CUNICOLO - SEZIONE TIPO 1	HEB200	1	HEB200	1	30
CUNICOLO - SEZIONE TIPO 2	HEB200	1	HEB200	1	30
CUNICOLO - SEZIONE TIPO 3	HEB200	1	HEB200	1	30

**Tabella 8 – Fase di terapia: prerivestimenti**

CONSOLIDAMENTI FRONTE				
SEZIONE TIPO	TIPO	N°	L-interventi	L-sovrapp
	[-]	[-]	[m]	[m]
CUNICOLO - SEZIONE TIPO 1	VTR - CEMENTATI	34	15	6
CUNICOLO - SEZIONE TIPO 2	VTR - CEMENTATI	50	15	6
CUNICOLO - SEZIONE TIPO 3	VTR - CEMENTATI	50	15	6

**Tabella 9 – Fase di terapia: consolidamenti al fronte**

### 8.2.2. Camerone

PRERIVESTIMENTI IN CALOTTA			
SEZIONE TIPO	centine	passo	spritz beton
	[-]	[m]	[cm]
SEZIONE TIPO 1P	2HEA260	1	30
SEZIONE TIPO 1	2HEA300	1	30
SEZIONE TIPO 2	2HEA300	1	30
SEZIONE TIPO 3	2HEA300	1	35

**Tabella 10 – Fase di terapia: prerivestimenti**

RIVESTIMENTI						
SEZIONE TIPO	Sp. Arco Rovescio	Sp. Calotta	Fronte - murette	Fronte - piedritti (*)	Fronte - AR	Fronte - calotta
	[cm]	[cm]	[-]	[-]	[-]	[-]
SEZIONE TIPO 1P	120	120	3φ	-	3φ	5φ
SEZIONE TIPO 1	120	120	-	9φ	9φ	3φ
SEZIONE TIPO 2	140	140	-	9φ	9φ	3φ
SEZIONE TIPO 3	200	200	-	9φ	9φ	3φ

(\*) Il getto del rivestimento definitivo di piedritto per le sezioni 1, 2 e 3 fa riferimento alla distanza fronte-piedritti dei cunicoli propedeutici agli scavi, essendo i piedritti gettati in opera al termine degli scavi dei cunicoli come meglio specificato nelle fasi esecutive riportate nel capitolo di competenza.

**Tabella 11 – Fase di terapia: rivestimento definitivo**

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG5102ECVROGN160X001A00 <span style="float: right;">Foglio 68 di 209</span>

CONSOLIDAMENTI FRONTE				
SEZIONE TIPO	TIPO	N°	L-interventi	L-sovrapp
	[-]	[-]	[m]	[m]
SEZIONE TIPO 1P	VTR - CEMENTATI	150	24	12
SEZIONE TIPO 1	VTR - CEMENTATI	55	24	12
SEZIONE TIPO 2	VTR - CEMENTATI	70	24	12
SEZIONE TIPO 3	VTR - CEMENTATI	125	24	12

**Tabella 12 – Fase di terapia: consolidamenti al fronte**

CONSOLIDAMENTI CONTORNO					
SEZIONE TIPO	TIPO	N° SX + DX (*)	L-interventi	Passo longitudinale	Passo trasversale
	[-]	[-]	[m]	[m]	[m]
SEZIONE TIPO 1P	-	-	-	-	-
SEZIONE TIPO 1	-	-	-	-	-
SEZIONE TIPO 2	VTR - VALVOLATI	6 + 6	8.65 ÷ 12.40	1.00	1.50
		7 + 7	15.50 ÷ 19.50	1.00	0.90
SEZIONE TIPO 3	VTR - VALVOLATI	6 + 6	10.80 ÷ 15.50	1.00	1.75
		8 + 8	18.50 ÷ 25.50	1.00	1.10

(\*) Viene indicato il numero di consolidamenti operati dai singoli cunicoli.

**Tabella 13 – Fase di terapia: consolidamento al contorno**

## 9. INDIVIDUAZIONE DELLE SEZIONI DI CALCOLO E VERIFICA 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. 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.

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, in funzione delle sezioni tipo adottate e delle formazioni geologiche incontrate alle differenti coperture in cui tali condizioni si presentano. In allegato sono inseriti tutti i valori impiegati nel calcolo.

In conformità con quanto fatto nella fase di diagnosi, le analisi sono state condotte considerando la formazione Fc\_3 fino a -10 m da p.c. e a favore di sicurezza la formazione Fc\_2 anche per profondità superiori a -20 m, mentre gli interventi sono stati tenuti in conto tramite un incremento di coesione ottenuto secondo le formulazioni descritte in precedenza. I parametri geomeccanici utilizzati per il terreno sono i medesimi impiegati nel calcolo in fase di diagnosi e vengono sotto riportati in tabella per comodità di lettura.

Come avvenuto per la fase di diagnosi le analisi sono state condotte separatamente per cunicoli, ove presenti, e per la calotta del camerone.

### 9.2.1. Verifica di stabilità del fronte dei cunicoli di piedritto

ANALISI STABILITA' DEL FRONTE - FASE DI TERAPIA - Tamez & Comejo												
Analisi	Formazione	Sezione tipo	Copertura (m)	D <sub>eq</sub> (m)	N° VTR	$\tau$ aderenza (KPa)	$\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	c' (kPa)	$\varphi$ (°)	Sfondo (m)	SF	
AN1	Fc_2	Tipo 1	12.00	9.373021	34	120	23.00	135	29.000	1	4.617	
AN2	Fc_2	Tipo 1	17.00	11.17038	34	120	23.00	135	29.000	1	4.212	
AN3	Fc_2	Tipo 1	22.00	11.17038	34	120	23.00	135	29.000	1	4.319	
AN4	Fc_2	Tipo 1	29.00	11.17038	34	120	23.00	135	29.000	1	4.417	
AN5	Fc_2	Tipo 2-3	32.00	11.61737	50	120	23.00	135	29.000	1	4.061	

Figura 54 – Riepilogo analisi di stabilità - Fase di terapia

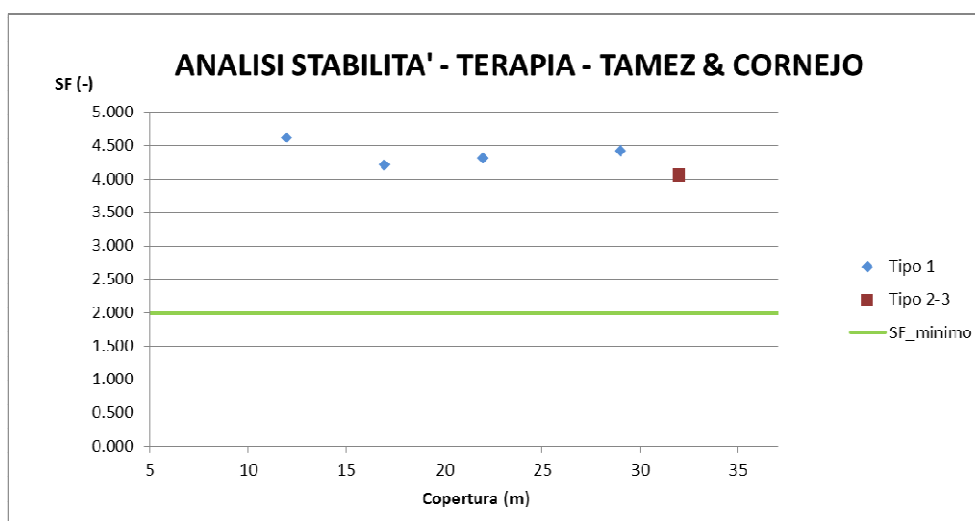


Figura 55 – Risultati analisi di stabilità - Fase di terapia



GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG5102ECVROGN160X001A00 <span style="float: right;">Foglio 70 di 209</span>

Come si evince dal grafico sopra riportato, tutte le sezioni tipo previste 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.

### 9.2.1. Verifica di stabilità del fronte della calotta del camerone

ANALISI STABILITA' DEL FRONTE - FASE DI TERAPIA - Tamez & Cornejo											
Analisi	Formazione	Sezione tipo	Copertura (m)	D <sub>eq</sub> (m)	N° VTR	T <sub>aderenza</sub> (KPa)	γ (kN/m <sup>3</sup> )	c' (kPa)	φ (°)	Sfondo (m)	SF
AN1	Protesi	Tipo 1P	4.00	17.6475	150	120	23.00	45	24.000	1	4.649
AN2	Fc_3	Tipo 1	5.00	11.56245	55	120	23.00	45	24.000	1	5.504
AN3	Fc_2	Tipo 1	10.00	11.56245	55	120	23.00	135	29.000	1	5.657
AN4	Fc_2	Tipo 1	15.00	11.56245	55	120	23.00	135	29.000	1	5.227
AN5	Fc_2	Tipo 1	22.00	11.56245	55	120	23.00	135	29.000	1	4.985
AN6	Fc_2	Tipo 2	22.00	15.07981	70	120	23.00	135	29.000	1	3.751
AN7	Fc_2	Tipo 3	22.00	18.19457	125	120	23.00	135	29.000	1	3.698

Figura 56 – Riepilogo analisi di stabilità - Fase di terapia

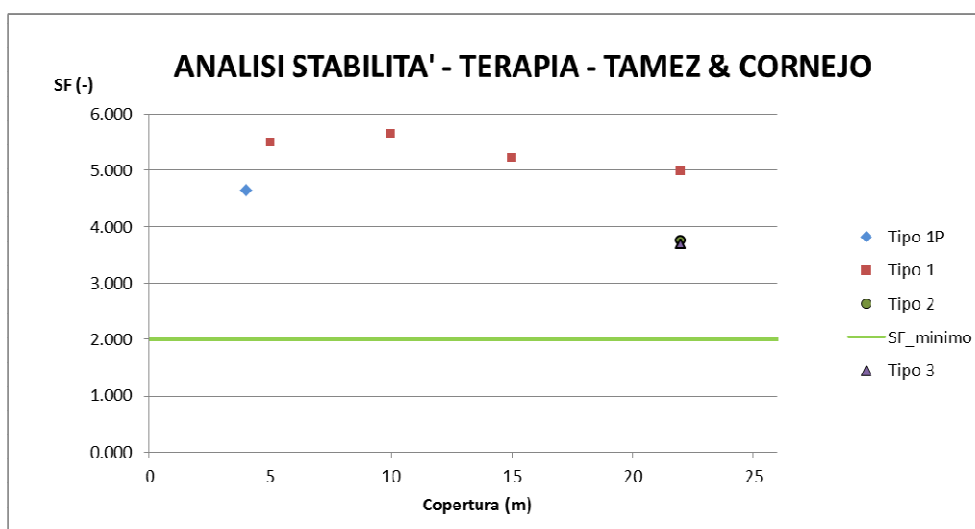


Figura 57 – Risultati analisi di stabilità - Fase di terapia

Anche in questo caso, tutte le sezioni tipo previste 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.

### 9.3. 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 2 differenti analisi numeriche relative alle sezioni tipo 1P e 3. L'analisi viene effettuata su queste sezioni tipo in quanto la sezione tipo 1P differisce significativamente per ricoprimento stratigrafia e modalità costruttive dalle altre,

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG5102ECVROGN160X001A00 <span style="float: right;">Foglio 71 di 209</span>

mentre la sezione tipo 3 inviluppa le sezioni tipo 1 e 2 che presentano i medesimi ricoprimenti ma con dimensioni di scavo inferiori. 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 FLAC 7.0. In particolare, le modellazioni numeriche effettuate hanno permesso di simulare in maniera approfondita la complessità dell'interazione terreno-struttura. La simulazione dello scavo nelle sue fasi, cercando di rappresentare in maniera più fedele possibile la progressione, permette la definizione del comportamento dell'ammasso e dei carichi sui priverestimenti in funzione della distanza di applicazione dal fronte.

Il rivestimento definitivo viene posto in opera alla distanza di progetto, 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. Nella sezione tipo 3 avente interventi di consolidamento al contorno, tale intervento non viene più considerato agente nella fase di lungo termine.

ANALISI	SEZIONE TIPO	FORMAZIONE GEOLOGICA PREVALENTE	Copertura [m]
1	1P	Fc_3	4 (protesi)
2	3	Fc_2	22

**Tabella 14 – Descrizioni dei modelli numerici impiegati**

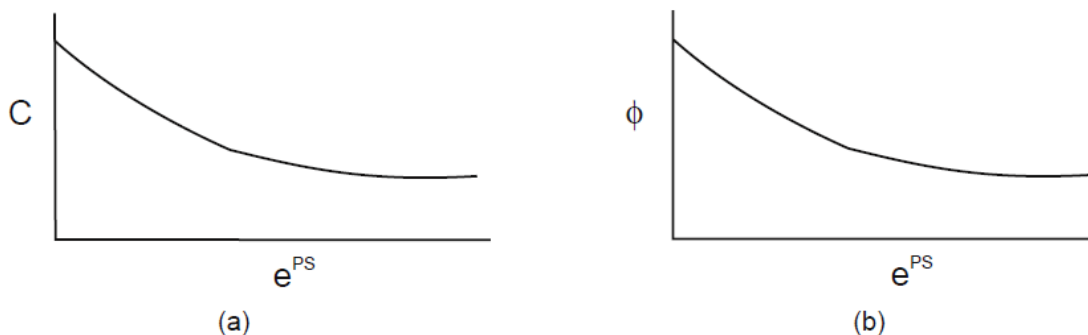
### 9.3.1. Modellazione degli elementi geotecnici e strutturali

#### 9.3.1.1. Parametri Geotecnici

Il criterio di rottura adottato nelle analisi, come riportato in precedenza, è quello di Mohr-Coulomb: in condizioni di strain-softening, i parametri di resistenza (coesione e angolo d'attrito interno) vengono gradualmente ridotti in funzione della deformazioni plastica sviluppata, secondo una legge di tipo lineare e adottando i parametri di picco e residui individuati nei capitoli successivi.

Il decadimento dei parametri geomeccanici è conseguenza diretta dello sviluppo di deformazioni plastiche e della progressiva evoluzione della zona plasticizzata al contorno dello scavo, a fronte del progredire delle deformazioni.

Le legge di decadimento dei parametri geotecnici può quindi essere rappresentata come in figura, in funzione della deformazione plastica sviluppata dall'ammasso. Al fine di meglio comprendere il fenomeno, ci si è posti l'obiettivo di definire la deformazione plastica massima, cui corrispondono i parametri residui indicati in tabella pari a  $\epsilon_{pl} = 1.00\%$ .



**Figura 58 – Legge di decadimento dei parametri geotecnici**

Nella seguente tabella vengono mostrati i parametri geotecnici di calcolo in cui vengono riportati anche i parametri residui di resistenza valutati pari all'80% del decadimento del parametro di picco corrispondente. Oltre ai parametri di calcolo delle formazioni incontrate dagli scavi vengono riportati anche i valori necessari alla caratterizzazione della protesi presente in corrispondenza dell'imbocco Nord con scavo in sezione tipo 1P ed i valori del terreno consolidato al contorno del cavo previsto per la sezione tipo 3 simulato nelle elaborazioni numeriche in termini di incremento delle caratteristiche di resistenza e di deformabilità nella fascia di terreno trattato.

Unità	Litologia	$\gamma$	$c'_p - c'_r$	$\phi_p - \phi_r$	E
[-]	[-]	[KN/m <sup>3</sup> ]	[KPa]	[°]	[MPa]
FC <sub>3</sub>	Formazione di Costa Areaasa (strato molto alterato)	23	45 - 36	24 - 19	40
FC <sub>2</sub>	Formazione di Costa Areaasa (strato poco alterato)	23	135 - 108	29 - 23	150
FC <sub>1</sub>	Formazione di Costa Areaasa	23	350 - 280	31 - 25	850
Protesi	-	23	105 - 84	35 - 28	200
Consolidamenti al contorno	-	23	200 - 160	29 - 23	450

**Tabella 15 – Parametri geotecnici di calcolo**

Nella prima fase dell'analisi numerica viene ricostruita in termini di sforzi e di deformazioni la situazione iniziale preesistente allo scavo della galleria. Il carico applicato in direzione verticale corrisponde al carico geostatico alle varie quote del modello. Il carico applicato in direzione orizzontale è stato determinato in funzione del carico verticale, attraverso il coefficiente di spinta a riposo ( $K_0$ ) per le analisi in esame pari a:

$$K_0 = \sigma_3 / \sigma_1 = 1 - \text{sen } \phi$$

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 	
	IG5102ECVROGN160X001A00 <table border="1" style="float: right; margin-left: auto;"> <tr> <td style="padding: 2px;">Foglio 73 di 209</td> </tr> </table>	Foglio 73 di 209
Foglio 73 di 209		

### 9.3.1.2. Condizioni idrogeologiche

Il carico idrostatico si considera non agente sulle opere in esame in conformità a quanto presentato nel quadro idrogeologico.

### 9.3.1.3. 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  $\nu$ , 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 equivalente tramite la seguente formulazione, in funzione del numero e del passo di centine al metro:

$$E_{om} = \frac{E_{cen} \cdot I_{cen} + E_{sb} \cdot I_{sb}}{I_{sb}}$$

Dove:

$E_{sb}$  Modulo elastico dello spritz beton impiegato = 210000 MPa

$E_{cen}$  Modulo elastico delle centine metalliche = 24000 MPa

$I_{cen}$  Modulo di inerzia delle centine metalliche

### 9.3.2. 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 di scavo.

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. Nelle analisi presentate nel seguito, in considerazione delle ridotte coperture presenti in sito si è considerata l'adozione della sola curva  $\lambda$ .

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

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	
	IG5102ECVROGN160X001A00 <table border="1" data-bbox="1420 224 1532 315"> <tr> <td>Foglio 74 di 209</td> </tr> </table>	Foglio 74 di 209
Foglio 74 di 209		

#### 9.4. Modello 1: Sezione tipo 1P

La sezione tipo 1P avviene con scavo sotto protesi con copertura in chiave calotta pari a 4m. Nell'analisi è stato ricreato il profilo naturale del terreno considerando le due formazioni presenti e riassunte nella seguente tabella:

Formazione	Spessori
Fc_3	da P.C. a -10 m
Fc_2	> -10 m

**Tabella 16 – Stratigrafia di calcolo**

La modellazione ha permesso quindi di simulare le fasi non convenzionali di uno scavo in protesi e descritte nel seguito, fino ad ottenere un ricoprimento pari a 4 m di materiale trattato le cui caratteristiche geomeccaniche sono state riportate in precedenza.

Il criterio di rottura adottato nelle analisi è quello di Mohr-Coulomb in condizioni di strain-softening.

A protezione dello scavo, con profilatura del terreno, necessario per la posa della protesi viene realizzata una paratia berlinese. La modellazione della berlinese avviene attraverso una successione di aste rettilinee, elementi tipo "beam", collegate con continuità tra loro ed ai nodi della mesh. Il programma di calcolo FLAC 7.0 richiede come parametri di input l'area, il passo e l'inerzia della struttura. Si prevede pertanto, come schema strutturale, una paratia in calcestruzzo di area equivalente pari a  $5,85E-2 \text{ m}^2$ . Tale area è stata ricavata tramite omogeneizzazione rispetto alla sezione resistente in pali  $\varnothing 200 \text{ mm}$ , passo 0.40 m, armati con tubolari metallici tipo  $\varnothing 127 \text{ mm}$ , sp.10 mm. L'inerzia della struttura è stata anch'essa ricavata per omogeneizzazione rispetto alla sezione resistente in pali e risulta pari a  $5.315E-4 \text{ m}^4$ . Non essendo di interesse la verifica della paratia, le cui verifiche sono riportate nell'elaborato di competenza, e le deformazioni da essa sostenute, ma essendo un'opera che nell'analisi in oggetto permette il sostegno dello scavo per la realizzazione della protesi, i tiranti sono stati simulati come carrelli posti alla quota di progetto in grado di impedire lo spostamento in direzione orizzontale.

L'omogeneizzazione è stata eseguita utilizzando le seguenti formule:

$$J_{eq}^* = \frac{E_1 \cdot J_1 + E_2 \cdot J_2}{E_{om}}$$

$$A_{eq}^* = \frac{E_1 \cdot A_1 + E_2 \cdot A_2}{E_{om}}$$

dove:

$E_1$  = modulo elastico dell'acciaio

$E_2$  = modulo elastico del calcestruzzo

$J_1$  = momento di inerzia del tubolare

$J_2$  = momento di inerzia palo

$A_1$  = Area del tubolare

$A_2$  = Area palo

$E_{om}$  = modulo elastico del calcestruzzo

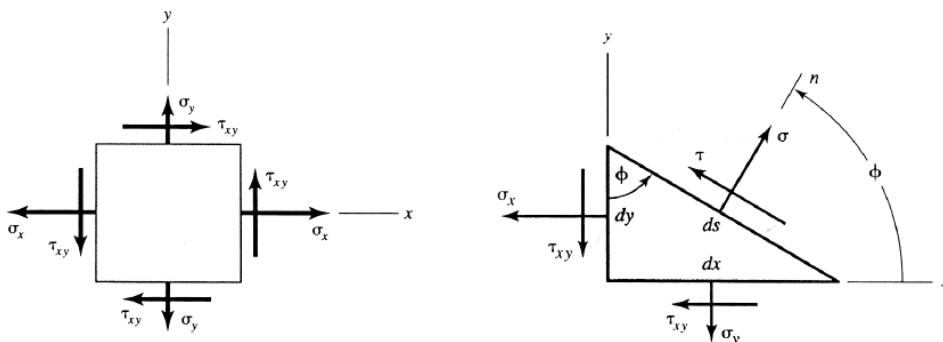
I rivestimenti di prima fase e i rivestimenti definitivi sono stati modellati in base alla loro reale geometria tramite elementi quadrangolari di mesh. L'utilizzo di elementi quadrangolari per la simulazione dei rivestimenti non restituisce direttamente le azioni interne M, N e T, le quali devono essere ricavate a partire dalle tensioni  $\sigma_{xx}$ ,  $\sigma_{yy}$  e  $\sigma_{xy}$  secondo il metodo di trasformazione delle tensioni tramite cerchio di Mohr.

Risulta così possibile definire completamente lo stato tensionale in ogni nodo della griglia che simula i rivestimenti, per mezzo delle sue componenti normali e tangenziali, qualunque sia l'inclinazione della superficie che contiene il nodo stesso.

Per uno stato piano di tensione, si dimostra che la conoscenza delle tensioni agenti su due piani mutuamente perpendicolari è sufficiente per conoscere lo stato tensionale su qualunque superficie passante per il punto considerato.

Tramite le equazioni di trasformazione, per uno stato piano di tensione è possibile ricavare le tensioni  $\sigma$  e  $\tau$  necessarie per il calcolo delle azioni interne.

$$\begin{cases} \sigma = \left( \frac{\sigma_x + \sigma_y}{2} \right) + \left( \frac{\sigma_x - \sigma_y}{2} \right) \cos 2\phi + \tau_{xy} \sin 2\phi \\ \tau = - \left( \frac{\sigma_x - \sigma_y}{2} \right) \sin 2\phi + \tau_{xy} \cos 2\phi \end{cases}$$



Ricavati i valori di  $\sigma_n$  e  $\tau$  per ogni sezione, tramite l'integrazione delle stesse è possibile ottenere l'azione interna N e l'azione di taglio T e di conseguenza il momento M. La modellazione dei rivestimenti così condotta ha permesso di verificare le singole sezioni di calcolo secondo le reali geometrie definite nelle relative tavole di carpenteria.



L'analisi è stata condotta utilizzando un modello di tipo *Plane strain* costituito da elementi quadrangolari. Nel seguito si riporta quindi la mesh di calcolo utilizzata per la galleria naturale, costituita da n°21738 zone.

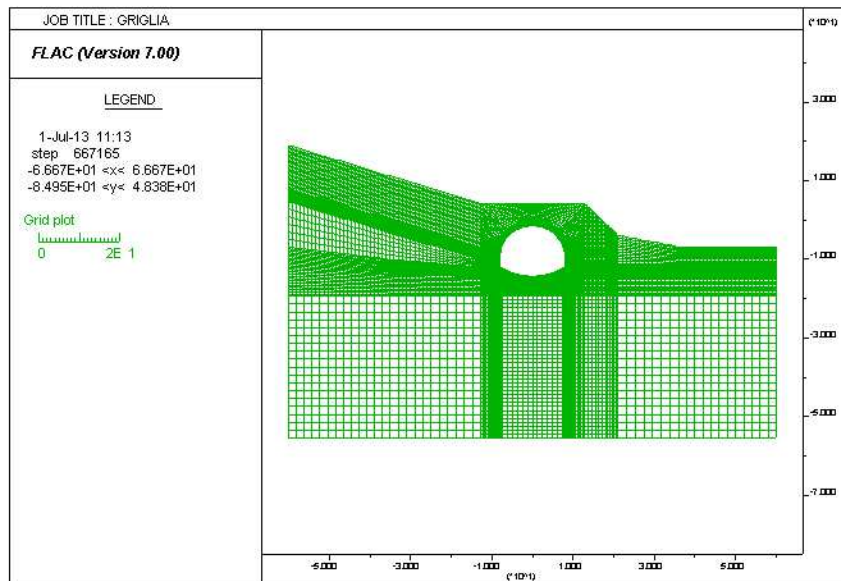
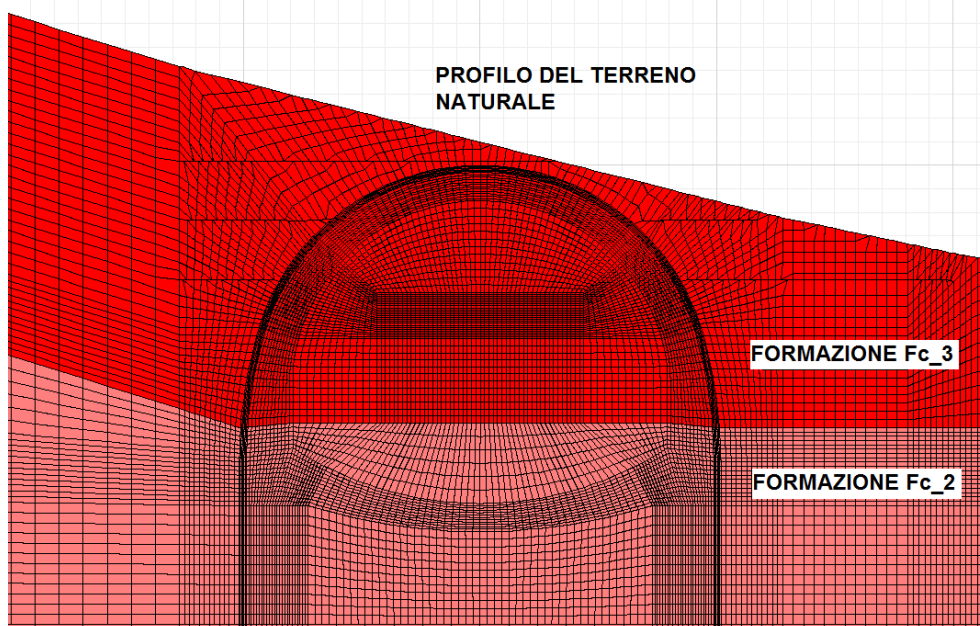
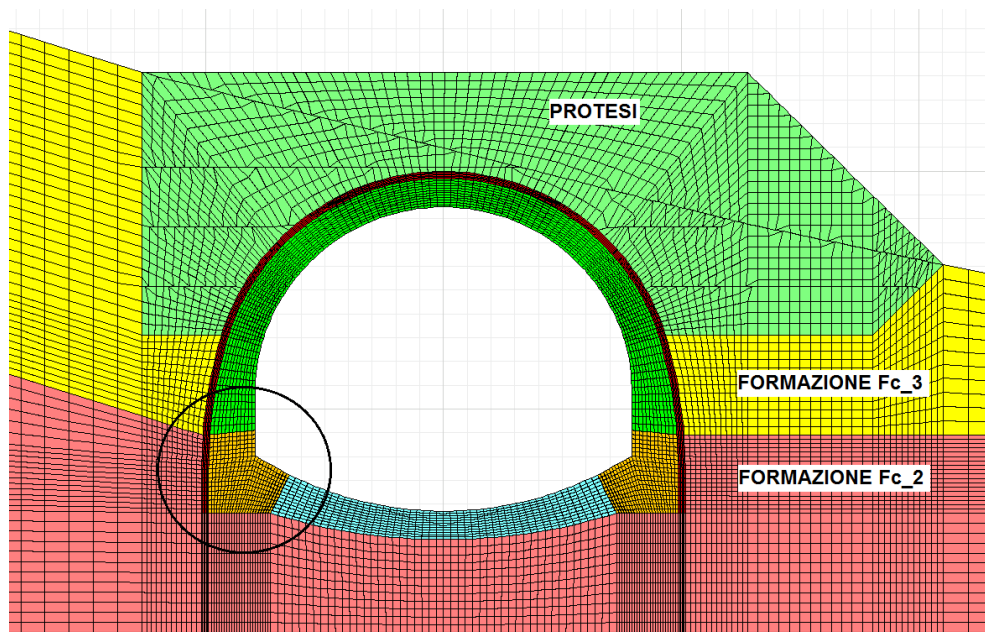


Figura 59 – Mesh di calcolo

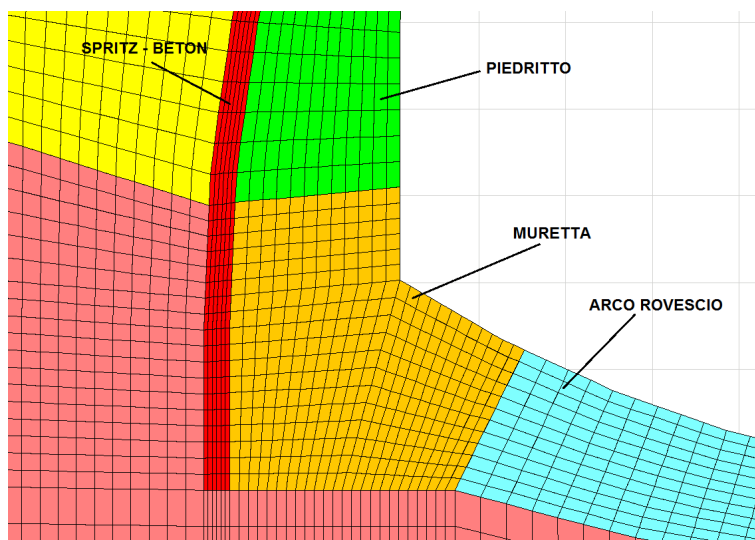
Per un migliore inquadramento dell'analisi effettuata, nelle seguenti immagini si riportano i dettagli della mesh di calcolo nell'intorno della galleria mostrando sia la condizione di pre-scavo, con pendio naturale nel terreno modellato secondo quanto rilevato in sito, sia la condizione di scavo ultimato con protesi e rivestimenti definitivi gettati in opera.



**Figura 60 – Particolare del modello di calcolo nella condizione pre-scavi**



**Figura 61 – Particolare del modello di calcolo nella condizione finale**



**Figura 62 – Particolare dei rivestimenti nella zona di attacco**

Le dimensioni della mesh alle differenze finite 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 “automatic boundary conditions” all’interno

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE				
	IG5102ECVROGN160X001A00 <table border="1" style="float: right; margin-left: 20px;"> <tr> <td>Foglio</td> <td>78 di</td> </tr> <tr> <td></td> <td>209</td> </tr> </table>	Foglio	78 di		209
Foglio	78 di				
	209				

del programma FLAC ovvero un doppio vincolo allo spostamento al contorno inferiore e un vincolo allo spostamento orizzontale 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.

Nella prima fase dell'analisi numerica viene ricostruita in termini di sforzi e di deformazioni la situazione iniziale preesistente allo scavo della galleria. Il carico applicato in direzione verticale corrisponde al carico geostatico alle varie quote del modello. Il carico applicato in direzione orizzontale è stato determinato in funzione del carico verticale, attraverso il coefficiente di spinta a riposo ( $K_0$ ) definito nei capitoli precedenti.

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

#### 9.4.1. Rivestimenti di prima fase e fasi di calcolo

Si riportano le caratteristiche principali delle sezioni omogeneizzate composte da centine e spritz – beton nel calcolo.

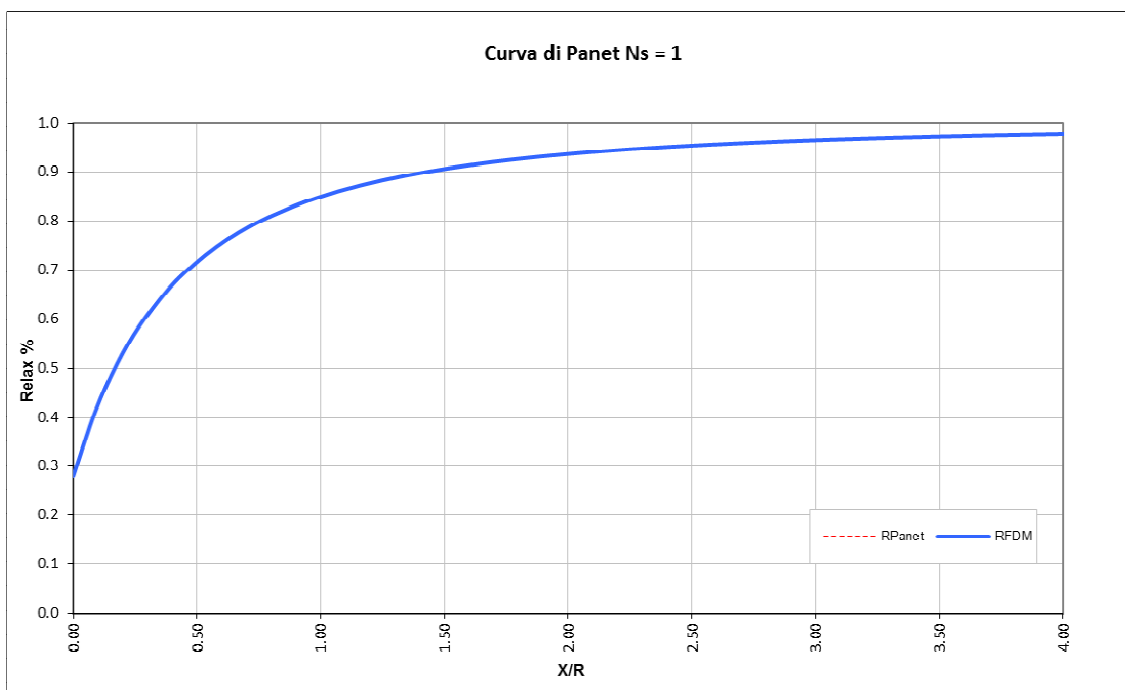
Centina	HEA 260
n°	2.0
Passo [m]	1.0
E [Gpa]	210.0

Spritz - Beton	
$E_{28gg}$ [Gpa]	24
Spessore [m]	0.3

Il modulo elastico risultante dall'omogeneizzazione spitz-beton – centine risulta pari a 41507 MPa

Di seguito si riportano le fasi di calcolo secondo le fasi operative previste ed i valori di rilassamento utilizzati.

LAVORO		Copertura		4m	
Sezione		Litotipo		Formazione di Costa Aresia	
1P		INIZIO STAGE		FINE STAGE	
TIME	DESCRIZIONE	xfronte [m]	R(FEM)	xfronte [m]	R(FEM)
0	Geostatico	-∞	0%	-∞	0%
1	Messa in opera paratia	0	0%	0	0%
2	Primo scavo di ribasso	0	0%	0	0%
3	Posa in opera primo ordine di tiranti	0	0%	0	0%
4	Secondo scavo di ribasso	0	0%	0	0%
5	Posa in opera secondo ordine di tiranti	0	0%	0	0%
6	Terzo scavo di ribasso	0	0%	0	0%
7	Posa in opera terzo ordine di tiranti	0	0%	0	0%
8	Fondo scavo	0	0%	0	0%
9	Realizzazione protesì	0	0%	0	0%
10	Fronte di scavo	0	0%	1	28%
11	Sfondo	1	28%	1	55%
12	Posa prerinvestimento e avanzamento	1	55%	3φ	95%
13	Posa arco rovescio e murette e avanzamento	3φ	95%	5φ	97.5%
14	Posa calotta e piedritti	5φ	97.5%	> 5φ	100%
15LT	Decadimento paratia e prerinvestimento	> 5φ	100%	+∞	100%



### 9.5. Modello 2: Sezione tipo 3 – copertura 22 m

L'analisi della sezione tipo 3 è stata condotta in condizioni di copertura massima pari a 22m. Con tali analisi, considerate le dimensioni del cavo che in questa sezione risultano le massime, vengono involupate e pertanto considerate verificate anche le sezioni tipo 1 e 2 che presentano geometrie di scavo inferiori. Nella seguente tabella viene indicata la stratigrafia adottata nel calcolo:

Formazione	Spessori
Fc_2	da P.C. a -37 m
Fc_1	> -37 m

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG5102ECVROGN160X001A00 <span style="float: right;">Foglio 80 di 209</span>

**Tabella 17 – Stratigrafia di calcolo**

Si osserva che nelle analisi non è stato considerato lo strato superficiale di Fc\_3 essendo il peso specifico il medesimo per le tre suddivisioni attuate per la Formazione di costa areasa. A favore di sicurezza si è comunque adottata una stratigrafia particolarmente gravosa, con la formazione Fc\_2 anche per profondità superiori ai 20 m da piano campagna.

Lo scavo del camerone richiede fasi e modalità costruttive del tutto particolari, che non hanno alcun riscontro con quelle comunemente adottate per la galleria di linea, che sono state tenute in considerazione nella modellazione tramite la simulazione delle fasi realizzative secondo quanto previsto a progetto.

Il criterio di rottura adottato nelle analisi è quello di Mohr-Coulomb in condizioni di strain-softening.

La modellazione del rivestimento provvisorio dei cunicoli di piedritto costituito da spritz-beton e centine in calotta e da centine con funzione di puntone in arco rovescio è stato modellato attraverso una successione di aste rettilinee, elementi tipo “beam”, collegate con continuità tra loro ed ai nodi della mesh. In questo modo si sono determinate le sollecitazioni agenti sul rivestimento stesso in termini di azioni interne.

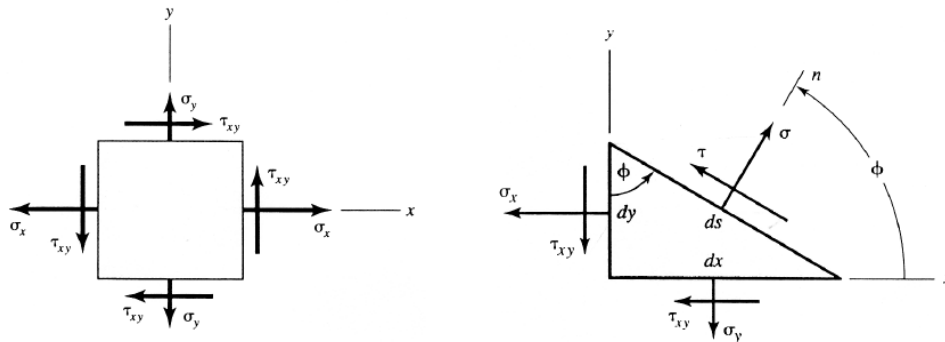
I rivestimenti di prima fase e i rivestimenti definitivi del camerone sono invece stati modellati in base alla loro reale geometria tramite elementi quadrangolari di mesh. L'utilizzo di elementi quadrangolari per la simulazione dei rivestimenti non restituisce direttamente le azioni interne M, N, T, le quali devono essere ricavate a partire dalle tensioni  $\sigma_{xx}$ ,  $\sigma_{yy}$  e  $\sigma_{xy}$  secondo il metodo di trasformazione delle tensioni tramite cerchio di Mohr.

Risulta così possibile definire completamente lo stato tensionale in ogni nodo della griglia che simula i rivestimenti, per mezzo delle sue componenti normali e tangenziali, qualunque sia l'inclinazione della superficie che contiene il nodo stesso.

Per uno stato piano di tensione, si dimostra che la conoscenza delle tensioni agenti su due piani mutuamente perpendicolari è sufficiente per conoscere lo stato tensionale su qualunque superficie passante per il punto considerato.

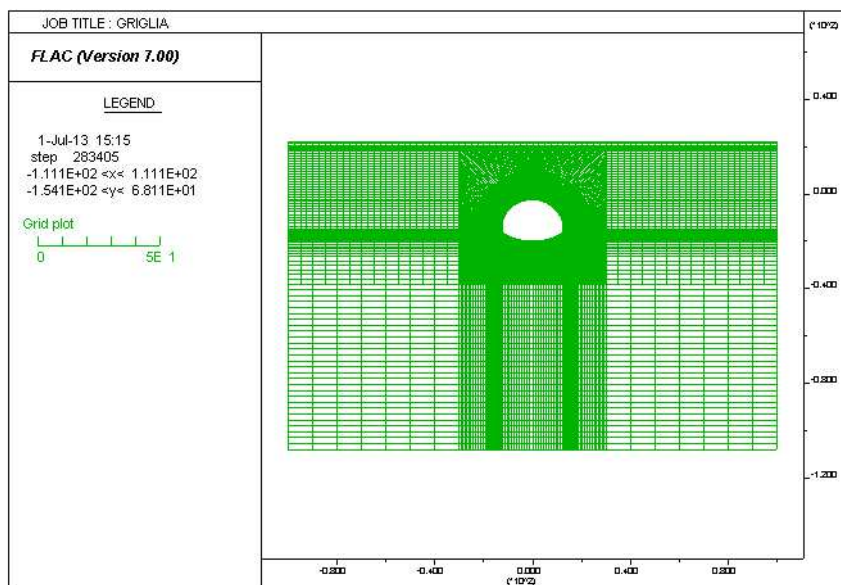
Tramite le equazioni di trasformazione per uno strato piano di tensione è possibile ricavare le tensioni  $\sigma$  e  $\tau$  necessarie per il calcolo delle azioni interne.

$$\begin{cases} \sigma = \left( \frac{\sigma_x + \sigma_y}{2} \right) + \left( \frac{\sigma_x - \sigma_y}{2} \right) \cos 2\phi + \tau_{xy} \sin 2\phi \\ \tau = - \left( \frac{\sigma_x - \sigma_y}{2} \right) \sin 2\phi + \tau_{xy} \cos 2\phi \end{cases}$$



Ricavati i valori di  $\sigma_n$  e  $\tau$  per ogni sezione, tramite l'integrazione delle stesse è possibile ottenere l'azione interna  $N$  ed l'azione di taglio  $T$  e di conseguenza il momento  $M$ . La modellazione dei rivestimenti così condotta ha permesso di verificare le singole sezioni di calcolo secondo la reale geometria definite nelle relative tavole di carpenteria.

L'analisi è stata condotta utilizzando un modello di tipo *Plane strain* costituito da elementi quadrangolari. Nel seguito si riporta quindi la mesh di calcolo utilizzata per la galleria naturale, costituita da n°53872 zone.



**Figura 63 – Mesh di calcolo**

Per un migliore inquadramento dell'analisi effettuata, nelle seguenti immagini si riportano i dettagli della mesh di calcolo nell'intorno della galleria nella fase di cunicoli di piedritto scavati e nella condizione di scavo del camerone ultimato con rivestimenti definitivi gettati in opera.



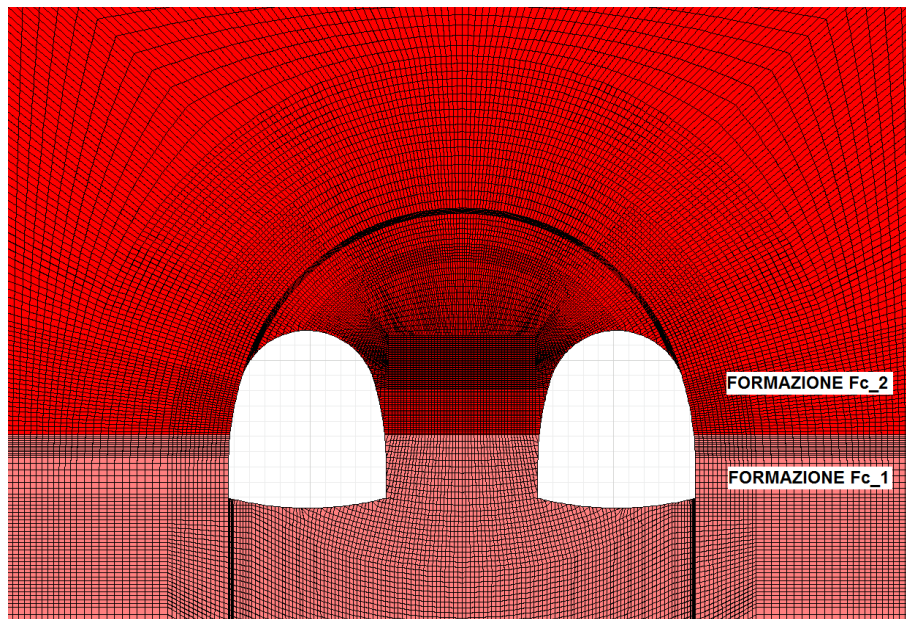


Figura 64 – Particolare del modello di calcolo – Cunicoli di piedritto

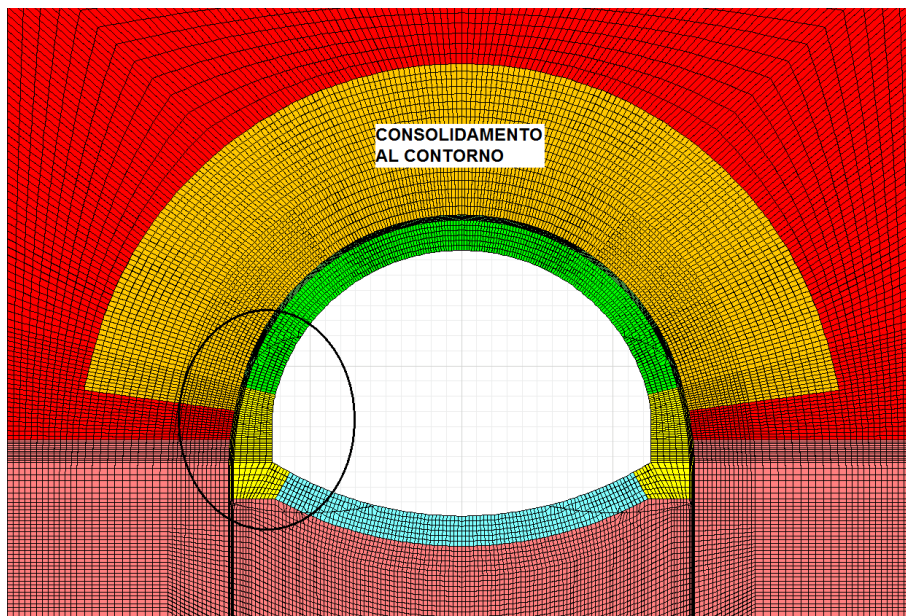
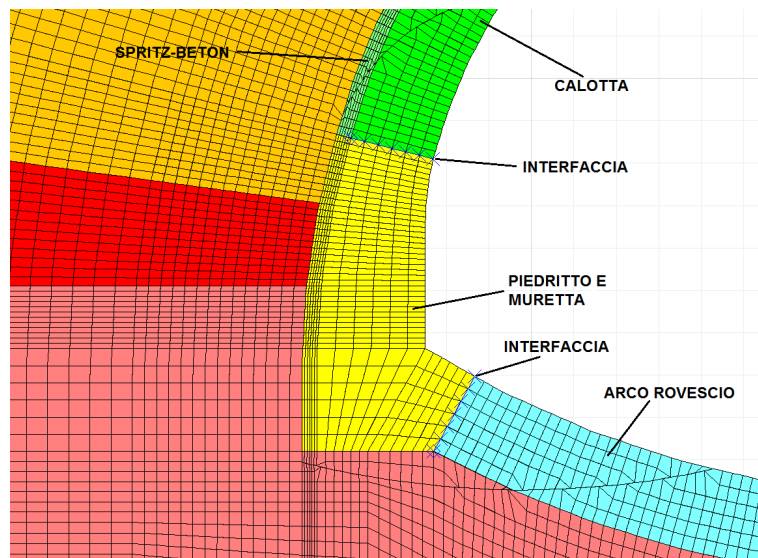
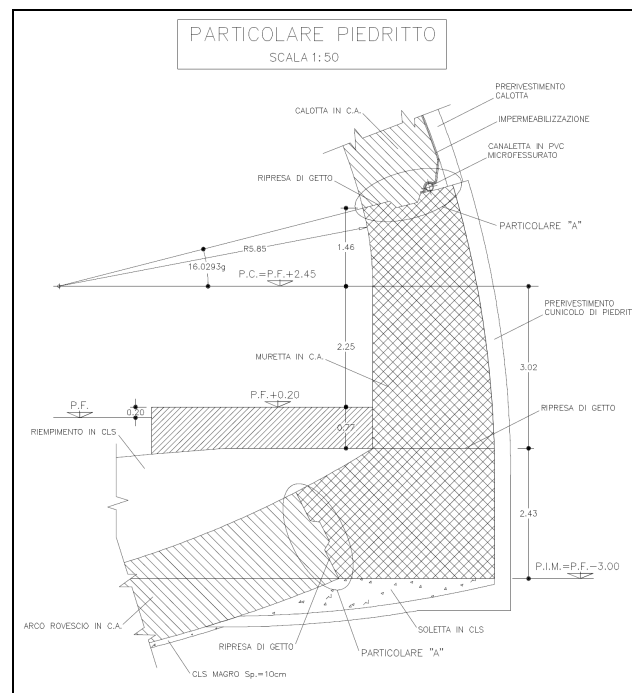


Figura 65 – Particolare del modello di calcolo – Scavo camerone ultimato



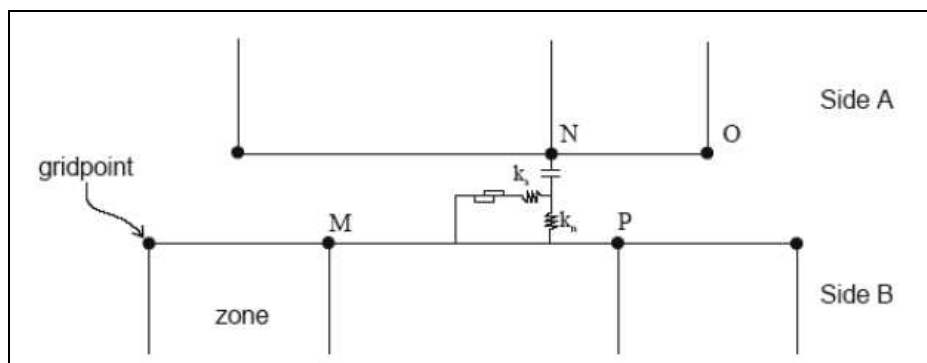
**Figura 66 – Particolare dei rivestimenti nella zona di attacco**

Particolare attenzione va data alla modellazione della sezione di contatto tra piedritto e calotta e tra muretta e arco rovescio. Come mostrato nella seguente immagine, la ripresa di getto è a “coda di rondine” e pertanto ha richiesto una modellazione tramite interfaccia.



**Figura 67 – Particolare piedritto**

In FLAC l'interfaccia è rappresentata da una rigidità normale e a taglio tra due piani che possono essere posti a contatto l'uno con l'altro. Nella seguente figura è descritto il funzionamento dell'elemento interfaccia.



**Figura 68 – Interfaccia rappresentata da lato A e lato B connessi da molle con rigidità normale  $k_n$  e a taglio  $k_s$**

In FLAC l'interfaccia è stata simulata come “unglued” ed agendo sui parametri di input così da impedire lo scorrimento ma permettendo alla stessa di separarsi nel caso la sezione sia soggetta a trazioni. Nella seguente tabella vengono riportati i parametri utilizzati nelle analisi per una corretta simulazione della zona di attacco; si osserva che i parametri di angolo d'attrito e coesione sono da ritenersi fittizi e non rientrano pertanto nei valori tipici di un'interfaccia piana tra due elementi in calcestruzzo. Tali valori sono stati valutati al solo scopo di impedire qualsiasi scorrimento all'interfaccia, così da massimizzare le azioni lungo tale superficie e poter verificare con le suddette azioni il giunto a “coda di rondine” previsto a progetto.

I dati di input sono i seguenti:

Rigidità normale $k_n$	$10^{10}$ Pa/m
Rigidità flessionale $k_s$	$10^{10}$ Pa/m
Coesione $c$	4 MPa
Angolo d'attrito (*)	44
Angolo di dilatanza (*)	0°
Adesione	0 MPa

**Tabella 18 – Parametri dell'interfaccia**

In generale, le dimensioni della mesh alle differenze finite sono fissate in maniera tale da evitare che il problema in esame risulti influenzato dalle condizioni di vincolo al contorno. Per quanto

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG5102ECVROGN160X001A00 <span style="float: right;">Foglio 85 di 209</span>

concerne le condizioni di vincolo applicate, esse sono definite come “automatic boundary condition” all’interno del programma FLAC ovvero un doppio vincolo allo spostamento al contorno inferiore e un vincolo allo spostamento orizzontale 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.

Nella prima fase dell’analisi numerica viene ricostruita in termini di sforzi e di deformazioni la situazione iniziale preesistente allo scavo della galleria. Il carico applicato in direzione verticale corrisponde al carico geostatico alle varie quote del modello. Il carico applicato in direzione orizzontale è stato determinato in funzione del carico verticale, attraverso il coefficiente di spinta a riposo ( $K_0$ ) definito nei capitoli precedenti.

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

### 9.5.1. Rivestimenti di prima fase e fasi di calcolo

Si riportano le caratteristiche principali delle sezioni omogeneizzate composte da centine e spritz – beton nel calcolo relativamente ai cunicoli di piedritto.

Centina	HEB 200
n°	1.0
Passo [m]	1.0
E [Gpa]	210.0

Spritz - Beton	
E <sub>28gg</sub> [Gpa]	24
Spessore [m]	0.3

**Tabella 19 – Caratteristiche rivestimento provvisorio dei cunicoli di piedritto**

Il modulo elastico risultante dall’omogeneizzazione spritz-beton – centine risulta pari a 29316 MPa.

Le caratteristiche relative al rivestimento di prima fase della calotta del camerone sono riassunte nella seguente tabella.

Centina	HEA 300
n°	2.0
Passo [m]	1.0
E [Gpa]	210.0

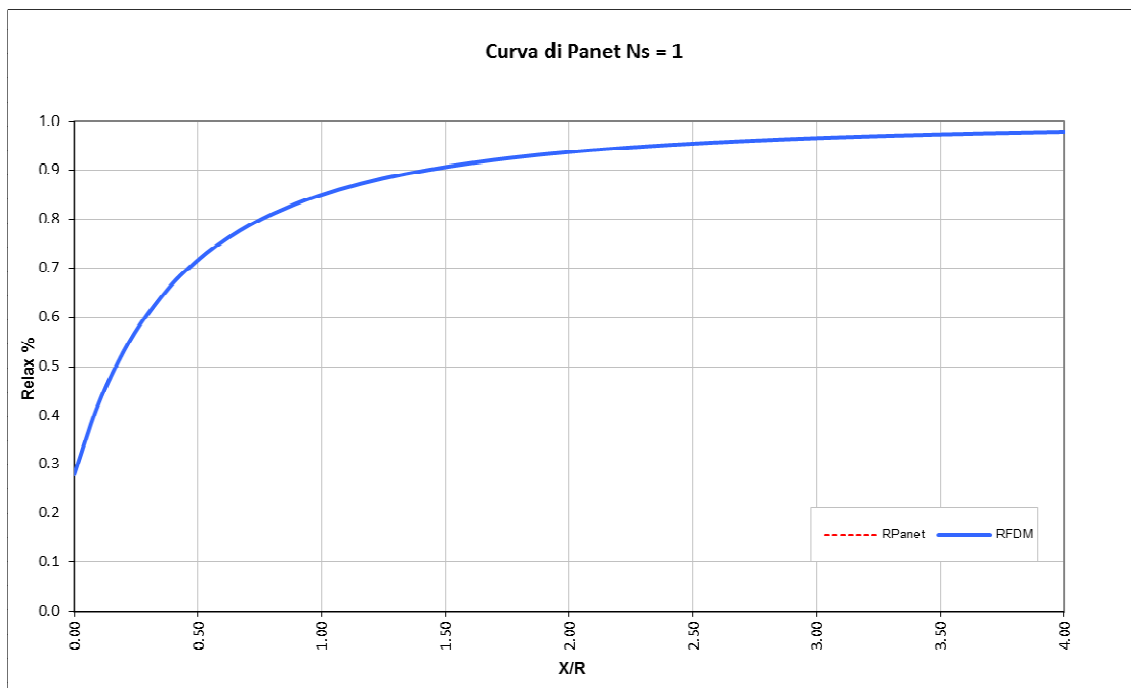
Spritz - Beton	
E <sub>28gg</sub> [Gpa]	24
Spessore [m]	0.35

**Tabella 20 – Caratteristiche prerinvestimento di calotta**

Il modulo elastico risultante dall'omogeneizzazione spitz-beton – centine risulta pari a 45465 MPa.

Di seguito si riportano le fasi di calcolo secondo le fasi operative previste ed i valori di rilassamento utilizzati.

LAVORO		Copertura		22m	
Sezione		Litotipo		Formazione di Costa Areaa	
3		INIZIO STAGE		FINE STAGE	
TIME	DESCRIZIONE	xfronte [m]	R(FEM)	xfronte [m]	R(FEM)
0	Geostatico	-∞	0%	-∞	0%
1	Fronte di scavo - Cunicolo SX	0	0%	0	28%
2	Sfondo	0	28%	1	50%
3	Posa prerinvestimento e avanzamento - Cunicolo SX	1	50%	2	65%
4	Posa puntone e avanzamento - Cunicolo SX	2	65%	-	100%
5	Fronte di scavo - Cunicolo DX	0	100%	0	28%
6	Sfondo	0	28%	1	50%
7	Posa prerinvestimento e avanzamento - Cunicolo DX	1	50%	2	65%
8	Posa puntone e avanzamento - Cunicolo DX	2	65%	-	100%
9	Consolidamento al contorno, getto piedritti, ritombamento cunicoli	0	0%	0	0%
10	Fronte di scavo - Calotta camerone	0	0%	0	28%
11	Sfondo	0	28%	1	35%
12	Posa prerinvestimento e avanzamento	1	35%	2	95%
13	Posa calotta e avanzamento	2	95%	3φ	100%
14	Fonte di scavo - Arco rovescio	0	0%	9φ	80%
15	Posa arco rovescio e avanzamento	9φ	80%	> 9φ	100%
16LT	Decadimento consolidamento al contorno e spritz-beton	> 9φ	100%	+∞	100%



GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG5102ECVROGN160X001A00 <span style="float: right;">Foglio 87 di 209</span>

## 10. RISULTATI ANALISI NUMERICHE E VERIFICHE

### 10.1. Rivestimento 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	$\sigma_{amm}=190$ MPa
	$\tau_{amm}=109.7$ MPa
Calcestruzzo proiettato ( $f_{cm}^3$ 25 MPa a 28gg)	$\sigma_{amm} = 19.2$ MPa a 28gg

Per la verifiche tensionali relative ai rivestimenti di prima fase vengono utilizzate le sollecitazioni calcolate durante gli step di calcolo effettuati nei modelli numerici.

In particolare il diagramma relativo al prerivestimento 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  $\tau$  dovuta all'azione di taglio sia inferiore al valore ammissibile.

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

Nella sezione tipo 3 è prevista la realizzazione dei cunicoli di piedritto come spiegato in precedenza, per i quali è prevista la posa di puntoni in arco rovescio. La verifica di questi elementi avviene partendo dalle tensioni, ricavate dalle sollecitazioni fornite dal programma, le quali dovranno essere confrontate con le tensioni di riferimento:

Le verifiche sui micropali sono state condotte accertando che sia rispettata la condizione:



GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	
	IG5102ECVROGN160X001A00 <table border="1" style="float: right; margin-left: 20px;"> <tr> <td>Foglio 88 di 209</td> </tr> </table>	Foglio 88 di 209
Foglio 88 di 209		

$$\sigma_{id} \leq \sigma_{amm}$$

dove:

$$\sigma_{id} = \sqrt{\left(\sigma_{\max}^2(\bar{z}) + 3 \cdot \tau^2(\bar{z})\right)}; \sigma_{\max} = \frac{M_{\max}}{W}; \tau(\bar{z}) = \frac{V_{\max}}{A},$$

con W e A rispettivamente pari al modulo di resistenza e all'area della centina utilizzata come puntone.

## 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 adherenza 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 di esercizio con verifica a fessurazione  $\sigma_{amm}=255$  Mpa

Le verifiche di pressoflessione, come già precedentemente descritto, vengono svolte utilizzando le sollecitazioni ricavate tramite l'integrazione delle tensioni agenti nella sezione analizzata. 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

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

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG5102ECVROGN160X001A00

Foglio  
89 di  
209

L'apertura delle fessure vale:

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

dove:

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

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

per la sezione in esame si ha:

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
$\Phi$	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 a taglio vengono svolte in corrispondenza di tutte le sezioni 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;

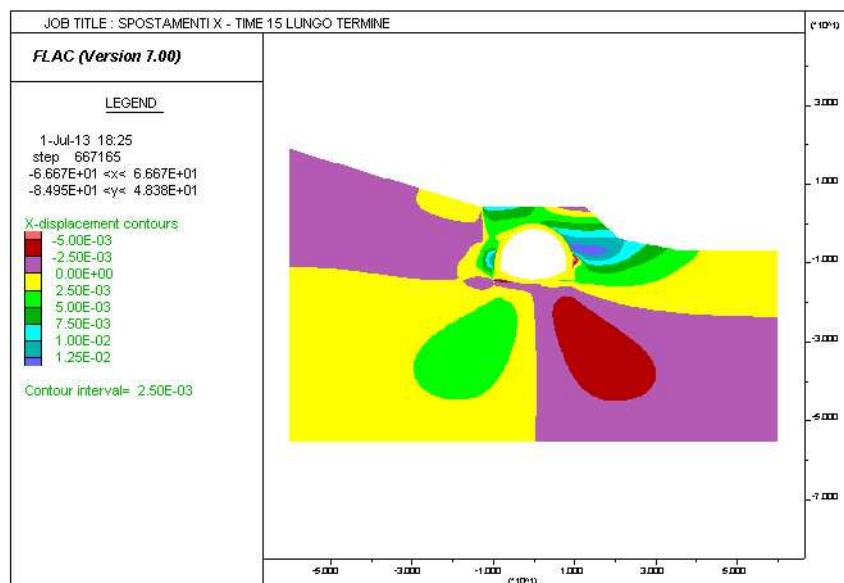
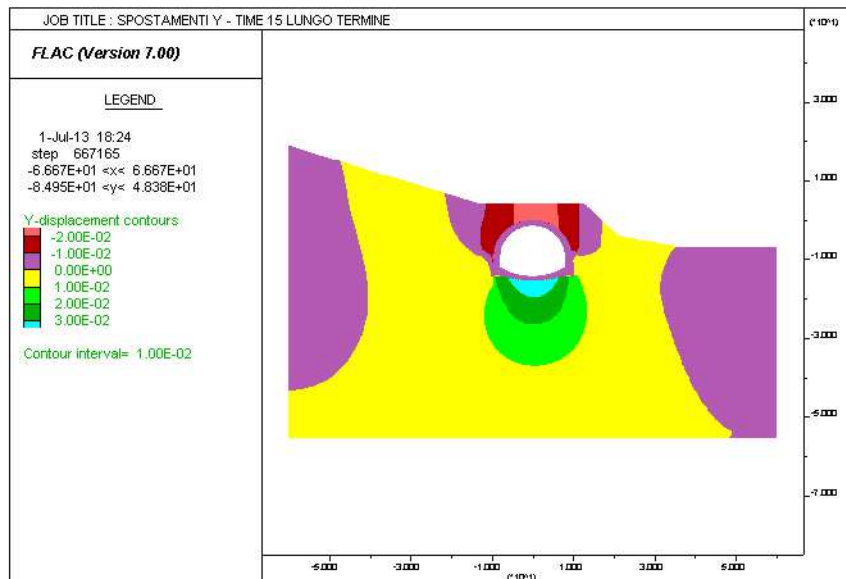
b = larghezza della sezione (1 m)

d = altezza utile della sezione

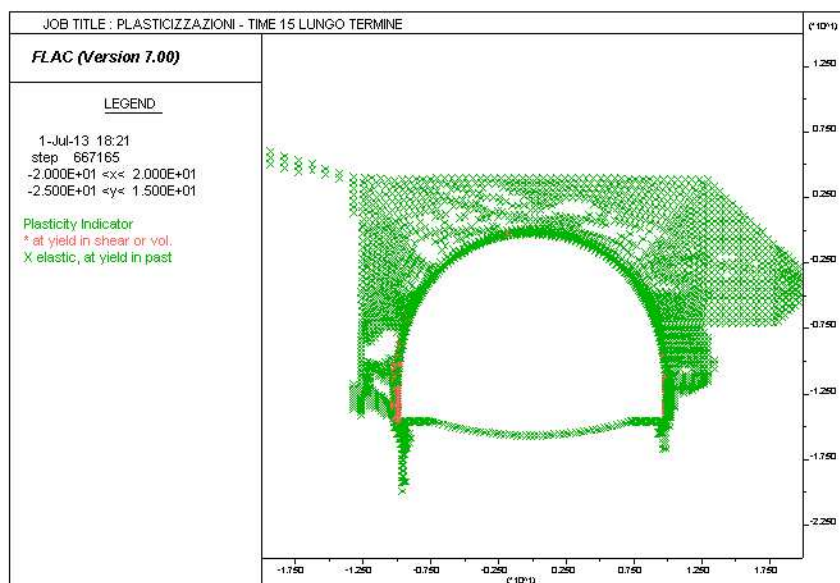
### 10.3. Modello 1: Sezione Tipo 1P

#### 10.3.1. Analisi deformativa

I risultati più significativi ottenuti dalla presente analisi sono riassunti nelle tabelle contenute nel presente paragrafo. Ulteriori output grafici dell'elaborazione FLAC con i risultati deformativi in ogni fase di calcolo sono riportati in allegato. Il modello ha indicato spostamenti contenuti con deformazioni del cavo nel lungo termine dell'ordine di 2.5 cm in calotta, del centimetro in zona piedritti e dell'ordine dei 3.5 cm in arco rovescio.



I fenomeni di plasticizzazione nel terreno al contorno della cavità, nella fase di lungo termine, risultano limitati; come si può vedere nella figura sottostante, infatti, risulta plasticizzata unicamente una fascia di circa 50 cm attorno al cavo in corrispondenza dei piedritti. Si osserva che nel corso della simulazione alcuni punti sono plasticizzati rientrando in campo elastico all'interno della stessa fase di calcolo o nelle fasi di calcolo successive risultando quindi esenti da criticità.



Per quanto riguarda il priverivestimento, la convergenza totale media rilevata risulta inferiore al centimetro, mentre il rivestimento definitivo è caratterizzato da una deformazione media, nel lungo termine, dell'ordine dei 5 mm. I valori di spostamento del priverivestimento sono stati rilevati in corrispondenza della Time 14 ovvero prima della fase di lungo termine. I valori di convergenza dei rivestimenti definitivi sono stati invece rilevati nel lungo termine. Data la tipologia di analisi effettuata, con modellazione dei rivestimenti tramite elementi quadrangolari, ogni singolo elemento strutturale è stato attivato nella fase di calcolo in cui ne è prevista la posa. Ciò ha permesso di ottenere valori di convergenza già depurati della preconvergenza del terreno. Nella seguente tabella si riporta un riassunto dei risultati.

SEZIONE	Spostamento priverivestimenti (Time 14)	$\Delta$ spostamento rivestimento definitivo (Time 15)
	[cm]	[cm]
Chiave calotta Verticale	0.3	~0.6
Piano centri Orizzontale	0.8	~0.1
Chiave arco rovescio Verticale	-	~0.9

### 10.3.2. Analisi Tensionale

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG5102ECVROGN160X001A00 <span style="float: right;">Foglio 92 di 209</span>

I rivestimenti di prima fase utilizzati sono descritti nella seguente tabella

Spessore spritz beton (m)	Centine (-)	Numero (-)	Passo (m)
0.3	HEA 260	2	1.0

Lo stato di sollecitazione nel prerivestimento risulta di lieve entità, con momenti flettenti che raggiungono i 60 KN\*m/m ed azioni assiali prossime ai 630 KN/m;

Nella tabella sottostante viene riportato lo stato tensionale sia sulle ali delle centine che sullo spritz beton unicamente le 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	$\sigma_s$ (MPa)	$\sigma_{amm,s}$ (MPa)	$\sigma_{sb}$ (MPa)	$\sigma_{amm,sb}$ (MPa)
12	-34.0	190	-4.7	19.2
13	-33.0	190	-4.6	19.2
14	-30.6	190	-4.3	19.2

Lo spritz-beton è caratterizzato da una tensione massima di compressione prossima a 4.5 MPa, mentre l'acciaio si carica con una tensione massima pari a circa 35MPa. La tensione tangenziale massima risulta pari a circa 49 MPa sulle ali delle centine, valore inferiore al limite da normativa. Come si nota tutte le verifiche risultano soddisfatte.

Il rivestimento definitivo mostra in calotta sollecitazioni flettenti massime dell'ordine di 460 KNm/m ed azioni assiali che raggiungono i 1400 KN. In corrispondenza dell'arco rovescio le sollecitazioni flettenti raggiungono valori di momento dell'ordine dei 520 KNm/m ed azioni assiali dell'ordine dei 520KN.

FERRI ARMATURA PRINCIPALE		
	Intradosso	Estradosso
Arco rovescio	Φ24/20	Φ24/20
Calotta	Φ24/20	Φ24/20

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG5102ECVROGN160X001A00 <span style="float: right;">Foglio 93 di 209</span>

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. Nella tabella seguente viene riportato lo stato tensionale e l'apertura della fessura qualora il momento agente risultasse superiore al momento di fessurazione.

Sezione	H	N [KN/m]	M [KNm/m]	$\sigma_c$ [Mpa]	$\sigma_{s,inf}$ [Mpa]	$\sigma_{s,sup}$ [Mpa]
Piedritto SX	1.91	1346.4	-455.4	-1.4	-19.8	-0.6
Rene SX	1.30	1079.7	159.4	-1.3	-5.0	-18.6
Calotta	1.30	888.5	238.9	-1.4	-0.7	-20.1
Rene DX	1.38	1018	-292.8	-1.5	-22.0	1.0
Piedritto DX	1.44	1021.6	-240.9	-1.3	-18.7	-1.6
Arco Rovescio	1.81	494.9	-517.2	-1.8	-23.7	47.3

Vengono infine riportate le verifiche a taglio per le sezioni più sollecitate.

Sezione	H	V [KN/m]	$\tau$ [kPa]
Piedritto SX	1.91	-232.2	-149.8
Rene SX	1.39	-69.7	-61.8
Calotta	1.29	364.4	348.4
Rene DX	1.42	-87.1	-75.5
Piedritto DX	1.65	195.2	-146.0
Arco Rovescio	1.29	120.3	115.4

Come si nota, tutte le verifiche risultano soddisfatte. Poiché si verifica ovunque  $\tau < \tau_{c0}$  non è necessario disporre armatura specifica a taglio; l'armatura sarà quella minima prescritta da normativa. In allegato sono riportate invece le verifiche sezionali per le sezioni con le quali si è discretizzata la struttura relativamente alla time 15 di lungo termine e alle time 13 e 14.



## 10.4. Modello 2: Sezione Tipo 3

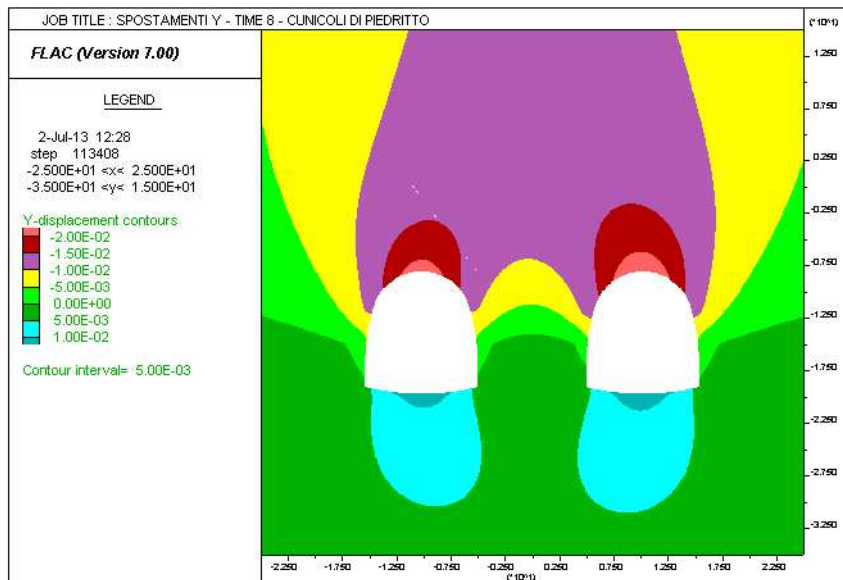
### 10.4.1. Analisi deformativa

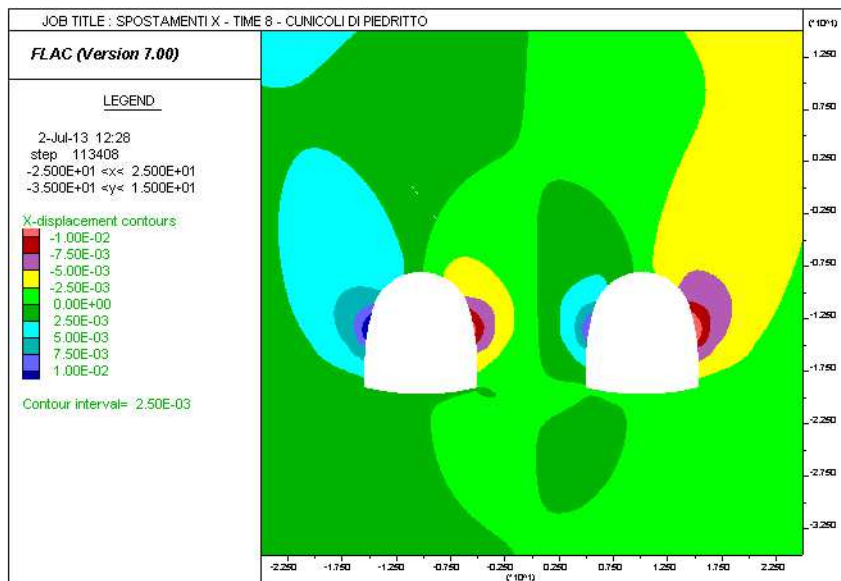
I risultati più significativi ottenuti dalla presente analisi sono riassunti nelle tabelle contenute nel presente paragrafo. Considerata la complessità del calcolo e le fasi e modalità costruttive del tutto particolari, che non hanno alcun riscontro con quelle comunemente adottate per le gallerie di linea nel seguito verranno riportati i risultati relativi alle fasi più significative ovvero al termine dello scavo dei due cunicoli di piedritto e nella fase di lungo termine in cui è stata completata la realizzazione del camerone e sono stati fatti decadere il privervestimento di calotta e il consolidamento al contorno.

Ulteriori output grafici dell'elaborazione FLAC con i risultati deformativi in ogni fase di calcolo sono riportati in allegato.

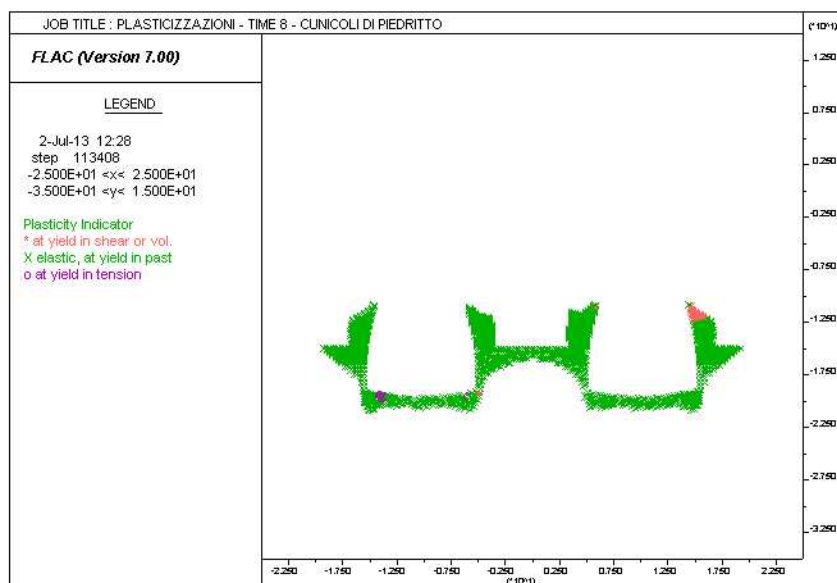
#### 10.4.1.1. Time8 – Completamento cunicoli di piedritto

In questa time di calcolo viene completata la realizzazione dei cunicoli di piedritto con i rivestimenti provvisori posati in opera e si ha la massimizzazione degli effetti deformativi dovuti agli scavi di tali opere. Il modello ha indicato spostamenti contenuti con deformazioni del cavo dell'ordine di 2.5 cm in calotta, del centimetro in zona piedritti e arco rovescio.





I fenomeni di plasticizzazione nel terreno al contorno delle cavità, risultano limitati come si può vedere nella figura sottostante. Si osserva che nel corso della simulazione alcuni punti sono plasticizzati rientrando in campo elastico all'interno della stessa fase di calcolo o nelle fasi di calcolo successive risultando quindi esenti da criticità.

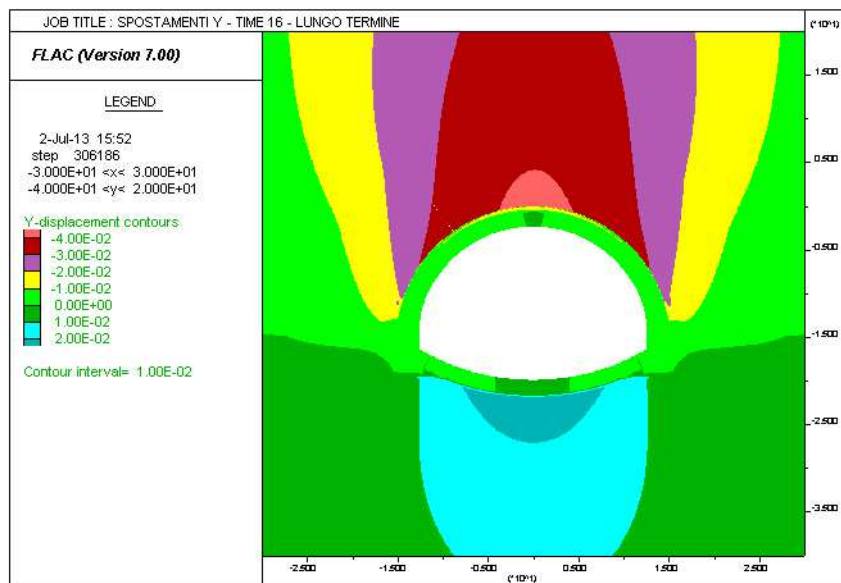


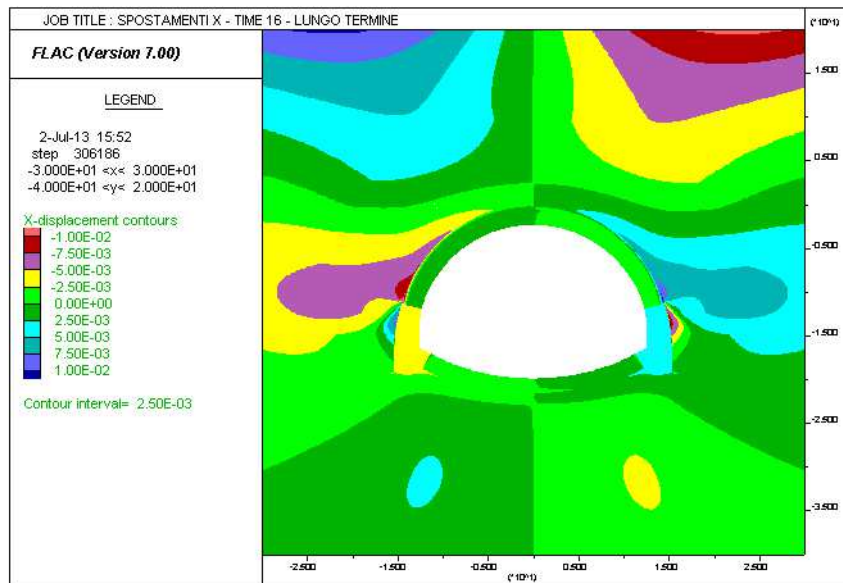
Nelle seguenti tabelle vengono mostrati i valori di spostamento dei punti significativi della struttura depurati del valore di preconvergenza del terreno prima della posa dei rivestimenti. In funzione del fatto che l'analisi è stata condotta considerando lo scavo del cunicolo sinistro come primario, gli spostamenti del cunicolo di sinistra verranno depurati degli spostamenti della time 2 (Time 8 – Time 2), mentre gli spostamenti del cunicolo di destra verranno depurati degli spostamenti a partire dalla time 6 (Time 8 – Time 6).

SEZIONE	Preconvergenza Cunicolo SX (Time 2)	Preconvergenza Cunicolo DX (Time 6)	Cunicolo Sinistro (Time 8 - 2)	Cunicolo Destro (Time 8 - 6)
	[cm]	[cm]	[cm]	[cm]
Chiave calotta Verticale	1.9	2.0	~0.4	~0.4
Piano centri Orizzontale	0.5	0.5	~0.4	~0.2
Chiave puntone Verticale	0.6	0.7	~0.6	~0.5

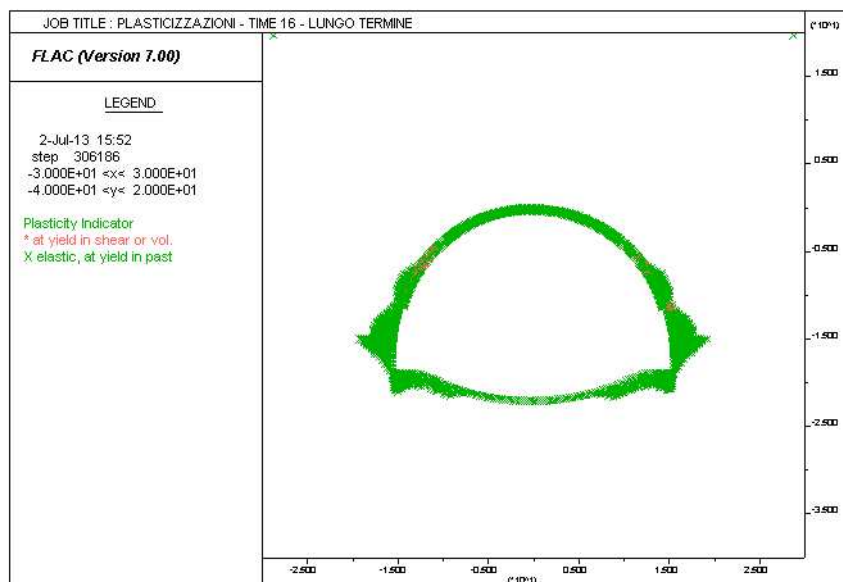
#### 10.4.1.2. Time 16 – Lungo termine

In questa time di calcolo a seguito del completamento dello scavo del camerone vengono fatti decadere i parametri del prriverstimento in calotta e del consolidamento al contorno simulando così il lungo termine e si ha la massimizzazione degli effetti deformativi dovuti agli scavi. Il modello ha indicato spostamenti contenuti con deformazioni del cavo dell'ordine di 4.0 cm in calotta, del mezzo centimetro in zona piedritti e dell'ordine di 2.5 cm in arco rovescio.





I fenomeni di plasticizzazione nel terreno al contorno delle cavità, risultano limitati come si può vedere nella figura sottostante. Si osserva che nel corso della simulazione alcuni punti sono plasticizzati rientrando in campo elastico all'interno della stessa fase di calcolo o nelle fasi di calcolo successive risultando quindi esenti da criticità.



Per il prerivestimento di calotta, la convergenza totale media rilevata risulta inferiore al centimetro, mentre il rivestimento definitivo è caratterizzato da una deformazione media, nel lungo termine, dell'ordine del millimetro. I valori di spostamento del prerivestimento sono stati rilevati in corrispondenza della Time 15 ovvero prima della fase di lungo termine. I valori di convergenza dei rivestimenti definitivi sono stati invece rilevati nel lungo termine. Data la tipologia di analisi

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG5102ECVROGN160X001A00 <span style="float: right;">Foglio 98 di 209</span>

effettuata, con modellazione dei rivestimenti tramite elementi quadrangolari, ogni singolo elemento strutturale è stato attivato nella fase di calcolo in cui ne è prevista la posa. Ciò ha permesso di ottenere valori di convergenza già depurati della preconvergenza del terreno. Nella seguente tabella si riporta un riassunto dei risultati.

SEZIONE	Prerivestimento (Time 15)	Definitivo (Time 16)
	[cm]	[cm]
Chiave calotta Verticale	~1.5	< 0.1
Piano centri Orizzontale	-	~0.2
Chiave arco rovescio Verticale	-	< 0.1

#### 10.4.2. *Analisi Tensionale*

##### 10.4.2.1. *Cunicoli di piedritto*

I rivestimenti di prima fase utilizzati sono descritti nella seguente tabella

Spessore spritz beton (m)	Centine (-)	Numero (-)	Passo (m)
0.3	HEB 200	1	1.0

Lo stato di sollecitazione nel prerivestimento risulta di lieve entità, con momenti flettenti che raggiungono i 120 KN\*m/m ed azioni assiali prossime ai 2300 KN/m;

Nella tabella sottostante viene riportato lo stato tensionale sia sulle ali delle centine che sullo spritz beton unicamente le condizioni più gravose in base a quanto valutato nei vari step di calcolo. Sono state considerate le time di calcolo relative al termine dello scavo del cunicolo sinistro (Time 4) e la time di calcolo relativa al completamento di entrambi i cunicoli (Time 8). Le sollecitazioni relative a tutti i beam e le relative tensioni valutate sui materiali sono riportate in allegato.

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	Foglio 99 di 209
IG5102ECVROGN160X001A00		

Cunicolo	Fase di calcolo	$\sigma_s$ (MPa)	$\sigma_{amm,s}$ (MPa)	$\sigma_{sb}$ (MPa)	$\sigma_{amm,sb}$ (MPa)
Sinistro	4	80.1	190	11.8	19.2
Destro	8	81.1	190	11.9	19.2
Sinistro	8	85.6	190	12.3	19.2

Lo spritz-beton è caratterizzato da una tensione massima di compressione prossima a 12 MPa, mentre l'acciaio si carica con una tensione massima pari a circa 85 MPa. La tensione tangenziale massima risulta pari a circa 80 MPa sulle ali delle centine, valore inferiore al limite da normativa. Come si nota tutte le verifiche risultano soddisfatte.

Per le medesime time di riferimento sono state condotte anche le verifiche del puntone in arco rovescio. I risultati di tali verifiche sono riportati nelle seguenti tabelle, dove si osserva che le verifiche sono sempre soddisfatte.

CUNICOLO SX - VERIFICA PUNTONE - TIME 4					
<b>Azioni sollecitanti</b>			<b>Caratteristiche profilato</b>		
$M_{max}$	32.3	kNm	Tipologia	HEB200	
$N_{max}$	153.8	kN	n° profilati	1	
$V_{max}$	434.2	kN	Passo	1	m
			W =	569.60	cm <sup>3</sup> 0.00057    m <sup>3</sup>
			A =	78.08	cm <sup>3</sup> 0.007808    m <sup>3</sup>
			W calcolo =	569.6	cm <sup>3</sup> 0.00057    m <sup>3</sup>
			Area calcolo	78.08	cm <sup>2</sup> 0.007808    m <sup>2</sup>
<b>Acciaio profilato</b>					
Tipo	fyk [MPa]				
S275	275				
DM96					
$\sigma_{adm}$		190	Mpa		
$\sigma_{max}$ =		76.36909422	Mpa		
$\tau$ =		55.60963115	Mpa		
$\sigma_{id}$ =		122.9208354	Mpa		
<b>OK</b>					



## CUNICOLO SX - VERIFICA PUNTONE - TIME 8

Azioni sollecitanti		
$M_{max}$	43.8	kNm
$N_{max}$	164.2	kN
$V_{max}$	448	kN

Acciaio profilato	
Tipo	fyk [MPa]
S275	275

Caratteristiche profilato			
Tipologia	HEB200		
n° profilati	1		
Passo	1	m	
W =	569.60	cm3	0.00057 m3
A =	78.08	cm3	0.007808 m3
W calcolo =	569.6	cm3	0.00057 m3
Area calcolo	78.08	cm2	0.007808 m2

DM96

$\sigma_{adm}$	190	Mpa
----------------	-----	-----

$\sigma_{max}$ =	97.8555581	Mpa
------------------	------------	-----

$\tau$ =	57.37704918	Mpa
----------	-------------	-----

$\sigma_{id}$ =	139.4707393	Mpa
-----------------	-------------	-----

OK

## CUNICOLO DX - VERIFICA PUNTONE - TIME 8

Azioni sollecitanti		
$M_{max}$	33.0	kNm
$N_{max}$	169.5	kN
$V_{max}$	456.8	kN

Acciaio profilato	
Tipo	fyk [MPa]
S275	275

Caratteristiche profilato			
Tipologia	HEB200		
n° profilati	1		
Passo	1	m	
W =	569.60	cm3	0.00057 m3
A =	78.08	cm3	0.007808 m3
W calcolo =	569.6	cm3	0.00057 m3
Area calcolo	78.08	cm2	0.007808 m2

DM96

$\sigma_{adm}$	190	Mpa
----------------	-----	-----

$\sigma_{max}$ =	79.59122882	Mpa
------------------	-------------	-----

$\tau$ =	58.50409836	Mpa
----------	-------------	-----

$\sigma_{id}$ =	128.8524438	Mpa
-----------------	-------------	-----

OK

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG5102ECVROGN160X001A00 <span style="float: right;">Foglio 101 di 209</span>

#### 10.4.2.2. Camerone

Vengono riportate nel seguito le verifiche relative al camerone. I rivestimenti di prima fase di calotta utilizzati sono descritti nella seguente tabella

Spessore spritz beton (m)	Centine (-)	Numero (-)	Passo (m)
0.35	HEA 300	2	1.0

Lo stato di sollecitazione nel prerivestimento risulta di lieve entità, con momenti flettenti che raggiungono i 35 KN\*m/m ed azioni assiali prossime ai 3350 KN/m;

Nella tabella sottostante viene riportato lo stato tensionale sia sulle ali delle centine che sullo spritz beton unicamente le 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	$\sigma_s$ (MPa)	$\sigma_{amm,s}$ (MPa)	$\sigma_{sb}$ (MPa)	$\sigma_{amm,sb}$ (MPa)
12	68.1	190	9.0	19.2
13	69.5	190	9.1	19.2
15	68.0	190	9.0	19.2

Lo spritz-beton è caratterizzato da una tensione massima di compressione prossima a 9 MPa, mentre l'acciaio si carica con una tensione massima pari a circa 70 MPa. La tensione tangenziale massima risulta pari a circa 80 MPa sulle ali delle centine, valore inferiore al limite da normativa. Come si nota tutte le verifiche risultano soddisfatte.

Il rivestimento definitivo mostra in calotta sollecitazioni flettenti massime dell'ordine di 1050 KNm/m ed azioni assiali che raggiungono i 5200 KN. In corrispondenza dei piedritti le sollecitazioni flettenti raggiungono valori di momento dell'ordine dei 1030 KNm/m ed azioni assiali dell'ordine dei 6000KN. In corrispondenza dell'arco rovescio le sollecitazioni flettenti raggiungono valori di momento dell'ordine dei 190 KNm/m mentre l'azione assiale risulta di trazione. Nel seguito e negli allegati di calcolo le azioni assiali di trazione sono state considerate pari a 0 in quanto di valore basso. Per chiarezza, viene comunque riportata la verifica della sezione soggetta a trazione più critica in funzione del valore ottenuto dagli output di calcolo.

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG5102ECVROGN160X001A00 <span style="float: right;">Foglio 102 di 209</span>

<b>FERRI ARMATURA PRINCIPALE</b>		
	Intradosso	Estradosso
Arco rovescio	Φ24/20	Φ24/20
Calotta	Φ24/20	Φ24/20

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. Nella tabella proposta nel seguito viene riportato lo stato tensionale e l'apertura della fessura qualora il momento agente risultasse superiore al momento di fessurazione.

Sezione	H	N [KN/m]	M [KNm/m]	$\sigma_c$ [Mpa]	$\sigma_{s,inf}$ [Mpa]	$\sigma_{s,sup}$ [Mpa]
Piedritto SX	2.35	5551.9	836.2	-3.1	-22.4	-46.6
Rene SX	2.00	5160.9	973.6	-3.8	-18.4	-56.3
Calotta	2.00	4127.1	-1050.1	-3.4	-50.5	-9.4
Rene DX	2.00	4767.0	919.8	-3.6	-16.6	-52.7
Piedritto DX	2.36	5486.6	817.4	-3.1	-22.2	-45.7
Arco Rovescio	2.00	0.0	189.7	-0.6	-45.2	-7.0

Viene ora eseguita la verifica della sezione più critica in arco rovescio in corrispondenza del valore massimo di trazione e momento.

La sezione risulta la stessa considerata nella tabella sopra riportata considerando però il valore di trazione ottenuto dal calcolo. Le verifiche riportate nel seguito sono state condotte considerando, come da normativa, il calcestruzzo non resistente a trazione per le verifiche tensionali, mentre per la verifica a fessurazione si è verificato, con calcestruzzo reagente a trazione, che non si ha apertura di fessure se le trazioni nel calcestruzzo sono inferiori al valore limite  $f_{ctm}$ :

$$\sigma_c < f_{ctm} = 0.27 R_{ck}^{2/3}$$

H	N [KN/m]	M [KNm/m]	$\sigma_{s,max}$ [Mpa]	$\sigma_{s,min}$ [Mpa]
2.00	-323.9	189.7	115.8	27.4

H	N [KN/m]	M [KNm/m]	$\sigma_c$ [Mpa]	$f_{ctm}$ [Mpa]
2.00	-323.9	189.7	0.42	2.61

Come si nota tutte le verifiche sono soddisfatte.

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	
	IG5102ECVROGN160X001A00 <table border="1" data-bbox="1420 224 1532 315"> <tr> <td>Foglio 103 di 209</td> </tr> </table>	Foglio 103 di 209
Foglio 103 di 209		

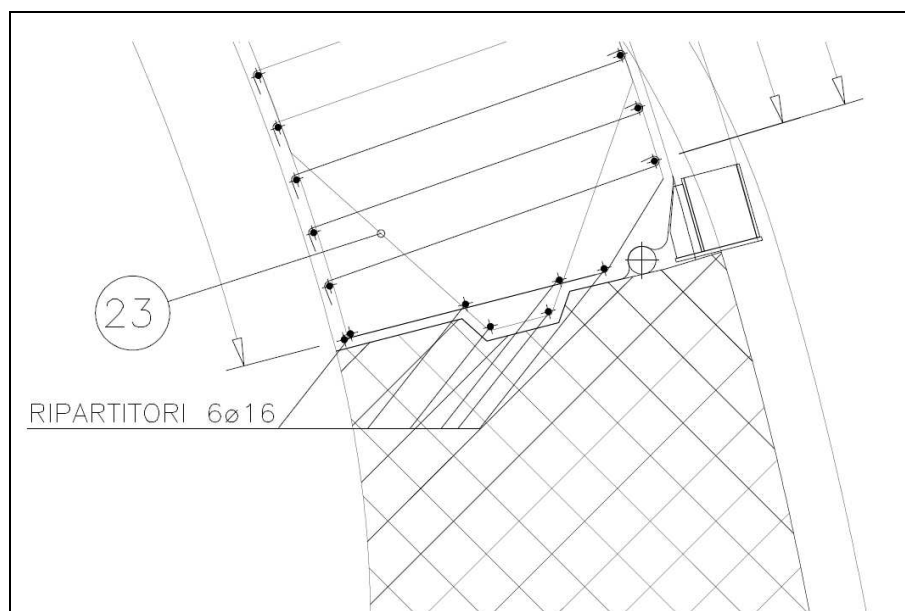
Vengono infine riportate le verifiche a taglio per le sezioni più sollecitate.

Sezione	H	V [kN/m]	$\tau$ [kPa]
Piedritto SX	2.79	357.8	158.3
Rene SX	2.00	253.0	155.9
Calotta	2.00	188.1	116.2
Rene DX	2.00	-256.9	-158.9
Piedritto DX	2.80	-376.2	-165.9
Arco Rovescio	2.00	127.6	78.2

Come si nota, tutte le verifiche risultano soddisfatte. Poiché si verifica ovunque  $\tau < \tau_{c0}$  non è necessario disporre armatura specifica a taglio; l'armatura sarà quella minima prescritta da normativa. In allegato sono riportate invece le verifiche sezionali per le sezioni con le quali si è discretizzata la struttura relativamente alla time 15 di lungo termine e alle time 13 e 14.

#### 10.4.2.3. Verifica giunto a “coda di rondine”

Il giunto di contatto tra calotta e piedritti e tra arco rovescio e piedritti viene verificato nel seguito con scema a mensola tozza.



**Figura 69 – Particolare giunto a “coda di rondine”**

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	
	IG5102ECVROGN160X001A00 <table border="1" style="float: right; margin-left: auto;"> <tr> <td>Foglio 104 di 209</td> </tr> </table>	Foglio 104 di 209
Foglio 104 di 209		

L'azione agente risulta pari al taglio ottenuto dal modello di calcolo in corrispondenza di tale sezione. La verifica di tale mensola vengono condotte con riferimento a schematizzazioni basate sull'individuazione di tiranti e puntoni.

Le verifiche di sicurezza sono condotte nei riguardi di:

- Resistenza dei tiranti costituiti dalle sole armature ( $P_{Rs}$ );
- Resistenza dei puntoni di calcestruzzo compresso ( $P_{Rc}$ );

Deve risultare la seguente gerarchia delle resistenze  $P_{Rs} < P_{Rc}$

Il meccanismo resistente considerato è costituito da un tirante orizzontale superiore, corrispondente all'armatura tesa, e da un puntone di calcestruzzo inclinato di  $\psi$ , che riporta il carico  $P_{Ed}$  entro la sezione corrente di calotta.

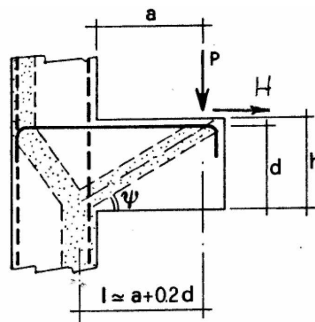


Figura 70 – Esempio di modello a puntone e tirante con tirante orizzontale

Attraverso l'equilibrio del nodo caricato si ottiene la portanza della mensola in termini di resistenza dell'armatura:

$$P_R = P_{Rs} = (A_s f_{yd} - H_{Ed}) \frac{1}{\lambda}$$

con  $\lambda = ctg \psi \cong \frac{1}{0,9 \cdot d}$ . Per la verifica dovrà risultare:

$$P_R \geq P_{Ed}$$

Dovrà inoltre risultare una resistenza  $P_{Rc}$  del puntone di calcestruzzo non minore di quella correlata all'armatura con:

$$P_{Rc} = 0,4 b d f_{cd} \frac{c}{1 + \lambda^2} \geq P_{Rs}$$

Con  $c=1$  per sbalzi di piastre non provvisti di staffatura.

Nelle seguenti tabelle sono riportate le verifiche eseguite secondo le formulazioni sopra riportate. Essendo i giunti delle medesime dimensioni per calotta e arco rovescio viene verificata nel seguito

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG5102ECVROGN160X001A00 <span style="float: right;">Foglio 105 di 209</span>

la sezione più critica ottenuta dal calcolo che risulta quella piedritto-calotta. Nelle verifiche l'armatura consiste in ferri  $\Phi 24/20$ . Tutte le verifiche risultano soddisfatte.

PARAMETRI GEOMETRICI			
Altezza mensola:	$h =$	[m]	0.6
copriferro sull'altezza:	$c_h =$	[m]	0.05
Altezza utile:	$d =$	[m]	0.55
Luce mensola:	$l =$	[m]	0.15
copriferro sulla luce:	$c_a =$	[m]	0.05
Luce utile:	$a =$	[m]	0.1
Proiezione del puntone sull'orizzontale:	$L =$	[m]	0.21
Profondità mensola:	$b =$	[m]	1
Dimensione trasversale biella:	$c =$	[m]	0.12
inclinazione puntone:	$\psi =$	[°]	69.1
Area biella di calcestruzzo:	$A_{cls} =$	[mm <sup>2</sup> ]	120000.0

AZIONI			
Carico sulla mensola (SLU):	$P_{Sd} =$	[kN]	681.50
Carico sulla mensola (SLE):	$P_{Sk} =$	[kN]	486.80
Compressione nel puntone (SLU):	$C_{Sd} =$	[kN]	695.3
Compressione nel puntone (SLE):	$C_{Sk} =$	[kN]	496.6
Trazione nel tirante (SLU):	$T_{Sd} =$	[kN]	154.9
Trazione nel tirante (SLE):	$T_{Sk} =$	[kN]	110.6

VERIFICHE DEL PUNTO			
Portanza del puntone:	$P_{Rc} =$	[kN]	2539.9
Carico sulla mensola (SLU):	$P_{Sd} =$	[kN]	681.5
Verifica del puntone (SLU):	$P_{Sd} < P_{Rc}$		verificato
Sforzo nel puntone (SLE):	$\sigma_c =$	[MPa]	4.14
Tensione ammissibile nel calcestruzzo:	$\sigma_{c(adm)} =$	[MPa]	9.75
Verifica del puntone alle tensioni di esercizio:	$\sigma_c < \sigma_{cls(adm)}$		verificato

VERIFICHE DEL TIRANTE			
Portanza del tirante:	$P_{Rs} =$	[kN]	2318.1
Carico sulla mensola (SLU):	$P_{Sd} =$	[kN]	681.5
Verifica del tirante (SLU):	$P_{Sd} < P_{Rs}$		verificato

VERIFICHE GERARCHIA DELLE RESISTENZE:			
Carico sulla mensola (SLU):	$P_{Sd} =$	[kN]	681.5
Portanza del tirante:	$P_{Rs} =$	[kN]	2318.1
Portanza del puntone:	$P_{Rc} =$	[kN]	2539.9
Verifica gerarchia delle resistenze:	$P_{Sd} < P_{Rs} < P_{Rc}$		verificata

Viene infine eseguita la verifica della pressione di contatto agente sul componente "femmina" del giunto. Anche in questo caso tutte le verifiche risultano soddisfatte.

$$\sigma_c = \frac{P}{A} = 3.25 \text{MPa} < \sigma_{amm}$$



<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 	
	<p>IG5102ECVROGN160X001A00</p>	<p>Foglio 106 di 209</p>

## 11. INTERFERENZA SCAVO-EDIFICI – CLASSIFICAZIONE DEL DANNO

Per quanto riguarda il tratto di galleria analizzato, in base ai dati disponibili non si ritiene possano essere presenti edifici interferenti con lo scavo del camerone.

## 12. CONCLUSIONI

Oggetto del presente elaborato è la descrizione delle principali problematiche legate allo scavo in naturale del camerone necessario per il collegamento dei tratti di galleria a singolo binario (tratti a doppia canna) con quelli contenenti il doppio binario (canna singola). Tale opera si sviluppa in corrispondenza dell'imbocco Nord della Galleria Naturale di Valico e si estende dalla pk 28+254.748 alla pk 27+656.46 il cui primo tratto, compreso tra le pk 28+254.748 B.P. e pk 28+200.13 B.P., risulta essere scavato sotto protesi. La massima copertura prevista risulta pari a circa 22m.

Sono state esaminate le scelte progettuali effettuate con conseguente definizione delle sezioni tipo d'avanzamento e la successiva verifica di tali sezioni, con riferimento alle condizioni critiche rappresentative presenti lungo lo sviluppo della galleria. Le verifiche, condotte in conformità a quanto previsto dal D.M. 1996, dimostrano l'idoneità della soluzione progettuale adottata

### 13. ALLEGATI DI CALCOLO

#### 13.1. Stabilità del fronte - Diagnosi

##### 13.1.1. Cunicoli di piedritto

**Tamez & Conejo (1985)**

**Geotechnical properties**

Overburden layers	$\Delta H$ [m]	$\gamma_s$ [kNm <sup>-3</sup> ]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]
Fc 2	2.0	23.0	135	29.0
Fc 3	10.0	23.0	45	24.0

Excavated layers	$\Delta H$ [m]	$\gamma_s$ [kNm <sup>-3</sup> ]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]
Fc 2	10.6	23.0	135	29.0

**Tunnel geometry**

Type of ground	CF/F	CF
Total Overburden	Z [m]	12.0
Depth of water table	W [m]	1000.0
Excavated height	h [m]	10.6
Tunnel's width	b [m]	7.7
Free span length	a [m]	1.0

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

**Prismatic volume properties**

Aver. weight of load mass	$\gamma_s$ [kNm <sup>-3</sup> ]	23.0	Aver. weight of Excav. layers	$\gamma_s$ [kNm <sup>-3</sup> ]	23.0
Aver. cohesion of load mass	$c_p$ [kPa]	60.0	Aver. cohesion of Excav. layers	$c'_p$ [kPa]	135.0
Aver. friction of load mass	$\phi_p$ [°]	24.8	Aver. friction of load mass	$\phi'_p$ [°]	29.0

Effective soil press. at crown	$\sigma_v$ [kPa]	276	hydraulic press. at crown	u [kPa]	0
--------------------------------	------------------	-----	---------------------------	---------	---

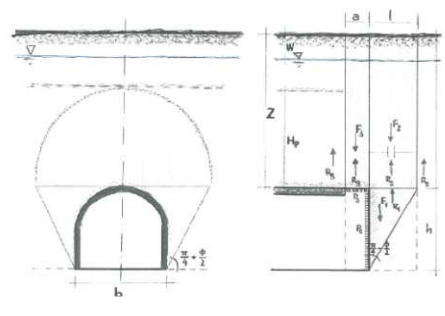
**Shear resistance and Safety factor at Diagnosis phase**

Shear resistance (prism 3)	$\tau_{m3}$ [kPa]	60	Safety factor (prism 3)	$FS_3$	5.89
Shear resistance (prisms 1-2)	$\tau_{m2}$ [kPa]	157	Safety factor (MCFR/MSFA)	$FS_F$	2.67

Permitted free span length	$a_{max}$ [m]	3.2
Pressure on primary supports	$P_s$ [kPa]	182
Requied pressure at face	$P_f$ [kPa]	0

Obtained safety factor	SF	2.67
Requested safety factor	$SF_R$	2.00

**Prismatic volume: gravitating over the crown system of forces**



**Broms & Bennermark (1967)**

$$N = \frac{\sigma_v + \gamma z_0 - \sigma_T}{s_u}$$

where  $\gamma$  is unit weight of the soil,  
 $s_u$  is undrained shear strength of the soil at tunnel axis level,  
 $\sigma_s$  is surface surcharge pressure,  
 $\sigma_T$  is tunnel support pressure, and  
 $z_0$  is depth to the tunnel axis

$$s_u = \frac{\sigma_{cm}}{2}$$

$$\sigma_{cm} = (0.0034 \cdot m_i^{0.8}) \cdot \sigma_c \cdot [1.029 + 0.025 \cdot e^{(-0.01 m_i)}]^{0.57}$$

**Input data**

Layers	$z_0$ [m]	$\gamma_s$ [kNm <sup>-3</sup> ]	$\sigma_s$ [kPa]	$\sigma_T$ [kPa]	$\sigma_c$ [kPa]	$m_i$ [-]	GSI [-]
Fc 2	7.3	23.0					
Fc 3	10	23.0					
0	0	0.0	0	0	10500	8	40
0	0	0.0					

**Results**

$\Delta H$ [m]	$\gamma_s$ [kNm <sup>-3</sup> ]	$\sigma_c$ [kPa]	$m_i$ [-]	GSI [-]	$\sigma_0$ [kPa]	$\sigma_m$ [kPa]	$s_u$ [kPa]
7.3	23.0						
10.0	23.0	10500.0	8.0	40.0	397.9	913.8	456.9
0.0	0.0						
0.0	0.0						

Stability ratio	N	[-]	0.9
-----------------	---	-----	-----

**Neglectable deformations**

**Panet (1990)**

$$N_s = \frac{\sigma_0}{C_u} = \frac{2 \cdot \sigma_{cl}}{\sigma_{cm}}$$

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

Stability ratio	N	[-]	0.9
Passive earth pressure	$K_p$	[-]	2.448
Deconfinement	$\lambda_s$	[-]	1.09

**Stable face**

Tamez & Conejo (1985)

Geotechnical properties

Overburden layers	$\Delta H$ [m]	$\gamma_n$ [kNm <sup>-3</sup> ]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]	Excavated layers	$\Delta H$ [m]	$\gamma_n$ [kNm <sup>-3</sup> ]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]
Fc 2	7.0	23.0	135	29.0	Fc 2	10.6	23.0	135	29.0
Fc 3	10.0	23.0	45	24.0					

Tunnel geometry

Type of ground	CF/F	CF	Shallow tunnel (Z<3D)	
Total Overburden	Z [m]	17.0	Equivalent tunnel diameter	$D_{eq}$ [m]
Depth of water table	W [m]	10000.0	Earth coefficient at rest	$k_0$ [-]
Excavated height	h [m]	10.6	Depth coefficient	$k_s$ [-]
Tunnel's width	b [m]	7.70	Height of mass load at crown	$H_p$ [m]
Free span length	a [m]	1.0	Length of prisms in advance	$L_p$ [m]

Prismatic volume properties

Aver. weight of load mass	$\gamma_n$ [kNm <sup>-3</sup> ]	23.0	Aver. weight of Excav. layers	$\gamma_e$ [kNm <sup>-3</sup> ]	23.0
Aver. cohesion of load mass	$c'_n$ [kPa]	82.1	Aver. cohesion of Excav. layers	$c'_e$ [kPa]	135.0
Aver. friction of load mass	$\phi'_n$ [°]	26.1	Aver. friction of load mass	$\phi'_e$ [°]	29.0

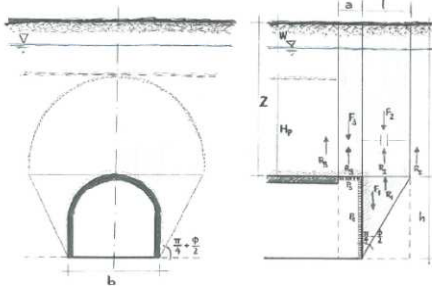
Effective soil press. at crown	$\sigma'_v$ [kPa]	391	hydraulic press. at crown	$u$ [kPa]	0
--------------------------------	-------------------	-----	---------------------------	-----------	---

Shear resistance and Safety factor at Diagnosis phase

Shear resistance (prism 3)	$\tau_{m3}$ [kPa]	82	Safety factor (prism 3)	$FS_3$	8.06
Shear resistance (prisms 1-2)	$\tau_{m2}$ [kPa]	179	Safety factor (MΣFR/MSFA)	$FS_F$	2.90

Permitted free span length	$a_{max}$ [m]	6.2	Obtained safety factor	SF	2.90
Pressure on primary supports	$P_p$ [kPa]	210	Requested safety factor	$SF_R$	2.00
Required pressure at face	$P_f$ [kPa]	0			

Prismatic volume gravitating over the crown system of forces



Broms & Bennermark (1967)

$$N = \frac{\sigma'_v + \gamma z_n - \sigma'_t}{s_u}$$

where  $\gamma$  is unit weight of the soil,  
 $s_u$  is undrained shear strength of the soil at tunnel axis level,  
 $\sigma'_v$  is surface surcharge pressure,  
 $\sigma'_t$  is tunnel support pressure, and  
 $z_n$  is depth to the tunnel axis

$$s_u = \frac{\sigma'_{cm}}{2}$$

$$\sigma'_{cm} = (0.0034 \cdot m_i^{0.8}) \cdot \sigma'_c \cdot [1.029 + 0.025 \cdot e^{(-0.01 \cdot m_i)}]^{2SF}$$

Input data

Layers	$z_0$ [m]	$\gamma_n$ [kNm <sup>-3</sup> ]	$\sigma'_s$ [kPa]	$\sigma'_t$ [kPa]	$\sigma'_c$ [kPa]	$m_i$ [-]	GSI [-]
Fc 2	12.3	23.0	0	0	10500	8	40
Fc 3	10	23.0					
0	0	0.0					
0	0	0.0					

Results

$\Delta H$ [m]	$\gamma_n$ [kNm <sup>-3</sup> ]	$\sigma'_c$ [kPa]	$m_i$ [-]	GSI [-]	$\sigma'_0$ [kPa]	$\sigma'_{cm}$ [kPa]	$s_u$ [kPa]
12.3	23.0	10500.0	8.0	40.0	512.9	913.8	456.9
10.0	23.0						
0.0	0.0						
0.0	0.0						

Stability ratio	N	[-]	1.1
-----------------	---	-----	-----

Elastic deformations

Panet (1990)

$N_s = \frac{\sigma'_0}{C_u} = \frac{2 \cdot \sigma'_0}{\sigma'_{cm}}$	$\lambda_s = \frac{1}{K_p + 1} \left[ K_p - 1 + \frac{2}{N} \right]$	Stability ratio	N	[-]	1.1
		Passive earth pressure	$K_p$	[-]	2.567
		Deconfinement	$\lambda_s$	[-]	0.94

Stable face

Tamez & Conejo (1985)

Geotechnical properties

Overburden layers	$\Delta H$ [m]	$\gamma_n$ [kNm <sup>-3</sup> ]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]	Excavated layers	$\Delta H$ [m]	$\gamma_n$ [kNm <sup>-3</sup> ]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]
Fc 2	12.0	23.0	135	29.0	Fc 2	10.6	23.0	135	29.0
Fc 3	10.0	23.0	45	24.0					

Tunnel geometry

Type of ground	CF/F	CF	Shallow tunnel (Z<3D)	
Total Overburden	Z [m]	22.0	Equivalent tunnel diameter	$D_{eq}$ [m]
Depth of water table	W [m]	10000.0	Earth coefficient at rest	$k_0$ [-]
Excavated height	h [m]	10.6	Depth coefficient	$k_s$ [-]
Tunnel's width	b [m]	7.70	Height of mass load at crown	$H_p$ [m]
Free span length	a [m]	1.0	Length of prisms in advance	$L_p$ [m]

Prismatic volume properties

Aver. weight of load mass	$\gamma_n$ [kNm <sup>-3</sup> ]	23.0	Aver. weight of Excav. layers	$\gamma_e$ [kNm <sup>-3</sup> ]	23.0
Aver. cohesion of load mass	$c'_n$ [kPa]	94.1	Aver. cohesion of Excav. layers	$c'_e$ [kPa]	135.0
Aver. friction of load mass	$\phi'_n$ [°]	26.7	Aver. friction of load mass	$\phi'_e$ [°]	29.0

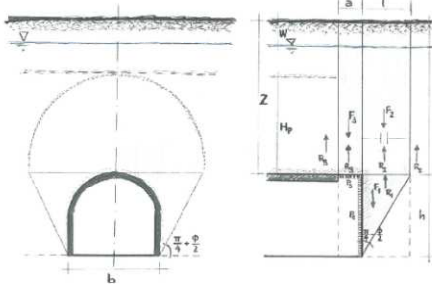
Effective soil press. at crown	$\sigma'_v$ [kPa]	506	hydraulic press. at crown	$u$ [kPa]	0
--------------------------------	-------------------	-----	---------------------------	-----------	---

Shear resistance and Safety factor at Diagnosis phase

Shear resistance (prism 3)	$\tau_{m3}$ [kPa]	94	Safety factor (prism 3)	$FS_3$	9.24
Shear resistance (prisms 1-2)	$\tau_{m2}$ [kPa]	191	Safety factor (MΣFR/MSFA)	$FS_p$	3.05

Permitted free span length	$a_{max}$ [m]	9.4	Obtained safety factor	SF	3.05
Pressure on primary supports	$P_p$ [kPa]	237	Requested safety factor	$SF_R$	2.00
Required pressure at face	$P_f$ [kPa]	0			

Prismatic volume gravitating over the crown system of forces



Broms & Bennermark (1967)

$$N = \frac{\sigma'_v + \gamma z_n - \sigma'_t}{s_u}$$

where  $\gamma$  is unit weight of the soil,  
 $s_u$  is undrained shear strength of the soil at tunnel axis level,  
 $\sigma'_v$  is surface surcharge pressure,  
 $\sigma'_t$  is tunnel support pressure, and  
 $z_n$  is depth to the tunnel axis

$$s_u = \frac{\sigma'_{cm}}{2}$$

$$\sigma'_{cm} = (0.0034 \cdot m_i^{0.8}) \cdot \sigma'_c \cdot [1.029 + 0.025 \cdot e^{(-0.01 \cdot m_i)}]^{2SF}$$

Input data

Layers	$z_0$ [m]	$\gamma_n$ [kNm <sup>-3</sup> ]	$\sigma'_s$ [kPa]	$\sigma'_t$ [kPa]	$\sigma'_c$ [kPa]	$m_i$ [-]	GSI [-]
Fc 2	17.3	23.0	0	0	10500	8	40
Fc 3	10.0	23.0					
0	0	0.0					
0	0	0.0					

Results

$\Delta H$ [m]	$\gamma_n$ [kNm <sup>-3</sup> ]	$\sigma'_c$ [kPa]	$m_i$ [-]	GSI [-]	$\sigma'_0$ [kPa]	$\sigma'_{cm}$ [kPa]	$s_u$ [kPa]
17.3	23.0	10500.0	8.0	40.0	627.9	913.8	456.9
10.0	23.0						
0.0	0.0						
0.0	0.0						

Stability ratio	N	[-]	1.4
-----------------	---	-----	-----

Elastic deformations

Panet (1990)

$N_s = \frac{\sigma'_0}{C_u} = \frac{2 \cdot \sigma'_0}{\sigma'_{cm}}$	$\lambda_s = \frac{1}{K_p + 1} \left[ K_p - 1 + \frac{2}{N} \right]$	Stability ratio	N	[-]	1.4
		Passive earth pressure	$K_p$	[-]	2.635
		Deconfinement	$\lambda_s$	[-]	0.85

Stable face

Tamez & Conejo (1985)

Geotechnical properties

Overburden layers	$\Delta H$ [m]	$\gamma_n$ [kNm <sup>-3</sup> ]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]	Excavated layers	$\Delta H$ [m]	$\gamma_n$ [kNm <sup>-3</sup> ]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]
Fc 2	19.0	23.0	135	29.0	Fc 2	10.6	23.0	135	29.0
Fc 3	10.0	23.0	45	24.0					

Tunnel geometry

Type of ground	CF/F	CF	Shallow tunnel (Z<3D)	
Total Overburden	Z [m]	29.0	Equivalent tunnel diameter	$D_{eq}$ [m]
Depth of water table	W [m]	10000.0	Earth coefficient at rest	$k_0$ [-]
Excavated height	h [m]	10.6	Depth coefficient	$k_s$ [-]
Tunnel's width	b [m]	7.70	Height of mass load at crown	$H_p$ [m]
Free span length	a [m]	1.0	Length of prisms in advance	$L_p$ [m]

Prismatic volume properties

Aver. weight of load mass	$\gamma_n$ [kNm <sup>-3</sup> ]	23.0	Aver. weight of Excav. layers	$\gamma_e$ [kNm <sup>-3</sup> ]	23.0
Aver. cohesion of load mass	$c'_n$ [kPa]	104.0	Aver. cohesion of Excav. layers	$c'_e$ [kPa]	135.0
Aver. friction of load mass	$\phi'_n$ [°]	27.3	Aver. friction of load mass	$\phi'_e$ [°]	29.0

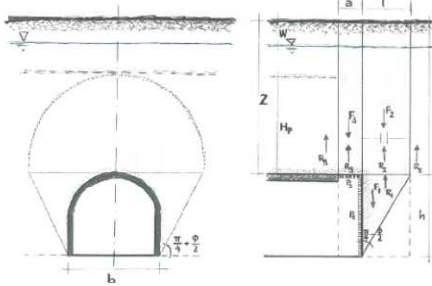
Effective soil press. at crown	$\sigma'_v$ [kPa]	667	hydraulic press. at crown	$u$ [kPa]	0
--------------------------------	-------------------	-----	---------------------------	-----------	---

Shear resistance and Safety factor at Diagnosis phase

Shear resistance (prism 3)	$\tau_{m3}$ [kPa]	104	Safety factor (prism 3)	$FS_3$	10.21
Shear resistance (prisms 1-2)	$\tau_{m2}$ [kPa]	201	Safety factor (MΣFR/MSFA)	$FS_F$	3.18

Permitted free span length	$a_{max}$ [m]	13.9	Obtained safety factor	SF	3.18
Pressure on primary supports	$P_p$ [kPa]	275	Requested safety factor	$SF_R$	2.00
Required pressure at face	$P_r$ [kPa]	0			

Prismatic volume gravitating over the crown system of forces



Broms & Bennermark (1967)

$$N = \frac{\sigma'_v + \gamma z_n - \sigma'_t}{s_u}$$

where  $\gamma$  is unit weight of the soil,  
 $s_u$  is undrained shear strength of the soil at tunnel axis level,  
 $\sigma'_v$  is surface surcharge pressure,  
 $\sigma'_t$  is tunnel support pressure, and  
 $z_n$  is depth to the tunnel axis

$$s_u = \frac{\sigma'_{cm}}{2}$$

$$\sigma'_{cm} = (0.0034 \cdot m_i^{0.8}) \cdot \sigma'_c \cdot [1.029 + 0.025 \cdot e^{(-0.01 \cdot m_i)}]^{2.57}$$

Input data

Layers	$z_0$ [m]	$\gamma_n$ [kNm <sup>-3</sup> ]	$\sigma'_s$ [kPa]	$\sigma'_t$ [kPa]	$\sigma'_c$ [kPa]	$m_i$ [-]	GSI [-]
Fc 2	24.3	23.0	0	0	10500	8	40
Fc 3	10	23.0					
0	0	0.0					
0	0	0.0					

Results

$\Delta H$ [m]	$\gamma_n$ [kNm <sup>-3</sup> ]	$\sigma'_c$ [kPa]	$m_i$ [-]	GSI [-]	$\sigma'_0$ [kPa]	$\sigma'_{cm}$ [kPa]	$s_u$ [kPa]
24.3	23.0	10500.0	8.0	40.0	788.9	913.8	456.9
10.0	23.0						
0.0	0.0						
0.0	0.0						

Stability ratio	N	[-]	1.7
-----------------	---	-----	-----

Elastic deformations

Panet (1990)

$N_s = \frac{\sigma'_0}{C_u} = \frac{2 \cdot \sigma'_0}{\sigma'_{cm}}$	$\lambda_s = \frac{1}{K_p + 1} \left[ K_p - 1 + \frac{2}{N} \right]$	Stability ratio	N	[-]	1.7
		Passive earth pressure	$K_p$	[-]	2.692
		Deconfinement	$\lambda_s$	[-]	0.77

Stable face

Tamez & Conejo (1985)

Geotechnical properties

Overburden layers	$\Delta H$ [m]	$\gamma_n$ [kNm <sup>-3</sup> ]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]	Excavated layers	$\Delta H$ [m]	$\gamma_n$ [kNm <sup>-3</sup> ]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]
Fc 2	22.0	23.0	135	29.0	Fc 2	11.8	23.0	135	29.0
Fc 3	10.0	23.0	45	24.0					

Tunnel geometry

Type of ground	CF/F	CF	Shallow tunnel (Z<3D)	
Total Overburden	Z [m]	32.0	Equivalent tunnel diameter	$D_{eq}$ [m]
Depth of water table	W [m]	10000.0	Earth coefficient at rest	$k_0$ [-]
Excavated height	h [m]	11.8	Depth coefficient	$k_s$ [-]
Tunnel's width	b [m]	10.60	Height of mass load at crown	$H_p$ [m]
Free span length	a [m]	1.0	Length of prisms in advance	$L_p$ [m]

Prismatic volume properties

Aver. weight of load mass	$\gamma_n$ [kNm <sup>-3</sup> ]	23.0	Aver. weight of Excav. layers	$\gamma_e$ [kNm <sup>-3</sup> ]	23.0
Aver. cohesion of load mass	$c'_n$ [kPa]	106.9	Aver. cohesion of Excav. layers	$c'_e$ [kPa]	135.0
Aver. friction of load mass	$\phi'_n$ [°]	27.4	Aver. friction of load mass	$\phi'_e$ [°]	29.0

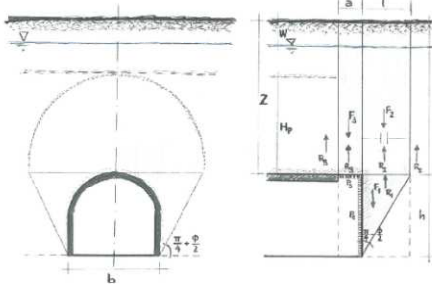
Effective soil press. at crown	$\sigma'_v$ [kPa]	736	hydraulic press. at crown	u [kPa]	0
--------------------------------	-------------------	-----	---------------------------	---------	---

Shear resistance and Safety factor at Diagnosis phase

Shear resistance (prism 3)	$\tau_{m3}$ [kPa]	107	Safety factor (prism 3)	$FS_3$	10.17
Shear resistance (prisms 1-2)	$\tau_{m2}$ [kPa]	204	Safety factor (MΣFR/MSFA)	$FS_F$	2.64

Permitted free span length	$a_{max}$ [m]	7.5	Obtained safety factor	SF	2.64
Pressure on primary supports	$P_p$ [kPa]	413	Requested safety factor	$SF_R$	2.00
Required pressure at face	$P_r$ [kPa]	0			

Prismatic volume gravitating over the crown system of forces



Broms & Bennermark (1967)

$$N = \frac{\sigma'_v + \gamma z_n - \sigma'_t}{s_u}$$

where  $\gamma$  is unit weight of the soil,  
 $s_u$  is undrained shear strength of the soil at tunnel axis level,  
 $\sigma'_v$  is surface surcharge pressure,  
 $\sigma'_t$  is tunnel support pressure, and  
 $z_n$  is depth to the tunnel axis

$$s_u = \frac{\sigma'_{cm}}{2}$$

$$\sigma'_{cm} = (0.0034 \cdot m_i^{0.8}) \cdot \sigma'_c \cdot [1.029 + 0.025 \cdot e^{(-0.01 \cdot m_i)}]^{2SF}$$

Input data

Layers	$z_0$ [m]	$\gamma_n$ [kNm <sup>-3</sup> ]	$\sigma'_s$ [kPa]	$\sigma'_t$ [kPa]	$\sigma'_c$ [kPa]	$m_i$ [-]	GSI [-]
Fc 2	27.875	23.0	0	0	10500	8	40
Fc 3	10	23.0					
0	0	0.0					
0	0	0.0					

Results

$\Delta H$ [m]	$\gamma_n$ [kNm <sup>-3</sup> ]	$\sigma'_c$ [kPa]	$m_i$ [-]	GSI [-]	$\sigma'_s$ [kPa]	$\sigma'_{cm}$ [kPa]	$s_u$ [kPa]
27.9	23.0	10500.0	8.0	40.0	871.1	913.8	456.9
10.0	23.0						
0.0	0.0						
0.0	0.0						

Stability ratio	N	[-]	1.9
-----------------	---	-----	-----

Elastic deformations

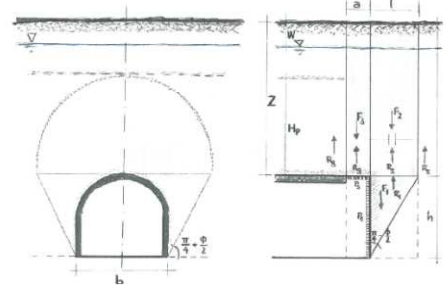
Panet (1990)

$N_s = \frac{\sigma'_s}{C_u} = \frac{2 \cdot \sigma'_s}{\sigma'_{cm}}$	$\lambda_s = \frac{1}{K_p + 1} \left[ K_p - 1 + \frac{2}{N_s} \right]$	Stability ratio	N	[-]	1.9
		Passive earth pressure	$K_p$	[-]	2.709
		Deconfinement	$\lambda_s$	[-]	0.74

Stable face



### 13.1.2. Calotta

Tamez & Conejo (1985)											
Geotechnical properties											
Overburden layers	$\Delta H$ [m]	$\gamma_n$ [ $kNm^{-3}$ ]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]	Excavated layers	$\Delta H$ [m]	$\gamma_n$ [ $kNm^{-3}$ ]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]		
Protesi	4.0	23.0	105	35.0	Fc. 3	14.4	23.0	45	24.0		
Tunnel geometry											
Type of ground	CF/F	CF	Shallow tunnel (Z<3D)								
Total Overburden	Z [m]	4.0	Equivalent tunnel diameter	$D_{eq}$ [m]	17.6	Earth coefficient at rest	$k_0$ [-]	0.3	Depth coefficient	$k_a$ [-]	0.5
Depth of water table	W [m]	1000.0	Height of mass load at crown	$H_F$ [m]	4.0	Length of prisms in advance	$L_p$ [m]	9.4			
Excavated height	h [m]	14.4									
Tunnel's width	b [m]	20.4									
Free span length	a [m]	1.0									
Prismatic volume properties											
Aver. weight of load mass	$\gamma_l$ [ $kNm^{-3}$ ]	23.0	Aver. weight of Excav. layers	$\gamma_e$ [ $kNm^{-3}$ ]	23.0						
Aver. cohesion of load mass	$c_l$ [kPa]	105.0	Aver. cohesion of Excav. layers	$c_e$ [kPa]	45.0						
Aver. friction of load mass	$\phi_l$ [°]	35.0	Aver. friction of load mass	$\phi_e$ [°]	24.0						
Effective soil press. at crown	$\sigma_v$ [kPa]	92	hydraulic press. at crown	u [kPa]	0						
Shear resistance and Safety factor at Diagnosis phase											
Shear resistance (prism 3)	$\tau_{m3}$ [kPa]	105	Safety factor (prism 3)	$FS_3$	9.58						
Shear resistance (prisms 1-2)	$\tau_{m1-2}$ [kPa]	137	Safety factor (MSEF/MSFA)	$FS_r$	1.11						
Permitted free span length	$a_{max}$ [m]	4.3	Obtained safety factor	SF	1.11						
Pressure on primary supports	$P_s$ [kPa]	71	Requested safety factor	$SF_k$	2.00						
Required pressure at face	$P_f$ [kPa]	41									
Prismatic volume gravitating over the crown system of forces											
											

Broms & Bennermark (1967)							
$N = \frac{\sigma_v + \gamma z_0 - \sigma_T}{s_u}$							
<p>where <math>\gamma</math> is unit weight of the soil.  <math>s_u</math> is undrained shear strength of the soil at tunnel axis level.  <math>\sigma_v</math> is surface surcharge pressure,  <math>\sigma_T</math> is tunnel support pressure, and  <math>z_0</math> is depth to the tunnel axis</p>							
$s_u = \frac{\sigma_{cm}}{2} \quad \sigma_{cm} = (0.0034 \cdot m_r^{0.8}) \cdot \sigma_c \cdot [1.029 + 0.025 \cdot e^{(-0.01 \cdot m_r)}]^{2SF}$							
Input data							
Layers	$z_0$ [m]	$\gamma_n$ [ $kNm^{-3}$ ]	$\sigma_v$ [kPa]	$\sigma_T$ [kPa]	$\sigma_c$ [kPa]	$m_r$ [-]	GSI [-]
Protesi	11.2	23.0	0	0	5000	6	30
0	0	0.0	0	0	5000	6	30
0	0	0.0	0	0	5000	6	30
0	0	0.0	0	0	5000	6	30
Results							
$\Delta H$ [m]	$\gamma_n$ [ $kNm^{-3}$ ]	$\sigma_c$ [kPa]	$m_r$ [-]	GSI [-]	$\sigma_0$ [kPa]	$\sigma_{cm}$ [kPa]	$s_u$ [kPa]
11.2	23.0	5000.0	6.0	30.0	257.6	250.2	125.1
0.0	0.0	5000.0	6.0	30.0	257.6	250.2	125.1
0.0	0.0	5000.0	6.0	30.0	257.6	250.2	125.1
0.0	0.0	5000.0	6.0	30.0	257.6	250.2	125.1
Stability ratio			N	[-]	2.1		
Elastoplastic deformations							
$N_s = \frac{\sigma_0}{C_u} - \frac{2 \cdot \sigma_0}{\sigma_{cm}} \quad \lambda_s = \frac{1}{K_p + 1} \left[ K_p - 1 + \frac{2}{N} \right]$							
Panet (1990)							
Stability ratio	N	[-]	2.1				
Passive earth pressure	$K_p$	[-]	3.690				
Deconfinement	$\lambda_e$	[-]	0.78				
Stable face							

Tamez & Conejo (1985)

Geotechnical properties

Overburden layers	$\Delta H$ [m]	$\gamma_n$ [kNm <sup>-3</sup> ]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]	Excavated layers	$\Delta H$ [m]	$\gamma_n$ [kNm <sup>-3</sup> ]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]
Fc 3	5.0	23.0	45	24.0	Fc 3	7.2	23.0	45	24.0

Tunnel geometry

Type of ground	CF/F	CF	Shallow tunnel (Z<3D)	
Total Overburden	Z [m]	5.0	Equivalent tunnel diameter	$D_{eq}$ [m]
Depth of water table	W [m]	10000	Earth coefficient at rest	$k_0$ [-]
Excavated height	h [m]	7.2	Depth coefficient	$k_s$ [-]
Tunnel's width	b [m]	18.80	Height of mass load at crown	$H_p$ [m]
Free span length	a [m]	1.0	Length of prisms in advance	$L_p$ [m]

Prismatic volume properties

Aver. weight of load mass	$\gamma_n$ [kNm <sup>-3</sup> ]	23.0	Aver. weight of Excav. layers	$\gamma_e$ [kNm <sup>-3</sup> ]	23.0
Aver. cohesion of load mass	$c'_n$ [kPa]	45.0	Aver. cohesion of Excav. layers	$c'_e$ [kPa]	45.0
Aver. friction of load mass	$\phi'_n$ [°]	24.0	Aver. friction of load mass	$\phi'_e$ [°]	24.0

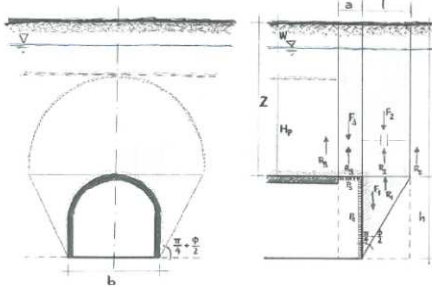
Effective soil press. at crown	$\sigma'_v$ [kPa]	115	hydraulic press. at crown	$u$ [kPa]	0
--------------------------------	-------------------	-----	---------------------------	-----------	---

Shear resistance and Safety factor at Diagnosis phase

Shear resistance (prism 3)	$\tau_{max}$ [kPa]	45	Safety factor (prism 3)	$FS_3$	4.12
Shear resistance (prisms 1-2)	$\tau_{max}$ [kPa]	77	Safety factor (MΣFR/MSFA)	$FS_p$	1.34

Permitted free span length	$a_{max}$ [m]	1.5	Obtained safety factor	SF	1.34
Pressure on primary supports	$P_p$ [kPa]	103	Requested safety factor	$SF_R$	2.00
Required pressure at face	$P_f$ [kPa]	38			

Prismatic volume gravitating over the crown system of forces



Broms & Bennermark (1967)

$$N = \frac{\sigma'_v + \gamma z_n - \sigma'_t}{s_u}$$

where  $\gamma$  is unit weight of the soil,  
 $s_u$  is undrained shear strength of the soil at tunnel axis level,  
 $\sigma'_v$  is surface surcharge pressure,  
 $\sigma'_t$  is tunnel support pressure, and  
 $z_n$  is depth to the tunnel axis

$$s_u = \frac{\sigma'_{cm}}{2}$$

$$\sigma'_{cm} = (0.0034 \cdot m_i^{0.8}) \cdot \sigma'_c \cdot [1.029 + 0.025 \cdot e^{(-0.01 \cdot m_i)}]^{2.57}$$

Input data

Layers	$z_0$ [m]	$\gamma_n$ [kNm <sup>-3</sup> ]	$\sigma'_s$ [kPa]	$\sigma'_t$ [kPa]	$\sigma'_c$ [kPa]	$m_i$ [-]	GSI [-]
Fc 3	8.6	23.0					
0	0	0.0	0	0	5000	6	30
0	0	0.0					
0	0	0.0					

Results

$\Delta H$ [m]	$\gamma_n$ [kNm <sup>-3</sup> ]	$\sigma'_c$ [kPa]	$m_i$ [-]	GSI [-]	$\sigma'_0$ [kPa]	$\sigma'_{cm}$ [kPa]	$s_u$ [kPa]
8.6	23.0						
0.0	0.0	5000.0	6.0	30.0	197.8	250.2	125.1
0.0	0.0						
0.0	0.0						

Stability ratio	N	[-]	1.6
-----------------	---	-----	-----

Elastic deformations

Panet (1990)

$N_s = \frac{\sigma'_0}{C_u} = \frac{2 \cdot \sigma'_0}{\sigma'_{cm}}$	$\lambda_s = \frac{1}{K_p + 1} \left[ K_p - 1 + \frac{2}{N} \right]$	Stability ratio	N	[-]	1.6
		Passive earth pressure	$K_p$	[-]	2.371
		Deconfinement	$\lambda_s$	[-]	0.78

Stable face

Tamez & Conejo (1985)

Geotechnical properties

Overburden layers	$\Delta H$ [m]	$\gamma_n$ [kNm <sup>-3</sup> ]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]	Excavated layers	$\Delta H$ [m]	$\gamma_n$ [kNm <sup>-3</sup> ]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]
Fc 2	0.0	0.0	0	0.0	Fc 2	7.2	23.0	135	29.0
Fc 3	10.0	23.0	45	24.0					

Tunnel geometry

Type of ground	CF/F	CF	Shallow tunnel (Z<3D)	
Total Overburden	Z [m]	10.0	Equivalent tunnel diameter	$D_{eq}$ [m]
Depth of water table	W [m]	10000.0	Earth coefficient at rest	$k_0$ [-]
Excavated height	h [m]	7.2	Depth coefficient	$k_s$ [-]
Tunnel's width	b [m]	18.80	Height of mass load at crown	$H_p$ [m]
Free span length	a [m]	1.0	Length of prisms in advance	$L_p$ [m]

Prismatic volume properties

Aver. weight of load mass	$\gamma_n$ [kNm <sup>-3</sup> ]	23.0	Aver. weight of Excav. layers	$\gamma_e$ [kNm <sup>-3</sup> ]	23.0
Aver. cohesion of load mass	$c'_n$ [kPa]	45.0	Aver. cohesion of Excav. layers	$c'_e$ [kPa]	135.0
Aver. friction of load mass	$\phi'_n$ [°]	24.0	Aver. friction of load mass	$\phi'_e$ [°]	29.0

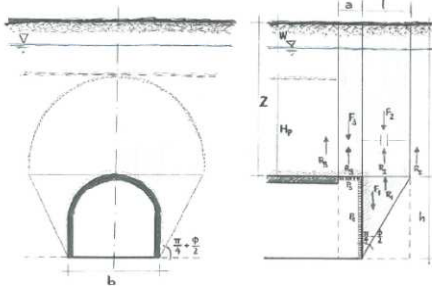
Effective soil press. at crown	$\sigma'_v$ [kPa]	230	hydraulic press. at crown	$u$ [kPa]	0
--------------------------------	-------------------	-----	---------------------------	-----------	---

Shear resistance and Safety factor at Diagnosis phase

Shear resistance (prism 3)	$\tau_{m3}$ [kPa]	45	Safety factor (prism 3)	$FS_3$	4.12
Shear resistance (prisms 1-2)	$\tau_{m2}$ [kPa]	142	Safety factor (MΣFR/MSFA)	$FS_F$	2.26

Permitted free span length	$a_{max}$ [m]	1.5	Obtained safety factor	SF	2.26
Pressure on primary supports	$P_p$ [kPa]	206	Requested safety factor	$SF_R$	2.00
Required pressure at face	$P_r$ [kPa]	0			

Prismatic volume gravitating over the crown system of forces



Broms & Bennermark (1967)

$$N = \frac{\sigma'_v + \gamma z_n - \sigma'_t}{s_u}$$

where  $\gamma$  is unit weight of the soil,  
 $s_u$  is undrained shear strength of the soil at tunnel axis level,  
 $\sigma'_v$  is surface surcharge pressure,  
 $\sigma'_t$  is tunnel support pressure, and  
 $z_n$  is depth to the tunnel axis

$$s_u = \frac{\sigma'_{cm}}{2}$$

$$\sigma'_{cm} = (0.0034 \cdot m_i^{0.8}) \cdot \sigma'_c \cdot [1.029 + 0.025 \cdot e^{(-0.01 \cdot m_i)}]^{2SF}$$

Input data

Layers	$z_0$ [m]	$\gamma_n$ [kNm <sup>-3</sup> ]	$\sigma'_s$ [kPa]	$\sigma'_t$ [kPa]	$\sigma'_c$ [kPa]	$m_i$ [-]	GSI [-]
Fc 2	3.6	0.0	0	0	10500	8	40
Fc 3	10	23.0					
0	0	0.0					
0	0	0.0					

Results

$\Delta H$ [m]	$\gamma_n$ [kNm <sup>-3</sup> ]	$\sigma'_c$ [kPa]	$m_i$ [-]	GSI [-]	$\sigma'_0$ [kPa]	$\sigma'_{cm}$ [kPa]	$s_u$ [kPa]
3.6	0.0	10500.0	8.0	40.0	230.0	913.8	456.9
10.0	23.0						
0.0	0.0						
0.0	0.0						

Stability ratio	N	[-]	0.5
-----------------	---	-----	-----

Neglectable deformations

Panet (1990)

$N_s = \frac{\sigma'_0}{C_u} = \frac{2 \cdot \sigma'_0}{\sigma'_{cm}}$	$\lambda_s = \frac{1}{K_p + 1} \left[ K_p - 1 + \frac{2}{N} \right]$	Stability ratio	N	[-]	0.5
		Passive earth pressure	$K_0$	[-]	2.371
		Deconfinement	$\lambda_e$	[-]	1.59

Stable face

Tamez & Conejo (1985)

Geotechnical properties

Overburden layers	$\Delta H$ [m]	$\gamma_n$ [kNm <sup>-3</sup> ]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]	Excavated layers	$\Delta H$ [m]	$\gamma_n$ [kNm <sup>-3</sup> ]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]
Fc 2	5.0	23.0	135	29.0	Fc 2	7.7	23.0	135	29.0
Fc 3	10.0	23.0	45	24.0					

Tunnel geometry

Type of ground	CF/F	CF	Shallow tunnel (Z<3D)	
Total Overburden	Z [m]	15.0	Equivalent tunnel diameter	$D_{eq}$ [m]
Depth of water table	W [m]	10000.0	Earth coefficient at rest	$k_0$ [-]
Excavated height	h [m]	7.7	Depth coefficient	$k_s$ [-]
Tunnel's width	b [m]	18.80	Height of mass load at crown	$H_p$ [m]
Free span length	a [m]	1.0	Length of prisms in advance	$L_p$ [m]

Prismatic volume properties

Aver. weight of load mass	$\gamma_n$ [kNm <sup>-3</sup> ]	23.0	Aver. weight of Excav. layers	$\gamma_e$ [kNm <sup>-3</sup> ]	23.0
Aver. cohesion of load mass	$c'_n$ [kPa]	75.0	Aver. cohesion of Excav. layers	$c'_e$ [kPa]	135.0
Aver. friction of load mass	$\phi'_n$ [°]	25.7	Aver. friction of load mass	$\phi'_e$ [°]	29.0

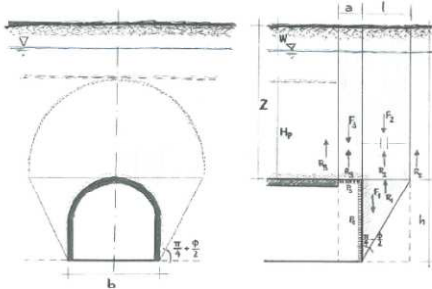
Effective soil press. at crown	$\sigma'_v$ [kPa]	345	hydraulic press. at crown	u [kPa]	0
--------------------------------	-------------------	-----	---------------------------	---------	---

Shear resistance and Safety factor at Diagnosis phase

Shear resistance (prism 3)	$\tau_{max}$ [kPa]	75	Safety factor (prism 3)	$FS_3$	6.87
Shear resistance (prisms 1-2)	$\tau_{max}$ [kPa]	172	Safety factor (MΣFR/MSFA)	$FS_p$	2.35

Permitted free span length	$a_{max}$ [m]	2.8	Obtained safety factor	SF	2.35
Pressure on primary supports	$P_p$ [kPa]	285	Requested safety factor	$SF_R$	2.00
Required pressure at face	$P_f$ [kPa]	0			

Prismatic volume gravitating over the crown system of forces



Broms & Bennermark (1967)

$$N = \frac{\sigma'_v + \gamma z_n - \sigma'_t}{s_u}$$

where  $\gamma$  is unit weight of the soil,  
 $s_u$  is undrained shear strength of the soil at tunnel axis level,  
 $\sigma'_v$  is surface surcharge pressure,  
 $\sigma'_t$  is tunnel support pressure, and  
 $z_n$  is depth to the tunnel axis

$$s_u = \frac{\sigma'_{cm}}{2}$$

$$\sigma'_{cm} = (0.0034 \cdot m_i^{0.8}) \cdot \sigma'_c \cdot [1.029 + 0.025 \cdot e^{(-0.01 \cdot m_i)}]^{2SF}$$

Input data

Layers	$z_0$ [m]	$\gamma_n$ [kNm <sup>-3</sup> ]	$\sigma'_s$ [kPa]	$\sigma'_t$ [kPa]	$\sigma'_c$ [kPa]	$m_i$ [-]	GSI [-]
Fc 2	8.85	23.0	0	0	10500	8	40
Fc 3	10	23.0					
0	0	0.0					
0	0	0.0					

Results

$\Delta H$ [m]	$\gamma_n$ [kNm <sup>-3</sup> ]	$\sigma'_c$ [kPa]	$m_i$ [-]	GSI [-]	$\sigma'_0$ [kPa]	$\sigma'_{cm}$ [kPa]	$s_u$ [kPa]
8.9	23.0	10500.0	8.0	40.0	433.6	913.8	456.9
10.0	23.0						
0.0	0.0						
0.0	0.0						

Stability ratio	N	[-]	0.9
-----------------	---	-----	-----

Neglectable deformations

Panet (1990)

$N_s = \frac{\sigma'_0}{C_u} = \frac{2 \cdot \sigma'_0}{\sigma'_{cm}}$	$\lambda_s = \frac{1}{K_p + 1} \left[ K_p - 1 + \frac{2}{N} \right]$	Stability ratio	N	[-]	0.9
		Passive earth pressure	$K_0$	[-]	2.528
		Deconfinement	$\lambda_e$	[-]	1.03

Stable face

Tamez & Conejo (1985)

Geotechnical properties

Overburden layers	$\Delta H$ [m]	$\gamma_n$ [kNm <sup>-3</sup> ]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]	Excavated layers	$\Delta H$ [m]	$\gamma_n$ [kNm <sup>-3</sup> ]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]
Fc 2	12.0	23.0	135	29.0	Fc 2	7.7	23.0	135	29.0
Fc 3	10.0	23.0	45	24.0					

Tunnel geometry

Type of ground	CF/F	CF	Shallow tunnel (Z<3D)	
Total Overburden	Z [m]	22.0	Equivalent tunnel diameter	$D_{eq}$ [m]
Depth of water table	W [m]	10000.0	Earth coefficient at rest	$k_0$ [-]
Excavated height	h [m]	7.7	Depth coefficient	$k_s$ [-]
Tunnel's width	b [m]	18.80	Height of mass load at crown	$H_p$ [m]
Free span length	a [m]	1.0	Length of prisms in advance	$L_p$ [m]

Prismatic volume properties

Aver. weight of load mass	$\gamma_n$ [kNm <sup>-3</sup> ]	23.0	Aver. weight of Excav. layers	$\gamma_e$ [kNm <sup>-3</sup> ]	23.0
Aver. cohesion of load mass	$c'_n$ [kPa]	94.1	Aver. cohesion of Excav. layers	$c'_e$ [kPa]	135.0
Aver. friction of load mass	$\phi'_n$ [°]	26.7	Aver. friction of load mass	$\phi'_e$ [°]	29.0

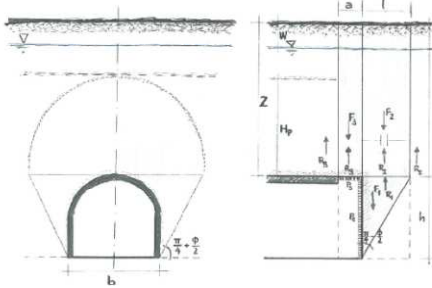
Effective soil press. at crown	$\sigma'_v$ [kPa]	506	hydraulic press. at crown	u [kPa]	0
--------------------------------	-------------------	-----	---------------------------	---------	---

Shear resistance and Safety factor at Diagnosis phase

Shear resistance (prism 3)	$\tau_{m3}$ [kPa]	94	Safety factor (prism 3)	$FS_3$	8.62
Shear resistance (prisms 1-2)	$\tau_{m2}$ [kPa]	191	Safety factor (MΣFR/MSFA)	$FS_F$	2.45

Permitted free span length	$a_{max}$ [m]	3.8	Obtained safety factor	SF	2.45
Pressure on primary supports	$P_p$ [kPa]	396	Requested safety factor	$SF_R$	2.00
Required pressure at face	$P_r$ [kPa]	0			

Prismatic volume gravitating over the crown system of forces



Broms & Bennermark (1967)

$$N = \frac{\sigma'_v + \gamma z_n - \sigma'_t}{s_u}$$

where  $\gamma$  is unit weight of the soil,  
 $s_u$  is undrained shear strength of the soil at tunnel axis level,  
 $\sigma'_v$  is surface surcharge pressure,  
 $\sigma'_t$  is tunnel support pressure, and  
 $z_n$  is depth to the tunnel axis

$$s_u = \frac{\sigma'_{cm}}{2}$$

$$\sigma'_{cm} = (0.0034 \cdot m_i^{0.8}) \cdot \sigma'_c \cdot [1.029 + 0.025 \cdot e^{(-0.01 \cdot m_i)}]^{2.57}$$

Input data

Layers	$z_0$ [m]	$\gamma_n$ [kNm <sup>-3</sup> ]	$\sigma'_s$ [kPa]	$\sigma'_t$ [kPa]	$\sigma'_c$ [kPa]	$m_i$ [-]	GSI [-]
Fc 2	15.85	23.0	0	0	10500	8	40
Fc 3	10	23.0					
0	0	0.0					
0	0	0.0					

Results

$\Delta H$ [m]	$\gamma_n$ [kNm <sup>-3</sup> ]	$\sigma'_c$ [kPa]	$m_i$ [-]	GSI [-]	$\sigma'_s$ [kPa]	$\sigma'_{cm}$ [kPa]	$s_u$ [kPa]
15.9	23.0	10500.0	8.0	40.0	594.6	913.8	456.9
10.0	23.0						
0.0	0.0						
0.0	0.0						

Stability ratio	N	[-]	1.3
-----------------	---	-----	-----

Elastic deformations

Panet (1990)

$N_s = \frac{\sigma'_s}{C_u} = \frac{2 \cdot \sigma'_s}{\sigma'_{cm}}$	$\lambda_s = \frac{1}{K_p + 1} \left[ K_p - 1 + \frac{2}{N_s} \right]$	Stability ratio	N	[-]	1.3
		Passive earth pressure	$K_p$	[-]	2.635
		Deconfinement	$\lambda_s$	[-]	0.87

Stable face

Tamez & Conejo (1985)

Geotechnical properties

Overburden layers	$\Delta H$ [m]	$\gamma_n$ [kNm <sup>-3</sup> ]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]	Excavated layers	$\Delta H$ [m]	$\gamma_n$ [kNm <sup>-3</sup> ]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]
Fc 2	12.0	23.0	135	29.0	Fc 2	9.8	23.0	135	29.0
Fc 3	10.0	23.0	45	24.0					

Tunnel geometry

Type of ground	CF/F	CF	Shallow tunnel (Z<3D)	
Total Overburden	Z [m]	22.0	Equivalent tunnel diameter	$D_{eq}$ [m]
Depth of water table	W [m]	10000.0	Earth coefficient at rest	$k_0$ [-]
Excavated height	h [m]	9.8	Depth coefficient	$k_s$ [-]
Tunnel's width	b [m]	24.50	Height of mass load at crown	$H_p$ [m]
Free span length	a [m]	1.0	Length of prisms in advance	$L_p$ [m]

Prismatic volume properties

Aver. weight of load mass	$\gamma_n$ [kNm <sup>-3</sup> ]	23.0	Aver. weight of Excav. layers	$\gamma_e$ [kNm <sup>-3</sup> ]	23.0
Aver. cohesion of load mass	$c'_n$ [kPa]	94.1	Aver. cohesion of Excav. layers	$c'_e$ [kPa]	135.0
Aver. friction of load mass	$\phi'_n$ [°]	26.7	Aver. friction of load mass	$\phi'_e$ [°]	29.0

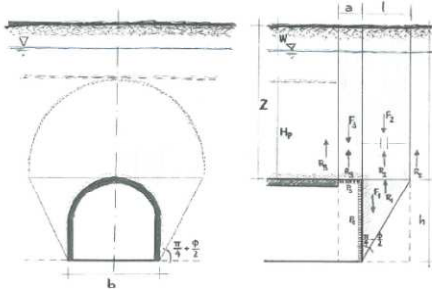
Effective soil press. at crown	$\sigma'_v$ [kPa]	506	hydraulic press. at crown	u [kPa]	0
--------------------------------	-------------------	-----	---------------------------	---------	---

Shear resistance and Safety factor at Diagnosis phase

Shear resistance (prism 3)	$\tau_{m3}$ [kPa]	94	Safety factor (prism 3)	$FS_3$	8.52
Shear resistance (prisms 1-2)	$\tau_{m2}$ [kPa]	191	Safety factor (MΣFR/MSFA)	$FS_F$	2.08

Permitted free span length	$a_{max}$ [m]	3.5	Obtained safety factor	SF	2.08
Pressure on primary supports	$P_p$ [kPa]	422	Requested safety factor	$SF_R$	2.00
Required pressure at face	$P_r$ [kPa]	0			

Prismatic volume gravitating over the crown system of forces



Broms & Bennermark (1967)

$$N = \frac{\sigma'_v + \gamma z_n - \sigma'_t}{s_u}$$

where  $\gamma$  is unit weight of the soil,  
 $s_u$  is undrained shear strength of the soil at tunnel axis level,  
 $\sigma'_v$  is surface surcharge pressure,  
 $\sigma'_t$  is tunnel support pressure, and  
 $z_n$  is depth to the tunnel axis

$$s_u = \frac{\sigma'_{cm}}{2}$$

$$\sigma'_{cm} = (0.0034 \cdot m_i^{0.8}) \cdot \sigma'_c \cdot [1.029 + 0.025 \cdot e^{(-0.01 \cdot m_i)}]^{2SF}$$

Input data

Layers	$z_0$ [m]	$\gamma_n$ [kNm <sup>-3</sup> ]	$\sigma'_s$ [kPa]	$\sigma'_t$ [kPa]	$\sigma'_c$ [kPa]	$m_i$ [-]	GSI [-]
Fc 2	16.9	23.0	0	0	10500	8	40
Fc 3	10	23.0					
0	0	0.0					
0	0	0.0					

Results

$\Delta H$ [m]	$\gamma_n$ [kNm <sup>-3</sup> ]	$\sigma'_c$ [kPa]	$m_i$ [-]	GSI [-]	$\sigma'_s$ [kPa]	$\sigma'_{cm}$ [kPa]	$s_u$ [kPa]
16.9	23.0	10500.0	8.0	40.0	618.7	913.8	456.9
10.0	23.0						
0.0	0.0						
0.0	0.0						

Stability ratio	N	[-]	1.4
-----------------	---	-----	-----

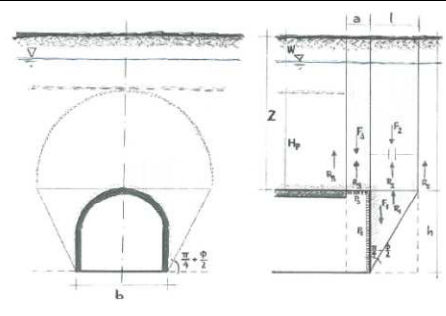
Elastic deformations

Panet (1990)

$N_s = \frac{\sigma'_s}{C_u} = \frac{2 \cdot \sigma'_s}{\sigma'_{cm}}$	$\lambda_s = \frac{1}{K_p + 1} \left[ K_p - 1 + \frac{2}{N_s} \right]$	Stability ratio	N	[-]	1.4
		Passive earth pressure	$K_p$	[-]	2.635
		Deconfinement	$\lambda_s$	[-]	0.86

Stable face



Tamez & Conejo (1985)									
Geotechnical properties									
Overburden layers	$\Delta H$ [m]	$\gamma_n$ [ $\text{kNm}^{-3}$ ]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]	Excavated layers	$\Delta H$ [m]	$\gamma_n$ [ $\text{kNm}^{-3}$ ]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]
Fc 2	12.0	23.0	135	29.0	Fc 2	11.9	23.0	135	29.0
Fc 3	10.0	23.0	45	24.0					
Tunnel geometry									
Type of ground	CF/F	CF	Shallow tunnel (Z<3D)						
Total Overburden	Z [m]	22.0	Equivalent tunnel diameter	$D_{eq}$ [m]	18.2				
Depth of water table	W [m]	10000.0	Earth coefficient at rest	$k_0$ [-]	0.3				
Excavated height	h [m]	11.9	Depth coefficient	$k_s$ [-]	0.5				
Tunnel's width	b [m]	29.20	Height of mass load at crown	$H_p$ [m]	22.0				
Free span length	a [m]	1.0	Length of prisms in advance	$L_p$ [m]	7.0				
Prismatic volume properties									
Aver. weight of load mass	$\gamma_n$ [ $\text{kNm}^{-3}$ ]	23.0	Aver. weight of Excav. layers	$\gamma_n$ [ $\text{kNm}^{-3}$ ]	23.0				
Aver. cohesion of load mass	$c'_n$ [kPa]	94.1	Aver. cohesion of Excav. layers	$c'_n$ [kPa]	135.0				
Aver. friction of load mass	$\phi'_n$ [°]	26.7	Aver. friction of load mass	$\phi'_n$ [°]	29.0				
Effective soil press. at crown	$\sigma'_v$ [kPa]	506	hydraulic press. at crown	u [kPa]	0				
Shear resistance and Safety factor at Diagnosis phase									
Shear resistance (prism 3)	$\tau_{m3}$ [kPa]	94	Safety factor (prism 3)	$FS_3$	8.46				
Shear resistance (prisms 1-2)	$\tau_{m2}$ [kPa]	191	Safety factor (MΣFR/MSFA)	$FS_p$	1.83				
Permitted free span length	$a_{max}$ [m]	3.4	Obtained safety factor	SF	1.83				
Pressure on primary supports	$P_p$ [kPa]	435	Requested safety factor	$SF_R$	2.00				
Required pressure at face	$P_f$ [kPa]	43							
Prismatic volume gravitating over the crown system of forces									
									

Broms & Bennermark (1967)						
$N = \frac{\sigma'_v + \gamma z_n - \sigma'_t}{s_u}$						
where $\gamma$ is unit weight of the soil, $s_u$ is undrained shear strength of the soil at tunnel axis level, $\sigma'_v$ is surface surcharge pressure, $\sigma'_t$ is tunnel support pressure, and $z_n$ is depth to the tunnel axis						
$s_u = \frac{\sigma'_{cm}}{2} \quad \sigma'_{cm} = (0.0034 \cdot m_i^{0.8}) \cdot \sigma'_c \cdot [1.029 + 0.025 \cdot e^{(-0.01 \cdot m_i)}]^{2.57}$						
Input data						
Layers	$z_0$ [m]	$\gamma_n$ [ $\text{kNm}^{-3}$ ]	$\sigma'_s$ [kPa]	$\sigma'_t$ [kPa]	$\sigma'_c$ [kPa]	GSI [-]
Fc 2	17.95	23.0	0	0	10500	8
Fc 3	10	23.0				
0	0	0.0				
0	0	0.0				
Results						
$\Delta H$ [m]	$\gamma_n$ [ $\text{kNm}^{-3}$ ]	$\sigma'_c$ [kPa]	$m_i$ [-]	GSI [-]	$\sigma'_0$ [kPa]	$\sigma'_{cm}$ [kPa]
18.0	23.0	10500.0	8.0	40.0	642.9	913.8
10.0	23.0					
0.0	0.0					
0.0	0.0					
Stability ratio						
			N	[-]	1.4	
Elastic deformations						
$N_s = \frac{\sigma'_0}{C_u} = \frac{2 \cdot \sigma'_0}{\sigma'_{cm}} \quad \lambda_s = \frac{1}{K_p + 1} \left[ K_p - 1 + \frac{2}{N} \right]$						
Panet (1990)						
Stability ratio	N	[-]	1.4			
Passive earth pressure	$K_p$	[-]	2.635			
Deconfinement	$\lambda_s$	[-]	0.84			
Stable face						

## 13.2. Stabilità del fronte – Terapia

### 13.2.1. Cunicoli di piedritto

Camerone III Valico - AEXCAV. [m2] = **69**


**ROCKSOIL** S.p.A.

FACE STABILITY ANALYSIS - TAMEZ-CONEJO

THERAPY PHASE

Parametro non influente al  
fine del calcolo

sezione Tipo 1

## Geotechnical properties

Overburden layers	$\Delta H$ [m]	$\gamma_n$ [ $\text{kNm}^{-3}$ ]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]	Excavated layers	$\Delta H$ [m]	$\gamma_n$ [ $\text{kNm}^{-3}$ ]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]
Fc_2	2	23	135	29	Fc_2	10.6	23	135	29
Fc_3	10	23	45	24	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

## Tunnel geometry

Type of ground	CF/F	CF	Shallow tunnel ( $Z < 3D$ )		
Total Overburden	Z [m]	12.0	Equivalent tunnel diameter	$D_{eq}$ [m]	9.4
Depth of water table	W [m]	1000.0	Earth coefficient at rest	$k_0$ [-]	0.3
Excavated height	h [m]	10.6	Depth coefficient	$k_A$ [-]	0.5
Tunnel's width	b [m]	7.7	Height of mass load at crown	$H_p$ [m]	12.0
Free span length	a [m]	1.0	Length of prisms in advance	$L_p$ [m]	6.2

## Injection modality

Grout injection properties			Face bolt properties		
Cubic compression resistance	$R_{ck}$ [MPa]	25.0	Tensile resistance of bar	$\sigma_b$ [MPa]	600.0
Injection influence ratio	$i_i$ [-]	1	Tensile resistance at joint	$\sigma_j$ [MPa]	600.0
Curing factor	$\gamma_c$ [-]	1.0	Shear resistance of bar	$\sigma_s$ [MPa]	100.0
Material's safety factor	$\gamma_f$ [-]	1.6	Drilling diameter	$\phi_{dril}$ [mm]	100.0
Mortar's poission ratio	$v_c$ [-]	0.2	External diameter	$\phi_{ext}$ [mm]	60.0
Elastic module of mortar	$E_c$ [GPa]	20.0	Tube's Thickness	$th_b$ [mm]	10.0
Grout-soil bond	$\tau_a$ [kPa]	120.0	Overlapping length	$L_{LAP}$ [m]	6.0
Injection penetrability coeff.	$\alpha_i$ [-]	1.0	Joint step	$i_{joint}$ [m]	15.0
ULS resistance of mortar	$\alpha_c$ [-]	15.6	Resistance area of single bar	$A_b$ [ $\text{mm}^2$ ]	1570.8

## Improved face properties

Shear force resist. of bars	$T_t$ [kN]	157.1	Adopted number of bars	$N_b$ [-]	34.0
Tensile force resist. of bars	$T_T$ [kN]	942.5	N° of bars for unit of area	$n_b$ [ $\text{m}^{-2}$ ]	0.49
Pull-out resistance of bars	$T_F$ [kN]	226.2	Confining pressure	$\Delta\sigma_3$ [kPa]	111.5
Max. resistance offerd by bars	$T_{max}$ [kN]	226.2	Increment of cohesion	$\Delta c'$ [kPa]	94.6
			Improved cohesion at face	$c'_{eq}$ [kPa]	229.6

## Prismatic volume properties

Aver. weight of load mass	$\gamma_p$ [ $\text{kNm}^{-3}$ ]	23.0	Aver. weight of Excav. layers	$\gamma_E$ [ $\text{kNm}^{-3}$ ]	23.0
Aver. cohesion of load mass	$c'_p$ [kPa]	60.0	Aver. cohesion of Excav. layers	$c'_E$ [kPa]	135.0
Aver. friction of load mass	$\phi'_p$ [°]	24.8	Aver. friction of load mass	$\phi'_E$ [°]	29.0
Effective soil press. at crown	$\sigma'_v$ [kPa]	276	hydraulic press. at crown	u [kPa]	0

## Shear resistance and Safety factor at Diagnosis phase

Shear resistance (prism 3)	$\tau_{m3}$ [kPa]	137	Safety factor (prism 3)	$FS_3$	13.50
Shear resistance (prisms 1-2)	$\tau_{m2}$ [kPa]	226	Safety factor (MΣFR/MSFA)	$FS_F$	4.62
Permitted free span length	$a_{max}$ [m]	-115.6	Obtained safety factor	SF	4.62
Pressure on primary supports	$P_s$ [kPa]	62	Requested safety factor	$SF_R$	2.00
Requerd pressure at face	$P_E$ [kPa]	0			

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



IG5102ECVROGN160X001A00

Foglio  
120 di  
209

Camerone III Valico - AEXCAV. [m2] = **98**


**ROCKSOIL** S.p.A.

FACE STABILITY ANALYSIS - TAMEZ-CONEJO

THERAPY PHASE

sezione Tipo 1

Parametro non influente al  
fine del calcolo

## Geotechnical properties

Overburden layers	$\Delta H$ [m]	$\gamma_n$ [ $\text{kNm}^{-3}$ ]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]	Excavated layers	$\Delta H$ [m]	$\gamma_n$ [ $\text{kNm}^{-3}$ ]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]
Fc_2	7	23	135	29	Fc_2	10.6	23	135	29
Fc_3	10	23	45	24					

## Tunnel geometry

Type of ground	CF/F	CF	Shallow tunnel ( $Z < 3D$ )	
Total Overburden	Z [m]	17.0	Equivalent tunnel diameter	$D_{eq}$ [m]
Depth of water table	W [m]	1000.0	Earth coefficient at rest	$k_0$ [-]
Excavated height	h [m]	10.6	Depth coefficient	$k_A$ [-]
Tunnel's width	b [m]	7.7	Height of mass load at crown	$H_p$ [m]
Free span length	a [m]	1.0	Length of prisms in advance	$L_p$ [m]

## Injection modality

Grout injection properties		Face bolt properties	
Cubic compression resistance $R_{ck}$ [MPa]	25.0	Tensile resistance of bar $\sigma_b$ [MPa]	600.0
Injection influence ratio $i_i$ [-]	1	Tensile resistance at joint $\sigma_j$ [MPa]	600.0
Curing factor $\gamma_c$ [-]	1.0	Shear resistance of bar $\sigma_s$ [MPa]	100.0
Material's safety factor $\gamma_f$ [-]	1.6	Drilling diameter $\phi_{dril}$ [mm]	100.0
Mortar's poission ratio $\nu_c$ [-]	0.2	External diameter $\phi_{ext}$ [mm]	60.0
Elastic module of mortar $E_c$ [GPa]	20.0	Tube's Thickness $th_b$ [mm]	10.0
Grout-soil bond $\tau_a$ [kPa]	120.0	Overlapping length $L_{LAP}$ [m]	6.0
Injection penetrability coeff. $\alpha_i$ [-]	1.0	Joint step $i_{joint}$ [m]	15.0
ULS resistance of mortar $\alpha_c$ [-]	15.6	Resistance area of single bar $A_b$ [ $\text{mm}^2$ ]	1570.8

## Improved face properties

Shear force resist. of bars $T_t$ [kN]	157.1	Adopted number of bars $N_b$ [-]	34.0
Tensile force resist. of bars $T_T$ [kN]	942.5	N° of bars for unit of area $n_b$ [ $\text{m}^{-2}$ ]	0.35
Pull-out resistance of bars $T_F$ [kN]	226.2	Confining pressure $\Delta\sigma_3$ [kPa]	78.5
Max. resistance offerd by bars $T_{max}$ [kN]	226.2	Increment of cohesion $\Delta c'$ [kPa]	66.6
		Improved cohesion at face $c'_{eq}$ [kPa]	201.6

## Prismatic volume properties

Aver. weight of load mass $\gamma_p$ [ $\text{kNm}^{-3}$ ]	23.0	Aver. weight of Excav. layers $\gamma_E$ [ $\text{kNm}^{-3}$ ]	23.0
Aver. cohesion of load mass $c'_p$ [kPa]	82.1	Aver. cohesion of Excav. layers $c'_E$ [kPa]	135.0
Aver. friction of load mass $\phi'_p$ [°]	26.1	Aver. friction of load mass $\phi'_E$ [°]	29.0
Effective soil press. at crown $\sigma'_v$ [kPa]	391	hydraulic press. at crown $u$ [kPa]	0

## Shear resistance and Safety factor at Diagnosis phase


Shear resistance (prism 3) $\tau_{m3}$ [kPa]	137	Safety factor (prism 3) $FS_3$	13.42
Shear resistance (prisms 1-2) $\tau_{m2}$ [kPa]	227	Safety factor (MΣFR/MSFA) $FS_F$	4.21
Permitted free span length $a_{max}$ [m]	-140.9	Obtained safety factor $SF$	4.21
Pressure on primary supports $P_s$ [kPa]	90	Requested safety factor $SF_R$	2.00
Requerd pressure at face $P_E$ [kPa]	0		

Camerone III Valico - AEXCAV. [m2] = 98


 S.p.A.

FACE STABILITY ANALYSIS - TAMEZ-CONEJO

THERAPY PHASE

 Parametro non influente al  
fine del calcolo

sezione Tipo 1

## Geotechnical properties

Overburden layers	$\Delta H$ [m]	$\gamma_n$ [ $\text{kNm}^{-3}$ ]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]	Excavated layers	$\Delta H$ [m]	$\gamma_n$ [ $\text{kNm}^{-3}$ ]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]
Fc_2	12	23	135	29	Fc_2	10.6	23	135	29
Fc_3	10	23	45	24					

## Tunnel geometry

Type of ground	CF/F	CF	Shallow tunnel ( $Z < 3D$ )		
Total Overburden	Z [m]	22.0	Equivalent tunnel diameter	$D_{eq}$ [m]	11.2
Depth of water table	W [m]	1000.0	Earth coefficient at rest	$k_0$ [-]	0.3
Excavated height	h [m]	10.6	Depth coefficient	$k_A$ [-]	0.5
Tunnel's width	b [m]	7.7	Height of mass load at crown	$H_p$ [m]	22.0
Free span length	a [m]	1.0	Length of prisms in advance	$L_p$ [m]	6.2

## Injection modality

Grout injection properties			Face bolt properties		
Cubic compression resistance	$R_{ck}$ [MPa]	25.0	Tensile resistance of bar	$\sigma_b$ [MPa]	600.0
Injection influence ratio	$i_i$ [-]	1	Tensile resistance at joint	$\sigma_j$ [MPa]	600.0
Curing factor	$\gamma_c$ [-]	1.0	Shear resistance of bar	$\sigma_s$ [MPa]	100.0
Material's safety factor	$\gamma_f$ [-]	1.6	Drilling diameter	$\phi_{dril}$ [mm]	100.0
Mortar's position ratio	$v_c$ [-]	0.2	External diameter	$\phi_{ext}$ [mm]	60.0
Elastic module of mortar	$E_c$ [GPa]	20.0	Tube's Thickness	$th_b$ [mm]	10.0
Grout-soil bond	$\tau_a$ [kPa]	120.0	Overlapping length	$L_{LAP}$ [m]	6.0
Injection penetrability coeff.	$\alpha_i$ [-]	1.0	Joint step	$i_{joint}$ [m]	15.0
ULS resistance of mortar	$\alpha_c$ [-]	15.6	Resistance area of single bar	$A_b$ [ $\text{mm}^2$ ]	1570.8

## Improved face properties

Shear force resist. of bars	$T_t$ [kN]	157.1	Adopted number of bars	$N_b$ [-]	34.0
Tensile force resist. of bars	$T_T$ [kN]	942.5	N° of bars for unit of area	$n_b$ [ $\text{m}^{-2}$ ]	0.35
Pull-out resistance of bars	$T_F$ [kN]	226.2	Confining pressure	$\Delta\sigma_3$ [kPa]	78.5
Max. resistance offered by bars	$T_{max}$ [kN]	226.2	Increment of cohesion	$\Delta c'$ [kPa]	66.6
			Improved cohesion at face	$c'_{eq}$ [kPa]	201.6

## Prismatic volume properties

Aver. weight of load mass	$\gamma_p$ [ $\text{kNm}^{-3}$ ]	23.0	Aver. weight of Excav. layers	$\gamma_E$ [ $\text{kNm}^{-3}$ ]	23.0
Aver. cohesion of load mass	$c'_p$ [kPa]	94.1	Aver. cohesion of Excav. layers	$c'_E$ [kPa]	135.0
Aver. friction of load mass	$\phi'_p$ [°]	26.7	Aver. friction of load mass	$\phi'_E$ [°]	29.0
Effective soil press. at crown	$\sigma'_v$ [kPa]	506	hydraulic press. at crown	u [kPa]	0

## Shear resistance and Safety factor at Diagnosis phase


Shear resistance (prism 3)	$\tau_{m3}$ [kPa]	149	Safety factor (prism 3)	$FS_3$	14.60
Shear resistance (prisms 1-2)	$\tau_{m2}$ [kPa]	240	Safety factor (MΣFR/MSFA)	$FS_F$	4.32
Permitted free span length	$a_{max}$ [m]	-36.3	Obtained safety factor	SF	4.32
Pressure on primary supports	$P_s$ [kPa]	81	Requested safety factor	$SF_R$	2.00
Required pressure at face	$P_E$ [kPa]	0			

Camerone III Valico - AEXCAV. [m2] = 98


 S.p.A.

FACE STABILITY ANALYSIS - TAMEZ-CONEJO

THERAPY PHASE

 Parametro non influente al  
fine del calcolo

sezione Tipo 1

## Geotechnical properties

Overburden layers	$\Delta H$ [m]	$\gamma_n$ [ $\text{kNm}^{-3}$ ]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]	Excavated layers	$\Delta H$ [m]	$\gamma_n$ [ $\text{kNm}^{-3}$ ]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]
Fc_2	19	23	135	29	Fc_2	10.6	23	135	29
Fc_3	10	23	45	24					

## Tunnel geometry

Type of ground	CF/F	CF	Shallow tunnel ( $Z < 3D$ )		
Total Overburden	Z [m]	29.0	Equivalent tunnel diameter	$D_{eq}$ [m]	11.2
Depth of water table	W [m]	1000.0	Earth coefficient at rest	$k_0$ [-]	0.3
Excavated height	h [m]	10.6	Depth coefficient	$k_A$ [-]	0.5
Tunnel's width	b [m]	7.7	Height of mass load at crown	$H_p$ [m]	29.0
Free span length	a [m]	1.0	Length of prisms in advance	$L_p$ [m]	6.2

## Injection modality

Grout injection properties			Face bolt properties		
Cubic compression resistance	$R_{ck}$ [MPa]	25.0	Tensile resistance of bar	$\sigma_b$ [MPa]	600.0
Injection influence ratio	$i_i$ [-]	1	Tensile resistance at joint	$\sigma_j$ [MPa]	600.0
Curing factor	$\gamma_c$ [-]	1.0	Shear resistance of bar	$\sigma_s$ [MPa]	100.0
Material's safety factor	$\gamma_f$ [-]	1.6	Drilling diameter	$\phi_{dril}$ [mm]	100.0
Mortar's poission ratio	$v_c$ [-]	0.2	External diameter	$\phi_{ext}$ [mm]	60.0
Elastic module of mortar	$E_c$ [GPa]	20.0	Tube's Thickness	$th_b$ [mm]	10.0
Grout-soil bond	$\tau_a$ [kPa]	120.0	Overlapping length	$L_{LAP}$ [m]	6.0
Injection penetrability coeff.	$\alpha_i$ [-]	1.0	Joint step	$i_{joint}$ [m]	15.0
ULS resistance of mortar	$\alpha_c$ [-]	15.6	Resistance area of single bar	$A_b$ [ $\text{mm}^2$ ]	1570.8

## Improved face properties

Shear force resist. of bars	$T_t$ [kN]	157.1	Adopted number of bars	$N_b$ [-]	34.0
Tensile force resist. of bars	$T_T$ [kN]	942.5	N° of bars for unit of area	$n_b$ [ $\text{m}^{-2}$ ]	0.35
Pull-out resistance of bars	$T_F$ [kN]	226.2	Confining pressure	$\Delta\sigma_3$ [kPa]	78.5
Max. resistance offerd by bars	$T_{max}$ [kN]	226.2	Increment of cohesion	$\Delta c'$ [kPa]	66.6
			Improved cohesion at face	$c'_{eq}$ [kPa]	201.6

## Prismatic volume properties

Aver. weight of load mass	$\gamma_p$ [ $\text{kNm}^{-3}$ ]	23.0	Aver. weight of Excav. layers	$\gamma_E$ [ $\text{kNm}^{-3}$ ]	23.0
Aver. cohesion of load mass	$c'_p$ [kPa]	104.0	Aver. cohesion of Excav. layers	$c'_E$ [kPa]	135.0
Aver. friction of load mass	$\phi'_p$ [°]	27.3	Aver. friction of load mass	$\phi'_E$ [°]	29.0
Effective soil press. at crown	$\sigma'_v$ [kPa]	667	hydraulic press. at crown	u [kPa]	0

## Shear resistance and Safety factor at Diagnosis phase

Shear resistance (prism 3)	$\tau_{m3}$ [kPa]	158	Safety factor (prism 3)	$FS_3$	15.57
Shear resistance (prisms 1-2)	$\tau_{m2}$ [kPa]	249	Safety factor (MΣFR/MSFA)	$FS_F$	4.42
Permitted free span length	$a_{max}$ [m]	-23.8	Obtained safety factor	SF	4.42
Pressure on primary supports	$P_s$ [kPa]	70	Requested safety factor	$SF_R$	2.00
Requerd pressure at face	$P_E$ [kPa]	0			



Camerone III Valico - AEXCAV. [m2] = **106**


**ROCKSOIL** S.p.A.

FACE STABILITY ANALYSIS - TAMEZ-CONEJO

THERAPY PHASE

Parametro non influente al  
fine del calcolo

sezione Tipo 2-3

## Geotechnical properties

Overburden layers	$\Delta H$ [m]	$\gamma_n$ [ $\text{kNm}^{-3}$ ]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]	Excavated layers	$\Delta H$ [m]	$\gamma_n$ [ $\text{kNm}^{-3}$ ]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]
Fc_2	22	23	135	29	Fc_2	11.75	23	135	29
Fc_3	10	23	45	24					

## Tunnel geometry

Type of ground	CF/F	CF	Shallow tunnel ( $Z < 3D$ )		
Total Overburden	Z [m]	32.0	Equivalent tunnel diameter	$D_{eq}$ [m]	11.6
Depth of water table	W [m]	1000.0	Earth coefficient at rest	$k_0$ [-]	0.3
Excavated height	h [m]	11.8	Depth coefficient	$k_A$ [-]	0.5
Tunnel's width	b [m]	10.6	Height of mass load at crown	$H_p$ [m]	32.0
Free span length	a [m]	1.0	Length of prisms in advance	$L_p$ [m]	6.9

## Injection modality

Grout injection properties			Face bolt properties		
Cubic compression resistance	$R_{ck}$ [MPa]	25.0	Tensile resistance of bar	$\sigma_b$ [MPa]	600.0
Injection influence ratio	$i_i$ [-]	1	Tensile resistance at joint	$\sigma_j$ [MPa]	600.0
Curing factor	$\gamma_c$ [-]	1.0	Shear resistance of bar	$\sigma_s$ [MPa]	100.0
Material's safety factor	$\gamma_f$ [-]	1.6	Drilling diameter	$\phi_{dril}$ [mm]	100.0
Mortar's position ratio	$v_c$ [-]	0.2	External diameter	$\phi_{ext}$ [mm]	60.0
Elastic module of mortar	$E_c$ [GPa]	20.0	Tube's Thickness	$th_b$ [mm]	10.0
Grout-soil bond	$\tau_a$ [kPa]	120.0	Overlapping length	$L_{LAP}$ [m]	6.0
Injection penetrability coeff.	$\alpha_i$ [-]	1.0	Joint step	$i_{joint}$ [m]	15.0
ULS resistance of mortar	$\alpha_c$ [-]	15.6	Resistance area of single bar	$A_b$ [ $\text{mm}^2$ ]	1570.8

## Improved face properties

Shear force resist. of bars	$T_t$ [kN]	157.1	Adopted number of bars	$N_b$ [-]	50.0
Tensile force resist. of bars	$T_T$ [kN]	942.5	N° of bars for unit of area	$n_b$ [ $\text{m}^{-2}$ ]	0.47
Pull-out resistance of bars	$T_F$ [kN]	226.2	Confining pressure	$\Delta\sigma_3$ [kPa]	106.7
Max. resistance offered by bars	$T_{max}$ [kN]	226.2	Increment of cohesion	$\Delta c'$ [kPa]	90.6
			Improved cohesion at face	$c'_{eq}$ [kPa]	225.6

## Prismatic volume properties

Aver. weight of load mass	$\gamma_p$ [ $\text{kNm}^{-3}$ ]	23.0	Aver. weight of Excav. layers	$\gamma_E$ [ $\text{kNm}^{-3}$ ]	23.0
Aver. cohesion of load mass	$c'_p$ [kPa]	106.9	Aver. cohesion of Excav. layers	$c'_E$ [kPa]	135.0
Aver. friction of load mass	$\phi'_p$ [°]	27.4	Aver. friction of load mass	$\phi'_E$ [°]	29.0
Effective soil press. at crown	$\sigma'_v$ [kPa]	736	hydraulic press. at crown	u [kPa]	0

## Shear resistance and Safety factor at Diagnosis phase

Shear resistance (prism 3)	$\tau_{m3}$ [kPa]	181	Safety factor (prism 3)	$FS_3$	17.22
Shear resistance (prisms 1-2)	$\tau_{m2}$ [kPa]	270	Safety factor (MΣFR/MSFA)	$FS_F$	4.06
Permitted free span length	$a_{max}$ [m]	510.0	Obtained safety factor	SF	4.06
Pressure on primary supports	$P_s$ [kPa]	190	Requested safety factor	$SF_R$	2.00
Required pressure at face	$P_E$ [kPa]	0			


## 13.2.2. Calotta

Caemrone III Valico - AEXCAV. [m2] = 244.6


 S.p.A.

FACE STABILITY ANALYSIS - TAMEZ-CONEJO

THERAPY PHASE

 Parametro non influente al  
fine del calcolo

sezione Tipo 1P

## Geotechnical properties

Overburden layers	$\Delta H$ [m]	$\gamma_n$ [ $\text{kNm}^{-3}$ ]	$c'$ [kPa]	$\phi$ [°]
Protesi	4	23	105	35
0	0	0	0	0
0	0	0	0	0
0	0	0	0	0

Excavated layers	$\Delta H$ [m]	$\gamma_n$ [ $\text{kNm}^{-3}$ ]	$c'$ [kPa]	$\phi$ [°]
Fc 3	14.4	23	45	24
0	0	0	0	0
0	0	0	0	0
0	0	0	0	0

## Tunnel geometry

Type of ground	CF/F	CF
Total Overburden	Z [m]	4.0
Depth of water table	W [m]	1000.0
Excavated height	h [m]	14.4
Tunnel's width	b [m]	20.4
Free span length	a [m]	1.0

Shallow tunnel (Z<3D)		
Equivalent tunnel diameter	$D_{eq}$ [m]	17.6
Earth coefficient at rest	$k_0$ [-]	0.3
Depth coefficient	$k_A$ [-]	0.5
Height of mass load at crown	$H_p$ [m]	4.0
Length of prisms in advance	$L_p$ [m]	9.4

## Injection modality

Grout injection properties		
Cubic compression resistance	$R_{ck}$ [MPa]	25.0
Injection influence ratio	$i_i$ [-]	1
Curing factor	$\gamma_c$ [-]	1.0
Material's safety factor	$\gamma_f$ [-]	1.6
Mortar's position ratio	$v_c$ [-]	0.2
Elastic module of mortar	$E_c$ [GPa]	20.0
Grout-soil bond	$\tau_a$ [kPa]	120.0
Injection penetrability coeff.	$\alpha_i$ [-]	1.0
ULS resistance of mortar	$\alpha_c$ [-]	15.6

Face bolt properties		
Tensile resistance of bar	$\sigma_b$ [MPa]	600.0
Tensile resistance at joint	$\sigma_j$ [MPa]	600.0
Shear resistance of bar	$\sigma_s$ [MPa]	100.0
Drilling diameter	$\phi_{dril}$ [mm]	100.0
External diameter	$\phi_{ext}$ [mm]	60.0
Tube's Thickness	$th_b$ [mm]	10.0
Overlapping length	$L_{LAP}$ [m]	12.0
Joint step	$i_{joint}$ [m]	24.0
Resistance area of single bar	$A_b$ [mm <sup>2</sup> ]	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]	452.4
Max. resistance offered by bars	$T_{max}$ [kN]	452.4

Adopted number of bars	$N_b$ [-]	150.0
N° of bars for unit of area	$n_b$ [m <sup>-2</sup> ]	0.61
Confining pressure	$\Delta\sigma_3$ [kPa]	277.4
Increment of cohesion	$\Delta c'$ [kPa]	213.6
Improved cohesion at face	$c'_{eq}$ [kPa]	258.6

## Prismatic volume properties

Aver. weight of load mass	$\gamma_p$ [ $\text{kNm}^{-3}$ ]	23.0
Aver. cohesion of load mass	$c'_p$ [kPa]	105.0
Aver. friction of load mass	$\phi'_p$ [°]	35.0

Aver. weight of Excav. layers	$\gamma_E$ [ $\text{kNm}^{-3}$ ]	23.0
Aver. cohesion of Excav. layers	$c'_E$ [kPa]	45.0
Aver. friction of load mass	$\phi'_E$ [°]	24.0

Effective soil press. at crown	$\sigma'_v$ [kPa]	92
--------------------------------	-------------------	----

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

## Shear resistance and Safety factor at Diagnosis phase

Shear resistance (prism 3)	$\tau_{m3}$ [kPa]	201
Shear resistance (prisms 1-2)	$\tau_{m2}$ [kPa]	292

Safety factor (prism 3)	$FS_3$	18.37
Safety factor (MΣFR/MSFA)	$FS_F$	4.65

Permitted free span length	$a_{max}$ [m]	13.6
Pressure on primary supports	$P_s$ [kPa]	53
Requird pressure at face	$P_E$ [kPa]	0


Obtained safety factor	SF	4.65
Requested safety factor	$SF_R$	2.00

Caemrone III Valico - AEXCAV. [m2] = 105


 S.p.A.

FACE STABILITY ANALYSIS - TAMEZ-CONEJO

THERAPY PHASE

 Parametro non influente al  
fine del calcolo

sezione Tipo 1

## Geotechnical properties

Overburden layers	$\Delta H$ [m]	$\gamma_n$ [ $\text{kNm}^{-3}$ ]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]	Excavated layers	$\Delta H$ [m]	$\gamma_n$ [ $\text{kNm}^{-3}$ ]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]
Fc_3	5	23	45	24	Fc_3	7.2	23	45	24
0	0	0	0	0					

## Tunnel geometry

Type of ground	CF/F	CF	Shallow tunnel ( $Z < 3D$ )		
Total Overburden	Z [m]	5.0	Equivalent tunnel diameter	$D_{eq}$ [m]	11.6
Depth of water table	W [m]	1000.0	Earth coefficient at rest	$k_0$ [-]	0.3
Excavated height	h [m]	7.2	Depth coefficient	$k_A$ [-]	0.5
Tunnel's width	b [m]	18.8	Height of mass load at crown	$H_p$ [m]	5.0
Free span length	a [m]	1.0	Length of prisms in advance	$L_p$ [m]	4.7

## Injection modality

Grout injection properties			Face bolt properties		
Cubic compression resistance	$R_{ck}$ [MPa]	25.0	Tensile resistance of bar	$\sigma_b$ [MPa]	600.0
Injection influence ratio	$i_i$ [-]	1	Tensile resistance at joint	$\sigma_j$ [MPa]	600.0
Curing factor	$\gamma_c$ [-]	1.0	Shear resistance of bar	$\sigma_s$ [MPa]	100.0
Material's safety factor	$\gamma_f$ [-]	1.6	Drilling diameter	$\phi_{dril}$ [mm]	100.0
Mortar's position ratio	$v_c$ [-]	0.2	External diameter	$\phi_{ext}$ [mm]	60.0
Elastic module of mortar	$E_c$ [GPa]	20.0	Tube's Thickness	$th_b$ [mm]	10.0
Grout-soil bond	$\tau_a$ [kPa]	120.0	Overlapping length	$L_{LAP}$ [m]	12.0
Injection penetrability coeff.	$\alpha_i$ [-]	1.0	Joint step	$i_{joint}$ [m]	24.0
ULS resistance of mortar	$\alpha_c$ [-]	15.6	Resistance area of single bar	$A_b$ [ $\text{mm}^2$ ]	1570.8

## Improved face properties

Shear force resist. of bars	$T_t$ [kN]	157.1	Adopted number of bars	$N_b$ [-]	55.0
Tensile force resist. of bars	$T_T$ [kN]	942.5	N° of bars for unit of area	$n_b$ [ $\text{m}^{-2}$ ]	0.52
Pull-out resistance of bars	$T_F$ [kN]	452.4	Confining pressure	$\Delta\sigma_3$ [kPa]	237.0
Max. resistance offered by bars	$T_{max}$ [kN]	452.4	Increment of cohesion	$\Delta c'$ [kPa]	182.4
			Improved cohesion at face	$c'_{eq}$ [kPa]	227.4

## Prismatic volume properties

Aver. weight of load mass	$\gamma_p$ [ $\text{kNm}^{-3}$ ]	23.0	Aver. weight of Excav. layers	$\gamma_E$ [ $\text{kNm}^{-3}$ ]	23.0
Aver. cohesion of load mass	$c'_p$ [kPa]	45.0	Aver. cohesion of Excav. layers	$c'_E$ [kPa]	45.0
Aver. friction of load mass	$\phi'_p$ [°]	24.0	Aver. friction of load mass	$\phi'_E$ [°]	24.0

Effective soil press. at crown	$\sigma_v$ [kPa]	115	hydraulic press. at crown	u [kPa]	0
--------------------------------	------------------	-----	---------------------------	---------	---

## Shear resistance and Safety factor at Diagnosis phase

Shear resistance (prism 3)	$\tau_{m3}$ [kPa]	127	Safety factor (prism 3)	$FS_3$	11.66
Shear resistance (prisms 1-2)	$\tau_{m2}$ [kPa]	209	Safety factor (MΣFR/MSFA)	$FS_F$	5.50


Permitted free span length	$a_{max}$ [m]	6.1	Obtained safety factor	SF	5.50
Pressure on primary supports	$P_s$ [kPa]	81	Requested safety factor	$SF_R$	2.00
Required pressure at face	$P_E$ [kPa]	0			

Caemrone III Valico - AEXCAV. [m2] = 105


 S.p.A.

FACE STABILITY ANALYSIS - TAMEZ-CONEJO

THERAPY PHASE

 Parametro non influente al  
fine del calcolo

sezione Tipo 1

## Geotechnical properties

Overburden layers	$\Delta H$ [m]	$\gamma_n$ [ $\text{kNm}^{-3}$ ]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]	Excavated layers	$\Delta H$ [m]	$\gamma_n$ [ $\text{kNm}^{-3}$ ]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]
Fc_2	0	0	0	0	Fc_2	7.2	23	135	29
Fc_3	10	23	45	24					

## Tunnel geometry

Type of ground	CF/F	CF	Shallow tunnel ( $Z < 3D$ )		
Total Overburden	Z [m]	10.0	Equivalent tunnel diameter	$D_{eq}$ [m]	11.6
Depth of water table	W [m]	1000.0	Earth coefficient at rest	$k_0$ [-]	0.3
Excavated height	h [m]	7.2	Depth coefficient	$k_A$ [-]	0.5
Tunnel's width	b [m]	18.8	Height of mass load at crown	$H_p$ [m]	10.0
Free span length	a [m]	1.0	Length of prisms in advance	$L_p$ [m]	4.2

## Injection modality

Grout injection properties			Face bolt properties		
Cubic compression resistance	$R_{ck}$ [MPa]	25.0	Tensile resistance of bar	$\sigma_b$ [MPa]	600.0
Injection influence ratio	$i_i$ [-]	1	Tensile resistance at joint	$\sigma_j$ [MPa]	600.0
Curing factor	$\gamma_c$ [-]	1.0	Shear resistance of bar	$\sigma_s$ [MPa]	100.0
Material's safety factor	$\gamma_f$ [-]	1.6	Drilling diameter	$\phi_{dril}$ [mm]	100.0
Mortar's poission ratio	$v_c$ [-]	0.2	External diameter	$\phi_{ext}$ [mm]	60.0
Elastic module of mortar	$E_c$ [GPa]	20.0	Tube's Thickness	$th_b$ [mm]	10.0
Grout-soil bond	$\tau_a$ [kPa]	120.0	Overlapping length	$L_{LAP}$ [m]	12.0
Injection penetrability coeff.	$\alpha_i$ [-]	1.0	Joint step	$i_{joint}$ [m]	24.0
ULS resistance of mortar	$\alpha_c$ [-]	15.6	Resistance area of single bar	$A_b$ [ $\text{mm}^2$ ]	1570.8

## Improved face properties

Shear force resist. of bars	$T_t$ [kN]	157.1	Adopted number of bars	$N_b$ [-]	55.0
Tensile force resist. of bars	$T_T$ [kN]	942.5	N° of bars for unit of area	$n_b$ [ $\text{m}^{-2}$ ]	0.52
Pull-out resistance of bars	$T_F$ [kN]	452.4	Confining pressure	$\Delta\sigma_3$ [kPa]	237.0
Max. resistance offerd by bars	$T_{max}$ [kN]	452.4	Increment of cohesion	$\Delta c'$ [kPa]	201.1
			Improved cohesion at face	$c'_{eq}$ [kPa]	336.1

## Prismatic volume properties

Aver. weight of load mass	$\gamma_p$ [ $\text{kNm}^{-3}$ ]	23.0	Aver. weight of Excav. layers	$\gamma_E$ [ $\text{kNm}^{-3}$ ]	23.0
Aver. cohesion of load mass	$c'_p$ [kPa]	45.0	Aver. cohesion of Excav. layers	$c'_E$ [kPa]	135.0
Aver. friction of load mass	$\phi'_p$ [°]	24.0	Aver. friction of load mass	$\phi'_E$ [°]	29.0
Effective soil press. at crown	$\sigma'_v$ [kPa]	230	hydraulic press. at crown	u [kPa]	0

## Shear resistance and Safety factor at Diagnosis phase

Shear resistance (prism 3)	$\tau_{m3}$ [kPa]	127	Safety factor (prism 3)	$FS_3$	11.66
Shear resistance (prisms 1-2)	$\tau_{m2}$ [kPa]	287	Safety factor (MΣFR/MSFA)	$FS_F$	5.66
Permitted free span length	$a_{max}$ [m]	6.1	Obtained safety factor	SF	5.66
Pressure on primary supports	$P_s$ [kPa]	162	Requested safety factor	$SF_R$	2.00
Requerd pressure at face	$P_E$ [kPa]	0			

Caemrone III Valico - AEXCAV. [m2] = **105**


**ROCKSOIL** S.p.A.

FACE STABILITY ANALYSIS - TAMEZ-CONEJO

THERAPY PHASE

Parametro non influente al  
fine del calcolo

sezione Tipo 1

## Geotechnical properties

Overburden layers	$\Delta H$ [m]	$\gamma_n$ [ $\text{kNm}^{-3}$ ]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]	Excavated layers	$\Delta H$ [m]	$\gamma_n$ [ $\text{kNm}^{-3}$ ]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]
Fc_2	5	23	135	29	Fc_2	7.7	23	135	29
Fc_3	10	23	45	24					

## Tunnel geometry

Type of ground	CF/F	CF	Shallow tunnel ( $Z < 3D$ )		
Total Overburden	Z [m]	15.0	Equivalent tunnel diameter	$D_{eq}$ [m]	11.6
Depth of water table	W [m]	1000.0	Earth coefficient at rest	$k_0$ [-]	0.3
Excavated height	h [m]	7.7	Depth coefficient	$k_A$ [-]	0.5
Tunnel's width	b [m]	18.8	Height of mass load at crown	$H_p$ [m]	15.0
Free span length	a [m]	1.0	Length of prisms in advance	$L_p$ [m]	4.5

## Injection modality

Grout injection properties			Face bolt properties		
Cubic compression resistance	$R_{ck}$ [MPa]	25.0	Tensile resistance of bar	$\sigma_b$ [MPa]	600.0
Injection influence ratio	$i_i$ [-]	1	Tensile resistance at joint	$\sigma_j$ [MPa]	600.0
Curing factor	$\gamma_c$ [-]	1.0	Shear resistance of bar	$\sigma_s$ [MPa]	100.0
Material's safety factor	$\gamma_f$ [-]	1.6	Drilling diameter	$\phi_{dril}$ [mm]	100.0
Mortar's position ratio	$v_c$ [-]	0.2	External diameter	$\phi_{ext}$ [mm]	60.0
Elastic module of mortar	$E_c$ [GPa]	20.0	Tube's Thickness	$th_b$ [mm]	10.0
Grout-soil bond	$\tau_a$ [kPa]	120.0	Overlapping length	$L_{LAP}$ [m]	12.0
Injection penetrability coeff.	$\alpha_i$ [-]	1.0	Joint step	$i_{joint}$ [m]	24.0
ULS resistance of mortar	$\alpha_c$ [-]	15.6	Resistance area of single bar	$A_b$ [ $\text{mm}^2$ ]	1570.8

## Improved face properties

Shear force resist. of bars	$T_t$ [kN]	157.1	Adopted number of bars	$N_b$ [-]	55.0
Tensile force resist. of bars	$T_T$ [kN]	942.5	N° of bars for unit of area	$n_b$ [ $\text{m}^{-2}$ ]	0.52
Pull-out resistance of bars	$T_F$ [kN]	452.4	Confining pressure	$\Delta\sigma_3$ [kPa]	237.0
Max. resistance offered by bars	$T_{max}$ [kN]	452.4	Increment of cohesion	$\Delta c'$ [kPa]	201.1
			Improved cohesion at face	$c'_{eq}$ [kPa]	336.1

## Prismatic volume properties

Aver. weight of load mass	$\gamma_p$ [ $\text{kNm}^{-3}$ ]	23.0	Aver. weight of Excav. layers	$\gamma_E$ [ $\text{kNm}^{-3}$ ]	23.0
Aver. cohesion of load mass	$c'_p$ [kPa]	75.0	Aver. cohesion of Excav. layers	$c'_E$ [kPa]	135.0
Aver. friction of load mass	$\phi'_p$ [°]	25.7	Aver. friction of load mass	$\phi'_E$ [°]	29.0

Effective soil press. at crown	$\sigma'_v$ [kPa]	345	hydraulic press. at crown	u [kPa]	0
--------------------------------	-------------------	-----	---------------------------	---------	---

## Shear resistance and Safety factor at Diagnosis phase

Shear resistance (prism 3)	$\tau_{m3}$ [kPa]	157	Safety factor (prism 3)	$FS_3$	14.40
Shear resistance (prisms 1-2)	$\tau_{m2}$ [kPa]	317	Safety factor (MΣFR/MSFA)	$FS_F$	5.23


Permitted free span length	$a_{max}$ [m]	8.9	Obtained safety factor	SF	5.23
Pressure on primary supports	$P_s$ [kPa]	220	Requested safety factor	$SF_R$	2.00
Required pressure at face	$P_E$ [kPa]	0			

Caemrone III Valico - AEXCAV. [m2] = 105


 S.p.A.

FACE STABILITY ANALYSIS - TAMEZ-CONEJO

THERAPY PHASE

 Parametro non influente al  
fine del calcolo

sezione Tipo 1

## Geotechnical properties

Overburden layers	$\Delta H$ [m]	$\gamma_n$ [ $\text{kNm}^{-3}$ ]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]	Excavated layers	$\Delta H$ [m]	$\gamma_n$ [ $\text{kNm}^{-3}$ ]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]
Fc_2	12	23	135	29	Fc_2	7.7	23	135	29
Fc_3	10	23	45	24					

## Tunnel geometry

Type of ground	CF/F	CF	Shallow tunnel ( $Z < 3D$ )		
Total Overburden	Z [m]	22.0	Equivalent tunnel diameter	$D_{eq}$ [m]	11.6
Depth of water table	W [m]	1000.0	Earth coefficient at rest	$k_0$ [-]	0.3
Excavated height	h [m]	7.7	Depth coefficient	$k_A$ [-]	0.5
Tunnel's width	b [m]	18.8	Height of mass load at crown	$H_p$ [m]	22.0
Free span length	a [m]	1.0	Length of prisms in advance	$L_p$ [m]	4.5

## Injection modality

Grout injection properties			Face bolt properties		
Cubic compression resistance $R_{ck}$ [MPa]		25.0	Tensile resistance of bar $\sigma_b$ [MPa]		600.0
Injection influence ratio $i_i$ [-]		1	Tensile resistance at joint $\sigma_j$ [MPa]		600.0
Curing factor $\gamma_c$ [-]		1.0	Shear resistance of bar $\sigma_s$ [MPa]		100.0
Material's safety factor $\gamma_f$ [-]		1.6	Drilling diameter $\phi_{dril}$ [mm]		100.0
Mortar's poission ratio $v_c$ [-]		0.2	External diameter $\phi_{ext}$ [mm]		60.0
Elastic module of mortar $E_c$ [GPa]		20.0	Tube's Thickness $th_b$ [mm]		10.0
Grout-soil bond $\tau_a$ [kPa]		120.0	Overlapping length $L_{LAP}$ [m]		12.0
Injection penetrability coeff. $\alpha_i$ [-]		1.0	Joint step $i_{joint}$ [m]		24.0
ULS resistance of mortar $\alpha_c$ [-]		15.6	Resistance area of single bar $A_b$ [ $\text{mm}^2$ ]		1570.8

## Improved face properties

Shear force resist. of bars $T_t$ [kN]		157.1	Adopted number of bars $N_b$ [-]		55.0
Tensile force resist. of bars $T_T$ [kN]		942.5	N° of bars for unit of area $n_b$ [ $\text{m}^{-2}$ ]		0.52
Pull-out resistance of bars $T_F$ [kN]		452.4	Confining pressure $\Delta\sigma_3$ [kPa]		237.0
Max. resistance offerd by bars $T_{max}$ [kN]		452.4	Increment of cohesion $\Delta c'$ [kPa]		201.1
			Improved cohesion at face $c'_{eq}$ [kPa]		336.1

## Prismatic volume properties

Aver. weight of load mass $\gamma_p$ [ $\text{kNm}^{-3}$ ]		23.0	Aver. weight of Excav. layers $\gamma_E$ [ $\text{kNm}^{-3}$ ]		23.0
Aver. cohesion of load mass $c'_p$ [kPa]		94.1	Aver. cohesion of Excav. layers $c'_E$ [kPa]		135.0
Aver. friction of load mass $\phi'_p$ [°]		26.7	Aver. friction of load mass $\phi'_E$ [°]		29.0
Effective soil press. at crown $\sigma'_v$ [kPa]		506	hydraulic press. at crown $u$ [kPa]		0

## Shear resistance and Safety factor at Diagnosis phase


Shear resistance (prism 3) $\tau_{m3}$ [kPa]		176	Safety factor (prism 3) $FS_3$		16.15
Shear resistance (prisms 1-2) $\tau_{m2}$ [kPa]		337	Safety factor (MΣFR/MSFA) $FS_F$		4.98
Permitted free span length $a_{max}$ [m]		11.2	Obtained safety factor $SF$		4.98
Pressure on primary supports $P_s$ [kPa]		300	Requested safety factor $SF_R$		2.00
Requerd pressure at face $P_E$ [kPa]		0			

Caemrone III Valico - AEXCAV. [m2] = **178.6**


**ROCKSOIL** S.p.A.

FACE STABILITY ANALYSIS - TAMEZ-CONEJO

THERAPY PHASE

 Parametro non influente al  
fine del calcolo

sezione Tipo 2

## Geotechnical properties

Overburden layers	$\Delta H$ [m]	$\gamma_n$ [ $\text{kNm}^{-3}$ ]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]	Excavated layers	$\Delta H$ [m]	$\gamma_n$ [ $\text{kNm}^{-3}$ ]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]
Fc_2	12	23	135	29	Fc_2	9.8	23	135	29
Fc_3	10	23	45	24					

## Tunnel geometry

Type of ground	CF/F	CF	Shallow tunnel ( $Z < 3D$ )		
Total Overburden	Z [m]	22.0	Equivalent tunnel diameter	$D_{eq}$ [m]	15.1
Depth of water table	W [m]	1000.0	Earth coefficient at rest	$k_0$ [-]	0.3
Excavated height	h [m]	9.8	Depth coefficient	$k_A$ [-]	0.5
Tunnel's width	b [m]	24.5	Height of mass load at crown	$H_p$ [m]	22.0
Free span length	a [m]	1.0	Length of prisms in advance	$L_p$ [m]	5.8

## Injection modality

Grout injection properties			Face bolt properties		
Cubic compression resistance	$R_{ck}$ [MPa]	25.0	Tensile resistance of bar	$\sigma_b$ [MPa]	600.0
Injection influence ratio	$i_i$ [-]	1	Tensile resistance at joint	$\sigma_j$ [MPa]	600.0
Curing factor	$\gamma_c$ [-]	1.0	Shear resistance of bar	$\sigma_s$ [MPa]	100.0
Material's safety factor	$\gamma_f$ [-]	1.6	Drilling diameter	$\phi_{dril}$ [mm]	100.0
Mortar's position ratio	$v_c$ [-]	0.2	External diameter	$\phi_{ext}$ [mm]	60.0
Elastic module of mortar	$E_c$ [GPa]	20.0	Tube's Thickness	$th_b$ [mm]	10.0
Grout-soil bond	$\tau_a$ [kPa]	120.0	Overlapping length	$L_{LAP}$ [m]	12.0
Injection penetrability coeff.	$\alpha_i$ [-]	1.0	Joint step	$i_{joint}$ [m]	24.0
ULS resistance of mortar	$\alpha_c$ [-]	15.6	Resistance area of single bar	$A_b$ [ $\text{mm}^2$ ]	1570.8

## Improved face properties

Shear force resist. of bars	$T_t$ [kN]	157.1	Adopted number of bars	$N_b$ [-]	70.0
Tensile force resist. of bars	$T_T$ [kN]	942.5	N° of bars for unit of area	$n_b$ [ $\text{m}^{-2}$ ]	0.39
Pull-out resistance of bars	$T_F$ [kN]	452.4	Confining pressure	$\Delta\sigma_3$ [kPa]	177.3
Max. resistance offered by bars	$T_{max}$ [kN]	452.4	Increment of cohesion	$\Delta c'$ [kPa]	150.5
			Improved cohesion at face	$c'_{eq}$ [kPa]	285.5

## Prismatic volume properties

Aver. weight of load mass	$\gamma_p$ [ $\text{kNm}^{-3}$ ]	23.0	Aver. weight of Excav. layers	$\gamma_E$ [ $\text{kNm}^{-3}$ ]	23.0
Aver. cohesion of load mass	$c'_p$ [kPa]	94.1	Aver. cohesion of Excav. layers	$c'_E$ [kPa]	135.0
Aver. friction of load mass	$\phi'_p$ [°]	26.7	Aver. friction of load mass	$\phi'_E$ [°]	29.0
Effective soil press. at crown	$\sigma'_v$ [kPa]	506	hydraulic press. at crown	u [kPa]	0

## Shear resistance and Safety factor at Diagnosis phase

Shear resistance (prism 3)	$\tau_{m3}$ [kPa]	156	Safety factor (prism 3)	$FS_3$	14.09
Shear resistance (prisms 1-2)	$\tau_{m2}$ [kPa]	300	Safety factor ( $M\Sigma FR/MSFA$ )	$FS_F$	3.75
Permitted free span length	$a_{max}$ [m]	7.1	Obtained safety factor	SF	3.75
Pressure on primary supports	$P_s$ [kPa]	366	Requested safety factor	$SF_R$	2.00
Required pressure at face	$P_E$ [kPa]	0			




Caemrone III Valico - AEXCAV. [m2] = 260


 S.p.A.

FACE STABILITY ANALYSIS - TAMEZ-CONEJO

THERAPY PHASE

 Parametro non influente al  
fine del calcolo

sezione Tipo 3

## Geotechnical properties

Overburden layers	$\Delta H$ [m]	$\gamma_n$ [ $\text{kNm}^{-3}$ ]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]	Excavated layers	$\Delta H$ [m]	$\gamma_n$ [ $\text{kNm}^{-3}$ ]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]
Fc_2	12	23	135	29	Fc_2	11.9	23	135	29
Fc_3	10	23	45	24					

## Tunnel geometry

Type of ground	CF/F	CF	Shallow tunnel ( $Z < 3D$ )		
Total Overburden	Z [m]	22.0	Equivalent tunnel diameter	$D_{eq}$ [m]	18.2
Depth of water table	W [m]	1000.0	Earth coefficient at rest	$k_0$ [-]	0.3
Excavated height	h [m]	11.9	Depth coefficient	$k_A$ [-]	0.5
Tunnel's width	b [m]	29.2	Height of mass load at crown	$H_p$ [m]	22.0
Free span length	a [m]	1.0	Length of prisms in advance	$L_p$ [m]	7.0

## Injection modality

Grout injection properties			Face bolt properties		
Cubic compression resistance	$R_{ck}$ [MPa]	25.0	Tensile resistance of bar	$\sigma_b$ [MPa]	600.0
Injection influence ratio	$i_i$ [-]	1	Tensile resistance at joint	$\sigma_j$ [MPa]	600.0
Curing factor	$\gamma_c$ [-]	1.0	Shear resistance of bar	$\sigma_s$ [MPa]	100.0
Material's safety factor	$\gamma_f$ [-]	1.6	Drilling diameter	$\phi_{dril}$ [mm]	100.0
Mortar's position ratio	$v_c$ [-]	0.2	External diameter	$\phi_{ext}$ [mm]	60.0
Elastic module of mortar	$E_c$ [GPa]	20.0	Tube's Thickness	$th_b$ [mm]	10.0
Grout-soil bond	$\tau_a$ [kPa]	120.0	Overlapping length	$L_{LAP}$ [m]	12.0
Injection penetrability coeff.	$\alpha_i$ [-]	1.0	Joint step	$i_{joint}$ [m]	24.0
ULS resistance of mortar	$\alpha_c$ [-]	15.6	Resistance area of single bar	$A_b$ [ $\text{mm}^2$ ]	1570.8

## Improved face properties

Shear force resist. of bars	$T_t$ [kN]	157.1	Adopted number of bars	$N_b$ [-]	125.0
Tensile force resist. of bars	$T_T$ [kN]	942.5	N° of bars for unit of area	$n_b$ [ $\text{m}^{-2}$ ]	0.48
Pull-out resistance of bars	$T_F$ [kN]	452.4	Confining pressure	$\Delta\sigma_3$ [kPa]	217.5
Max. resistance offered by bars	$T_{max}$ [kN]	452.4	Increment of cohesion	$\Delta c'$ [kPa]	184.6
			Improved cohesion at face	$c'_{eq}$ [kPa]	319.6

## Prismatic volume properties

Aver. weight of load mass	$\gamma_p$ [ $\text{kNm}^{-3}$ ]	23.0	Aver. weight of Excav. layers	$\gamma_E$ [ $\text{kNm}^{-3}$ ]	23.0
Aver. cohesion of load mass	$c'_p$ [kPa]	94.1	Aver. cohesion of Excav. layers	$c'_E$ [kPa]	135.0
Aver. friction of load mass	$\phi'_p$ [°]	26.7	Aver. friction of load mass	$\phi'_E$ [°]	29.0

Effective soil press. at crown	$\sigma_v$ [kPa]	506	hydraulic press. at crown	u [kPa]	0
--------------------------------	------------------	-----	---------------------------	---------	---

## Shear resistance and Safety factor at Diagnosis phase

Shear resistance (prism 3)	$\tau_{m3}$ [kPa]	170	Safety factor (prism 3)	$FS_3$	15.25
Shear resistance (prisms 1-2)	$\tau_{m2}$ [kPa]	325	Safety factor (MΣFR/MSFA)	$FS_F$	3.70

Permitted free span length	$a_{max}$ [m]	7.4	Obtained safety factor	SF	3.70
Pressure on primary supports	$P_s$ [kPa]	378	Requested safety factor	$SF_R$	2.00
Required pressure at face	$P_E$ [kPa]	0			



### 13.3. Verifiche

#### 13.3.1. Analisi 1 – Sezione tipo 1P

##### 13.3.1.1. Prerivestimento – Time 12

FASE 12 - CAMERONE - SEZIONE TIPO 1P - PRERIVESTIMENTO																	
Element	Node	INPUT PLAXIS				Intradosso		VERIFICHE SEZIONALI				CHECK					
		Height m	N KN	V KN	M KN-m	Af cm2	Af' cm2	σc [Mpa]	σs.inf [Mpa]	σs.sup [Mpa]	τ [Mpa]	T	CLS	As	As'	%estra	%intra
PIEDRITTO SINISTRO	174	0.3	-483.578	-43.738	57.741	32.50	32.50	-4.6	17.8	-33.7	-22.4	OK	OK	OK	OK	17.7	9.3
(RCK25_SP30)	173	0.3	-484.111	-45.879	56.593	32.50	32.50	-4.5	16.6	-33.2	-23.5	OK	OK	OK	OK	17.5	8.8
	172	0.3	-473.917	-31.045	58.738	32.50	32.50	-4.7	19.5	-34.0	-15.9	OK	OK	OK	OK	17.9	10.3
	171	0.3	-474.595	-30.313	53.317	32.50	32.50	-4.3	14.3	-31.6	-15.5	OK	OK	OK	OK	16.6	7.5
	170	0.3	-470.958	-28.264	52.023	32.50	32.50	-4.2	13.4	-30.9	-14.5	OK	OK	OK	OK	16.3	7.1
	169	0.3	-470.190	-26.982	50.941	32.50	32.50	-4.1	12.5	-30.4	-13.8	OK	OK	OK	OK	16.0	6.6
	168	0.3	-464.459	-12.494	48.593	32.50	32.50	-4.0	10.9	-29.3	-6.4	OK	OK	OK	OK	15.4	5.7
	167	0.3	-463.071	-26.302	48.505	32.50	32.50	-3.9	10.9	-29.3	-13.5	OK	OK	OK	OK	15.4	5.7
	166	0.3	-459.568	-13.599	48.964	32.50	32.50	-4.0	11.5	-29.4	-7.0	OK	OK	OK	OK	15.5	6.0
	165	0.3	-461.872	-15.966	50.112	32.50	32.50	-4.1	12.3	-29.9	-8.2	OK	OK	OK	OK	15.8	6.5
	164	0.3	-459.657	-7.047	50.507	32.50	32.50	-4.1	12.8	-30.1	-3.6	OK	OK	OK	OK	15.8	6.8
	163	0.3	-455.718	-27.013	50.955	32.50	32.50	-4.1	13.5	-30.2	-13.9	OK	OK	OK	OK	15.9	7.1
	162	0.3	-452.703	-23.905	49.805	32.50	32.50	-4.0	12.7	-29.7	-12.3	OK	OK	OK	OK	15.6	6.7
	161	0.3	-450.652	-37.039	47.437	32.50	32.50	-3.9	10.8	-28.6	-19.0	OK	OK	OK	OK	15.0	5.7
	160	0.3	-446.650	-41.920	43.274	32.50	32.50	-3.6	7.6	-26.7	-21.5	OK	OK	OK	OK	14.0	4.0
	159	0.3	-438.824	-76.621	37.416	32.50	32.50	-3.2	3.9	-24.0	-39.3	OK	OK	OK	OK	12.6	2.0
	158	0.3	-433.300	-82.150	28.325	32.50	32.50	-2.6	-0.8	-20.3	-42.1	OK	OK	OK	OK	10.7	0.4
	157	0.3	-374.450	-90.520	13.244	32.50	32.50	-1.7	-4.7	-13.7	-46.4	OK	OK	OK	OK	7.2	2.5
	42	0.3	-464.760	72.177	3.677	32.50	32.50	-1.5	-10.1	-12.6	37.0	OK	OK	OK	OK	6.7	5.3
	41	0.3	-475.380	72.729	12.123	32.50	32.50	-1.9	-7.5	-15.8	37.3	OK	OK	OK	OK	8.3	4.0
	40	0.3	-473.543	69.519	18.940	32.50	32.50	-2.3	-5.2	-18.1	35.7	OK	OK	OK	OK	9.5	2.7
	39	0.3	-445.061	78.069	22.369	32.50	32.50	-2.3	-3.3	-18.5	40.0	OK	OK	OK	OK	9.8	1.7
	38	0.3	-462.683	82.717	26.848	32.50	32.50	-2.6	-2.2	-20.5	42.4	OK	OK	OK	OK	10.8	1.2
	37	0.3	-468.388	67.854	29.917	32.50	32.50	-2.8	-1.2	-21.7	34.8	OK	OK	OK	OK	11.4	0.6
	36	0.3	-462.698	79.921	32.662	32.50	32.50	-2.9	0.2	-22.6	41.0	OK	OK	OK	OK	11.9	0.1
	35	0.3	-468.669	63.992	35.700	32.50	32.50	-3.1	1.6	-23.9	32.8	OK	OK	OK	OK	12.6	0.8
	34	0.3	-469.332	47.717	36.893	32.50	32.50	-3.2	2.2	-24.4	24.5	OK	OK	OK	OK	12.8	1.2
	33	0.3	-470.569	31.578	35.896	32.50	32.50	-3.1	1.6	-24.0	16.2	OK	OK	OK	OK	12.7	0.8
	32	0.3	-478.192	-0.350	34.275	32.50	32.50	-3.1	0.5	-23.6	-0.2	OK	OK	OK	OK	12.4	0.3
	31	0.3	-475.001	-35.610	33.047	32.50	32.50	-3.0	0.0	-23.0	-18.3	OK	OK	OK	OK	12.1	0.0
RENE SINISTRO	43	0.3	-449.580	79.651	-4.262	32.50	32.50	-1.5	-12.5	-8.6	40.8	OK	OK	OK	OK	5.0	6.6
(RCK25_SP30)	44	0.3	-441.045	71.212	-10.770	32.50	32.50	-1.8	-14.5	-7.1	36.5	OK	OK	OK	OK	3.8	7.6
	45	0.3	-436.692	60.351	-17.157	32.50	32.50	-2.1	-16.5	-4.9	30.9	OK	OK	OK	OK	2.6	8.7
	46	0.3	-431.652	51.670	-22.778	32.50	32.50	-2.3	-18.3	-2.8	26.5	OK	OK	OK	OK	1.5	9.7
	47	0.3	-431.301	42.179	-25.844	32.50	32.50	-2.5	-19.4	-1.8	21.6	OK	OK	OK	OK	0.9	10.2
	48	0.3	-432.373	35.416	-26.981	32.50	32.50	-2.5	-19.8	-1.4	18.2	OK	OK	OK	OK	0.7	10.4



	49	0.3	-432.084	27.832	-28.491	32.50	32.50	-2.6	-20.4	-0.7	14.3	OK	OK	OK	OK	0.4	10.7
	50	0.3	-434.441	21.770	-29.863	32.50	32.50	-2.7	-20.9	-0.2	11.2	OK	OK	OK	OK	0.1	11.0
	51	0.3	-434.087	17.816	-31.006	32.50	32.50	-2.8	-21.3	0.4	9.1	OK	OK	OK	OK	0.2	11.2
	52	0.3	-436.753	13.046	-29.847	32.50	32.50	-2.7	-21.0	-0.3	6.7	OK	OK	OK	OK	0.1	11.0
	53	0.3	-436.294	11.059	-28.257	32.50	32.50	-2.6	-20.4	-0.9	5.7	OK	OK	OK	OK	0.5	10.7
	54	0.3	-437.588	8.936	-27.167	32.50	32.50	-2.6	-20.0	-1.4	4.6	OK	OK	OK	OK	0.7	10.5
	55	0.3	-435.693	5.540	-26.900	32.50	32.50	-2.5	-19.9	-1.5	2.8	OK	OK	OK	OK	0.8	10.5
	56	0.3	-437.830	5.457	-26.540	32.50	32.50	-2.5	-19.8	-1.7	2.8	OK	OK	OK	OK	0.9	10.4
	57	0.3	-437.870	4.962	-24.278	32.50	32.50	-2.4	-19.0	-2.5	2.5	OK	OK	OK	OK	1.3	10.0
	58	0.3	-439.020	4.730	-22.140	32.50	32.50	-2.3	-18.3	-3.2	2.4	OK	OK	OK	OK	1.7	9.6
	59	0.3	-438.864	6.062	-20.932	32.50	32.50	-2.3	-17.9	-3.6	3.1	OK	OK	OK	OK	1.9	9.4
	60	0.3	-436.688	5.971	-20.836	32.50	32.50	-2.2	-17.8	-3.6	3.1	OK	OK	OK	OK	1.9	9.4
	61	0.3	-433.018	4.602	-19.826	32.50	32.50	-2.2	-17.4	-3.9	2.4	OK	OK	OK	OK	2.0	9.1
	62	0.3	-433.091	4.103	-17.787	32.50	32.50	-2.1	-16.7	-4.6	2.1	OK	OK	OK	OK	2.4	8.8
	63	0.3	-431.764	5.732	-16.024	32.50	32.50	-2.0	-16.0	-5.1	2.9	OK	OK	OK	OK	2.7	8.4
	64	0.3	-427.661	5.586	-15.469	32.50	32.50	-2.0	-15.8	-5.2	2.9	OK	OK	OK	OK	2.7	8.3
	65	0.3	-422.617	7.946	-15.761	32.50	32.50	-2.0	-15.7	-5.0	4.1	OK	OK	OK	OK	2.6	8.3
	66	0.3	-419.651	8.399	-15.183	32.50	32.50	-1.9	-15.5	-5.1	4.3	OK	OK	OK	OK	2.7	8.1
CALOTTA	286	0.3	-422.884	5.745	-8.249	32.50	32.50	-1.6	-13.2	-7.6	2.9	OK	OK	OK	OK	4.0	6.9
(RCK25_SP30)	287	0.3	-418.896	5.476	-6.957	32.50	32.50	-1.5	-12.6	-7.9	2.8	OK	OK	OK	OK	4.2	6.7
	288	0.3	-413.489	6.013	-5.978	32.50	32.50	-1.5	-12.2	-8.1	3.1	OK	OK	OK	OK	4.3	6.4
	289	0.3	-407.000	5.624	-4.316	32.50	32.50	-1.4	-11.4	-8.5	2.9	OK	OK	OK	OK	4.5	6.0
	290	0.3	-400.787	5.975	-3.596	32.50	32.50	-1.3	-11.1	-8.6	3.1	OK	OK	OK	OK	4.5	5.8
	291	0.3	-395.819	5.638	-2.840	32.50	32.50	-1.2	-10.7	-8.7	2.9	OK	OK	OK	OK	4.6	5.6
	292	0.3	-391.177	6.090	-1.414	32.50	32.50	-1.2	-10.1	-9.1	3.1	OK	OK	OK	OK	4.8	5.3
	293	0.3	-385.517	5.427	-1.161	32.50	32.50	-1.1	-9.8	-9.1	2.8	OK	OK	OK	OK	4.8	5.2
	294	0.3	-380.118	6.483	-0.555	32.50	32.50	-1.1	-9.5	-9.1	3.3	OK	OK	OK	OK	4.8	5.0
	295	0.3	-375.791	6.510	0.684	32.50	32.50	-1.1	-9.0	-9.4	3.3	OK	OK	OK	OK	5.0	4.7
	296	0.3	-370.116	5.277	0.553	32.50	32.50	-1.1	-8.9	-9.3	2.7	OK	OK	OK	OK	4.9	4.7
	297	0.3	-366.340	5.092	1.052	32.50	32.50	-1.1	-8.6	-9.3	2.6	OK	OK	OK	OK	4.9	4.5
	298	0.3	-363.133	5.618	2.195	32.50	32.50	-1.1	-8.2	-9.7	2.9	OK	OK	OK	OK	5.1	4.3
	299	0.3	-358.005	6.486	2.001	32.50	32.50	-1.1	-8.1	-9.5	3.3	OK	OK	OK	OK	5.0	4.3
	300	0.3	-356.205	5.390	2.461	32.50	32.50	-1.1	-7.9	-9.6	2.8	OK	OK	OK	OK	5.0	4.2
	301	0.3	-352.615	5.545	3.243	32.50	32.50	-1.1	-7.5	-9.7	2.8	OK	OK	OK	OK	5.1	4.0
	302	0.3	-350.561	4.862	3.064	32.50	32.50	-1.1	-7.6	-9.6	2.5	OK	OK	OK	OK	5.1	4.0
	303	0.3	-347.866	4.828	3.462	32.50	32.50	-1.1	-7.4	-9.7	2.5	OK	OK	OK	OK	5.1	3.9
	304	0.3	-347.568	5.793	4.043	32.50	32.50	-1.2	-7.1	-9.9	3.0	OK	OK	OK	OK	5.2	3.8
	305	0.3	-344.833	6.069	3.805	32.50	32.50	-1.2	-7.2	-9.8	3.1	OK	OK	OK	OK	5.1	3.8
	306	0.3	-344.680	6.072	4.216	32.50	32.50	-1.2	-7.0	-9.9	3.1	OK	OK	OK	OK	5.2	3.7
	307	0.3	-344.100	5.371	4.470	32.50	32.50	-1.2	-6.9	-10.0	2.8	OK	OK	OK	OK	5.2	3.6
	308	0.3	-343.354	5.731	4.231	32.50	32.50	-1.2	-7.0	-9.9	2.9	OK	OK	OK	OK	5.2	3.7





13.3.1.2. Prerivestimento – Time 13

FASE 13 - CAMERONE - SEZIONE TIPO 1P - PRERIVESTIMENTO																		
Element	Node	INPUT PLAXIS				Intradosso		Estradosso		VERIFICHE SEZIONALI				CHECK				
		Height	N	V	M	Af	Af'	σc [Mpa]	σs.inf [Mpa]	σs.sup [Mpa]	τ [MPa]	T	CLS	As	As'	%estra	%intra	
-	-	m	KN	KN	KN-m	cm2	cm2											
PIEDRITTO SINISTRO	174	0.3	-469.159	-23.879	52.896	32.50	32.50	-4.3	14.3	-31.3	-12.2	OK	OK	OK	OK	16.5	7.5	
(RCK25_SP30)	173	0.3	-468.804	-26.187	53.737	32.50	32.50	-4.3	15.1	-31.7	-13.4	OK	OK	OK	OK	16.7	8.0	
	172	0.3	-458.918	-16.070	57.108	32.50	32.50	-4.6	19.1	-33.0	-8.2	OK	OK	OK	OK	17.4	10.1	
	171	0.3	-462.234	-19.580	52.520	32.50	32.50	-4.2	14.5	-31.0	-10.0	OK	OK	OK	OK	16.3	7.6	
	170	0.3	-461.080	-19.843	51.525	32.50	32.50	-4.2	13.6	-30.6	-10.2	OK	OK	OK	OK	16.1	7.2	
	169	0.3	-462.576	-19.399	50.550	32.50	32.50	-4.1	12.7	-30.1	-9.9	OK	OK	OK	OK	15.9	6.7	
	168	0.3	-459.734	-4.912	48.316	32.50	32.50	-3.9	10.9	-29.1	-2.5	OK	OK	OK	OK	15.3	5.8	
	167	0.3	-462.414	-17.903	48.269	32.50	32.50	-3.9	10.7	-29.1	-9.2	OK	OK	OK	OK	15.3	5.6	
	166	0.3	-462.674	-4.521	48.790	32.50	32.50	-4.0	11.1	-29.4	-2.3	OK	OK	OK	OK	15.5	5.9	
	165	0.3	-470.261	-6.573	50.021	32.50	32.50	-4.1	11.7	-30.0	-3.4	OK	OK	OK	OK	15.8	6.2	
	164	0.3	-473.455	2.859	50.532	32.50	32.50	-4.1	11.9	-30.3	1.5	OK	OK	OK	OK	16.0	6.3	
	163	0.3	-477.103	-17.516	51.065	32.50	32.50	-4.1	12.1	-30.6	-9.0	OK	OK	OK	OK	16.1	6.4	
	162	0.3	-480.775	-13.633	50.054	32.50	32.50	-4.1	11.0	-30.2	-7.0	OK	OK	OK	OK	15.9	5.8	
	161	0.3	-486.483	-26.572	47.813	32.50	32.50	-3.9	8.9	-29.4	-13.6	OK	OK	OK	OK	15.4	4.7	
	160	0.3	-489.100	-29.970	43.902	32.50	32.50	-3.7	5.8	-27.7	-15.4	OK	OK	OK	OK	14.6	3.1	
	159	0.3	-489.265	-66.485	38.428	32.50	32.50	-3.3	2.3	-25.4	-34.1	OK	OK	OK	OK	13.4	1.2	
	158	0.3	-487.250	-73.000	29.874	32.50	32.50	-2.8	-1.7	-22.1	-37.4	OK	OK	OK	OK	11.6	0.9	
	157	0.3	-421.050	-39.150	14.384	32.50	32.50	-1.9	-5.4	-15.2	-47.8	OK	OK	OK	OK	8.0	2.9	
	42	0.3	-490.853	74.108	12.129	32.50	32.50	-2.0	-7.9	-16.2	38.0	OK	OK	OK	OK	8.5	4.2	
	41	0.3	-502.042	72.283	20.768	32.50	32.50	-2.4	-5.2	-19.4	37.1	OK	OK	OK	OK	10.2	2.8	
	40	0.3	-501.572	66.799	27.094	32.50	32.50	-2.7	-3.1	-21.5	34.3	OK	OK	OK	OK	11.3	1.6	
	39	0.3	-470.492	74.194	29.358	32.50	32.50	-2.8	-1.5	-21.6	38.0	OK	OK	OK	OK	11.3	0.8	
	38	0.3	-490.654	78.248	33.366	32.50	32.50	-3.0	-0.4	-23.5	40.1	OK	OK	OK	OK	12.4	0.2	
	37	0.3	-495.193	61.922	35.578	32.50	32.50	-3.2	0.5	-24.4	31.8	OK	OK	OK	OK	12.9	0.3	
	36	0.3	-488.880	74.356	37.247	32.50	32.50	-3.3	1.6	-25.0	38.1	OK	OK	OK	OK	13.1	0.9	
	35	0.3	-493.339	57.241	39.237	32.50	32.50	-3.4	2.6	-25.8	29.4	OK	OK	OK	OK	13.6	1.4	
	34	0.3	-491.696	39.320	39.224	32.50	32.50	-3.4	2.7	-25.8	20.2	OK	OK	OK	OK	13.6	1.4	
	33	0.3	-490.230	20.278	36.732	32.50	32.50	-3.2	1.3	-24.8	10.4	OK	OK	OK	OK	13.0	0.7	
	32	0.3	-493.585	-16.867	33.214	32.50	32.50	-3.0	-0.5	-23.5	-8.6	OK	OK	OK	OK	12.4	0.3	
	31	0.3	-483.712	-53.869	29.591	32.50	32.50	-2.8	-1.7	-21.9	-27.6	OK	OK	OK	OK	11.6	0.9	
RENE SINISTRO	43	0.3	-478.127	86.187	9.386	32.50	32.50	-1.8	-8.5	-14.9	44.2	OK	OK	OK	OK	7.9	4.5	
(RCK25_SP30)	44	0.3	-469.273	80.319	1.964	32.50	32.50	-1.4	-10.8	-12.2	41.2	OK	OK	OK	OK	6.4	5.7	
	45	0.3	-463.160	71.673	-5.623	32.50	32.50	-1.6	-13.3	-9.4	36.8	OK	OK	OK	OK	5.0	7.0	
	46	0.3	-456.725	65.370	-12.788	32.50	32.50	-1.9	-15.6	-6.8	33.5	OK	OK	OK	OK	3.6	8.2	
	47	0.3	-455.187	57.299	-17.474	32.50	32.50	-2.1	-17.1	-5.2	29.4	OK	OK	OK	OK	2.7	9.0	
	48	0.3	-454.990	51.093	-20.258	32.50	32.50	-2.3	-18.1	-4.3	26.2	OK	OK	OK	OK	2.2	9.5	



	49	0.3	-454.316	43.157	-23.402	32.50	32.50	-2.4	-19.1	-3.2	22.1	OK	OK	OK	OK	1.7	10.1
	50	0.3	-454.423	36.560	-26.519	32.50	32.50	-2.6	-20.2	-2.1	18.7	OK	OK	OK	OK	1.1	10.6
	51	0.3	-453.311	31.014	-29.251	32.50	32.50	-2.7	-21.1	-1.0	15.9	OK	OK	OK	OK	0.5	11.1
	52	0.3	-456.332	24.417	-29.320	32.50	32.50	-2.7	-21.2	-1.1	12.5	OK	OK	OK	OK	0.6	11.2
	53	0.3	-455.815	21.170	-28.786	32.50	32.50	-2.7	-21.0	-1.3	10.9	OK	OK	OK	OK	0.7	11.1
	54	0.3	-457.705	17.107	-28.557	32.50	32.50	-2.7	-21.0	-1.4	8.8	OK	OK	OK	OK	0.8	11.0
	55	0.3	-456.693	12.212	-29.001	32.50	32.50	-2.7	-21.1	-1.2	6.3	OK	OK	OK	OK	0.6	11.1
	56	0.3	-460.077	11.390	-29.147	32.50	32.50	-2.7	-21.2	-1.3	5.8	OK	OK	OK	OK	0.7	11.2
	57	0.3	-461.558	10.142	-27.202	32.50	32.50	-2.6	-20.6	-2.0	5.2	OK	OK	OK	OK	1.1	10.8
	58	0.3	-463.948	9.247	-25.329	32.50	32.50	-2.5	-20.0	-2.8	4.7	OK	OK	OK	OK	1.4	10.5
	59	0.3	-465.479	10.096	-24.374	32.50	32.50	-2.5	-19.7	-3.1	5.2	OK	OK	OK	OK	1.6	10.4
	60	0.3	-464.583	9.783	-24.523	32.50	32.50	-2.5	-19.7	-3.0	5.0	OK	OK	OK	OK	1.6	10.4
	61	0.3	-462.279	8.098	-23.622	32.50	32.50	-2.5	-19.4	-3.3	4.2	OK	OK	OK	OK	1.7	10.2
	62	0.3	-463.832	7.159	-21.630	32.50	32.50	-2.4	-18.7	-4.0	3.7	OK	OK	OK	OK	2.1	9.9
	63	0.3	-464.163	8.502	-19.911	32.50	32.50	-2.3	-18.2	-4.6	4.4	OK	OK	OK	OK	2.4	9.6
	64	0.3	-460.857	8.098	-19.449	32.50	32.50	-2.2	-17.9	-4.7	4.2	OK	OK	OK	OK	2.5	9.4
	65	0.3	-456.857	10.730	-19.859	32.50	32.50	-2.3	-18.0	-4.4	5.5	OK	OK	OK	OK	2.3	9.5
	66	0.3	-455.342	11.057	-19.283	32.50	32.50	-2.2	-17.7	-4.6	5.7	OK	OK	OK	OK	2.4	9.3
CALOTTA	286	0.3	-461.470	8.164	-10.936	32.50	32.50	-1.8	-15.0	-7.6	4.2	OK	OK	OK	OK	4.0	7.9
(RCK25_SP30)	287	0.3	-459.295	7.372	-9.591	32.50	32.50	-1.8	-14.5	-8.0	3.8	OK	OK	OK	OK	4.2	7.6
	288	0.3	-455.686	7.529	-8.538	32.50	32.50	-1.7	-14.1	-8.3	3.9	OK	OK	OK	OK	4.4	7.4
	289	0.3	-450.406	6.802	-6.665	32.50	32.50	-1.6	-13.3	-8.8	3.5	OK	OK	OK	OK	4.6	7.0
	290	0.3	-445.136	7.110	-5.822	32.50	32.50	-1.5	-12.9	-8.9	3.6	OK	OK	OK	OK	4.7	6.8
	291	0.3	-441.232	6.416	-4.943	32.50	32.50	-1.5	-12.5	-9.1	3.3	OK	OK	OK	OK	4.8	6.6
	292	0.3	-437.652	6.769	-3.264	32.50	32.50	-1.4	-11.8	-9.6	3.5	OK	OK	OK	OK	5.1	6.2
	293	0.3	-432.586	5.930	-2.908	32.50	32.50	-1.4	-11.6	-9.6	3.0	OK	OK	OK	OK	5.1	6.1
	294	0.3	-427.752	7.064	-2.138	32.50	32.50	-1.3	-11.2	-9.8	3.6	OK	OK	OK	OK	5.1	5.9
	295	0.3	-424.008	7.116	-0.642	32.50	32.50	-1.2	-10.6	-10.2	3.6	OK	OK	OK	OK	5.4	5.6
	296	0.3	-418.575	5.892	-0.717	32.50	32.50	-1.2	-10.5	-10.0	3.0	OK	OK	OK	OK	5.3	5.5
	297	0.3	-415.474	5.807	-0.096	32.50	32.50	-1.2	-10.2	-10.2	3.0	OK	OK	OK	OK	5.3	5.4
	298	0.3	-412.765	6.608	1.228	32.50	32.50	-1.2	-9.7	-10.5	3.4	OK	OK	OK	OK	5.5	5.1
	299	0.3	-407.639	7.642	1.030	32.50	32.50	-1.2	-9.6	-10.3	3.9	OK	OK	OK	OK	5.4	5.1
	300	0.3	-406.484	6.490	1.538	32.50	32.50	-1.2	-9.4	-10.5	3.3	OK	OK	OK	OK	5.5	5.0
	301	0.3	-402.831	6.683	2.436	32.50	32.50	-1.2	-9.0	-10.7	3.4	OK	OK	OK	OK	5.6	4.8
	302	0.3	-401.213	6.007	2.206	32.50	32.50	-1.2	-9.1	-10.6	3.1	OK	OK	OK	OK	5.6	4.8
	303	0.3	-398.595	5.857	2.645	32.50	32.50	-1.2	-8.9	-10.7	3.0	OK	OK	OK	OK	5.6	4.7
	304	0.3	-398.521	6.991	3.263	32.50	32.50	-1.3	-8.7	-10.9	3.6	OK	OK	OK	OK	5.7	4.6
	305	0.3	-395.520	7.194	2.985	32.50	32.50	-1.3	-8.7	-10.7	3.7	OK	OK	OK	OK	5.6	4.6
	306	0.3	-395.395	7.024	3.421	32.50	32.50	-1.3	-8.5	-10.9	3.6	OK	OK	OK	OK	5.7	4.5
	307	0.3	-394.515	6.057	3.700	32.50	32.50	-1.3	-8.4	-10.9	3.1	OK	OK	OK	OK	5.8	4.4
	308	0.3	-393.593	6.251	3.430	32.50	32.50	-1.3	-8.5	-10.8	3.2	OK	OK	OK	OK	5.7	4.5







13.3.1.3. Prerivestimento – Time 14

FASE 14 - CAMERONE - SEZIONE TIPO 1P - PRERIVESTIMENTO																	
Element	Node	INPUT PLAXIS				Intradosso		VERIFICHE SEZIONALI				CHECK					
		Height m	N KN	V KN	M KN-m	Af cm2	Af' cm2	σs [Mpa]	σs.inf [Mpa]	σs.sup [Mpa]	τ [MPa]	T	CLS	As	As'	%estra	%intra
PIEDRITTO SINISTRO	174	0.3	-350.385	-5.331	51.087	32.50	32.50	-4.0	22.4	-28.5	-2.7	OK	OK	OK	OK	15.0	11.8
(RCK25_SP30)	173	0.3	-352.096	-7.502	52.025	32.50	32.50	-4.1	23.2	-28.9	-3.8	OK	OK	OK	OK	15.2	12.2
	172	0.3	-341.570	0.021	55.322	32.50	32.50	-4.3	27.9	-30.2	0.0	OK	OK	OK	OK	15.9	14.7
	171	0.3	-353.273	-1.742	50.890	32.50	32.50	-4.0	21.9	-28.5	-0.9	OK	OK	OK	OK	15.0	11.5
	170	0.3	-359.455	0.051	49.995	32.50	32.50	-3.9	20.3	-28.2	0.0	OK	OK	OK	OK	14.8	10.7
	169	0.3	-370.552	2.458	49.144	32.50	32.50	-3.9	18.5	-28.0	1.3	OK	OK	OK	OK	14.7	9.7
	168	0.3	-378.756	15.879	47.150	32.50	32.50	-3.8	15.8	-27.2	8.1	OK	OK	OK	OK	14.3	8.3
	167	0.3	-396.420	7.285	47.245	32.50	32.50	-3.8	14.5	-27.6	3.7	OK	OK	OK	OK	14.5	7.6
	166	0.3	-409.917	19.937	47.936	32.50	32.50	-3.8	14.1	-28.1	10.2	OK	OK	OK	OK	14.8	7.4
	165	0.3	-433.905	18.829	49.335	32.50	32.50	-4.0	13.6	-28.1	9.7	OK	OK	OK	OK	15.3	7.2
	164	0.3	-453.507	27.675	50.109	32.50	32.50	-4.0	12.9	-28.8	14.2	OK	OK	OK	OK	15.7	6.8
	163	0.3	-477.361	7.545	50.880	32.50	32.50	-4.1	12.0	-30.5	3.9	OK	OK	OK	OK	16.1	6.3
	162	0.3	-497.974	11.001	50.216	32.50	32.50	-4.1	10.1	-30.6	5.6	OK	OK	OK	OK	16.1	5.3
	161	0.3	-521.563	-2.870	48.334	32.50	32.50	-4.0	7.3	-30.2	-1.5	OK	OK	OK	OK	15.9	3.8
	160	0.3	-539.550	-6.185	44.946	32.50	32.50	-3.8	4.1	-29.1	-3.2	OK	OK	OK	OK	15.3	2.1
	159	0.3	-556.751	-46.304	40.207	32.50	32.50	-3.6	0.7	-27.5	-23.7	OK	OK	OK	OK	14.5	0.4
	158	0.3	-563.500	-54.815	32.915	32.50	32.50	-3.2	-2.6	-26.0	-28.1	OK	OK	OK	OK	13.2	1.4
	157	0.3	-487.100	-95.475	17.332	32.50	32.50	-2.2	-6.0	-17.8	-49.0	OK	OK	OK	OK	9.4	3.2
	42	0.3	-324.288	70.778	9.884	32.50	32.50	-1.4	-4.6	-11.3	36.3	OK	OK	OK	OK	6.0	2.4
	41	0.3	-327.991	68.413	18.208	32.50	32.50	-1.8	-1.8	-14.2	35.1	OK	OK	OK	OK	7.5	1.0
	40	0.3	-327.682	62.204	24.436	32.50	32.50	-2.1	0.8	-16.5	31.9	OK	OK	OK	OK	8.7	0.4
	39	0.3	-308.386	63.411	27.011	32.50	32.50	-2.3	3.2	-17.2	32.5	OK	OK	OK	OK	9.0	1.7
	38	0.3	-331.656	64.978	31.214	32.50	32.50	-2.6	5.0	-19.4	33.3	OK	OK	OK	OK	10.2	2.6
	37	0.3	-344.473	53.535	33.706	32.50	32.50	-2.8	6.2	-20.7	27.5	OK	OK	OK	OK	10.9	3.2
	36	0.3	-345.698	60.674	35.441	32.50	32.50	-2.9	7.5	-21.5	31.1	OK	OK	OK	OK	11.3	3.9
	35	0.3	-354.520	46.419	37.362	32.50	32.50	-3.0	8.5	-22.5	23.8	OK	OK	OK	OK	11.8	4.5
	34	0.3	-358.728	30.065	37.416	32.50	32.50	-3.0	8.3	-22.6	15.4	OK	OK	OK	OK	11.9	4.4
	33	0.3	-363.675	13.003	35.079	32.50	32.50	-2.9	6.1	-21.7	6.7	OK	OK	OK	OK	11.4	3.2
	32	0.3	-372.521	-15.915	31.753	32.50	32.50	-2.7	3.3	-20.4	-8.2	OK	OK	OK	OK	10.7	1.7
	31	0.3	-368.163	-41.705	28.311	32.50	32.50	-2.5	1.4	-18.9	-21.4	OK	OK	OK	OK	9.9	0.7
RENE SINISTRO	43	0.3	-307.810	77.275	6.587	32.50	32.50	-1.2	-5.3	-9.8	39.6	OK	OK	OK	OK	5.2	2.8
(RCK25_SP30)	44	0.3	-302.204	71.529	-0.735	32.50	32.50	-0.9	-7.7	-7.2	36.7	OK	OK	OK	OK	3.8	4.0
	45	0.3	-301.596	64.459	-8.082	32.50	32.50	-1.2	-10.1	-4.6	33.1	OK	OK	OK	OK	2.4	5.3
	46	0.3	-302.379	58.017	-14.880	32.50	32.50	-1.6	-12.5	-2.3	29.8	OK	OK	OK	OK	1.2	6.6
	47	0.3	-306.279	49.653	-19.525	32.50	32.50	-1.8	-14.2	-0.8	25.5	OK	OK	OK	OK	0.4	7.5
	48	0.3	-310.349	42.865	-22.490	32.50	32.50	-2.0	-15.4	0.4	22.0	OK	OK	OK	OK	0.2	8.1



	49	0.3	-314.998	35.504	-25.636	32.50	32.50	-2.2	-16.7	2.0	18.2	OK	OK	OK	OK	1.1	8.8
	50	0.3	-322.952	29.118	-28.554	32.50	32.50	-2.4	-18.1	3.5	14.9	OK	OK	OK	OK	1.9	9.5
	51	0.3	-329.653	23.354	-31.047	32.50	32.50	-2.6	-19.3	5.0	12.0	OK	OK	OK	OK	2.6	10.2
	52	0.3	-339.395	16.602	-31.101	32.50	32.50	-2.6	-19.5	4.5	8.5	OK	OK	OK	OK	2.4	10.3
	53	0.3	-344.441	12.944	-30.685	32.50	32.50	-2.6	-18.4	3.9	6.6	OK	OK	OK	OK	2.1	10.2
	54	0.3	-353.722	9.206	-30.389	32.50	32.50	-2.6	-19.5	3.3	4.7	OK	OK	OK	OK	1.7	10.2
	55	0.3	-361.198	5.082	-30.613	32.50	32.50	-2.6	-19.7	3.1	2.6	OK	OK	OK	OK	1.6	10.4
	56	0.3	-372.820	3.996	-30.606	32.50	32.50	-2.6	-19.9	2.5	2.0	OK	OK	OK	OK	1.3	10.5
	57	0.3	-381.654	2.413	-28.657	32.50	32.50	-2.5	-19.3	1.1	1.2	OK	OK	OK	OK	0.6	10.2
	58	0.3	-391.338	1.528	-26.802	32.50	32.50	-2.4	-18.8	-0.2	0.8	OK	OK	OK	OK	0.1	9.9
	59	0.3	-401.087	2.356	-25.738	32.50	32.50	-2.4	-18.6	-1.0	1.2	OK	OK	OK	OK	0.5	9.8
	60	0.3	-408.651	2.482	-25.728	32.50	32.50	-2.4	-18.8	-1.2	1.3	OK	OK	OK	OK	0.6	9.9
	61	0.3	-415.141	1.019	-24.683	32.50	32.50	-2.4	-18.6	-1.8	0.5	OK	OK	OK	OK	0.9	9.8
	62	0.3	-424.461	-0.005	-22.694	32.50	32.50	-2.3	-18.1	-2.7	0.0	OK	OK	OK	OK	1.4	9.5
	63	0.3	-433.117	1.370	-20.914	32.50	32.50	-2.2	-17.7	-3.5	0.7	OK	OK	OK	OK	1.8	9.3
	64	0.3	-439.008	1.490	-20.298	32.50	32.50	-2.2	-17.7	-3.9	0.8	OK	OK	OK	OK	2.0	9.3
	65	0.3	-443.333	4.428	-20.624	32.50	32.50	-2.3	-17.9	-3.8	2.3	OK	OK	OK	OK	2.0	9.4
	66	0.3	-450.075	5.145	-19.978	32.50	32.50	-2.2	-17.8	-4.2	2.6	OK	OK	OK	OK	2.2	9.4
CALOTTA	286	0.3	-469.301	1.756	-11.431	32.50	32.50	-1.9	-15.4	-7.6	0.9	OK	OK	OK	OK	4.0	8.1
(RCK25_SP30)	287	0.3	-481.306	1.076	-9.956	32.50	32.50	-1.8	-15.2	-8.4	0.6	OK	OK	OK	OK	4.4	8.0
	288	0.3	-491.282	1.734	-8.735	32.50	32.50	-1.8	-15.0	-9.1	0.9	OK	OK	OK	OK	4.8	7.9
	289	0.3	-500.565	1.282	-6.638	32.50	32.50	-1.7	-14.5	-10.0	0.7	OK	OK	OK	OK	5.3	7.6
	290	0.3	-508.760	1.963	-5.657	32.50	32.50	-1.7	-14.4	-10.5	1.0	OK	OK	OK	OK	5.6	7.6
	291	0.3	-518.338	1.685	-4.604	32.50	32.50	-1.7	-14.3	-11.1	0.9	OK	OK	OK	OK	5.9	7.5
	292	0.3	-529.083	2.225	-2.665	32.50	32.50	-1.6	-13.9	-12.1	1.1	OK	OK	OK	OK	6.3	7.3
	293	0.3	-536.485	1.668	-2.216	32.50	32.50	-1.6	-13.9	-12.4	0.9	OK	OK	OK	OK	6.5	7.3
	294	0.3	-544.232	3.804	-1.276	32.50	32.50	-1.6	-13.8	-12.9	2.0	OK	OK	OK	OK	6.8	7.3
	295	0.3	-554.293	3.942	0.533	32.50	32.50	-1.6	-13.4	-13.8	2.0	OK	OK	OK	OK	7.2	7.1
	296	0.3	-559.523	2.758	0.476	32.50	32.50	-1.6	-13.6	-13.9	1.4	OK	OK	OK	OK	7.3	7.1
	297	0.3	-567.959	3.460	1.257	32.50	32.50	-1.7	-13.5	-14.4	1.8	OK	OK	OK	OK	7.6	7.1
	298	0.3	-578.185	4.583	2.920	32.50	32.50	-1.8	-13.2	-15.2	2.4	OK	OK	OK	OK	8.0	6.9
	299	0.3	-581.517	6.448	2.678	32.50	32.50	-1.8	-13.3	-15.2	3.3	OK	OK	OK	OK	8.0	7.0
	300	0.3	-590.796	5.651	3.356	32.50	32.50	-1.8	-13.3	-15.6	2.9	OK	OK	OK	OK	8.2	7.0
	301	0.3	-597.141	6.014	4.550	32.50	32.50	-1.9	-13.1	-16.2	3.1	OK	OK	OK	OK	8.5	6.9
	302	0.3	-602.665	5.423	4.253	32.50	32.50	-1.9	-13.3	-16.2	2.8	OK	OK	OK	OK	8.5	7.0
	303	0.3	-607.408	6.107	4.846	32.50	32.50	-1.9	-13.2	-16.5	3.1	OK	OK	OK	OK	8.7	7.0
	304	0.3	-615.687	7.985	5.707	32.50	32.50	-2.0	-13.2	-17.0	4.1	OK	OK	OK	OK	9.0	6.9
	305	0.3	-616.098	8.783	5.304	32.50	32.50	-2.0	-13.3	-16.9	4.5	OK	OK	OK	OK	8.9	7.0
	306	0.3	-621.564	9.443	5.921	32.50	32.50	-2.0	-13.2	-17.3	4.8	OK	OK	OK	OK	9.1	7.0
	307	0.3	-624.418	8.128	6.309	32.50	32.50	-2.1	-13.2	-17.5	4.2	OK	OK	OK	OK	9.2	6.9
	308	0.3	-624.400	8.944	5.918	32.50	32.50	-2.0	-13.3	-17.3	4.6	OK	OK	OK	OK	9.1	7.0

















IG5102ECVROGN160X001A00

Table with 33 columns and 35 rows. Columns include numerical values, codes (e.g., (KCKO)), and status indicators (e.g., OK, OK). The table contains a dense grid of data points.

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



IG5102ECVROGN160X001A00

Foglio 147 di 209

Table with 31 columns and 31 rows containing numerical and categorical data. Columns include values like 1.29, 1.03, 1.01, 1.03, etc. and status indicators like OK, NK. The last column contains values from 0.8 to 1.1.



13.3.2. *Analisi 2 – Sezione tipo 3*

13.3.2.1. *Cunicolo di piedritto sinistro – Time 4*

INPUT PLAXIS						FASE 4 - CAMERONE - SEZIONE TIPO 3 - CUNICOLO SX				CHECK							
Element	Node	Height	N	V	M	Intradosso		VERIFICHE SEZIONALI				CHECK					
						Af	At	σc [Mpa]	σs.inf [Mpa]	σs.sup [Mpa]	τ [MPa]	T	CLS	As	As'	%estra	%intra
CALOTTA	175	0.3	-1895.000	-106.700	-16.060	30.00	30.00	-6.3	-51.9	-42.2	-57.0	OK	OK	OK	OK	22.2	27.3
(RCK25_SP30)	174	0.3	-1954.000	-49.840	6.035	30.00	30.00	-5.9	-46.7	-50.3	-26.6	OK	OK	OK	OK	26.5	24.6
	173	0.3	-1983.000	-5.354	24.380	30.00	30.00	-7.0	-41.9	-56.5	-2.9	OK	OK	OK	OK	29.8	22.1
	172	0.3	-1998.000	24.060	25.740	30.00	30.00	-7.1	-41.9	-57.3	12.9	OK	OK	OK	OK	30.2	22.0
	171	0.3	-1976.000	38.580	19.620	30.00	30.00	-6.7	-43.2	-54.9	20.6	OK	OK	OK	OK	28.9	22.7
	170	0.3	-1960.000	51.690	9.797	30.00	30.00	-6.1	-45.7	-51.6	27.6	OK	OK	OK	OK	27.2	24.1
	169	0.3	-1947.000	39.300	-8.989	30.00	30.00	-6.0	-51.0	-45.6	21.0	OK	OK	OK	OK	24.0	26.9
	168	0.3	-1923.000	14.160	-23.180	30.00	30.00	-6.7	-54.7	-40.8	7.6	OK	OK	OK	OK	21.5	28.8
	167	0.3	-1901.000	-1.015	-25.880	30.00	30.00	-6.8	-54.9	-39.4	-0.5	OK	OK	OK	OK	20.8	28.9
	166	0.3	-1862.000	-18.650	-25.690	30.00	30.00	-6.7	-53.9	-38.5	-10.0	OK	OK	OK	OK	20.3	28.4
	165	0.3	-1830.000	-37.240	-19.090	30.00	30.00	-6.3	-51.1	-39.7	-19.9	OK	OK	OK	OK	20.9	26.9
	164	0.3	-1804.000	-61.140	-12.050	30.00	30.00	-5.8	-48.4	-41.2	-32.7	OK	OK	OK	OK	21.7	25.5
	163	0.3	-1780.000	-81.940	-0.505	30.00	30.00	-5.1	-44.3	-44.0	-43.8	OK	OK	OK	OK	23.2	23.3
	162	0.3	-1795.000	-90.260	27.910	30.00	30.00	-6.6	-36.1	-52.8	-48.2	OK	OK	OK	OK	27.8	19.0
	161	0.3	-1787.000	-87.690	39.140	30.00	30.00	-7.2	-32.6	-56.1	-46.8	OK	OK	OK	OK	29.5	17.2
	160	0.3	-1778.000	-82.430	50.030	30.00	30.00	-7.8	-29.1	-59.1	-44.0	OK	OK	OK	OK	31.1	15.3
	159	0.3	-1769.000	-75.400	60.250	30.00	30.00	-8.4	-25.8	-62.0	-40.3	OK	OK	OK	OK	32.6	13.6
	158	0.3	-1759.000	-67.280	69.580	30.00	30.00	-8.9	-22.8	-64.5	-35.9	OK	OK	OK	OK	34.0	12.0
	157	0.3	-1749.000	-58.520	77.900	30.00	30.00	-9.3	-20.1	-66.8	-31.3	OK	OK	OK	OK	35.1	10.6
	156	0.3	-1739.000	-49.460	85.120	30.00	30.00	-9.7	-17.6	-68.7	-26.4	OK	OK	OK	OK	36.2	9.3
	155	0.3	-1729.000	-40.330	91.210	30.00	30.00	-10.0	-15.5	-70.3	-21.5	OK	OK	OK	OK	37.0	8.2
	154	0.3	-1721.000	-32.600	96.160	30.00	30.00	-10.2	-13.6	-71.6	-17.4	OK	OK	OK	OK	37.7	7.2
	153	0.3	-1715.000	-25.300	98.880	30.00	30.00	-10.4	-12.5	-72.3	-13.5	OK	OK	OK	OK	38.1	6.6
	152	0.3	-1709.000	-19.550	101.000	30.00	30.00	-10.5	-11.5	-72.9	-10.4	OK	OK	OK	OK	38.4	6.0
	151	0.3	-1700.000	-11.990	103.400	30.00	30.00	-10.6	-10.2	-73.5	-6.4	OK	OK	OK	OK	38.7	5.4
	150	0.3	-1693.000	-4.602	104.900	30.00	30.00	-10.7	-9.3	-73.8	-2.5	OK	OK	OK	OK	38.8	4.9
	149	0.3	-1687.000	2.394	105.500	30.00	30.00	-10.8	-8.8	-73.9	1.3	OK	OK	OK	OK	38.9	4.7
	148	0.3	-1681.000	8.957	105.200	30.00	30.00	-10.7	-8.8	-73.6	4.8	OK	OK	OK	OK	38.8	4.6
	147	0.3	-1676.000	15.320	104.100	30.00	30.00	-10.6	-9.1	-73.1	8.2	OK	OK	OK	OK	38.5	4.8
	146	0.3	-1670.000	21.600	102.200	30.00	30.00	-10.5	-9.7	-72.4	11.5	OK	OK	OK	OK	38.1	5.1
	145	0.3	-1665.000	27.950	99.540	30.00	30.00	-10.3	-10.7	-71.4	14.9	OK	OK	OK	OK	37.6	5.6
	144	0.3	-1660.000	34.480	96.140	30.00	30.00	-10.1	-11.9	-70.2	18.4	OK	OK	OK	OK	36.9	6.3
	143	0.3	-1655.000	41.260	91.950	30.00	30.00	-9.8	-13.3	-68.7	22.0	OK	OK	OK	OK	36.2	7.0
	142	0.3	-1651.000	48.560	86.970	30.00	30.00	-9.5	-14.9	-67.1	25.9	OK	OK	OK	OK	35.3	7.8
	141	0.3	-1648.000	53.400	82.530	30.00	30.00	-9.3	-16.2	-65.7	28.5	OK	OK	OK	OK	34.6	8.5
	140	0.3	-1643.000	59.700	77.660	30.00	30.00	-8.0	-17.5	-64.1	31.9	OK	OK	OK	OK	33.7	9.2



	139	0.3	-1639.000	67.280	70.430	30.00	30.00	-8.6	-19.6	-61.8	35.9	OK	OK	OK	OK	32.5	10.3
	138	0.3	-1635.000	75.150	62.320	30.00	30.00	-8.1	-21.9	-59.3	40.1	OK	OK	OK	OK	31.2	11.5
	137	0.3	-1630.000	83.280	53.340	30.00	30.00	-7.6	-24.5	-56.5	44.5	OK	OK	OK	OK	29.7	12.9
	136	0.3	-1626.000	90.240	43.420	30.00	30.00	-7.0	-27.3	-53.4	48.2	OK	OK	OK	OK	28.1	14.4
	135	0.3	-1624.000	95.980	36.340	30.00	30.00	-6.6	-28.4	-51.2	51.3	OK	OK	OK	OK	27.0	15.5
	134	0.3	-1621.000	101.600	28.830	30.00	30.00	-6.2	-31.6	-48.9	54.3	OK	OK	OK	OK	25.7	16.6
	133	0.3	-1618.000	108.800	20.910	30.00	30.00	-5.8	-33.9	-46.4	58.1	OK	OK	OK	OK	24.4	17.8
	132	0.3	-1613.000	113.500	12.200	30.00	30.00	-5.3	-36.4	-43.7	60.6	OK	OK	OK	OK	23.0	19.1
	131	0.3	-1607.000	119.600	3.101	30.00	30.00	-4.7	-39.0	-40.8	63.9	OK	OK	OK	OK	21.5	20.5
	130	0.3	-1602.000	125.800	-6.582	30.00	30.00	-4.9	-41.7	-37.8	67.2	OK	OK	OK	OK	19.9	22.0
	129	0.3	-1597.000	131.500	-16.550	30.00	30.00	-5.5	-44.6	-34.7	70.2	OK	OK	OK	OK	18.3	23.5
	128	0.3	-1591.000	129.400	-25.720	30.00	30.00	-5.9	-47.2	-31.8	69.1	OK	OK	OK	OK	16.7	24.8
	127	0.3	-1585.000	109.600	-37.040	30.00	30.00	-6.6	-50.5	-28.2	58.5	OK	OK	OK	OK	14.9	26.6
	126	0.3	-1577.000	93.330	-45.470	30.00	30.00	-7.0	-52.8	-25.5	49.9	OK	OK	OK	OK	13.4	27.8
	125	0.3	-1561.000	78.810	-54.310	30.00	30.00	-7.4	-55.0	-22.5	42.1	OK	OK	OK	OK	11.8	29.0
	124	0.3	-1556.000	66.760	-61.780	30.00	30.00	-7.8	-57.1	-20.1	35.7	OK	OK	OK	OK	10.6	30.1
	123	0.3	-1550.000	55.230	-67.050	30.00	30.00	-8.1	-58.6	-18.4	29.5	OK	OK	OK	OK	9.7	30.8
	122	0.3	-1543.000	44.420	-71.280	30.00	30.00	-8.3	-59.7	-16.9	23.7	OK	OK	OK	OK	8.9	31.4
	121	0.3	-1537.000	34.990	-74.540	30.00	30.00	-8.5	-60.5	-15.8	18.7	OK	OK	OK	OK	8.3	31.8
	120	0.3	-1527.000	24.580	-77.060	30.00	30.00	-8.6	-61.0	-14.8	13.1	OK	OK	OK	OK	7.8	32.1
	119	0.3	-1520.000	15.360	-79.660	30.00	30.00	-8.7	-61.6	-13.8	8.2	OK	OK	OK	OK	7.3	32.4
	118	0.3	-1515.000	7.738	-81.280	30.00	30.00	-8.8	-62.0	-13.2	4.1	OK	OK	OK	OK	6.9	32.6
	117	0.3	-1511.000	2.176	-81.830	30.00	30.00	-8.8	-62.1	-12.9	1.2	OK	OK	OK	OK	6.8	32.7
	116	0.3	-1504.000	-4.411	-81.980	30.00	30.00	-8.8	-61.9	-12.6	-2.4	OK	OK	OK	OK	6.7	32.6
	115	0.3	-1497.000	-10.190	-81.480	30.00	30.00	-8.8	-61.6	-12.6	-5.4	OK	OK	OK	OK	6.6	32.4
	114	0.3	-1491.000	-14.570	-80.330	30.00	30.00	-8.7	-61.1	-12.9	-7.8	OK	OK	OK	OK	6.8	32.2
	113	0.3	-1485.000	-19.140	-79.400	30.00	30.00	-8.6	-60.7	-13.0	-10.2	OK	OK	OK	OK	6.8	31.9
	112	0.3	-1476.000	-22.810	-77.220	30.00	30.00	-8.5	-59.8	-13.5	-12.2	OK	OK	OK	OK	7.1	31.5
	111	0.3	-1468.000	-25.440	-74.630	30.00	30.00	-8.3	-58.8	-14.1	-13.6	OK	OK	OK	OK	7.4	31.0
	110	0.3	-1459.000	-29.040	-71.680	30.00	30.00	-8.1	-57.7	-14.7	-15.5	OK	OK	OK	OK	7.7	30.4
	109	0.3	-1453.000	-29.700	-68.310	30.00	30.00	-7.9	-56.6	-15.6	-15.9	OK	OK	OK	OK	8.2	29.8
	108	0.3	-1447.000	-32.110	-66.710	30.00	30.00	-7.8	-55.9	-15.9	-17.2	OK	OK	OK	OK	8.4	29.4
	107	0.3	-1438.000	-32.980	-63.020	30.00	30.00	-7.6	-54.6	-16.8	-17.6	OK	OK	OK	OK	8.8	28.7
	106	0.3	-1429.000	-34.600	-59.230	30.00	30.00	-7.3	-53.2	-17.7	-18.5	OK	OK	OK	OK	9.3	28.0
	105	0.3	-1420.000	-34.770	-55.250	30.00	30.00	-7.1	-51.8	-18.7	-18.6	OK	OK	OK	OK	9.8	27.3
	104	0.3	-1411.000	-35.630	-51.260	30.00	30.00	-6.9	-50.4	-19.7	-19.0	OK	OK	OK	OK	10.3	26.5
	103	0.3	-1402.000	-35.220	-47.230	30.00	30.00	-6.6	-49.0	-20.6	-18.8	OK	OK	OK	OK	10.9	25.8
	102	0.3	-1390.000	-35.450	-43.240	30.00	30.00	-6.3	-47.5	-21.5	-18.9	OK	OK	OK	OK	11.3	25.0
	101	0.3	-1378.000	-35.030	-36.470	30.00	30.00	-5.9	-45.1	-23.3	-18.7	OK	OK	OK	OK	12.2	23.8
	100	0.3	-1369.000	-33.960	-32.710	30.00	30.00	-5.7	-43.8	-24.2	-18.1	OK	OK	OK	OK	12.7	23.0
	99	0.3	-1357.000	-33.330	-29.070	30.00	30.00	-5.5	-42.4	-25.0	-17.8	OK	OK	OK	OK	13.1	22.3



98	0.3	-1342.000	-31.870	-22.590	30.00	30.00	-5.1	-40.1	-26.5	-17.0	OK	OK	OK	OK	14.0	21.1
97	0.3	-1330.000	-29.320	-16.280	30.00	30.00	-4.7	-37.9	-28.1	-15.7	OK	OK	OK	OK	14.8	19.9
96	0.3	-1324.000	-29.210	-13.450	30.00	30.00	-4.5	-36.9	-28.8	-15.6	OK	OK	OK	OK	15.2	19.4
95	0.3	-1313.000	-27.760	-10.630	30.00	30.00	-4.3	-35.8	-29.4	-14.8	OK	OK	OK	OK	15.5	18.8
94	0.3	-1300.000	-25.640	-5.224	30.00	30.00	-4.0	-33.8	-30.7	-13.7	OK	OK	OK	OK	16.2	17.8
93	0.3	-1287.000	-23.390	-0.202	30.00	30.00	-3.7	-32.0	-31.9	-12.5	OK	OK	OK	OK	16.8	16.8
92	0.3	-1276.000	-21.070	4.388	30.00	30.00	-3.9	-30.4	-33.0	-11.3	OK	OK	OK	OK	17.4	16.0
91	0.3	-1265.000	-18.700	8.516	30.00	30.00	-4.1	-28.8	-34.0	-10.0	OK	OK	OK	OK	17.9	15.2
90	0.3	-1257.000	-16.730	12.160	30.00	30.00	-4.2	-27.6	-34.8	-8.9	OK	OK	OK	OK	18.3	14.5
89	0.3	-1252.000	-14.820	14.300	30.00	30.00	-4.3	-26.8	-35.4	-7.9	OK	OK	OK	OK	18.6	14.1
88	0.3	-1245.000	-13.380	16.190	30.00	30.00	-4.4	-26.0	-35.8	-7.1	OK	OK	OK	OK	18.8	13.7
87	0.3	-1239.000	-10.860	18.860	30.00	30.00	-4.6	-25.1	-36.4	-5.8	OK	OK	OK	OK	19.2	13.2
86	0.3	-1234.000	-8.864	20.870	30.00	30.00	-4.7	-24.4	-36.9	-4.7	OK	OK	OK	OK	19.4	12.8
85	0.3	-1232.000	-6.994	22.020	30.00	30.00	-4.7	-24.0	-37.2	-3.7	OK	OK	OK	OK	19.6	12.6
84	0.3	-1229.000	-5.356	22.930	30.00	30.00	-4.8	-23.6	-37.4	-2.9	OK	OK	OK	OK	19.7	12.4
83	0.3	-1227.000	-3.350	23.890	30.00	30.00	-4.8	-23.3	-37.6	-1.8	OK	OK	OK	OK	19.8	12.3
82	0.3	-1226.000	-1.459	24.340	30.00	30.00	-4.8	-23.1	-37.7	-0.8	OK	OK	OK	OK	19.9	12.2
81	0.3	-1226.000	0.311	24.530	30.00	30.00	-4.8	-23.1	-37.8	0.2	OK	OK	OK	OK	19.9	12.1
80	0.3	-1227.000	2.356	24.480	30.00	30.00	-4.8	-23.1	-37.8	1.3	OK	OK	OK	OK	19.9	12.2
79	0.3	-1228.000	4.126	24.150	30.00	30.00	-4.8	-23.2	-37.7	2.2	OK	OK	OK	OK	19.9	12.2
78	0.3	-1231.000	33.370	23.590	30.00	30.00	-4.8	-23.5	-37.6	17.8	OK	OK	OK	OK	19.8	12.4
77	0.3	-1235.000	-20.230	17.180	30.00	30.00	-4.5	-25.5	-35.8	-10.8	OK	OK	OK	OK	18.8	13.4
76	0.3	-1240.000	10.640	20.850	30.00	30.00	-4.7	-24.5	-37.0	5.7	OK	OK	OK	OK	19.5	12.9
75	0.3	-1245.000	12.700	19.470	30.00	30.00	-4.6	-25.1	-36.7	6.8	OK	OK	OK	OK	19.3	13.2
74	0.3	-1252.000	14.880	17.080	30.00	30.00	-4.5	-26.0	-36.2	7.9	OK	OK	OK	OK	19.1	13.7
73	0.3	-1260.000	17.090	14.270	30.00	30.00	-4.4	-27.0	-35.6	9.1	OK	OK	OK	OK	18.7	14.2
72	0.3	-1269.000	19.220	11.850	30.00	30.00	-4.3	-27.9	-35.1	10.3	OK	OK	OK	OK	18.4	14.7
71	0.3	-1278.000	20.970	8.362	30.00	30.00	-4.1	-29.2	-34.2	11.2	OK	OK	OK	OK	18.0	15.4
70	0.3	-1288.000	23.330	4.550	30.00	30.00	-3.9	-30.6	-33.3	12.5	OK	OK	OK	OK	17.5	16.1
69	0.3	-1300.000	25.480	0.927	30.00	30.00	-3.7	-32.0	-32.5	13.6	OK	OK	OK	OK	17.1	16.8
68	0.3	-1311.000	26.940	-3.634	30.00	30.00	-3.9	-33.6	-31.5	14.4	OK	OK	OK	OK	16.6	17.7
67	0.3	-1324.000	29.180	-8.457	30.00	30.00	-4.2	-35.4	-30.3	15.6	OK	OK	OK	OK	16.0	18.6
66	0.3	-1337.000	31.210	-13.450	30.00	30.00	-4.5	-37.2	-29.2	16.7	OK	OK	OK	OK	15.3	19.6
65	0.3	-1351.000	32.990	-18.850	30.00	30.00	-4.9	-39.2	-27.9	17.6	OK	OK	OK	OK	14.7	20.6
64	0.3	-1365.000	33.860	-24.550	30.00	30.00	-5.2	-41.2	-26.5	18.1	OK	OK	OK	OK	14.0	21.7
63	0.3	-1380.000	35.370	-30.730	30.00	30.00	-5.6	-43.5	-25.0	18.9	OK	OK	OK	OK	13.2	22.9
62	0.3	-1395.000	36.350	-37.160	30.00	30.00	-6.0	-45.8	-23.5	19.4	OK	OK	OK	OK	12.4	24.1
61	0.3	-1411.000	20.340	-44.050	30.00	30.00	-6.5	-48.2	-21.8	10.9	OK	OK	OK	OK	11.5	25.4
60	0.3	-1424.000	92.600	-47.790	30.00	30.00	-6.7	-49.7	-21.0	49.5	OK	OK	OK	OK	11.1	26.1
59	0.3	-1441.000	-1.937	-63.210	30.00	30.00	-7.6	-54.7	-16.8	-1.0	OK	OK	OK	OK	8.9	28.8
58	0.3	-1451.000	35.430	-62.870	30.00	30.00	-7.6	-54.9	-17.2	18.9	OK	OK	OK	OK	9.0	28.9



57	0.3	-1460.000	32.270	-66.800	30.00	30.00	-7.9	-56.3	-16.2	17.2	OK	OK	OK	OK	8.5	29.6
56	0.3	-1468.000	33.100	-70.370	30.00	30.00	-8.1	-57.5	-15.3	17.7	OK	OK	OK	OK	8.1	30.3
55	0.3	-1477.000	28.570	-74.060	30.00	30.00	-8.3	-58.9	-14.5	15.3	OK	OK	OK	OK	7.6	31.0
54	0.3	-1484.000	29.610	-77.260	30.00	30.00	-8.5	-60.0	-13.7	15.8	OK	OK	OK	OK	7.2	31.6
53	0.3	-1494.000	22.410	-80.540	30.00	30.00	-8.7	-61.3	-12.9	12.0	OK	OK	OK	OK	6.8	32.2
52	0.3	-1503.000	17.290	-83.030	30.00	30.00	-8.9	-62.2	-12.3	9.2	OK	OK	OK	OK	6.5	32.8
51	0.3	-1511.000	12.960	-84.950	30.00	30.00	-9.0	-63.0	-11.8	6.9	OK	OK	OK	OK	6.2	33.2
50	0.3	-1521.000	44.830	-86.380	30.00	30.00	-9.1	-63.7	-11.6	23.9	OK	OK	OK	OK	6.1	33.5
49	0.3	-1532.000	24.090	-92.230	30.00	30.00	-9.5	-65.9	-9.6	12.9	OK	OK	OK	OK	5.0	34.7
48	0.3	-1538.000	122.900	-96.500	30.00	30.00	-9.8	-67.4	-7.9	65.7	OK	OK	OK	OK	4.2	35.5
47	0.3	-1551.000	-1.610	-106.600	30.00	30.00	-10.5	-71.2	-3.3	-0.9	OK	OK	OK	OK	1.8	37.5
46	0.3	-1563.000	-189.100	-106.200	30.00	30.00	-10.5	-71.3	-4.0	-101.0	OK	OK	OK	OK	2.1	37.5
45	0.3	-1583.000	-154.800	-84.590	30.00	30.00	-9.2	-64.7	-13.9	-82.7	OK	OK	OK	OK	7.3	34.0
44	0.3	-1605.000	-129.900	-64.910	30.00	30.00	-8.2	-59.3	-20.4	-69.4	OK	OK	OK	OK	10.7	31.2
43	0.3	-1616.000	-191.400	-36.700	30.00	30.00	-6.6	-51.1	-29.1	-102.2	OK	OK	OK	OK	15.3	26.9
42	0.3	-1626.000	-168.000	-7.570	30.00	30.00	-5.0	-42.6	-38.1	-89.7	OK	OK	OK	OK	20.0	22.4
41	0.3	-1634.000	-144.500	17.990	30.00	30.00	-5.6	-35.2	-46.0	-77.2	OK	OK	OK	OK	24.2	18.5
40	0.3	-1641.000	-121.300	40.000	30.00	30.00	-6.9	-28.7	-52.7	-64.8	OK	OK	OK	OK	27.8	15.1
39	0.3	-1648.000	-98.250	58.450	30.00	30.00	-7.9	-23.4	-58.4	-52.5	OK	OK	OK	OK	30.8	12.3
38	0.3	-1654.000	-75.620	73.410	30.00	30.00	-8.8	-19.0	-63.1	-40.4	OK	OK	OK	OK	33.2	10.0
37	0.3	-1661.000	-53.530	84.920	30.00	30.00	-9.4	-15.8	-66.7	-28.6	OK	OK	OK	OK	35.1	8.3
36	0.3	-1669.000	-31.930	93.060	30.00	30.00	-9.9	-13.3	-68.4	-17.1	OK	OK	OK	OK	36.5	7.0
35	0.3	-1678.000	-10.800	97.920	30.00	30.00	-10.2	-11.7	-71.2	-5.8	OK	OK	OK	OK	37.5	6.2
34	0.3	-1687.000	9.979	99.570	30.00	30.00	-10.4	-11.4	-71.9	5.3	OK	OK	OK	OK	37.8	6.0
33	0.3	-1697.000	30.600	98.050	30.00	30.00	-10.3	-12.3	-71.6	16.3	OK	OK	OK	OK	37.7	6.5
32	0.3	-1707.000	51.390	93.390	30.00	30.00	-10.0	-14.2	-70.4	27.5	OK	OK	OK	OK	37.1	7.5
31	0.3	-1717.000	-50.890	85.570	30.00	30.00	-9.6	-17.0	-68.3	-27.2	OK	OK	OK	OK	35.9	8.9
30	0.3	-1724.000	-74.640	93.310	30.00	30.00	-10.1	-14.7	-70.8	-39.9	OK	OK	OK	OK	37.3	7.7
29	0.3	-1732.000	-53.720	104.700	30.00	30.00	-10.8	-10.7	-74.6	-28.7	OK	OK	OK	OK	39.3	5.6
28	0.3	-1740.000	-32.130	112.900	30.00	30.00	-11.4	-7.2	-77.6	-17.2	OK	OK	OK	OK	40.8	3.8
27	0.3	-1748.000	-9.667	117.700	30.00	30.00	-11.7	-5.1	-79.4	-5.2	OK	OK	OK	OK	41.8	2.7
26	0.3	-1757.000	13.710	119.200	30.00	30.00	-11.8	-4.6	-80.1	7.3	OK	OK	OK	OK	42.2	2.4
25	0.3	-1765.000	37.790	117.100	30.00	30.00	-11.7	-6.0	-79.6	20.2	OK	OK	OK	OK	41.9	3.2
24	0.3	-1774.000	62.290	111.400	30.00	30.00	-11.3	-9.1	-77.8	33.3	OK	OK	OK	OK	41.0	4.8
23	0.3	-1783.000	86.700	101.900	30.00	30.00	-10.8	-13.3	-74.9	46.3	OK	OK	OK	OK	39.4	7.0
22	0.3	-1791.000	110.200	88.700	30.00	30.00	-10.0	-17.9	-71.1	58.9	OK	OK	OK	OK	37.4	9.4
21	0.3	-1798.000	131.900	71.920	30.00	30.00	-9.1	-23.1	-66.2	70.5	OK	OK	OK	OK	34.8	12.1
20	0.3	-1797.000	149.700	51.850	30.00	30.00	-8.0	-29.1	-60.2	80.0	OK	OK	OK	OK	31.7	15.3
19	0.3	-1802.000	146.400	29.060	30.00	30.00	-6.7	-36.0	-53.4	78.2	OK	OK	OK	OK	28.1	19.0
18	0.3	-1804.000	8.224	11.030	30.00	30.00	-5.7	-41.5	-48.1	4.4	OK	OK	OK	OK	25.3	21.8
17	0.3	-1802.000	9.971	10.010	30.00	30.00	-5.7	-41.7	-47.7	5.3	OK	OK	OK	OK	25.1	22.0
16	0.3	-1805.000	11.770	8.785	30.00	30.00	-5.6	-42.2	-47.4	6.3	OK	OK	OK	OK	25.0	22.2
15	0.3	-1809.000	13.440	7.335	30.00	30.00	-5.5	-42.7	-47.1	7.2	OK	OK	OK	OK	24.8	22.5
14	0.3	-1815.000	15.010	5.679	30.00	30.00	-5.5	-43.4	-46.8	8.0	OK	OK	OK	OK	24.6	22.8
13	0.3	-1824.000	16.650	3.829	30.00	30.00	-5.4	-44.1	-46.4	8.9	OK	OK	OK	OK	24.4	23.2
12	0.3	-1834.000	18.210	1.777	30.00	30.00	-5.3	-45.0	-46.1	9.7	OK	OK	OK	OK	24.2	23.7
11	0.3	-1846.000	19.730	-0.467	30.00	30.00	-5.3	-46.0	-45.7	10.5	OK	OK	OK	OK	24.0	24.2
10	0.3	-1861.000	21.390	-2.899	30.00	30.00	-5.4	-47.1	-45.3	11.4	OK	OK	OK	OK	23.9	24.8
9	0.3	-1876.000	23.180	-5.535	30.00	30.00	-5.6	-48.2	-44.9	12.4	OK	OK	OK	OK	23.6	25.4
8	0.3	-1891.000	24.980	-8.394	30.00	30.00	-5.8	-49.5	-44.4	13.3	OK	OK	OK	OK	23.4	26.0
7	0.3	-1924.000	29.140	-11.470	30.00	30.00	-6.1	-51.2	-44.3	15.6	OK	OK	OK	OK	23.3	26.9
6	0.3	-1974.000	-34.590	-23.260	30.00	30.00	-6.9	-56.0	-42.0	-18.5	OK	OK	OK	OK	22.1	29.5
5	0.3	-2005.000	-40.010	-9.271	30.00	30.00	-8.2	-52.5	-47.0	-21.4	OK	OK	OK	OK	24.7	27.7
4	0.3	-1987.000	-3.621	6.915	30.00	30.00	-6.0	-47.2	-51.4	-1.9	OK	OK	OK	OK	27.1	24.9
3	0.3	-1934.000	66.280	8.381	30.00	30.00	-6.0	-45.5	-50.5	35.4	OK	OK	OK	OK	26.6	23.9



## 13.3.2.2. Cunicolo di piedritto sinistro – Time 8

FASE 8 - CAMERONE - SEZIONE TIPO 3 - CUNICOLO SX																		
INPUT PLAXIS					Intradosso		Estradosso		VERIFICHE SEZIONALI				CHECK					
Element	Node	Height	N	V	M	Af	A'T	$\sigma_s$	$\sigma_s$ .inf	$\sigma_s$ .sup	$\tau$	T	CLS	As	As'	%estra	%intra	
		m	KN	KN	KN-m	cm2	cm2	[Mpa]	[Mpa]	[Mpa]	[Mpa]							
CALOTTA	175	0.3	-2209.000	-151.800	-32.000	30.00	30.00	-8.0	-64.4	-45.2	-81.1	OK	OK	OK	OK	23.8	33.9	
(RCK25_5P30)	174	0.3	-2268.000	-79.240	-0.578	30.00	30.00	-6.5	-56.5	-56.1	-42.3	OK	OK	OK	OK	29.5	29.7	
	173	0.3	-2289.000	-18.780	28.590	30.00	30.00	-8.1	-48.2	-65.4	-10.0	OK	OK	OK	OK	34.4	25.4	
	172	0.3	-2302.000	23.720	33.370	30.00	30.00	-8.4	-47.1	-67.1	12.7	OK	OK	OK	OK	35.3	24.8	
	171	0.3	-2277.000	37.380	27.340	30.00	30.00	-8.0	-48.3	-64.7	20.0	OK	OK	OK	OK	34.1	25.4	
	170	0.3	-2263.000	56.610	17.830	30.00	30.00	-7.4	-50.8	-61.5	30.2	OK	OK	OK	OK	32.4	26.8	
	169	0.3	-2258.000	45.620	-2.740	30.00	30.00	-6.6	-56.9	-55.2	24.4	OK	OK	OK	OK	29.1	29.9	
	168	0.3	-2242.000	18.720	-19.220	30.00	30.00	-7.4	-61.4	-49.9	10.0	OK	OK	OK	OK	26.3	32.3	
	167	0.3	-2226.000	1.928	-22.790	30.00	30.00	-7.6	-62.1	-48.4	1.0	OK	OK	OK	OK	25.5	32.7	
	166	0.3	-2197.000	-18.830	-23.160	30.00	30.00	-7.5	-61.5	-47.6	-10.1	OK	OK	OK	OK	25.0	32.4	
	165	0.3	-2176.000	-41.690	-16.490	30.00	30.00	-7.1	-59.0	-49.1	-22.3	OK	OK	OK	OK	25.8	31.0	
	164	0.3	-2151.000	-79.230	-8.616	30.00	30.00	-6.6	-56.0	-50.8	-42.3	OK	OK	OK	OK	26.7	29.5	
	163	0.3	-2148.000	-94.550	6.353	30.00	30.00	-6.4	-51.4	-55.2	-50.5	OK	OK	OK	OK	29.1	27.1	
	162	0.3	-2185.000	-85.970	39.160	30.00	30.00	-8.4	-42.5	-66.0	-45.9	OK	OK	OK	OK	34.7	22.4	
	161	0.3	-2182.000	-85.260	49.850	30.00	30.00	-9.0	-39.2	-69.1	-45.5	OK	OK	OK	OK	36.4	20.6	
	160	0.3	-2173.000	-81.110	60.440	30.00	30.00	-8.5	-35.8	-72.1	-43.3	OK	OK	OK	OK	37.9	18.9	
	159	0.3	-2164.000	-74.490	70.500	30.00	30.00	-10.1	-32.6	-74.9	-39.8	OK	OK	OK	OK	39.4	17.1	
	158	0.3	-2153.000	-66.360	79.720	30.00	30.00	-10.5	-29.5	-77.3	-35.4	OK	OK	OK	OK	40.7	15.5	
	157	0.3	-2143.000	-57.440	87.930	30.00	30.00	-11.0	-26.8	-79.6	-30.7	OK	OK	OK	OK	41.9	14.1	
	156	0.3	-2132.000	-48.040	95.020	30.00	30.00	-11.3	-24.4	-81.4	-25.7	OK	OK	OK	OK	42.8	12.9	
	155	0.3	-2121.000	-38.640	100.900	30.00	30.00	-11.6	-22.4	-82.9	-20.6	OK	OK	OK	OK	43.6	11.8	
	154	0.3	-2111.000	-30.330	105.700	30.00	30.00	-11.9	-20.7	-84.1	-16.2	OK	OK	OK	OK	44.3	10.9	
	153	0.3	-2106.000	-22.010	108.200	30.00	30.00	-12.0	-19.8	-84.7	-11.8	OK	OK	OK	OK	44.6	10.4	
	152	0.3	-2098.000	-15.730	110.000	30.00	30.00	-12.1	-19.1	-85.1	-8.4	OK	OK	OK	OK	44.8	10.0	
	151	0.3	-2088.000	-7.707	112.000	30.00	30.00	-12.2	-18.2	-85.4	-4.1	OK	OK	OK	OK	45.0	9.6	
	150	0.3	-2080.000	0.416	113.000	30.00	30.00	-12.2	-17.6	-85.6	0.2	OK	OK	OK	OK	45.0	9.3	
	149	0.3	-2072.000	8.025	112.900	30.00	30.00	-12.2	-17.4	-85.3	4.3	OK	OK	OK	OK	44.9	9.2	
	148	0.3	-2064.000	15.520	111.900	30.00	30.00	-12.1	-17.6	-84.8	8.3	OK	OK	OK	OK	44.6	9.2	
	147	0.3	-2057.000	22.780	110.000	30.00	30.00	-12.0	-18.0	-84.1	12.2	OK	OK	OK	OK	44.2	9.5	
	146	0.3	-2050.000	30.070	107.200	30.00	30.00	-11.8	-18.7	-83.0	16.1	OK	OK	OK	OK	43.7	9.9	
	145	0.3	-2043.000	37.120	103.600	30.00	30.00	-11.6	-19.6	-81.8	19.8	OK	OK	OK	OK	43.0	10.3	
	144	0.3	-2036.000	44.370	99.070	30.00	30.00	-11.3	-20.8	-80.2	23.7	OK	OK	OK	OK	42.2	11.0	
	143	0.3	-2030.000	51.790	93.690	30.00	30.00	-11.0	-22.3	-78.5	27.7	OK	OK	OK	OK	41.3	11.7	
	142	0.3	-2024.000	59.810	87.430	30.00	30.00	-10.6	-24.0	-76.5	31.9	OK	OK	OK	OK	40.2	12.6	
	141	0.3	-2019.000	64.920	81.970	30.00	30.00	-10.3	-25.5	-74.7	34.7	OK	OK	OK	OK	39.3	13.4	
	140	0.3	-2012.000	71.720	76.050	30.00	30.00	-9.9	-27.1	-72.7	38.3	OK	OK	OK	OK	38.3	14.3	



	139	0.3	-2005.000	79.900	67.370	30.00	30.00	-9.4	-29.6	-70.0	42.7	OK	OK	OK	OK	36.8	15.6
	138	0.3	-1998.000	88.280	57.750	30.00	30.00	-8.9	-32.3	-66.9	47.2	OK	OK	OK	OK	35.2	17.0
	137	0.3	-1990.000	96.980	47.200	30.00	30.00	-8.3	-35.2	-63.6	51.8	OK	OK	OK	OK	33.4	18.5
	136	0.3	-1984.000	104.500	35.660	30.00	30.00	-7.6	-38.6	-59.9	55.8	OK	OK	OK	OK	31.5	20.3
	135	0.3	-1979.000	110.600	27.460	30.00	30.00	-7.1	-40.9	-57.4	59.1	OK	OK	OK	OK	30.2	21.5
	134	0.3	-1974.000	116.700	18.810	30.00	30.00	-6.6	-43.4	-54.6	62.3	OK	OK	OK	OK	28.8	22.8
	133	0.3	-1969.000	125.000	9.714	30.00	30.00	-6.1	-46.0	-51.8	66.8	OK	OK	OK	OK	27.3	24.2
	132	0.3	-1962.000	130.600	-0.310	30.00	30.00	-5.6	-48.8	-48.6	69.8	OK	OK	OK	OK	25.6	25.7
	131	0.3	-1953.000	138.000	-10.770	30.00	30.00	-6.1	-51.7	-45.2	73.7	OK	OK	OK	OK	23.8	27.2
	130	0.3	-1945.000	145.700	-21.940	30.00	30.00	-6.7	-54.9	-41.7	77.8	OK	OK	OK	OK	21.9	28.9
	129	0.3	-1937.000	153.100	-33.500	30.00	30.00	-7.4	-58.1	-38.0	81.8	OK	OK	OK	OK	20.0	30.6
	128	0.3	-1929.000	151.300	-44.180	30.00	30.00	-7.9	-61.1	-34.6	80.8	OK	OK	OK	OK	18.2	32.2
	127	0.3	-1920.000	127.200	-57.420	30.00	30.00	-8.6	-64.9	-30.4	67.9	OK	OK	OK	OK	16.0	34.1
	126	0.3	-1908.000	107.500	-67.220	30.00	30.00	-9.1	-67.5	-27.2	57.4	OK	OK	OK	OK	14.3	35.5
	125	0.3	-1887.000	89.130	-77.420	30.00	30.00	-9.7	-70.1	-23.6	47.6	OK	OK	OK	OK	12.4	36.9
	124	0.3	-1878.000	73.670	-85.870	30.00	30.00	-10.1	-72.4	-20.9	39.4	OK	OK	OK	OK	11.0	38.1
	123	0.3	-1868.000	59.840	-91.680	30.00	30.00	-10.4	-73.9	-18.9	32.0	OK	OK	OK	OK	9.9	38.9
	122	0.3	-1858.000	46.820	-96.270	30.00	30.00	-10.6	-75.0	-17.2	25.0	OK	OK	OK	OK	9.1	39.5
	121	0.3	-1847.000	35.210	-99.710	30.00	30.00	-10.8	-75.8	-15.9	18.8	OK	OK	OK	OK	8.3	39.9
	120	0.3	-1832.000	22.480	-102.200	30.00	30.00	-10.9	-76.2	-14.6	12.0	OK	OK	OK	OK	7.7	40.1
	119	0.3	-1819.000	10.600	-104.600	30.00	30.00	-11.0	-76.6	-13.3	5.7	OK	OK	OK	OK	7.0	40.3
	118	0.3	-1809.000	1.307	-105.800	30.00	30.00	-11.1	-76.8	-12.6	0.7	OK	OK	OK	OK	6.6	40.4
	117	0.3	-1800.000	-4.980	-105.800	30.00	30.00	-11.0	-76.6	-12.3	-2.7	OK	OK	OK	OK	6.5	40.3
	116	0.3	-1788.000	-13.080	-105.500	30.00	30.00	-11.0	-76.2	-12.1	-7.0	OK	OK	OK	OK	6.3	40.1
	115	0.3	-1774.000	-20.320	-104.000	30.00	30.00	-10.9	-75.4	-12.2	-10.9	OK	OK	OK	OK	6.4	39.7
	114	0.3	-1762.000	-25.210	-101.800	30.00	30.00	-10.7	-74.4	-12.7	-13.5	OK	OK	OK	OK	6.7	39.2
	113	0.3	-1751.000	-30.650	-100.200	30.00	30.00	-10.6	-73.6	-13.0	-16.4	OK	OK	OK	OK	6.9	38.7
	112	0.3	-1735.000	-35.610	-96.700	30.00	30.00	-10.3	-72.1	-13.8	-19.0	OK	OK	OK	OK	7.3	38.0
	111	0.3	-1718.000	-38.900	-92.670	30.00	30.00	-10.0	-70.5	-14.8	-20.8	OK	OK	OK	OK	7.8	37.1
	110	0.3	-1702.000	-43.700	-88.170	30.00	30.00	-9.7	-68.7	-15.8	-23.3	OK	OK	OK	OK	8.3	36.2
	109	0.3	-1690.000	-43.690	-83.110	30.00	30.00	-9.4	-66.9	-17.0	-23.3	OK	OK	OK	OK	9.0	35.2
	108	0.3	-1679.000	-46.720	-80.780	30.00	30.00	-9.3	-65.9	-17.5	-25.0	OK	OK	OK	OK	9.2	34.7
	107	0.3	-1662.000	-47.710	-75.410	30.00	30.00	-8.9	-63.9	-18.6	-25.5	OK	OK	OK	OK	9.8	33.6
	106	0.3	-1645.000	-49.990	-69.920	30.00	30.00	-8.6	-61.8	-19.9	-26.7	OK	OK	OK	OK	10.5	32.5
	105	0.3	-1628.000	-49.950	-64.190	30.00	30.00	-8.2	-59.7	-21.2	-26.7	OK	OK	OK	OK	11.1	31.4
	104	0.3	-1612.000	-51.140	-58.450	30.00	30.00	-7.8	-57.5	-22.5	-27.3	OK	OK	OK	OK	11.8	30.3
	103	0.3	-1595.000	-50.250	-52.650	30.00	30.00	-7.5	-55.4	-23.8	-26.8	OK	OK	OK	OK	12.5	29.1
	102	0.3	-1573.000	-50.510	-46.960	30.00	30.00	-7.1	-53.1	-25.0	-27.0	OK	OK	OK	OK	13.1	28.0
	101	0.3	-1552.000	-49.650	-37.300	30.00	30.00	-6.5	-49.7	-27.3	-26.5	OK	OK	OK	OK	14.4	26.2
	100	0.3	-1536.000	-47.670	-31.980	30.00	30.00	-6.1	-47.7	-28.5	-25.5	OK	OK	OK	OK	15.0	25.1
	99	0.3	-1515.000	-46.630	-26.860	30.00	30.00	-5.8	-45.7	-29.6	-24.9	OK	OK	OK	OK	15.6	24.0



	98	0.3	-1489.000	-44.220	-17.800	30.00	30.00	-5.2	-42.3	-31.6	-23.6	OK	OK	OK	OK	16.6	22.3
	97	0.3	-1469.000	-40.000	-9.043	30.00	30.00	-4.7	-39.2	-33.8	-21.4	OK	OK	OK	OK	17.8	20.6
	96	0.3	-1458.000	-39.450	-5.182	30.00	30.00	-4.4	-37.7	-34.6	-21.1	OK	OK	OK	OK	18.2	19.9
	95	0.3	-1440.000	-36.880	-1.371	30.00	30.00	-4.2	-36.2	-35.3	-19.7	OK	OK	OK	OK	18.6	19.0
	94	0.3	-1417.000	-33.520	5.811	30.00	30.00	-4.3	-33.4	-36.9	-17.9	OK	OK	OK	OK	19.4	17.6
	93	0.3	-1396.000	-30.000	12.370	30.00	30.00	-4.6	-30.9	-38.4	-16.0	OK	OK	OK	OK	20.2	16.3
	92	0.3	-1377.000	-26.380	18.260	30.00	30.00	-4.9	-28.7	-39.7	-14.1	OK	OK	OK	OK	20.9	15.1
	91	0.3	-1360.000	-22.720	23.430	30.00	30.00	-5.2	-26.7	-40.8	-12.1	OK	OK	OK	OK	21.5	14.1
	90	0.3	-1347.000	-19.790	27.860	30.00	30.00	-5.4	-25.1	-41.8	-10.6	OK	OK	OK	OK	22.0	13.2
	89	0.3	-1338.000	-17.060	30.380	30.00	30.00	-5.5	-24.1	-42.3	-9.1	OK	OK	OK	OK	22.3	12.7
	88	0.3	-1327.000	-14.910	32.570	30.00	30.00	-5.6	-23.2	-42.7	-8.0	OK	OK	OK	OK	22.5	12.2
	87	0.3	-1317.000	-11.170	35.550	30.00	30.00	-5.7	-22.0	-43.4	-6.0	OK	OK	OK	OK	22.8	11.6
	86	0.3	-1310.000	-8.282	37.610	30.00	30.00	-5.8	-21.2	-43.8	-4.4	OK	OK	OK	OK	23.1	11.2
	85	0.3	-1305.000	-5.693	38.690	30.00	30.00	-5.9	-20.8	-44.0	-3.0	OK	OK	OK	OK	23.2	10.9
	84	0.3	-1301.000	-3.419	39.430	30.00	30.00	-5.9	-20.5	-44.1	-1.8	OK	OK	OK	OK	23.2	10.8
	83	0.3	-1297.000	-0.691	40.030	30.00	30.00	-5.9	-20.2	-44.2	-0.4	OK	OK	OK	OK	23.3	10.6
	82	0.3	-1296.000	1.678	40.120	30.00	30.00	-5.9	-20.1	-44.2	0.9	OK	OK	OK	OK	23.3	10.6
	81	0.3	-1295.000	4.082	39.900	30.00	30.00	-5.9	-20.2	-44.1	2.2	OK	OK	OK	OK	23.2	10.6
	80	0.3	-1296.000	6.614	39.190	30.00	30.00	-5.9	-20.4	-43.9	3.5	OK	OK	OK	OK	23.1	10.7
	79	0.3	-1297.000	8.732	38.290	30.00	30.00	-5.8	-20.7	-43.7	4.7	OK	OK	OK	OK	23.0	10.9
	78	0.3	-1300.000	39.950	37.080	30.00	30.00	-5.7	-21.2	-43.4	21.3	OK	OK	OK	OK	22.8	11.1
	77	0.3	-1306.000	-16.330	29.410	30.00	30.00	-5.3	-23.6	-41.2	-8.7	OK	OK	OK	OK	21.7	12.4
	76	0.3	-1311.000	16.250	32.360	30.00	30.00	-5.5	-22.8	-42.2	8.7	OK	OK	OK	OK	22.2	12.0
	75	0.3	-1318.000	18.700	30.240	30.00	30.00	-5.4	-23.6	-41.8	10.0	OK	OK	OK	OK	22.0	12.4
	74	0.3	-1328.000	21.030	26.720	30.00	30.00	-5.3	-25.0	-41.0	11.2	OK	OK	OK	OK	21.6	13.1
	73	0.3	-1338.000	23.480	22.750	30.00	30.00	-5.1	-26.4	-40.0	12.5	OK	OK	OK	OK	21.1	13.9
	72	0.3	-1349.000	26.030	19.430	30.00	30.00	-4.9	-27.7	-39.3	13.9	OK	OK	OK	OK	20.7	14.6
	71	0.3	-1361.000	27.770	14.700	30.00	30.00	-4.7	-29.4	-38.2	14.8	OK	OK	OK	OK	20.1	15.5
	70	0.3	-1374.000	30.370	9.649	30.00	30.00	-4.4	-31.2	-37.0	16.2	OK	OK	OK	OK	19.5	16.4
	69	0.3	-1389.000	32.740	4.936	30.00	30.00	-4.2	-33.0	-36.0	17.5	OK	OK	OK	OK	18.9	17.4
	68	0.3	-1404.000	34.040	-0.921	30.00	30.00	-4.0	-35.1	-34.6	18.2	OK	OK	OK	OK	18.2	18.5
	67	0.3	-1420.000	36.400	-7.011	30.00	30.00	-4.4	-37.4	-33.1	19.4	OK	OK	OK	OK	17.4	19.7
	66	0.3	-1437.000	38.510	-13.240	30.00	30.00	-4.8	-39.6	-31.7	20.6	OK	OK	OK	OK	16.7	20.9
	65	0.3	-1454.000	40.190	-19.890	30.00	30.00	-5.2	-42.1	-30.1	21.5	OK	OK	OK	OK	15.9	22.1
	64	0.3	-1471.000	40.870	-26.840	30.00	30.00	-5.7	-44.6	-28.5	21.8	OK	OK	OK	OK	15.0	23.5
	63	0.3	-1490.000	42.320	-34.290	30.00	30.00	-6.1	-47.3	-26.7	22.6	OK	OK	OK	OK	14.1	24.9
	62	0.3	-1509.000	43.180	-41.990	30.00	30.00	-6.6	-50.0	-24.9	23.1	OK	OK	OK	OK	13.1	26.3
	61	0.3	-1529.000	25.610	-50.170	30.00	30.00	-7.1	-53.0	-22.9	13.7	OK	OK	OK	OK	12.1	27.9
	60	0.3	-1545.000	103.800	-54.890	30.00	30.00	-7.4	-54.8	-21.9	55.4	OK	OK	OK	OK	11.5	28.8
	59	0.3	-1566.000	0.879	-72.160	30.00	30.00	-8.5	-60.5	-17.2	0.5	OK	OK	OK	OK	9.1	31.8
	58	0.3	-1579.000	41.110	-72.310	30.00	30.00	-8.5	-60.9	-17.5	22.0	OK	OK	OK	OK	9.2	32.0



57	0.3	-1590.000	37.220	-76.860	30.00	30.00	-8.8	-62.5	-16.4	19.9	OK	OK	OK	OK	8.6	32.9
56	0.3	-1600.000	37.750	-80.980	30.00	30.00	-9.0	-64.0	-15.4	20.2	OK	OK	OK	OK	8.1	33.7
55	0.3	-1611.000	32.460	-85.200	30.00	30.00	-9.3	-65.5	-14.4	17.3	OK	OK	OK	OK	7.6	34.5
54	0.3	-1620.000	33.280	-88.820	30.00	30.00	-9.5	-66.9	-13.4	17.8	OK	OK	OK	OK	7.1	35.2
53	0.3	-1632.000	25.110	-92.510	30.00	30.00	-9.8	-68.3	-12.5	13.4	OK	OK	OK	OK	6.6	36.0
52	0.3	-1643.000	19.260	-95.290	30.00	30.00	-10.0	-69.5	-11.7	10.3	OK	OK	OK	OK	6.2	36.6
51	0.3	-1652.000	14.230	-97.420	30.00	30.00	-10.1	-70.4	-11.2	7.6	OK	OK	OK	OK	5.9	37.0
50	0.3	-1664.000	48.890	-98.990	30.00	30.00	-10.3	-71.2	-10.9	26.1	OK	OK	OK	OK	5.7	37.5
49	0.3	-1678.000	26.280	-105.400	30.00	30.00	-10.7	-73.6	-8.6	14.0	OK	OK	OK	OK	4.5	38.8
48	0.3	-1684.000	134.100	-110.000	30.00	30.00	-11.0	-75.3	-6.6	71.6	OK	OK	OK	OK	3.5	39.6
47	0.3	-1700.000	-1.169	-121.100	30.00	30.00	-11.9	-79.6	-1.3	-0.6	OK	OK	OK	OK	0.7	41.9
46	0.3	-1712.000	-204.900	-120.800	30.00	30.00	-11.9	-79.7	-1.9	-109.5	OK	OK	OK	OK	1.0	42.0
45	0.3	-1733.000	-168.100	-97.180	30.00	30.00	-10.3	-72.2	-13.6	-89.8	OK	OK	OK	OK	7.2	38.0
44	0.3	-1757.000	-140.000	-75.820	30.00	30.00	-9.2	-66.3	-20.9	-74.8	OK	OK	OK	OK	11.0	34.9
43	0.3	-1769.000	-205.100	-45.420	30.00	30.00	-7.5	-57.5	-30.3	-109.6	OK	OK	OK	OK	15.9	30.3
42	0.3	-1780.000	-180.500	-13.990	30.00	30.00	-6.8	-48.4	-40.0	-96.4	OK	OK	OK	OK	21.0	25.5
41	0.3	-1788.000	-154.900	13.490	30.00	30.00	-6.8	-40.3	-48.4	-82.7	OK	OK	OK	OK	25.5	21.2
40	0.3	-1796.000	-129.400	37.060	30.00	30.00	-7.2	-33.5	-56.7	-69.1	OK	OK	OK	OK	29.3	17.6
39	0.3	-1803.000	-104.300	56.760	30.00	30.00	-8.3	-27.7	-61.8	-55.7	OK	OK	OK	OK	32.5	14.6
38	0.3	-1810.000	-79.730	72.640	30.00	30.00	-9.2	-23.1	-66.7	-42.6	OK	OK	OK	OK	35.1	12.2
37	0.3	-1817.000	-55.810	84.770	30.00	30.00	-9.9	-19.7	-70.5	-29.8	OK	OK	OK	OK	37.1	10.4
36	0.3	-1825.000	-32.520	93.270	30.00	30.00	-10.4	-17.3	-73.3	-17.4	OK	OK	OK	OK	38.6	9.1
35	0.3	-1834.000	-9.747	98.210	30.00	30.00	-10.7	-16.0	-75.0	-5.2	OK	OK	OK	OK	39.5	8.4
34	0.3	-1843.000	12.530	99.690	30.00	30.00	-10.8	-15.8	-75.7	6.7	OK	OK	OK	OK	39.8	8.3
33	0.3	-1854.000	34.560	97.790	30.00	30.00	-10.7	-16.7	-75.4	18.5	OK	OK	OK	OK	39.7	8.8
32	0.3	-1864.000	56.710	92.530	30.00	30.00	-10.4	-18.5	-74.0	30.3	OK	OK	OK	OK	39.0	9.7
31	0.3	-1873.000	-55.430	83.890	30.00	30.00	-10.0	-21.3	-71.6	-29.6	OK	OK	OK	OK	37.7	11.2
30	0.3	-1880.000	-82.000	92.320	30.00	30.00	-10.5	-19.0	-74.3	-43.8	OK	OK	OK	OK	39.1	10.0
29	0.3	-1888.000	-59.990	104.800	30.00	30.00	-11.2	-15.2	-78.4	-32.0	OK	OK	OK	OK	41.2	8.0
28	0.3	-1896.000	-37.380	113.900	30.00	30.00	-11.8	-12.0	-81.5	-20.0	OK	OK	OK	OK	42.9	6.3
27	0.3	-1904.000	-14.010	119.600	30.00	30.00	-12.2	-9.7	-83.5	-7.5	OK	OK	OK	OK	44.0	5.1
26	0.3	-1912.000	10.110	121.800	30.00	30.00	-12.3	-9.0	-84.5	5.4	OK	OK	OK	OK	44.5	4.7
25	0.3	-1920.000	34.940	120.200	30.00	30.00	-12.2	-10.0	-84.1	18.7	OK	OK	OK	OK	44.3	5.3
24	0.3	-1929.000	60.130	114.900	30.00	30.00	-11.9	-12.6	-82.6	32.1	OK	OK	OK	OK	43.5	6.6
23	0.3	-1937.000	85.250	105.800	30.00	30.00	-11.4	-16.2	-79.8	45.5	OK	OK	OK	OK	42.0	8.5
22	0.3	-1945.000	109.400	92.780	30.00	30.00	-10.7	-20.5	-76.1	58.4	OK	OK	OK	OK	40.1	10.8
21	0.3	-1951.000	131.700	76.130	30.00	30.00	-9.8	-25.6	-71.3	70.4	OK	OK	OK	OK	37.5	13.5
20	0.3	-1950.000	150.400	56.070	30.00	30.00	-8.6	-31.6	-65.2	80.3	OK	OK	OK	OK	34.3	16.6
19	0.3	-1949.000	153.100	33.180	30.00	30.00	-7.4	-38.4	-58.3	81.8	OK	OK	OK	OK	30.7	20.2
18	0.3	-1947.000	8.386	14.320	30.00	30.00	-6.3	-44.0	-52.6	4.5	OK	OK	OK	OK	27.7	23.2
17	0.3	-1942.000	12.450	13.290	30.00	30.00	-6.2	-44.2	-52.2	6.7	OK	OK	OK	OK	27.5	23.3
16	0.3	-1943.000	15.270	11.750	30.00	30.00	-6.2	-44.7	-51.8	8.2	OK	OK	OK	OK	27.2	23.5
15	0.3	-1944.000	17.220	9.865	30.00	30.00	-6.1	-45.3	-51.2	9.2	OK	OK	OK	OK	27.0	23.8
14	0.3	-1949.000	18.650	7.742	30.00	30.00	-6.0	-46.1	-50.7	10.0	OK	OK	OK	OK	26.7	24.2
13	0.3	-1955.000	19.950	5.444	30.00	30.00	-5.8	-46.9	-50.2	10.7	OK	OK	OK	OK	26.4	24.7
12	0.3	-1964.000	21.100	2.984	30.00	30.00	-5.7	-47.9	-49.6	11.3	OK	OK	OK	OK	26.1	25.2
11	0.3	-1974.000	22.240	0.382	30.00	30.00	-5.6	-48.9	-49.1	11.9	OK	OK	OK	OK	25.8	25.7
10	0.3	-1986.000	23.560	-2.360	30.00	30.00	-5.8	-50.0	-48.6	12.6	OK	OK	OK	OK	25.6	26.3
9	0.3	-2000.000	25.120	-5.266	30.00	30.00	-6.0	-51.2	-48.1	13.4	OK	OK	OK	OK	25.3	27.0
8	0.3	-2014.000	26.760	-8.364	30.00	30.00	-6.2	-52.5	-47.5	14.3	OK	OK	OK	OK	25.0	27.6
7	0.3	-2043.000	31.120	-11.660	30.00	30.00	-6.4	-54.2	-47.2	16.6	OK	OK	OK	OK	24.9	28.5
6	0.3	-2087.000	-36.050	-24.260	30.00	30.00	-7.3	-59.1	-44.5	-19.3	OK	OK	OK	OK	23.4	31.1
5	0.3	-2111.000	-41.410	-9.676	30.00	30.00	-6.5	-55.3	-49.5	-22.1	OK	OK	OK	OK	26.1	29.1
4	0.3	-2084.000	-2.590	7.077	30.00	30.00	-6.3	-49.6	-53.9	-1.4	OK	OK	OK	OK	28.3	26.1
3	0.3	-2024.000	70.140	8.122	30.00	30.00	-6.2	-47.8	-52.7	37.5	OK	OK	OK	OK	27.7	25.2

## 13.3.2.3. Cunicolo di piedritto destro – Time 8

FASE 8 - CAMERONE - SEZIONE TIPO 3 - CUNICOLO DX																		
INPUT PLAXIS					Intradosso		ESTRADOSSO				VERIFICHE SEZIONALI				CHECK			
Element	Node	Height	N	V	M	Af	A'T	$\sigma_s$ [Mpa]	$\sigma_s$ .inf [Mpa]	$\sigma_s$ .sup [Mpa]	$\tau$ [Mpa]	T	CLS	As	As'	%estra	%intra	
		m	KN	KN	KN-m	cm2	cm2											
CALOTTA	407	0.3	-2028.000	-73.700	-17.660	30.00	30.00	-6.7	-55.6	-45.0	-39.4	OK	OK	OK	OK	23.7	29.3	
(RCK25_5P30)	406	0.3	-2077.000	1.592	12.160	30.00	30.00	-6.6	-47.9	-55.2	0.9	OK	OK	OK	OK	29.1	25.2	
	405	0.3	-2089.000	41.810	11.520	30.00	30.00	-6.6	-48.4	-55.3	22.3	OK	OK	OK	OK	29.1	25.5	
	404	0.3	-2066.000	38.440	-5.406	30.00	30.00	-6.2	-52.9	-49.7	20.5	OK	OK	OK	OK	26.1	27.8	
	403	0.3	-2014.000	-26.690	-20.960	30.00	30.00	-6.9	-56.3	-43.7	-14.3	OK	OK	OK	OK	23.0	29.6	
	402	0.3	-1980.000	-21.890	-10.160	30.00	30.00	-6.2	-52.2	-46.1	-11.7	OK	OK	OK	OK	24.3	27.5	
	401	0.3	-1963.000	-19.720	-7.444	30.00	30.00	-6.0	-51.0	-46.5	-10.5	OK	OK	OK	OK	24.5	26.8	
	400	0.3	-1947.000	-17.650	-5.006	30.00	30.00	-5.8	-49.8	-46.8	-9.4	OK	OK	OK	OK	24.6	26.2	
	399	0.3	-1931.000	-15.560	-2.817	30.00	30.00	-5.6	-48.8	-47.1	-8.3	OK	OK	OK	OK	24.8	25.7	
	398	0.3	-1918.000	-13.810	-0.889	30.00	30.00	-5.5	-47.9	-47.3	-7.4	OK	OK	OK	OK	24.9	25.2	
	397	0.3	-1906.000	-12.330	0.816	30.00	30.00	-5.5	-47.1	-47.6	-6.6	OK	OK	OK	OK	25.0	24.8	
	396	0.3	-1897.000	-10.230	2.341	30.00	30.00	-5.5	-46.4	-47.8	-5.5	OK	OK	OK	OK	25.2	24.4	
	395	0.3	-1888.000	-8.575	3.618	30.00	30.00	-5.6	-45.8	-48.0	-4.6	OK	OK	OK	OK	25.2	24.1	
	394	0.3	-1881.000	-7.215	4.680	30.00	30.00	-5.6	-45.3	-48.1	-3.9	OK	OK	OK	OK	25.3	23.8	
	393	0.3	-1878.000	-5.683	5.556	30.00	30.00	-5.6	-45.0	-48.3	-3.0	OK	OK	OK	OK	25.4	23.7	
	392	0.3	-1878.000	-4.326	6.258	30.00	30.00	-5.7	-44.7	-48.5	-2.3	OK	OK	OK	OK	25.5	23.5	
	391	0.3	-1876.000	-148.200	6.780	30.00	30.00	-5.7	-44.5	-48.6	-79.2	OK	OK	OK	OK	25.6	23.4	
	390	0.3	-1872.000	-154.400	25.030	30.00	30.00	-6.7	-39.0	-54.0	-82.5	OK	OK	OK	OK	28.4	20.5	
	389	0.3	-1871.000	-135.300	48.470	30.00	30.00	-8.0	-31.9	-61.0	-72.3	OK	OK	OK	OK	32.1	16.8	
	388	0.3	-1865.000	-112.600	69.050	30.00	30.00	-9.1	-25.6	-67.0	-60.1	OK	OK	OK	OK	35.3	13.5	
	387	0.3	-1856.000	-89.140	86.170	30.00	30.00	-10.1	-20.2	-71.9	-47.6	OK	OK	OK	OK	37.8	10.6	
	386	0.3	-1848.000	-64.450	99.710	30.00	30.00	-10.8	-15.9	-75.8	-34.4	OK	OK	OK	OK	39.9	8.4	
	385	0.3	-1839.000	-39.550	109.500	30.00	30.00	-11.4	-12.0	-78.7	-21.1	OK	OK	OK	OK	41.4	6.3	
	384	0.3	-1830.000	-14.710	115.500	30.00	30.00	-11.7	-9.1	-80.5	-7.9	OK	OK	OK	OK	42.4	4.8	
	383	0.3	-1821.000	8.853	117.800	30.00	30.00	-11.9	-7.7	-81.1	4.7	OK	OK	OK	OK	42.7	4.1	
	382	0.3	-1812.000	31.780	116.400	30.00	30.00	-11.8	-8.1	-80.4	17.0	OK	OK	OK	OK	42.3	4.2	
	381	0.3	-1803.000	54.040	111.600	30.00	30.00	-11.4	-10.0	-78.6	28.9	OK	OK	OK	OK	41.3	5.2	
	380	0.3	-1793.000	75.750	103.300	30.00	30.00	-10.9	-13.1	-75.6	40.5	OK	OK	OK	OK	39.8	6.9	
	379	0.3	-1784.000	50.510	91.790	30.00	30.00	-10.2	-16.8	-71.8	27.0	OK	OK	OK	OK	37.8	8.8	
	378	0.3	-1773.000	-56.080	84.080	30.00	30.00	-9.7	-18.8	-69.2	-30.0	OK	OK	OK	OK	36.4	9.9	
	377	0.3	-1761.000	-34.320	92.630	30.00	30.00	-10.1	-15.9	-71.5	-18.3	OK	OK	OK	OK	37.6	8.4	
	376	0.3	-1750.000	-12.490	97.830	30.00	30.00	-10.4	-13.9	-72.8	-6.7	OK	OK	OK	OK	38.3	7.3	
	375	0.3	-1739.000	9.241	99.710	30.00	30.00	-10.5	-12.9	-73.2	4.9	OK	OK	OK	OK	38.5	6.8	
	374	0.3	-1730.000	31.100	98.300	30.00	30.00	-10.4	-13.1	-72.5	16.6	OK	OK	OK	OK	38.2	6.9	
	373	0.3	-1721.000	53.300	93.560	30.00	30.00	-10.1	-14.6	-70.8	28.5	OK	OK	OK	OK	37.3	7.7	
	372	0.3	-1714.000	76.290	85.480	30.00	30.00	-9.6	-16.9	-68.2	40.8	OK	OK	OK	OK	35.9	8.9	



	371	0.3	-1707.000	99.870	73.880	30.00	30.00	-8.9	-20.2	-64.5	53.3	OK	OK	OK	OK	34.0	10.6
	370	0.3	-1700.000	123.900	58.680	30.00	30.00	-8.1	-24.6	-59.8	66.2	OK	OK	OK	OK	31.5	12.9
	369	0.3	-1693.000	148.500	39.850	30.00	30.00	-7.0	-30.1	-54.0	79.3	OK	OK	OK	OK	28.4	15.8
	368	0.3	-1685.000	173.000	17.260	30.00	30.00	-5.7	-36.7	-47.0	92.4	OK	OK	OK	OK	24.7	19.3
	367	0.3	-1675.000	197.400	-9.058	30.00	30.00	-5.3	-44.3	-38.9	105.4	OK	OK	OK	OK	20.5	23.3
	366	0.3	-1665.000	134.600	-39.100	30.00	30.00	-6.9	-53.1	-29.6	71.9	OK	OK	OK	OK	15.6	27.9
	365	0.3	-1647.000	142.200	-68.340	30.00	30.00	-8.5	-61.4	-20.4	76.0	OK	OK	OK	OK	10.7	32.3
	364	0.3	-1625.000	49.000	-79.970	30.00	30.00	-9.1	-64.3	-16.4	26.2	OK	OK	OK	OK	8.6	33.9
	363	0.3	-1611.000	7.998	-91.040	30.00	30.00	-9.7	-67.4	-12.4	4.3	OK	OK	OK	OK	6.5	35.5
	362	0.3	-1598.000	-46.130	-92.190	30.00	30.00	-9.7	-67.4	-11.6	-24.6	OK	OK	OK	OK	6.1	35.5
	361	0.3	-1586.000	16.210	-87.580	30.00	30.00	-9.4	-65.7	-12.9	8.7	OK	OK	OK	OK	6.8	34.6
	360	0.3	-1575.000	-6.542	-89.880	30.00	30.00	-9.5	-66.1	-11.8	-3.5	OK	OK	OK	OK	6.2	34.8
	359	0.3	-1563.000	-17.100	-88.690	30.00	30.00	-9.4	-65.5	-11.9	-9.1	OK	OK	OK	OK	6.3	34.5
	358	0.3	-1555.000	-20.640	-86.820	30.00	30.00	-9.3	-64.7	-12.4	-11.0	OK	OK	OK	OK	6.5	34.0
	357	0.3	-1546.000	-24.600	-84.570	30.00	30.00	-9.1	-63.8	-12.9	-13.1	OK	OK	OK	OK	6.8	33.6
	356	0.3	-1536.000	-31.500	-81.840	30.00	30.00	-8.9	-62.7	-13.5	-16.8	OK	OK	OK	OK	7.1	33.0
	355	0.3	-1528.000	-30.090	-78.340	30.00	30.00	-8.7	-61.4	-14.4	-16.1	OK	OK	OK	OK	7.6	32.3
	354	0.3	-1519.000	-33.910	-75.010	30.00	30.00	-8.5	-60.2	-15.2	-18.1	OK	OK	OK	OK	8.0	31.7
	353	0.3	-1511.000	-4.085	-71.130	30.00	30.00	-8.2	-58.8	-16.2	-2.2	OK	OK	OK	OK	8.5	31.0
	352	0.3	-1503.000	6.510	-70.680	30.00	30.00	-8.2	-58.5	-16.1	3.5	OK	OK	OK	OK	8.5	30.8
	351	0.3	-1495.000	-8.979	-71.200	30.00	30.00	-8.2	-58.5	-15.8	-4.8	OK	OK	OK	OK	8.3	30.8
	350	0.3	-1479.000	-38.750	-69.670	30.00	30.00	-8.1	-57.6	-15.8	-20.7	OK	OK	OK	OK	8.3	30.3
	349	0.3	-1457.000	-89.750	-62.380	30.00	30.00	-7.6	-54.9	-17.5	-47.9	OK	OK	OK	OK	9.2	28.9
	348	0.3	-1441.000	-36.260	-45.020	30.00	30.00	-6.6	-49.3	-22.3	-19.4	OK	OK	OK	OK	11.7	25.9
	347	0.3	-1425.000	-35.640	-38.120	30.00	30.00	-6.2	-46.8	-23.9	-19.0	OK	OK	OK	OK	12.6	24.6
	346	0.3	-1408.000	-34.230	-31.640	30.00	30.00	-5.8	-44.4	-25.5	-18.3	OK	OK	OK	OK	13.4	23.4
	345	0.3	-1393.000	-33.750	-25.350	30.00	30.00	-5.4	-42.2	-27.0	-18.0	OK	OK	OK	OK	14.2	22.2
	344	0.3	-1378.000	-32.260	-19.470	30.00	30.00	-5.0	-40.0	-28.4	-17.2	OK	OK	OK	OK	14.9	21.1
	343	0.3	-1364.000	-30.600	-13.890	30.00	30.00	-4.6	-38.0	-29.7	-16.3	OK	OK	OK	OK	15.6	20.0
	342	0.3	-1349.000	-28.600	-8.643	30.00	30.00	-4.3	-36.1	-30.9	-15.3	OK	OK	OK	OK	16.3	19.0
	341	0.3	-1337.000	-27.390	-3.488	30.00	30.00	-4.0	-34.2	-32.1	-14.6	OK	OK	OK	OK	16.9	18.0
	340	0.3	-1324.000	-25.460	1.455	30.00	30.00	-3.8	-32.4	-33.3	-13.6	OK	OK	OK	OK	17.5	17.1
	339	0.3	-1313.000	-22.820	5.430	30.00	30.00	-4.0	-31.0	-34.2	-12.2	OK	OK	OK	OK	18.0	16.3
	338	0.3	-1302.000	-21.330	9.570	30.00	30.00	-4.2	-29.4	-35.2	-11.4	OK	OK	OK	OK	18.5	15.5
	337	0.3	-1293.000	-19.040	13.510	30.00	30.00	-4.4	-28.0	-36.1	-10.2	OK	OK	OK	OK	19.0	14.8
	336	0.3	-1284.000	-16.860	16.190	30.00	30.00	-4.5	-27.0	-36.7	-9.0	OK	OK	OK	OK	19.3	14.2
	335	0.3	-1276.000	-14.760	19.410	30.00	30.00	-4.7	-25.9	-37.5	-7.9	OK	OK	OK	OK	19.7	13.6
	334	0.3	-1270.000	-12.580	22.190	30.00	30.00	-4.8	-24.9	-38.2	-6.7	OK	OK	OK	OK	20.1	13.1
	333	0.3	-1264.000	-13.100	23.880	30.00	30.00	-4.9	-24.2	-38.5	-7.0	OK	OK	OK	OK	20.3	12.7
	332	0.3	-1260.000	-4.953	26.420	30.00	30.00	-5.0	-23.4	-39.2	-2.6	OK	OK	OK	OK	20.6	12.3
	331	0.3	-1257.000	-5.607	27.240	30.00	30.00	-5.1	-23.0	-39.4	-3.0	OK	OK	OK	OK	20.7	12.1



330	0.3	-1255.000	-3.749	27.970	30.00	30.00	-5.1	-22.8	-39.5	-2.0	OK	OK	OK	OK	20.8	12.0
329	0.3	-1254.000	-1.749	28.460	30.00	30.00	-5.1	-22.6	-39.7	-0.9	OK	OK	OK	OK	20.9	11.9
328	0.3	-1254.000	0.163	28.730	30.00	30.00	-5.2	-22.5	-39.7	0.1	OK	OK	OK	OK	20.9	11.8
327	0.3	-1255.000	2.298	28.620	30.00	30.00	-5.2	-22.6	-39.7	1.2	OK	OK	OK	OK	20.9	11.9
326	0.3	-1257.000	4.536	28.300	30.00	30.00	-5.1	-22.7	-39.7	2.4	OK	OK	OK	OK	20.9	12.0
325	0.3	-1260.000	6.472	27.480	30.00	30.00	-5.1	-23.0	-39.5	3.5	OK	OK	OK	OK	20.8	12.1
324	0.3	-1264.000	8.087	26.560	30.00	30.00	-5.1	-23.4	-39.3	4.3	OK	OK	OK	OK	20.7	12.3
323	0.3	-1268.000	10.490	25.520	30.00	30.00	-5.0	-23.8	-39.1	5.6	OK	OK	OK	OK	20.6	12.5
322	0.3	-1276.000	13.770	23.550	30.00	30.00	-4.9	-24.6	-38.7	7.4	OK	OK	OK	OK	20.4	13.0
321	0.3	-1284.000	15.560	20.780	30.00	30.00	-4.8	-25.6	-38.1	8.3	OK	OK	OK	OK	20.1	13.5
320	0.3	-1290.000	17.900	18.770	30.00	30.00	-4.7	-26.4	-37.6	9.6	OK	OK	OK	OK	19.8	13.9
319	0.3	-1299.000	20.400	16.460	30.00	30.00	-4.6	-27.3	-37.2	10.9	OK	OK	OK	OK	19.6	14.4
318	0.3	-1312.000	23.390	12.500	30.00	30.00	-4.4	-28.8	-36.3	12.5	OK	OK	OK	OK	19.1	15.2
317	0.3	-1326.000	26.200	7.907	30.00	30.00	-4.2	-30.5	-35.3	14.0	OK	OK	OK	OK	18.6	16.1
316	0.3	-1341.000	29.020	2.754	30.00	30.00	-4.0	-32.5	-34.1	15.5	OK	OK	OK	OK	18.0	17.1
315	0.3	-1356.000	31.800	-2.944	30.00	30.00	-4.0	-34.5	-32.8	17.0	OK	OK	OK	OK	17.3	18.2
314	0.3	-1369.000	32.840	-9.138	30.00	30.00	-4.4	-36.7	-31.2	17.5	OK	OK	OK	OK	16.4	19.3
313	0.3	-1376.000	33.340	-12.350	30.00	30.00	-4.6	-37.9	-30.5	17.8	OK	OK	OK	OK	16.0	19.9
312	0.3	-1390.000	35.920	-15.580	30.00	30.00	-4.8	-39.2	-29.8	19.2	OK	OK	OK	OK	15.7	20.6
311	0.3	-1409.000	38.530	-22.760	30.00	30.00	-5.3	-41.8	-28.2	20.6	OK	OK	OK	OK	14.8	22.0
310	0.3	-1424.000	39.400	-30.330	30.00	30.00	-5.7	-44.4	-26.3	21.0	OK	OK	OK	OK	13.8	23.4
309	0.3	-1434.000	40.410	-34.670	30.00	30.00	-6.0	-46.0	-25.2	21.6	OK	OK	OK	OK	13.3	24.2
308	0.3	-1449.000	41.330	-39.030	30.00	30.00	-6.3	-47.7	-24.3	22.1	OK	OK	OK	OK	12.8	25.1
307	0.3	-1464.000	41.570	-46.910	30.00	30.00	-6.8	-50.4	-22.3	22.2	OK	OK	OK	OK	11.7	26.5
306	0.3	-1476.000	42.040	-51.660	30.00	30.00	-7.1	-52.1	-21.1	22.5	OK	OK	OK	OK	11.1	27.4
305	0.3	-1486.000	41.110	-56.410	30.00	30.00	-7.4	-53.8	-20.0	22.0	OK	OK	OK	OK	10.5	28.3
304	0.3	-1498.000	41.150	-61.090	30.00	30.00	-7.6	-55.5	-18.9	22.0	OK	OK	OK	OK	9.9	29.2
303	0.3	-1508.000	39.140	-65.810	30.00	30.00	-7.9	-57.2	-17.7	20.9	OK	OK	OK	OK	9.3	30.1
302	0.3	-1520.000	37.680	-70.260	30.00	30.00	-8.2	-58.8	-16.7	20.1	OK	OK	OK	OK	8.8	30.9
301	0.3	-1527.000	34.940	-74.580	30.00	30.00	-8.5	-60.3	-15.5	18.7	OK	OK	OK	OK	8.2	31.7
300	0.3	-1535.000	34.060	-76.420	30.00	30.00	-8.6	-61.0	-15.2	18.2	OK	OK	OK	OK	8.0	32.1
299	0.3	-1546.000	29.990	-80.400	30.00	30.00	-8.9	-62.5	-14.3	16.0	OK	OK	OK	OK	7.5	32.9
298	0.3	-1557.000	26.540	-83.770	30.00	30.00	-9.1	-63.8	-13.5	14.2	OK	OK	OK	OK	7.1	33.6
297	0.3	-1567.000	22.480	-86.710	30.00	30.00	-9.3	-64.9	-12.7	12.0	OK	OK	OK	OK	6.7	34.2
296	0.3	-1573.000	17.020	-89.270	30.00	30.00	-9.4	-65.9	-12.0	9.1	OK	OK	OK	OK	6.3	34.7
295	0.3	-1578.000	13.530	-90.340	30.00	30.00	-9.5	-66.4	-11.7	7.2	OK	OK	OK	OK	6.2	34.9
294	0.3	-1585.000	8.573	-91.200	30.00	30.00	-9.6	-66.8	-11.6	4.6	OK	OK	OK	OK	6.1	35.2
293	0.3	-1595.000	-0.432	-92.140	30.00	30.00	-9.7	-67.3	-11.5	-0.2	OK	OK	OK	OK	6.1	35.4
292	0.3	-1603.000	-7.542	-92.050	30.00	30.00	-9.7	-67.5	-11.8	-4.0	OK	OK	OK	OK	6.2	35.5
291	0.3	-1610.000	-15.690	-91.480	30.00	30.00	-9.7	-67.5	-12.2	-8.4	OK	OK	OK	OK	6.4	35.5
290	0.3	-1618.000	-25.750	-89.820	30.00	30.00	-9.6	-67.1	-13.0	-13.8	OK	OK	OK	OK	6.9	35.3



GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



IG5102ECVROGN160X001A00

Foglio  
159 di  
209

289	0.3	-1628.000	-37.050	-86.900	30.00	30.00	-9.5	-66.5	-14.3	-19.8	OK	OK	OK	OK	7.5	35.0
288	0.3	-1636.000	-48.870	-84.120	30.00	30.00	-9.3	-65.8	-15.4	-26.1	OK	OK	OK	OK	8.1	34.6
287	0.3	-1643.000	-60.960	-80.540	30.00	30.00	-9.1	-64.9	-16.6	-32.6	OK	OK	OK	OK	8.8	34.2
286	0.3	-1650.000	-74.420	-75.880	30.00	30.00	-8.9	-63.7	-18.2	-39.8	OK	OK	OK	OK	9.6	33.5
285	0.3	-1656.000	-88.620	-69.970	30.00	30.00	-8.6	-62.1	-20.1	-47.3	OK	OK	OK	OK	10.6	32.7
284	0.3	-1671.000	-105.700	-61.550	30.00	30.00	-8.2	-59.9	-23.0	-56.5	OK	OK	OK	OK	12.1	31.5
283	0.3	-1677.000	-122.600	-51.500	30.00	30.00	-7.6	-57.1	-26.2	-65.5	OK	OK	OK	OK	13.8	30.0
282	0.3	-1682.000	-127.300	-42.060	30.00	30.00	-7.1	-54.4	-29.1	-68.0	OK	OK	OK	OK	15.3	28.6
281	0.3	-1686.000	-145.100	-30.930	30.00	30.00	-6.5	-51.1	-32.6	-77.5	OK	OK	OK	OK	17.1	26.9
280	0.3	-1691.000	-138.200	-20.710	30.00	30.00	-5.9	-48.2	-35.8	-73.8	OK	OK	OK	OK	18.8	25.4
279	0.3	-1697.000	-131.000	-9.695	30.00	30.00	-5.4	-45.0	-39.2	-70.0	OK	OK	OK	OK	20.6	23.7
278	0.3	-1703.000	-124.500	1.020	30.00	30.00	-4.9	-42.0	-42.6	-66.5	OK	OK	OK	OK	22.4	22.1
277	0.3	-1706.000	-119.000	11.020	30.00	30.00	-5.5	-39.0	-45.7	-63.6	OK	OK	OK	OK	24.0	20.5
276	0.3	-1710.000	-111.500	20.610	30.00	30.00	-6.0	-36.3	-48.6	-59.6	OK	OK	OK	OK	25.6	19.1
275	0.3	-1713.000	-105.100	29.360	30.00	30.00	-6.5	-33.7	-51.3	-56.1	OK	OK	OK	OK	27.0	17.7
274	0.3	-1716.000	-100.100	37.600	30.00	30.00	-7.0	-31.3	-53.9	-53.5	OK	OK	OK	OK	28.4	16.5
273	0.3	-1720.000	-91.980	45.520	30.00	30.00	-7.4	-29.0	-56.3	-49.1	OK	OK	OK	OK	29.7	15.3
272	0.3	-1725.000	-82.490	56.450	30.00	30.00	-8.0	-25.9	-59.7	-44.1	OK	OK	OK	OK	31.4	13.6
271	0.3	-1730.000	-73.400	66.340	30.00	30.00	-8.6	-23.1	-62.8	-39.2	OK	OK	OK	OK	33.1	12.1
270	0.3	-1735.000	-64.580	75.190	30.00	30.00	-9.1	-20.5	-65.6	-34.5	OK	OK	OK	OK	34.5	10.8
269	0.3	-1740.000	-57.340	83.030	30.00	30.00	-9.6	-18.3	-68.1	-30.6	OK	OK	OK	OK	35.8	9.6
268	0.3	-1744.000	-51.620	88.260	30.00	30.00	-9.9	-16.8	-69.8	-27.6	OK	OK	OK	OK	36.7	8.9
267	0.3	-1748.000	-44.230	93.020	30.00	30.00	-10.1	-15.4	-71.3	-23.6	OK	OK	OK	OK	37.5	8.1
266	0.3	-1753.000	-36.800	98.390	30.00	30.00	-10.5	-13.7	-73.1	-19.7	OK	OK	OK	OK	38.5	7.2
265	0.3	-1758.000	-29.610	102.900	30.00	30.00	-10.8	-12.2	-74.7	-15.8	OK	OK	OK	OK	39.3	6.4
264	0.3	-1764.000	-22.860	106.500	30.00	30.00	-11.0	-10.9	-76.0	-12.2	OK	OK	OK	OK	40.0	5.7
263	0.3	-1771.000	-15.190	109.300	30.00	30.00	-11.2	-9.9	-77.1	-8.1	OK	OK	OK	OK	40.6	5.2
262	0.3	-1780.000	-6.852	111.100	30.00	30.00	-11.3	-9.4	-77.9	-3.7	OK	OK	OK	OK	41.0	5.0
261	0.3	-1790.000	2.217	112.000	30.00	30.00	-11.4	-9.4	-78.4	1.2	OK	OK	OK	OK	41.3	4.9
260	0.3	-1802.000	12.410	111.700	30.00	30.00	-11.4	-9.9	-78.6	6.6	OK	OK	OK	OK	41.4	5.2
259	0.3	-1815.000	23.230	110.200	30.00	30.00	-11.4	-11.0	-78.4	12.4	OK	OK	OK	OK	41.2	5.8
258	0.3	-1830.000	33.170	107.300	30.00	30.00	-11.2	-12.6	-77.8	17.7	OK	OK	OK	OK	40.9	6.6
257	0.3	-1839.000	39.590	103.100	30.00	30.00	-11.0	-14.5	-76.6	21.1	OK	OK	OK	OK	40.3	7.6
256	0.3	-1849.000	48.180	99.820	30.00	30.00	-10.8	-15.9	-75.9	25.7	OK	OK	OK	OK	39.9	8.4
255	0.3	-1857.000	53.100	95.810	30.00	30.00	-10.6	-17.4	-74.8	28.4	OK	OK	OK	OK	39.4	9.1
254	0.3	-1863.000	57.850	89.290	30.00	30.00	-10.2	-19.5	-73.0	30.9	OK	OK	OK	OK	38.4	10.2
253	0.3	-1869.000	62.550	82.160	30.00	30.00	-9.9	-21.8	-71.0	33.4	OK	OK	OK	OK	37.4	11.5
252	0.3	-1876.000	67.590	74.430	30.00	30.00	-9.5	-24.2	-68.9	36.1	OK	OK	OK	OK	36.3	12.8
251	0.3	-1884.000	73.590	66.070	30.00	30.00	-9.0	-27.0	-66.6	39.3	OK	OK	OK	OK	35.0	14.2
250	0.3	-1893.000	80.250	56.970	30.00	30.00	-8.5	-29.9	-64.1	42.9	OK	OK	OK	OK	33.7	15.7
249	0.3	-1903.000	87.250	47.030	30.00	30.00	-8.0	-33.1	-61.3	46.6	OK	OK	OK	OK	32.3	17.4
248	0.3	-1914.000	93.970	36.200	30.00	30.00	-7.4	-36.7	-58.4	50.2	OK	OK	OK	OK	30.7	19.3
247	0.3	-1902.000	82.220	24.520	30.00	30.00	-6.8	-39.9	-54.6	43.9	OK	OK	OK	OK	28.7	21.0
246	0.3	-1927.000	58.450	-3.973	30.00	30.00	-5.7	-49.0	-46.6	31.2	OK	OK	OK	OK	24.5	25.8
245	0.3	-1950.000	36.580	-15.000	30.00	30.00	-6.4	-52.9	-43.9	19.5	OK	OK	OK	OK	23.1	27.8
244	0.3	-1978.000	13.400	-21.910	30.00	30.00	-6.8	-55.7	-42.5	7.2	OK	OK	OK	OK	22.4	29.3
243	0.3	-2014.000	-6.800	-26.650	30.00	30.00	-7.2	-58.0	-42.0	-3.6	OK	OK	OK	OK	22.1	30.5
242	0.3	-2036.000	-23.190	-25.360	30.00	30.00	-7.2	-58.1	-42.9	-12.4	OK	OK	OK	OK	22.6	30.6
241	0.3	-2057.000	-51.780	-20.920	30.00	30.00	-7.0	-57.3	-44.8	-27.7	OK	OK	OK	OK	23.6	30.2
240	0.3	-2065.000	-63.260	-2.211	30.00	30.00	-6.0	-51.9	-50.6	-33.8	OK	OK	OK	OK	26.6	27.3
239	0.3	-2081.000	-44.210	20.790	30.00	30.00	-7.1	-45.4	-57.9	-23.6	OK	OK	OK	OK	30.5	23.9
238	0.3	-2107.000	-23.110	32.040	30.00	30.00	-7.8	-42.7	-61.9	-12.3	OK	OK	OK	OK	32.6	22.5
237	0.3	-2094.000	12.540	37.930	30.00	30.00	-8.0	-40.6	-63.4	6.7	OK	OK	OK	OK	33.3	21.4
236	0.3	-2070.000	62.310	34.740	30.00	30.00	-7.8	-41.0	-61.8	33.3	OK	OK	OK	OK	32.5	21.6
235	0.3	-2015.000	124.800	11.810	30.00	30.00	-6.4	-46.5	-53.6	66.7	OK	OK	OK	OK	28.2	24.5



13.3.2.4. Prerivestimento di calotta – Time 12

FASE 12 - CAMERONE - SEZIONE TIPO 3 - PRERIVESTIMENTO																			
INPUT PLAXIS				Intradosso		Estradosso		VERIFICHE SEZIONALI					CHECK						
Element	Node	Local Number	Height	N	V	M	At	At	es	es.inf	es.sup	t	T	CLS	As	As'	%estra	%intra	
			m	KN	KN	KN-m	cm2	cm2	MPa	MPa	MPa	MPa							
RENESINISTRO	121	0	0.35	-3289.312	-32.701	-10.693	42.00	42.00	-8.1	-70.6	-65.4	-12.8	OK	OK	OK	OK	34.4	37.1	
(ROCK25_SP35)	122	0	0.35	-3285.792	-13.786	-23.951	42.00	42.00	-8.6	-73.7	-62.1	-5.4	OK	OK	OK	OK	32.7	38.8	
	123	0	0.35	-3364.548	55.575	-28.273	42.00	42.00	-8.9	-76.4	-62.7	21.7	OK	OK	OK	OK	33.0	40.2	
	124	0	0.35	-3317.245	7.908	-14.423	42.00	42.00	-8.3	-72.0	-66.0	3.1	OK	OK	OK	OK	34.2	37.9	
	125	0	0.35	-3333.140	24.249	-4.312	42.00	42.00	-8.0	-69.9	-67.8	9.5	OK	OK	OK	OK	35.7	38.8	
	126	0	0.35	-3275.950	-17.795	-0.296	42.00	42.00	-7.7	-67.8	-67.6	-6.9	OK	OK	OK	OK	35.6	35.7	
	127	0	0.35	-3281.226	6.159	-2.587	42.00	42.00	-7.8	-68.4	-67.2	2.4	OK	OK	OK	OK	35.4	36.0	
	128	0	0.35	-3292.551	15.887	-11.484	42.00	42.00	-8.2	-70.8	-66.2	6.2	OK	OK	OK	OK	34.3	37.3	
	129	0	0.35	-3219.013	-18.140	-19.286	42.00	42.00	-8.3	-71.2	-61.8	-7.1	OK	OK	OK	OK	32.5	37.5	
	130	0	0.35	-3239.382	-6.196	-14.256	42.00	42.00	-8.2	-70.4	-63.5	-2.4	OK	OK	OK	OK	33.4	37.0	
	131	0	0.35	-3254.025	21.084	-1.141	42.00	42.00	-7.7	-67.5	-67.0	8.2	OK	OK	OK	OK	35.2	35.5	
	132	0	0.35	-3203.349	-22.528	5.744	42.00	42.00	-7.8	-64.8	-67.6	-8.8	OK	OK	OK	OK	35.6	34.1	
	133	0	0.35	-3217.636	-2.783	6.573	42.00	42.00	-7.8	-64.9	-68.1	-1.1	OK	OK	OK	OK	35.8	34.1	
	134	0	0.35	-3210.853	30.596	1.048	42.00	42.00	-7.6	-66.1	-66.6	11.9	OK	OK	OK	OK	35.0	34.8	
	135	0	0.35	-3212.413	51.753	-10.723	42.00	42.00	-8.0	-68.0	-63.8	20.2	OK	OK	OK	OK	33.6	36.3	
	136	0	0.35	-3152.793	8.607	-13.434	42.00	42.00	-7.9	-68.4	-61.9	3.4	OK	OK	OK	OK	32.6	36.0	
	137	0	0.35	-3111.516	-33.918	-2.810	42.00	42.00	-7.4	-65.0	-63.6	-13.2	OK	OK	OK	OK	33.5	34.2	
	138	0	0.35	-3126.727	-6.263	6.033	42.00	42.00	-7.6	-63.1	-66.1	-2.4	OK	OK	OK	OK	34.8	33.2	
	139	0	0.35	-3130.578	23.030	8.839	42.00	42.00	-7.7	-62.5	-66.8	9.0	OK	OK	OK	OK	35.2	32.9	
	140	0	0.35	-3140.697	46.150	5.411	42.00	42.00	-7.6	-63.6	-66.2	18.0	OK	OK	OK	OK	34.8	33.5	
	141	0	0.35	-3084.874	8.937	-4.753	42.00	42.00	-7.5	-64.9	-62.6	3.6	OK	OK	OK	OK	32.9	34.2	
	142	0	0.35	-3073.049	39.216	-16.632	42.00	42.00	-7.8	-67.5	-59.5	15.3	OK	OK	OK	OK	31.3	35.5	
	143	0	0.35	-3021.527	2.162	-15.176	42.00	42.00	-7.7	-66.1	-58.7	0.8	OK	OK	OK	OK	30.9	34.8	
	144	0	0.35	-3036.058	34.957	-6.101	42.00	42.00	-7.4	-64.2	-61.2	13.6	OK	OK	OK	OK	32.2	33.8	
CALOTTA	738	0	0.35	-3020.545	-21.210	1.015	42.00	42.00	-7.2	-62.2	-62.7	-8.3	OK	OK	OK	OK	33.0	32.7	
(ROCK25_SP35)	739	0	0.35	-3014.907	-15.216	5.300	42.00	42.00	-7.3	-61.0	-63.6	-5.9	OK	OK	OK	OK	33.5	32.1	
	740	0	0.35	-2992.047	-11.477	3.721	42.00	42.00	-7.2	-60.9	-62.7	-4.5	OK	OK	OK	OK	33.0	32.1	
	741	0	0.35	-2972.511	-12.655	-3.427	42.00	42.00	-7.1	-62.2	-60.6	-4.9	OK	OK	OK	OK	31.9	32.8	
	742	0	0.35	-2942.915	-9.040	-11.157	42.00	42.00	-7.3	-63.5	-58.1	-3.5	OK	OK	OK	OK	30.6	33.4	
	743	0	0.35	-2936.463	-14.343	-6.133	42.00	42.00	-7.1	-62.2	-59.2	-5.6	OK	OK	OK	OK	31.1	32.7	
	744	0	0.35	-2928.225	-10.741	7.500	42.00	42.00	-7.2	-58.7	-62.3	-4.2	OK	OK	OK	OK	32.8	30.9	
	745	0	0.35	-2910.299	-4.048	15.728	42.00	42.00	-7.4	-56.3	-63.9	-1.6	OK	OK	OK	OK	33.7	29.6	
	746	0	0.35	-2902.416	-6.356	18.726	42.00	42.00	-7.5	-55.4	-64.5	-2.5	OK	OK	OK	OK	34.0	29.2	
	747	0	0.35	-2882.156	-4.893	16.336	42.00	42.00	-7.4	-56.6	-63.5	-1.9	OK	OK	OK	OK	33.4	29.3	
	748	0	0.35	-2865.811	-7.200	8.789	42.00	42.00	-7.1	-57.1	-61.3	-2.8	OK	OK	OK	OK	32.3	30.0	
	749	0	0.35	-2831.420	-1.692	-2.747	42.00	42.00	-6.8	-59.2	-57.8	-0.7	OK	OK	OK	OK	30.4	31.1	
	750	0	0.35	-2823.229	3.350	-1.826	42.00	42.00	-6.7	-58.8	-57.9	1.3	OK	OK	OK	OK	30.5	30.9	
	751	0	0.35	-2818.789	5.692	11.194	42.00	42.00	-7.0	-55.5	-61.0	2.2	OK	OK	OK	OK	32.1	29.2	
	752	0	0.35	-2808.740	0.179	19.411	42.00	42.00	-7.3	-53.3	-62.7	0.1	OK	OK	OK	OK	33.0	28.1	



753	0	0.35	-2798.367	1.208	22.536	42.00	42.00	-7.4	-52.3	-63.3	0.5	OK	OK	OK	OK	33.3	27.6
754	0	0.35	-2783.389	1.889	20.692	42.00	42.00	-7.3	-52.5	-62.5	0.7	OK	OK	OK	OK	32.9	27.6
755	0	0.35	-2765.605	2.778	13.899	42.00	42.00	-7.0	-53.8	-60.5	1.1	OK	OK	OK	OK	31.9	28.3
756	0	0.35	-2737.955	7.116	2.442	42.00	42.00	-6.6	-56.0	-57.2	2.8	OK	OK	OK	OK	30.1	29.5
757	0	0.35	-2719.585	1.041	0.504	42.00	42.00	-6.4	-56.1	-56.3	0.4	OK	OK	OK	OK	29.6	29.5
758	0	0.35	-2716.081	3.035	11.023	42.00	42.00	-6.8	-53.4	-58.8	1.2	OK	OK	OK	OK	30.9	28.1
759	0	0.35	-2708.505	7.121	19.654	42.00	42.00	-7.1	-51.2	-60.7	2.8	OK	OK	OK	OK	32.0	26.9
760	0	0.35	-2703.485	8.250	23.644	42.00	42.00	-7.2	-50.1	-61.6	3.2	OK	OK	OK	OK	32.4	26.4
761	0	0.35	-2687.525	11.625	22.651	42.00	42.00	-7.1	-50.0	-61.0	4.5	OK	OK	OK	OK	32.1	26.3
762	0	0.35	-2664.649	0.768	16.816	42.00	42.00	-6.9	-51.0	-59.1	0.3	OK	OK	OK	OK	31.1	26.8
763	0	0.35	-2650.162	2.131	6.778	42.00	42.00	-6.5	-53.1	-56.4	0.8	OK	OK	OK	OK	29.7	28.0
764	0	0.35	-2639.280	3.568	2.462	42.00	42.00	-6.3	-53.9	-55.1	1.4	OK	OK	OK	OK	29.0	28.4
765	0	0.35	-2632.117	7.633	10.077	42.00	42.00	-6.6	-51.9	-56.8	3.0	OK	OK	OK	OK	29.9	27.3
766	0	0.35	-2627.810	4.533	19.385	42.00	42.00	-6.9	-49.6	-58.0	1.8	OK	OK	OK	OK	31.1	26.1
767	0	0.35	-2623.261	8.039	24.189	42.00	42.00	-7.0	-48.3	-60.1	3.1	OK	OK	OK	OK	31.6	25.4
768	0	0.35	-2612.080	4.265	24.206	42.00	42.00	-7.0	-48.1	-58.8	1.7	OK	OK	OK	OK	31.5	25.3
769	0	0.35	-2600.237	7.530	19.640	42.00	42.00	-6.8	-48.0	-56.5	2.9	OK	OK	OK	OK	30.8	25.8
770	0	0.35	-2584.512	11.213	10.630	42.00	42.00	-6.5	-50.8	-56.0	4.4	OK	OK	OK	OK	29.5	26.7
771	0	0.35	-2570.097	7.776	4.012	42.00	42.00	-6.2	-52.1	-54.1	3.0	OK	OK	OK	OK	28.5	27.4
772	0	0.35	-2565.689	4.476	8.978	42.00	42.00	-6.4	-50.8	-56.2	1.7	OK	OK	OK	OK	29.0	26.8
773	0	0.35	-2571.379	15.880	19.016	42.00	42.00	-6.7	-48.5	-57.7	6.2	OK	OK	OK	OK	30.4	25.5
774	0	0.35	-2562.957	13.497	24.489	42.00	42.00	-6.9	-47.0	-58.9	5.3	OK	OK	OK	OK	31.0	24.7
775	0	0.35	-2560.728	9.863	25.562	42.00	42.00	-6.9	-46.7	-59.1	3.8	OK	OK	OK	OK	31.1	24.6
776	0	0.35	-2554.633	13.451	22.065	42.00	42.00	-6.8	-47.4	-58.1	5.2	OK	OK	OK	OK	30.6	25.0
777	0	0.35	-2545.762	10.237	14.020	42.00	42.00	-6.5	-48.2	-56.0	4.0	OK	OK	OK	OK	29.5	25.9
778	0	0.35	-2529.442	8.123	5.034	42.00	42.00	-6.1	-51.0	-53.5	3.2	OK	OK	OK	OK	28.1	26.9
779	0	0.35	-2523.936	12.781	7.484	42.00	42.00	-6.2	-50.3	-54.0	5.0	OK	OK	OK	OK	28.4	26.5
780	0	0.35	-2527.115	17.881	18.077	42.00	42.00	-6.6	-47.8	-56.6	7.0	OK	OK	OK	OK	29.8	25.2
781	0	0.35	-2535.307	14.892	24.502	42.00	42.00	-6.8	-46.4	-58.3	5.8	OK	OK	OK	OK	30.7	24.4
782	0	0.35	-2532.598	12.103	26.311	42.00	42.00	-6.9	-45.9	-58.7	4.7	OK	OK	OK	OK	30.9	24.2
783	0	0.35	-2526.222	16.471	23.620	42.00	42.00	-6.8	-46.5	-57.9	6.4	OK	OK	OK	OK	30.5	24.5
784	0	0.35	-2517.123	13.948	16.448	42.00	42.00	-6.5	-48.0	-56.0	5.4	OK	OK	OK	OK	29.5	25.3
785	0	0.35	-2513.385	18.781	5.173	42.00	42.00	-6.1	-50.7	-53.2	7.3	OK	OK	OK	OK	28.0	26.7
786	0	0.35	-2512.858	16.079	5.178	42.00	42.00	-6.1	-50.7	-53.2	6.3	OK	OK	OK	OK	28.0	26.7
787	0	0.35	-2523.245	14.223	16.556	42.00	42.00	-6.5	-48.1	-56.2	5.5	OK	OK	OK	OK	29.6	25.3
788	0	0.35	-2523.440	18.547	23.577	42.00	42.00	-6.8	-46.4	-57.9	7.2	OK	OK	OK	OK	30.5	24.4
789	0	0.35	-2528.388	15.754	26.260	42.00	42.00	-6.9	-45.9	-58.6	6.1	OK	OK	OK	OK	30.9	24.1
790	0	0.35	-2530.263	20.157	24.428	42.00	42.00	-6.8	-46.3	-58.2	7.9	OK	OK	OK	OK	30.6	24.4
791	0	0.35	-2528.570	17.656	18.103	42.00	42.00	-6.6	-47.8	-56.6	6.9	OK	OK	OK	OK	29.8	25.2
792	0	0.35	-2517.452	15.038	7.439	42.00	42.00	-6.2	-50.2	-53.8	5.9	OK	OK	OK	OK	28.3	26.4
793	0	0.35	-2522.021	19.751	5.005	42.00	42.00	-6.1	-50.9	-53.3	7.7	OK	OK	OK	OK	28.1	26.8
794	0	0.35	-2536.257	24.622	13.926	42.00	42.00	-6.5	-49.0	-55.8	9.6	OK	OK	OK	OK	28.4	25.8
795	0	0.35	-2551.706	22.497	22.018	42.00	42.00	-6.8	-47.4	-58.1	8.8	OK	OK	OK	OK	30.6	24.9

IG5102ECVROGN160X001A00

Foglio  
162 di  
209

	796	0	0.35	-2556.584	19.092	25.549	42.00	42.00	-6.9	-46.6	-59.0	7.4	OK	OK	OK	OK	31.1	24.5
	797	0	0.35	-2558.283	22.718	24.459	42.00	42.00	-6.9	-46.9	-58.8	8.9	OK	OK	OK	OK	30.9	24.7
	798	0	0.35	-2556.359	19.295	18.858	42.00	42.00	-6.7	-48.2	-57.4	7.5	OK	OK	OK	OK	30.2	25.4
	799	0	0.35	-2560.821	17.637	8.946	42.00	42.00	-6.4	-50.7	-55.1	6.9	OK	OK	OK	OK	29.0	26.7
	800	0	0.35	-2560.923	28.661	3.963	42.00	42.00	-6.2	-51.9	-53.9	11.2	OK	OK	OK	OK	28.4	27.3
	801	0	0.35	-2574.719	25.372	10.559	42.00	42.00	-6.5	-50.6	-55.8	9.9	OK	OK	OK	OK	29.3	26.6
	802	0	0.35	-2590.156	22.068	19.530	42.00	42.00	-6.8	-48.8	-58.3	8.6	OK	OK	OK	OK	30.7	25.7
	803	0	0.35	-2601.868	25.555	24.052	42.00	42.00	-7.0	-47.9	-59.6	10.0	OK	OK	OK	OK	31.4	25.2
	804	0	0.35	-2608.926	28.811	23.971	42.00	42.00	-7.0	-48.1	-59.7	11.2	OK	OK	OK	OK	31.4	25.3
	805	0	0.35	-2615.583	25.261	19.289	42.00	42.00	-6.9	-48.4	-58.7	9.9	OK	OK	OK	OK	30.9	26.0
	806	0	0.35	-2616.337	29.510	9.931	42.00	42.00	-6.5	-51.6	-56.5	11.5	OK	OK	OK	OK	29.7	27.2
	807	0	0.35	-2624.204	26.401	2.361	42.00	42.00	-6.3	-53.6	-54.8	10.3	OK	OK	OK	OK	28.8	28.2
	808	0	0.35	-2641.060	30.325	6.666	42.00	42.00	-6.5	-52.9	-56.2	11.8	OK	OK	OK	OK	29.6	27.9
	809	0	0.35	-2654.808	31.938	16.698	42.00	42.00	-6.9	-50.8	-58.9	12.5	OK	OK	OK	OK	31.0	26.7
	810	0	0.35	-2665.357	33.134	22.201	42.00	42.00	-7.1	-49.7	-60.5	12.9	OK	OK	OK	OK	31.8	26.1
	811	0	0.35	-2683.623	22.415	23.293	42.00	42.00	-7.2	-48.8	-61.1	8.7	OK	OK	OK	OK	32.2	26.2
	812	0	0.35	-2694.683	26.128	19.448	42.00	42.00	-7.0	-51.0	-60.4	10.2	OK	OK	OK	OK	31.8	26.8
	813	0	0.35	-2695.109	27.994	10.700	42.00	42.00	-6.7	-53.1	-58.3	10.9	OK	OK	OK	OK	30.7	27.9
	814	0	0.35	-2704.032	32.622	0.295	42.00	42.00	-6.4	-58.8	-55.9	12.7	OK	OK	OK	OK	29.4	29.4
	815	0	0.35	-2718.312	34.008	2.174	42.00	42.00	-6.5	-55.6	-56.7	13.3	OK	OK	OK	OK	29.8	29.3
	816	0	0.35	-2741.261	28.301	13.433	42.00	42.00	-6.9	-53.4	-59.9	11.0	OK	OK	OK	OK	31.5	28.1
	817	0	0.35	-2764.449	32.501	20.285	42.00	42.00	-7.2	-52.2	-62.0	12.7	OK	OK	OK	OK	32.7	27.5
	818	0	0.35	-2777.118	33.433	22.083	42.00	42.00	-7.3	-52.0	-62.7	13.0	OK	OK	OK	OK	33.0	27.4
	819	0	0.35	-2787.286	34.629	18.905	42.00	42.00	-7.2	-53.0	-62.2	13.5	OK	OK	OK	OK	32.7	27.9
	820	0	0.35	-2792.398	36.172	10.719	42.00	42.00	-7.0	-55.1	-60.3	14.1	OK	OK	OK	OK	31.7	29.0
	821	0	0.35	-2799.150	31.731	-2.240	42.00	42.00	-6.7	-58.4	-57.3	12.4	OK	OK	OK	OK	30.2	30.7
	822	0	0.35	-2817.289	33.559	-3.187	42.00	42.00	-6.8	-58.0	-57.4	13.1	OK	OK	OK	OK	30.2	31.0
	823	0	0.35	-2832.294	38.760	8.173	42.00	42.00	-7.0	-56.5	-60.5	15.1	OK	OK	OK	OK	31.8	29.8
	824	0	0.35	-2861.115	44.434	15.747	42.00	42.00	-7.3	-55.3	-62.9	17.3	OK	OK	OK	OK	33.1	29.1
	825	0	0.35	-2872.224	42.041	18.003	42.00	42.00	-7.4	-55.0	-63.7	16.4	OK	OK	OK	OK	33.5	28.9
	826	0	0.35	-2887.009	44.170	15.096	42.00	42.00	-7.3	-56.0	-63.3	17.2	OK	OK	OK	OK	33.3	29.5
	827	0	0.35	-2889.510	42.572	6.784	42.00	42.00	-7.1	-58.1	-61.3	16.6	OK	OK	OK	OK	32.3	30.6
	828	0	0.35	-2903.421	50.462	-6.658	42.00	42.00	-7.1	-61.6	-58.4	19.7	OK	OK	OK	OK	31.7	32.4
	829	0	0.35	-2922.054	54.316	-11.785	42.00	42.00	-7.3	-63.2	-57.5	21.2	OK	OK	OK	OK	30.3	33.3
	830	0	0.35	-2936.257	49.141	-4.053	42.00	42.00	-7.1	-61.7	-59.7	19.2	OK	OK	OK	OK	31.4	32.4
	831	0	0.35	-2961.335	52.857	2.967	42.00	42.00	-7.1	-60.5	-61.9	20.6	OK	OK	OK	OK	32.6	31.8
	832	0	0.35	-2975.660	51.803	4.472	42.00	42.00	-7.2	-60.4	-62.6	20.2	OK	OK	OK	OK	32.9	31.8
	833	0	0.35	-2992.088	56.190	0.230	42.00	42.00	-7.1	-61.8	-61.9	21.9	OK	OK	OK	OK	32.6	32.5
RENE DESTRO	144	0	0.35	-2970.652	-33.240	-6.462	42.00	42.00	-7.2	-62.9	-59.8	-13.0	OK	OK	OK	OK	31.5	33.1
(RCK25_SP35)	143	0	0.35	-3074.468	-2.452	-16.474	42.00	42.00	-7.8	-67.5	-59.5	-1.0	OK	OK	OK	OK	31.3	35.5
	142	0	0.35	-3005.651	-37.721	-16.481	42.00	42.00	-7.7	-66.1	-58.1	-14.7	OK	OK	OK	OK	30.6	34.8
	141	0	0.35	-3060.739	-8.488	-5.688	42.00	42.00	-7.4	-64.6	-61.9	-3.3	OK	OK	OK	OK	32.6	34.0
	140	0	0.35	-3096.540	-45.344	4.162	42.00	42.00	-7.5	-63.0	-65.0	-17.7	OK	OK	OK	OK	34.2	33.1
	139	0	0.35	-3078.595	-22.519	7.455	42.00	42.00	-7.5	-61.8	-66.4	-8.8	OK	OK	OK	OK	34.4	32.5
	138	0	0.35	-3139.643	5.992	4.918	42.00	42.00	-7.6	-63.7	-66.1	2.3	OK	OK	OK	OK	34.8	33.5
	137	0	0.35	-3080.222	33.669	-4.215	42.00	42.00	-7.4	-64.7	-62.6	13.1	OK	OK	OK	OK	33.0	34.0
	136	0	0.35	-3131.524	-8.370	-14.733	42.00	42.00	-7.9	-68.3	-61.1	-3.3	OK	OK	OK	OK	32.2	35.9
	135	0	0.35	-3186.262	-50.886	-12.195	42.00	42.00	-8.0	-68.8	-62.9	-19.8	OK	OK	OK	OK	33.1	36.2
	134	0	0.35	-3170.047	-30.167	-0.692	42.00	42.00	-7.5	-65.7	-65.3	-11.8	OK	OK	OK	OK	34.4	34.6
	133	0	0.35	-3158.328	2.793	4.647	42.00	42.00	-7.6	-64.1	-66.4	1.1	OK	OK	OK	OK	34.9	33.8
	132	0	0.35	-3151.518	22.153	3.816	42.00	42.00	-7.6	-64.2	-66.0	8.6	OK	OK	OK	OK	34.8	33.8
	131	0	0.35	-3146.042	-19.651	-2.978	42.00	42.00	-7.5	-65.7	-64.3	-7.7	OK	OK	OK	OK	33.8	34.6
	130	0	0.35	-3298.572	5.227	-16.815	42.00	42.00	-8.4	-72.2	-64.1	2.0	OK	OK	OK	OK	33.7	38.0
	129	0	0.35	-3287.057	17.822	-22.257	42.00	42.00	-8.5	-73.3	-62.5	7.0	OK	OK	OK	OK	32.9	38.6
	128	0	0.35	-3187.994	-16.009	-12.744	42.00	42.00	-8.0	-69.0	-62.8	-6.2	OK	OK	OK	OK	33.0	36.3
	127	0	0.35	-3163.021	-6.637	-4.434	42.00	42.00	-7.6	-66.4	-64.3	-2.6	OK	OK	OK	OK	33.8	35.0
	126	0	0.35	-3310.480	17.067	-2.500	42.00	42.00	-7.9	-69.0	-67.8	6.7	OK	OK	OK	OK	35.7	36.3
	125	0	0.35	-3225.129	-23.736	-6.167	42.00	42.00	-7.8	-68.1	-66.1	-9.3	OK	OK	OK	OK	34.3	35.9
	124	0	0.35	-3298.302	-9.131	-16.105	42.00	42.00	-8.4	-72.1	-64.2	-3.6	OK	OK	OK	OK	33.8	37.9
	123	0	0.35	-3368.280	-49.013	-29.944	42.00	42.00	-9.0	-76.9	-62.3	-19.1	OK	OK	OK	OK	32.8	40.5
	122	0	0.35	-3200.356	10.541	-23.641	42.00	42.00	-8.4	-71.9	-60.4	4.1	OK	OK	OK	OK	31.8	37.8
	121	0	0.35	-3345.007	30.739	-12.376	42.00	42.00	-8.3	-72.1	-66.1	12.0	OK	OK	OK	OK	34.8	38.0

13.3.2.5. Prerivestimento di calotta – Time 13

FASE 13 - CAMERONE - SEZIONE TIPO 3 - PRERIVESTIMENTO																		
INPUT PLAXIS					Intradosso		Estradosso		VERIFICHE SEZIONALI				CHECK					
Element	Node	Height	N	V	M	Af	Af'	$\sigma_c$ [Mpa]	$\sigma_s.inf$ [Mpa]	$\sigma_s.sup$ [Mpa]	$\tau$ [Mpa]	T	CLS	As	As'	%estra	%intra	
-	-	m	KN	KN	KN-m	cm2	cm2											
RENE SINISTRO	121	0.35	-3279.702	-38.434	-12.464	42.00	42.00	-8.2	-70.8	-64.7	-15.0	OK	OK	OK	OK	34.1	37.3	
(RCK25_SP35)	122	0.35	-3282.766	-19.874	-25.666	42.00	42.00	-8.7	-74.1	-61.6	-7.8	OK	OK	OK	OK	32.4	39.0	
	123	0.35	-3368.167	48.832	-30.067	42.00	42.00	-9.0	-76.9	-62.3	19.0	OK	OK	OK	OK	32.8	40.5	
	124	0.35	-3328.420	0.832	-16.112	42.00	42.00	-8.4	-72.7	-64.9	0.3	OK	OK	OK	OK	34.1	38.3	
	125	0.35	-3351.128	16.820	-5.969	42.00	42.00	-8.1	-70.7	-67.8	6.6	OK	OK	OK	OK	35.7	37.2	
	126	0.35	-3301.146	-25.513	-1.735	42.00	42.00	-7.9	-68.6	-67.8	-10.0	OK	OK	OK	OK	35.7	36.1	
	127	0.35	-3314.254	-1.834	-3.981	42.00	42.00	-8.0	-69.4	-67.5	-0.7	OK	OK	OK	OK	35.5	36.5	
	128	0.35	-3332.580	8.071	-12.854	42.00	42.00	-8.3	-72.0	-65.7	3.1	OK	OK	OK	OK	34.6	37.9	
	129	0.35	-3264.948	-26.064	-20.518	42.00	42.00	-8.4	-72.4	-62.5	-10.2	OK	OK	OK	OK	32.9	38.1	
	130	0.35	-3293.406	-14.318	-15.407	42.00	42.00	-8.3	-71.8	-64.3	-5.6	OK	OK	OK	OK	33.8	37.8	
	131	0.35	-3317.297	13.024	-2.192	42.00	42.00	-7.9	-69.1	-68.0	5.1	OK	OK	OK	OK	35.8	36.4	
	132	0.35	-3273.523	-31.534	4.885	42.00	42.00	-7.9	-66.4	-68.8	-12.3	OK	OK	OK	OK	36.2	35.0	
	133	0.35	-3296.260	-11.851	5.793	42.00	42.00	-8.0	-66.7	-69.5	-4.6	OK	OK	OK	OK	36.6	35.1	
	134	0.35	-3297.170	22.140	0.324	42.00	42.00	-7.8	-68.0	-68.2	8.6	OK	OK	OK	OK	35.9	35.8	
	135	0.35	-3305.600	44.102	-11.505	42.00	42.00	-8.2	-71.1	-65.5	17.2	OK	OK	OK	OK	34.5	37.4	
	136	0.35	-3251.684	0.237	-14.157	42.00	42.00	-8.2	-70.6	-63.7	0.1	OK	OK	OK	OK	33.6	37.2	
	137	0.35	-3218.059	-43.563	-3.319	42.00	42.00	-7.7	-67.3	-65.7	-17.0	OK	OK	OK	OK	34.6	35.4	
	138	0.35	-3243.300	-15.363	5.720	42.00	42.00	-7.9	-65.6	-68.4	-6.0	OK	OK	OK	OK	36.0	34.5	
	139	0.35	-3256.552	14.150	8.666	42.00	42.00	-8.0	-65.2	-69.4	5.5	OK	OK	OK	OK	36.5	34.3	
	140	0.35	-3275.228	37.765	5.286	42.00	42.00	-7.9	-66.4	-69.0	14.7	OK	OK	OK	OK	36.3	34.9	
	141	0.35	-3223.673	-0.912	-4.891	42.00	42.00	-7.8	-67.8	-65.4	-0.4	OK	OK	OK	OK	34.4	35.7	
	142	0.35	-3218.016	31.383	-16.896	42.00	42.00	-8.2	-70.6	-62.4	12.2	OK	OK	OK	OK	32.8	37.2	
	143	0.35	-3172.104	-6.292	-15.324	42.00	42.00	-8.0	-69.3	-61.8	-2.5	OK	OK	OK	OK	32.5	36.5	
	144	0.35	-3197.356	28.653	-6.032	42.00	42.00	-7.8	-67.5	-64.6	11.2	OK	OK	OK	OK	34.0	35.5	
CALOTTA	738	0.35	-3190.626	-31.153	1.341	42.00	42.00	-7.6	-65.6	-66.2	-12.2	OK	OK	OK	OK	34.9	34.5	
(RCK25_SP35)	739	0.35	-3192.919	-24.937	5.829	42.00	42.00	-7.7	-64.6	-67.4	-9.7	OK	OK	OK	OK	35.5	34.0	
	740	0.35	-3176.139	-21.207	4.283	42.00	42.00	-7.7	-64.6	-66.7	-8.3	OK	OK	OK	OK	35.1	34.0	
	741	0.35	-3161.152	-22.242	-2.999	42.00	42.00	-7.6	-66.0	-64.6	-8.7	OK	OK	OK	OK	34.0	34.8	
	742	0.35	-3134.976	-17.594	-10.925	42.00	42.00	-7.8	-67.4	-62.1	-6.9	OK	OK	OK	OK	32.7	35.5	
	743	0.35	-3136.006	-22.413	-5.763	42.00	42.00	-7.6	-66.2	-63.4	-8.7	OK	OK	OK	OK	33.4	34.8	
	744	0.35	-3137.362	-18.479	8.277	42.00	42.00	-7.7	-62.8	-66.8	-7.2	OK	OK	OK	OK	35.2	33.1	
	745	0.35	-3127.112	-11.767	16.755	42.00	42.00	-8.0	-60.5	-68.7	-4.6	OK	OK	OK	OK	36.1	31.9	
	746	0.35	-3126.786	-15.150	19.899	42.00	42.00	-8.1	-59.8	-69.4	-5.9	OK	OK	OK	OK	36.5	31.5	
	747	0.35	-3111.746	-14.194	17.522	42.00	42.00	-8.0	-60.0	-68.5	-5.5	OK	OK	OK	OK	36.1	31.6	
	748	0.35	-3099.451	-16.790	9.838	42.00	42.00	-7.7	-61.6	-66.4	-6.5	OK	OK	OK	OK	35.0	32.4	
	749	0.35	-3066.176	-9.765	-2.103	42.00	42.00	-7.3	-63.9	-62.8	-3.8	OK	OK	OK	OK	33.1	33.6	



750	0.35	-3064.055	-2.914	-1.112	42.00	42.00	-7.3	-63.6	-63.0	-1.1	OK	OK	OK	OK	33.2	33.5
751	0.35	-3069.693	0.186	12.464	42.00	42.00	-7.7	-60.4	-66.5	0.1	OK	OK	OK	OK	35.0	31.8
752	0.35	-3067.787	-6.251	20.983	42.00	42.00	-8.0	-58.3	-68.5	-2.4	OK	OK	OK	OK	36.0	30.7
753	0.35	-3064.319	-6.083	24.272	42.00	42.00	-8.1	-57.4	-69.2	-2.4	OK	OK	OK	OK	36.4	30.2
754	0.35	-3053.942	-6.036	22.453	42.00	42.00	-8.0	-57.6	-68.6	-2.4	OK	OK	OK	OK	36.1	30.3
755	0.35	-3039.168	-5.258	15.496	42.00	42.00	-7.7	-59.0	-66.6	-2.1	OK	OK	OK	OK	35.0	31.1
756	0.35	-3011.735	0.454	3.580	42.00	42.00	-7.2	-61.4	-63.1	0.2	OK	OK	OK	OK	33.2	32.3
757	0.35	-2996.760	-4.520	1.585	42.00	42.00	-7.1	-61.5	-62.3	-1.8	OK	OK	OK	OK	32.8	32.4
758	0.35	-3002.403	-1.399	12.636	42.00	42.00	-7.5	-59.0	-66.1	-0.5	OK	OK	OK	OK	34.3	31.0
759	0.35	-3002.693	3.102	21.644	42.00	42.00	-7.9	-56.8	-67.3	1.2	OK	OK	OK	OK	35.4	29.9
760	0.35	-3004.228	3.566	25.836	42.00	42.00	-8.0	-55.8	-68.3	1.4	OK	OK	OK	OK	36.0	29.4
761	0.35	-2991.994	6.337	24.873	42.00	42.00	-7.9	-55.8	-67.9	2.5	OK	OK	OK	OK	35.7	29.4
762	0.35	-2970.185	-6.159	18.883	42.00	42.00	-7.7	-56.8	-66.0	-2.4	OK	OK	OK	OK	34.7	29.9
763	0.35	-2955.722	-3.955	8.373	42.00	42.00	-7.3	-59.0	-63.1	-1.5	OK	OK	OK	OK	33.2	31.1
764	0.35	-2947.105	-0.508	3.865	42.00	42.00	-7.1	-60.0	-61.8	-0.2	OK	OK	OK	OK	32.5	31.6
765	0.35	-2946.658	5.428	11.917	42.00	42.00	-7.4	-58.0	-63.8	2.1	OK	OK	OK	OK	33.6	30.5
766	0.35	-2949.822	2.096	21.699	42.00	42.00	-7.7	-55.7	-66.2	0.8	OK	OK	OK	OK	34.9	29.3
767	0.35	-2950.808	5.259	26.747	42.00	42.00	-7.9	-54.5	-67.5	2.1	OK	OK	OK	OK	35.5	28.7
768	0.35	-2942.699	-0.117	26.789	42.00	42.00	-7.9	-54.3	-67.3	0.0	OK	OK	OK	OK	35.4	28.6
769	0.35	-2932.032	2.963	22.089	42.00	42.00	-7.7	-55.2	-65.9	1.2	OK	OK	OK	OK	34.7	29.1
770	0.35	-2914.783	7.663	12.638	42.00	42.00	-7.3	-57.2	-63.3	3.0	OK	OK	OK	OK	33.3	30.1
771	0.35	-2899.492	5.372	5.637	42.00	42.00	-7.0	-58.5	-61.3	2.1	OK	OK	OK	OK	32.3	30.8
772	0.35	-2899.522	3.418	10.904	42.00	42.00	-7.2	-57.3	-62.6	1.3	OK	OK	OK	OK	32.9	30.1
773	0.35	-2913.211	16.833	21.539	42.00	42.00	-7.6	-55.0	-66.4	6.6	OK	OK	OK	OK	34.4	28.9
774	0.35	-2908.744	13.605	27.276	42.00	42.00	-7.8	-53.5	-66.7	5.3	OK	OK	OK	OK	35.1	28.1
775	0.35	-2909.385	8.314	28.404	42.00	42.00	-7.9	-53.2	-67.0	3.2	OK	OK	OK	OK	35.3	28.0
776	0.35	-2903.735	11.491	24.796	42.00	42.00	-7.7	-54.0	-66.0	4.5	OK	OK	OK	OK	34.7	28.4
777	0.35	-2892.652	7.989	16.364	42.00	42.00	-7.4	-55.8	-63.7	3.1	OK	OK	OK	OK	33.5	29.4
778	0.35	-2872.333	7.123	6.801	42.00	42.00	-7.0	-57.7	-61.0	2.8	OK	OK	OK	OK	32.1	30.4
779	0.35	-2868.831	14.354	9.405	42.00	42.00	-7.1	-57.0	-61.6	5.6	OK	OK	OK	OK	32.4	30.0
780	0.35	-2878.310	21.022	20.654	42.00	42.00	-7.5	-54.5	-64.5	8.2	OK	OK	OK	OK	33.9	28.7
781	0.35	-2891.454	17.235	27.412	42.00	42.00	-7.8	-53.1	-66.4	6.7	OK	OK	OK	OK	34.9	27.9
782	0.35	-2890.098	12.860	29.296	42.00	42.00	-7.9	-52.6	-66.8	5.0	OK	OK	OK	OK	35.2	27.7
783	0.35	-2882.690	16.680	26.508	42.00	42.00	-7.7	-53.1	-66.0	6.5	OK	OK	OK	OK	34.7	28.0
784	0.35	-2869.927	13.553	18.999	42.00	42.00	-7.4	-54.7	-63.9	5.3	OK	OK	OK	OK	33.6	28.8
785	0.35	-2861.200	20.348	7.004	42.00	42.00	-7.0	-57.4	-60.8	7.9	OK	OK	OK	OK	32.0	30.2
786	0.35	-2860.460	19.577	6.985	42.00	42.00	-7.0	-57.4	-60.8	7.6	OK	OK	OK	OK	32.0	30.2
787	0.35	-2876.678	18.699	19.119	42.00	42.00	-7.5	-54.8	-64.1	7.3	OK	OK	OK	OK	33.7	28.8
788	0.35	-2879.377	23.466	26.466	42.00	42.00	-7.7	-53.1	-65.9	9.2	OK	OK	OK	OK	34.7	27.9
789	0.35	-2885.179	19.124	29.245	42.00	42.00	-7.8	-52.5	-66.7	7.5	OK	OK	OK	OK	35.1	27.6
790	0.35	-2885.645	22.883	27.330	42.00	42.00	-7.8	-53.0	-66.3	8.9	OK	OK	OK	OK	34.9	27.9



791	0.35	-2879.995	19.561	20.689	42.00	42.00	-7.5	-54.5	-64.5	7.6	OK	OK	OK	OK	34.0	28.7	
792	0.35	-2861.207	17.546	9.356	42.00	42.00	-7.1	-58.8	-61.4	6.8	OK	OK	OK	OK	32.3	29.9	
793	0.35	-2863.653	24.632	6.768	42.00	42.00	-7.0	-57.5	-60.8	9.6	OK	OK	OK	OK	32.0	30.3	
794	0.35	-2881.596	31.943	16.253	42.00	42.00	-7.4	-56.6	-63.5	12.5	OK	OK	OK	OK	33.4	29.3	
795	0.35	-2900.070	29.536	24.744	42.00	42.00	-7.7	-53.9	-65.9	11.5	OK	OK	OK	OK	34.7	28.4	
796	0.35	-2904.339	24.737	28.395	42.00	42.00	-7.9	-53.1	-66.9	9.6	OK	OK	OK	OK	35.2	28.0	
797	0.35	-2903.139	27.549	27.249	42.00	42.00	-7.8	-53.4	-66.6	10.7	OK	OK	OK	OK	35.1	28.1	
798	0.35	-2895.966	23.044	21.351	42.00	42.00	-7.6	-54.6	-65.0	9.0	OK	OK	OK	OK	34.2	28.8	
799	0.35	-2893.712	21.684	10.870	42.00	42.00	-7.2	-57.1	-62.4	8.5	OK	OK	OK	OK	32.9	30.1	
800	0.35	-2888.613	35.818	5.575	42.00	42.00	-7.0	-58.3	-61.0	14.0	OK	OK	OK	OK	32.1	30.7	
801	0.35	-2903.215	33.852	12.553	42.00	42.00	-7.3	-56.9	-63.0	13.2	OK	OK	OK	OK	33.2	30.0	
802	0.35	-2919.958	30.392	21.951	42.00	42.00	-7.7	-55.0	-66.7	11.9	OK	OK	OK	OK	34.6	28.9	
803	0.35	-2930.712	33.570	26.625	42.00	42.00	-7.9	-54.1	-67.0	13.1	OK	OK	OK	OK	35.3	28.5	
804	0.35	-2934.319	36.318	26.504	42.00	42.00	-7.9	-54.2	-67.1	14.2	OK	OK	OK	OK	35.3	28.5	
805	0.35	-2935.469	31.448	21.595	42.00	42.00	-7.7	-55.4	-66.9	12.3	OK	OK	OK	OK	34.7	29.2	
806	0.35	-2928.163	36.284	11.755	42.00	42.00	-7.3	-57.6	-63.4	14.2	OK	OK	OK	OK	33.3	30.3	
807	0.35	-2929.447	34.273	3.754	42.00	42.00	-7.0	-59.6	-61.4	13.4	OK	OK	OK	OK	32.3	31.4	
808	0.35	-2945.014	40.274	8.270	42.00	42.00	-7.2	-58.8	-62.9	15.7	OK	OK	OK	OK	33.1	31.0	
809	0.35	-2958.390	42.721	18.739	42.00	42.00	-7.6	-56.6	-65.7	16.7	OK	OK	OK	OK	34.6	29.8	
810	0.35	-2966.294	43.543	24.380	42.00	42.00	-7.9	-55.4	-67.2	17.0	OK	OK	OK	OK	35.4	29.1	
811	0.35	-2981.312	30.568	25.452	42.00	42.00	-7.9	-55.4	-67.8	11.9	OK	OK	OK	OK	35.7	29.2	
812	0.35	-2986.647	33.856	21.431	42.00	42.00	-7.8	-56.5	-66.9	13.2	OK	OK	OK	OK	35.2	29.7	
813	0.35	-2978.154	35.543	12.287	42.00	42.00	-7.5	-58.5	-64.5	13.9	OK	OK	OK	OK	34.0	30.8	
814	0.35	-2978.609	41.699	1.352	42.00	42.00	-7.1	-61.2	-61.9	16.3	OK	OK	OK	OK	32.6	32.2	
815	0.35	-2988.885	44.763	3.302	42.00	42.00	-7.2	-61.0	-62.6	17.5	OK	OK	OK	OK	32.9	32.1	
816	0.35	-3011.397	39.337	14.997	42.00	42.00	-7.6	-58.6	-65.9	15.3	OK	OK	OK	OK	34.7	30.8	
817	0.35	-3032.020	43.785	22.014	42.00	42.00	-7.9	-57.3	-68.0	17.1	OK	OK	OK	OK	35.8	30.2	
818	0.35	-3039.732	43.846	23.794	42.00	42.00	-8.0	-57.0	-68.6	17.1	OK	OK	OK	OK	36.1	30.0	
819	0.35	-3043.077	44.196	20.460	42.00	42.00	-7.9	-57.9	-67.8	17.2	OK	OK	OK	OK	35.7	30.5	
820	0.35	-3039.802	45.522	11.977	42.00	42.00	-7.6	-59.9	-66.7	17.8	OK	OK	OK	OK	34.6	31.5	
821	0.35	-3036.663	41.042	-1.528	42.00	42.00	-7.2	-63.1	-62.4	16.0	OK	OK	OK	OK	32.8	33.2	
822	0.35	-3049.619	44.371	-2.545	42.00	42.00	-7.3	-63.6	-62.4	17.3	OK	OK	OK	OK	32.8	33.5	
823	0.35	-3061.853	50.832	9.184	42.00	42.00	-7.6	-61.0	-65.5	19.8	OK	OK	OK	OK	34.5	32.1	
824	0.35	-3087.397	56.833	16.904	42.00	42.00	-7.9	-59.7	-67.9	22.2	OK	OK	OK	OK	35.7	31.4	
825	0.35	-3092.771	53.525	19.152	42.00	42.00	-8.0	-59.2	-68.6	20.9	OK	OK	OK	OK	36.1	31.2	
826	0.35	-3100.634	54.785	16.102	42.00	42.00	-7.9	-60.2	-68.0	21.4	OK	OK	OK	OK	35.8	31.7	
827	0.35	-3094.236	52.482	7.531	42.00	42.00	-7.6	-62.1	-66.8	20.5	OK	OK	OK	OK	34.6	32.7	
828	0.35	-3099.118	60.910	-6.320	42.00	42.00	-7.5	-65.6	-62.5	23.8	OK	OK	OK	OK	32.9	34.5	
829	0.35	-3111.223	65.795	-11.584	42.00	42.00	-7.8	-67.1	-61.5	25.7	OK	OK	OK	OK	32.4	35.3	
830	0.35	-3120.812	60.839	-3.657	42.00	42.00	-7.5	-65.4	-63.6	23.7	OK	OK	OK	OK	33.5	34.4	
831	0.35	-3141.630	64.898	3.504	42.00	42.00	-7.5	-64.1	-65.8	25.3	OK	OK	OK	OK	34.6	33.7	
832	0.35	-3149.721	63.614	4.966	42.00	42.00	-7.6	-63.9	-66.3	24.8	OK	OK	OK	OK	34.9	33.6	
833	0.35	-3158.737	68.005	0.518	42.00	42.00	-7.5	-65.1	-66.4	26.5	OK	OK	OK	OK	34.4	34.3	
RENE DESTRO	144	0.35	-3126.167	-27.106	-6.415	42.00	42.00	-7.6	-66.1	-63.0	-10.6	OK	OK	OK	OK	33.2	34.8
(RCK25_SF35)	143	0.35	-3224.460	6.247	-16.643	42.00	42.00	-8.2	-70.7	-62.6	2.4	OK	OK	OK	OK	32.9	37.2
142	0.35	-3145.044	-30.237	-16.764	42.00	42.00	-8.0	-69.1	-60.9	-11.8	OK	OK	OK	OK	32.1	36.3	
141	0.35	-3196.510	1.214	-5.848	42.00	42.00	-7.8	-67.5	-64.6	0.5	OK	OK	OK	OK	34.0	35.5	
140	0.35	-3227.768	-37.098	4.023	42.00	42.00	-7.8	-65.7	-67.7	-14.5	OK	OK	OK	OK	35.6	34.6	
139	0.35	-3201.360	-13.718	7.237	42.00	42.00	-7.8	-64.4	-67.9	-5.4	OK	OK	OK	OK	35.7	33.9	
138	0.35	-3255.860	15.266	4.553	42.00	42.00	-7.8	-66.2	-68.4	6.0	OK	OK	OK	OK	36.0	34.8	
137	0.35	-3184.438	43.126	-4.758	42.00	42.00	-7.7	-66.9	-64.6	16.8	OK	OK	OK	OK	34.0	35.2	
136	0.35	-3228.232	-0.101	-15.476	42.00	42.00	-8.2	-70.5	-62.9	0.0	OK	OK	OK	OK	33.1	37.1	
135	0.35	-3277.863	-43.379	-12.980	42.00	42.00	-8.2	-70.9	-64.6	-16.9	OK	OK	OK	OK	34.0	37.3	
134	0.35	-3254.918	-21.834	-1.453	42.00	42.00	-7.7	-67.6	-66.9	-8.5	OK	OK	OK	OK	35.2	35.6	
133	0.35	-3235.368	11.665	3.844	42.00	42.00	-7.8	-65.9	-67.8	4.6	OK	OK	OK	OK	35.7	34.7	
132	0.35	-3220.378	31.019	2.909	42.00	42.00	-7.7	-65.8	-67.2	12.1	OK	OK	OK	OK	35.4	34.6	
131	0.35	-3206.842	-12.007	-3.987	42.00	42.00	-7.7	-67.2	-65.3	-4.7	OK	OK	OK	OK	34.4	35.4	
130	0.35	-3353.594	13.450	-18.043	42.00	42.00	-8.6	-73.7	-64.9	5.2	OK	OK	OK	OK	34.2	38.8	
129	0.35	-3334.058	25.840	-23.578	42.00	42.00	-8.7	-74.6	-63.2	10.1	OK	OK	OK	OK	33.2	39.3	
128	0.35	-3226.534	-8.667	-14.045	42.00	42.00	-8.1	-70.1	-63.3	-3.4	OK	OK	OK	OK	33.3	36.9	
127	0.35	-3194.885	0.730	-5.763	42.00	42.00	-7.7	-67.4	-64.6	0.3	OK	OK	OK	OK	34.0	35.5	
126	0.35	-3337.366	24.932	-4.041	42.00	42.00	-8.0	-69.9	-68.0	9.7	OK	OK	OK	OK	35.8	36.8	
125	0.35	-3243.099	-16.805	-7.756	42.00	42.00	-7.9	-68.9	-65.1	-6.6	OK	OK	OK	OK	34.3	36.3	
124	0.35	-3310.473	-2.148	-17.776	42.00	42.00	-8.4	-72.7	-64.1	-0.8	OK	OK	OK	OK	33.7	38.3	
123	0.35	-3373.211	-42.514	-31.756	42.00	42.00	-9.1	-77.4	-62.0	-16.6	OK	OK	OK	OK	32.6	40.7	
122	0.35	-3198.599	16.171	-25.263	42.00	42.00	-8.4	-72.2	-60.0	6.3	OK	OK	OK	OK	31.6	38.0	
121	0.35	-3338.119	36.412	-14.277	42.00	42.00	-8.4	-72.4	-65.5	14.2	OK	OK	OK	OK	34.5	38.1	



## 13.3.2.6. Prerivestimento di calotta – Time 15

FASE 15 - CAMERONE - SEZIONE TIPO 3 - PRERIVESTIMENTO																		
Element	Node	INPUT PLAXIS				Intradosso		ESTRADOSSO				VERIFICHE SEZIONALI				CHECK		
		Height m	N KN	V KN	M KN-m	Af cm2	A'T cm2	es [Mpa]	es.inf [Mpa]	es.sup [Mpa]	ε [MPa]	T	CLS	As	As'	%estra	%intra	
RENE SINISTRO	121	0.35	-3265.243	-30.472	-12.842	42.00	42.00	-8.2	-70.6	-64.3	-11.9	OK	OK	OK	OK	33.9	37.1	
(RCK25_SP35)	122	0.35	-3263.886	-12.296	-26.042	42.00	42.00	-8.6	-73.8	-61.1	-4.8	OK	OK	OK	OK	32.2	38.8	
	123	0.35	-3244.543	55.855	-30.491	42.00	42.00	-9.0	-76.5	-61.7	21.8	OK	OK	OK	OK	32.5	40.3	
	124	0.35	-3301.071	7.856	-16.600	42.00	42.00	-8.4	-72.2	-64.2	3.1	OK	OK	OK	OK	33.8	38.0	
	125	0.35	-3318.461	23.723	-6.544	42.00	42.00	-8.1	-70.2	-67.0	9.3	OK	OK	OK	OK	35.2	36.9	
	126	0.35	-3265.085	-18.384	-2.358	42.00	42.00	-7.8	-68.0	-66.9	-7.2	OK	OK	OK	OK	35.2	35.8	
	127	0.35	-3273.929	5.214	-4.643	42.00	42.00	-7.9	-68.8	-66.5	2.0	OK	OK	OK	OK	35.0	36.2	
	128	0.35	-3288.485	14.650	-13.519	42.00	42.00	-8.2	-71.2	-64.7	5.7	OK	OK	OK	OK	34.0	37.5	
	129	0.35	-3218.595	-19.423	-21.121	42.00	42.00	-8.3	-71.6	-61.4	-7.6	OK	OK	OK	OK	32.3	37.7	
	130	0.35	-3243.169	-8.073	-16.078	42.00	42.00	-8.2	-70.9	-63.1	-3.1	OK	OK	OK	OK	33.2	37.3	
	131	0.35	-3262.564	18.656	-3.009	42.00	42.00	-7.8	-68.1	-66.7	7.3	OK	OK	OK	OK	36.1	35.9	
	132	0.35	-3215.627	-25.170	4.015	42.00	42.00	-7.7	-65.5	-67.4	-9.8	OK	OK	OK	OK	35.5	34.5	
	133	0.35	-3234.678	-5.588	4.873	42.00	42.00	-7.8	-65.6	-68.0	-2.2	OK	OK	OK	OK	35.8	34.6	
	134	0.35	-3232.475	27.715	-0.593	42.00	42.00	-7.7	-66.9	-66.6	10.8	OK	OK	OK	OK	36.1	35.2	
	135	0.35	-3238.012	48.869	-12.346	42.00	42.00	-8.1	-69.9	-63.9	19.1	OK	OK	OK	OK	33.6	36.8	
	136	0.35	-3182.804	5.461	-14.975	42.00	42.00	-8.0	-69.4	-62.1	2.1	OK	OK	OK	OK	32.7	36.5	
	137	0.35	-3146.352	-37.725	-4.257	42.00	42.00	-7.6	-66.0	-64.0	-14.7	OK	OK	OK	OK	33.7	34.8	
	138	0.35	-3167.056	-10.206	4.668	42.00	42.00	-7.6	-64.3	-66.6	-4.0	OK	OK	OK	OK	35.0	33.8	
	139	0.35	-3177.382	19.050	7.524	42.00	42.00	-7.8	-63.8	-67.5	7.4	OK	OK	OK	OK	35.5	33.6	
	140	0.35	-3192.479	42.231	4.097	42.00	42.00	-7.7	-65.0	-67.0	16.5	OK	OK	OK	OK	36.2	34.2	
	141	0.35	-3140.343	4.507	-5.991	42.00	42.00	-7.6	-66.3	-63.4	1.8	OK	OK	OK	OK	33.4	34.9	
	142	0.35	-3132.545	35.618	-17.875	42.00	42.00	-8.0	-69.1	-60.4	13.9	OK	OK	OK	OK	31.8	36.3	
	143	0.35	-3085.292	-1.620	-16.324	42.00	42.00	-7.9	-67.7	-59.8	-0.6	OK	OK	OK	OK	31.5	35.6	
	144	0.35	-3106.548	32.279	-7.241	42.00	42.00	-7.6	-65.9	-62.4	12.6	OK	OK	OK	OK	32.9	34.7	
CALOTTA	738	0.35	-3096.806	-27.120	-0.060	42.00	42.00	-7.3	-64.0	-64.0	-10.6	OK	OK	OK	OK	33.7	33.7	
(RCK25_SP35)	739	0.35	-3096.832	-20.657	4.384	42.00	42.00	-7.5	-62.9	-66.0	-8.1	OK	OK	OK	OK	34.2	33.1	
	740	0.35	-3078.379	-16.602	2.869	42.00	42.00	-7.4	-62.9	-64.3	-6.5	OK	OK	OK	OK	33.8	33.1	
	741	0.35	-3062.490	-17.655	-4.299	42.00	42.00	-7.4	-64.3	-62.2	-6.9	OK	OK	OK	OK	32.8	33.9	
	742	0.35	-3036.221	-13.620	-12.082	42.00	42.00	-7.6	-65.7	-59.8	-5.3	OK	OK	OK	OK	31.5	34.6	
	743	0.35	-3034.924	-18.805	-6.955	42.00	42.00	-7.4	-64.4	-61.0	-7.3	OK	OK	OK	OK	32.1	33.9	
	744	0.35	-3033.276	-15.119	6.860	42.00	42.00	-7.4	-61.0	-64.3	-5.9	OK	OK	OK	OK	33.9	32.1	
	745	0.35	-3020.619	-8.450	15.219	42.00	42.00	-7.7	-58.7	-66.1	-3.3	OK	OK	OK	OK	34.8	30.9	
	746	0.35	-3018.161	-11.370	18.297	42.00	42.00	-7.8	-57.9	-66.8	-4.4	OK	OK	OK	OK	35.2	30.5	
	747	0.35	-3001.798	-10.228	15.929	42.00	42.00	-7.6	-58.2	-65.9	-4.0	OK	OK	OK	OK	34.7	30.6	
	748	0.35	-2988.852	-12.659	8.340	42.00	42.00	-7.4	-59.7	-63.8	-4.9	OK	OK	OK	OK	33.6	31.4	
	749	0.35	-2956.054	-6.285	-3.363	42.00	42.00	-7.1	-61.9	-60.3	-2.5	OK	OK	OK	OK	31.7	32.6	



750	0.35	-2952.506	-0.403	-2.377	42.00	42.00	-7.1	-61.6	-60.4	-0.2	OK	OK	OK	OK	31.8	32.4
751	0.35	-2954.922	2.306	10.925	42.00	42.00	-7.4	-58.4	-63.7	0.9	OK	OK	OK	OK	33.5	30.7
752	0.35	-2950.523	-3.801	19.299	42.00	42.00	-7.6	-56.3	-66.6	-1.5	OK	OK	OK	OK	34.6	29.6
753	0.35	-2945.124	-3.308	22.523	42.00	42.00	-7.7	-55.4	-66.3	-1.3	OK	OK	OK	OK	34.9	29.1
754	0.35	-2933.550	-2.886	20.717	42.00	42.00	-7.7	-55.6	-65.6	-1.1	OK	OK	OK	OK	34.5	29.3
755	0.35	-2918.698	-2.074	13.853	42.00	42.00	-7.4	-56.9	-63.7	-0.8	OK	OK	OK	OK	33.5	30.0
756	0.35	-2891.982	3.042	2.175	42.00	42.00	-6.9	-59.2	-60.3	1.2	OK	OK	OK	OK	31.7	31.2
757	0.35	-2876.567	-2.462	0.245	42.00	42.00	-6.8	-58.4	-59.5	-1.0	OK	OK	OK	OK	31.3	31.2
758	0.35	-2879.274	0.208	11.043	42.00	42.00	-7.2	-56.8	-62.2	0.1	OK	OK	OK	OK	32.7	29.9
759	0.35	-2877.212	4.430	19.886	42.00	42.00	-7.5	-54.6	-64.3	1.7	OK	OK	OK	OK	33.8	28.7
760	0.35	-2876.883	5.146	23.992	42.00	42.00	-7.6	-53.6	-65.3	2.0	OK	OK	OK	OK	34.4	28.2
761	0.35	-2863.843	8.162	23.033	42.00	42.00	-7.6	-53.6	-64.8	3.2	OK	OK	OK	OK	34.1	28.2
762	0.35	-2842.300	-3.535	17.135	42.00	42.00	-7.3	-54.6	-62.9	-1.4	OK	OK	OK	OK	33.1	28.7
763	0.35	-2828.368	-1.560	6.840	42.00	42.00	-6.9	-56.8	-60.1	-0.6	OK	OK	OK	OK	31.6	29.9
764	0.35	-2819.593	0.951	2.432	42.00	42.00	-6.7	-57.7	-58.8	0.4	OK	OK	OK	OK	31.0	30.4
765	0.35	-2817.169	6.012	10.300	42.00	42.00	-7.0	-55.7	-60.7	2.3	OK	OK	OK	OK	32.0	29.3
766	0.35	-2817.994	2.854	19.880	42.00	42.00	-7.4	-53.4	-63.1	1.1	OK	OK	OK	OK	33.2	28.1
767	0.35	-2817.351	6.178	24.827	42.00	42.00	-7.5	-52.2	-64.2	2.4	OK	OK	OK	OK	33.8	27.5
768	0.35	-2808.685	1.530	24.875	42.00	42.00	-7.5	-52.0	-64.1	0.6	OK	OK	OK	OK	33.7	27.4
769	0.35	-2797.943	4.640	20.238	42.00	42.00	-7.3	-52.9	-62.7	1.8	OK	OK	OK	OK	33.0	27.8
770	0.35	-2781.850	8.962	10.995	42.00	42.00	-7.0	-54.8	-60.1	3.5	OK	OK	OK	OK	31.7	28.8
771	0.35	-2767.239	6.232	4.159	42.00	42.00	-6.7	-56.2	-58.2	2.4	OK	OK	OK	OK	30.6	29.6
772	0.35	-2766.089	3.662	9.306	42.00	42.00	-6.9	-54.9	-59.4	1.4	OK	OK	OK	OK	31.3	28.9
773	0.35	-2777.091	16.173	19.683	42.00	42.00	-7.3	-52.6	-62.2	6.3	OK	OK	OK	OK	32.7	27.7
774	0.35	-2771.588	13.361	25.315	42.00	42.00	-7.4	-51.1	-63.4	5.2	OK	OK	OK	OK	33.4	26.9
775	0.35	-2771.394	8.732	26.426	42.00	42.00	-7.5	-50.8	-63.7	3.4	OK	OK	OK	OK	33.5	26.8
776	0.35	-2765.886	12.105	22.864	42.00	42.00	-7.3	-51.6	-62.7	4.7	OK	OK	OK	OK	33.0	27.2
777	0.35	-2755.799	8.865	14.604	42.00	42.00	-7.0	-53.4	-60.5	3.5	OK	OK	OK	OK	31.8	28.1
778	0.35	-2737.158	7.490	5.302	42.00	42.00	-6.6	-55.3	-57.8	2.9	OK	OK	OK	OK	30.4	29.1
779	0.35	-2733.245	13.688	7.845	42.00	42.00	-6.7	-54.6	-58.4	5.3	OK	OK	OK	OK	30.7	28.7
780	0.35	-2740.518	19.757	18.810	42.00	42.00	-7.1	-52.1	-61.2	7.7	OK	OK	OK	OK	32.2	27.4
781	0.35	-2751.849	16.218	25.411	42.00	42.00	-7.4	-50.7	-63.0	6.3	OK	OK	OK	OK	33.2	26.7
782	0.35	-2750.094	12.508	27.282	42.00	42.00	-7.5	-50.2	-63.4	4.9	OK	OK	OK	OK	33.4	26.4
783	0.35	-2743.167	16.615	24.543	42.00	42.00	-7.3	-50.7	-62.6	6.5	OK	OK	OK	OK	33.0	26.7
784	0.35	-2731.817	13.671	17.159	42.00	42.00	-7.1	-52.3	-60.6	5.3	OK	OK	OK	OK	31.9	27.5
785	0.35	-2724.884	19.841	5.483	42.00	42.00	-6.6	-55.0	-57.6	7.7	OK	OK	OK	OK	30.3	28.9
786	0.35	-2724.200	18.120	5.478	42.00	42.00	-6.6	-55.0	-57.6	7.1	OK	OK	OK	OK	30.3	28.9
787	0.35	-2738.304	16.935	17.276	42.00	42.00	-7.1	-52.4	-60.8	6.6	OK	OK	OK	OK	32.0	27.6
788	0.35	-2739.840	21.493	24.498	42.00	42.00	-7.3	-50.7	-62.6	8.4	OK	OK	OK	OK	32.9	26.7
789	0.35	-2745.268	17.845	27.223	42.00	42.00	-7.4	-50.1	-63.3	7.0	OK	OK	OK	OK	33.3	26.4
790	0.35	-2746.173	21.988	25.344	42.00	42.00	-7.4	-50.6	-62.9	8.6	OK	OK	OK	OK	33.1	26.6







824	20	-453,653	111,033	130,804	22,62	22,62	-0,4	-0,7	-5,9	68,6	2059,4	-	2200,5	20,0	24,3	-	-	OK	OK	OK	OK	OK	-	2,3	0,3
825	20	-464,805	113,428	119,406	22,62	22,62	-0,4	-1,0	-5,7	70,1	2061,3	-	2200,5	20,0	24,3	-	-	OK	OK	OK	OK	OK	-	2,2	0,4
826	20	-477,508	115,939	108,095	22,62	22,62	-0,4	-1,4	-5,6	71,7	2066,3	-	2200,5	20,0	24,3	-	-	OK	OK	OK	OK	OK	-	2,2	0,5
827	20	-481,724	118,214	96,537	22,62	22,62	-0,4	-1,7	-5,5	73,2	2072,4	-	2200,5	20,0	24,3	-	-	OK	OK	OK	OK	OK	-	2,1	0,7
828	20	-506,993	119,470	80,742	22,62	22,62	-0,4	-2,0	-5,3	73,8	2079,6	-	2200,5	20,0	24,3	-	-	OK	OK	OK	OK	OK	-	2,1	0,8
829	20	-520,505	119,635	72,392	22,62	22,62	-0,4	-2,4	-5,2	74,0	2087,0	-	2200,5	20,0	24,3	-	-	OK	OK	OK	OK	OK	-	2,0	0,9
830	20	-531,117	120,940	60,239	22,62	22,62	-0,3	-2,7	-5,0	74,3	2096,1	-	2200,5	20,0	24,3	-	-	OK	OK	OK	OK	OK	-	2,0	1,0
831	20	-541,696	121,181	48,230	22,62	22,62	-0,3	-3,0	-4,9	74,8	2098,6	-	2200,5	20,0	24,3	-	-	OK	OK	OK	OK	OK	-	1,9	1,2
832	20	-551,135	122,717	36,363	22,62	22,62	-0,3	-3,3	-4,7	75,8	2094,6	-	2200,5	20,0	24,3	-	-	OK	OK	OK	OK	OK	-	1,9	1,3
833	20	-567,685	123,485	24,273	22,62	22,62	-0,3	-3,6	-4,6	76,3	2098,8	-	2200,5	20,0	24,3	-	-	OK	OK	OK	OK	OK	-	1,8	1,4
834	20	-579,796	116,883	10,379	22,62	22,62	-0,3	-4,0	-4,4	72,2	2103,0	-	2200,5	20,0	24,3	-	-	OK	OK	OK	OK	OK	-	1,7	1,6
835	20	-604,918	115,787	-3,747	22,62	22,62	-0,3	-4,5	-4,3	71,5	2114,3	-	2200,5	20,0	24,3	-	-	OK	OK	OK	OK	OK	-	1,7	1,8
836	20	-629,015	115,732	-17,856	22,62	22,62	-0,3	-4,9	-4,2	71,5	2123,1	-	2200,5	20,0	24,3	-	-	OK	OK	OK	OK	OK	-	1,6	1,9
837	20	-639,576	115,401	-28,916	22,62	22,62	-0,4	-5,2	-4,1	71,2	2129,9	-	2200,5	20,0	24,3	-	-	OK	OK	OK	OK	OK	-	1,6	2,0
838	20	-659,892	116,071	-42,135	22,62	22,62	-0,4	-5,6	-4,0	71,7	2133,9	-	2200,5	20,0	24,3	-	-	OK	OK	OK	OK	OK	-	1,6	2,2
839	20	-678,123	117,302	-54,955	22,62	22,62	-0,4	-6,0	-3,9	72,5	2139,8	-	2200,5	20,0	24,3	-	-	OK	OK	OK	OK	OK	-	1,5	2,4
838	20	-698,168	115,972	-68,421	22,62	22,62	-0,4	-6,4	-3,7	71,4	2147,2	-	2200,5	20,0	24,3	-	-	OK	OK	OK	OK	OK	-	1,5	2,5
837	20	-723,025	113,772	-83,525	22,62	22,62	-0,5	-6,9	-3,6	70,3	2156,5	-	2200,5	20,0	24,3	-	-	OK	OK	OK	OK	OK	-	1,4	2,7
836	20	-742,504	115,972	-98,815	22,62	22,62	-0,5	-7,3	-3,5	70,4	2163,5	-	2200,5	20,0	24,3	-	-	OK	OK	OK	OK	OK	-	1,4	2,9
835	20	-758,656	115,629	-110,971	22,62	22,62	-0,5	-7,7	-3,3	71,0	2170,7	-	2200,5	20,0	24,3	-	-	OK	OK	OK	OK	OK	-	1,3	3,0
834	20	-780,320	114,838	-133,222	22,62	22,62	-0,5	-8,1	-3,2	70,6	2179,0	-	2200,5	20,0	24,3	-	-	OK	OK	OK	OK	OK	-	1,3	3,2
833	20	-799,584	110,780	-134,857	22,62	22,62	-0,6	-8,4	-3,2	68,4	2185,2	-	2200,5	20,0	24,3	-	-	OK	OK	OK	OK	OK	-	1,2	3,3
832	20	-823,626	110,299	-149,054	22,62	22,62	-0,6	-8,9	-3,1	68,1	2193,8	-	2200,5	20,0	24,3	-	-	OK	OK	OK	OK	OK	-	1,2	3,5
831	20	-848,836	111,746	-162,422	22,62	22,62	-0,6	-9,3	-2,9	69,1	2198,1	-	2200,5	20,0	24,3	-	-	OK	OK	OK	OK	OK	-	1,1	3,6
830	20	-873,034	105,847	-192,807	22,62	22,62	-0,7	-10,1	-2,8	66,4	2211,5	-	2200,5	20,0	24,3	-	-	OK	OK	OK	OK	OK	-	1,0	4,0
829	20	-900,886	106,881	-203,990	22,62	22,62	-0,7	-10,5	-2,5	65,5	2221,2	-	2200,5	20,0	24,3	-	-	OK	OK	OK	OK	OK	-	1,0	4,1
828	20	-917,304	103,479	-212,155	22,62	22,62	-0,7	-10,8	-2,5	63,9	2230,5	-	2200,5	20,0	24,3	-	-	OK	OK	OK	OK	OK	-	1,0	4,2
827	20	-933,936	100,733	-224,679	22,62	22,62	-0,8	-11,2	-2,4	62,2	2238,1	-	2200,5	20,0	24,3	-	-	OK	OK	OK	OK	OK	-	0,9	4,4
826	20	-948,424	97,909	-236,308	22,62	22,62	-0,8	-11,5	-2,3	60,2	2247,1	-	2200,5	20,0	24,3	-	-	OK	OK	OK	OK	OK	-	0,9	4,5
825	20	-964,497	97,364	-249,430	22,62	22,62	-0,8	-11,9	-2,1	60,2	2247,0	-	2200,5	20,0	24,3	-	-	OK	OK	OK	OK	OK	-	0,8	4,7
824	20	-980,230	94,664	-268,480	22,62	22,62	-0,8	-12,4	-1,9	58,5	2252,9	-	2200,5	20,0	24,3	-	-	OK	OK	OK	OK	OK	-	0,8	4,9
823	20	-1016,341	91,320	-283,548	22,62	22,62	-0,9	-12,9	-1,8	56,4	2262,7	-	2200,5	20,0	24,3	-	-	OK	OK	OK	OK	OK	-	0,7	5,1
822	20	-1039,684	86,820	-296,577	22,62	22,62	-0,9	-13,0	-1,8	55,6	2265,1	-	2200,5	20,0	24,3	-	-	OK	OK	OK	OK	OK	-	0,7	5,1







138	2.0	-880.800	45.371	-213.643	22.62	22.62	-0.7	-1.06	-2.2	-0.6	203.4	-	2030.5	200	24.3	-	-	OK	OK	OK	OK	-	0.9	4.1
139	2.0	-884.970	49.524	-201.581	22.62	22.62	-0.7	-1.03	-2.3	-0.1	206.3	-	2030.5	200	24.3	-	-	OK	OK	OK	OK	-	0.9	4.0
140	2.0	-859.217	60.697	-194.604	22.62	22.62	-0.7	-1.01	-2.4	-0.3	206.5	-	2030.5	200	24.3	-	-	OK	OK	OK	OK	-	0.9	4.0
141	2.0	-850.000	69.932	-188.511	22.62	22.62	-0.7	-0.9	-2.5	-0.3	206.7	-	2030.5	200	24.3	-	-	OK	OK	OK	OK	-	1.0	3.9
142	2.0	-840.783	70.322	-182.351	22.62	22.62	-0.7	-0.7	-2.5	-0.6	206.1	-	2030.5	200	24.3	-	-	OK	OK	OK	OK	-	1.0	3.8
143	2.0	-831.285	70.951	-172.986	22.62	22.62	-0.6	-0.4	-2.7	-0.8	206.9	-	2030.5	200	24.3	-	-	OK	OK	OK	OK	-	1.0	3.7
144	2.0	-817.864	73.756	-159.546	22.62	22.62	-0.6	-0.1	-2.8	-0.6	204.4	-	2030.5	200	24.3	-	-	OK	OK	OK	OK	-	1.1	3.6
738	2.0	-811.332	73.634	-153.746	22.62	22.62	-0.6	-0.0	-2.8	-0.5	204.0	-	2030.5	200	24.3	-	-	OK	OK	OK	OK	-	1.1	3.5
739	2.0	-800.764	74.400	-149.822	22.62	22.62	-0.6	-0.8	-2.9	-0.6	203.4	-	2030.5	200	24.3	-	-	OK	OK	OK	OK	-	1.1	3.4
740	2.0	-791.599	74.314	-142.280	22.62	22.62	-0.6	-0.6	-3.0	-0.9	201.3	-	2030.5	200	24.3	-	-	OK	OK	OK	OK	-	1.2	3.3
741	2.0	-775.340	73.971	-135.594	22.62	22.62	-0.6	-0.3	-3.0	-0.7	201.9	-	2030.5	200	24.3	-	-	OK	OK	OK	OK	-	1.2	3.3
742	2.0	-775.340	74.188	-133.956	22.62	22.62	-0.6	-0.1	-3.1	-0.6	201.9	-	2030.5	200	24.3	-	-	OK	OK	OK	OK	-	1.2	3.2
743	2.0	-765.786	74.328	-131.177	22.62	22.62	-0.5	-0.7	-3.2	-0.6	201.5	-	2030.5	200	24.3	-	-	OK	OK	OK	OK	-	1.3	3.1
744	2.0	-754.275	73.619	-128.609	22.62	22.62	-0.5	-0.6	-3.4	-0.5	200.0	-	2030.5	200	24.3	-	-	OK	OK	OK	OK	-	1.3	3.0
745	2.0	-744.217	72.848	-126.149	22.62	22.62	-0.5	-0.5	-3.5	-0.4	203.7	-	2030.5	200	24.3	-	-	OK	OK	OK	OK	-	1.4	2.9
746	2.0	-734.911	71.546	-124.847	22.62	22.62	-0.5	-0.7	-3.6	-0.4	200.5	-	2030.5	200	24.3	-	-	OK	OK	OK	OK	-	1.4	2.8
747	2.0	-725.378	70.959	-123.705	22.62	22.62	-0.5	-0.9	-3.7	-0.6	201.2	-	2030.5	200	24.3	-	-	OK	OK	OK	OK	-	1.4	2.7
748	2.0	-718.991	69.949	-122.829	22.62	22.62	-0.5	-0.7	-3.8	-0.1	205.2	-	2030.5	200	24.3	-	-	OK	OK	OK	OK	-	1.5	2.6
749	2.0	-712.542	69.304	-121.549	22.62	22.62	-0.4	-0.5	-3.8	-0.2	205.0	-	2030.5	200	24.3	-	-	OK	OK	OK	OK	-	1.5	2.6
750	2.0	-704.343	69.331	-120.182	22.62	22.62	-0.4	-0.3	-3.9	-0.2	203.1	-	2030.5	200	24.3	-	-	OK	OK	OK	OK	-	1.5	2.5
751	2.0	-693.801	67.923	-119.404	22.62	22.62	-0.4	-0.0	-4.0	-0.2	204.6	-	2030.5	200	24.3	-	-	OK	OK	OK	OK	-	1.6	2.4
752	2.0	-684.620	66.977	-118.635	22.62	22.62	-0.4	-0.8	-4.1	-0.1	204.8	-	2030.5	200	24.3	-	-	OK	OK	OK	OK	-	1.6	2.3
753	2.0	-674.913	64.800	-117.921	22.62	22.62	-0.4	-0.6	-4.2	-0.1	203.3	-	2030.5	200	24.3	-	-	OK	OK	OK	OK	-	1.7	2.2
754	2.0	-667.062	63.029	-117.391	22.62	22.62	-0.4	-0.4	-4.3	-0.0	203.9	-	2030.5	200	24.3	-	-	OK	OK	OK	OK	-	1.7	2.1
755	2.0	-660.911	61.586	-117.039	22.62	22.62	-0.3	-0.2	-4.4	-0.1	202.6	-	2030.5	200	24.3	-	-	OK	OK	OK	OK	-	1.7	2.0
756	2.0	-655.339	60.551	-116.488	22.62	22.62	-0.3	-0.0	-4.5	-0.1	205.1	-	2030.5	200	24.3	-	-	OK	OK	OK	OK	-	1.8	2.0
757	2.0	-649.665	59.713	-115.737	22.62	22.62	-0.3	-0.9	-4.6	-0.3	203.1	-	2030.5	200	24.3	-	-	OK	OK	OK	OK	-	1.8	1.9
758	2.0	-639.913	58.516	-114.832	22.62	22.62	-0.3	-0.6	-4.7	-0.2	208.4	-	2030.5	200	24.3	-	-	OK	OK	OK	OK	-	1.8	1.8
759	2.0	-631.000	56.829	-114.546	22.62	22.62	-0.3	-0.4	-4.7	-0.1	202.4	-	2030.5	200	24.3	-	-	OK	OK	OK	OK	-	1.9	1.7
760	2.0	-623.409	54.974	-114.129	22.62	22.62	-0.3	-0.2	-4.8	-0.0	202.3	-	2030.5	200	24.3	-	-	OK	OK	OK	OK	-	1.9	1.7
761	2.0	-618.899	51.943	-113.205	22.62	22.62	-0.3	-0.1	-4.9	-0.2	201.6	-	2030.5	200	24.3	-	-	OK	OK	OK	OK	-	1.9	1.6
762	2.0	-612.297	49.609	-112.579	22.62	22.62	-0.3	-0.9	-5.0	-0.0	201.0	-	2030.5	200	24.3	-	-	OK	OK	OK	OK	-	1.9	1.5
763	2.0	-608.569	48.024	-112.004	22.62	22.62	-0.3	-0.0	-5.0	-0.2	201.7	-	2030.5	200	24.3	-	-	OK	OK	OK	OK	-	2.0	1.5
764	2.0	-603.937	46.974	-111.589	22.62	22.62	-0.3	-0.3	-5.1	-0.0	201.8	-	2030.5	200	24.3	-	-	OK	OK	OK	OK	-	2.0	1.4
765	2.0	-598.550	45.555	-111.293	22.62	22.62	-0.3	-0.5	-5.1	-0.1	201.3	-	2030.5	200	24.3	-	-	OK	OK	OK	OK	-	2.0	1.4
766	2.0	-588.705	43.727	-110.727	22.62	22.62	-0.3	-0.3	-5.2	-0.6	207.3	-	2030.5	200	24.3	-	-	OK	OK	OK	OK	-	2.0	1.3
767	2.0	-583.308	40.977	-110.209	22.62	22.62	-0.4	-0.2	-5.3	-0.3	205.4	-	2030.5	200	24.3	-	-	OK	OK	OK	OK	-	2.1	1.3
768	2.0	-577.343	37.823	-109.700	22.62	22.62	-0.4	-0.3	-5.3	-0.4	203.3	-	2030.5	200	24.3	-	-	OK	OK	OK	OK	-	2.1	1.2
769	2.0	-573.919	35.304	-109.444	22.62	22.62	-0.4	-0.0	-5.4	-0.1	201.9	-	2030.5	200	24.3	-	-	OK	OK	OK	OK	-	2.1	1.2
770	2.0	-572.203	32.958	-109.066	22.62	22.62	-0.4	-0.9	-5.4	-0.4	202.3	-	2030.5	200	24.3	-	-	OK	OK	OK	OK	-	2.1	1.1
771	2.0	-570.265	31.728	-108.601	22.62	22.62	-0.4	-0.8	-5.5	-0.6	204.7	-	2030.5	200	24.3	-	-	OK	OK	OK	OK	-	2.1	1.1
772	2.0	-565.025	30.059	-108.059	22.62	22.62	-0.4	-0.7	-5.5	-0.5	201.3	-	2030.5	200	24.3	-	-	OK	OK	OK	OK	-	2.2	1.1
773	2.0	-558.432	28.324	-107.346	22.62	22.62	-0.4	-0.6	-5.5	-0.7	207.4	-	2030.5	200	24.3	-	-	OK	OK	OK	OK	-	2.2	1.0
774	2.0	-553.335	23.697	-106.802	22.62	22.62	-0.4	-0.5	-5.6	-0.5	203.0	-	2030.5	200	24.3	-	-	OK	OK	OK	OK	-	2.2	1.0
775	2.0	-549.805	21.854	-106.165	22.62	22.62	-0.4	-0.4	-5.6	-0.6	202.3	-	2030.5	200	24.3	-	-	OK	OK	OK	OK	-	2.2	0.9
776	2.0	-548.245	18.788	-105.391	22.62	22.62	-0.4	-0.3	-5.6	-0.8	202.5	-	2030.5	200	24.3	-	-	OK	OK	OK	OK	-	2.2	0.9
777	2.0	-548.077	16.377	-104.391	22.62	22.62	-0.4	-0.3	-5.7	-0.1	202.0	-	2030.5	200	24.3	-	-	OK	OK	OK	OK	-	2.2	0.9
778	2.0	-548.747	14.333	-103.468	22.62	22.62	-0.4	-0.3	-5.7	-0.9	204.5	-	2030.5	200	24.3	-	-	OK	OK	OK	OK	-	2.2	0.9
779	2.0	-546.528	13.027	-102.539	22.62	22.62	-0.4	-0.2	-5.7	-0.0	206.5	-	2030.5	200	24.3	-	-	OK	OK	OK	OK	-	2.2	0.9
780	2.0	-541.515	11.129	-101.295	22.62	22.62	-0.4	-0.1	-5.7	-0.9	202.1	-	2030.5	200	24.3	-	-	OK	OK	OK	OK	-	2.2	0.8
781	2.0	-534.043	8.188	-100.125	22.62	22.62	-0.4	-0.1	-5.7	-0.1	208.2	-	2030.5	200	24.3	-	-	OK	OK	OK	OK	-	2.2	0.8
782	2.0	-535.141	4.739	-94.600	22.62	22.62	-0.4	-0.1	-5.7	-0.9	207.5	-	2030.5	200	24.3	-	-	OK	OK	OK	OK	-	2.2	0.8
783	2.0	-537.970	1.300	-94.672	22.62	22.62	-0.4	-0.0	-5.7	-0.8	208.1	-	2030.5	200	24.3	-	-	OK	OK	OK	OK	-	2.3	0.8
784	2.0	-537.268	0.521	-95.241	22.62	22.62	-0.4	-0.2	-5.8	-0.9	206.0	-	2030.5	200	24.3	-	-	OK	OK	OK	OK	-	2.3	0.8
785	2.0	-540.946	3.808	-95.473	22.62	22.62	-0.4	-0.1	-5.8	-0.1	203.9	-	2030.5	200	24.3	-	-	OK	OK	OK	OK	-	2.3	0.8
786	2.0	-541.886	4.800	-95.400	22.62	22.62	-0.4	-0.1	-5.8	-0.0	203.9	-	2030.5	200	24.3	-	-	OK	OK	OK	OK	-	2.3	0.8
787	2.0	-538.034	6.700	-95.006	22.62	22.62	-0.4	-0.0	-5.8	-0.2	209.0	-	2030.5	200	24.3	-	-	OK	OK	OK	OK	-	2.3	0.8



788	2.0	-535.203	9.641	94.835	22.62	22.62	-0.4	-2.0	-5.7	6.0	26984	-	2303.5	200	24.3	-	-	OK	OK	OK	OK	-	2.3	0.8
789	2.0	-535.038	11031	93.800	22.62	22.62	-0.4	-2.1	-5.7	6.1	26971	-	2303.5	200	24.3	-	-	OK	OK	OK	OK	-	2.2	0.8
790	2.0	-537.818	16439	92.279	22.62	22.62	-0.4	-2.1	-5.7	10.2	26861	-	2303.5	200	24.3	-	-	OK	OK	OK	OK	-	2.2	0.8
791	2.0	-541.238	19486	90.887	22.62	22.62	-0.4	-2.2	-5.7	12.0	26804	-	2303.5	200	24.3	-	-	OK	OK	OK	OK	-	2.2	0.8
792	2.0	-545.160	21521	89.233	22.62	22.62	-0.4	-2.2	-5.7	13.4	26838	-	2303.5	200	24.3	-	-	OK	OK	OK	OK	-	2.2	0.8
793	2.0	-549.089	22888	87.838	22.62	22.62	-0.4	-2.3	-5.7	14.1	26974	-	2303.5	200	24.3	-	-	OK	OK	OK	OK	-	2.2	0.8
794	2.0	-548.385	24526	85.034	22.62	22.62	-0.4	-2.3	-5.6	15.1	26944	-	2303.5	200	24.3	-	-	OK	OK	OK	OK	-	2.2	0.8
795	2.0	-548.252	27290	82.536	22.62	22.62	-0.4	-2.4	-5.6	16.9	26920	-	2303.5	200	24.3	-	-	OK	OK	OK	OK	-	2.2	0.8
796	2.0	-550.001	30306	79.889	22.62	22.62	-0.4	-2.4	-5.6	18.8	26831	-	2303.5	200	24.3	-	-	OK	OK	OK	OK	-	2.2	1.0
797	2.0	-553.277	33388	76.896	22.62	22.62	-0.4	-2.5	-5.5	20.7	26935	-	2303.5	200	24.3	-	-	OK	OK	OK	OK	-	2.2	1.0
798	2.0	-558.297	36497	73.572	22.62	22.62	-0.4	-2.7	-5.5	24.1	26987	-	2303.5	200	24.3	-	-	OK	OK	OK	OK	-	2.2	1.0
799	2.0	-564.786	39316	69.930	22.62	22.62	-0.4	-2.7	-5.5	24.1	26987	-	2303.5	200	24.3	-	-	OK	OK	OK	OK	-	2.1	1.1
800	2.0	-570.216	40228	66.900	22.62	22.62	-0.4	-2.8	-5.4	24.8	27032	-	2303.5	200	24.3	-	-	OK	OK	OK	OK	-	2.1	1.1
801	2.0	-572.746	41988	62.255	22.62	22.62	-0.4	-2.9	-5.4	25.9	27068	-	2303.5	200	24.3	-	-	OK	OK	OK	OK	-	2.1	1.2
802	2.0	-574.424	43881	58.173	22.62	22.62	-0.4	-3.0	-5.3	27.1	27031	-	2303.5	200	24.3	-	-	OK	OK	OK	OK	-	2.1	1.2
803	2.0	-577.637	46300	53.897	22.62	22.62	-0.4	-3.1	-5.3	28.9	27033	-	2303.5	200	24.3	-	-	OK	OK	OK	OK	-	2.1	1.2
804	2.0	-583.531	49356	49.276	22.62	22.62	-0.3	-3.3	-5.2	30.6	27052	-	2303.5	200	24.3	-	-	OK	OK	OK	OK	-	2.0	1.3
805	2.0	-588.992	52455	44.697	22.62	22.62	-0.3	-3.4	-5.1	32.4	27078	-	2303.5	200	24.3	-	-	OK	OK	OK	OK	-	2.0	1.3
806	2.0	-598.656	56497	38.499	22.62	22.62	-0.3	-3.6	-5.1	33.6	27102	-	2303.5	200	24.3	-	-	OK	OK	OK	OK	-	2.0	1.4
807	2.0	-604.174	55453	32.468	22.62	22.62	-0.3	-3.7	-5.0	34.6	27145	-	2303.5	200	24.3	-	-	OK	OK	OK	OK	-	2.0	1.5
808	2.0	-609.880	57156	27.056	22.62	22.62	-0.3	-3.9	-4.9	35.3	27167	-	2303.5	200	24.3	-	-	OK	OK	OK	OK	-	1.9	1.5
809	2.0	-612.865	58272	21.800	22.62	22.62	-0.3	-4.0	-4.9	36.3	27172	-	2303.5	200	24.3	-	-	OK	OK	OK	OK	-	1.9	1.6
810	2.0	-617.620	61016	16.285	22.62	22.62	-0.3	-4.2	-4.8	37.7	27189	-	2303.5	200	24.3	-	-	OK	OK	OK	OK	-	1.9	1.6
811	2.0	-623.605	63379	10.336	22.62	22.62	-0.3	-4.3	-4.7	38.3	27192	-	2303.5	200	24.3	-	-	OK	OK	OK	OK	-	1.9	1.7
812	2.0	-631.596	65382	3.429	22.62	22.62	-0.3	-4.5	-4.7	40.8	27233	-	2303.5	200	24.3	-	-	OK	OK	OK	OK	-	1.8	1.8
813	2.0	-640.254	68088	-3.884	22.62	22.62	-0.3	-4.7	-4.6	42.1	27258	-	2303.5	200	24.3	-	-	OK	OK	OK	OK	-	1.8	1.9
814	2.0	-649.576	69204	-11.966	22.62	22.62	-0.3	-5.0	-4.5	42.8	27299	-	2303.5	200	24.3	-	-	OK	OK	OK	OK	-	1.8	1.9
815	2.0	-655.962	70145	-19.027	22.62	22.62	-0.3	-5.1	-4.4	43.3	27368	-	2303.5	200	24.3	-	-	OK	OK	OK	OK	-	1.7	2.0
816	2.0	-663.205	71269	-24.979	22.62	22.62	-0.4	-5.3	-4.3	44.0	27372	-	2303.5	200	24.3	-	-	OK	OK	OK	OK	-	1.7	2.1
817	2.0	-669.995	72599	-31.066	22.62	22.62	-0.4	-5.5	-4.2	45.1	27352	-	2303.5	200	24.3	-	-	OK	OK	OK	OK	-	1.6	2.2
818	2.0	-678.365	74810	-38.710	22.62	22.62	-0.4	-5.7	-4.1	46.2	27369	-	2303.5	200	24.3	-	-	OK	OK	OK	OK	-	1.6	2.2
819	2.0	-688.304	76358	-46.749	22.62	22.62	-0.4	-5.9	-4.1	47.4	27417	-	2303.5	200	24.3	-	-	OK	OK	OK	OK	-	1.6	2.3
820	2.0	-698.106	78260	-55.681	22.62	22.62	-0.4	-6.1	-3.9	48.4	27467	-	2303.5	200	24.3	-	-	OK	OK	OK	OK	-	1.5	2.4
821	2.0	-708.271	79483	-65.579	22.62	22.62	-0.4	-6.4	-3.8	48.9	27508	-	2303.5	200	24.3	-	-	OK	OK	OK	OK	-	1.5	2.6
822	2.0	-719.790	80314	-74.150	22.62	22.62	-0.4	-6.6	-3.7	48.5	27565	-	2303.5	200	24.3	-	-	OK	OK	OK	OK	-	1.5	2.6
823	2.0	-729.637	80300	-80.509	22.62	22.62	-0.5	-6.8	-3.7	48.5	27579	-	2303.5	200	24.3	-	-	OK	OK	OK	OK	-	1.4	2.7
824	2.0	-727.781	81314	-87.234	22.62	22.62	-0.5	-7.0	-3.6	50.2	27584	-	2303.5	200	24.3	-	-	OK	OK	OK	OK	-	1.4	2.7
825	2.0	-726.042	82279	-95.191	22.62	22.62	-0.5	-7.2	-3.5	50.9	27609	-	2303.5	200	24.3	-	-	OK	OK	OK	OK	-	1.4	2.8
826	2.0	-726.649	83200	-103.938	22.62	22.62	-0.5	-7.4	-3.4	51.5	27644	-	2303.5	200	24.3	-	-	OK	OK	OK	OK	-	1.3	2.9
827	2.0	-726.712	84383	-113.886	22.62	22.62	-0.5	-7.7	-3.3	52.3	27679	-	2303.5	200	24.3	-	-	OK	OK	OK	OK	-	1.3	3.0
828	2.0	-727.000	85322	-123.67	22.62	22.62	-0.5	-8.0	-3.1	52.5	27724	-	2303.5	200	24.3	-	-	OK	OK	OK	OK	-	1.2	3.1
829	2.0	-726.946	85308	-135.023	22.62	22.62	-0.6	-8.3	-3.0	52.5	27792	-	2303.5	200	24.3	-	-	OK	OK	OK	OK	-	1.2	3.2
830	2.0	-726.347	85300	-142.67	22.62	22.62	-0.6	-8.5	-2.9	52.5	27823	-	2303.5	200	24.3	-	-	OK	OK	OK	OK	-	1.1	3.3
831	2.0	-726.528	85349	-148.615	22.62	22.62	-0.6	-8.7	-2.9	52.6	27817	-	2303.5	200	24.3	-	-	OK	OK	OK	OK	-	1.1	3.4
832	2.0	-802.052	85399	-156.533	22.62	22.62	-0.6	-8.9	-2.8	52.8	27855	-	2303.5	200	24.3	-	-	OK	OK	OK	OK	-	1.1	3.5
833	2.0	-812.983	84871	-164.974	22.62	22.62	-0.6	-9.1	-2.7	52.5	27869	-	2303.5	200	24.3	-	-	OK	OK	OK	OK	-	1.0	3.6
REN(ES)NO	1.43	2.0	74295	-164.277	22.62	22.62	-0.7	-9.6	-3.1	46.2	22566	-	2303.5	200	24.3	-	-	OK	OK	OK	OK	-	1.2	3.8
(INC30.5000)	1.42	2.0	914556	-180.577	22.62	22.62	-0.7	-10.3	-2.9	43.9	22971	-	2303.5	200	24.3	-	-	OK	OK	OK	OK	-	1.1	4.0
	1.41	2.0	922.892	-195.113	22.62	22.62	-0.7	-10.5	-2.9	43.7	22930	-	2303.5	200	24.3	-	-	OK	OK	OK	OK	-	1.1	4.1
	1.40	2.0	938.882	-203.882	22.62	22.62	-0.7	-10.8	-2.9	43.5	22937	-	2303.5	200	24.3	-	-	OK	OK	OK	OK	-	1.1	4.2
	1.39	2.0	952.426	-209.593	22.62	22.62	-0.7	-11.0	-2.8	43.5	22942	-	2303.5	200	24.3	-	-	OK	OK	OK	OK	-	1.1	4.3
	1.38	2.0	963.489	-204.977	22.62	22.62	-0.8	-11.3	-2.7	41.0	22960	-	2303.5	200	24.3	-	-	OK	OK	OK	OK	-	1.0	4.4
	1.37	2.0	983.942	-223.432	22.62	22.62	-0.8	-11.7	-2.6	38.6	22647	-	2303.5	200	24.3	-	-	OK	OK	OK	OK	-	1.0	4.6
	1.36	2.0	998.491	-243.244	22.62	22.62	-0.8	-12.0	-2.4	38.1	22656	-	2303.5	200	24.3	-	-	OK	OK	OK	OK	-	1.0	4.7
	1.35	2.0	1006.088	-260.531	22.62	22.62	-0.8	-12.2	-2.4	38.1	22656	-	2303.5	200	24.3	-	-	OK	OK	OK	OK	-	0.9	4.8
	1.34	2.0	1022.276	-277.216	22.62	22.62	-0.8	-12.4	-2.4	37.9	22756	-	2303.5	200	24.3	-	-	OK	OK	OK	OK	-	0.9	4.9





522	2.0	0000	27.744	88.151	22.62	22.62	22.62	-0.3	20.9	-3.2	17.0	1620.8	-	2300.5	20.0	24.3	-	-	OK	OK	OK	OK	-	24.3	1.3	8.2
523	2.0	0000	27.744	87.867	22.62	22.62	22.62	-0.3	20.8	-3.2	14.0	1615.5	-	2300.5	20.0	24.3	-	-	OK	OK	OK	OK	-	24.3	1.3	8.2
524	2.0	0000	18.827	85.866	22.62	22.62	22.62	-0.3	20.5	-3.2	11.6	1602.3	-	2300.5	20.0	24.3	-	-	OK	OK	OK	OK	-	24.3	1.2	8.0
525	2.0	0000	15.545	83.277	22.62	22.62	22.62	-0.3	20.3	-3.1	9.5	1605.4	-	2300.5	20.0	24.3	-	-	OK	OK	OK	OK	-	24.3	1.2	7.9
526	2.0	0000	12.419	84.549	22.62	22.62	22.62	-0.3	20.1	-3.1	7.8	1601.1	-	2300.5	20.0	24.3	-	-	OK	OK	OK	OK	-	24.3	1.2	7.8
527	2.0	0000	10.500	82.601	22.62	22.62	22.62	-0.2	19.8	-3.1	6.5	1603.2	-	2300.5	20.0	24.3	-	-	OK	OK	OK	OK	-	24.3	1.2	7.8
528	2.0	0000	8.604	80.781	22.62	22.62	22.62	-0.2	19.4	-3.0	5.3	1605.5	-	2300.5	20.0	24.3	-	-	OK	OK	OK	OK	-	24.3	1.2	7.6
529	2.0	0000	7.163	79.328	22.62	22.62	22.62	-0.2	18.9	-2.9	4.4	1609.0	-	2300.5	20.0	24.3	-	-	OK	OK	OK	OK	-	24.3	1.1	7.4
530	2.0	0000	5.688	76.870	22.62	22.62	22.62	-0.2	18.3	-2.8	3.5	1606.1	-	2300.5	20.0	24.3	-	-	OK	OK	OK	OK	-	24.3	1.1	7.2
531	2.0	0000	4.444	75.006	22.62	22.62	22.62	-0.2	17.9	-2.8	2.7	1603.7	-	2300.5	20.0	24.3	-	-	OK	OK	OK	OK	-	24.3	1.1	7.0
532	2.0	0000	3.286	73.542	22.62	22.62	22.62	-0.2	17.5	-2.7	2.0	1601.6	-	2300.5	20.0	24.3	-	-	OK	OK	OK	OK	-	24.3	1.1	6.9
533	2.0	0000	2.203	71.422	22.62	22.62	22.62	-0.2	17.4	-2.7	1.4	1618.2	-	2300.5	20.0	24.3	-	-	OK	OK	OK	OK	-	24.3	1.1	6.8
534	2.0	0000	1.305	72.603	22.62	22.62	22.62	-0.2	17.2	-2.7	0.8	1608.6	-	2300.5	20.0	24.3	-	-	OK	OK	OK	OK	-	24.3	1.0	6.7
535	2.0	0000	0.343	72.109	22.62	22.62	22.62	-0.2	17.2	-2.7	0.2	1607.6	-	2300.5	20.0	24.3	-	-	OK	OK	OK	OK	-	24.3	1.0	6.7
536	2.0	0000	-0.506	72.829	22.62	22.62	22.62	-0.2	17.4	-2.7	-0.3	1607.0	-	2300.5	20.0	24.3	-	-	OK	OK	OK	OK	-	24.3	1.1	6.8
537	2.0	0000	-1.239	72.365	22.62	22.62	22.62	-0.2	17.3	-2.7	-0.8	1606.9	-	2300.5	20.0	24.3	-	-	OK	OK	OK	OK	-	24.3	1.1	6.8
538	2.0	0000	-2.107	71.064	22.62	22.62	22.62	-0.2	16.9	-2.6	-1.3	1607.0	-	2300.5	20.0	24.3	-	-	OK	OK	OK	OK	-	24.3	1.0	6.6
539	2.0	0000	-3.072	70.197	22.62	22.62	22.62	-0.2	16.7	-2.6	-1.8	1607.6	-	2300.5	20.0	24.3	-	-	OK	OK	OK	OK	-	24.3	1.0	6.6
540	2.0	0000	-3.697	68.800	22.62	22.62	22.62	-0.2	16.7	-2.6	-2.4	1608.6	-	2300.5	20.0	24.3	-	-	OK	OK	OK	OK	-	24.3	1.0	6.5
541	2.0	0000	-4.936	71.060	22.62	22.62	22.62	-0.2	16.8	-2.6	-3.0	1618.2	-	2300.5	20.0	24.3	-	-	OK	OK	OK	OK	-	24.3	1.0	6.6
542	2.0	0000	-6.139	70.851	22.62	22.62	22.62	-0.2	16.9	-2.6	-3.8	1601.6	-	2300.5	20.0	24.3	-	-	OK	OK	OK	OK	-	24.3	1.0	6.6
543	2.0	0000	-7.255	72.269	22.62	22.62	22.62	-0.2	17.2	-2.7	-4.5	1603.7	-	2300.5	20.0	24.3	-	-	OK	OK	OK	OK	-	24.3	1.0	6.7
544	2.0	0000	-8.799	73.713	22.62	22.62	22.62	-0.2	17.5	-2.7	-5.4	1606.1	-	2300.5	20.0	24.3	-	-	OK	OK	OK	OK	-	24.3	1.1	6.9
545	2.0	0000	-10.427	75.804	22.62	22.62	22.62	-0.2	18.0	-2.8	-6.4	1609.0	-	2300.5	20.0	24.3	-	-	OK	OK	OK	OK	-	24.3	1.1	7.1
546	2.0	0000	-12.112	75.303	22.62	22.62	22.62	-0.2	18.1	-2.8	-7.5	1605.5	-	2300.5	20.0	24.3	-	-	OK	OK	OK	OK	-	24.3	1.1	7.1
547	2.0	0000	-14.905	75.376	22.62	22.62	22.62	-0.2	18.1	-2.8	-8.9	1603.2	-	2300.5	20.0	24.3	-	-	OK	OK	OK	OK	-	24.3	1.1	7.1
548	2.0	0000	-16.906	76.625	22.62	22.62	22.62	-0.2	18.3	-2.8	-10.3	1601.1	-	2300.5	20.0	24.3	-	-	OK	OK	OK	OK	-	24.3	1.1	7.2
549	2.0	0000	-20.024	76.677	22.62	22.62	22.62	-0.2	18.2	-2.8	-12.3	1605.4	-	2300.5	20.0	24.3	-	-	OK	OK	OK	OK	-	24.3	1.1	7.2
550	2.0	0000	-23.213	76.302	22.62	22.62	22.62	-0.2	18.2	-2.8	-14.7	1602.3	-	2300.5	20.0	24.3	-	-	OK	OK	OK	OK	-	24.3	1.1	7.1
551	2.0	0000	-28.295	77.263	22.62	22.62	22.62	-0.2	18.3	-2.8	-17.3	1615.5	-	2300.5	20.0	24.3	-	-	OK	OK	OK	OK	-	24.3	1.1	7.2
552	2.0	0000	-33.684	76.128	22.62	22.62	22.62	-0.2	18.0	-2.8	-20.7	1620.8	-	2300.5	20.0	24.3	-	-	OK	OK	OK	OK	-	24.3	1.1	7.1
553	2.0	0000	-39.981	74.473	22.62	22.62	22.62	-0.2	17.6	-2.7	-24.4	1626.9	-	2300.5	20.0	24.3	-	-	OK	OK	OK	OK	-	24.3	1.1	6.9
554	2.0	0000	-46.986	70.230	22.62	22.62	22.62	-0.2	16.7	-2.6	-28.6	1614.5	-	2300.5	20.0	24.3	-	-	OK	OK	OK	OK	-	24.3	1.0	6.5
555	2.0	0000	-53.610	65.627	22.62	22.62	22.62	-0.2	16.0	-2.5	-33.1	1622.6	-	2300.5	20.0	24.3	-	-	OK	OK	OK	OK	-	24.3	0.9	5.9
556	2.0	0000	-60.385	52.270	22.62	22.62	22.62	-0.2	12.6	-2.0	-37.5	1627.8	-	2300.5	20.0	24.3	-	-	OK	OK	OK	OK	-	24.3	0.8	4.9
557	2.0	0000	-66.779	40.903	22.62	22.62	22.62	-0.1	9.7	-1.5	-41.4	1680.4	-	2300.5	20.0	24.3	-	-	OK	OK	OK	OK	-	24.3	0.6	3.8
558	2.0	0000	-70.970	26.747	22.62	22.62	22.62	-0.1	6.4	-1.0	-43.9	1688.4	-	2300.5	20.0	24.3	-	-	OK	OK	OK	OK	-	24.3	0.4	2.5
559	2.0	0000	-72.298	12.395	22.62	22.62	22.62	0.0	3.0	-0.5	-44.9	1696.3	-	2300.5	20.0	24.3	-	-	OK	OK	OK	OK	-	24.3	0.2	1.2





138	2.0	-483.376	103211	313.181	22.62	22.62	22.62	-2.8	-2.7	-4.8	116.8	3659.0	-	2303.5	200	24.3	-	OK	OK	OK	OK	-	16.4	11.3
139	2.0	-483.046	177081	298.500	22.62	22.62	22.62	-2.8	-2.9	-4.0	109.7	3631.5	-	2303.5	200	24.3	-	OK	OK	OK	OK	-	16.1	11.5
140	2.0	-482.436	179534	237.845	22.62	22.62	22.62	-2.7	-2.9	-4.0	112.2	3626.8	-	2303.5	200	24.3	-	OK	OK	OK	OK	-	15.7	11.7
141	2.0	-479.066	181939	204.844	22.62	22.62	22.62	-2.6	-3.0	-3.8	112.8	3626.3	-	2303.5	200	24.3	-	OK	OK	OK	OK	-	15.2	12.1
142	2.0	-477.667	183073	145.669	22.62	22.62	22.62	-2.5	-3.1	-3.5	114.4	3626.6	-	2303.5	200	24.3	-	OK	OK	OK	OK	-	14.7	12.5
143	2.0	-474.813	187948	106.522	22.62	22.62	22.62	-2.4	-3.2	-3.5	115.8	3625.3	-	2303.5	200	24.3	-	OK	OK	OK	OK	-	14.3	12.7
144	2.0	-470.127	178778	81.819	22.62	22.62	22.62	-2.4	-3.2	-3.8	116.8	3656.7	-	2303.5	200	24.3	-	OK	OK	OK	OK	-	14.1	12.8
738	2.0	-469.136	188140	55.988	22.62	22.62	22.62	-2.3	-3.2	-3.8	116.2	3698.9	-	2303.5	200	24.3	-	OK	OK	OK	OK	-	13.8	12.9
739	2.0	-468.007	187230	20.639	22.62	22.62	22.62	-2.3	-3.3	-3.5	115.7	3697.5	-	2303.5	200	24.3	-	OK	OK	OK	OK	-	13.5	13.1
740	2.0	-467.102	184951	-20.098	22.62	22.62	22.62	-2.3	-3.2	-3.4	114.3	3686.5	-	2303.5	200	24.3	-	OK	OK	OK	OK	-	13.1	13.4
741	2.0	-464.814	184500	-70.936	22.62	22.62	22.62	-2.3	-3.1	-3.2	114.0	3680.5	-	2303.5	200	24.3	-	OK	OK	OK	OK	-	12.7	13.8
742	2.0	-463.658	182344	-122.438	22.62	22.62	22.62	-2.4	-3.0	-3.1	112.8	3681.2	-	2303.5	200	24.3	-	OK	OK	OK	OK	-	12.2	14.1
743	2.0	-460.003	182272	-135.530	22.62	22.62	22.62	-2.4	-3.5	-3.4	112.5	3672.3	-	2303.5	200	24.3	-	OK	OK	OK	OK	-	11.9	14.3
744	2.0	-458.502	181306	-173.799	22.62	22.62	22.62	-2.5	-3.7	-2.9	112.0	3662.0	-	2303.5	200	24.3	-	OK	OK	OK	OK	-	11.7	14.4
745	2.0	-454.081	179518	-200.051	22.62	22.62	22.62	-2.5	-3.7	-2.8	110.3	3652.2	-	2303.5	200	24.3	-	OK	OK	OK	OK	-	11.5	14.5
746	2.0	-454.628	176781	-232.640	22.62	22.62	22.62	-2.5	-3.7	-2.4	109.2	3645.7	-	2303.5	200	24.3	-	OK	OK	OK	OK	-	11.2	14.7
747	2.0	-453.204	173489	-273.549	22.62	22.62	22.62	-2.6	-3.2	-2.5	107.3	3639.3	-	2303.5	200	24.3	-	OK	OK	OK	OK	-	10.8	15.0
748	2.0	-450.520	170794	-323.447	22.62	22.62	22.62	-2.6	-3.1	-2.4	105.5	3633.8	-	2303.5	200	24.3	-	OK	OK	OK	OK	-	10.4	15.3
749	2.0	-448.190	169516	-381.359	22.62	22.62	22.62	-2.7	-3.0	-2.3	104.7	3630.5	-	2303.5	200	24.3	-	OK	OK	OK	OK	-	9.9	15.7
750	2.0	-447.926	164941	-418.312	22.62	22.62	22.62	-2.7	-3.0	-2.3	104.8	3624.5	-	2303.5	200	24.3	-	OK	OK	OK	OK	-	9.5	15.9
751	2.0	-444.926	164491	-431.324	22.62	22.62	22.62	-2.7	-3.0	-2.3	104.6	3612.4	-	2303.5	200	24.3	-	OK	OK	OK	OK	-	9.4	16.0
752	2.0	-442.078	158494	-460.042	22.62	22.62	22.62	-2.8	-3.1	-2.4	97.9	3604.4	-	2303.5	200	24.3	-	OK	OK	OK	OK	-	9.2	16.1
753	2.0	-441.313	152971	-478.571	22.62	22.62	22.62	-2.8	-3.1	-2.7	94.5	3607.8	-	2303.5	200	24.3	-	OK	OK	OK	OK	-	8.9	16.2
754	2.0	-439.838	148025	-511.544	22.62	22.62	22.62	-2.8	-3.2	-2.9	91.5	3609.4	-	2303.5	200	24.3	-	OK	OK	OK	OK	-	8.6	16.5
755	2.0	-439.915	142316	-533.706	22.62	22.62	22.62	-2.9	-3.2	-3.0	87.8	3605.6	-	2303.5	200	24.3	-	OK	OK	OK	OK	-	8.2	16.7
756	2.0	-435.489	138617	-603.019	22.62	22.62	22.62	-2.9	-3.3	-3.0	86.6	3608.0	-	2303.5	200	24.3	-	OK	OK	OK	OK	-	7.8	17.1
757	2.0	-434.535	135385	-633.270	22.62	22.62	22.62	-3.0	-3.4	-3.1	83.5	3603.8	-	2303.5	200	24.3	-	OK	OK	OK	OK	-	7.6	17.3
758	2.0	-434.388	132265	-642.212	22.62	22.62	22.62	-3.0	-3.4	-3.1	81.7	3612.0	-	2303.5	200	24.3	-	OK	OK	OK	OK	-	7.4	17.3
759	2.0	-432.891	128365	-655.204	22.62	22.62	22.62	-3.0	-3.4	-3.1	79.4	3605.1	-	2303.5	200	24.3	-	OK	OK	OK	OK	-	7.1	17.5
760	2.0	-431.405	122859	-676.197	22.62	22.62	22.62	-3.0	-3.4	-3.1	77.8	3601.0	-	2303.5	200	24.3	-	OK	OK	OK	OK	-	6.8	17.6
761	2.0	-429.773	120293	-702.018	22.62	22.62	22.62	-3.0	-3.5	-3.1	74.8	3604.5	-	2303.5	200	24.3	-	OK	OK	OK	OK	-	6.6	17.8
762	2.0	-428.672	117538	-735.519	22.62	22.62	22.62	-3.1	-3.5	-3.1	72.6	3603.0	-	2303.5	200	24.3	-	OK	OK	OK	OK	-	6.6	17.8
763	2.0	-427.820	114676	-775.546	22.62	22.62	22.62	-3.1	-3.2	-3.1	70.8	3606.2	-	2303.5	200	24.3	-	OK	OK	OK	OK	-	6.2	18.1
764	2.0	-426.915	109395	-806.549	22.62	22.62	22.62	-3.2	-3.2	-3.1	67.6	3605.9	-	2303.5	200	24.3	-	OK	OK	OK	OK	-	5.9	18.3
765	2.0	-426.189	105615	-816.696	22.62	22.62	22.62	-3.2	-3.2	-3.1	65.2	3600.4	-	2303.5	200	24.3	-	OK	OK	OK	OK	-	5.8	18.4
766	2.0	-425.357	101346	-819.542	22.62	22.62	22.62	-3.2	-3.2	-3.1	63.9	3623.8	-	2303.5	200	24.3	-	OK	OK	OK	OK	-	5.8	18.4
767	2.0	-423.119	98356	-811.297	22.62	22.62	22.62	-3.2	-3.2	-3.1	60.7	3630.0	-	2303.5	200	24.3	-	OK	OK	OK	OK	-	5.7	18.4
768	2.0	-421.643	95171	-849.550	22.62	22.62	22.62	-3.2	-3.2	-3.1	58.8	3626.1	-	2303.5	200	24.3	-	OK	OK	OK	OK	-	5.5	18.5
769	2.0	-420.739	90176	-875.977	22.62	22.62	22.62	-3.2	-3.2	-3.1	55.7	3621.7	-	2303.5	200	24.3	-	OK	OK	OK	OK	-	5.2	18.7
770	2.0	-418.129	87290	-909.145	22.62	22.62	22.62	-3.3	-3.3	-3.1	54.1	3619.9	-	2303.5	200	24.3	-	OK	OK	OK	OK	-	5.0	18.9
771	2.0	-419.260	81231	-937.626	22.62	22.62	22.62	-3.3	-3.3	-3.1	50.3	3623.0	-	2303.5	200	24.3	-	OK	OK	OK	OK	-	4.7	19.1
772	2.0	-418.896	78688	-942.215	22.62	22.62	22.62	-3.3	-3.3	-3.1	48.2	3616.9	-	2303.5	200	24.3	-	OK	OK	OK	OK	-	4.7	19.1
773	2.0	-417.832	72265	-937.029	22.62	22.62	22.62	-3.3	-3.3	-3.1	44.6	3611.9	-	2303.5	200	24.3	-	OK	OK	OK	OK	-	4.7	19.1
774	2.0	-416.146	70495	-939.145	22.62	22.62	22.62	-3.3	-3.3	-3.1	42.7	3605.3	-	2303.5	200	24.3	-	OK	OK	OK	OK	-	4.6	19.1
775	2.0	-415.186	64122	-959.658	22.62	22.62	22.62	-3.3	-3.3	-3.1	40.9	3603.2	-	2303.5	200	24.3	-	OK	OK	OK	OK	-	4.5	19.1
776	2.0	-414.089	62497	-989.277	22.62	22.62	22.62	-3.3	-3.3	-3.1	38.5	3602.3	-	2303.5	200	24.3	-	OK	OK	OK	OK	-	4.4	19.3
777	2.0	-413.332	56539	-922.538	22.62	22.62	22.62	-3.4	-3.5	-3.2	36.6	3608.5	-	2303.5	200	24.3	-	OK	OK	OK	OK	-	4.2	19.4
778	2.0	-414.337	51176	-1023.091	22.62	22.62	22.62	-3.4	-3.5	-3.2	31.6	3604.6	-	2303.5	200	24.3	-	OK	OK	OK	OK	-	3.9	19.6
779	2.0	-413.210	45658	-1009.853	22.62	22.62	22.62	-3.4	-3.7	-3.3	28.2	3608.4	-	2303.5	200	24.3	-	OK	OK	OK	OK	-	4.0	19.5
780	2.0	-417.242	42389	-1003.110	22.62	22.62	22.62	-3.4	-3.6	-3.2	28.2	3604.0	-	2303.5	200	24.3	-	OK	OK	OK	OK	-	4.1	19.5
781	2.0	-412.525	38679	-1004.303	22.62	22.62	22.62	-3.4	-3.6	-3.2	24.1	3691.0	-	2303.5	200	24.3	-	OK	OK	OK	OK	-	4.0	19.5
782	2.0	-411.948	35245	-1013.986	22.62	22.62	22.62	-3.4	-3.6	-3.1	21.8	3689.4	-	2303.5	200	24.3	-	OK	OK	OK	OK	-	3.9	19.5
783	2.0	-412.647	30792	-1029.001	22.62	22.62	22.62	-3.4	-3.6	-3.1	19.0	3683.5	-	2303.5	200	24.3	-	OK	OK	OK	OK	-	3.8	19.6
784	2.0	-412.898	26328	-1049.465	22.62	22.62	22.62	-3.4	-3.5	-3.1	16.6	3688.4	-	2303.5	200	24.3	-	OK	OK	OK	OK	-	3.7	19.8
785	2.0	-417.121	23933	-1050.087	22.62	22.62	22.62	-3.4	-3.5	-3.1	14.8	3686.1	-	2303.5	200	24.3	-	OK	OK	OK	OK	-	3.7	19.8
786	2.0	-413.754	19533	-1028.461	22.62	22.62	22.62	-3.4	-3.5	-3.1	12.3	3695.5	-	2303.5	200	24.3	-	OK	OK	OK	OK	-	3.9	19.6



788	2.0	-4133.340	15.571	-1013.986	22.62	22.62	-3.4	-4.88	-1.01	9.7	3083.7	-	2303.5	200	24.3	-	OK	OK	OK	OK	-	4.0	19.5
789	2.0	-4133.638	11.777	-1003.295	22.62	22.62	-3.4	-4.86	-1.03	7.2	3093.9	-	2303.5	200	24.3	-	OK	OK	OK	OK	-	4.0	19.5
790	2.0	-4134.561	8.900	-1003.206	22.62	22.62	-3.4	-4.96	-1.03	5.1	3081.7	-	2303.5	200	24.3	-	OK	OK	OK	OK	-	4.0	19.5
791	2.0	-4138.925	4.074	-1009.205	22.62	22.62	-3.4	-4.97	-1.02	2.5	3084.6	-	2303.5	200	24.3	-	OK	OK	OK	OK	-	4.0	19.5
792	2.0	-4139.764	1.222	-1023.031	22.62	22.62	-3.4	-5.00	-1.00	0.8	3088.9	-	2303.5	200	24.3	-	OK	OK	OK	OK	-	3.9	19.6
793	2.0	-4144.413	-4.275	-1022.995	22.62	22.62	-3.4	-5.00	-1.01	-2.6	3044.6	-	2303.5	200	24.3	-	OK	OK	OK	OK	-	3.9	19.6
794	2.0	-4142.505	-7.841	-996.617	22.62	22.62	-3.4	-4.96	-1.06	-4.8	3001.4	-	2303.5	200	24.3	-	OK	OK	OK	OK	-	4.1	19.4
795	2.0	-4143.063	-10.633	-972.643	22.62	22.62	-3.3	-4.81	-1.10	-6.6	3088.5	-	2303.5	200	24.3	-	OK	OK	OK	OK	-	4.3	19.3
796	2.0	-4139.367	-14.808	-963.379	22.62	22.62	-3.3	-4.89	-1.14	-3.2	3001.8	-	2303.5	200	24.3	-	OK	OK	OK	OK	-	4.5	19.2
797	2.0	-4153.313	-19.619	-945.599	22.62	22.62	-3.3	-4.87	-1.17	-12.1	3002.8	-	2303.5	200	24.3	-	OK	OK	OK	OK	-	4.6	19.1
798	2.0	-4161.002	-24.818	-942.035	22.62	22.62	-3.3	-4.87	-1.18	-15.3	3004.5	-	2303.5	200	24.3	-	OK	OK	OK	OK	-	4.6	19.1
799	2.0	-4173.125	-27.170	-947.003	22.62	22.62	-3.3	-4.88	-1.18	-16.8	3011.7	-	2303.5	200	24.3	-	OK	OK	OK	OK	-	4.6	19.1
800	2.0	-4183.418	-34.101	-900.282	22.62	22.62	-3.3	-4.87	-1.20	-21.1	3017.1	-	2303.5	200	24.3	-	OK	OK	OK	OK	-	4.7	19.1
801	2.0	-4181.835	-37.988	-914.279	22.62	22.62	-3.3	-4.83	-1.25	-23.0	3022.5	-	2303.5	200	24.3	-	OK	OK	OK	OK	-	4.9	18.9
802	2.0	-4184.800	-40.683	-881.451	22.62	22.62	-3.2	-4.77	-1.32	-25.1	3019.4	-	2303.5	200	24.3	-	OK	OK	OK	OK	-	5.2	18.7
803	2.0	-4192.878	-42.295	-863.796	22.62	22.62	-3.2	-4.73	-1.38	-26.4	3022.1	-	2303.5	200	24.3	-	OK	OK	OK	OK	-	5.4	18.5
804	2.0	-4212.648	-46.882	-815.405	22.62	22.62	-3.2	-4.70	-1.43	-28.8	3026.2	-	2303.5	200	24.3	-	OK	OK	OK	OK	-	5.6	18.4
805	2.0	-4228.489	-47.642	-823.415	22.62	22.62	-3.2	-4.68	-1.46	-29.4	3030.9	-	2303.5	200	24.3	-	OK	OK	OK	OK	-	5.7	18.4
806	2.0	-4240.017	-51.997	-817.796	22.62	22.62	-3.2	-4.68	-1.48	-32.1	3034.5	-	2303.5	200	24.3	-	OK	OK	OK	OK	-	5.8	18.4
807	2.0	-4244.577	-55.555	-811.390	22.62	22.62	-3.2	-4.68	-1.50	-34.3	3041.9	-	2303.5	200	24.3	-	OK	OK	OK	OK	-	5.9	18.3
808	2.0	-4246.552	-58.937	-793.195	22.62	22.62	-3.1	-4.63	-1.56	-36.4	3046.1	-	2303.5	200	24.3	-	OK	OK	OK	OK	-	6.1	18.1
809	2.0	-4272.886	-64.292	-794.685	22.62	22.62	-3.1	-4.56	-1.65	-39.1	3048.5	-	2303.5	200	24.3	-	OK	OK	OK	OK	-	6.5	17.9
810	2.0	-4283.433	-67.501	-712.229	22.62	22.62	-3.1	-4.50	-1.72	-41.7	3045.8	-	2303.5	200	24.3	-	OK	OK	OK	OK	-	6.7	17.7
811	2.0	-4295.150	-70.164	-685.337	22.62	22.62	-3.0	-4.46	-1.78	-43.4	3043.5	-	2303.5	200	24.3	-	OK	OK	OK	OK	-	7.0	17.5
812	2.0	-4309.038	-74.319	-664.023	22.62	22.62	-3.0	-4.44	-1.82	-45.9	3040.1	-	2303.5	200	24.3	-	OK	OK	OK	OK	-	7.1	17.4
813	2.0	-4322.213	-79.882	-656.151	22.62	22.62	-3.0	-4.42	-1.85	-47.0	3044.1	-	2303.5	200	24.3	-	OK	OK	OK	OK	-	7.3	17.3
814	2.0	-4329.589	-79.632	-645.637	22.62	22.62	-3.0	-4.41	-1.89	-49.2	3071.4	-	2303.5	200	24.3	-	OK	OK	OK	OK	-	7.4	17.3
815	2.0	-4339.246	-84.833	-614.473	22.62	22.62	-3.0	-4.36	-1.96	-52.4	3042.7	-	2303.5	200	24.3	-	OK	OK	OK	OK	-	7.7	17.1
816	2.0	-4359.544	-89.986	-568.534	22.62	22.62	-2.9	-4.28	-2.06	-55.3	3048.2	-	2303.5	200	24.3	-	OK	OK	OK	OK	-	8.1	16.8
817	2.0	-4378.505	-94.366	-527.790	22.62	22.62	-2.8	-4.21	-2.15	-58.2	3043.6	-	2303.5	200	24.3	-	OK	OK	OK	OK	-	8.4	16.5
818	2.0	-4388.961	-101.140	-496.619	22.62	22.62	-2.8	-4.16	-2.22	-62.5	3046.2	-	2303.5	200	24.3	-	OK	OK	OK	OK	-	8.7	16.3
819	2.0	-4406.971	-105.402	-470.351	22.62	22.62	-2.8	-4.12	-2.28	-65.4	3049.7	-	2303.5	200	24.3	-	OK	OK	OK	OK	-	8.9	16.2
820	2.0	-4433.531	-108.218	-447.201	22.62	22.62	-2.8	-4.09	-2.34	-68.9	3022.4	-	2303.5	200	24.3	-	OK	OK	OK	OK	-	9.2	16.0
821	2.0	-4452.280	-110.097	-430.381	22.62	22.62	-2.7	-4.07	-2.39	-68.0	3013.2	-	2303.5	200	24.3	-	OK	OK	OK	OK	-	9.4	16.0
822	2.0	-4479.076	-109.919	-393.256	22.62	22.62	-2.7	-4.02	-2.48	-67.9	3026.1	-	2303.5	200	24.3	-	OK	OK	OK	OK	-	9.7	15.8
823	2.0	-4481.853	-82.3	-4481.853	22.62	22.62	-2.6	-3.92	-2.59	-71.0	3020.7	-	2303.5	200	24.3	-	OK	OK	OK	OK	-	10.2	15.4
824	2.0	-4509.486	-115.897	-393.415	22.62	22.62	-2.6	-3.84	-2.70	-71.6	3031.4	-	2303.5	200	24.3	-	OK	OK	OK	OK	-	10.6	15.1
825	2.0	-4517.910	-120.018	-264.659	22.62	22.62	-2.5	-3.78	-2.78	-74.2	3035.5	-	2303.5	200	24.3	-	OK	OK	OK	OK	-	10.9	14.8
826	2.0	-4524.449	-121.532	-235.023	22.62	22.62	-2.5	-3.73	-2.85	-75.6	3041.0	-	2303.5	200	24.3	-	OK	OK	OK	OK	-	11.2	14.6
827	2.0	-4546.385	-82.5	-4546.385	22.62	22.62	-2.5	-3.70	-2.91	-75.2	3046.5	-	2303.5	200	24.3	-	OK	OK	OK	OK	-	11.4	14.5
828	2.0	-4572.279	-121.212	-184.664	22.62	22.62	-2.5	-3.68	-2.96	-75.5	3057.2	-	2303.5	200	24.3	-	OK	OK	OK	OK	-	11.6	14.4
829	2.0	-4597.209	-123.959	-149.972	22.62	22.62	-2.4	-3.63	-3.04	-76.5	3068.9	-	2303.5	200	24.3	-	OK	OK	OK	OK	-	11.9	14.2
830	2.0	-4614.341	-123.842	-97.178	22.62	22.62	-2.4	-3.54	-3.16	-77.7	3075.3	-	2303.5	200	24.3	-	OK	OK	OK	OK	-	12.4	13.8
831	2.0	-4627.788	-128.050	-44.796	22.62	22.62	-2.3	-3.45	-3.27	-79.1	3082.0	-	2303.5	200	24.3	-	OK	OK	OK	OK	-	12.8	13.5
832	2.0	-4645.689	-127.299	-37.232	22.62	22.62	-2.3	-3.38	-3.36	-79.0	3081.9	-	2303.5	200	24.3	-	OK	OK	OK	OK	-	13.2	13.2
833	2.0	-4656.121	-129.242	-30.182	22.62	22.62	-2.3	-3.32	-3.44	-80.0	3083.2	-	2303.5	200	24.3	-	OK	OK	OK	OK	-	13.5	13.0
834	2.0	-4636.971	-149.180	-187.180	22.62	22.62	-2.3	-3.27	-3.49	-80.9	3051.9	-	2303.5	200	24.3	-	OK	OK	OK	OK	-	13.7	12.8
835	2.0	-4636.375	-148.433	-118.697	22.62	22.62	-2.4	-3.17	-3.63	-113.8	3015.4	-	2303.5	200	24.3	-	OK	OK	OK	OK	-	14.2	12.4
836	2.0	-4656.209	-148.433	-118.697	22.62	22.62	-2.5	-3.06	-3.75	-113.8	3068.9	-	2303.5	200	24.3	-	OK	OK	OK	OK	-	14.7	12.0
837	2.0	-4656.129	-178.950	-227.888	22.62	22.62	-2.6	-2.96	-3.86	-110.3	3004.0	-	2303.5	200	24.3	-	OK	OK	OK	OK	-	15.1	11.6
838	2.0	-4701.551	-174.673	-248.800	22.62	22.62	-2.6	-2.89	-4.01	-104.3	3003.2	-	2303.5	200	24.3	-	OK	OK	OK	OK	-	15.4	11.3
839	2.0	-4711.873	-191.714	-301.897	22.62	22.62	-2.7	-2.83	-4.14	-104.4	3003.0	-	2303.5	200	24.3	-	OK	OK	OK	OK	-	15.7	11.1
840	2.0	-4727.748	-207.146	-325.075	22.62	22.62	-2.7	-2.79	-4.05	-129.6	3029.9	-	2303.5	200	24.3	-	OK	OK	OK	OK	-	15.9	10.8
841	2.0	-4734.568	-203.381	-344.248	22.62	22.62	-2.8	-2.76	-4.10	-126.5	3025.6	-	2303.5	200	24.3	-	OK	OK	OK	OK	-	16.1	10.8
842	2.0	-4734.568	-203.381	-344.248	22.62	22.62	-2.8	-2.69	-4.18	-134.4	3006.5	-	2303.5	200	24.3	-	OK	OK	OK	OK	-	16.4	10.5
843	2.0	-4741.510	-201.989	-444.429	22.62	22.62	-2.9	-2.57	-4.30	-133.3	3003.7	-	2303.5	200	24.3	-	OK	OK	OK	OK	-	16.9	10.1





IG5102ECVROGN160X001A00

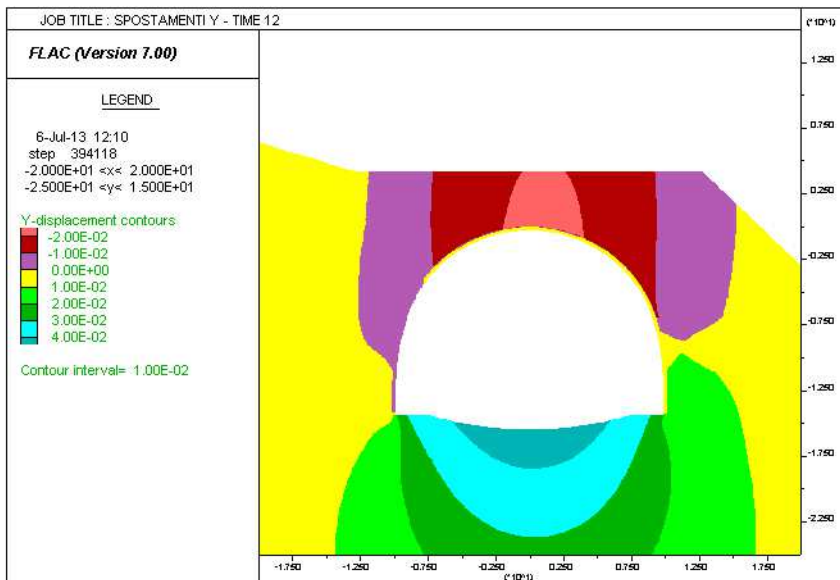
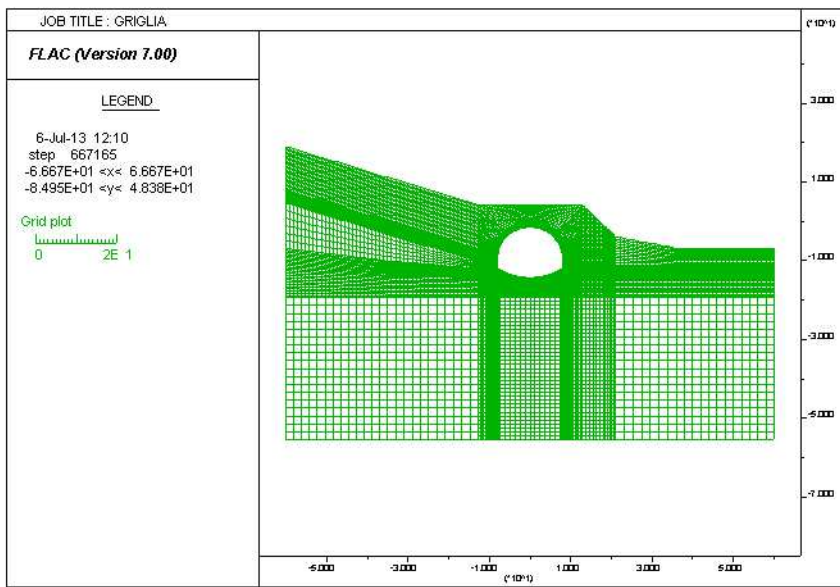
Table with 32 columns (ID, Distance, Direction, etc.) and 50 rows of data for various stations on the railway line.

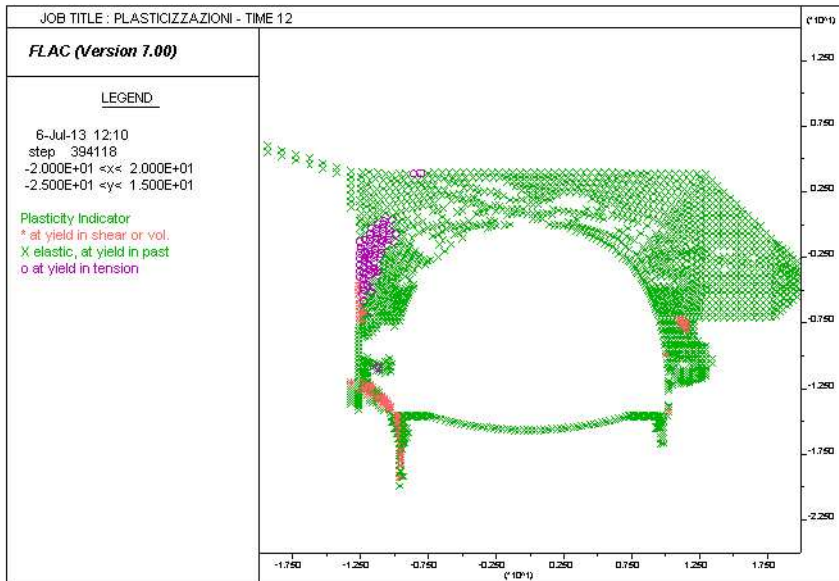
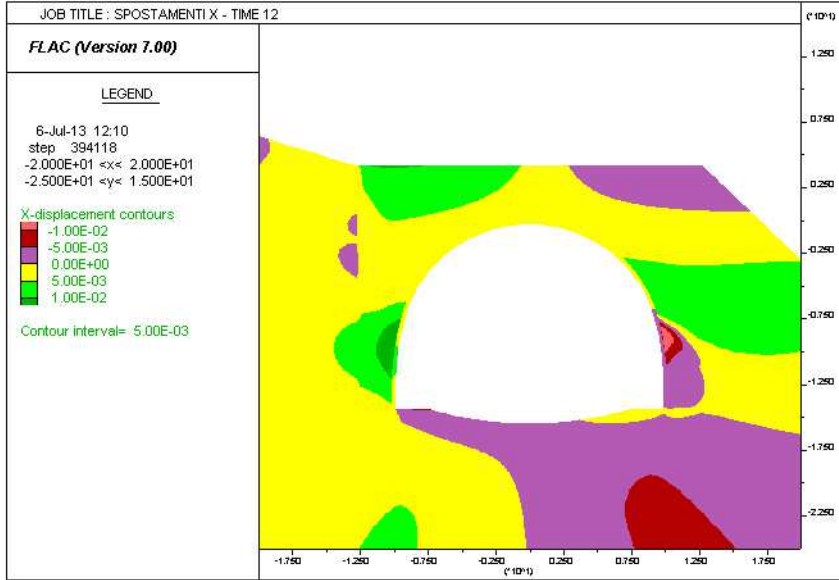


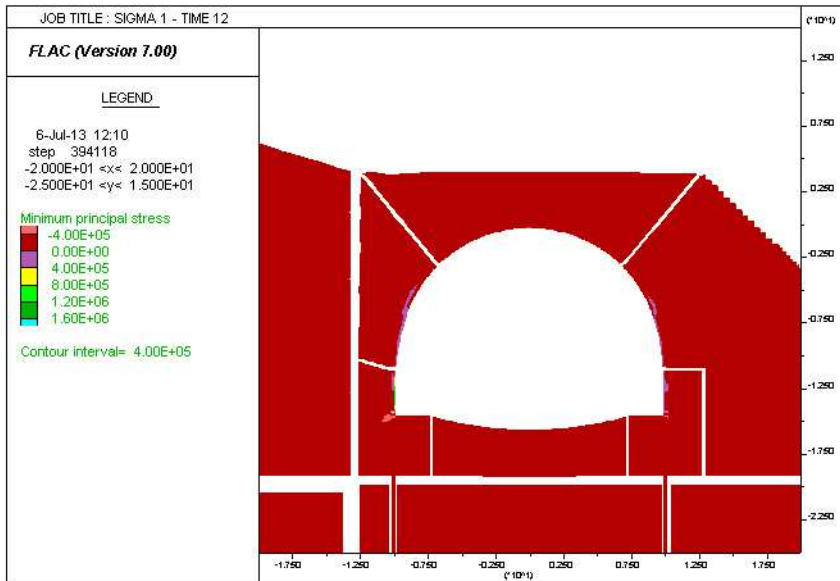
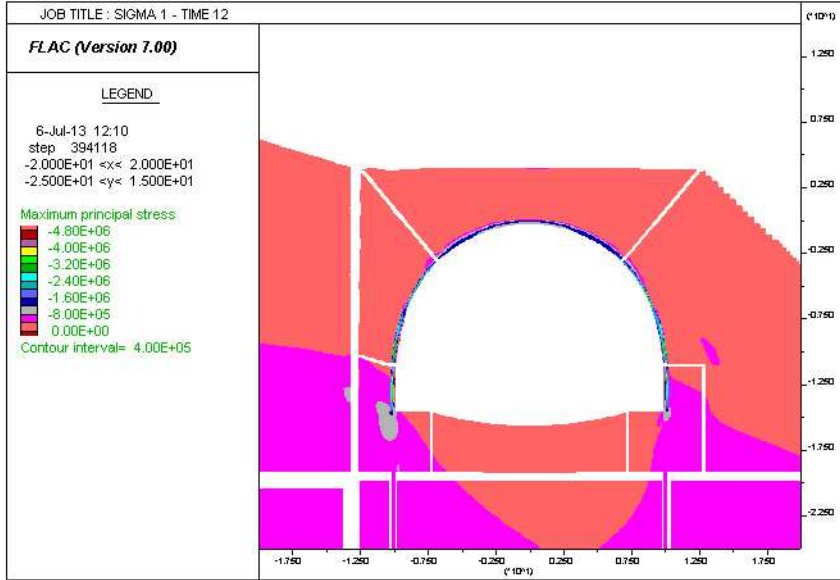
522	2.0	0000	48273	183360	22.62	22.62	-0.5	42.9	-6.8	28.6	16203	-	2300.5	200	24.3	-	-	OK	OK	OK	-	24.3	2.7	17.2
523	2.0	0000	41138	186979	22.62	22.62	-0.6	44.4	-6.9	25.3	16155	-	2300.5	200	24.3	-	-	OK	OK	OK	-	24.3	2.7	17.4
524	2.0	0000	35216	185222	22.62	22.62	-0.6	44.2	-6.9	21.9	16023	-	2300.5	200	24.3	-	-	OK	OK	OK	-	24.3	2.7	17.3
525	2.0	0000	30734	187382	22.62	22.62	-0.6	44.7	-6.9	18.5	16054	-	2300.5	200	24.3	-	-	OK	OK	OK	-	24.3	2.7	17.5
526	2.0	0000	26370	189677	22.62	22.62	-0.6	46.2	-7.0	16.6	16011	-	2300.5	200	24.3	-	-	OK	OK	OK	-	24.3	2.7	17.7
527	2.0	0000	22029	188677	22.62	22.62	-0.6	46.2	-7.0	13.7	16732	-	2300.5	200	24.3	-	-	OK	OK	OK	-	24.3	2.8	17.2
528	2.0	0000	18681	187203	22.62	22.62	-0.6	46.0	-7.0	11.6	16755	-	2300.5	200	24.3	-	-	OK	OK	OK	-	24.3	2.7	17.8
529	2.0	0000	16111	186634	22.62	22.62	-0.6	44.4	-6.9	9.9	16030	-	2300.5	200	24.3	-	-	OK	OK	OK	-	24.3	2.7	17.4
530	2.0	0000	14295	182787	22.62	22.62	-0.5	42.5	-6.7	8.2	16061	-	2300.5	200	24.3	-	-	OK	OK	OK	-	24.3	2.6	17.0
531	2.0	0000	10733	180773	22.62	22.62	-0.5	40.0	-6.7	6.8	16037	-	2300.5	200	24.3	-	-	OK	OK	OK	-	24.3	2.6	16.9
532	2.0	0000	8802	179184	22.62	22.62	-0.5	42.7	-6.6	5.4	16016	-	2300.5	200	24.3	-	-	OK	OK	OK	-	24.3	2.6	16.7
533	2.0	0000	6373	180364	22.62	22.62	-0.5	42.9	-6.6	4.0	16182	-	2300.5	200	24.3	-	-	OK	OK	OK	-	24.3	2.6	16.8
534	2.0	0000	4255	179663	22.62	22.62	-0.5	42.7	-6.6	2.9	16886	-	2300.5	200	24.3	-	-	OK	OK	OK	-	24.3	2.6	16.8
535	2.0	0000	2725	180630	22.62	22.62	-0.5	41.1	-6.7	1.7	16976	-	2300.5	200	24.3	-	-	OK	OK	OK	-	24.3	2.6	16.9
536	2.0	0000	0700	183128	22.62	22.62	-0.5	41.7	-6.8	0.6	16970	-	2300.5	200	24.3	-	-	OK	OK	OK	-	24.3	2.7	17.1
537	2.0	0000	-622	182324	22.62	22.62	-0.5	41.5	-6.8	-0.4	16969	-	2300.5	200	24.3	-	-	OK	OK	OK	-	24.3	2.6	17.1
538	2.0	0000	-2348	179417	22.62	22.62	-0.5	42.8	-6.6	-1.4	16970	-	2300.5	200	24.3	-	-	OK	OK	OK	-	24.3	2.6	16.8
539	2.0	0000	-4198	177100	22.62	22.62	-0.5	42.2	-6.6	-2.6	16976	-	2300.5	200	24.3	-	-	OK	OK	OK	-	24.3	2.6	16.6
540	2.0	0000	-6289	175801	22.62	22.62	-0.5	41.9	-6.5	-3.9	16986	-	2300.5	200	24.3	-	-	OK	OK	OK	-	24.3	2.6	16.4
541	2.0	0000	-8196	177974	22.62	22.62	-0.5	42.2	-6.5	-5.0	16182	-	2300.5	200	24.3	-	-	OK	OK	OK	-	24.3	2.6	16.5
542	2.0	0000	-10356	176418	22.62	22.62	-0.5	42.0	-6.5	-6.5	16016	-	2300.5	200	24.3	-	-	OK	OK	OK	-	24.3	2.6	16.5
543	2.0	0000	-12308	178255	22.62	22.62	-0.5	42.4	-6.6	-8.0	16037	-	2300.5	200	24.3	-	-	OK	OK	OK	-	24.3	2.6	16.6
544	2.0	0000	-15348	180322	22.62	22.62	-0.5	42.9	-6.7	-9.6	16061	-	2300.5	200	24.3	-	-	OK	OK	OK	-	24.3	2.6	16.8
545	2.0	0000	-18388	183384	22.62	22.62	-0.5	42.7	-6.8	-11.4	16030	-	2300.5	200	24.3	-	-	OK	OK	OK	-	24.3	2.7	17.1
546	2.0	0000	-21378	180351	22.62	22.62	-0.5	43.4	-6.8	-13.3	16755	-	2300.5	200	24.3	-	-	OK	OK	OK	-	24.3	2.6	16.6
547	2.0	0000	-25280	178666	22.62	22.62	-0.5	42.8	-6.7	-15.7	16732	-	2300.5	200	24.3	-	-	OK	OK	OK	-	24.3	2.6	16.8
548	2.0	0000	-29137	178814	22.62	22.62	-0.5	42.6	-6.6	-18.0	16011	-	2300.5	200	24.3	-	-	OK	OK	OK	-	24.3	2.6	16.7
549	2.0	0000	-34188	176523	22.62	22.62	-0.5	42.0	-6.5	-21.1	16054	-	2300.5	200	24.3	-	-	OK	OK	OK	-	24.3	2.6	16.3
550	2.0	0000	-40116	173564	22.62	22.62	-0.5	41.5	-6.4	-24.8	16023	-	2300.5	200	24.3	-	-	OK	OK	OK	-	24.3	2.5	16.3
551	2.0	0000	-46375	174343	22.62	22.62	-0.5	41.4	-6.4	-28.6	16155	-	2300.5	200	24.3	-	-	OK	OK	OK	-	24.3	2.5	16.2
552	2.0	0000	-54218	171268	22.62	22.62	-0.5	40.6	-6.3	-33.3	16208	-	2300.5	200	24.3	-	-	OK	OK	OK	-	24.3	2.5	15.9
553	2.0	0000	-63035	169146	22.62	22.62	-0.5	40.0	-6.2	-38.6	16263	-	2300.5	200	24.3	-	-	OK	OK	OK	-	24.3	2.4	15.7
554	2.0	0000	-72464	162261	22.62	22.62	-0.5	38.6	-6.0	-44.5	16145	-	2300.5	200	24.3	-	-	OK	OK	OK	-	24.3	2.3	15.2
555	2.0	0000	-81394	150688	22.62	22.62	-0.5	36.1	-5.6	-50.7	16317	-	2300.5	200	24.3	-	-	OK	OK	OK	-	24.3	2.2	14.1
556	2.0	0000	-92306	134282	22.62	22.62	-0.4	32.3	-5.0	-57.2	16728	-	2300.5	200	24.3	-	-	OK	OK	OK	-	24.3	2.0	12.8
557	2.0	0000	-102106	117016	22.62	22.62	-0.4	28.0	-4.4	-63.3	16800	-	2300.5	200	24.3	-	-	OK	OK	OK	-	24.3	1.7	11.0
558	2.0	0000	-110325	97238	22.62	22.62	-0.3	25.4	-3.6	-68.1	16884	-	2300.5	200	24.3	-	-	OK	OK	OK	-	24.3	1.4	9.2
559	2.0	0000	-116399	77335	22.62	22.62	-0.2	18.4	-2.9	-71.7	16963	-	2300.5	200	24.3	-	-	OK	OK	OK	-	24.3	1.1	7.2

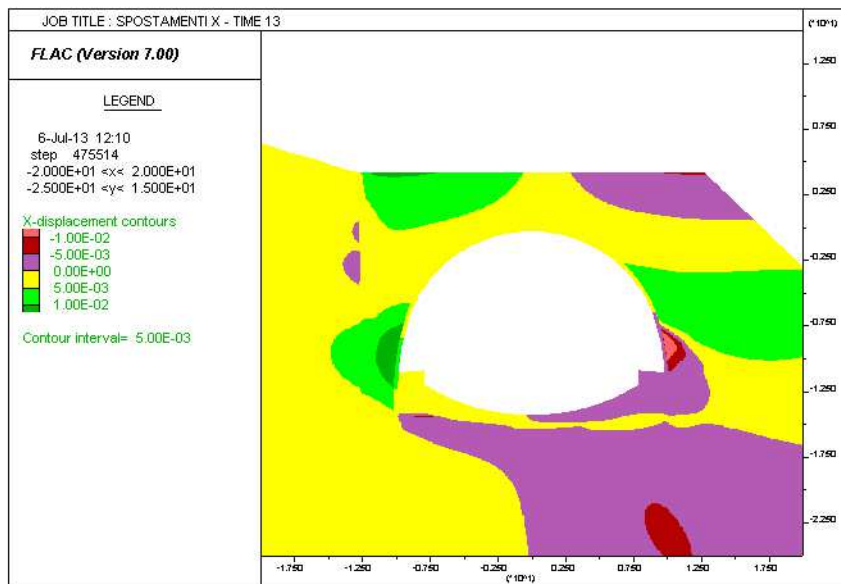
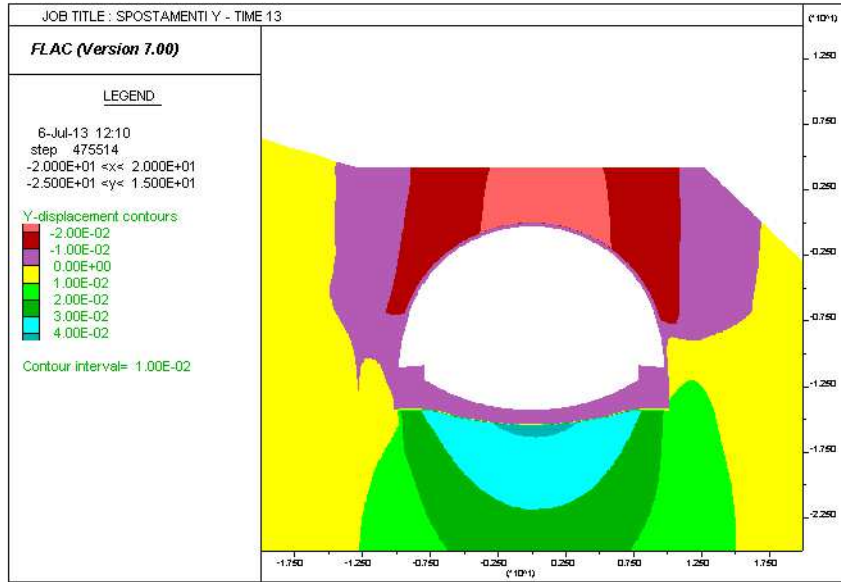
### 13.4. Analisi numeriche FLAC

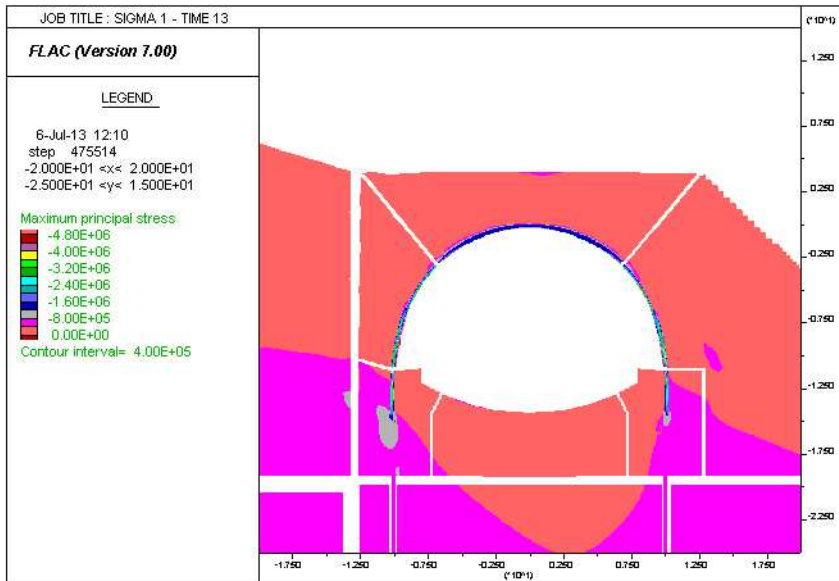
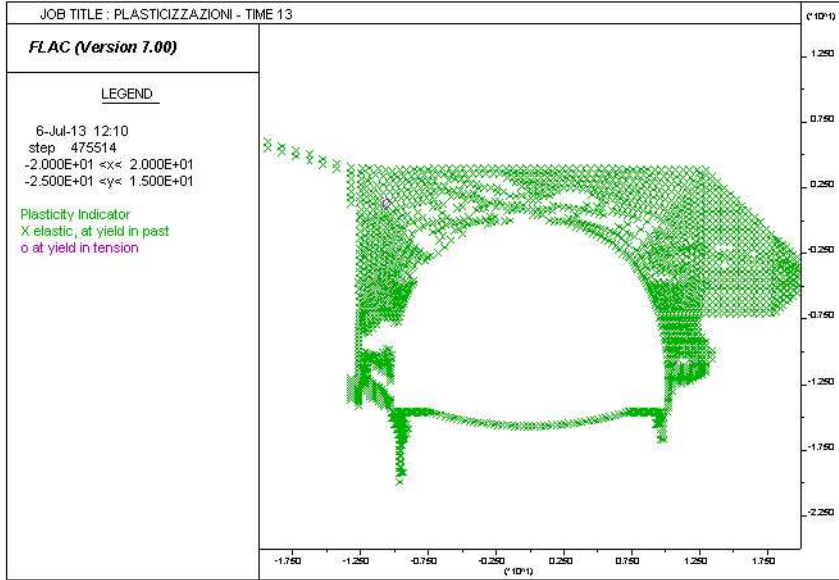
#### 13.4.1. Sezione tipo 1P



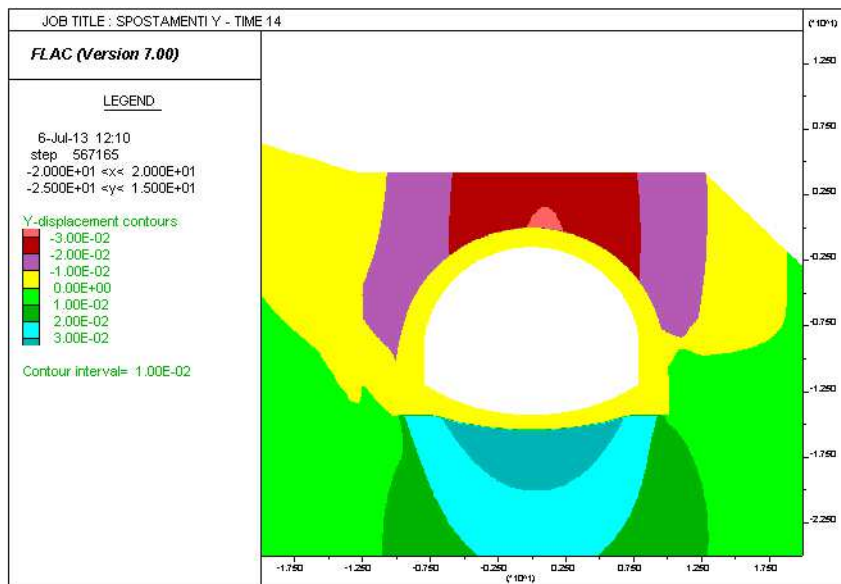
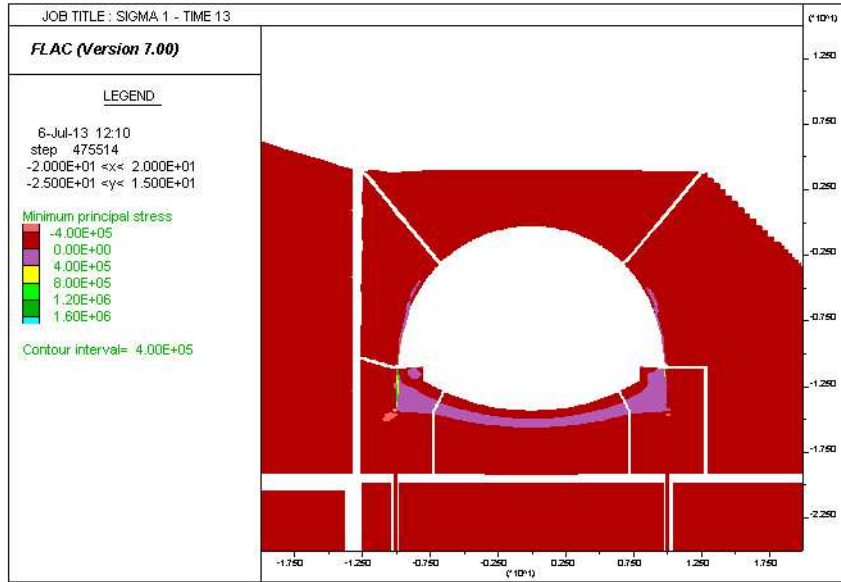




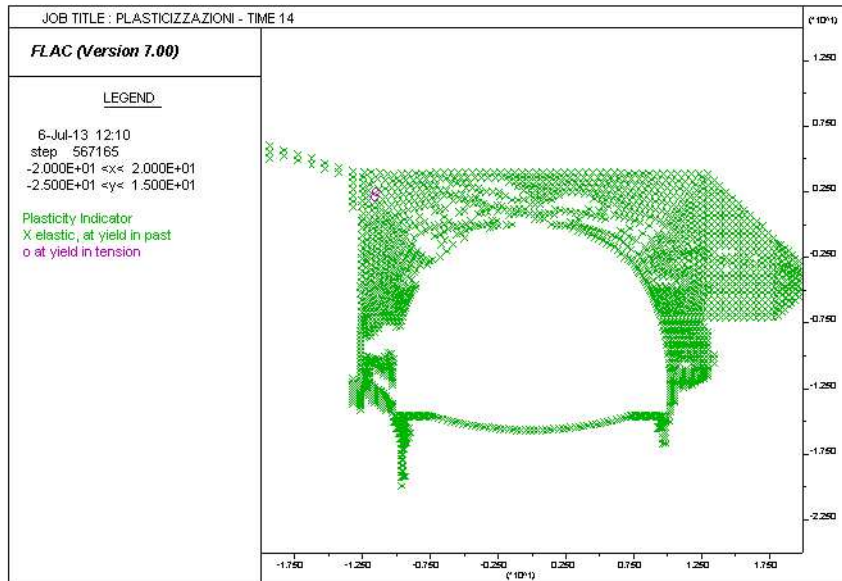
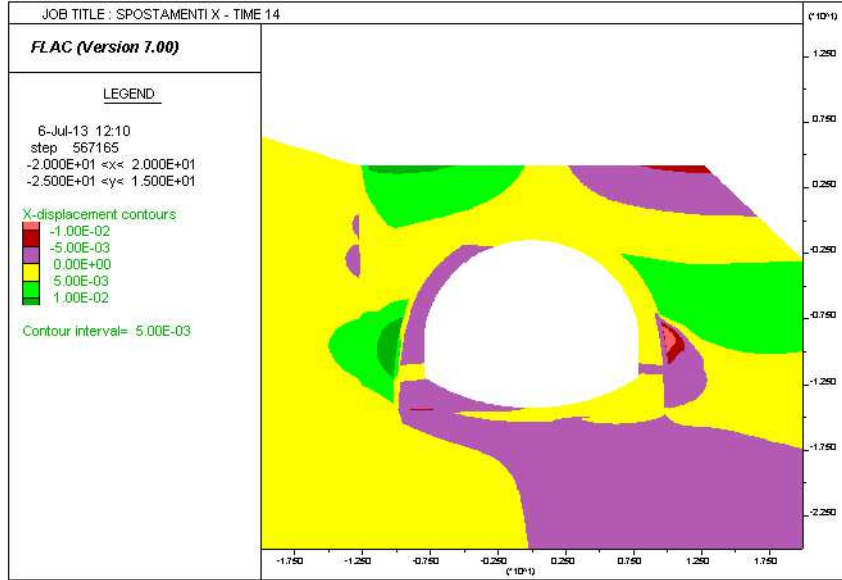


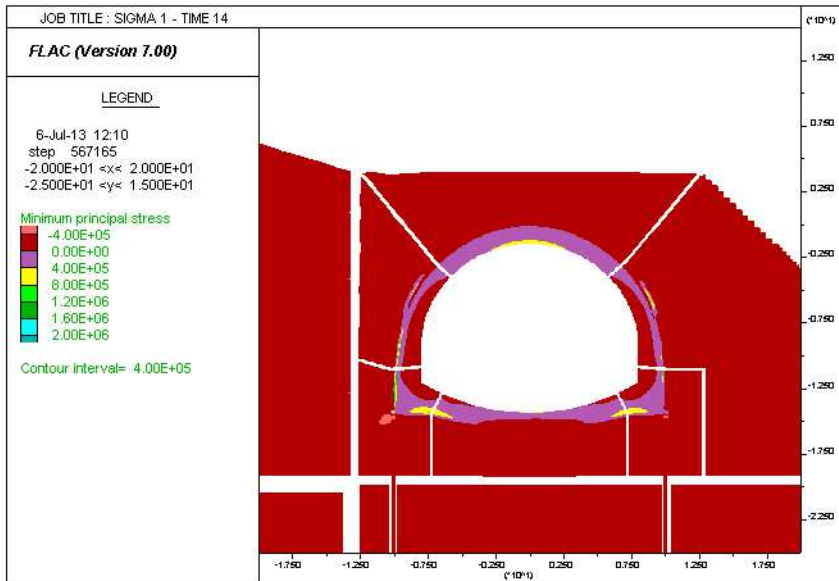
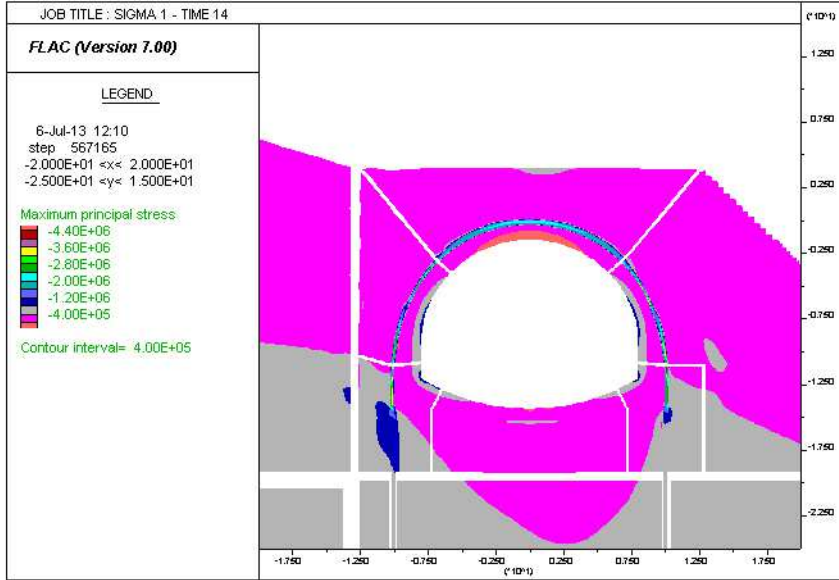


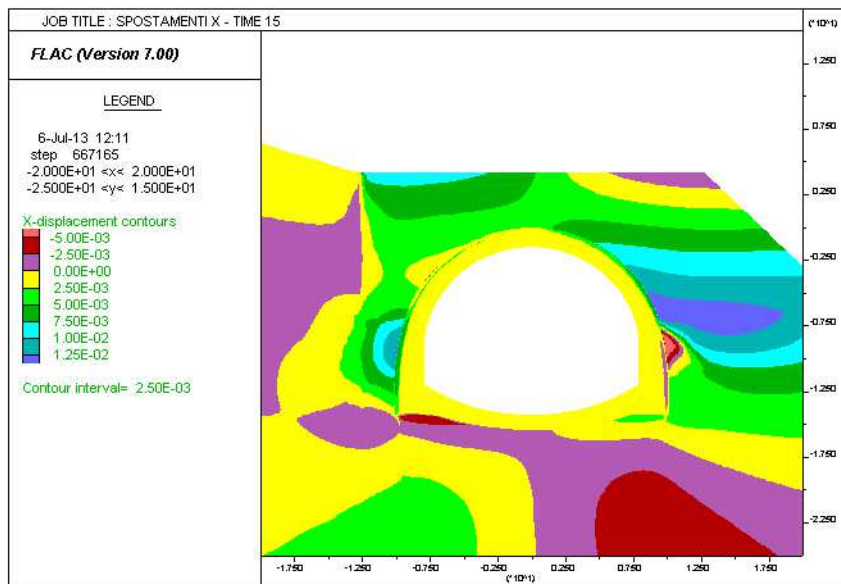
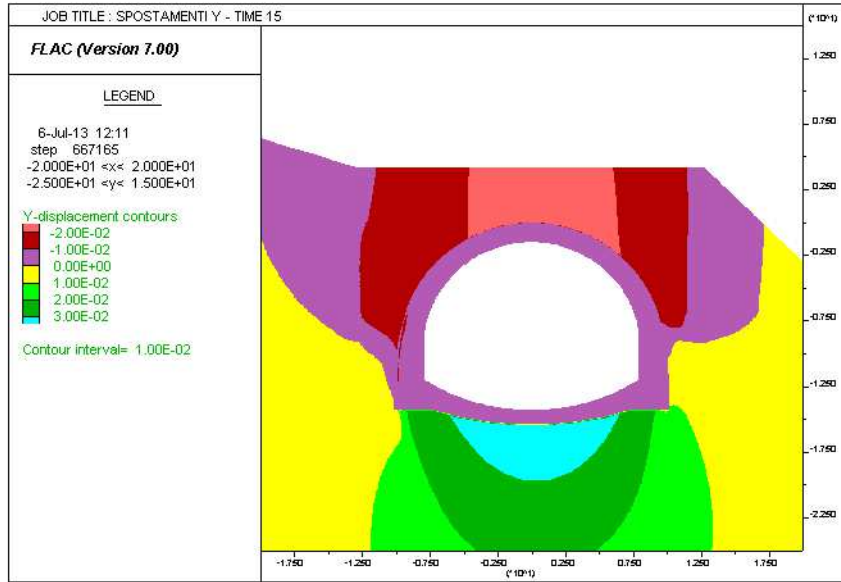


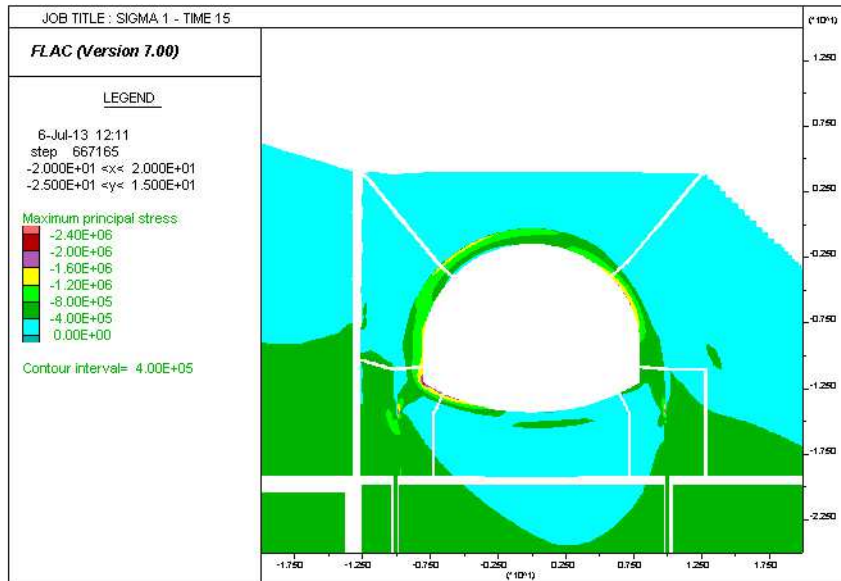
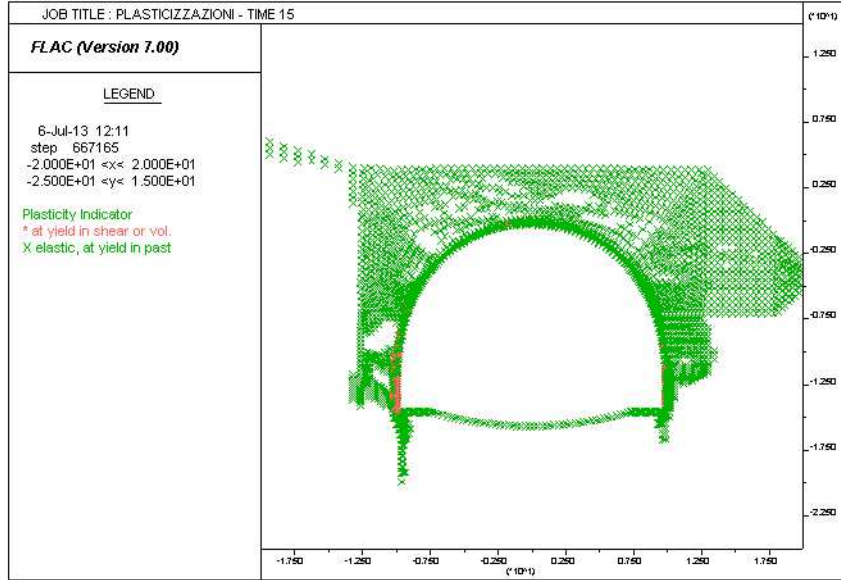


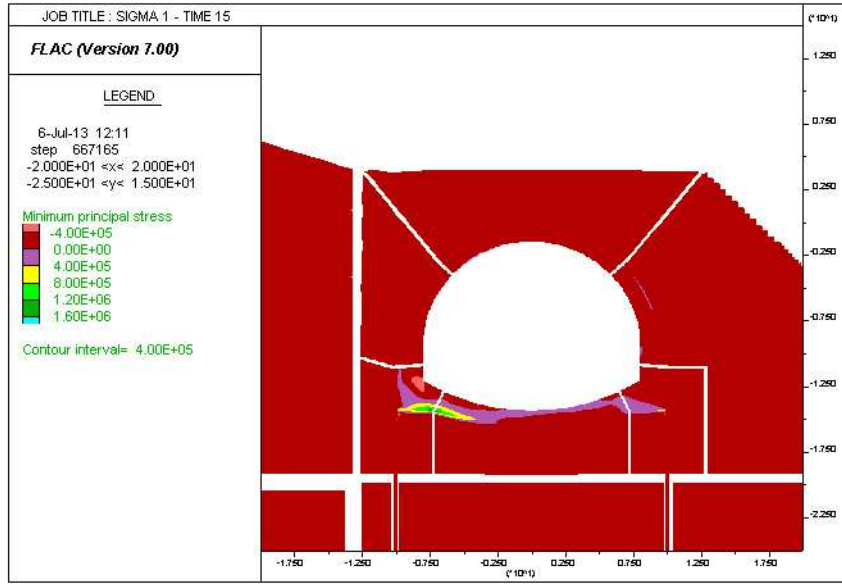












13.4.2. Sezione tipo 3

